



# **UNIVERSIDAD DE MURCIA**

## **ESCUELA INTERNACIONAL DE DOCTORADO**

**Lesiones, Morfotipo Sagital de la Columna Vertebral,  
Perfil de Flexibilidad de la Extremidad Inferior  
y Dolor de Espalda en Jugadores de Hockey Línea**

**D. Víctor Jesús Moreno Alcaraz  
2019**





# UNIVERSIDAD DE MURCIA

## ESCUELA INTERNACIONAL DE DOCTORADO

Lesiones, Morfotipo Sagital de la Columna  
Vertebral, Perfil de Flexibilidad de la  
Extremidad Inferior y Dolor de Espalda en  
Jugadores de Hockey Línea

D. Víctor Jesús Moreno Alcaraz

Directores:

María del Pilar Sainz de Baranda Andújar

Antonio Cejudo Palomo

2019





## UNIVERSIDAD DE MURCIA

### DEPARTAMENTO ACTIVIDAD FISICA Y DEPORTE

#### Facultad de Ciencias del Deporte

#### María del Pilar Sainz de Baranda Andújar

Doctora por la Universidad de Murcia y Profesora Titular del Departamento de Actividad Física y Deporte de la Universidad de Murcia

#### AUTORIZA:

La presentación de la tesis doctoral titulada: **“Lesiones, Morfotipo Sagital de la Columna Vertebral, Perfil de Flexibilidad de la Extremidad Inferior y Dolor de Espalda en Jugadores de Hockey Línea”**, realizada por **D. Víctor Jesús Moreno Alcaraz**, bajo mi inmediata dirección y supervisión, y que presenta para la obtención del Grado de Doctor por la Universidad de Murcia.

Y, para que surta los efectos oportunos al interesado, firmo la presente en Murcia, a nueve de septiembre de dos mil diecinueve.

D<sup>a</sup>. María del Pilar Sainz de Baranda Andújar





## UNIVERSIDAD DE MURCIA

### DEPARTAMENTO ACTIVIDAD FISICA Y DEPORTE

#### Facultad de Ciencias del Deporte

#### Antonio Cejudo Palomo

Doctor en Ciencias del Deporte y Profesor Asociado del Departamento de Actividad Física y Deporte de la Universidad de Murcia

#### AUTORIZA:

La presentación de la tesis doctoral titulada: “**Lesiones, Morfotipo Sagital de la Columna Vertebral, Perfil de Flexibilidad de la Extremidad Inferior y Dolor de Espalda en Jugadores de Hockey Línea**”, realizada por **D. Víctor Jesús Moreno Alcaraz**, bajo mi inmediata dirección y supervisión, y que presenta para la obtención del Grado de Doctor por la Universidad de Murcia.

Y, para que surta los efectos oportunos al interesado, firmo la presente en Murcia, a nueve de septiembre de dos mil diecinueve.

D. Antonio Cejudo Palomo





*Dedicado a mis padres, Juan Moreno Moya y Fuensanta Alcaraz Bernal, allí donde estén...*

*...Y a todas aquellas personas amantes del hockey línea que dedican su tiempo y esfuerzo día a día para hacer crecer este deporte.*

*"Every day is a great day for hockey..."*

*-Mario Lemieux-*



## AGRADECIMIENTOS

En este apartado quisiera mostrar mi agradecimiento a todas aquellas personas que con su apoyo y dedicación han hecho posible la realización de este trabajo.

En primer lugar, manifestar mi emotivo y sincero agradecimiento a mi tutora y directora de Tesis la Dra. María Pilar Sainz de Baranda Andújar por ser la persona que me introdujo y me ayudó a dar mis primeros pasos en este apasionante mundo de la investigación cuando cursaba los estudios de Licenciado en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte y de la que tanto aprendí y sigo aprendiendo. Asimismo, he de agradecer su ayuda, dedicación y profesionalidad, así como la confianza que depositó en mí a la hora de aceptar y asumir la dirección de esta Tesis. Ha sido para mí un honor y un gran orgullo tenerla a mi lado durante todo este tiempo y espero poder continuar trabajando con ella durante muchos años. Sin duda, este trabajo ha sido posible gracias a ella.

Agradecer también a mi compañero de estudios y director de Tesis el Dr. D. Antonio Cejudo Palomo, por su inestimable ayuda, disponibilidad y participación en este proyecto. Ha sido un verdadero honor tener a mi lado a un excelente profesional y al fundador del protocolo de valoración ROM-SPORT, el cual ha sido un pilar fundamental en el presente estudio. Gracias por enseñarme a aplicar los test y ayudarme a valorar a los deportistas así como por el tiempo y la paciencia que has tenido conmigo durante todo este tiempo.

Agradecer también al Dr. D. Fernando Santonja Medina, por brindarme su inestimable ayuda en cuanto a la consulta y transmisión de conocimientos tanto teóricos como prácticos relacionados con columna, lesiones deportivas, dolor de espalda y flexibilidad. Ha sido todo un honor para mí el poder contar con el apoyo de uno de los más prestigiosos investigadores y profesionales en este campo.

Igualmente, quisiera mostrar mi agradecimiento a la Dra. D<sup>a</sup> Emilia Florina Grosu, Directora de la Escuela de Doctorado de la Facultatea de Educatie Fizica SI Sport de la Universitatea Babes-Bolyai Cluj-Napoca (Rumanía), por el excelente trato recibido y por haberme hecho sentir “como en casa” durante mi estancia en dicha Universidad. Asimismo, darle las gracias por poner a mi disposición todos los medios y recursos humanos y materiales a su alcance para ayudarme en el desarrollo de esta Tesis. Agradezco sus enseñanzas sobre

“gimnástica” y danza, así como sus consejos y aportaciones a esta Tesis. Sin duda, una excelente profesional en todo lo que hace.

Agradecer también la ayuda y colaboración a D. Philippe Boudreault, Seleccionador Nacional del equipo de hockey línea y componente del equipo técnico de la Real Federación Española de Patinaje que tantos triunfos está consiguiendo para el hockey línea español en Campeonatos del Mundo, por creer en este proyecto y facilitarme el acceso a los jugadores para llevar a cabo las valoraciones y permitirme participar en concentraciones nacionales y tecnificaciones autonómicas de jugadores de hockey línea. También a D. Xavier Xao Paradas, Director del Comité Nacional de Hockey Línea de la Real Federación Española de Hockey Línea, por apoyar este proyecto y hacer de mediador con los clubes nacionales de hockey línea para animar a su participación en este proyecto.

Agradecer a D. Vicente Martín, Director del Comité de Hockey Línea de la Federación de Patinaje de la Comunidad Valenciana y a D. Jesús De Mula Rodríguez De Riancho, Secretario (y mucho más) del Comité de Hockey Línea de la Federación Andaluza de Patinaje, por su inestimable ayuda y colaboración en este proyecto al permitirme asistir a las tecnificaciones de jugadores de categoría base organizadas por sus respectivas Federaciones.

Por último, agradecer a todos los componentes del grupo de investigación de la Universidad de Murcia “Aparato Locomotor y Deporte” (E0B5-07) la ayuda prestada a la hora de llevar a cabo las valoraciones de los deportistas, así como otros aspectos relacionados con la realización de este trabajo de investigación.

## ABREVIATURAS

FIRS: Fédération Internationale de Roller Sports

EE.UU.: Estados Unidos de América

ROM: Rango de Movimiento

NCAA: National Collegiate Athletic Association

ARHA: Amateur Rink Hockey Association

FIPR: Fédération Internationale de Patinage a Roulettes

RSROA: Roller Skating Rink Operators Association

NHL: National Hockey League

USARS: USA Roller Sports

IIHF: International Ice Hockey Federation

COI: Comité Olímpico Internacional

GAISF: Asociación General de Federaciones Deportivas Internacionales

IWGA: Asociación Internacional de Juegos Mundiales

ARISF: Association of Recognized IOC International Sports Federations

WRG: World Roller Games

RFEP: Real Federación Española de Patinaje

AM: Actividad Muscular

%MCV: Porcentaje de la contracción máxima voluntaria

VM: Vasto medial o interno del cuádriceps

BF: Bíceps femoral

AMayor: Aductor mayor

GMayor: Glúteo mayor

TA: Tibial anterior

PL: Peroneo largo

MG: Gemelo interno

GM: glúteo mediano

VL: vasto externo

EMG: Electromiografía

HL: Hockey línea

ROM: Rango de movimiento

WS: World Skate



## ÍNDICE

|  |            |
|--|------------|
| <b>I. PREÁMBULO</b>  | <b>25</b>  |
| 1.1. Estructura del trabajo de investigación   | 29         |
| 1.2. Tesis doctoral con Mención Internacional  | 32         |
| <b>II. JUSTIFICACIÓN</b>   | <b>35</b>  |
| <b>III. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS</b>  | <b>55</b>  |
| <b>IV. MARCO TEÓRICO</b>   | <b>61</b>  |
| 4.1. Historia y Origen del Hockey Línea  | 63         |
| 4.2. El Hockey Línea en España   | 68         |
| 4.3. Características generales del Hockey Línea  | 70         |
| 4.4. Técnicas básicas en Hockey Línea  | 73         |
| 4.4.1. Factores que afectan a la ejecución técnica de las habilidades en Hockey Línea                                    | 75         |
| 4.5. El patinaje en Hockey Línea: Fases del ciclo de patinaje hacia delante  | 75         |
| 4.6. Aspectos biomecánicos del patinaje en Hockey Línea: Actividad muscular (EMG) y Rangos de Movimiento Articular (ROM) | 80         |
| 4.6.1. Posición básica del jugador de Hockey Línea   | 81         |
| 4.6.2. Patinaje hacia delante  | 83         |
| 4.6.3. Patinaje hacia atrás  | 108        |
| <b>V. MATERIAL Y MÉTODO</b>  | <b>111</b> |
| 5.1. Diseño de la Investigación  | 113        |
| 5.2. Procedimiento   | 114        |
| 5.3. Muestra   | 117        |
| 5.4. Análisis estadístico  | 119        |
| <b>VI. RESULTADOS</b>  | <b>121</b> |
| 6.1. ESTUDIO 1. Incidence of injuries in inline hockey players   | 125        |

|  |            |
|--|------------|
| <b>6.2. ESTUDIO 2. Lower limb flexibility in Spanish National Selection Inline-Hockey players: Profile, Tightness, and Asymmetry</b> | <b>141</b> |
| <b>6.3. ESTUDIO 3. Sagittal spinal morphotype assessment in 8 to 15 years old inline hockey players</b>                              | <b>159</b> |
| <b>6.4. ESTUDIO 4. The incidence and factors associated with back pain among inline hockey players.</b>                              | <b>188</b> |
| <b>VII. APLICACIONES PRÁCTICAS</b>   | <b>201</b> |
| <b>VIII. FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN</b>   | <b>227</b> |
| <b>IX. CONCLUSIONES</b>  | <b>231</b> |
| <b>X. BIBLIOGRAFÍA</b>   | <b>243</b> |
| <b>XI. ANEXOS</b>  | <b>287</b> |



## ÍNDICE DE TABLAS

|  |            |
|--|------------|
| <b>Tabla 1.</b> Campeonatos del Mundo de hockey línea celebrados desde su inicio hasta la actualidad (WS).   | <b>67</b>  |
| <b>Tabla 2.</b> Competiciones Nacionales y número de equipos participantes en la temporada 2018-2019 (RFEP).   | <b>69</b>  |
| <b>Tabla 3.</b> Resultados de la Selección Española en los últimos Campeonatos del Mundo de hockey línea.  | <b>70</b>  |
| <b>Tabla 4.</b> Principales diferencias entre hockey línea y hockey hielo.   | <b>72</b>  |
| <b>Tabla 5.</b> Resumen de los movimientos articulares de la extremidad inferior durante el patinaje hacia delante.  | <b>87</b>  |
| <b>Tabla 6.</b> Resumen de los movimientos de la extremidad inferior durante el patinaje hacia delante. (Adaptado de Minkoff et al., 1994).                              | <b>88</b>  |
| <b>Tabla 7.</b> Resumen valores angulares durante la aceleración en jugadores de hockey hielo (McPherson et al., 2004).  | <b>89</b>  |
| <b>Tabla 8.</b> Diferencias de los valores angulares de las articulaciones durante el patinaje hacia delante entre jugadores de alto y bajo nivel (Upjohn et al., 2008). | <b>91</b>  |
| <b>Tabla 9.</b> Valores de ROM (°) de ambas piernas (1 y 2) según nivel de los jugadores para el primero y segundo ciclo de patinaje (Tomado de Renaud et al., 2017).    | <b>92</b>  |
| <b>Tabla 10.</b> Diferencias biomecánicas entre jugadores rápidos y lentos al patinaje hacia delante. (Modificado de Page, 1975).  | <b>93</b>  |
| <b>Tabla 11.</b> Valores angulares y ROM de las articulaciones en patinaje hacia delante según sexo (Budarick, 2017).  | <b>97</b>  |
| <b>Tabla 12.</b> Musculatura que interviene en los movimientos de la articulación de la cadera.  | <b>101</b> |
| <b>Tabla 13.</b> Musculatura que interviene en los movimientos de la articulación de la rodilla.   | <b>102</b> |

|  |            |
|--|------------|
| <b>Tabla 14.</b> Musculatura que interviene en los movimientos de la articulación del tobillo.   | <b>102</b> |
| <b>Tabla 15.</b> Resumen de la activación muscular en el movimiento de patinaje hacia delante (Tomado de Goudreault, 2002).  | <b>105</b> |
| <b>Tabla 16.</b> Grados en los movimientos de cadera durante la salida desde parado de jugadores de categorías benjamín y alevín (11-13 años). Tomado de Stull et al., (2011). | <b>108</b> |
| <b>Tabla 17.</b> Diseño de los diferentes estudios que forman la presente tesis doctoral.  | <b>113</b> |
| <b>Tabla 18.</b> Fases iniciales del estudio de investigación.   | <b>115</b> |
| <b>Tabla 19.</b> Fases intermedias y finales del estudio de investigación.   | <b>116</b> |
| <b>Tabla 20.</b> Demographic characteristics of sample injuries (n=80).  | <b>128</b> |
| <b>Tabla 21.</b> Summary of common injuries sustained during inline hockey based body region, injury type and mechanism of injury.   | <b>128</b> |
| <b>Tabla 22.</b> Inline hockey injuries by age, body site, diagnosis and mechanism of injury (n=80).   | <b>130</b> |
| <b>Tabla 23.</b> Most common inline hockey injuries resulting in 28+ days of activity time loss (n=38).  | <b>131</b> |
| <b>Tabla 24.</b> Inline hockey injuries classified by moment of the season, game versus practice, period of play and playing position.   | <b>132</b> |
| <b>Tabla 25.</b> Demographic and sport characteristics of Spanish National Selection inline hockey players.  | <b>144</b> |
| <b>Tabla 26.</b> Cut-off reference values used to identify muscle tightness.   | <b>147</b> |
| <b>Tabla 27.</b> Maximum passive ROM values of senior men's inline hockey players (n=10).  | <b>149</b> |
| <b>Tabla 28.</b> Maximum passive ROM values of senior women's inline hockey players (n=10).  | <b>150</b> |

|   |            |
|---|------------|
| <b>Tabla 29.</b> Normal and tightness dominant limb ROM values in elite men's and women's inline hockey players (n=20).                             | <b>151</b> |
| <b>Tabla 30.</b> Normal and tightness non-dominant limb ROM values in elite men's and women's inline hockey players (n=20).                         | <b>151</b> |
| <b>Tabla 31.</b> Comparative data of flexibility profile between the general population and inline hockey players by sex (n=20).                    | <b>154</b> |
| <b>Tabla 32.</b> Demographic and training characteristics of U16 inline hockey players.   | <b>162</b> |
| <b>Tabla 33.</b> References of normally for thoracic and lumbar curvatures in "Sagittal Integrative Morphotype Positions".                          | <b>165</b> |
| <b>Tabla 34.</b> Classification for thoracic curves integrative morphotype diagnosis.   | <b>165</b> |
| <b>Tabla 35.</b> Classification for lumbar curves integrative morphotype diagnosis.   | <b>166</b> |
| <b>Tabla 36.</b> Mean values for thoracic lumbar curves and pelvic tilt (L-Hfx) by positions.   | <b>168</b> |
| <b>Tabla 37.</b> Classification of sagittal spine alignment by thoracic, lumbar and pelvic tilt categories according to normative values.           | <b>168</b> |
| <b>Tabla 38.</b> Absolute and relative frequency of inline hockey players within each category of thoracic integrative morphotype.                  | <b>170</b> |
| <b>Tabla 39.</b> Absolute and relative frequency of inline hockey players within each category of integrative lumbar morphotype.                    | <b>171</b> |
| <b>Tabla 40.</b> Reference values of thoracic curvature in a relaxed standing position, slump sitting and maximal trunk flexion in different sports | <b>174</b> |
| <b>Tabla 41.</b> Reference values of lumbar curvature in a relaxed standing, slump sitting and maximal trunk flexion in different sports.           | <b>180</b> |
| <b>Tabla 42.</b> Demographic characteristics of inline hockey players (n=115).  | <b>189</b> |
| <b>Tabla 43.</b> Prevalence and location of back pain in inline hockey players (n=94).  | <b>192</b> |
| <b>Tabla 44.</b> Prevalence and intensity of back pain in inline hockey players (n=48).   | <b>192</b> |

|   |            |
|---|------------|
| <b>Tabla 45.</b> Location and prevalence of back pain in inline hockey players (n=48).                            | <b>193</b> |
| <b>Tabla 46.</b> Back pain and anthropometric characteristics association in inline hockey players (n=94).        | <b>193</b> |
| <b>Tabla 47.</b> Age and back pain prevalence association among inline hockey players (n=94).                     | <b>194</b> |
| <b>Tabla 48.</b> Sex and back pain prevalence association among inline hockey players.                            | <b>194</b> |
| <b>Tabla 49.</b> Back pain and competition level association among inline hockey players.                         | <b>195</b> |
| <b>Tabla 50.</b> Back pain and training volume association among inline hockey players.                           | <b>195</b> |
| <b>Tabla 51.</b> Competition level and training volume association  | <b>196</b> |
| <b>Tabla 52.</b> Resumen de las características de las lesiones producidas en hockey línea según varios estudios. | <b>208</b> |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|   |            |
|---|------------|
| <b>Figura 1.</b> Partes del trabajo de investigación.   | <b>29</b>  |
| <b>Figura 2.</b> Modelo de análisis de prevención de lesiones (van Mechelen, 1992).   | <b>39</b>  |
| <b>Figura 3.</b> Modelo general de intervención ante las lesiones deportivas (Rodríguez y Gussi, 2002)  | <b>40</b>  |
| <b>Figura 4.</b> Diferentes modalidades de hockey.  | <b>63</b>  |
| <b>Figura 5.</b> Origen y evolución del hockey línea.   | <b>64</b>  |
| <b>Figura 6.</b> Evolución del número de licencias de hockey línea en España (Consejo Superior de Deportes).  | <b>69</b>  |
| <b>Figura 7.</b> Protecciones utilizadas por los jugadores y porteros de hockey línea y hockey hielo.   | <b>71</b>  |
| <b>Figura 8.</b> Técnicas básicas del hockey línea (Modificado de Pearsall et al., 2000).   | <b>74</b>  |
| <b>Figura 9.</b> Factores que influyen en la ejecución técnica de las habilidades propias del hockey línea: patinaje y manejo del stick.  | <b>75</b>  |
| <b>Figura 10.</b> Diferencias entre el movimiento de andar y patinar.   | <b>76</b>  |
| <b>Figura 11.</b> Fases del patinaje hacia delante según diferentes autores.  | <b>77</b>  |
| <b>Figura 12.</b> Fases del movimiento de patinaje hacia delante (“phases of stride”). Modificado de Pearsall et al. (2000).  | <b>79</b>  |
| <b>Figura 13.</b> Posición básica del jugador de hockey línea.  | <b>82</b>  |
| <b>Figura 14.</b> Relación entre el rendimiento en patinaje (velocidad) y factores mecánicos y físicos. Modificado de Hay (1993) y Pearsall et al. (2000).                      | <b>85</b>  |
| <b>Figura 15.</b> Posición del patín al final de la fase de impulso (“push-off stride”) en línea con la rodilla, cadera y hombro.   | <b>94</b>  |
| <b>Figura 16.</b> Nivel de actividad de la musculatura durante el ciclo de patinaje hacia delante (de Koning et al., 1991).   | <b>106</b> |
| <b>Figura 17.</b> Cambios en la intensidad de la activación muscular total entre la fase de aceleración y el mantenimiento de la velocidad. Tomado de Bucheridge et al. (2015). | <b>107</b> |
| <b>Figura 18.</b> Secuencia de movimientos en la salida hacia delante desde parado.   | <b>108</b> |

Tomado de Stull et al. (2011).

|  |            |
|--|------------|
| <b>Figura 19.</b> Técnica de patinaje hacia atrás. Tomado de Pearsall et al. (2000).   | <b>109</b> |
| <b>Figura 20.</b> Tamaño y características de la muestra utilizada en el presente estudio.   | <b>118</b> |
| <b>Figura 21.</b> The severity of injury among injured inline hockey players (n=80).   | <b>131</b> |
| <b>Figura 22.</b> Location on the rink at the time of injury.  | <b>133</b> |
| <b>Figura 23.</b> Flexibility tests included in “ROM SPORT” protocol.  | <b>146</b> |
| <b>Figura 24.</b> Flexibility profile of elite Spanish men’s hockey players (n=10).  | <b>152</b> |
| <b>Figura 25.</b> Flexibility profile of elite Spanish women’s inline hockey players (n=10).   | <b>152</b> |
| <b>Figura 26.</b> Assesment protocol of “Sagittal Integrative Morphotype”.   | <b>163</b> |
| <b>Figura 27.</b> Measurement of ghe Lumbo-Horizontal angle in trunk flexion position (L-Hfx).   | <b>167</b> |
| <b>Figura 28.</b> Frequency and percentage of inline hockey players by category of the thoracic curve in each of the three integrative saggital morphotypes. | <b>175</b> |
| <b>Figura 29.</b> Frequency and percentage of inline hockey players by category of lumbar curvature according to normality references in each position.      | <b>181</b> |
| <b>Figura 30.</b> Efecto del tipo de protección facial sobre el riesgo de lesión en cabeza y cara (Stuart, 2002)   | <b>215</b> |
| <b>Figura 31.</b> Correcto ajuste del visor y del casco (Tomado de Biasca et al., 2005).   | <b>215</b> |

## RESUMEN

El presente estudio pretende identificar y describir las posibles adaptaciones físicas que la práctica continuada del hockey línea puede producir en el aparato locomotor de los deportistas, así como las lesiones más habituales que se producen durante su práctica. Los objetivos del estudio fueron: 1) describir las lesiones más habituales, el morfotipo sagital de la columna, el perfil de flexibilidad de la extremidad inferior y la prevalencia de dolor de espalda en jugadores de hockey línea; 2) identificar factores de riesgo; 3) establecer recomendaciones sobre medidas de prevención de lesiones en jugadores de hockey línea. Un total de 246 jugadores amateur españoles de hockey línea (205 hombres y 41 mujeres) con edades comprendidas entre los 8 y 45 años pertenecientes a diferentes equipos y niveles de competición que participaron en diferentes ligas españolas formaron parte del estudio. Los esguinces de tobillo y las lesiones producidas al patinar, sin contacto, fueron las lesiones más habituales. El 100% de los jugadores mostraron desequilibrios musculares tales como cortedades y asimetrías en la musculatura de la extremidad inferior. Se encontraron diferencias significativas entre hombres y mujeres. Asimismo, los jugadores de hockey línea mostraron desalineaciones de la columna en el plano sagital sobre todo en sedentación relajada y en máxima flexión de tronco. Los jugadores presentaron un alto índice de dolor de espalda, especialmente dolor lumbar. Entre los factores de riesgo de lesión se identificaron la edad, los desequilibrios musculares, utilizar visor, contactos con el stick, el puck, los jugadores y la valla. Entre las recomendaciones sobre prevención de lesiones se propone la valoración inicial del aparato locomotor, la integración del trabajo de flexibilidad y fuerza en los grupos musculares más solicitados, trabajo propioceptivo, aumentar el tamaño de las pistas y utilizar protección facial completa para todos los jugadores.

La práctica continuada del hockey línea produce adaptaciones específicas en el aparato locomotor de los deportistas que afectan a su salud y al rendimiento. Este estudio supone un primer paso en el ámbito de la salud y la prevención de lesiones en hockey línea. Esta información resulta de utilidad para entrenadores, jugadores, padres y terapeutas. Se hace necesario la realización de nuevos estudios que aporten conocimiento sobre las características de este deporte y ayuden a establecer medidas de prevención para reducir los factores de lesión en hockey línea.

## ABSTRACT

Inline hockey has unique requirements for players, which include trunk flexion and specific movements such as skating stride. This creates unique demands on the body that are not replicated in most other sports. These demands can cause certain physiological and musculoskeletal adaptations on an athlete's body, resulting in injuries and back pain. The purpose of this study was: 1) to describe the most common injuries, postural disorders, muscle imbalances, and prevalence of back pain in amateur Spanish inline hockey players, and 2) to identify risk factors of injury and 3) to establish recommendations for injury prevention. A total of 246 inline hockey players (205 males and 41 females; aged 8 to 45 years) from various Spanish inline hockey teams participating in different hockey leagues gave their consent to participate in this study. The most common injury was the ankle sprain. Skating was the most common mechanism of injury. Muscular imbalances, such as tightness and structural asymmetries, were shown in 100% of inline hockey players. There were significant differences by sex. Inline hockey players demonstrated postural disorders in the spinal sagittal plane, particularly in slumped sitting and maximal flexion of the trunk. Back pain, especially low back pain, was common in inline hockey players. Age, muscle imbalances, wearing a visor, player contact, puck contact, stick contact, and board contact were identified as risk factors of injury. Recommendations for injury prevention include a preseason screening examination of the musculoskeletal system, flexibility, and strength training of the main muscles involved in skating; proprioceptive work (muscular coordination, balance); increasing the inline rink size; and mandatory use of full face shields.

In summary, inline hockey causes specific physiological and musculoskeletal adaptations on an athlete's body. This represents the first study which describes the most common injuries, the muscular imbalances, the spinal alignment in the sagittal plane, and the prevalence of low back pain in inline hockey players. This information has practical implications for inline hockey coaches, athletes, parents, equipment manufacturers, and rehabilitation professionals. Future studies are needed to identify risk factors and implement evidence-based interventions to reduce the risk of hockey-related injuries.



# I. PREÁMBULO





## 1. PREÁMBULO

Desde la “reciente” aparición del actual patín en línea, durante los años 80, el patinaje en línea ha experimentado un gran auge en todo el mundo siendo cada vez mayor el número de personas que se suman a esta práctica, tanto desde el punto de vista recreativo como competitivo (Moreno & Abrales, 2012). La rápida popularidad que ha ido adquiriendo este nuevo modelo de patín en línea ha dado lugar a la aparición de nuevas modalidades deportivas de patinaje, entre ellas el hockey sobre patines en línea o hockey línea.

El hockey línea (HL) es un espectacular y apasionante deporte colectivo adaptado del hockey sobre hielo, del cual deriva, que se juega con sticks, patines con ruedas en línea y un puck, y se caracteriza por la alta velocidad del juego y el gran nivel de habilidad de los jugadores (USA Hockey, 2018). Este deporte, es jugado por dos equipos compuestos por cuatro jugadores y un portero, enfrentados en una pista vallada siendo el objetivo del juego intentar conseguir el mayor número de goles en la portería contraria dentro de un tiempo establecido, evitando que el equipo contrario haga lo propio en la suya.

Desde su origen, el hockey línea ha experimentado un gran desarrollo durante los últimos años tanto a nivel nacional como internacional. A nivel internacional, el hockey línea se ha ido extendiendo por todo el mundo siendo un total de 81 países de los cinco continentes los que han participado en la última edición de los Campeonatos del Mundo, “World Roller Games” (2019), celebrados en Barcelona (World Skate, 2019). España, ha sido un país emergente en la práctica del hockey línea sumándose a otros países con larga tradición en los deportes de hielo. En España, la práctica del hockey línea ha aumentado considerablemente durante los últimos años tal y como se puede apreciar por el progresivo aumento del número de licencias federativas, competiciones y creación de clubes deportivos (Consejo Superior de Deportes, 2019).

La participación española en competiciones internacionales ha sido destacable durante los últimos años, consiguiendo ser Campeona del Mundo en varias ocasiones en categoría Junior Femenina (2015, 2016, y 2018), Subcampeona del Mundo en categoría Senior Femenina y Junior Masculina en los World Roller Games celebrados en China (Nanjing, 2017), tercer puesto en categoría Junior Masculina y Senior Femenina en Asiago, Italia, 2018 y

recientemente de nuevo Campeona del Mundo en categoría Junior Femenina y Subcampeona del Mundo en categoría Junior Masculina (World Roller Games, Barcelona, 2019, World Skate).

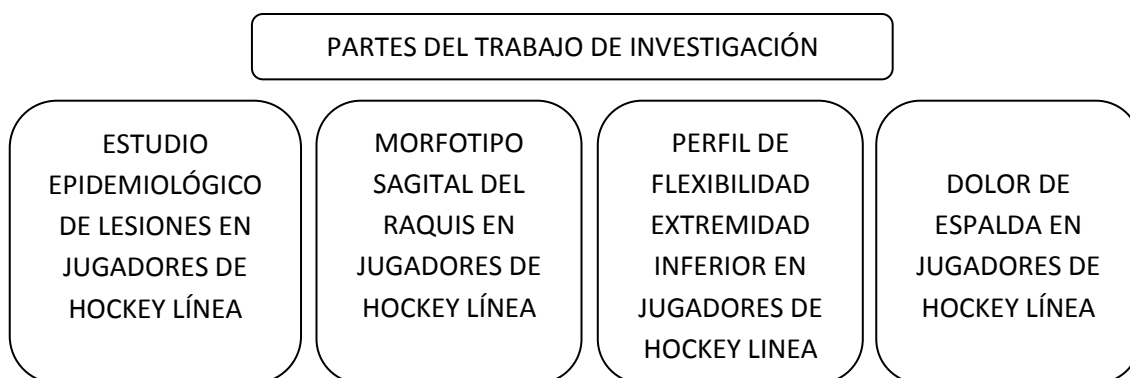
No obstante, pese a su popularidad, y al contrario de lo que ocurre con otras modalidades deportivas de hockey tales como el hockey sobre hielo y el hockey sobre hierba, existen pocos estudios que aporten información sobre las características del hockey línea. Tan solo se han encontrado dos estudios realizados en Estados Unidos de América sobre lesiones en jugadores profesionales de hockey línea, los cuáles fueron realizados hace dieciocho y veinte años (Hutchinson et al., 1998; Varlotta et al., 2000). Actualmente, no se han encontrado estudios realizados en jugadores amateur de hockey línea españoles.

El presente estudio pretende aportar información sobre diferentes aspectos relacionados con la práctica de hockey línea, el rendimiento y la salud de los deportistas. Entre estos aspectos se han estudiado las lesiones más habituales producidas por la práctica del hockey línea, el morfotipo sagital de la columna vertebral de los jugadores, el perfil de flexibilidad de la musculatura de la extremidad inferior y el dolor de espalda en jugadores de hockey línea. Con ello se pretende identificar y describir las posibles adaptaciones físicas que la práctica continuada del hockey línea puede producir en el aparato locomotor de los deportistas, tales como desalineaciones de la columna vertebral en el plano sagital, acortamientos, asimetrías musculares o la aparición e incidencia de dolor de espalda.

Esta información pretende servir de utilidad a entrenadores, jugadores, terapeutas, padres y todas aquellas personas interesadas en conocer las características de esta modalidad deportiva en relación con la identificación de posibles factores de riesgo de lesión y su tratamiento, y con la propuesta y aplicación de medidas de prevención adecuadas para la optimización del rendimiento de los deportistas con un bajo riesgo de lesión.

### 1.1. ESTRUCTURA DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN.

El presente estudio se divide en cuatro partes principales que guardan una estrecha relación entre sí y giran en torno a un mismo eje que no es otro que el de estudiar los efectos que la práctica del hockey línea tiene sobre el aparato locomotor del deportista para identificar adaptaciones físicas, factores de riesgo y establecer medidas de prevención en relación con la aparición de lesiones (figura 1).



**Figura 1. Partes del trabajo de investigación.**

El contenido del trabajo se estructura en 9 capítulos a los que se unen un apartado de referencias bibliográficas y otro apartado para anexos.

El primer capítulo, del que forma parte este apartado, es introductorio y en él se plantea el problema de estudio, se presenta la estructura y las partes del trabajo, así como los requisitos que debe cumplir esta Tesis para obtener la Mención Internacional.

En el segundo capítulo, se incluye la justificación de cada una de las partes del trabajo de investigación. En el tercer capítulo se plantean las hipótesis de partida y los objetivos del trabajo de investigación. El cuarto capítulo aporta información sobre la modalidad deportiva del hockey línea. Este cuarto capítulo se divide en varios apartados: una breve revisión sobre el origen y la historia del hockey línea, la situación actual del hockey línea en España, sus características principales, una clasificación de las técnicas básicas del hockey línea, la descripción de las fases en que se divide el ciclo de patinaje hacia delante como componente básico y fundamental del juego, así como un análisis biomecánico del ciclo de patinaje hacia delante y hacia atrás incidiendo en aspectos cinemáticos tales como los rangos de movimiento

articular (ROM) de la extremidad inferior en las articulaciones de cadera, rodilla y tobillo y la participación y actividad muscular (EMG).

En el quinto capítulo se presenta el material y método utilizado para el desarrollo de la presente tesis doctoral.

En el sexto capítulo se presentan los resultados de cada una de las partes del trabajo de investigación en formato de ESTUDIOS que están redactados en inglés. Cada estudio sigue la misma estructura: introducción, método, resultados, discusión y conclusiones.

- **Estudio 1: “Incidence of Injuries in Inline Hockey Players”.** En este estudio se describen las lesiones producidas entre la temporada 2010/2011 y 2016/17 de un amplio grupo de jugadores de hockey línea participantes en diferentes ligas oficiales españolas.
- **Estudio 2: “Lower Limb Flexibility in Spanish National Selection Inline Hockey Players: Profile, Tightness and Asymmetries”.** En este estudio se muestran los valores de flexibilidad obtenidos mediante la aplicación del protocolo ROM-SPORT de los jugadores de la Selección Nacional de Hockey Línea Masculina y Femenina participantes en el Campeonato del Mundo de Hockey Línea celebrado en Naijing, China, en 2017, donde el equipo femenino consiguió el segundo puesto. Asimismo se identifican los grupos musculares de la extremidad inferior que presentan cortedad y asimetrías en la extremidad dominante y no dominante tanto para hombres como para mujeres, se analizan las diferencias por sexo y se establece el perfil de flexibilidad de la modalidad deportiva de hockey línea tanto para hombres como para mujeres.
- **Estudio 3: “Sagittal Spinal Morphotype Assessment in 8 to 15 Years Old Inline Hockey Players”.** Este estudio describe las desalineaciones de la columna vertebral en el plano sagital encontradas en una muestra de jugadores de hockey línea de edades comprendidas entre los 8 y los 15 años y se establece el “morfotipo sagital integral” de los jugadores mediante la valoración de las curvaturas en las posiciones de bipedestación, sedentación relajada y máxima flexión de tronco.

- **Estudio 4: “The Incidence and Factors Associated with Back Pain Among Inline Hockey Players”.** Este estudio describe la prevalencia de dolor de espalda así como su localización e intensidad en una amplia muestra de jugadores de hockey línea. Además, se analizan las relaciones entre el dolor de espalda y la edad, sexo, nivel de competición, variables antropométricas y el volumen de entrenamiento.

En el capítulo siete se comentan las aportaciones prácticas de los resultados obtenidos en los diferentes estudios y se incluye un documento final donde se identifican los factores de riesgo de lesión detectados y se establecen medidas de prevención orientadas a reducir el número y la gravedad de las lesiones producidas en hockey línea.

En el capítulo ocho se proponen algunas líneas de investigación que pueden servir de guía para futuras investigaciones dentro de la modalidad de hockey línea.

Finalmente, la presente tesis doctoral finaliza con las conclusiones, referencias bibliográficas y anexos.

## 1.2. TESIS DOCTORAL CON MENCIÓN INTERNACIONAL

Siguiendo la normativa establecida por la Comisión General de Doctorado de la Universidad de Murcia, en lo relativo a los requerimientos formales y de estilo que deben seguir las tesis doctorales con mención internacional, el presente trabajo está dividido en:

- Una introducción general en la que se presentan los trabajos y se justifica la unidad científica de la tesis.
- Un resumen global de los objetivos de la investigación.
- El material y método utilizado para la realización de la presente tesis doctoral.
- Los resultados de la tesis doctoral que se presentan en formato “Estudios” y en inglés con el objetivo de dar cumplimiento a la norma que dice (Artículo 31. Mención internacional del título de doctor):

b) Que parte de la tesis doctoral, al menos el resumen y las conclusiones, se haya redactado y presentado en una de las lenguas habituales para la comunicación científica en su campo de conocimiento, distinta a cualquiera de las lenguas oficiales en España. Esta norma no será de aplicación cuando las estancias, informes y expertos procedan de un país de habla hispana.

A su vez, se ha añadido un apartado de: (a) Preámbulo, (b) Aplicaciones prácticas, (c) Futuras líneas de investigación, (d) Referencias bibliográficas y (e) Anexos.

El compendio de trabajos científicos del que forma parte la presente tesis doctoral han sido seleccionados de entre todos los que se han desarrollado hasta la realización de la presente memoria de tesis doctoral, por ser los que mejor representan las diferentes líneas de investigación que han sido objeto de estudio.

Además, se informa que durante el curso académico 2017-2018 se realizó una estancia de investigación en la Universidad de Babes-Bolyai, Cluj Napoca (Rumanía), durante el periodo comprendido entre el 02/10/2017 y el 02/02/2018 (4 meses de duración) con el objeto de dar cumplimiento a la norma que dice (Artículo 31. Mención internacional del título de doctor):



a) Que, durante el período de formación necesario para la obtención del título de doctor, el Doctorando haya realizado una estancia mínima de tres meses fuera de España en una institución de enseñanza superior o centro de investigación de prestigio, cursando estudios o desarrollando trabajos de investigación. La estancia y las actividades han de ser avaladas por el director y autorizadas por la comisión académica, y se incorporarán al documento de actividades del doctorando. El tiempo de estancia mínima puede ser fraccionado, siempre que cada estancia sea de tiempo no inferior a un mes.

Durante la estancia se realizaron diferentes investigaciones relacionadas con la salud y la prevención de lesiones deportivas, realizando visitas a Clubes Deportivos de Rumanía, tomando datos y realizando valoraciones junto al equipo de la profesora Dra. Emilia Florina Grossu. Asimismo, se realizaron diversos seminarios de formación organizados por la Escuela de Doctorado de la Universidad de Babes-Bolyai.



## II.

# JUSTIFICACIÓN





## 2. JUSTIFICACIÓN.

La práctica deportiva, somete al organismo del deportista a diferentes niveles de exigencia tanto a nivel músculo-esquelético como a nivel de otros órganos y sistemas corporales. Estas exigencias anatómico-fisiológicas están directamente relacionadas con las características y demandas específicas de cada deporte así como con el rendimiento (Norton, 2001). De tal forma que el entrenamiento sistemático de las capacidades físicas orientado al desarrollo y mejora del rendimiento deportivo, produce adaptaciones específicas en el aparato locomotor y en el organismo del deportista. Estas adaptaciones resultan a menudo positivas aumentando el rendimiento físico y mejorando la salud y la calidad de vida de las personas que lo practican. Sin embargo, en otras ocasiones pueden ser consideradas como negativas y modificar la apariencia física de los deportistas, así como favorecer la aparición de lesiones. Algunas de estas adaptaciones negativas pueden ser: las desalineaciones de la columna que a veces son producidas en deportistas que practican algunos deportes tales como ciclismo, piragüismo, natación, lucha, hockey sobre hierba o hockey sobre hielo (Lindgren & Twomey, 1988; Bloomfield et al., 1994; Kyle, 1994; Usabiaga et al., 1997; Wojtys et al., 2000; Rajabi et al., 2012; Solovjova et al., 2014) o los acortamientos y asimetrías musculares (Maffey & Emery, 2007; Kawalek & Garszka, 2013)

Por otra parte, la producción de lesiones es un hecho prácticamente habitual y a veces inevitable en la mayoría de las modalidades deportivas (Van Mechelen et al., 1992). Estas lesiones no sólo afectan al deportista apartándolo durante un tiempo de la competición y pudiendo llegar a truncar su carrera deportiva, sino que afectan a entrenadores, a familiares, a patrocinadores, a equipos y a clubes, suponiendo, además, un gasto sanitario considerable (Cumps et al., 2008). Asimismo, la alteración en los planes de entrenamiento provocada por las lesiones y el tiempo que el deportista está apartado de la competición, supone una de las principales causas para que una trayectoria deportiva no se corresponda con el potencial real del sujeto (Buceta, 1996).

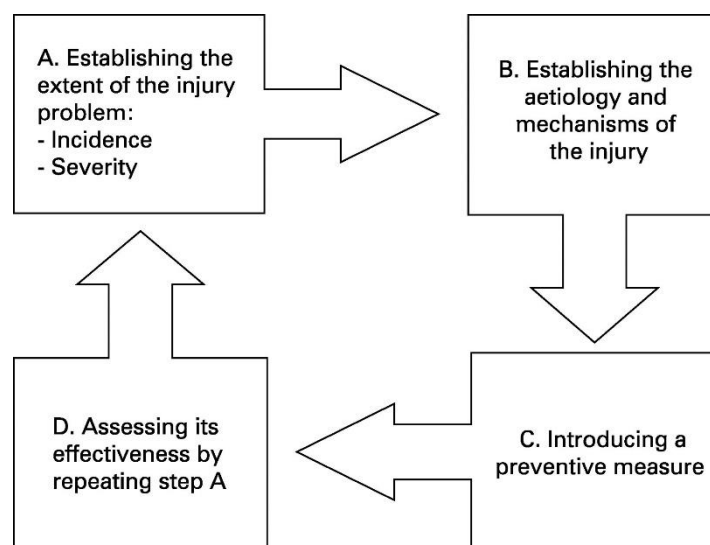
Puesto que las características y exigencias físicas, técnicas y psicológicas son diferentes y específicas de cada deporte, las lesiones producidas a consecuencia de su práctica variarán de un deporte a otro. Esta especificidad determinará el perfil lesivo de cada deporte. Por tanto, conocer la epidemiología de las lesiones que se producen durante la práctica de un

deporte, así como las causas que las producen, ayudarán en gran medida a identificar factores de riesgo y establecer medidas de prevención adecuadas (Rodríguez & Gusi, 2002).

Aunque las lesiones constituyen contratiempos adversos que no pueden eliminarse por completo, pues la propia actividad deportiva lleva implícito el riesgo de que se produzcan, se puede conseguir que este riesgo disminuya (prevención) o que su evolución sea más favorable, de manera que la incorporación del deportista se realice en el menor tiempo posible (recuperación funcional/readaptación física) (Casáis, 2008). En este sentido, entrenadores, preparadores físicos, médicos, fisioterapeutas, psicólogos, diseñadores de equipamientos y todas aquellas personas que rodean al deportista y al mundo del deporte, son responsables y susceptibles de ayudar al deportista a conseguir un estado óptimo de forma con un mínimo riesgo de lesión. Para ello, es necesario contar con información adecuada que permita identificar factores de riesgo y favorecer el diseño de programas de intervención eficaces para la prevención y el tratamiento de este tipo de lesiones.

Puesto que la mayoría de lesiones deportivas se deben a traumatismos y sobrecargas (lesiones agudas y crónicas) que el deportista no puede tolerar, bien por su condición física o bien porque no está suficientemente preparado (Rodríguez & Gusi, 2002), la prevención de la lesión debe orientarse a preparar al deportista para soportar los traumatismos y los esfuerzos requeridos en el deporte practicado mediante el diseño y puesta en práctica de programas de entrenamiento específicos (Casáis, 2008).

Desde la publicación en 1992 del primer “Modelo secuencial para la prevención de lesiones” de Van Mechelen (figura 2), en el que establece cuatro pasos secuenciales para la prevención de lesiones: 1) establecer la extensión del problema, incidencia y severidad de las lesiones, 2) establecer la etiología y mecanismo lesional, 3) proponer medidas preventivas, 4) evaluar la eficacia de las medidas preventivas repitiendo el paso uno; diferentes autores han aportado nuevos criterios de análisis con el objetivo de determinar, desde una perspectiva científica, la eficacia y la eficiencia de dichos modelos (Finch, 2006; Van Tiggelen et al., 2008).

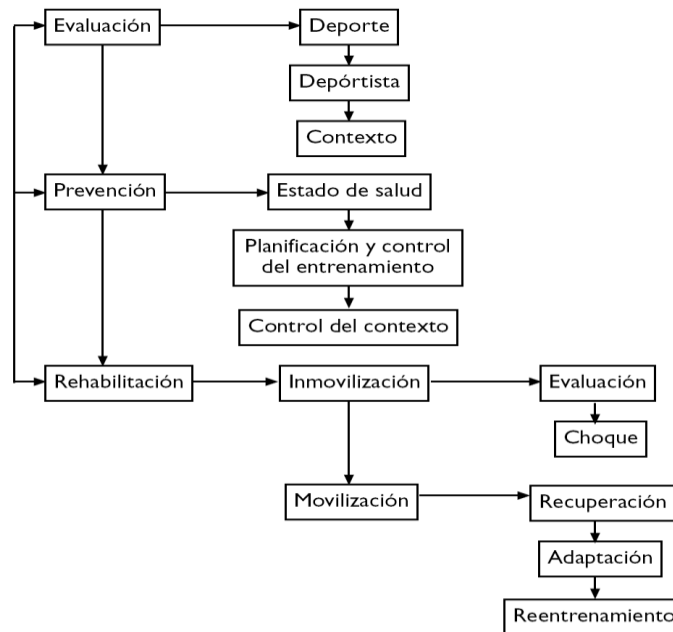


**Figura 2. Modelo de análisis de prevención de lesiones (van Mechelen, 1992)**

Otro modelo general de intervención ante las lesiones deportivas propuesto por Rodríguez & Gusi (2002) establece la relación existente entre las acciones que pueden llevar a cabo los profesionales deportivos ante la producción de lesiones deportivas. Entre ellas se encuentra la evaluación del deporte, del deportista y del contexto, la prevención (en cuanto al estado de salud del deportista, la planificación y control del entrenamiento y del contexto) y la intervención tras la lesión deportiva (rehabilitación) (figura 3).

Puesto que la intervención sobre prevención de lesiones sólo puede llevarse a cabo si existe un buen conocimiento del deporte en cuestión, de los niveles de incidencia de las lesiones, de la población de riesgo y de los factores de riesgo de lesión asociados con la población de riesgo, el primer paso sería llevar a cabo un estudio epidemiológico lesional que permita valorar la magnitud del problema en cuanto a incidencia y severidad de lesiones (Cos et al., 2010). Sólo a partir de dicho estudio, se podrán identificar los principales factores de riesgo y mecanismos de lesión más importantes que sirvan de base para el diseño de un protocolo de prevención adecuado para cada tipo de lesión.

Teniendo en cuenta todo lo anterior, el presente trabajo parte de un estudio epidemiológico sobre lesiones producidas en jugadores de hockey línea españoles que permita identificar la realidad en cuanto a la prevalencia y las características de las lesiones producidas.



**Figura 3. Modelo general de intervención ante las lesiones deportivas (Rodríguez & Gussi, 2002)**

Por otro lado, hay que tener en cuenta que la columna vertebral es una estructura sensible a sufrir modificaciones a lo largo de los años. El normal desarrollo de las curvaturas de la columna vertebral en el plano sagital depende de la interacción de dos factores principales: factores de crecimiento hereditarios y factores mecánicos ambientales a los que se la somete durante su crecimiento y desarrollo. La exposición de la columna vertebral a ciertas cargas mecánicas modifican las curvaturas de la columna vertebral en el plano sagital, sobre todo en una columna inmadura en crecimiento. La capacidad de la columna para responder a estas fuerzas y a los momentos de flexión, determinará sus adaptaciones y su forma en el plano sagital (Wojtys et al., 2000).

Las exigencias de la competición y la importancia de obtener los mejores resultados en el menor tiempo posible, tiende a la especialización temprana de los deportistas. De esta manera, los deportistas se inician antes en los deportes y son sometidos a altos volúmenes de entrenamiento. En la adolescencia, las alteraciones de la disposición sagital del raquis son más frecuentes que en la infancia (Serna et al., 1996; Ferrer, 1998) siendo los periodos de crecimiento longitudinal más rápidos, como ocurre en la etapa de la adolescencia, los momentos de mayor vulnerabilidad para la columna vertebral (Kujala et al., 1996; Wojtys et



al., 2000). En este sentido, se ha encontrado una relación significativa entre la cantidad de años y horas de entrenamiento acumuladas en deportistas en edades de crecimiento (8-18 años) y un aumento de la curvatura dorsal y lumbar en deportes tales como natación, fútbol, gimnasia, lucha libre y hockey sobre hierba (Wojtys et al., 2000).

Aquellos deportes que requieren rápidos movimientos y cambios de ritmo, favorecen la aparición de desalineaciones del raquis, pudiendo producir lesiones en sus estructuras, tales como degeneración discal (disminución de la altura del disco), malformaciones en los cuerpos vertebrales y acuñamientos (enfermedad de Scheuermann), dolor lumbar, protusiones y hernias discales, espondilolisis, espondilolistesis y distensiones ligamentosas, sobre todo en los deportistas jóvenes en los que su columna se encuentra en periodo de crecimiento y desarrollo (Goh, et al., 1999; Swärd, 1992; Ogurkowska, 2007; Baranto et al., 2009). Asimismo, la adopción de posiciones mantenidas de flexión de tronco unidas a un alto volumen de entrenamiento y años de práctica originan adaptaciones en la columna de los deportistas dando lugar a desalineaciones en el plano sagital y al desarrollo de morfotipos raquídeos característicos del deporte, como es el caso de escaladores (Föster et al., 2009) luchadores (Rajabi et al., 2008) esquiadores de fondo (Alricsson & Werner, 2006; Alricsson et al., 2016) jugadores de hockey sobre hierba (Lindgren & Twomey, 1988; Rajabi & Hendrik, 2012; ; Rozan et al., 2016; Ogurkowska & Kawalek, 2017), jugadores de hockey sobre hielo (Wojtys et al., 2000; Baranto et al., 2009; Solovjova et al., 2014).

Diferentes autores han clasificado los deportes en función de los efectos beneficiosos o perjudiciales que éstos ejercen sobre la columna vertebral de los deportistas. En referencia al hockey, existen controversias entre estas clasificaciones. Balius, Balius & Balius, (1987) consideran el hockey en sus diferentes modalidades, junto con la carrera, la marcha atlética, fútbol, tenis, esgrima, ping-pong, golf, pelota vasca y tiro con arco, como “deportes vertebralmente indiferentes”, que son aquellos deportes en los cuales, los movimientos de la columna no son necesariamente forzados ni van acompañados de cargas o choques, y que únicamente pueden presentarse en algunos de ellos de forma accidental. Sin embargo, Vázquez & Solana (1991) consideran el hockey en general, junto con el estilo mariposa, el ciclismo (posición aerodinámica), remo, kayak, vela (postura de rappel), saltos de altura o pértiga, gimnasia deportiva, gimnasia rítmica, motocross y halterofilia como “deportes perjudiciales” para la columna, ya que predominan las posturas hipercifóticas y en flexión del

tronco con un incremento de la cifosis tanto en la curvatura dorsal como en la lumbar (Vázquez & Solana, 1991; Badelon, 1991; Boyer, 1991; Santonja & Martínez, 1995).

La importancia de valorar el morfotipo sagital de la columna vertebral de los deportistas jóvenes radica en que morfotipos raquídeos fuera de la normalidad tienden a la estructuración en la edad adulta. Diferentes autores afirman que si un morfotipo cifótico no es detectado y no se inicia una intervención terapéutica adecuada a tiempo, puede transformarse en una deformidad estructurada en la vida adulta (Ventura, 1986; Domisse, 1990; Santonja et al., 2000). Por este motivo, es necesario realizar una adecuada exploración de la columna vertebral como elemento de control durante estas edades (Swärd, 1992).

La flexibilidad, como capacidad física básica, es uno de los componentes básicos del fitness físico-deportivo (Hahn et al., 1999; Alricsson & Werner, 2004). Además, autores como Kraemer & Gómez (2001) afirman que la flexibilidad es uno de los elementos fundamentales de la condición física para los deportistas de élite.

Dado que las lesiones deportivas se asocian a la afectación mayoritaria del aparato locomotor, la integridad y el equilibrio mecánico de éste suponen una de las fuentes primarias a la hora de su aparición. La acumulación de las demandas físicas y la repetición de algunos gestos técnicos junto a la naturaleza tónica de los músculos posturales pueden llegar a producir cambios o adaptaciones músculo-esqueléticas en el deportista tales como cortedad de la musculatura, desalineaciones articulares y desequilibrios musculares (Wang et al., 1993; Asplund & St Pierre, 2004; Clarsen et al., 2010; Kawalek & Grastzka, 2013). Estas adaptaciones músculo-esqueléticas producidas por el entrenamiento son origen frecuente de aparición de problemas (Arroyo et al., 2004; Petersen & Hölmich, 2005; Kawalek & Garsztka, 2013) por lo que una de las bases de cualquier programa preventivo debería incluir una valoración postural y artromuscular completa y exhaustiva (Casáis, 2008).

La falta de extensibilidad muscular, o el elevado tono de la musculatura agonista (cortedad), es un elemento favorecedor de lesiones deportivas, en especial de lesiones musculares (Thacker et al., 1999; Shrier, 1999; Thacker et al., 2003; Thacker et al., 2004; Petersen & Hölmich, 2005; Kawalek & Garsztka, 2013). Asimismo, el acortamiento de aquellos grupos musculares de la extremidad inferior que se insertan en la pelvis, puede tener una importante repercusión sobre la alineación de la columna vertebral de los deportistas y ser un

factor de riesgo de lesiones en dicha zona corporal y la aparición de dolor lumbar. Por ejemplo, el acortamiento de los flexores de cadera como el psoas ilíaco y el recto anterior del cuádriceps ha sido relacionado con la aparición de hiperlordosis lumbar, dolor lumbar y con cambios estructurales en la región lumbo-sacra en jugadores de hockey sobre hielo (Kujala et al., 1994), favoreciendo la producción de lesiones tales como degeneración discal, cambios degenerativos en los cuerpos vertebrales, espondilólisis y espondilolistesis (Ogurkowska, 2007; Keorochana et al., 2011; Roussouly et al., 2011; Jentzsch et al., 2013; Kawalek & Garstzka, 2013). El acortamiento de la musculatura isquiosural ha sido considerada como un factor de riesgo de sufrir lesiones en dicha musculatura (Worrel et al., 1994; Kujala et al., 1997; Hartig & Hederson, 1999; Croisier et al., 2002; Witvrouw et al., 2003; Sexton & Chambers, 2006) con la aparición de dolor lumbar (Biering-Sorensen, 1984; Standaert & Herring, 2000; Feldman et al., 2001) alteraciones en el ritmo lumbo-pélvico (Esola et al., 1996; Gajdosik et al., 1994; López-Miñarro et al., 2008; Rodríguez-García et al., 2008; Jones et al., 2005; López-Miñarro & Alacid, 2010) alteraciones en la disposición sagital del raquis y el grado de inclinación pélvica en flexión de tronco (Kendall et al., 2005; López-Miñarro & Alacid, 2010), así como con una reducción del rendimiento físico-deportivo (Andersen, 2006).

La valoración del rango de movimiento, permite evaluar indirectamente la flexibilidad del deportista e identificar adaptaciones negativas al deporte tales como la cortedad muscular y asimetrías musculares (Gabbe et al., 2004; Frohm et al., 2012; Fourchet et al., 2013; Kawalek & Garsztka, 2013). Diversos autores han demostrado que la existencia de unos valores bajos de ROM guarda una relación significativa con el riesgo de lesión y con la limitación del rendimiento (Taunton et al., 2002; Croisier, 2004; Mahieu et al., 2007; Johanson et al., 2008; Fousekis et al., 2011). Asimismo, autores como Ellenbecker et al. (2007) y Young et al. (2014) establecen que, diferencias de valores de flexibilidad superiores a 10° entre la extremidad dominante y no dominante, son considerados como criterio para determinar la existencia de asimetrías bilaterales y por tanto de riesgo de lesión.

Investigaciones sobre la valoración del ROM en deportistas, han encontrado que la flexibilidad es específica de cada deporte (Cejudo et al., 2014c y d; Gleim & McHugh, 1997) de cada articulación, acción muscular o movimiento (Hahn et al., 1999; Zakas et al., 2002) sexo (Kibler & Chandler, 2003; Canda et al., 2004) puesto táctico (Cejudo et al., 2014c y d; Oberg et al., 1984) dominancia lateral (Manning & Hudson, 2009; Witvrouw et al., 2003) y nivel

competitivo (Battista et al., 2007; Gannon & Bird, 1999). Por tanto, cada deporte dispone de unos valores específicos de flexibilidad que definen su perfil de flexibilidad. De esta manera, si un deportista presenta valores óptimos de flexibilidad, podrá tener un mayor rendimiento físico-técnico deportivo (Reiwald, 2004; Santana, 2004) con una menor predisposición a la lesión deportiva (Witvrouw et al., 2004; Malliaras et al., 2006; Witvrouw et al., 2007).

En este sentido, el presente estudio incluye una valoración de la flexibilidad de forma indirecta a través del ROM del sistema muscular y articular de la extremidad inferior del jugador de hockey línea, con el objetivo de describir el perfil de flexibilidad característico de los jugadores y aportar los primeros valores de referencia, detectar el acortamiento de los grupos musculares más solicitados durante la práctica de esta modalidad, así como las posibles asimetrías o desequilibrios musculares presentes en esta población de deportistas, ya que estos desórdenes musculares pueden representar un factor de riesgo de lesión (Kawalek & Garstzka, 2013).

El establecimiento del perfil de flexibilidad es una herramienta muy útil para los diferentes profesionales del ámbito del entrenamiento y recuperación de lesiones deportivas, tales como entrenadores y terapeutas ya que: 1) Permite conocer los valores de referencia o normativos que son necesarios para alcanzar y lograr el éxito deportivo; 2) Permite identificar adaptaciones negativas del deporte como la cortedad muscular, las asimetrías musculares o estimar cierto riesgo de lesión; 3) Los valores de referencia pueden ser utilizados como objetivos específicos cuantificables del entrenamiento de la flexibilidad o como valores a recuperar durante el proceso de readaptación física en una lesión deportiva (Cejudo et al., 2014 c y d; Sainz de Baranda et al., 2015).

El dolor de espalda, sobre todo a nivel lumbar, es uno de los principales problemas musculares más limitantes entre los deportistas de alto nivel que practican deportes con altas demandas para la columna vertebral (Swärd, 1992; Bono, 2004; Bahr et al., 2004; Lawrence et al., 2006; Hangai et al., 2009; Mortazavi et al., 2015, Rozan et al., 2016).

El dolor de espalda conlleva una pérdida considerable de partidos y entrenamientos para los deportistas, reduciendo su rendimiento y en los casos más severos, provocando el fin prematuro de su carrera deportiva (McCarroll et al., 1986; Sward et al., 1991; Mann & Keene, 1991; Hainline, 1995; Delvaux & Lysens, 2002; Mitchell et al., 2016). Además, los deportistas

sufren las mismas consecuencias que la población general en cuanto a la disminución de la calidad de vida, incapacidad para el trabajo y la actividad diaria y un alto coste para los servicios de salud y para los propios deportistas (Mortazavi et al., 2015).

En deportistas, la prevalencia de dolor de espalda y dolor lumbar, en comparación con la población general, no está suficientemente clara, sobre todo entre los deportistas de élite. Algunos estudios han encontrado datos de prevalencia de dolor lumbar en deportistas entre el 1% y el 30% según la disciplina deportiva (Granhed & Morelli, 1988; Videman et al., 1995; Hickey et al., 1997; Graw & Wiesel, 2008) y representa entre el 10% y el 15% de las lesiones producidas en los deportes (Kirkaldy et al., 1978; Duda, 1989; Boden et al., 1990; Micheli & Wood, 1995; Videman et al., 1995).

La prevalencia de dolor de espalda varía mucho de una modalidad deportiva a otra. Por ejemplo, Lively (2002) encontró que la prevalencia de sufrir dolor lumbar al menos una vez en la vida fue del 1% en deportistas jóvenes, mientras que Ng et al. (2014) encontraron una prevalencia del 94% en remeros.

Asimismo, el tipo de lesiones que produce el dolor de espalda es específico de cada deporte. Por ejemplo, las hernias de disco son más habituales en jugadores de fútbol americano y levantadores de peso. La degeneración discal y la espondilólisis son lesiones más habituales en gimnastas y las lesiones por traumatismos en la parte lumbar de la espalda son más habituales en deportes como el hockey y la lucha (Gerbino & d'Hemocourt, 2002).

El dolor lumbar normalmente comienza durante la adolescencia y los síntomas persisten más allá de los 12 meses (Leboeuf-Yde & Kyvik, 1998). Este dolor no empieza necesariamente debido a la práctica deportiva, pero a los 17 años de edad, más del 20% de los individuos que practican deporte manifiestan dolor lumbar (O'Sullivan et al., 2012).

Dependiendo de la disciplina deportiva, el estrés o sobrecarga producido sobre las estructuras del sistema musculoesquelético es excesivamente alto durante la vida del deportista, sobre todo entre los deportistas de élite con edades comprendidas entre los 14 años, que son las edades donde comienza la competición de élite, hasta un pico de edad de competición de 40 años (Allen & Hopkins, 2015).

Aunque la práctica de actividad física, es considerada como un factor de prevención en la aparición de dolor de espalda frente a la inactividad en población general, la relación óptima entre la dosis y el efecto de la actividad física para prevenir la aparición de dolor de espalda no está claramente establecida. Diferentes estudios sugieren que la relación entre la práctica de actividad física y el dolor de espalda en población general viene representada por una curva en forma de "U", de manera que una excesiva actividad física así como la inactividad y la vida sedentaria, representan un factor de riesgo para sufrir dolor de espalda (Salminen et al., 1993; Newcomer & Sinaki, 1996; Campello et al., 1996; Vuori, 2001; Mikkelsson et al., 2006; Heneweer et al., 2009; Sato et al., 2011; Heneweer et al., 2011).

El dolor lumbar es más habitual en aquellos deportes cuyos gestos técnicos y posturas generan mayores cargas sobre la espalda durante el entrenamiento y la competición (Bahr et al., 2004). Deportes tales como: remo, danza, esgrima, gimnasia, rugby, waterpolo, baloncesto, hockey sobre hierba (Haydt et al., 2012; van Hilst et al., 2015), atletismo, hockey sobre hielo (Kujala et al., 1994; Kujala et al., 1997; Baranto et al., 2009; Selanne et al., 2014), patinaje de velocidad sobre hielo y patinaje artístico, son deportes con un alto riesgo de producir dolor de espalda (Trompeter et al., 2017; Fett et al., 2017).

Las excesivas cargas de trabajo a las que son sometidas las estructuras anatómicas de la columna en aquellos deportes que implican una repetitiva flexión de espalda pueden producir cambios degenerativos en la columna así como aumentar las cargas compresivas sobre la zona lumbar. En este sentido, cargas repetitivas pueden producir lesiones microscópicas que con el paso del tiempo pueden causar daños anatómicos y funcionales de mayor gravedad (Rozañ et al., 2016). La degeneración discal (disminución de la altura del disco vertebral), las anomalías en el crecimiento de los cuerpos vertebrales (acuñamientos, Scheuermann, Hernias de Schmorl), las espondilolisis o las disimetrías y/o desequilibrios (deportes con cargas asimétricas; tenis, lanzamiento de jabalina) son algunas de las lesiones que producen dolor lumbar entre deportistas (Swärd, 1992).

La aparición de dolor de espalda y dolor lumbar es un problema complejo y multifactorial que requiere de una atención y tratamiento específicos llevados a cabo por expertos y de forma individualizada para cada deportista (O'Sullivan et al., 2012). El dolor lumbar en deportistas depende de múltiples factores, tanto intrínsecos como extrínsecos y en

la mayoría de ocasiones se dan de forma combinada. Factores tales como, la duración, intensidad y frecuencia del entrenamiento, el tipo de deporte practicado, el nivel de competición, el tiempo de entrenamiento y competición durante el año, así como el equilibrio de la musculatura flexora y extensora del tronco y de la cadera, han sido identificados como factores de riesgo de sufrir dolor de espalda en deportistas (Bartolozzi et al., 1991; Kujala et al., 1999; Johnson et al., 2001; Been & Kalichman, 2014; Mortazavi et al., 2015; Newlands, 2015; Rinonapoli et al., 2017).

Asimismo, haber sufrido una lesión en la parte inferior de la espalda con anterioridad, un rango de movimiento reducido en la parte baja de la espalda, una baja condición física, sobrecarga o excesivos movimientos repetitivos por parte de la columna, una mala técnica de ejecución, han sido identificados también como causas de aparición de dolor lumbar en deportistas (Sward et al., 1990; Goldstein et al., 1991; Kujala et al., 1997; d'Hemecourt et al., 2000; Greene et al., 2001; Lawrence et al., 2006; Shin et al., 2009; d'Hemecourt & Hresko, 2012).

También, tener unos valores bajos de fuerza resistencia isométrica de la musculatura paravertebral representa un factor de riesgo para la sobrecarga y consecuentemente para la aparición de lesiones de la columna vertebral (Biering-Sörensen, 1984).

Algunos estudios han analizado el efecto de la fatiga en la musculatura lumbar sobre la disposición sagital del raquis, encontrando una relación significativa entre la fatiga de la musculatura del tronco y la disposición sagital del raquis. Shin et al. (2009) observaron que tras 5 minutos en flexión estática del tronco, se produce una fatiga del erector espinal, seguido de espasmos musculares, que disminuyen su capacidad de activación en la extensión de tronco. Los autores concluyen que la disminución de la capacidad de generar fuerza en la musculatura extensora, puede ser un factor importante para el desarrollo de problemas lumbares, especialmente en personas que implican con frecuencia a dicha musculatura.

Takahara et al. (2009) comprobaron que la fatiga de los músculos raquídeos genera una reducción de la curvatura lumbar, especialmente en su parte más inferior. Hart et al. (2009) encontraron cambios significativos en la lordosis lumbar e inclinación del tronco al correr tras aplicar un protocolo de trabajo lumbar para fatigar dicha musculatura. Estos cambios suponen una alteración en la capacidad para detectar cambios en la posición del

raquis y mantener un correcto control postural, aumentando el riesgo de alteraciones raquídeas (Taimela et al., 1999). En remeros, Holt et al. (2003) observaron que tras un entrenamiento de una hora se producía un aumento del rango de movimiento raquídeo.

El dolor lumbar inespecífico ha sido relacionado con la restricción de la flexión, extensión y rotación interna de la cadera (Biering-Sorensen, 1984; Vad et al., 2003; Kolber & Fiebert, 2005).

Sin embargo, existen todavía tópicos y cierto desconocimiento entre los profesionales de la medicina del deporte y fisioterapeutas, así como entre entrenadores y deportistas en cuanto a la relación existente entre la práctica deportiva y la aparición de dolor de espalda. En este sentido, no está suficientemente claro qué tipo de deportes están asociados con mayor o menor prevalencia de dolor de espalda en comparación con otros deportes, o cómo el entrenamiento (volumen, intensidad, frecuencia, métodos, etc.) y el nivel de competición afecta a la aparición de dolor de espalda.

Diferentes estudios han intentado analizar la prevalencia del dolor de espalda en jugadores de hockey. Las diferentes modalidades de hockey se caracterizan por la posición mantenida de flexión de tronco durante un largo periodo de tiempo y por los repetidos movimientos de flexión y extensión del tronco, junto con movimientos de rotación vertebral que los jugadores realizan durante el juego. Diferentes autores han relacionado la aparición de dolor lumbar con la posición mantenida de flexión del tronco y con los movimientos de rotación de la columna vertebral (Nachemson, 1963; Lindgren & Twomey, 1988; Wilke et al., 1999; Parkinson et al., 2004; Little & Khalsa, 2005; Garges et al., 2008; Drake & Callaghan, 2008, Trompeter et al., 2017).

De forma específica en el hockey sobre hielo, la mayoría de las lesiones de espalda sufridas por los jugadores se localizan en la parte baja de la espalda o en la zona lumbar. Esto es debido a la posición flexionada que mantienen los jugadores durante el juego y a los repetitivos movimientos de extensión que realizan los jugadores al patinar, así como al estrés y la sobrecarga producida sobre los discos vertebrales por los movimientos de rotación vertebral realizados cuando los jugadores aceleran rápidamente, realizan tiros, o caen al suelo al ser golpeados.



Donaldson (2014) realizó una revisión de las lesiones localizadas en la espalda con aparición de dolor lumbar durante un periodo de 9 temporadas en jugadores de hockey sobre hielo con edades comprendidas entre los 15–18 años. Un total de 25 jugadores sufrieron dolor lumbar de los cuáles el 44% fueron diagnosticados con espondilólisis. Sin embargo, este autor reconoce que la prevalencia de dolor lumbar en jugadores de hockey es mayor que la encontrada en su estudio. Este tipo de lesión, es producida por repetitivas posiciones de flexión, extensión y rotación de la columna, siendo también habitual en deportes tales como la gimnasia, danza, tenis, fútbol americano, levantamiento de peso, remo y fútbol (El Rassi et al., 2005; Ruiz-Cotorro, 2006).

Fett et al. (2017) estudiaron las características y prevalencia de dolor de espalda en 42 deportes, encontrando una mayor prevalencia de dolor lumbar en deportes tales como el hockey sobre hierba y el hockey sobre hielo. En hockey sobre hielo, encontraron una prevalencia de dolor lumbar al menos una vez en la vida en el 88,9% de los jugadores, durante los últimos 12 meses en el 85,2% de los jugadores, durante los últimos 3 meses en el 81,5% de los jugadores y con dolor puntual durante los últimos 7 días con una prevalencia del 63% de los jugadores. La intensidad media del dolor fue de 3,4 puntos, y el peor dolor sufrido registrado en un rango de 4,7 puntos sobre 10.

Jonasson et al. (2011) estudiaron la prevalencia de dolor en la espalda y articulaciones en deportistas de nivel nacional de élite en cinco deportes diferentes: lucha, buceo, halterofilia, hockey sobre hielo y orientación y lo compararon con un grupo control. Para los jugadores de hockey sobre hielo (n=17), la prevalencia de dolor de espalda durante la última semana fue del 35% para la zona dorsal y del 64% para la zona lumbar, mientras que en el grupo control fue del 17% y 36% respectivamente. En cuanto al dolor de espalda durante el último año, la prevalencia fue del 50% para la zona dorsal y del 94% para la zona lumbar, mientras que para la población no deportista fue del 33% y 50% respectivamente. Asimismo, hubo una relación significativa entre dolor de espalda y el dolor de cadera.

Baranto et al. (2009) estudiaron los cambios producidos sobre la columna tóraco-lumbar y la prevalencia de dolor de espalda en cuatro deportes diferentes: luchadores, halterofilos, corredores de orientación y jugadores de hockey sobre hielo. Estos autores encontraron una prevalencia de dolor de espalda al menos una vez en la vida del 90% en

jugadores de hockey sobre hielo suecos. El nivel competitivo de los jugadores era de máximo nivel y el rango de edad era entre los 19-31 años, siendo activos desde los 10 años de edad. Asimismo, encontraron degeneración discal en más del 90% de los deportistas y deterioros en el 88% de los deportistas, siendo los jugadores de hockey y los levantadores de peso los que obtuvieron mayor prevalencia de dolor de espalda. Concluyeron que los deportistas que practican deportes con altas o moderadas cargas sobre la columna vertebral, corren un alto riesgo de sufrir degeneración discal y otras anormalidades en la columna (discos y cuerpos vertebrales) y presentan una alta frecuencia de dolor de espalda. Además, la mayoría de estas anormalidades suelen ocurrir durante las fases de crecimiento rápido o el “estirón” y continúan durante el paso de los años.

Selanne et al. (2014) encontraron una prevalencia de dolor lumbar del 54% en jugadores de hockey sobre hielo de Finlandia a nivel nacional con edades comprendidas entre los 14-15 años, un 31% de dolor dorsal y un 44% de dolor cervical.

Trompeter et al. (2017) en una muestra de 27 jugadores de hockey sobre hielo de élite encontraron que el 88,9% de los jugadores sufrieron dolor de espalda al menos una vez en su vida, un 85,2% lo sufrieron durante un periodo de 12 meses, un 81,5% durante un periodo de 3 meses y un 63,0% durante 7 días. Mientras que en el grupo control compuesto por 166 sujetos físicamente activos encontraron una prevalencia de dolor de espalda al menos una vez en su vida del 80,7%, del 70,0% durante un periodo de 12 meses, del 59,0% durante un periodo de 3 meses y del 42,8% durante los últimos 7 días. La aparición de este dolor de espalda fue atribuida, entre otras causas, a la posición de flexión de tronco mantenida por los jugadores durante el entrenamiento y la competición.

Kujala et al. (1994, 1997) observaron que una disminución de la flexión lumbar, el acortamiento de la musculatura flexora de cadera (en hombres) y un peso elevado son factores de riesgo de sufrir dolor lumbar en jugadores de hockey sobre hielo. Asimismo, observaron una fuerte relación en sufrir dolor lumbar en aquellos deportistas que sufrieron previamente dolor lumbar.

En relación con el hockey sobre hierba y de manera similar a lo que ocurre en hockey sobre hielo, la mayoría de los movimientos que realizan los jugadores de hockey sobre hierba cuando manejan la bola, realizan pases o tiran a portería, implican flexión y rotación de la

columna vertebral, dos movimientos que aumentan las cargas compresivas sobre la columna y sobre la musculatura extensora del raquis (Schultz et al., 1982). Además, los jugadores deben correr durante la mayor parte de los 70 minutos que dura un partido, adoptando posiciones de flexión de tronco en diferentes ángulos, lo cual aumenta las cargas sobre la columna vertebral y sobre la musculatura extensora (Lindgren & Twomey, 1988; Reilly & Seaton, 1990; Fenety & Kumar, 1992; Kawalek & Garstzka, 2011). De la misma manera, los jugadores de hockey sobre hielo y hockey línea adoptan una posición de flexión de tronco la mayoría de tiempo, combinado con movimientos de rotación de la columna. Esta posición mantenida durante el juego produce cortedad de los flexores de cadera que fuerza la pelvis a adoptar una posición de anteversión o rotación anterior cuando el deportista se encuentra en bipedestación. Puesto que la musculatura superior e inferior del cuerpo está conectada con la pelvis, la cortedad y excesiva tensión generada en dicha musculatura puede causar problemas tanto en la parte superior como inferior de la cadera tales como dolor lumbar, hiperlordosis lumbar, hipercifosis dorsal, postura adelantada de la cabeza, hombros redondeados, etc. La rotación anterior o anteversión de la pelvis reducirá la velocidad, potencia y aceleración de los jugadores de hockey hielo y hockey línea.

Los primeros estudios que detectaron lesiones localizadas en la zona tóraco-lumbar por sobrecarga en jugadores y jugadoras de hockey sobre hierba fueron llevados a cabo en los años 1985 y 1986. Estos estudios encontraron una prevalencia de 5 jugadores cada 15 y de 7 jugadoras cada 12 en equipos australianos y canadienses de hockey hierba durante dos campeonatos celebrados en Europa (Lindgren & Maguire, 1985; Shuterland, 1986a, 1986b).

Lindgren & Twomey (1988) valoraron la incidencia de dolor de espalda mediante un cuestionario en una muestra de 32 jugadores de élite de hockey sobre hierba (15 hombres y 17 mujeres), pertenecientes a equipos y clubes australianos, con edades comprendidas entre los 17 y 26 años. Encontraron que el 78% de los jugadores tuvieron al menos un episodio de dolor de espalda durante su vida deportiva. De ellos, un 8% experimentaron más de un episodio de dolor de espalda severo, 32% un dolor moderado y un 60% dolor leve.

Reilly & Seaton (1990) encontraron que el 53% de los jugadores de hockey sobre hierba sufrieron dolor lumbar.

Murtaugh (2001) investigó la prevalencia y tipos de lesiones en jugadoras de hockey sobre hierba encontrando que el 59% de las jugadoras sufrieron dolor de espalda siendo la zona lumbar la parte más habitual donde se localizaba el dolor.

Rishiraj et al. (2009) realizaron un estudio epidemiológico sobre las lesiones producidas en hockey sobre hierba durante un periodo de 5 años, encontrando que la zona lumbar junto con el tobillo, fueron las zonas donde se localizaron la mayoría de las lesiones en hockey sobre hierba.

Kawalek & Garstzka (2011), valoraron a 17 jugadores de hockey sobre hierba de la Selección Nacional Polaca con edades comprendidas entre 22 y 35 años y con más de 10 años de entrenamiento (entre 10 y 27 años). El 47% de los jugadores tuvieron síntomas de dolor lumbar con una duración variable, desde unos días hasta 10 meses. El 68% de los jugadores mostraron daños en sus discos intervertebrales desde L<sub>1</sub> a L<sub>5</sub>, y el 36% mostraron cambios degenerativos en sus cuerpos vertebrales. Los jugadores que llevaban jugando más tiempo (más de 14 años) mostraron daños más severos en estas estructuras. La mitad de ellos no había ido nunca al médico o al fisioterapeuta y seguían jugando a hockey sin tomar un descanso.

Haydt et al. (2012) compararon a un grupo de jugadoras de hockey hierba de División III de la NCAA (National Collegiate Athletic Association) con edades comprendidas entre los 18 y 24 años y encontraron una prevalencia de dolor lumbar del 56%. Sin embargo, no encontraron diferencias significativas cuando las compararon con un grupo control que no jugaba a hockey hierba de la misma edad.

Van Hilst et al. (2015) analizaron la prevalencia de dolor lumbar en 61 jugadores de hockey sobre hierba (21 hombres y 40 mujeres), con una media de edad de 17 años en hombres (entre 15 y 24 años) y de 16 años en mujeres (entre 14 y 19 años), durante los últimos 12 meses, encontrando una prevalencia del 33% en hombres y 67% en mujeres con una intensidad media de dolor del 6,5 en hombres y 5,7 en mujeres (escala de 0 a 10 puntos).

Finalmente, y mientras que son numerosos los estudios realizados sobre dolor de espalda en hockey sobre hierba y hockey sobre hielo, en hockey línea no se han encontrado estudios sobre la prevalencia de dolor lumbar en jugadores. Tan solo, se han encontrado

algunos datos sobre lesiones localizadas en la espalda procedentes de dos estudios (Hutchinson et al., 1998; Varlotta et al., 2000).

Así, Varlotta et al. (2000) encontraron que de 122 lesiones registradas, el 9,01% (n=11), fueron roturas de fibras localizadas en la zona lumbo-sacra y el 1,63% (n=2) en la zona toraco-lumbar. Las lesiones de rotura de fibras musculares localizadas en la zona lumbo-sacra superaron a las localizadas en la zona de la ingle 4,91% (n=6).

Por otro lado, Hutchinson et al. (1998) encontraron que el 7% (n=5), de las lesiones se localizaron en la espalda, representando un porcentaje ligeramente mayor que las localizadas en la ingle 5% (n=4).

Los datos aportados por dichos estudios sugieren que el dolor de espalda, sobre todo en la zona lumbar, tiene una frecuencia considerable entre los jugadores de hockey línea. Sin embargo, no aportan datos sobre su prevalencia, intensidad del dolor o tiempo que los jugadores están apartados de la competición.



### III.

# HIPÓTESIS Y OBJETIVOS







### **3. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS DEL ESTUDIO**

**Hipótesis 1:** debido a la similitud con el hockey sobre hielo, los jugadores de hockey línea presentarán un alto riesgo de sufrir lesiones graves debiendo permanecer un largo periodo de tiempo apartados de la competición. Existirán diferencias en cuanto a la prevalencia y características de las lesiones según la edad y nivel de competición de los jugadores. Los jugadores de mayor edad y nivel de competición sufrirán lesiones de mayor gravedad que los jugadores más jóvenes y de menor nivel de competición.

- Objetivo 1.1.: describir las lesiones más frecuentes en una muestra de jugadores españoles de hockey línea.
- Objetivo 1.2.: identificar factores de riesgo de lesión y proponer medidas de prevención para eliminar o disminuir en la medida de lo posible tanto el número como la gravedad de las lesiones.
- Objetivo 1.3.: Analizar las diferencias de lesiones existentes entre jugadores de diferentes categorías de edad.

**Hipótesis 2:** La musculatura de la extremidad inferior tiene una alta participación y una gran importancia en la ejecución de los gestos técnicos de patinaje característicos del hockey línea. El perfil de flexibilidad es específico del deporte, de la edad, del sexo, del nivel de competición, dominancia lateral y de la posición de juego. Poseer un buen nivel de flexibilidad de esta musculatura favorece el rendimiento y disminuye el riesgo de lesión en otros deportes. Los jugadores de hockey línea presentarán mayores valores de rango de movimiento ROM en las articulaciones de la extremidad inferior que la población general debido al buen nivel de flexibilidad que deben poseer los jugadores para realizar los movimientos específicos requeridos durante el juego y evitar lesiones.

- Objetivo 2.1.: describir el perfil de flexibilidad de la musculatura de la extremidad inferior en una muestra de jugadores españoles de hockey línea.
- Objetivo 2.2.: establecer valores de referencia de flexibilidad de la musculatura de la extremidad inferior en una muestra de jugadores españoles de hockey línea.

- Objetivo 2.3.: identificar cortedades y asimetrías musculares y su relación con el riesgo de lesión y la aparición de dolor de espalda.
- Objetivo 2.4.: comparar los valores de flexibilidad, cortedades y asimetrías entre jugadores y jugadoras para identificar posibles diferencias entre género.

**Hipótesis 3:** la práctica del hockey sobre patines en línea produce adaptaciones que modifican la normal disposición sagital de la columna vertebral de los jugadores/as. Estas adaptaciones son debidas al aumento de las cargas mecánicas que se producen sobre las estructuras de la columna vertebral como consecuencia de la posición mantenida de flexión de tronco que los jugadores adoptan al patinar y conducir el disco, y por los repetidos movimientos de extensión y rotación vertebral cuando los jugadores aceleran rápidamente, realizan tiros o caen al suelo al ser golpeados. Por ello, los jugadores de hockey línea presentarán desalineaciones de la columna vertebral en el plano sagital y un morfotipo raquídeo característico que lo diferenciará de la población general y de otros deportes, predominando un aumento de las curvaturas dorsal y lumbar.

- Objetivo 3.1.: describir la disposición sagital de la columna vertebral y las posibles desalineaciones en una muestra de jugadores españoles de hockey línea.
- Objetivo 3.2.: determinar el morfotipo sagital integral de la columna vertebral en una muestra de jugadores de hockey línea.

**Hipótesis 4:** la valoración e identificación de desalineaciones de la columna vertebral en el plano sagital llevadas a cabo únicamente en posición de bipedestación produce un error o falsos negativos así como un diagnóstico poco preciso ya que existen desalineaciones sagitales que sólo son evidenciables en sedentación o en flexión del tronco.

- Objetivo 4.1.: describir la disposición sagital del raquis en bipedestación, en sedentación y máxima flexión de tronco en una muestra de jugadores españoles de hockey línea.
- Objetivo 4.2.: comparar la frecuencia de las desalineaciones sagitales del raquis que se obtiene en bipedestación, con las frecuencias obtenidas al asociar la valoración del plano sagital en sedentación y en flexión del tronco.

**Hipótesis 5:** la posición mantenida de flexión de tronco y los repetidos movimientos de flexión, extensión y rotación de tronco que realizan los jugadores de hockey línea durante la ejecución de los gestos técnicos propios de esta modalidad deportiva, provocan altas cargas sobre las estructuras del raquis favoreciendo la aparición de lesiones raquídeas y dolor de espalda. Por ello, la prevalencia de dolor lumbar y/o dorsal entre los jugadores de hockey línea será alta.

- Objetivo 5.1.: describir la prevalencia de dolor de espalda, así como su localización e intensidad en una muestra de jugadores españoles de hockey línea.
- Objetivo 5.2.: establecer asociaciones entre dolor de espalda, edad, sexo, nivel de competición y medidas antropométricas en una muestra de jugadores españoles de hockey línea.

**Hipótesis 6:** El volumen total de entrenamiento influirá sobre la prevalencia de dolor de espalda entre los jugadores de hockey línea, de manera que, a mayor volumen de entrenamiento mayor prevalencia de dolor de espalda.

- Objetivo 6.1.: analizar la influencia del volumen de entrenamiento sobre la prevalencia de dolor lumbar en una muestra de jugadores españoles de hockey línea.



# IV.

# MARCO TEÓRICO





#### 4.1. HISTORIA Y ORIGEN DEL HOCKEY LÍNEA.

El término “hockey” hace referencia a una gran familia de deportes en la que dos equipos se enfrentan entre sí con la intención de conseguir obtener el mayor número de goles en la portería contraria utilizando para ello un implemento llamado “palo o stick” y un móvil, ya sea una pelota o un disco o “puck”. Desde su origen (desconocido hasta hoy, pero muy antiguo) hasta la actualidad, el “hockey” ha derivado en multitud de variantes. Actualmente, existen diferentes modalidades deportivas de hockey que, aunque presentan gran similitud entre ellas, no hay que confundir. Entre estas modalidades cabe destacar el hockey sobre hielo, hockey hierba, hockey sobre patines (o “hockey tradicional” con patines de ejes o “quads”) y el hockey línea (figura 4).



**Figura 4. Diferentes modalidades de hockey.**

En un principio, el hockey sobre patines, conocido como “Rink Hockey” o “Roller Hockey”, se jugaba con patines de ejes o “quads” y con bola. Más tarde, en EE.UU., se incorporó el puck como móvil en el juego y finalmente los patines con ruedas en línea, dando origen al actual hockey línea (“Inline Hockey”). Por tanto, el hockey sobre patines con bola y “quads” y el hockey línea jugado con puck y patines en línea, han estado íntimamente relacionados a lo largo de su historia (figura 5).

El hockey sobre patines, fue jugado por primera vez de forma organizada en Londres (Inglaterra) en 1896. En sus orígenes, este deporte se conocía con el nombre de “Rink Hockey” y se jugaba con patines de ejes “quads” y bola. Los patines no tenían freno delante y se sujetaban al pie mediante correas de cuero. Los porteros vestían equipo de protección de cricket y los jugadores no utilizaban rodilleras (Pout, 1993).

En 1904, se fundó la Amateur Rink Hockey Association (ARHA), en Inglaterra. En 1905, la ARHA pone en marcha la primera liga de “Rink Hockey” en Londres, denominada “London Rink Hockey League”. Tras el éxito de la competición, se crearon nuevas ligas por todo el país, sobre todo en el Norte de Inglaterra. En 1909, la ARHA elabora el primer reglamento completo y oficial de “Rink Hockey” en el cual se establecía que el juego se jugaba con cinco jugadores (uno portero), en dos tiempos de 15 minutos. Se jugaba con una bola dura. Este deporte se extendió a otros países como Suiza, Francia, Alemania y Bélgica. El primer campeonato internacional se celebró en París en 1910, bajo las reglas elaboradas por la ARHA de Inglaterra. En los años consecutivos siguieron celebrándose campeonatos internacionales y el hockey sobre patines ganó en popularidad, extendiéndose a otros países (Pout, 1993).

Tras el parón de la I Guerra Mundial, el hockey sobre patines o “Rink Hockey”, vuelve a emerger tomando un nuevo impulso. En 1914, la ARHA amplía su radio de acción integrando otras asociaciones de Inglaterra, pasando a llamarse The National Rink Hockey Association, NRHA (Pout, 1993) y el “Rink Hockey” pasa a llamarse “Roller Hockey” (Arlott, 1995).

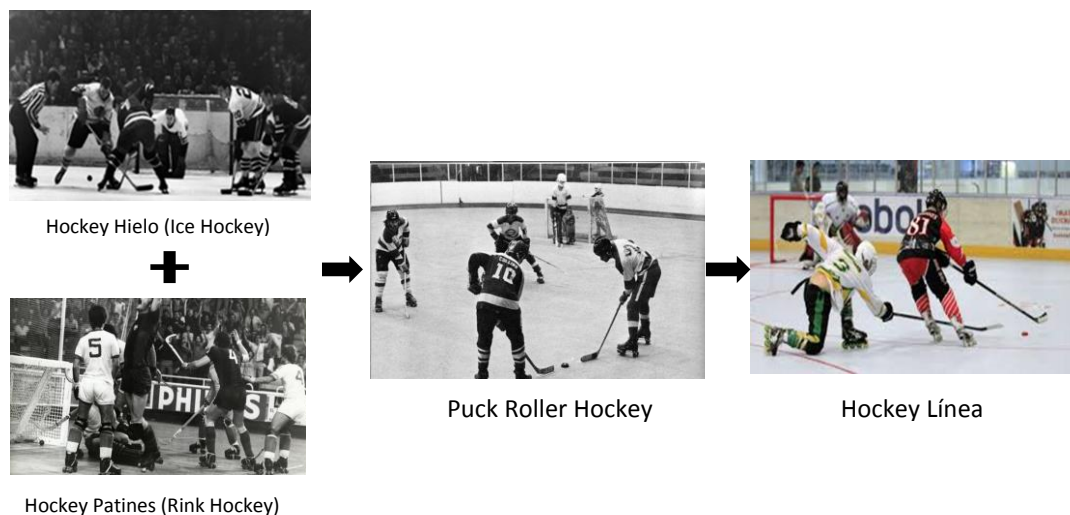


Figura 5. Origen y evolución del hockey línea.



En 1924 se crea la *Fédération Internationale de Patinage a Roulettes* (FIPR), que posteriormente se denominaría *Fédération Internationale de Roller Sports* (FIRS), en Montreux, Suiza. Los países fundadores de esta asociación fueron Suiza, Francia, Alemania y Gran Bretaña. Este organismo es el encargado de promover y organizar las competiciones de patinaje sobre ruedas (“Roller Sports”) a nivel internacional. En su origen existían tres modalidades de deportes sobre ruedas reconocidas: hockey sobre patines (ahora denominado “Roller Hockey”), patinaje de velocidad (“Speed Skating”) y patinaje artístico sobre ruedas (“Figure Skating”). El primer campeonato del mundo que organizó FIRS fue el de hockey patines en 1936 (Gallen, 1991). Esta modalidad de hockey se jugaba con patines de ejes o “quads” y bola, modalidad que sigue practicándose en la actualidad. Sin embargo, con el paso de los años y la evolución de los materiales, el hockey sobre patines ha dado lugar a nuevas modalidades tales como el hockey sobre patines en línea o hockey línea (“Inline Hockey”). Actualmente la FIRS denomina la “originaria” modalidad de hockey utilizando “quads” y bola con el nombre de “Rink Hockey” (FIRS, 2017).

El origen del hockey línea se atribuye a los Estados Unidos de América (USA). En 1937, se constituyó la Roller Skating Rink Operators Association (RSROA) de la que formaban parte USA y Canadá. Esta asociación se encargaba de organizar los deportes de ruedas, incluyendo al hockey sobre ruedas (“Roller Hockey” o “Rink Hockey”), jugado con bola y patines de ejes o “quads”. En 1940, la Roller Skating Rink Operators Association (RSROA), publicó un conjunto de reglas de hockey sobre patines de ruedas inspiradas en las reglas de la Liga Nacional de Hockey sobre Hielo (National Hockey League, NHL), con la intención de fomentar el interés por jugar al hockey sobre patines de ruedas en estos países. Esta modalidad de hockey sobre ruedas se jugaba con puck y se le denominaba “Puck Roller Hockey”. Tras el parón de la II Guerra Mundial, el hockey sobre patines adquiere una gran popularidad y se llevan a cabo diferentes competiciones en EE.UU.

En 1960, el hockey sobre patines de ruedas (“quads”), se presenta como deporte de exhibición en los Campeonatos Nacionales de deportes sobre ruedas celebrados en Little Rock, Arkansas, con sus dos variantes: la modalidad internacional con bola y la adoptada por la RSROA, con puck. Un año después se organiza la primera liga nacional de hockey sobre patines en USA (“Puck Roller Hockey”) (Pickard, 2018). Las dos versiones de hockey sobre ruedas, una jugada con

bola y la otra con puck, estuvieron conviviendo durante unos años dentro de las mismas competiciones.

Mientras el hockey sobre patines jugado con bola era la modalidad de hockey patines reconocida internacionalmente por la FIRS y más extendida en Europa y América del Sur, los jugadores de hockey patines de EE.UU. y Canadá estaban más acostumbrados a jugar con puck ya que el hockey sobre hielo era un deporte muy popular en estos países. Por ello, el 1 de septiembre de 1960, la RSROA, establece una división entre el hockey sobre patines jugado con bola (“Roller Hockey” o “Rink Hockey”) y el hockey sobre patines jugado con puck (“Puck Roller Hockey”), aunque ambos jugados con las mismas reglas. Desde esta fecha, se fueron celebrando diferentes campeonatos nacionales de “Puck Roller Hockey” en EE.UU., adquiriendo poco a poco esta modalidad deportiva gran popularidad, ya que permitía a los amantes del hockey sobre hielo poder seguir jugando a hockey durante los meses más cálidos (Pickard, 2018).

En el año 1980, los hermanos de Minneapolis (Minnesota, EE.UU.), Scott y Brennan Olson, jugadores de hockey sobre hielo, tuvieron la ingeniosa idea de adaptar ruedas en línea a los patines de hielo con la intención de que los jugadores de hockey sobre hielo pudieran entrenar fuera de la temporada de hielo. En los años 90, los patines en línea llegan a Europa causando una gran revolución en el mundo del patinaje sobre ruedas (Moreno & Abrales, 2012). A partir de este nuevo modelo de patín en línea, se diseñan una gran cantidad de modelos y aparecen nuevas modalidades de patinaje basadas en este tipo de patines, como el caso del patinaje de velocidad en línea, patinaje artístico en línea, patinaje freestyle, alpino en línea y el hockey línea (Real Federación Española de Patinaje, 2017).

Una vez que aparecen los nuevos modelos de patín en línea por la marca comercializadora de “Rollerblade. Inc.”, los patines en línea se van introduciendo poco a poco en las competiciones nacionales de hockey patines (“Roller Hockey”) y puck en EE.UU.. Así, en los Campeonatos Nacionales de 1992 organizados por la USA Roller Sports, algunos equipos y jugadores participantes jugaban con patines en línea mientras que otros equipos todavía utilizaban los “quads”. El equipo campeón de esta edición, “San Diego Horses”, ganó el campeonato utilizando los patines tradicionales de ejes o “quads”. Un año más tarde, en los Campeonatos Nacionales de

EE.UU. en 1993, celebrados en San Diego, el mismo equipo, los “San Diego Horses” ganó el título aunque todos los jugadores utilizaron patines en línea.

En 1995, se disputa el primer Campeonato del Mundo de Hockey Línea en Chicago, Illinois, organizado por la USA Roller Sports (USARS), organismo encargado de la organización de las competiciones de los deportes de ruedas en USA e integrado en la FIRS. En la categoría femenina, el primer Campeonato del Mundo de Hockey Línea se celebró en Rochester, Nueva York, en 2002 (Pickard, 2018). Desde entonces hasta la actualidad, los Campeonatos del Mundo de Hockey Línea se celebran cada año en diversos países del mundo, entre ellos España, que albergó los Campeonatos del Mundo de Hockey Línea del 2001 en Torre Vieja (Alicante) y del 2007 en Bilbao (tabla 1). En estos Campeonatos del Mundo, el Hockey Línea es reconocido como una modalidad propia, con su propio reglamento y diferente del hockey patines (“Roller Hockey” o “Rink Hockey”), jugado con “quads” y bola.

**Tabla 1. Campeonatos del Mundo de Hockey Línea celebrados desde su inicio hasta la actualidad (FIRS).**

|   |                                   |                                     |                               |  |  |                                   |  |
|---|-----------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------|--|--|-----------------------------------|--|
| 1995<br>Chicago<br>(EE.UU.)   | 1996<br>Roccaraso<br>(ITALIA)     | 1997<br>Zell am<br>See<br>(AUSTRIA) | 1998<br>Winnipeg<br>(CANADÁ)  | 1999<br>Thoune &<br>Wichtrach<br>(SUIZA) | 2000<br>Amiens<br>(FRANCIA)            | 2001<br>Torrevieja<br>(ESPAÑA)    | 2002<br>Rochester,<br>New York<br>(EE.UU.) |
| 2003<br>Pisek<br>(REPÚBLICA<br>CHECHA)                              | 2004<br>London<br>(CANADÁ)        | 2005<br>Paris Bercy<br>(FRANCIA)    | 2006<br>Detroit<br>(EE.UU.)   | 2007<br>Bilbao<br>(ESPAÑA)               | 2008<br>Ratingen<br>(ALEMANIA)         | 2009<br>Varèse<br>(ITALIA)        | 2010<br>Beroun<br>(REPÚBLICA<br>CHECHA)    |
| 2011<br>Roccaraso<br>(ITALIA)                                       | 2012<br>Bucaramanga<br>(COLOMBIA) | 2013<br>Anaheim<br>(EE.UU.)         | 2014<br>Toulouse<br>(FRANCIA) | 2015<br>Rosario<br>(ARGENTINA)           | 2016<br>Asiago et<br>Roana<br>(ITALIA) | 2017<br>Nanjing<br>(CHINA)<br>WRG | 2018<br>Asiago et<br>Roana<br>(ITALIA)     |
| <b>2019<br/>Barcelona (ESPAÑA)<br/>World Roller Games<br/>(WRG)</b> |                                   |                                     |                               |  |  |                                   |  |

En la actualidad, la modalidad de hockey línea está altamente organizada con ligas autonómicas, nacionales e internacionales en los cinco continentes, que promueven la participación de un gran número de niños, jóvenes y adultos, tanto hombres como mujeres, ya sea a nivel recreativo como competitivo, y atrae a un gran número de espectadores.

A nivel internacional, los organismos encargados de organizar las competiciones de hockey línea son dos: la “*World Skate*” (WS) que es la nueva denominación de la *Fédération*

*Internationale de Roller Sports* (FIRS) desde Nanjing (2017) y la *International Ice Hockey Federation* (IIHF). La *World Skate* (WS) está reconocida por el Comité Olímpico Internacional (COI), la Asociación General de Federaciones Deportivas Internacionales (GAISF), la Asociación Internacional de Juegos Mundiales (IWGA), la Organización Deportiva Panamericana y la Association of Recognized IOC International Sports Federations (ARISF) y se encarga de organizar todas las competiciones internacionales de los deportes de ruedas o “roller sports”. La IIHF, organiza competiciones internacionales de hockey sobre hielo y de “Inline Hockey”.

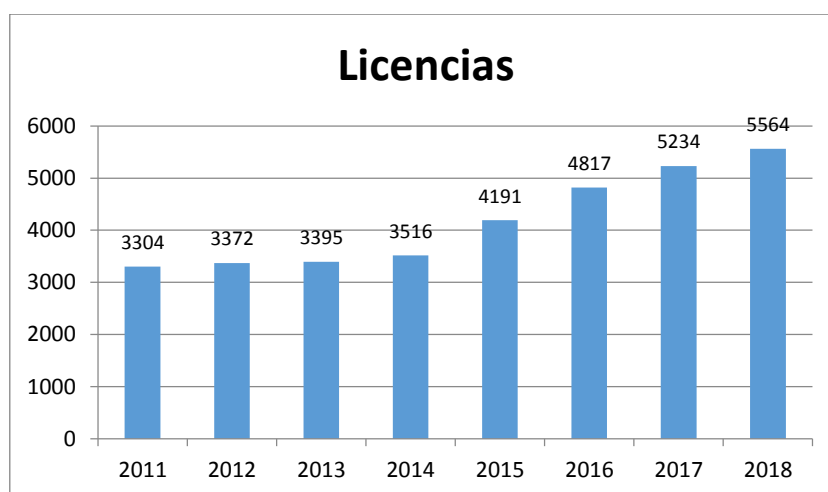
Desde 2017, se celebran los *World Roller Games* (WRG) cada dos años. Estos Campeonatos Mundiales de Roller Sports, aglutinan todas las modalidades de los deportes de ruedas en un solo evento. En 2017 se celebró en Nanjing (China) la primera edición de los WRG, y la segunda edición se celebró en Barcelona en 2019 (España), donde se celebraron los Campeonatos del Mundo de las 11 disciplinas de Roller Sports agrupadas en un solo evento (entre ellas el Hockey Línea o “Inline Hockey”).

En España, la Real Federación Española de Patinaje (RFEP) es la encargada de organizar las competiciones de todas las modalidades de patinaje sobre ruedas, entre ellas el hockey línea. La RFEP, está integrada en la *World Skate* (WS).

#### **4.2. EL HOCKEY LÍNEA EN ESPAÑA.**

El origen del Hockey Línea en España se puede establecer a principios de los años 90, cuando surgen las primeras Ligas Autonómicas y los primeros Campeonatos Nacionales. Desde entonces, la práctica del hockey línea en España, ha aumentado considerablemente durante los últimos años tal y como se puede apreciar por el progresivo aumento del número de licencias federativas, competiciones y creación de clubes deportivos (Consejo Superior de Deportes, 2019) (figura 6).

Actualmente, la práctica del hockey línea está extendida por todo el país. Todas las Comunidades Autónomas de España tienen una Federación de Patinaje y cada una de ellas incluye en su oferta competitiva la modalidad de hockey línea, organizando sus propias ligas autonómicas.



**Figura 6. Evolución del número de licencias de Hockey Línea en España.**  
 Origen: Consejo Superior de Deportes ([www.csd.gob.es](http://www.csd.gob.es)).

En España, el hockey línea es una modalidad deportiva que está regulada por la Real Federación Española de Patinaje (RFEP). Esta modalidad está en continuo desarrollo con un total de 5564 licencias registradas por el CSD en 2018. Durante la temporada 2018/2019, la RFEP organizó 19 competiciones nacionales de hockey línea que incluyó a todas las categorías desde alevín hasta senior (desde los 12 años hasta mayores de 20 años). Un total de 142 equipos pertenecientes a 28 clubes con un número total estimado de 2414 participantes participaron en la Liga Nacional de Hockey Línea (una media de 12 jugadores por equipo) (RFEP, 2019) (tabla 2).

**Tabla 2. Competiciones nacionales y número de equipos participantes en la temporada 2018/19 (RFEP, 2019).**

| Competición                         | Nº Equipos | Nº Equipos                      |    |
|-------------------------------------|------------|---------------------------------|----|
| - Liga Élite Masculina              | 10         | - Liga Élite Femenina           | 8  |
| - Liga Oro Masculina                | 8          | - Liga Oro Femenina             | 7  |
| - Liga Plata Masculina              | 8          | - Liga Nacional Infantil        | 10 |
| - Liga Oro Infantil                 | 11         | - Liga Nacional Alevín          | 10 |
| - Liga Oro Alevín                   | 10         | - Super Copa de España          | 2  |
| - Copa SM el Rey Masculina          | 8          | - Copa SM la Reina Femenina     | 8  |
| - Copa SAR La Princesa Masculina    | 4          | - Copa SAR La Princesa Femenina | 4  |
| - Campeonato España sub 20 Femenino | 8          | - Campeonatos España Alevín     | 12 |
| - Campeonatos España Infantil       | 15         | - Campeonatos España Juvenil    | 8  |
| - Campeonatos España Junior         | 8          |                                 |    |
| Total 142 equipos                   |            |                                 |    |

A nivel internacional, la participación española ha sido destacable, consiguiendo ser Campeona del Mundo en varias ocasiones en categoría Sub 20 Femenina (2014, 2016 y 2018) y Subcampeona del Mundo en categoría Sénior Femenina y Junior Masculina (Fédération Internationale Roller Sports, FIRS, Roller World Games, Nanjing 2017). En la última edición, España consiguió ser Campeona del Mundo en categoría Sub20 Femenina y medalla de bronce en Senior Femenina y Sub20 Masculina (Barcelona, 2019) (tabla 3).

**Tabla 3. Resultados Selección Española Hockey Línea en los últimos Campeonatos del Mundo.**

| Selección Española | Barcelona (España) 2019 | Asiago (Italia) 2018 | Nanjing, (China) 2017 | Asiago (Italia) 2016 | Rosario (Argentina) 2015 | Toulouse (Francia) 2014 | Bucaramanga (Colombia) 2012 |
|--------------------|-------------------------|----------------------|-----------------------|----------------------|--------------------------|-------------------------|-----------------------------|
| Masculina Senior   | 5º                      | 7º                   | 5º                    | 13º                  | 6º                       | 6º                      | ---                         |
| Masculina U20      | 3º                      | 3º                   | 2º                    | 4º                   | 5º                       | 5º                      | ---                         |
| Femenina Senior    | 3º                      | 3º                   | 2º                    | 5º                   | 3º                       | 3º                      | 3º                          |
| Femenina U20       | 1º                      | 1º                   | ---                   | 1º                   | ---                      | 1º                      | ---                         |

### 4.3. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL HOCKEY LÍNEA.

El “Hockey Línea” o “Inline Hockey”, como se denomina actualmente, es un apasionante y espectacular deporte colectivo de contacto, similar al hockey sobre hielo (del cual deriva), que se juega con sticks, patines con ruedas en línea y puck (disco). Este deporte se caracteriza por la alta velocidad del juego y el gran nivel de habilidad de los jugadores a la hora de patinar y manejar el puck.

Aunque las reglas de juego del hockey línea son una adaptación de las aplicadas en hockey sobre hielo, varían ligeramente de éste. Además, existen diferencias en el reglamento de hockey línea según se aplique el reglamento de hockey línea aprobado por la World Skate (WS, 2019) o por la International Ice Hockey Federation (IIHF, 2015). En este apartado se van a comentar las principales reglas aplicadas por la World Skate (WS) (antigua Fédération Internationale Roller Sports, FIRS) y por la Real Federación Española de Patinaje (RFEP), la cual está adscrita a la FIRS.

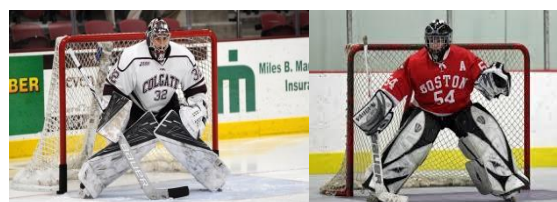
En el juego de hockey línea, dos equipos formados por cuatro jugadores y un portero, se enfrentan en una pista vallada con el objetivo de intentar conseguir el mayor número de goles posibles en la portería contraria dentro del tiempo establecido de juego, evitando a su vez que el equipo contrario haga lo propio en la suya. Los jugadores pueden ser sustituidos en cualquier

momento. El tiempo real de juego establecido varía según la categoría y el nivel de competición. La FIRS establece dos periodos de 20 minutos y la RFEP divide el tiempo de juego en dos periodos de 25 minutos para la categoría sénior y de 20 minutos para el resto de categorías con un descanso de 5 ó 10 minutos respectivamente. La pista tendrá unas dimensiones de 20-30 metros de ancho por 40-60 metros de largo, siendo las medidas internacionales de 25 x 50 metros mínimo y estará rodeada por una valla de una altura mínima de 101 a 122 cm, siendo la altura ideal 107 cm. Los jugadores deben utilizar obligatoriamente patines con ruedas en línea, un stick y protecciones iguales a las utilizadas al en hockey sobre hielo, tales como: casco con protección facial completa (para menores de 19 años) o visor (para mayores de 19 años), rodilleras-espinilleras, guantes, coderas y coquilla. El uso de protección bucal es opcional. Los porteros utilizan un equipo protector especial, compuesto por: guardas, peto, guantes de portero, pantalón de portero, casco de portero, stick de portero al igual que en hockey sobre hielo (figura 7). Las dimensiones del stick son como máximo 1,63 m de alto y la pala 32 cm de largo (RFEP, 2014; WS, 2019).



Hockey hielo

Hockey Línea



Hockey hielo

Hockey Línea



Jugador hockey línea



Portero hockey línea

**Figura 7. Protecciones utilizadas por los jugadores y porteros de hockey línea y hockey hielo.**

Aunque es un deporte muy similar al hockey sobre hielo, se diferencia de éste en dos aspectos principales: 1) se juega con patines con ruedas en línea y en superficie seca, en lugar de patines con cuchilla y sobre hielo, 2) no están permitidas las “cargas” entre jugadores (Reglas de juego, Real Federación Española de Patinaje, RFEP, 2014). Además de estas diferencias fundamentales, existen otras diferencias reglamentarias que las diferencian del hockey sobre hielo tales como: dimensiones de la pista, número de jugadores y número de periodos (tabla 4).

**Tabla 4. Principales diferencias entre hockey línea y hockey sobre hielo.**

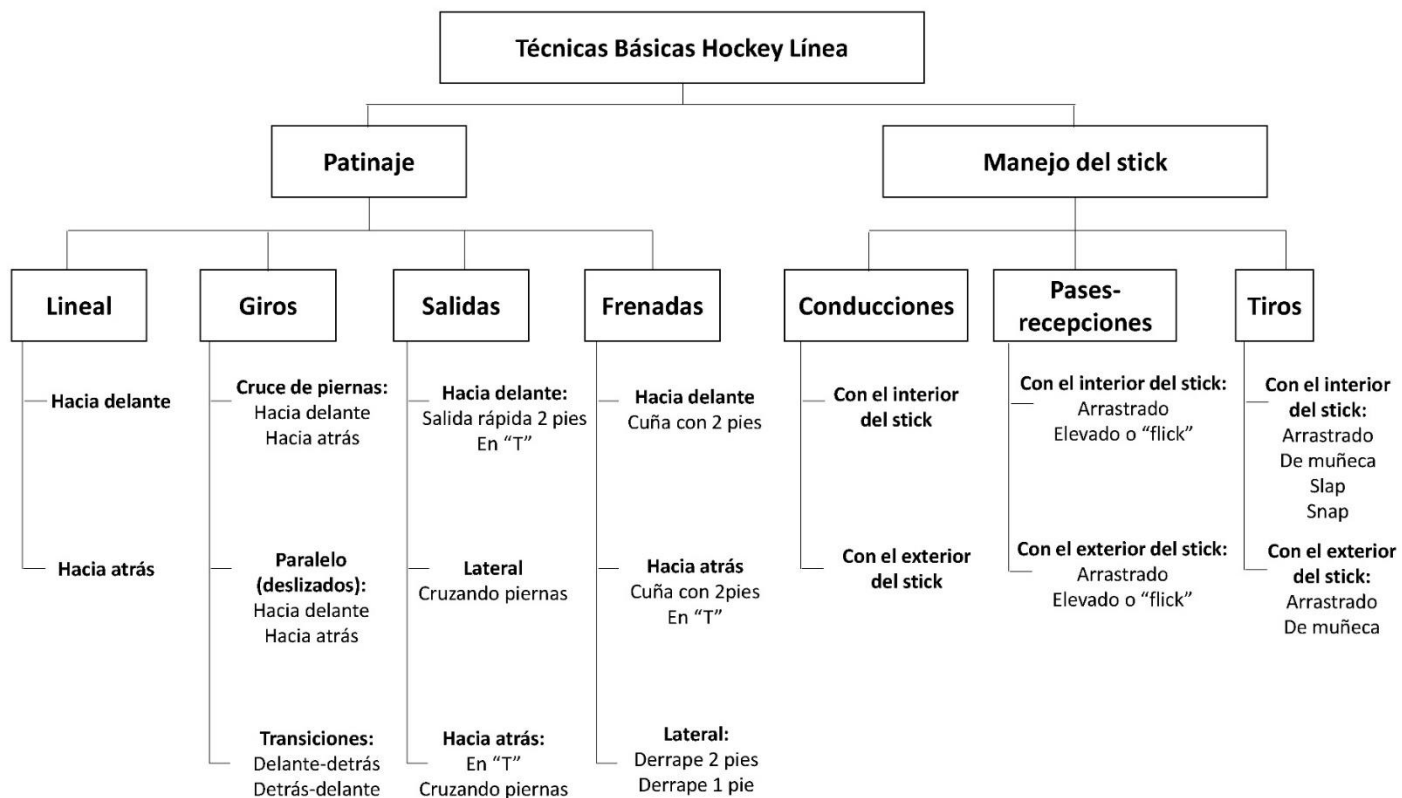
| <b>Características</b>            | <b>Hockey sobre Hielo</b>  | <b>Hockey Línea (FIRS)</b>  |
|-----------------------------------|--|---|
| <b>Dimensiones</b>                | 30 x 60 metros   | 20 x 40 – 30 x 60 metros  |
| <b>Superficie de juego</b>        | Hielo  | Madera, cemento, sintético  |
| <b>Altura de la valla</b>         | 107 cm con cristal protector transparente (180 cm laterales y 240 cm en los fondos)        | 101 a 122 cm (ideal 106,7 cm)   |
| <b>Tamaño de las porterías</b>    | 122 x 183 cm (alto x ancho)  | 105 x 170 cm (alto x ancho)   |
| <b>Puck de juego</b>              | Caucho vulcanizado<br>Peso: 156-170 gr.<br>Dimensiones: 7,62 (diámetro) x 2,54 cm (altura) | PVC con “bolas fijas” para favorecer su deslizamiento<br>Peso: 120 gr. (aprox.)<br>Dimensiones: |
| <b>Uso de protecciones</b>        | Las mismas   | Las mismas  |
| <b>Nº jugadores en pista</b>      | 5 + portero  | 4 + portero   |
| <b>Tipo de patines utilizados</b> | Con cuchilla   | Cuatro ruedas en línea  |
| <b>Tiempo de juego</b>            | 3 partes de 20 minutos   | 2 partes de 20 ó 25 minutos   |
| <b>Cargas a jugadores</b>         | Permitidas a partir de 12 años   | No permitidas   |
| <b>Fueras de juego y “Icing”</b>  | Sí   | No  |



#### **4.4. TÉCNICAS BÁSICAS EN HOCKEY LÍNEA.**

Los deportes, en general, se caracterizan entre otros aspectos por los gestos técnicos o patrones de movimiento específicos que se han de ejecutar durante el juego. Estos gestos técnicos condicionan el rendimiento de los deportistas y tienen una gran influencia sobre el resultado del juego. Tanto es así, que el nivel de rendimiento que posee un deportista se define entre otros aspectos por la habilidad que éste posee a la hora de ejecutar los gestos técnicos propios de la modalidad deportiva que practica.

El hockey línea es jugado bajo unas condiciones especiales como son la baja fricción que ofrecen los patines sobre la superficie de juego, la utilización de patines con ruedas en línea para desplazarse y el uso de un implemento denominado “stick” que es utilizado para contactar con el móvil, en este caso el “puck” o disco. Estas condiciones y elementos que caracterizan al hockey línea dan origen a un particular conjunto de habilidades específicas que la convierten en una modalidad deportiva particular y diferente a otros deportes. Las técnicas básicas del hockey línea, al igual que ocurre en hockey sobre hielo, incluyen patrones de movimiento generales que se pueden dividir en dos grupos principalmente: 1) técnicas de patinaje; y 2) técnicas de manejo de stick (Pearsall et al., 2000). Cada uno de estos grupos de técnicas básicas incluye múltiples variantes, dando lugar a un gran número de técnicas de patinaje y manejo del stick que pueden ser ejecutadas durante el juego tanto de forma individual como de forma simultánea y secuencial con otras habilidades, dando lugar a múltiples posibilidades de combinación extremadamente complejas y difíciles de analizar. Estas características hacen que el hockey línea sea un deporte excitante de jugar y ver, exigiendo a los jugadores un gran nivel de habilidad a la hora de realizarlas y aplicarlas a las imprevisibles situaciones de juego (figura 8).

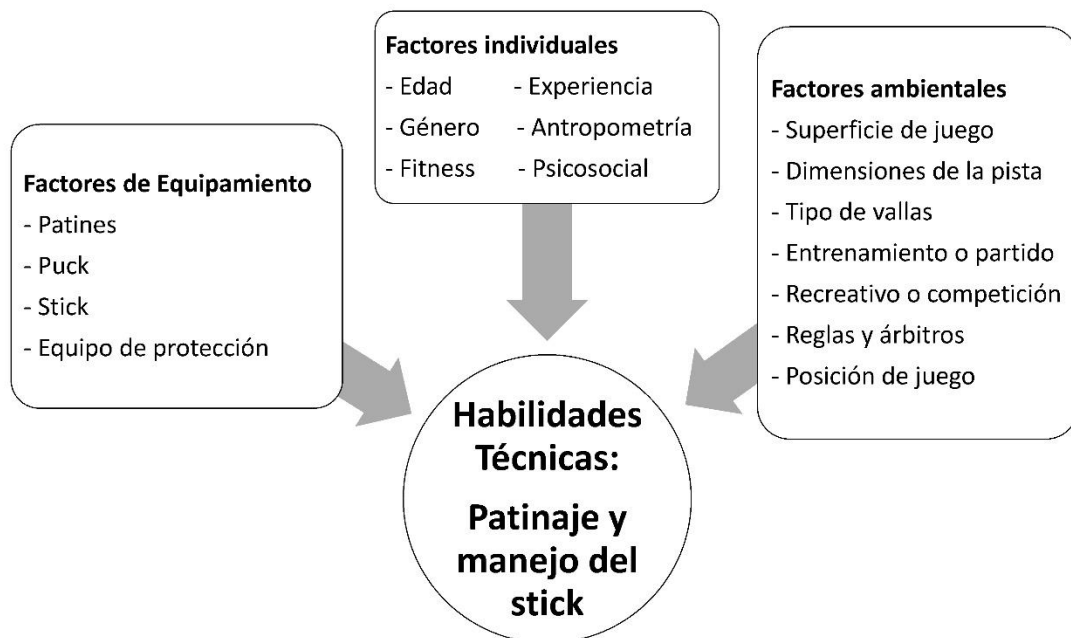


\*Excluidas las técnicas específicas del portero tales como la "mariposa".

Figura 8. Técnicas básicas del Hockey Línea (Modificado de Pearsall et al., 2000).

#### 4.4.1. Factores que afectan a la ejecución técnica de las habilidades en hockey línea.

La ejecución de las técnicas básicas de hockey línea está condicionada por la interacción de múltiples factores tanto individuales, como de equipamiento y del entorno o ambiente donde se juega (Pearsall et al., 2000). Así por ejemplo, el nivel de experiencia de los jugadores (principiantes o de élite), las características de la superficie de juego (cemento, sintético, madera), o el modelo de patín y ruedas utilizado (sistema high-low, dureza y diámetro de las ruedas), pueden modificar en cierta medida algunos aspectos en la ejecución técnica de las habilidades propias del hockey línea (figura 9).



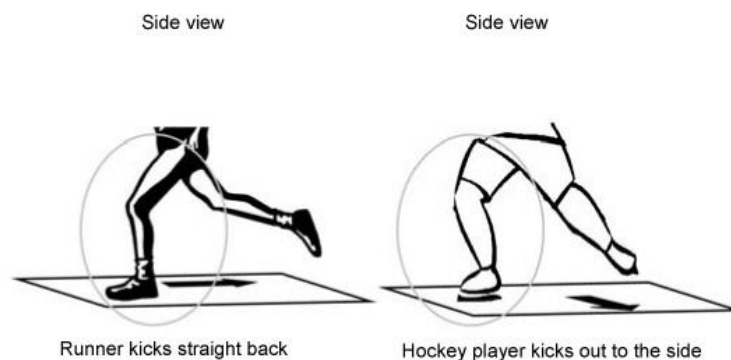
**Figura 9. Factores que influyen en la ejecución técnica de las habilidades propias del hockey línea: patinaje y manejo del stick.**

#### 4.5. EL PATINAJE EN HOCKEY LÍNEA: FASES DEL CICLO DE PATINAJE HACIA DELANTE.

Como ocurre en hockey sobre hielo, el patinaje es considerado por muchos entrenadores como la técnica más importante en hockey línea (sobre todo el patinaje hacia delante), siendo la base sobre la que se construyen las demás técnicas. Una buena técnica de patinaje permite al jugador moverse con rapidez y precisión sobre la pista siendo más efectivo a la hora de manejar y

disputar el puck, y teniendo más oportunidades de marcar goles, lo cual es el objetivo del juego (Pearsall et al., 2000; Bracko, 2004; Upjohn et al., 2008; Buckeridge et al., 2015).

El movimiento de patinaje hacia delante es único y diferente a cualquier otro movimiento deportivo. Asimismo, es diferente a otros tipos de movimiento humano como el de andar o correr, sobre todo en referencia a la fase de impulso. Cuando se anda o se corre se realiza principalmente un movimiento en línea recta (delante-detrás) para impulsarnos. Sin embargo, cuando nos impulsamos al patinar, la pierna de impulso realiza un movimiento perpendicular a la dirección del desplazamiento con una marcada abducción y rotación externa de cadera así como con una menor flexión plantar que la realizada al andar (Marino, 1983; Pearsall et al., 2000; Ferber et al., 2003; Shell et al., 2017). Este particular movimiento, que se traduce en un movimiento lateral en diagonal atrás y hacia fuera, resulta necesario para impulsarnos al patinar, ya que si se ejecutase en línea recta las ruedas del patín deslizarían sobre el suelo y no se podría avanzar hacia delante permaneciendo así en el mismo sitio (figura 10).



**Figura 10. Diferencias entre el movimiento de andar y patinar.**

El patinaje hacia delante consiste en un movimiento cíclico que se compone de varias fases y que, según los autores, puede ser dividido en dos, tres e incluso cuatro fases. Aunque la terminología empleada para denominar cada una de estas fases varía dependiendo del autor consultado, todos ellos coinciden en los aspectos esenciales del movimiento (figura 11).

Pearsall et al. (2000) y Marino et al. (1977) describen el patinaje hacia delante como un movimiento cíclico bifásico diferenciando dos fases en cada ciclo o “stride”: una fase de apoyo (“support phase”) y otra aérea o de recuperación (“swing phase”). La fase de apoyo la subdividen a su vez en dos partes, deslizamiento (“glide”) y empuje (“push-off”), incluyendo cada una de estas subfases en periodos de un solo apoyo (“single support”) y doble apoyo (“double support”).

Otros autores como De Konning et al. (1991, 1997) diferencian tres fases en el ciclo de patinaje de velocidad: impulso (“push-off”), deslizamiento (“glide”) y recuperación (“repositioning”). Por el contrario, Minkoff et al. (1994) utilizan la terminología empleada por Stamm (1989) diferenciando cuatro fases en el ciclo de movimiento de patinaje hacia delante en jugadores de hockey sobre hielo: 1. “Wind-up”, la fase de apoyo del patín tras la recuperación, se corresponde con el inicio de la fase de deslizamiento sobre un pie, 2. “Release” o fase de lanzamiento, inicio de la fase de impulso, el cuerpo se impulsa hacia delante para acelerar el desplazamiento, 3. “Follow-Through” o acompañamiento, en esta fase se completa la fase del impulso con extensión total de cadera, rodilla y flexión plantar de tobillo, 4. “Recovery”, recuperación del patín de impulso.

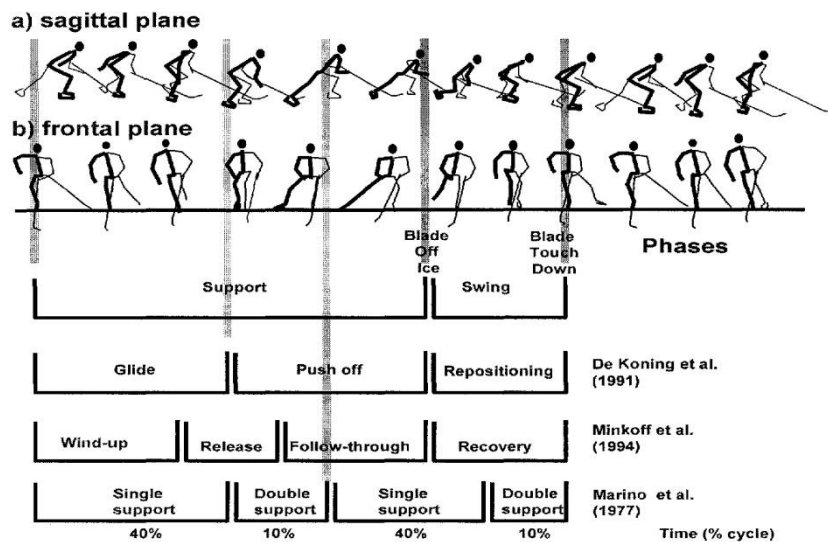


Figura 11. Fases del patinaje hacia delante según diferentes autores.

Para Marino et al. (1977) cada una de estas fases representa el 80% y el 20% del tiempo empleado (respectivamente), en cada ciclo o “stride”, aunque estos porcentajes pueden variar sustancialmente en función de si el jugador está acelerando, decelerando o simplemente deslizando (Pearsall et al., 2000). Así pues, cuando un jugador está cansado o fatigado, el tiempo en el que permanece sobre un apoyo disminuye a la vez que aumenta el tiempo de apoyo sobre dos patines. Por tanto, no existe una única manera de patinar o no se mantienen las mismas características de los movimientos al patinar, sino que los jugadores están continuamente cambiando de dirección, acelerando, deslizando o decelerando, lo cual modificará en cierta medida estas características (Bracko et al., 1998; Marino et al., 2000).

Las fases del ciclo de patinaje hacia delante en hockey línea son descritas a continuación (pierna derecha). Para ello, se ha seguido el modelo de tres fases del ciclo de patinaje y la terminología adoptada por De Koning et al. (1991, 1997), Pearsall et al. (2000) y Goudreault (2002) (figura 12):

- **Contacto inicial:** el patín derecho inicia el contacto con el suelo y el peso del cuerpo recae progresivamente sobre esta pierna.
- **Fase de deslizamiento (“glide phase”):** después del contacto en el suelo, el patín derecho guía el movimiento del cuerpo hacia delante. El peso recae totalmente sobre esta pierna. Existe una flexión de cadera, rodilla y posición neutra de tobillo que progresivamente tiende hacia la flexión dorsal de tobillo antes de la fase de impulso. La pierna contraria inicia el recobro o la recuperación.
- **Fase de impulso (“push-off phase”):** al final de la fase de deslizamiento, el patín comienza el impulso. La pierna de impulso realiza un movimiento de abducción, extensión y rotación externa de cadera, extensión de rodilla y flexión plantar de tobillo. El patinador avanza hacia delante sobre la pierna contralateral que ahora desliza (izquierda).
- **Fase de recuperación (“recovery or swing phase”):** tras el impulso, la pierna vuelve por el aire a la posición central para el inicio del siguiente ciclo. Durante esta fase, la pierna de recuperación deshace el movimiento anterior de impulso realizando una aducción, flexión y rotación interna de cadera, flexión de rodilla y flexión dorsal de tobillo. La pierna

contraria comienza el impulso a mitad de esta fase. Esta fase termina cuando el patín se apoya en el suelo, comenzando un nuevo ciclo.

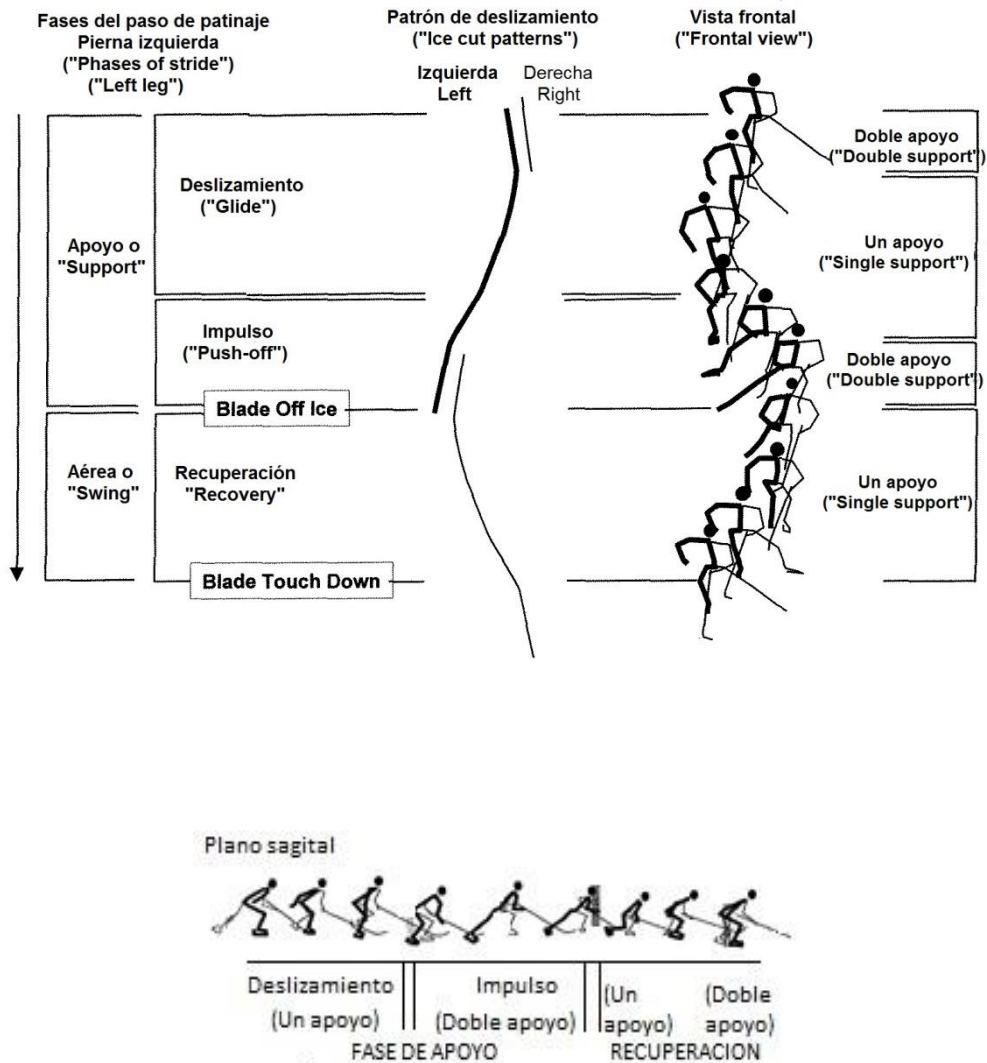


Figura 12. Fases del movimiento de patinaje hacia delante ("Phases of stride"). Se representan las fases de la pierna derecha del patinador en "negrita". Modificado de Pearsall et al. (2000).

#### **4.6. ASPECTOS BIOMECÁNICOS DEL PATINAJE EN HOCKEY LÍNEA: ACTIVIDAD MUSCULAR (EMG) Y RANGOS DE MOVIMIENTO ARTICULAR (ROM).**

Actualmente, no se encuentran estudios biomecánicos que analicen los movimientos de patinaje en hockey línea. Sin embargo, existen diversos estudios biomecánicos (cinéticos y cinemáticos), que analizan las técnicas de patinaje en jugadores de hockey sobre hielo y en patinaje de velocidad sobre hielo. Puesto que los movimientos realizados al patinar en estas modalidades son similares a los realizados por los jugadores de hockey sobre patines en línea, en este apartado del estudio se presentan datos biomecánicos procedentes de estos estudios. No obstante, tal y como señalan diferentes autores, aunque la técnica de patinaje ejecutada por los jugadores de hockey línea, hockey sobre hielo y patinaje de velocidad sobre hielo es muy similar, la baja fricción del hielo y la utilización de cuchillas en lugar de ruedas pueden modificar algunos aspectos de la técnica de patinaje en hockey línea con respecto al hockey sobre hielo y el patinaje de velocidad. Por ello, la transferencia de los datos aportados por estos estudios biomecánicos al hockey línea debería hacerse con cautela (Marino, 1983; Minkoff et al., 1994). Futuros estudios deberían llevarse a cabo sobre el análisis de los aspectos biomecánicos propios del hockey línea.

Algunas definiciones aclaratorias previas:

- **Paso de patinaje hacia delante (“Stride”)**: patrón de movimiento cíclico bifásico o trifásico (según autores), de patinaje que permite el avance del jugador hacia delante. Este movimiento comienza cuando el patín recuperado contacta con el suelo, continúa hacia el deslizamiento (“glide”), realiza el empuje o impulso (“push-off”) y finalmente se lleva a cabo la recuperación (“recovery”) de la pierna de impulso. Durante este movimiento se alternan posiciones de un apoyo y dos apoyos en el suelo con los patines y existe una transferencia de peso de una pierna a otra.
- **Carga de peso o “Weight Acceptance”**: Es el momento en el cual el patín contacta totalmente con el suelo y se produce la carga del peso corporal sobre este patín. Coincide con el comienzo del ciclo de patinaje y con la fase de deslizamiento. Es el comienzo de la preparación del impulso.



- **Separación de los patines o “Stride Width”:** Es la distancia de separación de los pies durante la fase de impulso en el plano frontal. Esta distancia es debida a la abducción de cadera de la pierna de impulso.
- **Distancia recorrida o “Stride Length”:** Es la distancia recorrida desde una visión lateral desde el inicio al final del ciclo completo de patinaje en dirección al sentido de la marcha. Es decir, es la distancia de avance conseguida después de un ciclo de patinaje o “stride”.
- **Frecuencia del ciclo de patinaje o “Stride Rate”:** Número de ciclos de patinaje por minuto.

#### 4.6.1. Posición básica del jugador de hockey línea.

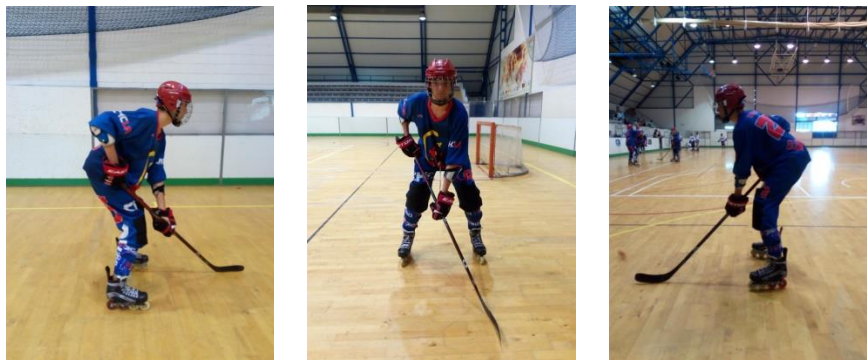
La posición básica adoptada por el jugador de hockey línea, cuando desliza sobre sus dos patines o cuando está parado, es similar a la adoptada por el jugador de hockey sobre hielo y a la de otros deportes como en el caso de la posición de defensa del jugador de baloncesto (figura 13). Esta posición básica ha sido descrita por varios autores de la siguiente forma (Roy, 1977; Hockey Canada, 2002; Bracko, 2004):

- Patines separados ligeramente más de la anchura de los hombros con apoyo de todas las ruedas en el suelo y en posición vertical. El peso del cuerpo recae en las dos piernas por igual.
- Caderas flexionadas y dirigidas hacia delante. Tronco ligeramente inclinado hacia delante con la espalda recta en un ángulo aproximado de 50° entre los muslos y el tronco.
- Las rodillas flexionadas aproximadamente 90° y alineadas con la punta de los pies.
- Tobillos en ligera flexión dorsal con 70°-80° aproximadamente entre la tibia y el patín.
- Stick apoyado en el suelo por delante del cuerpo y a un lado.

Adoptar una buena posición básica resulta fundamental por varias razones (Pearsall et al., 2000; Upjohn et al., 2008):

- Favorece el equilibrio y la estabilidad puesto que aumenta la base de sustentación y baja el centro de gravedad, acercándose más al suelo y evitando las caídas.

- Favorece la amortiguación de las irregularidades del terreno y los contactos al patinar, absorbiendo las fuerzas y haciendo el patinaje más fluido y estable.
- Favorece el aumento de la longitud de la “zancada” al patinar, permitiendo mayores rangos de extensión de rodilla, cadera y tobillo durante la fase de impulso y mejorando el tiempo en la fase de recobro (straid rate), lo cual permite aplicar mayor potencia a los impulsos, mayor longitud del “zancada o paso” durante la extensión (stride width) y mayor distancia recorrida por “zancada” (stride length), lo cual repercute en mayor velocidad.
- Predispone al jugador a poder llevar a cabo cualquier maniobra con sus patines (giros, frenadas) y mantener el equilibrio frente a contactos con otros jugadores o con la valla.



**Figura 13. Posición básica del jugador de hockey línea.**

Bracko et al. (1998) analizaron el tiempo invertido y el nivel de frecuencia de 27 características de patinaje ejecutadas durante un partido por jugadores de hockey sobre hielo (delanteros) de la National Hockey League. Estos autores encontraron que la mayoría del tiempo del partido (39% del tiempo total del partido) los jugadores lo emplearon en deslizar sobre dos patines en posición básica. Este dato sugiere que la posición básica es una característica importante tanto en hockey hielo como en hockey línea, ya que a partir de ella se ejecutan todas las demás técnicas tales como giros, frenadas, contactos con el cuerpo y con el stick y el puck.

Como se ha comentado anteriormente, esta posición puede verse ligeramente modificada por varios factores, entre ellos, la longitud y el agarre del stick. Un stick corto y un agarre bajo,

favorecerá el aumento de flexión de tronco, cadera, rodilla y tobillo (flexión dorsal), y al contrario. Como norma general, el tamaño del stick se mide con el jugador de pie con los patines puestos y apoyándolo en el suelo perpendicular por delante de éste. De esta manera, el extremo superior del stick debe quedar entre la barbilla y la nariz. Asimismo, el agarre de las manos al stick debe quedar a la separación de los hombros. Los defensas suelen utilizar sticks un poco más largos que los delanteros para llegar más lejos y tener más brazo de palanca al disparar a portería. Por el contrario, los delanteros suelen utilizar sticks más cortos para poder manejarlo mejor a la hora de regatear y controlar el puck.

#### **4.6.2. Patinaje hacia delante.**

La repetición de algunos gestos técnicos junto a la naturaleza tónica de los músculos posturales, pueden producir cambios o adaptaciones músculo-esqueléticas en el deportista tales como cortedad de la musculatura, desalineaciones articulares y desequilibrios musculares (Wang et al., 1993; Asplund & St Pierre, 2004; Clarsen et al., 2010; Kawalek & Grastzka, 2013). Estas adaptaciones musculoesqueléticas, así como una deficiente ejecución técnica son origen frecuente de aparición de problemas y lesiones (Arroyo et al., 2004; Petersen & Hölmich, 2005; Kawalek & Garsztk, 2013). Por tanto, llevar a cabo un análisis cinemático de las técnicas propias de cada deporte ayudará a los entrenadores en varios aspectos: 1) tener un mayor conocimiento sobre la ejecución técnica correcta de los movimientos básicos, detectar errores y favorecer su correcta enseñanza; 2) identificar aquellos aspectos principales de las técnicas que potencian el rendimiento de los deportistas y por tanto, la mejora de los resultados; y 3) diseñar programas de entrenamiento adecuados para mejorar el rendimiento de sus deportistas y prevenir lesiones.

#### ***Factores físicos y mecánicos que influyen en la ejecución técnica del patinaje hacia delante.***

La cinemática del patinaje hacia delante es evidente en todas las modalidades de patinaje sobre hielo (hockey, artístico, velocidad), patinaje en línea (hockey, velocidad, artístico) y en otras modalidades de esquí como el esquí de fondo (Minkoff et al., 1994). Sin embargo, aunque los patrones motores generales de movimiento de patinaje en hockey línea y hockey sobre hielo son similares a los exhibidos en el patinaje de velocidad y en el patinaje artístico, patinar con el stick en la mano, el contexto del juego y las acciones llevadas a cabo por los jugadores son muy

diferentes entre unas modalidades deportivas y otras. Las características propias del hockey línea y hockey sobre hielo hace que los jugadores deban llevar a cabo modificaciones en la ejecución técnica de los movimientos y en el diseño específico de los patines, definiendo así un patrón específico de movimiento que varía en mayor o menor medida con las modalidades anteriormente mencionadas. Por ejemplo, un jugador de hockey línea o hockey sobre hielo debe salir, acelerar, decelerar, frenar y cambiar de dirección rápidamente en función de las demandas del juego, debiendo tomar decisiones sobre sus acciones en poco tiempo. Por el contrario, un patinador de velocidad sólo debe preocuparse en patinar a gran velocidad hacia delante (nunca hacia atrás), no debe frenar ni cambiar de dirección constantemente, ni hacer transiciones, tampoco llevan un stick en la mano. Los patinadores de artístico deben ejecutar saltos y piruetas en el aire manteniendo el equilibrio con una posición del cuerpo más alta (Pearsall et al., 2000).

Además, el movimiento de patinaje que ejecutan los jugadores de hockey línea o hockey sobre hielo no sigue un patrón idéntico ya que varía dependiendo de la situación o momento del juego (aceleración, deslizamiento, deceleración), del diseño del patín, o de las características de la superficie de juego, entre otras. Es por ello, que la ejecución de las técnicas de patinaje viene condicionada por la interacción de múltiples factores mecánicos que pueden alterar ligeramente el patrón de movimiento.

En base a la descripción realizada por Hay (1993) y Pearsall et al. (2000) el rendimiento óptimo de la ejecución técnica del patinaje hacia delante en hockey línea viene determinado por múltiples factores tanto físicos como mecánicos: longitud del impulso (distancia recorrida de la pierna de impulso, distancia de deslizamiento), frecuencia de impulso (tiempo de apoyo y tiempo de recuperación), resistencia de la superficie de deslizamiento, nivel de fricción entre las ruedas y su contacto con el suelo, ángulo de las ruedas con respecto al suelo, diseño del patín (bota, ruedas, rodamientos), nivel de patinaje del patinador (principiante o avanzado), medidas antropométricas del patinador y resistencia del aire, entre otras (figura 14).

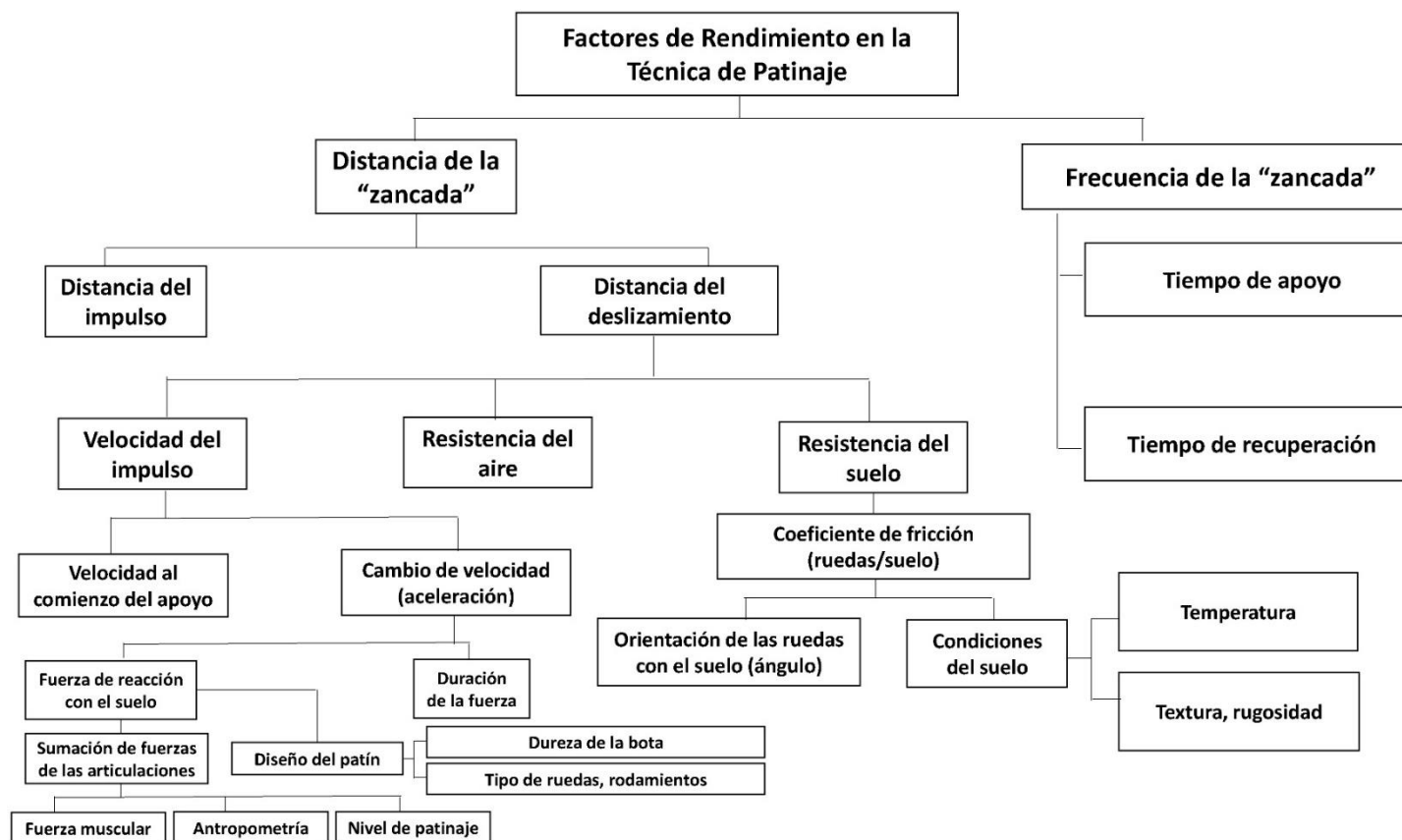


Figura 14. Relación entre el rendimiento en el patinaje (velocidad) y factores macánicos y físicos. Modificado de Hay (1993) y Pearsall et al. (2000).

Entre todos los factores que pueden influir en la ejecución de las técnicas propias del patinaje en hockey línea, habrá que prestar especial atención a las características de la superficie donde se patina que afectan al “agarre” y al deslizamiento de los patines (terrazo, sintéticas, madera, interiores o exteriores), a las características de los patines utilizados (tamaño y dureza de las ruedas, precisión de los rodamientos, diseño de la bota) y nivel de experiencia de los jugadores (principiantes o de élite). Actualmente, no existen estudios que aporten datos sobre la influencia que estos factores tienen sobre la técnica de patinaje en hockey línea.

***Rangos de movimiento articular (ROM) de la extremidad inferior durante el patinaje hacia delante.***

El patinaje hacia delante en hockey línea es único y diferente a cualquier movimiento deportivo. Por tanto, crea unas demandas específicas sobre el cuerpo que no son reproducibles en la mayoría de los demás deportes. Los movimientos que el jugador de hockey línea realiza durante el ciclo de patinaje hacia delante son similares a los ejecutados por los jugadores de hockey sobre hielo. Estos movimientos se centran en la extremidad inferior implicando a sus principales articulaciones tales como cadera, rodilla y tobillo, en sus tres planos (sagital, frontal y transversal) y en sus tres ejes (vertical, horizontal y antero-posterior) (Page, 1975; Minkoff et al., 1994; Upjohn et al., 2008; Buckeridge, et al., 2015; Shell et al., 2017).





Durante la fase de deslizamiento, cuando el patín apoya en el suelo y progresivamente se va cargando el peso del cuerpo sobre esta pierna, se lleva a cabo una flexión progresiva de cadera, rodilla y flexión dorsal de tobillo. La fase de impulso o “push-off” comienza a mitad de la fase de deslizamiento sobre un apoyo y se lleva a cabo mediante una rotación externa, abducción y extensión de cadera, junto con una extensión de rodilla y una flexión plantar de tobillo. La posterior fase de recuperación de la pierna de impulso se lleva a cabo mediante una aducción, flexión y rotación interna de cadera, flexión de rodilla y flexión dorsal de tobillo (Marino & Weese, 1979; Minkoff et al., 1998; Pearsall et al., 2000) (tabla 5).

**Tabla 5. Resumen de los movimientos articulares realizados por la extremidad inferior durante el patinaje hacia delante.**

|                      | Fase de deslizamiento        |                        | Fase de impulso          |                              | Fase de recuperación   |                              |
|----------------------|------------------------------|------------------------|--------------------------|------------------------------|------------------------|------------------------------|
|                      | Pierna de apoyo              | Pierna de recuperación | Pierna de impulso        | Pierna de deslizamiento      | Pierna de recuperación | Pierna de deslizamiento      |
| <b>Cadera</b>        | Flexión                      | Extensión              | Extensión                | Flexión                      | Flexión                | Flexión                      |
|                      |                              | Rotación interna       | Rotación externa         | Rotación externa             | Rotación interna       |                              |
|                      |                              | Aducción               | Abducción                |                              | Aducción               |                              |
| <b>Rodilla</b>       | Flexión                      | Extensión              | Extensión                | Flexión                      | Flexión                | Flexión                      |
|                      | Rotación externa             | Rotación interna       | Abducción (ligero valgo) | Rotación externa             | Aducción (ligero varo) | Rotación externa             |
|                      | Neutra en abducción-aducción |                        | Rotación externa         | Neutra en abducción-aducción | Rotación interna       | Neutra en abducción-aducción |
| <b>Tobillo y pie</b> | Flexión dorsal               | Flexión dorsal         | Flexión plantar          | Flexión dorsal               | Flexión dorsal         | Flexión dorsal               |
|                      | Abducción-pronación          | Aducción-supinación    | Abducción-pronación      | Abducción-pronación          | Aducción-supinación    | Aducción-supinación          |
|                      | Inversión                    |                        | Eversión                 | Eversión                     |                        |                              |

El movimiento realizado por los jugadores de hockey hielo al patinar sigue un patrón común a lo largo de las fases del ciclo de patinaje, con unos rangos de movimiento articular generales (tabla 6). Sin embargo, los rangos de movimiento de las articulaciones durante el patinaje varían a lo largo de un partido según se esté acelerando o deslizando, según el sexo o el nivel de experiencia del jugador, entre otros factores (Minkoff et al., 1994). Por su similitud, estas variaciones también pueden ser transferibles al hockey línea.

**Tabla 6. Resumen ROM articular de los movimientos de la extremidad inferior durante el patinaje hacia delante (Adaptado de Minkoff et al., 1994).**

| Fases de Patinaje                   |  Principio del deslizamiento (contacto patín en el suelo) |  Mitad del impulso |  Final del impulso |  Recuperación |
|-------------------------------------|--|---|--|--|
| <b>Cadera extensión (flexión)*</b>  | 40°- 45°(140°-135°)  | 100°(80°)   | 180°(0°)   | 180°- 140°(0°-40°)   |
| <b>Rodilla extensión (flexión)*</b> | 90°(90°)   | 160°(20°)   | 180°(0°)   | 180° - 90°(0°-90°)   |
| <b>Tobillo</b>                      | Flexión dorsal   | Neutral   | Flexión plantar  | Flexión dorsal   |
| <b>Pie</b>                          | Neutro   | Pronado   | Pronado  | Supinado   |

\*El ángulo de 180° equivale a la posición neutra de 0° en flexión de cadera y rodilla.

Cabe destacar que los rangos de movimiento expresados anteriormente en relación a la flexión de cadera y rodilla deben ser interpretados de la siguiente manera: 180° equivalen a la posición neutra de cadera y rodilla de 0°.



El rango de flexión plantar de tobillo realizado durante la fase de impulso es reducido debido principalmente a la restricción del movimiento ofrecido por la altura de la bota y la rigidez de la suela del patín (Pearsall et al., 2000).

Song & Reid (1979) estudiaron la relación entre la flexibilidad, la fuerza de la extremidad inferior y la velocidad de patinaje en jugadores de hockey sobre hielo, encontrando que la fuerza de los flexores de cadera, la flexibilidad de la musculatura flexora dorsal de tobillo, abductora y aductora de cadera, flexora y extensora de rodilla, fueron los factores más importantes a la hora de predecir la velocidad de patinaje de los jugadores en 25 metros desde una salida de parado.

McPherson et al. (2004) encontraron valores medios similares de ROM durante la aceleración en jugadores de hockey sobre hielo a los encontrados por Minkoff et al. (1994). Estos valores fueron: flexión de cadera 91° y flexión de rodilla 103° durante la fase de contacto del patín con el suelo, y flexión de cadera 149°, flexión de rodilla 156° y flexión de tobillo 99° durante la fase de impulso (tabla 7).



**Tabla 7. Resumen valores angulares durante la aceleración en jugadores de hockey sobre hielo (McPherson et al., 2004).**

| Fases de Patinaje            |  |  |
|------------------------------|---|---|
|                              | Principio del deslizamiento<br>(contacto patín en el suelo)                       | Final del impulso   |
| Cadera extensión (flexión)*  | 91°(89°)  | 149°(31°)   |
| Rodilla extensión (flexión)* | 103°(77°)   | 156°(24°)   |
| Tobillo                      | ---   | 99°(Flexión plantar 9°)   |

\* Los valores entre paréntesis corresponden al ángulo con respecto a la posición neutral de 0°.

***ROM articular en patinaje hacia delante según nivel de experiencia de los jugadores.***

Diferentes estudios cinemáticos han valorado las diferencias de los movimientos realizados al patinar entre jugadores de hockey sobre hielo de mayor y menor nivel. Estos estudios concluyen en que el nivel de experiencia de los jugadores de hockey influye en la técnica de patinaje y su biomecánica, de manera que los jugadores de mayor nivel consiguen mayor velocidad y rendimiento que los jugadores de menor nivel (McCaw & Hoshizaki, 1987; Marino et al., 1989; Minkoff et al., 1994; Upjohn et al., 2008; Renaud et al., 2017).

Minkoff et al. (1994) señalan como aspectos principales para diferenciar a los patinadores rápidos de los lentos los siguientes:

- Menor ángulo de flexión de rodilla al principio de la fase de recuperación tras el impulso (90° aprox.).
- Un trabajo significativamente mayor durante el impulso.
- Un ligero aumento de la velocidad de impulso “stride rate” (impulsos por minuto).
- Mayor velocidad de extensión de rodilla durante el impulso.
- Un rápido pero potente impulso.
- Un ángulo de impulso del patín con respecto al suelo de 45°.

Upjohn et al. (2008) compararon las diferencias cinemáticas durante el movimiento de patinaje hacia delante de 10 jugadores de hockey sobre hielo, 5 de ellos fueron catalogados de alto nivel y 5 de bajo nivel. El estudio se llevó a cabo en el laboratorio con una plataforma de deslizamiento ("treadmill") que simulaba el movimiento realizado sobre el hielo y con grabación en vídeo en los tres planos de movimiento (tabla 8).

En el plano sagital, los jugadores de mayor nivel mostraron mayores rangos de flexión de cadera, rodilla y flexión dorsal de tobillo durante la fase de deslizamiento y carga de peso previa a la fase de impulso que los jugadores de menor nivel. Un mayor grado de flexión de cadera, rodilla y flexión dorsal de tobillo durante la fase de apoyo y carga de peso es indicativo de un mayor grado de contracción excéntrica de la musculatura anterior del muslo (cuádriceps), posterior (isquiosurales) y tríceps sural antes de la contracción concéntrica durante la fase de impulso. Estos mayores grados de flexión de las articulaciones favorecen el almacenamiento de energía elástica y contribuye a crear mayor fuerza y potencia durante la posterior fase de impulso, incrementando así la velocidad (McCaw & Hoshizaki, 1987; Marino et al., 1989; Upjohn et al., 2008). Igualmente, el mayor ROM de la extensión de rodilla y flexión plantar de tobillo durante la fase de impulso genera mayor potencia y contribuye a adquirir una mayor velocidad (Upjohn et al., 2008).

En el plano frontal, los jugadores de mayor nivel consiguen mayores grados de abducción de cadera, rodilla y tobillo que los jugadores de menor nivel (Upjohn et al., 2008).

En el plano transversal, los jugadores de mayor nivel tienden a adoptar una ligera mayor rotación interna de rodilla ( $1^{\circ}$ - $6^{\circ}$ ), mientras que los jugadores de menor nivel adoptan una rotación interna de rodilla ( $3^{\circ}$ - $6^{\circ}$ ), durante la fase de apoyo e impulso, antes de la fase de recuperación (Upjohn et al., 2008).

Los autores encontraron que aunque los jugadores de mayor nivel mostraron mayores rangos de movimiento en el plano frontal y sagital con respecto a los jugadores de menor nivel, sólo se encontraron diferencias significativas en la abducción de rodilla, flexión de rodilla y rotación interna-externa de rodilla. La mayor velocidad conseguida por los patinadores más experimentados la atribuyeron a la mayor velocidad durante la fase de recuperación del ciclo de patinaje y a la mayor separación durante la fase de impulso, contribuyendo así a una mayor distancia de deslizamiento. Asimismo, señalan que los movimientos de flexión-extensión de la

cadera y rodilla realizados en el plano sagital, son los que más contribuyen al aumento de velocidad durante la fase de impulso (Upjohn et al., 2008).

**Tabla 8. Diferencias de los valores angulares de las articulaciones durante el patinaje hacia delante entre jugadores de alto y bajo nivel de patinaje (Upjohn et al., 2008).**

| Valores de ROM<br>(°) | Fase de Preparación<br>("Stance") |                         | Fase de impulso<br>("Propulsion") |                         |
|-----------------------|-----------------------------------|-------------------------|-----------------------------------|-------------------------|
|                       | Jugadores de alto<br>nivel        | Jugadores<br>bajo nivel | Jugadores de alto<br>nivel        | Jugadores<br>bajo nivel |
| <b>Flexión</b>        |                                   |                         |                                   |                         |
| Cadera                | 42,8±1,5                          | 41,6±2,4                | 2,5±2,4                           | 2,2±1,3                 |
| Rodilla               | 48,2±1,7*                         | 29,1±1,9*               | 13,4±2,6                          | 8,0±1,9                 |
| Tobillo               | -3,0±1,5                          | -1,2±1,9                | 11,1±1,9                          | 12,3±1,4                |
| <b>Abducción</b>      |                                   |                         |                                   |                         |
| Cadera                | 0,2±2,1                           | 0,7±1,2                 | 6,6±2,4                           | 9,2±0,6                 |
| Rodilla               | -1,9±0,0*                         | -9,2±1,7*               | 4,7±1,1*                          | -0,5±0,9*               |
| Tobillo               | 5,2±1,2                           | 6,7±1,4                 | 6,2±1,4                           | 7,5±1,6                 |
| <b>Rotación</b>       |                                   |                         |                                   |                         |
| Cadera                | 1,4±1,3                           | 3,3±1,6                 | 5,5±1,4                           | 7,8±1,9                 |
| Rodilla               | -0,4±1,4*                         | -5,2±0,9*               | 1,0±0,8                           | 2,1±2,0                 |
| Tobillo               | 1,0±0,6                           | 2,6±0,7                 | 6,9±0,9                           | 10,0±0,7                |

\*P<0,05. Valores negativos para flexión dorsal de tobillo, aducción y rotación externa de rodilla.

Renaud et al. (2017) valoraron diferentes aspectos biomecánicos del movimiento realizado durante la salida de patinaje desde parado por jugadores experimentados y principiantes mediante un análisis en 3D con cámaras de vídeo en una pista de hockey hielo. Aunque estos autores encontraron diferencias significativas en algunos de los aspectos valorados (velocidad de ciclos de patinaje, distancia de deslizamiento, tiempo empleado en la fase de doble apoyo), no encontraron diferencias significativas entre los jugadores principiantes y experimentados en cuanto a rangos de movimiento de las articulaciones de la extremidad inferior. Concluyendo que, en general, los patrones de movimiento entre ambos grupos son similares. Sin embargo, la mayor velocidad mostrada por los jugadores más experimentados la atribuyeron a la mayor velocidad de movimiento de las articulaciones y mayor fuerza ejercida sobre el hielo, no a la amplitud de movimiento. Asimismo, concluyeron

que los movimientos que más influyen sobre la velocidad de los jugadores son la abducción, rotación externa y extensión de cadera realizadas durante la fase de impulso (tabla 9).

**Tabla 9. Valores de ROM (°) de ambas piernas (1 y 2) según nivel de los jugadores para el primero y segundo ciclo de patinaje (Tomado de Renaud et al., 2017). Media ± desviación estándar.**

|             |     |     | Flexión<br>cadera | Abducción<br>cadera | Rotación ext.<br>Cadera | Flexión de<br>rodilla | Flexión<br>dorsal tobillo |
|-------------|-----|-----|-------------------|---------------------|-------------------------|-----------------------|---------------------------|
| Pierna<br>1 | SP1 | Exp | 64,5±13,9         | 32,7±8,9            | 15,7±22,2               | 101,4±6,2             | 23,6±8,9                  |
|             |     | Pri | 64,0±8,9          | 28,1±9,4            | 8,5±7,4                 | 91,8±14,0             | 20,4±5,8                  |
|             | SP2 | Exp | 75,3±7,2          | 22,3±6,8            | 4,9±7,6                 | 119,4±9,3             | 21,7±8,0                  |
|             |     | Pri | 75,8±4,9          | 17,4±6,9            | 5,8±5,5                 | 111,2±10,4            | 17,5±4,7                  |
| Pierna<br>2 | SP1 | Exp | 66,4±12,8         | 33,4±12,6           | 9,3±9,5                 | 114,6±9,1             | 24,5±8,5                  |
|             |     | Pri | 71,5±9,0          | 29,5±10,0           | 4,7±8,5                 | 103,4±7,6             | 18,4±5,9                  |
|             | SP2 | Exp | 74,9±7,8          | 23,3±7,2            | 1,0±7,3                 | 114,6±9,9             | 23,4±8,2                  |
|             |     | Pri | 64,5±21,4         | 18,7±9,7            | 4,9±13,0                | 104,9±8,0             | 18,9±5,2                  |

SP1: pasos del 1 al 2 de la salida; SP2: pasos del 2 al 4 de la salida. Exp: jugadores experimentados; Pri: jugadores principiantes.

#### ***ROM articular durante el patinaje hacia delante según la velocidad.***

El movimiento articular realizado durante el ciclo de patinaje varía según la velocidad. Diferentes estudios han relacionado los rangos de movimiento con la velocidad conseguida entre jugadores de hockey sobre hielo durante el ciclo de patinaje hacia delante (Page, 1975; Marino, 1977; Marino & Wesse, 1979; Minkoff et al., 1994; Upjohn et al., 2008; Chang et al., 2009; Budarick, 2017; Shell et al., 2017).

Page (1975) valoró a 14 jugadores de hockey sobre hielo entre los que se encontraban jugadores jóvenes, universitarios, profesionales y recreativos para determinar las diferencias entre los patinadores rápidos y lentos. Los jugadores fueron grabados en vídeo mientras patinaban lo más rápido posible durante una distancia de 12,19 metros. El vídeo fue utilizado para medir los ángulos de abducción de cadera, flexión de rodilla, inclinación del tronco sobre el hielo y el tiempo empleado en la fase de recuperación del patín de impulso. Las marcas hechas sobre el hielo fueron empleadas para medir la distancia recorrida por el patín derecho, izquierdo y la distancia total de separación entre los dos patines durante el impulso (“Stride Length”). Los patinadores de hockey más rápidos mostraron mayor grado de flexión de rodilla y cadera antes de la fase de impulso, mayor grado de inclinación de tronco y mayor grado de abducción de cadera que los jugadores más lentos (“Stride Width”). También encontraron que los jugadores más rápidos emplearon menos tiempo en la recuperación del patín tras la fase de impulso. Por tanto, la mayor velocidad conseguida podría ser debida a una mayor pre-

flexión de cadera, rodilla antes del impulso, mayor inclinación del tronco y mayor separación de los patines en el plano frontal durante el impulso (tabla 10).

**Tabla 10. Diferencias biomecánicas entre jugadores rápidos y lentos al patinar hacia delante. Modificado de Page (1975).**

| Variables de patinaje                                      | Patinadores rápidos | Patinadores lentos |
|--|---------------------|--------------------|
| Separación pierna izquierda (left stride width) cm.        | 53,8                | 45,1               |
| Separación pierna derecha (right stride width) cm.         | 74,1                | 51,9               |
| Separación total entre piernas (width between strides) cm. | 53,8                | 45,1               |
| Tiempo de recuperación después del impulso (seg.)          | 0,3                 | 0,4                |
| Flexión de rodilla con respecto al muslo (°)*              | 106,1(73,9)         | 123,6(56,4)        |
| Flexión de cadera con respecto al tronco (°)*              | 57,0(123)           | 65,3(114,7)        |
| Inclinación del tronco con respecto a la vertical (°)      | 51,3                | 40,8               |
| Abducción de cadera (°)                                    | 48,3                | 35,3               |

\* Los valores de flexión de rodilla y cadera son tomados desde posición neutra de 180°. Entre paréntesis desde posición neutra de 0°.

Marino (1977) estudió los aspectos cinemáticos del patinaje sobre hielo a diferentes velocidades y encontró que la velocidad aumentaba con el aumento de la frecuencia del paso o “Stride Rate” que con la distancia o separación de los patines durante el impulso “Stride Width”. De esta manera, la velocidad depende más del número de impulsos que de la distancia o separación de los patines durante la fase de impulso (extensión de cadera, rodilla y flexión plantar de tobillo). Asimismo, la velocidad disminuye durante las fases de doble apoyo.

Según Marino & Weese (1979) la aceleración comienza cuando un patín está en contacto con el suelo y el otro patín se encuentra aproximadamente a mitad de camino de la fase de recuperación (un apoyo) después de finalizar el impulso (abducción y rotación externa de la cadera junto con la extensión de la cadera y rodilla). La fase de aceleración continúa hasta que el patín de recuperación se apoya de nuevo en el suelo junto al patín que desliza (doble apoyo de la fase de impulso). Cuando el patín de impulso se despega del suelo (al final del impulso) y comienza la recuperación, debería estar en línea recta con la rodilla, cadera y hombro de la pierna (figura 15). La fase de deslizamiento sobre un solo apoyo (“Single-Support Glide Phase”), es el corto periodo de tiempo durante el cual un patín está deslizando y el patinador decelera. Para estos autores, la fase de apoyo sobre un pie ocupa el 82% del tiempo del ciclo de patinaje y un 18% la fase de doble apoyo. La aceleración ocurre durante toda la fase de doble apoyo y durante el 50% de la fase de un apoyo.



**Figura 15. Posición del patín al final de la fase de impulso (“Push-Off Phase”).**

MInkoff et al. (1994) señalan como variables que favorecen la aceleración de los jugadores de hockey sobre hielo las siguientes:

- Aumento de la velocidad de impulsos (número de impulsos por minuto o “stride rate”).
- Aumento de la inclinación del tronco hacia delante (disminución del ángulo de flexión de cadera  $40^\circ$  en el momento de apoyo del patín de recuperación. Ángulo tronco-muslo).
- Corta fase de doble apoyo.
- El patín situado debajo de la cadera antes de comenzar el impulso.
- Disminución del ángulo del patín de impulso durante la recuperación ( $45^\circ$ - $52^\circ$ ).
- Centro de gravedad por delante del patín de apoyo.
- Disminución del ángulo del patín con respecto al suelo en el impulso ( $45^\circ$ ).

Para Bracko (2004) una amplia separación de los patines en abducción de cadera (“Stride Width”), con una rápida fase de recuperación (“Stride Rate”), es característico de los patinadores más rápidos. También una mayor flexión de tronco hacia delante es característica de los patinadores más rápidos.

Por el contrario, Upjohn et al. (2008) encontraron mayores rangos de movimiento en flexión de cadera, rodilla y flexión dorsal de tobillo durante la fase de deslizamiento y apoyo

del peso del cuerpo sobre el patín previo a la fase de impulso en los jugadores más rápidos. Estos mayores rangos de movimiento previos a la fase de impulso producen una mayor contracción excéntrica y un mayor almacenamiento de energía elástica que se sumará después a la fase de impulso produciendo así mayor fuerza y favoreciendo el aumento de velocidad. Estos autores atribuyen el aumento de la velocidad de patinaje a la disminución del tiempo durante la fase de recuperación del patín tras el impulso (“Stride Rate”) y al incremento del ROM en el plano sagital y frontal, lo cual contribuye a conseguir mayor distancia de desplazamiento (“Stride Length”). La distancia de separación de las piernas durante el impulso o la abducción de cadera (“stride width”), permite la posición más oblicua del patín sobre la superficie produciendo un impulso más efectivo.

Chang et al. (2009) evaluaron biomecánicamente el movimiento de patinaje hacia delante de siete jugadores de hockey sobre hielo a diferentes velocidades (3,33 m/s, 5 m/s, y 6,66 m/s), encontrando que las mayores velocidades de patinaje no alteran significativamente el rango de movimiento total de la cadera, rodilla o tobillo. La diferencia de velocidad se produce por el aumento en la distancia de deslizamiento (“Stride Length”), por la mayor potencia de impulso y por la mayor frecuencia del ciclo de patinaje o velocidad de movimientos (“Stride Rate”). Los jugadores pudieron conseguir mayores distancias de deslizamiento y mayor velocidad sin un aumento significativo del rango de movimiento en la extremidad inferior.

Buckeridge et al. (2015) compararon la velocidad y los rangos de movimiento ROM en cadera y rodilla, tanto en plano frontal como sagital, de 9 jugadores recreativos y 9 jugadores de mayor nivel, durante la salida a sprint de 30 metros en una pista de hockey hielo mediante un electrogoniómetro. Los jugadores de mayor nivel fueron más rápidos que los de menor nivel en todos los aspectos valorados, tanto durante la fase de aceleración (2º impulso), la fase de mantenimiento (6º impulso) y la totalidad de la distancia de 30 metros. El aumento de velocidad varía la técnica de patinaje y los rangos de movimiento de la extremidad inferior. Al principio del sprint se produce un movimiento de “carrera” (más impulsos y más cortos) y después evoluciona a un mayor deslizamiento (menos impulsos y más largos). Esto se traduce en una evolución de mayor ROM de extensión al principio y progresivamente mayor nivel de rotación externa y abducción de cadera a medida que evoluciona el sprint. En cuanto a las diferencias según nivel de patinaje, los patinadores de mayor nivel mostraron mayores rangos

de extensión de cadera en ambas fases, con mayor velocidad de extensión de cadera durante la fase de aceleración en comparación con los más lentos. Además, los más rápidos mostraron mayor ROM en abducción de cadera, ya que llevaban a cabo una mayor aducción de cadera en el momento de contacto del patín con el hielo al inicio de cada ciclo de patinaje. En cuanto a la rodilla, no encontraron diferencias significativas en el ROM entre patinadores más rápidos y lentos. Sin embargo, los patinadores más rápidos mostraron mayor velocidad de extensión de rodilla que los más lentos, lo que se traduce en mayor “golpes” de fuerza y potencia, y en consecuencia mayor velocidad. Por tanto, el incremento de la velocidad viene determinado por la velocidad de la abducción de cadera y la extensión de rodilla durante la fase de impulso (“stride rate”). En cuanto a la flexión plantar del tobillo, no se encontraron diferencias significativas de ROM entre los jugadores rápidos y lentos. Sin embargo, los jugadores más rápidos ejercieron más presión sobre la punta del pie y los más lentos sobre el medio pie y talón. Esta diferencia puede ser debida a que la mayor extensión de cadera mostrada por los patinadores más rápidos permite ejercer más presión sobre la punta del pie, lo cual contribuye a una mayor velocidad.

Budarick (2017) atribuye el aumento de velocidad a la mayor potencia muscular de los hombres y a los mayores rangos de abducción de cadera (“stride width”) y una mayor continuidad de la extensión de rodilla durante el impulso.

Renaud et al. (2017) compararon las diferencias en aspectos cinemáticos durante el ciclo de patinaje hacia delante entre 7 jugadores de hockey sobre hielo de alto nivel y 8 jugadores de bajo nivel en una pista de hockey sobre hielo. Para ello, utilizaron 10 cámaras de vídeo y colocaron marcas en diferentes puntos del cuerpo de los jugadores. Los autores concluyen que los patrones de movimiento entre ambos grupos de patinadores fueron similares, atribuyendo las diferencias en velocidad entre los jugadores de alto y bajo nivel a la rapidez de los movimientos (“Stride Rate”) y a la mayor potencia muscular que provoca mayor tracción sobre el hielo. Además, señalan que los mayores valores de abducción (“Stride Width”), rotación externa y extensión de cadera parecen resultar esenciales para la velocidad conseguida durante la fase de impulso.



**ROM articular en patinaje hacia delante: diferencias en función del sexo.**

Budarick (2017) valoró los rangos articulares de los segmentos inferiores en 9 jugadores y 10 jugadoras de élite de hockey sobre hielo (edades  $22\pm 1$  y  $21\pm 1$  años, respectivamente), cuando ejecutaron una salida a máxima velocidad para cubrir una distancia de 15 metros. Se tomaron datos mediante grabación en vídeo de 3D durante los primeros siete ciclos de patinaje.

Ambos sexos mostraron similares grados de flexión de cadera y ROM total de cadera que oscilaron entre los  $21^\circ$  de extensión y los  $83^\circ$  de flexión aproximadamente, aunque los hombres mostraron mayores valores totales de flexión de cadera que las mujeres ( $10^\circ$  aproximadamente), aunque estas diferencias no resultaron significativas. Se encontraron diferencias significativas entre jugadores y jugadoras en el plano frontal en el rango de abducción-aducción total de cadera (valores entre  $34^\circ$  de abducción y  $5^\circ$  de aducción aproximadamente). La rotación de cadera fue similar entre ambos sexos (valores entre  $25^\circ$  de rotación interna y  $30^\circ$  de rotación externa aproximadamente). Sin embargo, las mujeres tendieron a aducir y rotar internamente más la cadera con respecto a los hombres, lo que puede influir en la posición y movimiento de la rodilla y riesgo de lesiones de rodilla. Los hombres mostraron valores de flexión de rodilla significativamente mayores que las mujeres (aproximadamente  $7^\circ$ ) durante la fase de contacto y de impulso (tabla 16). En el tobillo, los valores de abducción de tobillo estuvieron entre  $6^\circ$  y  $45^\circ$ . No se encontraron diferencias significativas entre sexo.

**Tabla 11. Valores angulares y ROM de las articulaciones en patinaje hacia delante según sexo (Budrick, 2017).**

| Rangos de movimiento ( $^\circ$ )<br>(Positivo/negativo) |                          | Sexo   | Máximo                             | Mínimo                             | ROM total                          |
|--|--------------------------|--------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| Cadera   | Flexión / Extensión      | Mujer  | $66,3\pm 8,8$                      | $-3,5\pm 8,5$                      | $69,9\pm 9,4$                      |
|  |                          | Hombre | $73,4\pm 12,5$                     | $-6,5\pm 11,4$                     | $79,8\pm 12,8$                     |
|  | Aducción / Abducción     | Mujer  | <b><math>0,9\pm 5,3^*</math></b>   | <b><math>-24,7\pm 6,1^*</math></b> | $25,6\pm 7,7$                      |
|  |                          | Hombre | <b><math>-7,4\pm 6,1^*</math></b>  | <b><math>-30,0\pm 7,1^*</math></b> | $22,6\pm 10,0$                     |
|  | Rotación interna/externa | Mujer  | $14,2\pm 15,2$                     | $-8,8\pm 13,9$                     | $23,0\pm 6,8$                      |
|  |                          | Hombre | $12,5\pm 11,0$                     | $-17,4\pm 15,7$                    | $29,8\pm 11,9$                     |
| Rodilla  | Flexión / Extensión      | Mujer  | <b><math>78,2\pm 12,3^*</math></b> | $19,2\pm 6,2$                      | <b><math>59,0\pm 9,8^*</math></b>  |
|  |                          | Hombre | <b><math>90,3\pm 8,7^*</math></b>  | $21,1\pm 9,0$                      | <b><math>69,1\pm 12,2^*</math></b> |

\*Indica diferencias significativas ( $p < 0,05$ ).

Shell et al. (2017) compararon los rangos de movimiento articular en patinaje hacia delante entre 9 jugadores y 10 jugadoras de hockey sobre hielo de élite. Encontraron ángulos de abducción de cadera entre 5° durante la fase de deslizamiento (“Swing Phase”) y 25° al final de la fase de impulso (“Push Off”). Las jugadoras mostraron 10° menos de abducción de cadera que los jugadores. Los rangos de flexión-extensión y abducción de cadera fueron significativamente mayores en jugadores que en jugadoras durante los últimos apoyos, con una diferencia de 10° más, tanto en aducción de cadera como en flexión de rodilla. No se encontraron diferencias significativas en el rango de movimiento de rotación interna-externa de cadera entre sexos.

Diferentes autores sugieren que el ángulo óptimo del patín sobre la superficie del suelo durante la fase de impulso debería ser de 45° aproximadamente (Minkoff et al., 1998, Koning, 1993; Pearsall et al., 2000).

La biomecánica del patinaje en línea varía con respecto al patinaje de velocidad sobre hielo. Por ejemplo, existe una disminución significativa del rango de movimiento y velocidad angular de la rodilla. Asimismo, la máxima velocidad angular de la rodilla se produce antes del final de la fase de impulso en patinaje en línea con respecto al patinaje sobre hielo (de Boer et al., 1987).

#### ***Posición de la espalda durante el ciclo de patinaje hacia delante.***

Los jugadores de hockey línea, hockey sobre patines y hockey sobre hielo adoptan una posición de flexión de tronco durante la acción de patinar, tanto durante la fase de deslizamiento sobre dos pies como durante la fase de impulso (Page, 1975; Bracko et al., 1988; Kingman, 1999; Goudreault, 2002; Upjohn et al., 2008).

El grado de inclinación del tronco que los jugadores de hockey hielo adoptan al patinar, varía según la velocidad de patinaje y según el nivel técnico del patinador. Así, Page (1975) encontró que el ángulo de inclinación del tronco con respecto a la horizontal fue mayor en los jugadores más rápidos con respecto a los más lentos (38,6° y 49,2°, respectivamente; y en comparación con la vertical 51,4° y 40,8°, respectivamente).

Según Kingman (1999) en hockey sobre patines (patines de ejes), el grado de inclinación del tronco con respecto a la horizontal durante la fase de impulso fue de 65°,

mayor que en hockey sobre hielo, lo cual puede ser debido a la menor longitud del stick utilizada por los jugadores de hockey sobre patines.

Según Roy (2003) el ángulo de inclinación del tronco con respecto a los muslos se encuentra en torno a  $50^\circ$  durante la posición básica de patinaje en jugadores de hockey sobre hielo. Sin embargo, este grado de inclinación aumenta durante la fase de aceleración cuando el patín de recuperación contacta con el suelo, es decir, los jugadores flexionan más el tronco hacia delante para aumentar la velocidad, situándose en torno a los  $40^\circ$  (Minkoff et al., 1994).

Budarick (2017) valoró el grado de inclinación del tronco hacia delante al patinar en jugadores y jugadoras de hockey sobre hielo encontrando rangos de inclinación del tronco desde  $50,0^\circ \pm 8,3^\circ$  a  $58,9^\circ \pm 8,1^\circ$  en mujeres y desde  $48,9^\circ \pm 9,0^\circ$  hasta  $59,0^\circ \pm 9,2^\circ$  en hombres, no encontrando diferencias significativas entre sexos. Asimismo, encontraron que al inicio de la aceleración, el grado de inclinación del tronco con respecto a la vertical estuvo entre  $43^\circ$  y  $44^\circ$ , incrementándose hasta  $50^\circ$  y  $60^\circ$  con respecto a la vertical durante la fase de máxima aceleración.

A diferencia del patinaje de velocidad donde el tronco se encuentra paralelo al suelo, en hockey línea, esta posición no puede ser posible debido a que los jugadores deben mantener su cabeza alta para ver el juego. Una inclinación del tronco aumentada, como sucede en patinaje de velocidad, puede favorecer la extensión de cadera al permitir una contracción completa de la musculatura glútea, ya que una posición del tronco más vertical puede limitarla. Puesto que la mayoría de la potencia del impulso y la velocidad del patinaje es producida por la cadera y la rodilla, una posición más horizontal del tronco puede incrementar la potencia de la cadera durante el impulso (Budarick, 2017).

#### ***Nivel de activación EMG de la musculatura implicada en el ciclo o movimiento de patinaje hacia delante.***

Actualmente no se encuentran estudios que analicen el nivel de activación de la musculatura de la extremidad inferior durante el ciclo de patinaje hacia delante en jugadores de hockey línea. Sin embargo, existen algunos estudios realizados en hockey sobre hielo y patinaje de velocidad sobre hielo. Por tanto, como el movimiento de patinaje hacia delante realizado por los jugadores de hockey línea es similar al realizado por los jugadores de hockey

sobre hielo y patinaje de velocidad, en este apartado se van a presentar datos correspondientes a estas modalidades con el objetivo de tener una referencia. No obstante, estos datos deben interpretarse con cautela ya que la técnica y la biomecánica del patinaje hacia delante en hockey sobre hielo y patinaje de velocidad pueden variar ligeramente con respecto al patinaje en hockey sobre ruedas en línea (Marino, 1983; Minkoff et al., 1994). Futuros estudios deberían llevarse a cabo para valorar los niveles de activación muscular que se producen durante el ciclo de patinaje en jugadores de hockey línea.

Los movimientos realizados por un jugador de hockey durante el patinaje, ya sea patinando hacia delante, hacia atrás, realizando giros o frenadas, se centran en la extremidad inferior. Los movimientos realizados al patinar demandan la interacción conjunta de las articulaciones de la cadera, rodilla y tobillo en todos los planos y ejes de movimiento (Minkoff et al., 1998; Chang et al., 2009; Buckeridge et al., 2015). Así, a nivel de la cadera se llevan a cabo movimientos articulares de flexión-extensión, abducción-aducción y rotación interna-externa. A nivel de la rodilla, movimientos articulares de flexión-extensión, abducción-aducción (genu valgo-varo) y rotación interna-externa. A nivel del tobillo, flexión (flexión dorsal o dorsiflexión), extensión (flexión plantar), abducción-aducción y pronación-supinación. Estos últimos movimientos articulares (abducción-aducción y pronación-supinación) no existen en estado puro a nivel de las articulaciones del pie, sino que van acompañadas de un movimiento en los otros dos planos, dando lugar a los movimientos de inversión-eversión del pie. Así por ejemplo, la aducción de tobillo se acompaña necesariamente de una supinación y de una ligera extensión o flexión plantar. Estos tres componentes caracterizan la posición llamada de inversión (Kapandji, 1993).

Por tanto, la ejecución de los movimientos articulares necesarios al patinar, demandan la participación en mayor o menor medida de prácticamente todos los grupos musculares de la extremidad inferior (Fucci et al., 1998; Moore & Agur, 1998; Kapandji, 1993) (tabla 12, 13 y 14).

Los estudios cinemáticos que incluyen el nivel de activación de la musculatura de la extremidad inferior durante el movimiento de patinaje hacia delante han utilizado la electromiografía superficial (EMG), lo cual presenta algunas limitaciones. Por ejemplo, al ser superficial, no llega a valorar la musculatura más profunda como psoas ilíaco por lo que la

actividad de este músculo no ha sido registrada en los estudios realizados. Sin embargo, su actividad en la flexión de cadera es indudable. Lo mismo ocurre con el músculo crural del cuádriceps y otros músculos más profundos. También ha de tenerse en cuenta que algunos estudios aportan datos de activación de la musculatura en referencia al porcentaje de la contracción máxima voluntaria (%MCV) cuantificada electromiográficamente previamente para cada grupo muscular de forma aislada. Este procedimiento presenta limitaciones, pudiendo darse valores de actividad muscular durante al patinaje que sobrepasan el 100% de la MCV. Esto puede ser debido a la influencia de varios factores como la posición en la que se ha valorado y método estático empleado, entre otros.

**Tabla 12. Musculatura que interviene en los movimientos de la articulación de la cadera.**

| Articulación     | Movimiento articular      | Musculatura principal   | Musculatura secundaria                           |
|------------------|---------------------------|---|--|
| Cadera           | Flexión                   | Psoas-ilíaco.   | Pectíneo.  |
|                  |                           | Sartorio.   | Aductor mediano y menor.                         |
|                  |                           | Recto anterior cuádriceps.                                    | Recto interno.                                   |
|                  |                           | Tensor de la fascia lata.                                     | Glúteo menor y mediano.                          |
|                  | Extensión                 | Glúteo mayor.   | Glúteo mediano y menor.                          |
|                  |                           | Isquiosurales: Bíceps femoral; Semimembranoso; Semitendinoso. | Aductor mayor.<br>Cuadrado crural.<br>Piramidal. |
|                  |                           | Abducción   | Glúteo mediano.                                  |
| Glúteo menor.    | Tensor de la fascia lata. |   |  |
| Piramidal.       | Glúteo mayor.             |   |  |
| Aducción         | Aductor mayor.            | Psoas-ilíaco.   |  |
|                  | Aductor mediano.          | Semitendinoso.  |  |
|                  | Aductor menor.            | Semimembranoso.   |  |
|                  | Recto interno.            | Cuadrado crural.  |  |
|                  | Glúteo mayor.             | Pectíneo.   |  |
|                  |                           |   | Obturador interno.<br>Obturador externo.         |
| Rotación Interna | Tensor de la fascia lata. | Isquiosurales   |  |
|                  | Glúteo menor.             | (semimembranoso y   |  |
|                  | Glúteo mediano.           | semitendinoso)  |  |
| Rotación Externa | Pelvitrocantéreos:        | Psoas-ilíaco.   |  |
|                  | Piramidal.                | Sartorio.   |  |
|                  | Obturador interno.        | Cuadrado crural.  |  |
|                  | Obturador externo.        | Aductor mayor.  |  |
|                  |                           | Isquiosurales (bíceps femoral)                                |  |
|                  |                           | Pectíneo.<br>Glúteo mayor, mediano y menor.                   |  |

**Tabla 13. Musculatura que interviene en los movimientos de la articulación de la rodilla.**

| Articulación | Movimiento articular | Musculatura principal   | Musculatura secundaria                                      |
|--------------|----------------------|---|---|
| Rodilla      | Flexión              | Musculatura isquiosural: Semimembranoso; Semitendinoso; Bíceps femoral. Poplíteo. | Sartorio.<br>Recto interno.<br>Plantar delgado.<br>Gemelos. |
|              | Extensión            | Cuádriceps sural: Vasto interno; Vasto externo; Crural; Recto anterior.           |   |
|              | Abducción            | Poplíteo.   |   |
|              | Aducción             | Vasto externo.<br>Banda iliotibial.   |   |
|              | Rotación Interna     | Sartorio.<br>Semimembranoso.<br>Semitendinoso.<br>Recto interno.<br>Poplíteo.     | Sartorio.   |
|              | Rotación Externa     | Tensor de la fascia lata.<br>Bíceps femoral.                                      |   |

**Tabla 14. Musculatura que interviene en los movimientos de la articulación del tobillo.**

| Articulación | Movimiento articular                  | Musculatura principal   | Musculatura secundaria   |
|--------------|---------------------------------------|---|--|
| Tobillo      | Flexión (dorsal)                      | Tibial anterior.<br>Extensor del dedo gordo.<br>Peroneo anterior.<br>Extensor común de los dedos. |  |
|              | Extensión (plantar)                   | Tríceps sural:<br>- Gemelo interno.<br>- Gemelo externo.<br>- Sóleo.                              | Peroneos.<br>Tibial posterior.<br>Flexor común de los dedos.<br>Flexor dedo gordo.       |
|              | Abducción-pronación.                  | Peroneos laterales:<br>- Corto.<br>- Largo.   | Peroneo anterior.  |
|              | Aducción-supinación.                  | Tibial posterior.<br>Extensor del dedo gordo.<br>Flexor común de los dedos.                       | Tibial anterior.   |
|              | Inversión (flexión plantar-adsucción) | Peroneos laterales:<br>- Corto.<br>- Largo.   | Tibial posterior.<br>Tibial anterior.  |
|              | Eversión (flexión dorsal-abducción)   | Tibial anterior.<br>Extensor del dedo gordo.<br>Peroneos laterales.                               | Tibial posterior.<br>Flexor común de los dedos.<br>Flexor dedo gordo.<br>Tercer peroneo. |

La mayoría de los estudios electromiográficos llevados a cabo para valorar el nivel de activación de la musculatura al patinar se han centrado en el estudio de los grupos musculares de la extremidad inferior más superficiales: glúteo mayor, cuádriceps (vasto interno, vasto externo y recto femoral, principalmente), isquiosurales (bíceps femoral, y semitendinoso), tríceps sural (gemelos y sóleo), tibial anterior y aductor mayor, principalmente (de Koning et al., 1991; Minkoff et al., 1998; Goudreault, 2002; Chang et al., 2009; Buckeridge et al., 2015). Estos músculos actúan de forma coordinada durante el movimiento de patinaje hacia delante.

Durante la fase de deslizamiento (0-33% del ciclo de patinaje), al comienzo del apoyo del patín en el suelo, se produce una flexión de cadera, rodilla y tobillo. El vasto interno del cuádriceps (VM) y bíceps femoral (BF) actúan en primer lugar, seguidos del aductor mayor (AM) y glúteo mayor (GM), finalmente el tibial anterior (TA) y el peroneo largo (PL). El glúteo mayor y el bíceps femoral actúan de forma simultánea durante la fase de apoyo y tienen un patrón de activación similar, aunque el glúteo mayor es el principal extensor de cadera y se contrae de forma excéntrica y el glúteo bíceps femoral de forma concéntrica. Todos se contraen de forma excéntrica para estabilizar las articulaciones de cadera, rodilla y tobillo durante la flexión. El tibial anterior actúa de forma isométrica para estabilizar el tobillo. Después de la fase de deslizamiento, tras el apoyo del peso sobre el patín de apoyo, la actividad muscular de estos músculos decrece, excepto para el bíceps femoral (BF).

A medida que se produce la fase de impulso, mediante la extensión de cadera, rodilla y flexión plantar de tobillo, se produce un aumento de la activación muscular del vasto interno del cuádriceps, bíceps femoral (BF), glúteo mayor (GM), peroneo largo (PL) y gemelo externo (GL). El vasto interno (VI) y el gemelo externo (GM) llegan a su máximo pico de activación en primer lugar durante esta fase, seguidos del bíceps femoral, gemelo externo y peroneo largo. Esto sugiere que los músculos que contribuyen a la extensión de cadera y rodilla se activan en primer lugar, seguidos de los que contribuyen a la flexión plantar de tobillo. El gemelo externo y peroneo largo actúan de forma sinérgica. El vasto interno del cuádriceps se contrae de forma concéntrica.

Durante la fase de recuperación, de forma general, la actividad disminuye en el vasto interno, bíceps femoral, glúteo mayor, peroneo largo y gemelo externo, con la excepción de aductor mediano y tibial anterior, que muestran una alta activación en torno al 68% y 94% del

total del ciclo de patinaje. La actividad del aductor mayor durante la fase de impulso es excéntrica, mientras la cadera realiza un movimiento de abducción, sin embargo durante la fase de recuperación actúa de forma concéntrica.

No ha sido analizado ningún flexor de cadera, aunque el aductor contribuye a la flexión de cadera. El principal flexor de cadera es el psoas-ilíaco, pero debido a la dificultad de acceder a él mediante EMG, es difícil registrar su actividad. Sin embargo, su acción en la flexión de cadera durante la fase de recuperación es evidente.

La tabla 15 muestra un resumen de los músculos implicados en el movimiento cíclico de patinaje hacia delante durante sus diferentes fases.

Los niveles de activación de la musculatura de la extremidad inferior durante el ciclo de patinaje hacia delante varían a medida que aumenta la velocidad. En general, el nivel de activación de toda la musculatura implicada en el patinaje aumenta a medida que aumenta la velocidad de patinaje, aunque el patrón de coordinación muscular es el mismo (Goudreault, 2002; Chang et al., 2009).

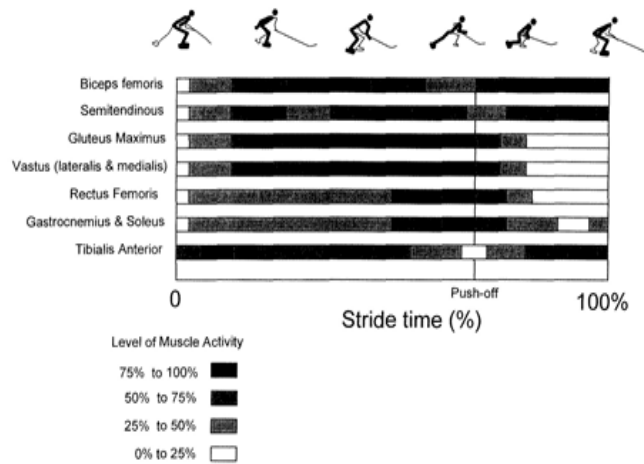
De Koning et al. (1991) registraron la actividad muscular de la extremidad inferior durante las diferentes fases del ciclo de patinaje en patinadores de velocidad sobre hielo ("Speed Skating") de élite y altamente entrenados sobre las distancias de 400 metros y 1500 metros. La activación concéntrica del glúteo mayor (extensión de cadera) fue la primera musculatura responsable en generar potencia durante la fase de impulso. Los isquiosurales (semitendinoso y bíceps femoral) estuvieron activos durante la fase de deslizamiento pero no contribuyeron a la generación de potencia debido a su contracción excéntrica. La generación de potencia a nivel de la rodilla fue debida a una rápida activación del cuádriceps (vasto interno y recto anterior) desde el principio de la fase de impulso (200 milisegundos), hasta el final del impulso. Esto coincidió con la disminución de la actividad del bíceps femoral y gemelos (ambos extensores antagonistas). Previo a este periodo, durante la fase de deslizamiento, tanto los flexores como los extensores de rodilla estuvieron activos para optimizar la posición de la pierna antes de llevar a cabo el impulso (pre-activación). Al final de la fase de impulso (100 milisegundos finales), la contracción del sóleo contribuyó a generar potencia mediante flexión plantar de tobillo (figura 16).



**Tabla 15. Resumen de la activación muscular implicada en el movimiento de patinaje hacia delante (Tomado de Goudreault, 2002).**

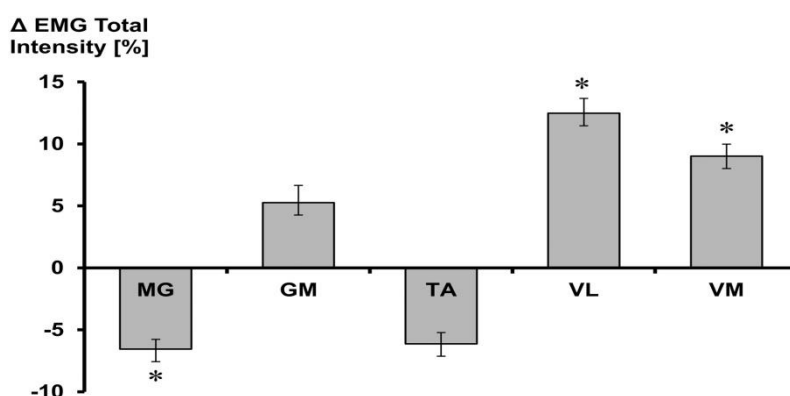
| A velocidad de 24 km/h | Fase de Deslizamiento<br>0 – 33% del ciclo  | Fase de Impulso<br>33% - 66% del ciclo   | Fase de Recuperación<br>66% - 100% del ciclo  |
|------------------------|---|--|---|
| <b>Vasto interno</b>   | Activo. Rodilla flexionada. Pequeño pico de activación al comienzo, después decrece su actividad. Contracción excéntrica. Actúa como estabilizador. | Activo. Extiende la rodilla. Pico de actividad a mitad de la fase de impulso. Contracción concéntrica.                                   | Inactivo  |
| <b>Aductor mayor</b>   | Activo. Pequeño pico de activación al comienzo, después decrece su actividad. Contracción excéntrica. Actúa como estabilizador de la cadera.        | Inactivo, con suave incremento de activación excéntrica durante la abducción de cadera.  | Activo. Pico de activación al final de la fase de impulso de forma excéntrica, frenando la abducción de cadera. Contracción concéntrica en aducción de cadera.    |
| <b>Bíceps femoral</b>  | Activo. Mantiene la cadera y rodilla flexionada. Constante actividad excéntrica en extensión de rodilla.  | Activo. Extensión de cadera. Pico de activación justo después de la activación del Vasto Interno. Contracción concéntrica.               | Baja actividad excéntrica en flexión de rodilla debido a la gravedad. Peso del cuerpo sobre el pie que tira de la tibia hacia abajo durante la flexión de cadera. |
| <b>Glúteo mayor</b>    | Activo. Estabiliza la cadera. Mantiene la flexión de cadera y rotación interna de forma excéntrica.   | Activo. Contracción concéntrica para la extensión y rotación externa de cadera. Pico de activación al mismo tiempo que el Vasto interno. | Inactivo  |
| <b>Tibial anterior</b> | Activo. Flexión dorsal de tobillo de forma isométrica. Después decrece su actividad.  | Inactivo durante la flexión plantar de tobillo   | Activo. Pico de activación para la flexión dorsal de tobillo en la recuperación.  |
| <b>Peroneo largo</b>   | Activo. Mantiene la flexión dorsal de tobillo de forma excéntrica. Después decrece su actividad.  | Activo. Pico de contracción concéntrica durante la flexión dorsal de tobillo.  | Inactivo durante la flexión dorsal de tobillo en la recuperación.   |
| <b>Gemelo externo</b>  | Inactivo.   | Activo. Pico de contracción concéntrica durante la flexión dorsal de tobillo.  | Decrece la actividad hasta la inactividad.  |

Durante el final de la fase de impulso, la actividad de la musculatura de los flexores plantares de tobillo se encuentra disminuida en hockey sobre hielo con respecto al patinaje de velocidad sobre hielo, debido a la restricción del rango de movimiento (ROM) del tobillo por la altura y la suela rígida de la bota del patín de hockey sobre hielo que es diferente al diseño de la bota en patinaje de velocidad (Van Ingen et al., 1996).



**Figura 16. Nivel de actividad de la musculatura durante el ciclo de patinaje hacia delante (de Koning et al., 1991).**

Buckeridge et al. (2015) analizaron la activación de la musculatura de la extremidad inferior durante el ciclo de patinaje comparando jugadores de hockey sobre hielo de élite y de nivel recreativo en una pista de hockey sobre hielo (no laboratorio), mediante un acelerómetro de 3D. Puesto que la técnica de patinaje varía dependiendo de la velocidad, se valoró la actividad muscular durante los primeros y los últimos ciclos de patinaje en una distancia de 30 metros a máxima velocidad. Durante los primeros impulsos tras la salida desde parado se registró una mayor actividad en el flexor plantar de tobillo (gemelo interno). Tras los primeros impulsos, la actividad muscular se fué concentrando más en los extensores de rodilla y cadera (vasto interno y externo del cuádriceps), disminuyendo la actividad del gemelo interno. No encontraron diferencias significativas entre la actividad muscular del glúteo medio y tibial anterior durante los primeros y últimos impulsos (figura 17). La menor activación del cuádriceps durante los primeros impulsos (extensión de rodilla), puede ser debida a la mayor activación del gemelo, ya que la flexión de la rodilla es una función secundaria del gemelo.

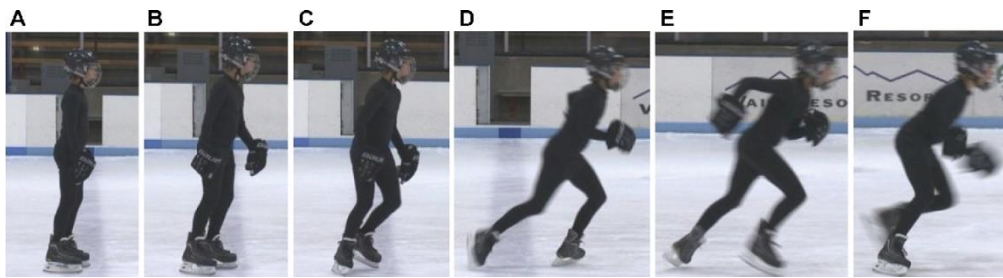


**Figura 17. Cambios en la intensidad de la activación muscular total entre la fase de aceleración y el mantenimiento de la velocidad. Valores negativos indican mayor actividad durante los primeros ciclos de aceleración; valores positivos indican mayores valores de actividad durante la fase de mantenimiento de la velocidad. MG: Gemelo interno; GM: glúteo mediano; TA: tibial anterior; VL: vasto externo; VM: vasto interno. Tomado de Buckeridge et al., (2015).**

Chang et al. (2009) valoraron el nivel de activación muscular y el ROM durante el ciclo de patinaje a diferentes velocidades en siete jugadores de hockey sobre hielo. Para ello, utilizaron la electromiografía (EMG) superficial y electrogoniometría. Los jugadores realizaron el movimiento de patinaje en una superficie sintética en laboratorio ("treadmill"). Se registraron valores a tres diferentes velocidades (3,33 m/s, 5,00 m/s y 6,66 m/s). El aductor mayor mostró los mayores cambios en los valores de activación durante las tres velocidades, tanto durante la fase de contacto del patín sobre la superficie como durante el final de la fase de impulso y principio de la recuperación. Estos resultados confirman que el incremento de la velocidad se debe principalmente a la respuesta de los músculos aductores. Este hecho ayuda a explicar la típica lesión de rotura de fibras de aductores en jugadores de hockey sobre hielo debida a un incremento de su contracción excéntrica durante la fase de impulso y a la rápida contracción concéntrica durante el inicio de la fase de recuperación.

#### ***Salidas hacia delante desde parado.***

Stull et al. (2011) analizaron diferentes variables cinemáticas y cinéticas de la cadera relacionadas con la salida rápida de 12 jugadores de hockey sobre hielo con edades comprendidas entre los 10 y 13 años mediante grabación en vídeo con cámaras infrarrojas en 3D (figura 18).



**Figura 18. Secuencia de movimientos en la salida hacia delante desde parado. Tomado de Stull et al. (2011).**

Se colocaron marcas en diferentes partes del cuerpo sobre cada uno de los participantes. Se tomaron datos sobre los ángulos de flexión, abducción, rotación interna y rotación externa de cadera durante varios momentos contenidos en las diferentes fases de la salida rápida: al comienzo del impulso, durante la fase de impulso, y la fase de recuperación. Cada jugador realizó 10 salidas rápidas desde parados en las que se analizaron los tres primeros pasos o “strides” (figura 18). Los resultados sobre ángulos de movimiento mínimos, máximos y media del grupo vienen representados en la tabla 16.

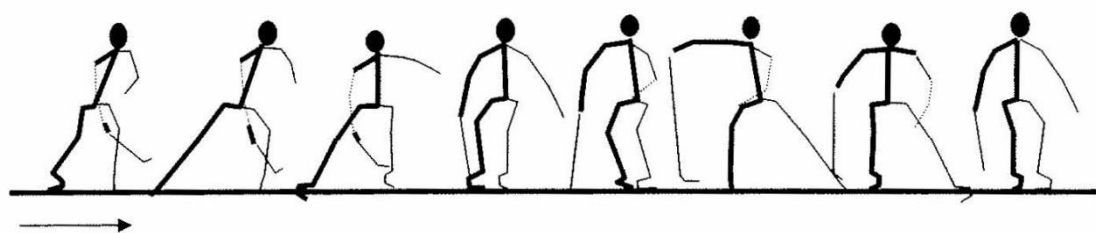
**Tabla 16. Grados en los movimientos de cadera durante la salida desde parado de jugadores de categoría benjamín y alevín (11-13 años). Tomado de Stull et al. (2011).**

| Movimientos de cadera      | Máximo (°) | Mínimo (°) | Media del grupo ± SD (°) |
|----------------------------|------------|------------|--------------------------|
| Flexión de cadera          | 85,4       | 15,5       | 48,3 ± 14,4              |
| Extensión de cadera        | 63,8       | -25,9      | 11,8 ± 15,8              |
| Rotación interna de cadera | 70,8       | -24,4      | 16,3 ± 14,8              |
| Rotación externa de cadera | 76,2       | -23,0      | 16,8 ± 11,7              |
| Aducción de cadera         | 39,9       | -27,0      | 0,4 ± 7,6                |
| Abducción de cadera        | 48,1       | 6,4        | 23,0 ± 9,5               |

#### 4.6.3. Patinaje hacia atrás.

El patinaje hacia atrás es otra técnica de patinaje utilizada en hockey, sobre todo por los defensas. Sin embargo, su utilización durante un partido no es tan habitual como el patinaje hacia delante. El patinaje hacia atrás es un movimiento característico de hockey y no está presente en otras modalidades de patinaje como el patinaje de velocidad. Los jugadores de hockey sobre hielo emplean el 4,9% del tiempo de partido patinando hacia atrás (Bracko et al., 1998). Los defensas son los jugadores que más tiempo patinan hacia atrás en relación con los delanteros tanto en hockey sobre hielo como en hockey sobre patines (Lafontaine et al., 1998; Kingman, 1999).

Mientras que los aspectos biomecánicos del patinaje hacia delante han sido investigados en diferentes estudios, son pocos los estudios que han analizado el patinaje hacia atrás. Al igual que ocurre en el patinaje hacia delante, la fuerza para impulsarse debe realizarse transversal a la dirección del movimiento. Sin embargo, a diferencia del patinaje hacia delante, la fuerza debe ser aplicada en un movimiento lateral y hacia delante respecto a la visión del jugador. Para generar esta fuerza de desplazamiento, la pierna de impulso debe realizar un movimiento de rotación interna de cadera al contrario de lo que sucede en patinaje hacia delante (rotación externa) (figura 19). Además, el rango de movimiento de la cadera y rodilla es menor que en patinaje hacia delante. Este hecho hace que la velocidad conseguida por el jugador cuando patina hacia atrás sea menor que la conseguida hacia delante (Pearsall et al., 2000).



**Figura 19. Técnica de patinaje hacia atrás. Tomado de Pearsall et al. (2000)**

Marino & Grase (1993) analizaron las características de la técnica de patinaje hacia atrás ("C" cuts), en diez jugadores de hockey sobre hielo experimentados mediante la grabación en video. Encontraron que la velocidad máxima conseguida representaba el 82% de la conseguida cuando patinaban hacia delante. La velocidad media alcanzada por los jugadores patinando hacia atrás fue de 23,6 km/h. Sin embargo, estos autores no aportan datos sobre rangos de movimiento y nivel de activación de la musculatura durante el movimiento de patinaje hacia atrás.

En el patinaje hacia atrás, no es posible inclinar el tronco en la dirección del movimiento como sucede en el patinaje hacia delante.



# V.

## MATERIAL y MÉTODO







### 5.1. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.

En el presente trabajo de investigación se planteó un estudio observacional descriptivo, de carácter transversal y retrospectivo, para cada una de las partes de las que se compone dicho trabajo (tabla 17).

**Tabla 17. Diseño de los diferentes estudios que forman la presente tesis doctoral.**

| Diseño del estudio                                       | Título   |
|--|--|
| Epidemiológico Descriptivo (transversal y retrospectivo) | Epidemiología de las lesiones en jugadores de hockey línea             |
| Observacional Descriptivo (transversal y retrospectivo)  | Morfotipo sagital de la columna vertebral en jugadores de hockey línea |
| Observacional Descriptivo (transversal y retrospectivo)  | Perfil de flexibilidad en jugadores de hockey línea                    |
| Observacional Descriptivo (transversal y retrospectivo)  | Dolor de espalda en jugadores de hockey línea                          |

Para el estudio epidemiológico sobre las lesiones más habituales producidas en hockey línea, se ha llevado a cabo un registro de datos de las lesiones que se produjeron en un grupo de jugadores de hockey línea entre la temporada 2010/2011 y 2016/17. Para ello, se utilizó una ficha de registro de lesiones siguiendo el modelo de ficha utilizada por la IIHF (International Ice Hockey Federation) y la Asociación de Hockey Canadá en hockey sobre hielo.

Para describir la disposición sagital del raquis en jugadores de hockey línea se ha valorado la columna de los jugadores en diferentes posiciones: bipedestación, sedentación relajada, flexión máxima de tronco mediante los test dedos planta y dedos suelo, así como en posición básica de juego. Los datos obtenidos se han comparado con los resultados obtenidos en otros estudios realizados en jugadores de otros deportes y en población general.

Para la determinación del perfil de flexibilidad de la musculatura de la extremidad inferior en jugadores de hockey línea, se ha valorado el rango de movimiento (ROM), mediante el protocolo “ROM SPORT” propuesto por Cejudo (2015). Los datos obtenidos se han comparado con los valores obtenidos en deportistas de hockey sobre hielo y en población general.

Finalmente, el estudio epidemiológico descriptivo sobre dolor de espalda en jugadores de hockey línea se ha llevado a cabo mediante la aplicación de un cuestionario debidamente

validado. Igualmente, los resultados se han comparado con los obtenidos en otros deportes y en población general.

## **5.2. PROCEDIMIENTO.**

La realización del estudio se ha llevado a cabo en varias fases. En un primer momento, se detectó el problema de estudio y se contactó con la Federación Española de Patinaje y con diversas Federaciones Autonómicas para informar sobre los objetivos del estudio y solicitar su colaboración. Una vez confirmada dicha colaboración en el estudio, se procedió a la toma de datos para lo cual se tuvieron que realizar diferentes desplazamientos a concentraciones y tecnicificaciones, organizadas tanto por las Federaciones Autonómicas como por la Federación Española de Patinaje. En este último caso, se tuvo la posibilidad de acceder a las Selecciones Nacionales de Hockey Línea de categorías Senior y Juior Masculina y Senior Femenina que participaron en el Campeonato Mundial de Nanjing (China) en el año 2017, donde consiguieron ser subcampeones en categoría Senior Femenina y Junior Masculina. Finalmente, tras la toma de datos, se procedió a su análisis estadístico y al establecimiento de los resultados, discusión de los mismos y establecimiento de las conclusiones (tabla 18 y 19).

Tabla 18. Fases iniciales del estudio de investigación.

| Fases del estudio   | Acciones llevadas a cabo  |
|---|---|
| <p><b>1ª FASE</b><br/>Identificación de la población de estudio.<br/>Seleccionar la muestra</p> | <p>Se identifico la falta de información y de estudios realizados en hockey línea pese a su reciente popularidad.<br/>Se buscó el mayor número de jugadores de hockey línea de cualquier edad y categoría. Para ello, se contactó con la Real Federación Española de Patinaje (RFEP), y con diversas Federaciones Autonómicas de Patinaje a través de su Comité de Hockey Línea, mediante correo electrónico y entrevista personal con su Presidente y Director Técnico, en el cual se informa sobre los objetivos del estudio y se pide su colaboración.<br/>La RFEP y otras Federaciones Autonómicas confirman su colaboración en el presente estudio permitiendo acceder a los jugadores para obtener datos. Envían información a los clubes pidiendo su colaboración en el estudio.</p> |
| <p><b>2ª FASE</b><br/>Definir los objetivos del estudio</p>                                     | <p>Se establecen los objetivos del estudio referentes a la descripción de lesiones, perfil de flexibilidad, morfotipo sagital del raquis y dolor lumbar.</p>  |
| <p><b>3ª FASE</b><br/>Definir el fenómeno del estudio</p>                                       | <p>Se lleva a cabo una revisión en la literatura científica sobre lesiones, perfil de flexibilidad, morfotipo sagital del raquis, dolor lumbar e influencia del volumen de entrenamiento sobre la disposición sagital del raquis en el deporte y en hockey línea. Se establecen las bases y el fundamento teórico del estudio.</p>  |

**Tabla 19. Fases intermedias y finales del estudio de investigación.**

|  |   |
|--|---|
| <p><b>4ª FASE</b><br/>Definir las variables del estudio, categorías y medidas de las variables</p> | <p>Se definen las siguientes variables, categorías y medidas de las variables del estudio: lesiones en hockey línea (edad, sexo, nivel de competición, categoría, naturaleza de las lesiones, tipos de lesiones, localización, mecanismo, gravedad, momento de la lesión, puesto específico), perfil de flexibilidad de la musculatura de la extremidad inferior (musculatura que más interviene en la práctica del hockey línea, rango de movilidad articular de cadera, rodilla y tobillo), morfotipo sagital del raquis del jugador de hockey línea (grados de las curvaturas dorsal y lumbar en posiciones de bipedestación, sedentación relajada y flexión máxima de tronco), dolor de espalda, (localización del dolor, intensidad del dolor, momento de aparición, duración del dolor, nivel de incapacidad del dolor), volumen de entrenamiento (horas de entrenamiento a la semana x semanas al mes x meses al año x años de entrenamiento).</p>   |
| <p><b>5ª FASE</b><br/>Seleccionar las fuentes para recoger la información sobre las variables</p>  | <p>Se selecciona protocolo ROM-SPORT para valorar la flexibilidad de la extremidad inferior, una ficha de registro de lesiones para recopilar información sobre lesiones producidas en los jugadores de hockey línea durante su vida deportiva, protocolo de valoración para la determinación del morfotipo raquídeo, cuestionario de valoración de dolor lumbar y volumen de entrenamiento.</p>  |
| <p><b>6ª FASE</b><br/>Identificar los indicadores epidemiológicos y calcularlos</p>                | <p>Se establecen los indicadores y descriptivos para cada una de las variables del estudio: lesiones, perfil de flexibilidad, morfotipo sagital del raquis y dolor lumbar (edad, sexo, categoría, nivel de competición, naturaleza de las lesiones, tipo de lesiones, localización, mecanismos de lesión, gravedad de las lesiones...), valores de referencia de curvaturas lumbar y dorsal, valores de referencia de flexibilidad de la musculatura del tren inferior, de volumen de entrenamiento y de dolor lumbar.</p>  |
| <p><b>7ª FASE</b><br/>Toma de datos y cálculo estadístico de los indicadores epidemiológicos</p>   | <p>Toma de datos. El investigador se desplaza a las tecnificaciones y concentraciones de Hockey Línea realizadas por la RFEP y las Federaciones Autonómicas para acceder a la muestra y tomar datos.<br/>Desplazamiento a Sevilla para asistir a una tecnificación de deportistas de la Federación Andaluza de Patinaje (FAP).<br/>Desplazamiento a Castellón para asistir en dos ocasiones a tecnificaciones de la selección autonómica de jugadores de categorías de base organizada por la Federación de Patinaje de la Comunidad Valenciana (FPCV).<br/>Desplazamiento a Barcelona para asistir a la concentración de las Selecciones Españolas de Hockey Línea en categorías Senior y Junior masculino y Senior Femenino que asistirán al Mundial de Hockey Línea que se celebrará en China, Nanjing (2017). La concentración fue organizada por la Real Federación Española de Patinaje (RFEP).<br/>Análisis de los datos y establecimiento de resultados mediante estudio estadístico.</p> |
| <p><b>8ª FASE</b><br/>Realización de informes y presentación de los resultados</p>                 | <p>Elaboración informes con los resultados obtenidos en el estudio.</p>   |

### 5.3. MUESTRA.

La muestra del presente estudio estuvo compuesta por un total de 246 jugadores de hockey línea pertenecientes a diferentes categorías y niveles de competición, con edades comprendidas entre los 8 y 45 años de edad ( $16,26 \pm 7,11$  años). Cabe destacar que no todos los jugadores formaron parte de la muestra en cada uno de los estudios. De esta forma, de los 246 jugadores incluidos en esta investigación, 80 jugadores participaron en el estudio epidemiológico de lesiones, 127 en el estudio de morfotipo sagital de la columna vertebral, 123 jugadores en el estudio del perfil de flexibilidad de la extremidad inferior y 115 en el estudio de dolor de espalda (figura 20).

Todos los deportistas como sus tutores legales fueron informados sobre los objetivos y procedimientos del estudio y firmaron voluntariamente un consentimiento informado (Anexo I). Este estudio contó con el informe favorable de la Comisión de Ética de Investigación de la Universidad de Murcia (1326/2016) (Anexo II).

#### **Limitaciones del estudio.**

Las limitaciones de este estudio son las propias de los estudios observacionales descriptivos, entre las que se destacan las siguientes:

- No permiten informar sobre asociación real entre variables, sino informar sobre la relación que parece existir entre el factor de riesgo y la lesión.
- Aunque permiten comparar frecuencias, no permiten establecer relaciones causa-efecto entre variables, ya que no es posible conocer si fue anterior la existencia del factor de riesgo o sus consecuencias.
- No permiten por tanto el cálculo “real” de la incidencia.
- No permiten estimar el riesgo de un determinado factor.
- Otro factor limitante del estudio fue el tamaño de la muestra que resultó escaso, no pudiendo generalizar los resultados al total de la población.

Sin embargo, hay que destacar que la muestra analizada en la presente tesis doctoral es de gran calidad, sobre todo por su especificidad y nivel. Hay que tener en cuenta que se pudo valorar a todos los jugadores de la Selección Nacional de Hockey Línea.

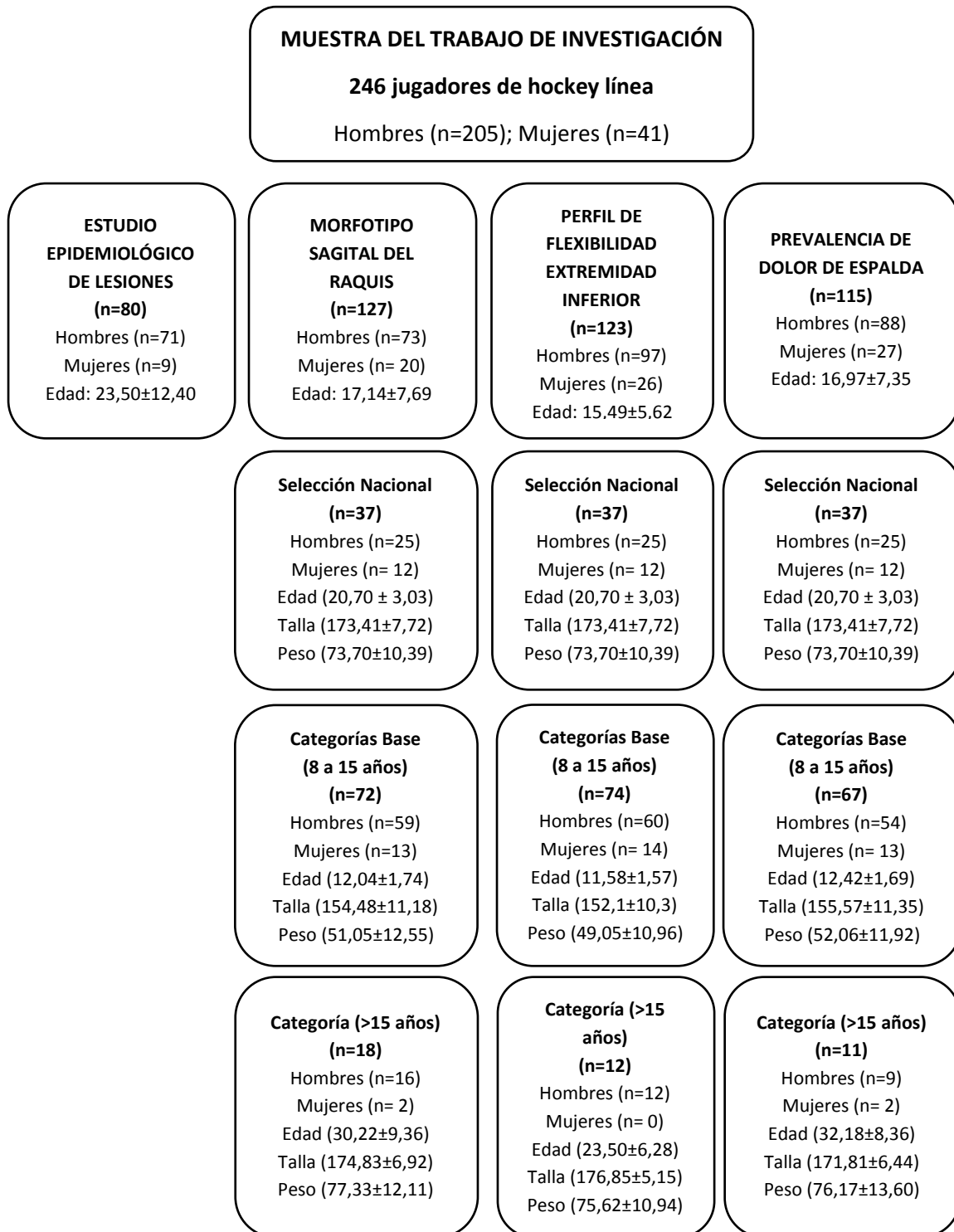


Figura 20. Tamaño y características de la muestra utilizada en el presente estudio.

#### 5.4. ANÁLISIS ESTADÍSTICO.

Antes de llevar a cabo cualquier prueba de análisis estadístico se aplicaron las pruebas de normalidad de Shapiro-Wilk y Kolomorov-Smirnov para las diferentes variables de estudio. Para el análisis de los resultados, se realizó un análisis descriptivo de cada una de las variables, obteniendo sus valores medios, desviaciones típicas, mínimo y máximo, recuento y porcentaje. Para analizar las relaciones entre variables nominales tales como género, presencia de dolor de espalda, grupos de edad, nivel de competición, volumen de entrenamiento y las diferentes variables de lesión se aplicaron los test estadísticos de Chi-cuadrado de Pearson y la prueba exacta de Fisher en los casos necesarios.

Se aplicó la prueba T-Student para muestras independientes para comparar medias entre variables métricas tales como talla, peso, índice de masa corporal y rangos de movimiento articular, utilizando como factores las variables dicotómicas tales como género, extremidad dominante/no dominante, normalidad/cortedad, normal/asimetría y grupos de edad (U20 y senior).

Adicionalmente, se calculó la fuerza de relación entre las variables con diferencias significativas mediante la *d* de Cohen siguiendo los criterios propuestos por Hopkins, Marshall, Batterham & Hanin (2009), considerando triviales los valores menores de 0,2; pequeña para valores comprendidos entre 0,2 y 0,59; moderada para valores entre 0,6 y 1,19, grande para valores entre 1,20 y 2,0; muy grandes para valores entre 2,1 y 3,99; y extremadamente grande para valores mayores de 4,0. Los autores establecieron de forma arbitraria el nivel moderado como el nivel de fuerza de significación mínimo con implicaciones prácticas.

Los datos fueron analizados utilizando el software SPSS (versión 24), y el nivel de significación se estableció en un valor  $p < 0,05$ .





# VI. RESULTADOS





## **6. RESULTADOS.**

Los resultados que forman parte de la presente tesis doctoral, se presentan a continuación en formato estudios.

- ESTUDIO 1. "Incidence of Injuries in inline hockey players".
- ESTUDIO 2. "Lower limb flexibility in Spanish National Team inline hockey players: profile, tightness, and asymmetry".
- ESTUDIO 3. "Sagittal spinal morphotype assessment in 8 to 15-years-old inline hockey players".
- ESTUDIO 4. "The Incidence and factors associated with back pain among inline hockey players".



## **6.1. ESTUDIO 1. INCIDENCE OF INJURIES IN INLINE HOCKEY PLAYERS.**

### **6.1.1. Introduction.**

As the popularity of inline skating has increased so too has the level of participation in inline hockey. Inline hockey is an exciting, fast-paced game similar to ice hockey from which it developed in the late 1980s. Currently, inline hockey is played in many countries throughout the world and has become a popular sport for both men and women in many regions of Spain. Participation in inline hockey in Spain continues to increase and more than 5564 participants were registered in 2018 (Consejo Superior de Deportes, 2019). In the season 2018-2019, more than 140 teams and 2414 inline hockey players were participating in National Inline Hockey League (Real Federación Española de Patinaje, 2019).

Inline hockey players are exposed to many potential risk factors of injury and to the same hazards as those found in ice hockey such as high-velocity skating, falls, rapid changes in direction, unintended contact with players, and trauma from the boards, stick or puck, and in both sports similar protective equipment is worn. Therefore, inline hockey has great inherent potential for injury. Previous investigations have shown a similar or higher rate of injury in inline hockey compared to ice hockey with similar injury types (Hutchinson et al., 1998; Varlotta et al., 2000). However, this information was collected 18 and 20 years ago respectively with no subsequent investigations.

Although injuries in inline skating and ice hockey have been widely investigated on their own (Lorenzon et al., 1988; Molsa et al., 2000; Frankovich et al., 2001; Flik et al., 2005; Agel et al., 2007; Moreno-Alcaraz et al., 2012) there is a lack of research regarding injuries occurring during inline hockey. Only two studies regarding injury data for professional inline hockey players were published eighteen/twenty years ago (Hutchinson et al., 1998; Varlotta et al., 2000). Both were based on professional American hockey players. No authors have examined inline hockey injuries in amateur Spanish inline hockey players before.

The purpose of this study was to describe the injury patterns in amateur Spanish inline hockey players from 2010/2011 to 2016/17 season with respect to the distribution of injuries by body region, injury incidence, diagnosis, mechanism of injury, severity, type of exposure (game vs practice), player position, the location on the rink and the timing of injuries and analyze the differences by age categories. The utility of these data is the need to monitor injury patterns, to identify risk factors and to drive the development of evidence-based preventive interventions. Such important information is needed by team physicians, certified athletic trainers, equipment managers, coaches, parents and players (Van Mechelen et al., 1992; Deits et al., 2010; Engebretsen et al. 2014).

### **6.1.2. Methods.**

A retrospective analysis of injuries sustained by amateur Spanish inline hockey players between 2010/2011 and 2016/2017 season was obtained. The research sample consisted of 154 inline hockey players, 24 females and 130 males, with ages between 10 and 42 years old ( $23.25 \pm 11.85$ ), from ten amateur Spanish inline hockey teams participating in different Spanish inline hockey leagues.

Since there are no ongoing community-level surveillance systems for monitoring injury patterns of inline hockey in Spain, the athletic trainer from each team received an informative email concerning the background and purpose of this investigation sent by Real Federación Española de Patinaje (RFEP), and they were oriented to the study design and the standardized reporting forms. A certified athletic trainer recorded all injuries suffered by the players between the 2010-2011 and 2016-2017 season on a standardized Injury Report Form adapted to Spanish from IIHF and Hockey Canada models (International Ice Hockey Federation, IIHF, 2018; Hockey Canada, 2018) and faxed it to the primary investigator. Clinical examination and diagnosis were always performed by physicians from the Spanish hospital emergency department (ED). All cases were ED presentations and were treated by hospital physicians. Physician reports were sent to the primary investigator joined to Injury Report Form. Every injury required a separate injury report form and was reported only once, these forms were anonymous.

For every injury produced, we recorded information relative to demographic sample characteristics of injuries: sex, level of play (age), competition level, injury incidence, body segment injured, injury mechanism and severity, type and nature of injury, type of play at time of injury, time of season at time injury, location on rink at time of injury, player position and any other relevant information such as use of facial and mouth protection.

In order to align with World Skate (WS) divisions, age was categorized into the following two groups: U20 (10 to 19 years) or senior (20 years or older). Level of competition was categorized into the following categories: local or national. Body segment injured were grouped into the following categories: head, face, teeth, trunk/coccyx, hip, shoulder, upper arm, lower arm, elbow, wrist, hand/fingers, knee, ankle, foot, upper leg, lower leg or groin. Type of injury was categorized into sprain, strain, tendonitis, laceration, contusion/abrasion, fracture, dislocation, concussion, or other/unknown. The mechanism that initiated the injury event was categorized as follows: non-contact injury (skating or fall), or contact injury (contact with the puck, contact with a stick, contact with boards, player-player contact), or other/unknown. The injuries were classified into three categories of severity: mild, causing absence from practice or games less than 1 week (1 to 7 days); moderate, causing absence of 1 to 4 weeks (8 to 28 days), and severe, causing absence of more than

4 weeks (International Ice Hockey Federation, IIHF, 2018). Nature of injury was classified as either traumatic (acute), overuse or recurrent injuries. Type of play at the time of injury was classified in practice or game. Time of season at time injury was classified in the preseason, regular season and postseason. Location on the rink at the time of injury was classified as a corner, behind the goal, in front of goal (between the goal line and face-off circle), or neutral zone (between face-off circles). Information was also obtained regarding the use of facial protection (visor or full face shield) and intra-oral mouthguard for every player injured. Players were free to choose one of three facial protection options: no facial protection, partial protection (half-shield or visor), or full facial protection (full cage or full shield).

The definition of an injury was made in accordance with the accepted international ice hockey norms and other studies (Varlotta et al., 2000; Mölsa et al., 2000; Tuominen et al., 2017). An injury was defined as any physical impairment sustained during a practice or game that prevented the player from returning to the same practice or game or caused the player to miss a subsequent practice or game or any physical ailment that necessitated a physical examination by the team physicians. This included all concussions, fractures, dental injuries, and facial lacerations. Minor injuries that allowed the athlete to continue playing and did not require medical attention were not included.

The severity of the injury was defined as the total number of days from the date of injury and the date of the player's full participation in inline hockey related training or match play. Overuse injuries were defined as having an insidious onset and gradually increasing intensity without obvious trauma (Ekstrand et al., 2011). Therefore data regarding time of play or rink location were not collected. A recurrent injury was defined as an injury to the same site and categorised as the same type after the player had returned to full participation following initial injury (Ekstrand et al., 2011).

Injury incidence was calculated in order to Athlete Exposures (AEs) such as was described in previous studies (Hutchinson et al., 1998). Athlete Exposures refers to one athlete participating in one practice or game (Stovitz & Shirer, 2012). Average of total games AE was estimated in 180 games (3 games/month x 10 months from september to june x 6 seasons). Average of total practise AE was estimated in 480 AE (2 practise/week x 4 weeks/month x 10 months x 6 seasons).

Descriptive statistics were used to obtain the frequency of each type of injury, body part affected, mechanism of injury, severity, the player position most affected, and whether injuries occurred in practice or games, preseason, season, or postseason. The chi-square test was used to test differences in players injured in the U20 and senior groups, with Pearson chi-square P values of

less than .05 considered statistically significant. All statistical analyses were conducted using SPSS for Windows (version 25.0, Statistical Package for Social Sciences, SPSS Inc, Chicago, IL, USA). The Institutional Ethics Committee approved the study, and all subjects and parents or guardians signed an informed consent form before participation.

### 6.1.3. Results.

#### Overall Injury Characteristics

Over the 6-year period, a total of 80 injuries were recorded. Demographic characteristics are shown in Table 20. The overall injury incidence was 133.3 per 1000 AE, training injury incidence was 54.1 per 1000 AE, and games injury incidence was 300 per 1000 AE.

**Table 20. Demographic characteristics of sample injuries (N= 80).**

|                      | Sample's Injuries (%) |                  |            |
|----------------------|-----------------------|------------------|------------|
|                      | Senior<br>(>20 y)     | U20<br>(10-19 y) | Overall    |
| Level of Competition |                       |                  |            |
| Local                | 30 (37.5)             | 26 (32.5)        | 56 (70.0)  |
| National             | 8 (10.0)              | 16 (20.0)        | 24 (30.0)  |
| Total                | 38 (47.5)             | 42 (52.5)        | 80 (100.0) |
| Sex                  |                       |                  |            |
| Male                 | 35 (43.7)             | 36 (45.1)        | 71 (88.8)  |
| Female               | 3 (3.8)               | 6 (7.4)          | 9 (11.2)   |
| Total                | 38 (47.5)             | 42 (52.5)        | 80 (100.0) |

A summary of the most common body region, injury type and injury mechanism combinations are displayed in table 21. All injuries that accounted for at least 2% of reported injuries are shown. Rates could not be computed for injuries below the 2% threshold due to limited sample size.



**Table 21. Summary of common injuries sustained during inline hockey based on the anatomical body region, injury type and mechanism of injury (\*).**

| Body Region | Injury Type                         | No.Injuries (N) | Percentage of Injuries (%) | Most Common Injury Mechanism(s) |
|-------------|-------------------------------------|-----------------|----------------------------|---------------------------------|
| Ankle       | Ligament sprain (high ankle sprain) | 8               | 10.0                       | Skating, fall                   |
| Wrist       | Ligament sprain                     | 4               | 5.0                        | Stick contact, fall             |
|             | Fracture                            | 4               | 5.0                        | Fall                            |
| Knee        | Medial collateral ligament sprain   | 4               | 5.0                        | Skating, fall                   |
| Groin       | Muscle-tendon strain                | 4               | 5.0                        | Skating                         |
| Ankle       | Contusion                           | 4               | 5.0                        | Puck contact                    |
| Shoulder    | Acromioclavicular sprain            | 4               | 5.0                        | Player contact                  |
|             | Contusion                           | 3               | 3.8                        | Player contact                  |
| Ribs        | Fracture                            | 3               | 3.8                        | Player contact                  |
| Ankle       | Tendonitis                          | 3               | 3.8                        | Skating                         |
| Fingers     | Contusion                           | 3               | 3.8                        | Puck contact                    |
|             | Fracture                            | 2               | 2.5                        | Stick contact                   |
| Face        | Fracture (nose)                     | 2               | 2.5                        | Puck contact                    |
|             | Dental fractures                    | 2               | 2.5                        | Stick contact                   |
|             | Lacerations                         | 2               | 2.5                        | Puck contact                    |
| Knee        | Contusion                           | 2               | 2.5                        | Fall, board contact             |
| Upper arm   | Fracture                            | 2               | 2.5                        | Fall                            |
| Upper leg   | Muscle-tendon strain                | 2               | 2.5                        | Skating, board contact          |
| Lower leg   | Fracture                            | 2               | 2.5                        | Fall, player contact            |
| Trunk       | Contusion                           | 2               | 2.5                        | Fall, puck contact              |

\*Only injuries that accounted for at least 2% of all injuries are included.

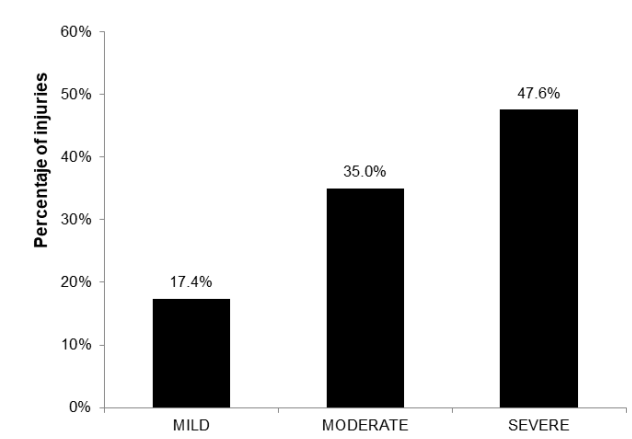
Fractures (n= 23, 28.7%) and sprains (n=21, 26.3%) were the most prevalent type of injury, causing 55% (n=44) of the total injuries, followed by contusions (n=14, 17.5%) and strains (n=8, 10.1%). Injuries recorded in the “other” category included Baker’s cyst and muscular dystonia and stiffness produced by competition stress (table 22).

Regarding the nature of injuries, 87.5% (n=70) of injuries were produced by trauma and 8% (n=10) by overuse. Number of injuries by contact (n=45, 56.4%) was slightly higher than non-contact (n=34, 42.5%). Skating was the most common mechanism of injury suffered by these athletes (n=19, 23.7%) followed by player contact and falls (n= 15, 18.7% each). The lower extremity injuries were the most vulnerable anatomic region to injury (n=38, 47.6%), followed by upper extremity injuries (n=30, 37.7%). The most common location of injury was the ankle (n=16, 20%), followed by the shoulder (n=11, 13.8%) and wrist (n=9, 11.3%). The head/face, and teeth accounted for 7.5% (n=6) of all injuries (Table 22).

**Table 22. Inline hockey injuries by age, body site, type of injury, mechanism and nature of injury (n=80).**

|                        | <b>U20<br/>(10-19)<br/>N (%)</b> | <b>Senior<br/>(&gt;20)<br/>N (%)</b> | <b>P value</b> | <b>Overall<br/>N (%)</b> |
|------------------------|----------------------------------|--------------------------------------|----------------|--------------------------|
| <b>Body Site</b>       |                                  |                                      | .046           |                          |
| <i>Upper Extremity</i> | 19 (23.9)                        | 11 (13.8)                            |                | 30 (37.7)                |
| Shoulder               | 3 (3.8)                          | 8 (10.0)                             | .071           | 11 (13.8)                |
| Wrist                  | 7 (8.8)                          | 2 (2.5)                              | .107           | 9 (11.3)                 |
| Hand/fingers*          | 5 (6.3)                          | 0 (0.0)                              | .028           | 5 (6.3)                  |
| Arm/forearm            | 4 (5.0)                          | 0 (0.0)                              | .051           | 4 (5.0)                  |
| Elbow                  | 0 (0.0)                          | 1 (1.3)                              | .290           | 1 (1.3)                  |
| <i>Lower Extremity</i> | 16 (20.0)                        | 22 (27.6)                            |                | 38 (47.6)                |
| Ankle                  | 5 (6.2)                          | 11 (13.8)                            | .057           | 16 (20.0)                |
| Knee                   | 3 (3.8)                          | 5 (6.3)                              | .370           | 8 (10.0)                 |
| Foot                   | 2 (2.5)                          | 3 (3.8)                              | .563           | 5 (6.3)                  |
| Groin                  | 2 (2.5)                          | 2 (2.5)                              | .918           | 4 (5.0)                  |
| Upper Leg/hip          | 2 (2.5)                          | 0 (0.0)                              | .173           | 2 (2.5)                  |
| Lower Leg              | 2 (2.5)                          | 1 (1.3)                              | .616           | 3 (3.8)                  |
| <i>Trunk/ cóccix</i>   | 4 (5.0)                          | 1 (1.3)                              | .203           | 5 (6.3)                  |
| <i>Head/face</i>       | 2 (2.5)                          | 4 (5.0)                              | .328           | 6 (7.5)                  |
| Head/face              | 1 (1.3)                          | 3 (3.8)                              | .258           | 4 (5.0)                  |
| Teeth                  | 1 (1.3)                          | 1 (1.3)                              | .943           | 2 (2.5)                  |
| <i>Other</i>           | 1 (1.3)                          | 0 (0.0)                              | .498           | 1 (1.3)                  |
| <b>Type of injury</b>  | --                               | --                                   | .542           | --                       |
| Fracture               | 14 (17.5)                        | 9 (11.3)                             | .287           | 23 (28.7)                |
| Sprain                 | 11 (13.8)                        | 10 (12.6)                            | .783           | 21 (26.3)                |
| Contusion/abrasion     | 8 (10.0)                         | 6 (7.5)                              | .702           | 14 (17.5)                |
| Strain                 | 4 (5.0)                          | 4 (5.0)                              | .797           | 8 (10.1)                 |
| Tendinitis             | 2 (2.5)                          | 4 (5.0)                              | .328           | 6 (7.5)                  |
| Laceration             | 1 (1.3)                          | 2 (2.5)                              | .498           | 3 (3.8)                  |
| Concussion             | 0 (0.0)                          | 0 (0.0)                              | --             | 0 (0.0)                  |
| Dislocation            | 0 (0.0)                          | 2 (2.5)                              | .132           | 2 (2.5)                  |
| Bursitis               | 0 (0.0)                          | 1 (1.3)                              | .498           | 1 (1.3)                  |
| Other                  | 2 (2.5)                          | 0 (0.0)                              | .132           | 2 (2.5)                  |
| <b>Mechanism</b>       | --                               | --                                   | .837           | --                       |
| <i>Non Contact</i>     | 19 (23.7)                        | 15 (18.8)                            | --             | 34 (42.5)                |
| Skating                | 9 (11.2)                         | 10 (12.5)                            | .608           | 19 (23.7)                |
| Fall                   | 10 (12.5)                        | 5 (6.3)                              | .223           | 15 (18.7)                |
| <i>Contact</i>         | 22 (27.6)                        | 23 (28.7)                            | --             | 45 (56.4)                |
| Player Contact         | 6 (7.5)                          | 9 (11.2)                             | .282           | 15 (18.7)                |
| Puck Contact           | 7 (8.8)                          | 7 (8.8)                              | .837           | 14 (17.5)                |
| Stick Contact          | 5 (6.3)                          | 3 (3.8)                              | .550           | 8 (10.1)                 |
| Board Contact          | 4 (5.0)                          | 4 (5.0)                              | .797           | 8 (10.1)                 |
| <i>Other</i>           | 1 (1.2)                          | 0 (0.0)                              | .498           | 1 (1.2)                  |
| <b>Nature</b>          | --                               | --                                   | .420           | --                       |
| Acute                  | 38 (47.5)                        | 32 (40.0)                            | .397           | 70 (87.5)                |
| Overuse                | 3 (3.8)                          | 5 (6.3)                              | .370           | 8 (10.0)                 |
| Recurrent              | 1 (1.2)                          | 1 (1.2)                              | .943           | 2 (2.5)                  |

A majority of the injuries recorded (n=38, 47.6%) were classified as severe, with greater than 28 days of time loss. Of the remaining injuries 35% (n=28) were considered moderate (8 to 28 days time loss) and 17.4% (n=14) were categorized as mild (athletes returned to play between 1 and 7 days after injury) (figure 21).



**Figure 21. The severity of injury among injured inline hockey players (n=80).**

The common injuries that resulted in more than 28 days time loss of participation and their primary injury mechanisms combined for all body regions and injury type are shown in Table 23. The most common severe injury was the ankle ligament sprain (n=6, 15.8%) due to falls and player contact.

**Table 23. Most common inline hockey injuries resulting in >28 days time lost (n=38).**

| Body Region  | Injury Type          | No. Injuries (N) | Percentage of Severe Injuries (%) | Most Common Injury Mechanism(s) |
|--------------|----------------------|------------------|-----------------------------------|---------------------------------|
| Ankle        | Ligament sprain      | 6                | 15.8                              | Fall, player contact            |
|              | Fracture             | 3                | 7.9                               | Fall, player contact            |
| Wrist        | Fracture             | 3                | 7.9                               | Fall, player contact            |
| Arm          | Fracture             | 3                | 7.9                               | Fall, player contact            |
| Groin        | Muscle-tendon strain | 3                | 7.9                               | Skating                         |
| Shoulder     | Ligament sprain      | 3                | 7.9                               | Player contact, board contact   |
| Wrist        | Ligament sprain      | 2                | 5.2                               | Fall, board contact             |
| Teeth        | Fracture             | 2                | 5.2                               | Stick contact                   |
| Knee         | Ligament sprain      | 2                | 5.2                               | Skating                         |
|              | Fracture             | 1                | 2.6                               | Skating, fall                   |
|              | Tendonitis           | 1                | 2.6                               | Skating                         |
|              | Contusion            | 1                | 2.6                               | Board contact                   |
| Shoulder     | Dislocation          | 1                | 2.6                               | Fall                            |
|              | Muscle-tendon strain | 1                | 2.6                               | Stick contact                   |
|              | Fracture             | 1                | 2.6                               | Player contact                  |
| Hand/fingers | Scaphoid fracture    | 1                | 2.6                               | Board contact                   |
|              | Fracture             | 1                | 2.6                               | Stick contact                   |
| Foot         | Dislocation          | 1                | 2.6                               | Player contact                  |
|              | Bursitis             | 1                | 2.6                               | Skating                         |
| Lower leg    | Muscle-tendon strain | 1                | 2.6                               | Puck contact                    |

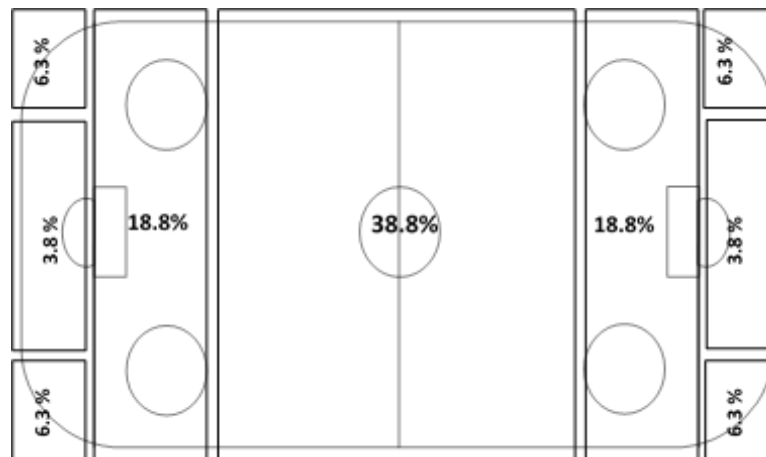
Of these 80 injuries, 88.8% (n=71) occurred during the regular season, 6.3% (n=5) during the preseason and 5% (n=4) during the postseason. The players were 2.1 times more likely to be injured during games (n=54, 67.5%) than practices (n=26, 32.5%). Of the injuries during games, 64.8% (n=35) occurred in the second period, 27.7% (n=15) occurred in the first period, and 5.5% (n=3) occurred in the warmup. Inline hockey games covered in this study consisted of two periods of 20 minutes in length for U20 and two periods of 25 minutes for players aged 20 years or older. The risk of injury increases with age and level of play. Injuries were distributed according to player position as follows: defense, 47.5% (n=38) and forwards, 32.5% (n=26). The goalkeeper was the least injured of all the players at 20% (n=16). The second period was when the highest percentage of injuries occurred during the game (Table 24).

**Table 24. Inline hockey injuries classified by the moment of the season, game versus practice, the period of play, and playing position.**

| Variable                 | Senior (>20) | U20 (10-19) | P value | Overall (N %) |
|--------------------------|--------------|-------------|---------|---------------|
| <b>Moment of season</b>  |              |             |         |               |
| Preseason                | 2(2.5)       | 3(3.8)      | .729    | 5(6.3)        |
| Regular season           | 35(43.8)     | 36(45.0)    | .366    | 71(88.8)      |
| Postseason               | 1(1.2)       | 3(3.8)      | .355    | 4(5.0)        |
| Total                    | 38(47.5)     | 42(52.5)    | .602    | 80(100.0)     |
| <b>Injury conditions</b> |              |             |         |               |
| Game                     | 28(35.0)     | 26(32.5)    | .261    | 54(67.5)      |
| Practice                 | 10(12.5)     | 16(20.0)    | .261    | 26(32.5)      |
| Total                    | 38(47.5)     | 42(52.5)    | .261    | 80(100.0)     |
| <b>Game injuries</b>     |              |             |         |               |
| Warmup                   | 1(1.9)       | 2(3.7)      | .899    | 3(5.6)        |
| First period*            | 11(23.0)     | 4(8.3)      | .048    | 15(21.3)      |
| Second period            | 15(31.2)     | 20(41.6)    | .463    | 35(72.8)      |
| Overtime                 | 0(0.0)       | 1(1.9)      | .338    | 1(1.9)        |
| Total                    | 27(50.0)     | 27(50.0)    | .258    | 54(100.0)     |
| <b>Player position</b>   |              |             |         |               |
| Forward*                 | 7(8.7)       | 19(23.7)    | .011    | 26(32.5)      |
| Defense*                 | 23(28.7)     | 15(18.7)    | .026    | 38(47.5)      |
| Goalie                   | 8(10.0)      | 8(10.0)     | .823    | 16(20.0)      |
| Total                    | 38(47.5)     | 42(52.5)    | .030    | 80(100.0)     |

Location on the rink at the time of injury was classified as a corner, behind the goal, in front of the goal (between the goal line and the face-off circle), or the neutral zone (between face-off circles). Injuries occurring in the neutral zone were the most common rink location, which accounted for 38.8% (n=31) of all injuries, followed by those occurring in front of the goal at 18.8% (n=15), in a corner at 6.3% (n=5), and behind the goal at 3.8% (n=3). The most common mechanism of injury located in the neutral zone was player contact at 12.5% (n=10) and falls at 11.3% (n=9), followed by

puck contact in front of the goal at 6.3% (n=5) An additional piece of data is that 21.3% (n=17) of injuries occurred near the boards across all the aforementioned locations. Goalkeepers' injury locations are not included in Figure 22.



**Figure 22. Location on the rink at the time of injury.**

### **Aged-Specific Injury Characteristics**

Body site, injury type and mechanism of injury differed by age. However, these differences were statistically significant for hand/fingers body site location, player position and game period. Hand/fingers injuries were significantly associated with players U20 ( $p < .028$ ;  $\Phi = .246$ ). The wrist ( $n=7$ , 8.8%) was the most common injury location among players under 20 years of age. The ankle ( $n=11$ , 13.8%) and the shoulder ( $n=8$ , 10%) were more common injury sites among senior players than those aged nineteen and below. Senior players were two times more susceptible to facial injuries than those aged nineteen and below ( $n=4$  (5%) vs.  $n=2$  (2.5%), respectively).

Regarding injury type of injury, fractures were the most common injury among players aged nineteen and below ( $n=14$ , 17.5%) while sprains were the most common among those aged 20 years and older ( $n=10$ , 12.6%). Tendinitis was more common among those aged 20 years and older ( $n=4$ , 5%) than for players aged nineteen and below ( $n=2$ , 2.5%). Contusions/abrasions were more common among those aged nineteen and below ( $n=8$ , 10%) compared with those aged 20 years and older ( $n=6$ , 7.5%).

Non-contact such as falls (n=10, 12.5%) and skating (n=9, 11.2%) were the most common mechanisms of injury among players aged 19 years and below while skating (n=10, 12.5%) and player contact (n=9, 11.2%) were the most common mechanisms for senior players.

The most common body site-injury type combinations were ankle sprains, wrist sprains, and arm/lower arm fractures among players aged under 20 years old (n=4, 9.5% each). Ankle sprains, ankle contusions (n=4, 10.5% each), and shoulder sprains were the most common injuries among those aged 20 years and older (n=3, 7.9%).

Significant differences were found between player position and game period by age. Defense players aged >20 years (senior group) were associated with a higher prevalence of injury than the U20 group (p=0.026; Phi=0.248). On the other hand, forwards aged U20 (10 to 19 years old) had significantly more injuries than the senior group (p=0.011; Phi=0.286). Regarding period of game, senior players were significantly more injured during the first period of the game than players aged U20 years old (p=0.048; Phi=0.221) (table 24).

#### **6.1.4. Discussion.**

The aims of this study were to describe injuries occurring in amateur Spanish inline hockey players and to analyze differences by age categories. Inline hockey has been associated with a high risk of injury. Previous investigations have shown a similar or higher rate of injury in inline hockey compared to ice hockey with similar injury types (Hutchinson et al., 1998; Varlotta et al., 2000). However, this information was collected 18 and 20 years ago respectively with no subsequent investigations. The present study showed a total injury rate of 133.3 per 1000 AE. These findings are consistent with those found by Hutchinson et al. (1998) when similar injury and exposure definitions were used. They compared the injury patterns of two professional inline hockey teams with those of one ice hockey team. The total injury rate was similar between the two sports (inline hockey 139 per 1000 AE; ice hockey 119 per 1000 AE).

As occurring in ice hockey, the potential for injury in inline hockey may be attributed to both biomechanical and equipment factors (Daly et al., 1990). Inline hockey players are exposed to many potential risk factors for injury and the same hazards as to those found in ice hockey such as high-velocity skating, falls, rapid changes in direction and contact with players, boards, stick, and puck. In addition, both inline hockey players and ice hockey players wear similar protective equipment. However, the mechanics of inline skating and ice skating are slightly different. The larger rolling

frictional forces between inline skates and the supporting surface present a major difference between ice and inline skating. Another profound difference is in the skill of stopping, given that as inline skates cannot be unweighted and turned at a 90° angle across the surface as easily as ice skates can (Marino, 1983; Minkoff et al., 1994).

Although most overall injuries in inline hockey players occurred from contact (player-player contact, puck contact, stick contact, board contact), non-contact injuries (skating and non-contact fall) was also many frequent. Non-contact skating injuries were the most common mechanism of injury suffered by these athletes resulting in 23.7% (n=19) of all injuries while overuse injuries resulting in 10% (n=8). Our results are consistent with the previous findings. Varlotta et al., (2000) found that non-contact skating was responsible for 22% (n=27) of all injuries.

Overuse injuries may be classified into two main categories. The first category is the low-force repetitive stress injuries causing microtrauma typically seen in endurance sports such as running. The second category of overuse injuries is “acute, non-contact injuries” injuries that usually occur during rapid body movement when a great force is applied suddenly resulting in tissue damage (Listola et al., 2013). Overuse injuries (e.g. tendonitis and bursitis) usually result from continued cumulative trauma over weeks or months. With the increasing specialization of young athletes, players are frequently involved in sports such as hockey 12 months of the year. Therefore, the time of exposure and fatigue may increase the player’s vulnerability to muscle strains and ligament sprains (Smith et al., 1997). The onset of symptoms may be gradual resulting in subtly increasing pain during athletic activities. Although the severity of overuse injuries is not usually as great as in traumatic injuries, they may cause substantial inconvenience and discomfort to athletes due to their chronic and recurring nature.

Several researchers (Marino, 1983; Minkoff et al., 1994; Hutchinson et al., 1998; Varlotta et al., 2000) determined that a high incidence of non-contact injuries in inline hockey players can be explained by the surface characteristics and techniques used in inline skating. Inline hockey players cannot stop short and quickly go the opposite way and most players roll through their turns. Thus, injuries are sustained when the player cannot maintain his grip on the surface (Varlotta et al., 2000). Minkoff et al., (1994) reported that the incidence of surface injuries in roller hockey was 20 times higher than ice hockey. Noncontact forces during skating were estimated at 1.5 to 2.5 times body weight with rapid changes in acceleration and deceleration that can result in soft tissue trauma. Therefore, the characteristics of the skating surface and lack of control of the inline skates, as well as the time of exposure and fatigue, could explain the significantly high amount of non-contact injuries

caused by skating and falls such as ankle and knee sprains, fractures and other injuries recorded in our study.

Previous studies found a high prevalence of strain/sprain injuries in inline hockey players. Hutchinson et al., (1998) determined that 26% (n=19) of all the injuries sustained during inline hockey were strains and 11% (n=8) sprains. Varlotta et al., (2000) found that sprain/strain was the most prevalent type of injury in inline hockey players causing 55.8% (n=68) of the total injuries, the sprains accounted for 31.2% (n=38) and the strains 24.6% (n=30). These findings are in accordance with our study but only with respect to sprain injuries 26.3% (n=21). While groin strains are a very common injury in ice hockey players, in our study groin strains accounted only for 5% (n=4) of all injuries. As several authors have suggested, soft tissue injuries might be due to explosive contractions, inflexibility and/or increased workout intensity (Sim et al., 1978; Stuart et al., 1995; Tuominen et al., 2017). The mechanics of skating puts significant stress on the joints and surrounding muscles. High prevalence of sprain injuries resulted from skating and falls without contact with other players or board. The differences in controlling turning and stopping between inline skating and ice skating may be the cause of a significant amount of the lower extremity sprain/strain injuries that occur in roller hockey (Varlotta et al., 2000). Furthermore, strength and flexibility imbalances were associated with injuries in various sports. Athletes who focus on stretching, strength and endurance training can increase the integrity of joints and durability of the muscles and they are less likely to sustain soft tissue injuries. The early identification and management of imbalances and asymmetries by clinicians may help to minimize the frequency and severity of muscle strains and ligament sprains (Gilder et al., 1993; Tyler et al., 2001; Benson et al., 2005; Agel et al., 2007).

The predominant type of injury suffered by our sample was ankle sprains. Although ankle sprains are infrequent in ice hockey because of the rigidity of the skate boot, entrapment of the skate by the surface or against the boards (as the pronated ankle is abducted and externally rotated by the player's inertia) can produce ankle sprains (Minkoff et al., 1994). The predominant type of ankle sprain in inline hockey involves the syndesmotric ligaments (high ankle sprain). The occurrence of the syndesmotric injury by external rotation is unique to skiing and hockey because the ankle is constrained by a rigid ski boot or hockey skate (Shindle et al., 2010). The elevation provided by the hockey skate wheels, combined with high speeds and rapid direction changes, places the ankle at a higher potential for torque injury, often related to "catching a rut" in the dry surface with the skate wheels.



“Skate bite” has been manifested as anterior ankle pain resulting from stiff, poorly broken in new skates of older skates whose tongue has become inflexible (LaPrade et al., 2014). Three players suffered tendonitis by “skate bite” due to adjusting the skate incorrectly by tying laces around their ankle. Thus, the skate tongue presses against the anterior ankle of the hockey player. Skating with repeated ankle dorsiflexion then causes inflammation of the tibialis anterior tendon, and the player will complain of pain and swelling along the front of the ankle. “Skate bite” may be avoided by educating the players to adjust their skates properly, “breaking in” the skate by repeated manual flexion of the tongue of the skate, placing a piece of foam on the interior of the tongue as a cushion between the ankle and skate and NSAIDs (LaPrade et al., 2014).

Collision with other players was the second most common mechanism of injury among the athletes and accounted for 18.7% (n=5) of all injuries. These data are consistent with the results of several other researchers. Hutchinson et al., (1998) reported that 48% (n=36) of all injuries resulted from checking. Varlotta et al., (2000) found that player contact (including checking) was the most common mechanism of injury, resulting in 29% (n=35) of all injuries. However, in our study, the player contact injury percentage was lower than previous researchers. The rules and playing style of inline hockey closely resemble those of ice hockey and the players included in the previous studies were American professional players affiliated with National Hockey League (NHL) teams, aggressive playing style (checking) could explain the higher rate of player contact injuries than the current study. In Spanish inline hockey, player contact could be due to the combination of the small size of Spanish inline hockey rink (20 x 40 m.) and high skating speed achieved and maintained by inline hockey players, around 48 km/h (30mph) (Hutchinson et al., 1998). A high number of ankle injuries (e.g. ligament sprain) and knee injuries (e.g. medial collateral ligament sprain) occurred because of contact with another player. Player contact may result in a fall to the hard surface and the skate could get stuck, tangled with the other player, or caught under the player, resulting in a valgus load and an MCL injury (Shindle et al., 2010; Popkin et al., 2016).

In contrast with the results found in the previous research, in our sample, the head/face accounted for 7.5% (n=6) of all injuries. Hutchinson et al. (1998) and Varlotta et al., (2000) found that the most common location of injury was the head/face, which accounted for 38% (n=29) and 21% (n=46) of all injuries respectively. These differences may be mainly due to wearing facial shields or not and susceptibility to injury due to the style of play (Stuart et al., 2002).

In both previous studies, all players wore helmets, but at the professional level, the athletes were not required to wear face protection (Hutchinson et al., 1998; Varlotta et al., 2000). The

American Hockey League, the top minor league in North America required all players to wear a visor prior to the start of the 2006–07 season. Since then the rules have changed and currently, the use of facial shields is mandatory for all players. In Spanish leagues rules, full face shields are mandatory for players under 19 years old and half face shields (visors) for older players (Real Federación Española de Patinaje, 2014). In our study, all injured players in face, nose or teeth (n=2, 2.5%, each) were wearing half face shields. Any player wearing a full face shield sustained a facial or dental injury. All of the nose fractures (n=2, 2.5%) occurred in players who wore the visor incorrectly. An incorrect position of the visor may not prevent the puck or the stick from hitting the face. Our results are consistent with the results of several other researchers with regard to the effectiveness of full facial protection vs half-shields in ice hockey (Stuart et al., 2002; Biasca et al., 2005; Stevens et al., 2006). These studies conclude that using the visor is effective in preventing injuries around the eyes, however, it does not provide enough protection to avoid injuries to the rest of the face and teeth. Benson et al., (1999) reported that the risk of sustaining a head injury, facial laceration, and dental injury in ice hockey players was 2.52, 2.31 and 9.90 times greater, respectively. None inline hockey player injured in teeth were wearing mouthguards at the time of injury.

With regard to the degree of injury severity in games and practices, our results showed that severe injuries were the most common accounting for 47.6% (n=38) of all injuries causing absence from practices or games of more than 28 days. These data contrast with previous studies in inline hockey players. Varlotta et al., (2000) reported that 83% (n=101) of the injuries sustained were classified as mild and the athletes resumed play in 3 days or less, 4% (n=5) were considered moderate (athlete returned to play between 4 and 14 days after injury), and 13% (n=16) were categorized as severe (athlete was unable to return to play for perhaps the rest of the season, or was unable to return in the same capacity as a result of long-term sequelae). Hutchinson et al., (1998) reported that 33.3% (n=25) of the 75 injuries required time loss of play, with an average of 6.5 days. These differences may be associated with accidental falls and unintentional player contact caused by dry surface characteristics and the combination of small rink size and high skating velocities which can cause fractures of the wrist, upper arm, and ankle fractures or sprains. Furthermore, it should be noted that previous studies used different injury definitions than the present study. Hutchinson et al., (1998) and Varlotta et al., (2000) included all injuries that required evaluation by a physician. Varlotta et al., (2000) included injuries that required evaluation or assistance from the medical team and those injuries without time loss from the sport of time loss lower than one practice or game.

The risk of injury increases with age and level of play because players are bigger, heavier, stronger and they are able to skate at higher velocities than younger players and thus collisions lead

to greater impact which may result in greater number of injuries (Molsa et al., 2000; Emery et al., 2006).

The higher injury rate in the second period of the game reported in this study may be explained by second-period fatigue (Stuart et al., 1995; Molsa et al., 2000). Regarding rink location injuries, these data are consistent with other research in ice hockey (Agel et al., 2007). A majority of injuries occur in the neutral zone (between the face-off circles), where the high-velocity player to player impacts and falls are likely to occur. It should be noted that injuries occurring near the boards accounted for 21.3% (n=17) of all injuries. These data also demonstrate that contact with the boards represents a high-risk factor for injury in inline hockey.

#### **6.1.5. Conclusion.**

This is the first study to collect injury data in amateur Spanish inline hockey players and the first study on inline hockey injuries in over 19 years. The risk of severe injury by inline hockey players is high. Body site, diagnosis, mechanism and severity of injury differed by age. However, these differences were statistically significant only for the hand/fingers body site location. Players U20 shown a higher risk of injury located in hand/fingers than senior (>20 years). Non-contact injuries such as skating injuries have a high prevalence among inline hockey players. The mechanics of inline skating, the characteristics of inline skating surfaces, time of exposure, poor physical condition and fatigue may be the causes of a significant amount of the lower extremity sprain injuries that occurred in this investigation. Given the apparent relationship between fatigue (time of play) and injury occurrence, developing proper strength, and endurance strategies may influence the occurrence of overuse injuries. Furthermore, muscle imbalances and structural asymmetries could represent a risk factor for injuries. Developing proper strength, endurance and flexibility strategies might have a direct effect on the prevalence of overuse injuries. Wearing full face shield protection should be mandatory for all amateur inline hockey players at all levels. Players wearing a visor must wear properly. The nose and eyes should always be covered by the visor in the frontal and lateral projection. A mouth guard should be mandatory for players wearing a visor. Increasing the size of inline hockey rink may help to reduce injuries by player contact. Clinicians and researchers should identify risk factors and take preventive measures for ankle, wrist and knee ligament sprains, as well as muscle strains in the groin region. It would be extremely beneficial for all players to wear full facial protection.

It is hoped that the results of this study will aid in the understanding of injuries in amateur Spanish inline hockey players and provide a starting point for further research. Physicians, athletic trainers and parents taking care of youth hockey players should be familiar with the common injury patterns that result from play. Future researchers should identify risk factors and mechanisms of inline hockey injuries for initiation of preventive strategies. Continued systematic collection, evaluation, and analysis of injury data are needed to identify risk factors and implement evidence-based interventions to reduce the risk of inline hockey-related injuries. Continued surveillance is warranted to evaluate inline hockey injury trends over time.

## **6.2. ESTUDIO 2. LOWER LIMB FLEXIBILITY IN SPANISH NATIONAL SELECTION INLINE-HOCKEY PLAYERS: PROFILE, TIGHTNESS, AND ASYMMETRY.**

### **6.2.1. Introduction.**

In the field of orthopedics and rehabilitation medicine, measuring a range of motion (ROM) is a clinical procedure to evaluate a mechanical joint problem caused by disorders of the locomotor system. The purpose of ROM measurement is not only to observe the extent of inhibition but also to identify the factors that restrict joint movement and to evaluate the effectiveness of treatment and training.

The measurement method of ROM used internationally is established by the American Academy of Orthopedic Surgeons [AAOA] (1965) and American Medical Association [AMA] (2002) (Gerhardt, Cocchiarella & Read, 2002). Since 1963, both institutions have provided the reference average values for the normal joint. The most commonly used resource by health and sports professionals to mark quantifiable goals in the training of flexibility in healthy individuals and athletes with or without pathology. Nevertheless, the measures are not consistently stratified by age and sex. Besides, when the ROM in the sports field is evaluated, there is great variation in ROM even among different sports, depending on joint, movement, sex, age, physical constitution, competitive level, lateral dominance (dominant and non-dominant), and tactical position.

Has been reported that when a player shows normal and specific values of flexibility in each joint for a certain sport, has the optimum ROM in order to promote the maximum physical-technical sports performance with a lower predisposition to sports injury (Cejudo, 2015). Thus, several studies have observed that sports performance declines with the limited ROM due to a lower muscle extensibility "muscle tightness" (Dill, Begalle, Frank, Zinder & Padua, 2014; Gonzalo-Skok, Serna, Rhea & Marín, 2015; García-Pinillos, Ruiz-Ariza, Moreno Del Castillo & Latorre-Román, 2015). In addition, muscle tightness was correlated with a sports injury. For example, limited ROM hip extension ( $<13^{\circ}$ ) predispose to ankle sprains and thigh muscle injuries (Ekstrand & Gillquist, 1982) and rupture of the rectus abdominal muscle (Young et al., 2014) in senior soccer players and in professionals tennis players. Limited ROM dorsal flexion of the ankle with the knee flexed predispose to patellar tendinopathy ( $<45^{\circ}$ ) in volleyball players (Malliaras, Cook & Kent, 2006) and basketball players ( $<36.5^{\circ}$ ) (Backman & Danielson, 2011). Limited ROM hip flexion with extended knee predispose to a hamstring injury ( $<88.1^{\circ}$ ) in professional soccer players (Witvrouw, Danneels, Asselman, D'Have & Cambier, 2003) and to patellar and quadriceps tendonitis ( $<70^{\circ}$ ) in speed and

figure skaters (Okamura et al., 2014). Limited range of motion of the knee flexion (<132°) predispose to overload injuries in tennis players (Kibler, McQueen & Uhl, 1988).

Therefore, in clinical and sports evaluations using ROM, it is important to establish an individual standard flexibility profile for each sport. The knowledge of the optimum ROM values in sports can be a breakthrough in the world of physical and sports training, as it will achieve, together with the optimum values in other determining physical qualities for sports performance, sporting success. In addition, these benchmarks will be used to set specific and quantified objectives in flexibility training as basic physical quality to optimize the physical and technical sports performance.

To date, many ranges of motion studies that have been conducted in sport have limitations in one or more of the following attributes: sample size, range of subject age, gender representation, the number of joints measured (between one and six test) or the inconsistent or difference methodology (for example, movement active versus passive; position initial; criterions at the end of the test) in measuring joint ROM. To our knowledge, only five studies have been published in which have been measured the main movements of the lower extremity following a standardized assessment protocol. These studies have defined the profile of flexibility in a sample of duathlon (Cejudo, Ruiz, Sainz de Baranda, Ayala & Santonja, 2013), soccer (Cejudo et al., 2019; López-Valenciano, et al., 2018) futsal (Cejudo, Sainz de Baranda, Ayala & Santonja, 2014b; Sainz de Baranda, Cejudo, Ayala & Santonja, 2015) and handball (Cejudo, Sainz de Baranda, Ayala & Santonja, 2014a) players through the maximum passive range of motion.

At the elite level, an inline hockey game consists of two periods of twenty minutes playing with a five-minute break between both periods. During periods, the clock is only running when the puck is in play. The gameplay is characterized by intermittent high-intensity skating that varies in velocity, direction, and duration (Flik, Lyman & Marx, 2005; Molsa, Kujala, Myllynen, Torsila & Airaksinen, 2003). In order to successfully compete at the international level, athletes must be able to meet the high demands hockey places on both the oxidative and glycolytic energy systems. Athletes must also have the strength, power, and flexibility to meet the agility and technical skill required to skate, shoot, and pass the puck (Twist & Rhodes, 1993).

Increased flexibility optimal values, especially in the iliopsoas, adductors, hamstring, quadriceps and surae triceps might improve skating speed and efficiency, skills of lower limbs and puck handle (Upjohn, Turcotte, Pearsall & Loh, 2008; Pearsall, Turcotte & Murphy, 2000; Perrey, Millet, Candau & Rouillon, 1998) and decrease the risk of injury (Moeller & Bracko, 2004; Twist & Rhodes, 1993). The limited studies found in the scientific literature have just assessed some ranges of

motion on the hip joint in ice hockey athletes (Emery & Meeuwisse, 2001; Merrifield & Cowan, 1973; Molsa, Airaksinen, Nasman & Torstila, 1997; Tyler, Nicholas, Campbell & McHugh, 2001). The purpose of these studies was to evaluate whether hip abduction flexibility plays an important role in the incidence of adductor and hip flexor strains or abdominal strain injuries in ice hockey players. Wilcox, Osgood, White & Vince (2015), in their analysis of injury patterns in intermittent nature sports, compared the differences to ROM (flexion, extension, abduction, adduction, internal rotation and external rotation) and strength of the hip for both the dominant and non-dominant limbs in ice hockey and soccer athletes. A key outcome of this analysis was to determine why ice hockey athletes' hips are possibly at risk for noncontact injuries.

To the best of our knowledge, no research has been published up to the date on the flexibility comprehensive profile in high-level inline hockey players in all movements of the lower extremity. The main purposes of the current study were: (1) to establish normative ROM values for lower limb joints for both male and female inline hockey players using a standardized measurement approach; and (2) to examine differences by sex and 3) to identify muscle asymmetries and tightness.

## **6.2.2. Methods.**

### **Participants**

The research sample consisted of 37 elite inline hockey players from the last pre-competition meeting of the Spanish National Team previous to the World Roller Games (Nanjing, China, 2017). To address the specificity of flexibility in sport, four goalkeepers (2 males and 2 females) y 13 male junior inline-hockey players were excluded. The exclusion criterion was a history of orthopedic problems to the knee, thigh, hip, or lower back in the last 3 months due to the residual symptoms could have an impact in the habitual players' movement competency and/or lower extremity ROM profile. The study was conducted at the end of the competition phase of the year 2017. Finally, twenty players (10 male and 10 female) met the inclusion and exclusion criteria.

Before data collection, participants completed a questionnaire containing questions about their sport-related background (tactical position, current competitive level, dominant lower extremity [defined as the participant's preferred throw lower extremity], sport experience), anthropometric characteristics [age, body mass, stature and body mass index], and training regimen (weekly practice frequency, hours of inline hockey practice per week and day, resting periods, types of fitness and training load). None of the participants was involved in systematic and specific stretching regimes in the last 6 months. Besides, the participants do not usually perform stretching

exercises daily during their pre-exercise warm-up and post-exercise cool down phases. Data from questionnaires reported that the sample was homogeneous in potential confounding variables, except in height and training months/year (table 25).

**Table 25. Demographic and sports data of the Spanish National Selection inline-hockey players <sup>a</sup>**

|                          | Male (n=10) | Female (n=10) | Total (n=20) |
|--------------------------|-------------|---------------|--------------|
| Age (years)              | 22.30±2.54  | 22.70±3.33    | 22.50±2.89   |
| Body mass (kg)           | 71.87±9.64  | 66.83±9.20    | 69.35±9.53   |
| Height (cm) *            | 1.73±0.05   | 1.66±0.05     | 1.69±0.06    |
| BMI (kg/m <sup>2</sup> ) | 23.96±2.77  | 24.32±2.88    | 24.14±2.76   |
| Years of experience      | 14.20±2.97  | 12.90±3.98    | 13.55±3.49   |
| Training months / year * | 11.20±0.92  | 10.00±0.00    | 10.60±0.88   |
| Training days/week       | 2.80±0.42   | 2.80±1.03     | 2.80±0.77    |
| Training hours per week  | 5.40±2.27   | 5.00±1.83     | 5.20±2.02    |
| Stick length             | 141.9±10.2  | 142.3±5.1     | 142.1±7.9    |

<sup>a</sup> Values are expressed as mean ± standard deviation; BMI: body mass index; \* significance statistic according to height and training months/year (p≤0,003).

Before any participation, experimental procedures and potential risks were fully explained to the participants in verbal and written form, and written informed consent was obtained. The experimental procedures used in this study were in accordance with the Declaration of Helsinki and were approved by the Ethics and Scientific Committee of the University of Murcia (Spain) [ID: 1702/2017].

### Testing procedure

The passive hip extension [HE], hip adduction with hip flexed 90° [HAD-HF], hip flexion with knee flexed [HF-KF] and extended [HF-KE], hip abduction with hip neutral [HAB] and hip flexed 90° [HAB-HF], hip external [HER] and internal [HIR] rotation, hip total rotation [HTR], knee flexion [KF], ankle dorsiflexion with knee flexed [ADF-KF] and extended [ADF-KE] ROMs of the dominant and non-dominant leg were assessed following the methodology previously described (Cejudo, Sainz de Baranda, Ayala & Santonja, 2014a) (figure 23).

These tests were selected because they have been considered appropriate by American Medical Organizations, AAOS (1965) and AMA (Gerhardt, Cocchiarella & Lea, 2002) and included in manuals of Sports Medicine and Science (Magee, 2002; Palmer & Epler, 2002; Clarkson, 2003; Norkin & White, 2006) based on reliability and validity studies, anatomical knowledge, and extensive clinical and sport experience. In addition, studies from our laboratory have reported moderate to high reliability for the procedures employed (variability ranging from 4° to 7°) (Cejudo, Sainz de Baranda, Ayala & Santonja, 2014; Cejudo, Ayala, Sainz de Baranda & Santonja, 2015 a,b).



One week before the start of the study, all of the inline hockey players completed a familiarization session with the purpose of knowing the correct technical execution of the exploratory tests by means of the practical realization of each one of them. The dominant leg was defined as the participant's preferred kicking leg. All tests were carried out by the same two sport scientist experts under stable environmental conditions.

Prior to the testing session, all participants performed the dynamic warm-up designed by Taylor, Sheppard, Lee & Plummer (2009). The overall duration of the entire warm-up was approximately 20 min. A 3-5 min rest interval between the end of the warm-up and beginning of the ROM assessment was given to the inline-hockey players because in a pilot study with 10 participants of similar age and training status, practically required some time, to get hydration and to dry their sweat prior to the ROMs assessment. More importantly, it has been shown that the effects elicited by the dynamic warm-up on muscle properties might last more than 5 min (Ayala, Moreno-Pérez, Vera-García, Moya, Sanz-Rivas & Fernández-Fernández, 2016) and hence, decreases in ROM values within the 3-5 min rest interval were not expected.

After the warm-up, inline hockey players were instructed to perform, in a randomized order, two maximal trials of each ROM test for each leg, and the mean score for each test was used in the analyses. Inline hockey players were examined wearing sports clothes and without shoes. A 30 s rest was given between trials, legs, and tests.

For the measurement, an ISOMED Unilevel inclinometer (Portland, Oregon) was used with an extendable telescopic rod (Gerhardt, Cocchiarella, & Lea, 2002), a metal goniometer with long arm (Baseline® Stainless) and "lumbosant" -lumbar support- to standardize the lumbar curvature (Santonja, Ferrer & Martínez, 1995; Sainz de Baranda et al., 2014) were used. Before each assessment session, the inclinometer was calibrated to 0° with either the vertical or horizontal. The angle between the longitudinal axis of the mobilized segment was recorded (following its bisector) with the vertical or the horizontal (Gerhardt, Cocchiarella & Lea, 2002; Cejudo et al, 2014a).

One or both of the following criteria determined the endpoint for each test: (a) an examiner palpable or appreciated some compensation movement that increased the ROM onset of pelvic rotation, and/or (b) the inline hockey player feeling a strong but tolerable stretch, slightly before the occurrence of pain (Cejudo, 2015).



Figure 23. Flexibility tests included in "ROM-SPORT" protocol.

### Statistical analysis

Prior to the statistical analysis, the distribution of raw data sets was checked using the Shapiro-Wilk tests to determine normal distribution. The results demonstrated that all data had a normal distribution. Descriptive statistics including means and standard deviations were calculated for hip, knee and ankle ROM measures separately by leg (dominant and non-dominant).

Data were analyzed using independent sample Student's t-test to examine possible differences in demographic variables and hip, knee and ankle ROMs between the males and females group. In addition, independent sample Student's t-test was carried out to assess differences between the values of the dominant and non-dominant sides. Additionally, Cohen's effect size was calculated for all results, and the magnitudes of the effect were interpreted according to the criteria of Hopkins, Marshall, Batterham & Hanin (2009) in which the effect sizes less than .2, from .2 to .59, from .6 to 1.19, from 1.20 to 2.00, from 2.00 to 3.99 and greater than 4.00 were regarded as trivial, small, moderate, large, very large and extremely large, respectively. The authors arbitrarily chose moderate as the minimal relevant effect level with practical application in the results.

ROM values were classified as "normal versus tightness", and "normal versus asymmetry" according to the proposed reference values to consider that an athlete is more prone to suffer an injury. In these movements where the sport-specific cut-off score was not found (HAD-HF, ADF-KE, KF, HIR, HAB-HF, HF-KE), the reference value for the general population was used to categorize players with tightness. Otherwise, when several cut-off scores were found for the same ROM, the most conservative criteria were selected. All the cut-off scores used in this study are presented in table 26. Likewise, the cut-off scores to identify asymmetries in ROM used were 6° and 10°, depending on the kind of ROM value (6° for lowest ROM scores –HE, HAD-HF, ADF-KE, ADF-KF and HAB-HF [Croisier, Ganteaume, Binet, Genty & Ferret, 2008; López-Valenciano et al., 2017]– and 10° for highest ROM scores –KF, HRIC, HAD-HF, HF-KE, KE and HF-KF [Ellenbecker, Roetert, Teixeira, Keuter & Sperling, 2007]–).

**Table 26. Published cut-off reference values used to identify muscle tightness.**

|                    |                  |                       |                       |                     |                    |                    |
|--------------------|------------------|-----------------------|-----------------------|---------------------|--------------------|--------------------|
| ROM                | HE <sup>1</sup>  | HAD-HF <sup>2,3</sup> | ADF-KE <sup>4,5</sup> | DFT_RF <sup>6</sup> | HAB <sup>1</sup>   | HIR <sup>4,6</sup> |
| Value <sup>†</sup> | 13°              | 30°                   | 30°                   | 45°                 | 28°                | 45°                |
| ROM                | HER <sup>8</sup> | HAB-HF <sup>9</sup>   | HF-KE <sup>10</sup>   | KF <sup>1</sup>     | HF-KF <sup>8</sup> |                    |
| Value <sup>†</sup> | 50°              | 80°                   | 88,1°                 | 132°                | 135°               |                    |

<sup>†</sup> Values are expressed as degree (°); ROM: range of movement; Hip extension test [HE]; hip adduction with hip flexed 90° test [HAD-HF]; ankle dorsiflexion with knee flexed test [ADF-KF]; ankle dorsiflexion with knee extended test [ADF-KE]; hip abduction with hip neutral test [HAB]; hip internal rotation test [HIR]; hip external rotation test [HER]; hip abduction with hip flexed 90° test [HAB-HF]; hip flexion with knee extended test [HF-KE]; knee flexion test [KF]; hip flexion with knee flexed test [HF-KF]; 1: Ekstrand & Gillquist (1982); 2: Gerhardt (1994); 3: Peterson et al. (2005); 4: Clarkson, (2003); 5: Norris (2004); 6: Malliaras et al. (2006); 7: Alter, (2004); 8: Gerhardt et al., (2002); 9: AAOS (1965); 10: Witvrouw et al., (2003).

Finally, an independent sample t-test was used to determine differences between mean values in both normal and tighness groups. Effect size for each variable was analyzed throughout Pearson (r) statistic (0.0-0.39 = low, 0.4-0.69 medium, and 0.7-1 = high effect [Pallant, 2007]). All the statistical analysis were conducted by the SPSS software (Statistical Package for Social Sciences, v. 24.0, for Windows; SPSS Inc, Chicago), establishing the significance in 95% (p-value < 0.05).

### 6.2.3. Results.

#### *Asymmetries dominant vs non-dominant lower limb.*

Even though the difference between dominant and non-dominant lower limb ROM in males and females inline hockey players was 1°-5°, significant differences were found by lower limb sides (tables 27 and 28).

Follow-up Student's t-test analyses revealed that male's team only exhibited asymmetry in HF-KF (p=.042; d=.7243 [moderate effect sizes]). Female's team showed asymmetry in ADF-KF (p=.001; d=.6 [moderate effect sizes]) and HAB (p=.005; d=1.1767 [moderate effect sizes]) ROM. The ROM values in HF-KF and HAB have been higher in the non-dominant limb, while the ROM values ADF-KF is higher in the dominant limb. However, the individual analysis in male's team found a greater number of players with asymmetry in HAD-HF (cutoff >6°; n=5), HER (cutoff >10°; n=4) and HE (cutoff >6°; n=3); In female's team, found a greater number of players with asymmetry in HER (cutoff >10°; n=4), HE (cutoff >6°; n=3) and KF (cutoff >10°; n=2).

Independent sample Student's t-test showed significant differences (p<.005) according to sex in the HAD-HF (dominant limb), ADF-KE (dominant limb), HIR (non-dominant limb), HER (dominant limb), HAB-HF (both limb), KF (dominant limb) and HF-KF (both limb) ROM. Female hockey players exhibited greater ROM in HAD-HF (31.2° vs 25°; p=.007; d= -1.35 [large]), HIR (39.2° vs 37.2°; p=.030; d= -1.05 [moderate]), HER (64.8° vs 57.6°; p=.016; d= -1.19 [moderate]), HAB-HF (73° vs 64,8°; p=.001; d= 1.35 [large]), KF (115.4° vs 102°; p= .007; d= -1.41 [large]) and HF-KF (141° vs 131.5°; p=.005; d= 1.68 [large]) than males hockey players. Male hockey players exhibited greater ADF-KE (36.2° vs 31°; p= .045; d= 1.00 [Moderate]) ROM than females.

**Table 27. Maximum passive ROM values of Senior men's inline hockey players (n=10).<sup>†</sup>**

|                                  | Dominant    | Non-dominant | Players with asymmetries | p-value | Effect sizes Cohen's d |
|----------------------------------|-------------|--------------|--------------------------|---------|------------------------|
| HE (iliopsoas)                   | 7.00±5.80   | 9.80±7.80    | 3                        | 0.132   | -0.3288<br>Small       |
| HAD-HF (piriformis)              | 25.00±3.29  | 27.60±5.79   | 5                        | 0.128   | -0.4851<br>Small       |
| ADF-KE (gastrocnemius)           | 36.20±5.53  | 35.00±6.41   | 1                        | 0.279   | 0.1811<br>No effect    |
| ADF-KF (soleus)                  | 39.60±4.88  | 40.20±5.69   | 0                        | 0.591   | -0.2209<br>Small       |
| HAB (adductors)                  | 39.20±3.15  | 38.60±3.53   | 1                        | 0.560   | 0.3333<br>Small        |
| HIR (external rotators)          | 35.00±6.61  | 37.20±4.63   | 1                        | 0.146   | -0.3922<br>Small       |
| HER (internal rotators)          | 57.60±10.98 | 53.20±8.06   | 4                        | 0.068   | 0.4417<br>Small        |
| HAB-HF (adductors monoarticular) | 64.00±7.24  | 65.60±6.09   | 1                        | 0.387   | -0.1534<br>Small       |
| HF-KE (isquiosurales)            | 71.40±4.22  | 70.40±4.08   | 0                        | 0.322   | 0.25<br>Small          |
| KF (quadriceps)                  | 102±9.56    | 104±14.36    | 2                        | 0.430   | -0.1699<br>Small       |
| HF-KF (gluteus maximus)*         | 133.20±6.26 | 129.80±5.53  | 1                        | 0.042   | 0.7243<br>Moderate     |

<sup>†</sup> Values are expressed as mean ± standard deviation; Hip extension test [HE]; hip adduction with hip flexed 90° test [HAD-HF]; ankle dorsiflexion with knee flexed test [ADF-KF]; ankle dorsiflexion with knee extended test [ADF-KE]; hip abduction with hip neutral test [HAB]; hip internal rotation test [HIR]; hip external rotation test [HER]; hip abduction with hip flexed 90° test [HAB-HF]; hip flexion with knee extended test [HF-KE]; knee flexion test [KF]; hip flexion with knee flexed test [HF-KF]; \* significant at  $p \leq 0.05$  (independent-samples t-test); The magnitude of the effect size of the pooled Standardised mean differences (SMD) was interpreted as trivial or no effect if  $SMD < 0.2$ ; small if  $SMD 0.2$  to  $0.59$ ; moderate if  $SMD 0.6$  to  $1.19$ ; large if  $SMD 1.20$  to  $2.00$ ; very large if  $SMD 2.00$  to  $3.99$  and extremely large if  $SMD$  greater than  $4.00$ .

**Table 28. Maximum passive ROM values of Senior women's inline hockey players (n=10).<sup>†</sup>**

|                                  | Dominant    | Non-dominant | Players with asymmetries | p-value | Effect sizes Cohen's d |
|----------------------------------|-------------|--------------|--------------------------|---------|------------------------|
| HE (iliopsoas)                   | 8.20±5.92   | 10.40±4.40   | 3                        | 0.178   | -0.4417<br>Small       |
| HAD-HF (piriformis)              | 31.20±5.59  | 32.40±4.69   | 1                        | 0.279   | -0.2209<br>Small       |
| ADF-KE (gastrocnemius)           | 31.00±5.43  | 31.60±6.78   | 1                        | 0.685   | 0<br>No effect         |
| ADF-KF (soleus)*                 | 38.80±5.59  | 41.00±5.27   | 2                        | 0.001   | 0.6213<br>Moderate     |
| HAB (adductors)*                 | 41.20±2.85  | 38.80±3.15   | 1                        | 0.005   | 1.1767<br>Moderate     |
| HIR (external rotators)          | 41.80±6.28  | 39.20±4.82   | 1                        | 0.090   | 0.3922<br>Small        |
| HER (internal rotators)          | 64.80±5.26  | 62.20±6.95   | 4                        | 0.057   | 0.3621<br>Small        |
| HAB-HF (adductors monoarticular) | 73.40±5.81  | 72.60±4.81   | 1                        | 0.555   | 0.2209<br>Small        |
| HF-KE (hamstring)                | 74.00±6.66  | 74.40±6.97   | 0                        | 0.716   | 0<br>No effect         |
| KF (quadriceps)                  | 115.40±9.38 | 113.80±10.68 | 2                        | 0.428   | 0.2102<br>Small        |
| HF-KF (gluteus maximus)          | 141.80±6.21 | 140.20±4.93  | 1                        | 0.366   | 0.1961<br>No effect    |

<sup>†</sup> Values are expressed as mean ± standard deviation; Hip extension test [HE]; hip adduction with hip flexed 90° test [HAD-HF]; ankle dorsiflexion with knee flexed test [ADF-KF]; ankle dorsiflexion with knee extended test [ADF-KE]; hip abduction with hip neutral test [HAB]; hip internal rotation test [HIR]; hip external rotation test [HER]; hip abduction with hip flexed 90° test [HAB-HF]; hip flexion with knee extended test [HF-KE]; knee flexion test [KF]; hip flexion with knee flexed test [HF-KF]; \* significant at p≤0.05 (independent-samples t test); The magnitude of the effect size of the pooled Standardised mean differences (SMD) was interpreted as trivial or no effect if SMD <0.2; small if SMD 0.2 to 0.59; moderate if SMD 0.6 to 1.19; large if SMD 1.20 to 2.00; very large if SMD 2.00 to 3.99 and extremely large if SMD greater than 4.00.

*Muscle tightness dominant and non-dominant lower limbs.*

Limited range of motion in both extremities (dominant and non-dominant lower limbs) was found in 18 players in HE (90%), 11 players in HAD-HF (55%), 5 players in DFT\_RE (25%), 16 players in DFT\_RF (80%), 2 players in HER (10%), 19 players in HIR (95%), 19 players in HAB\_HF (95%), 20 players in HF\_KE (100%), 4 players in HTR (20%), 20 players in KF (100%) and 7 players in HF-KF (35%) ROM (table 29 and 30).

**Table 29. Normal and tightness dominant limb ROM values in elite men's and women's inline hockey players (n=20).<sup>†</sup>**

|                                  | Tightness |                  | Normal |                  | R     | p-value |
|----------------------------------|-----------|------------------|--------|------------------|-------|---------|
|                                  | N         | Values (Mean±SD) | N      | Values (Mean±SD) |       |         |
| HE (iliopsoas)                   | 18        | 6.22±4.10        | 2      | 20±0.0           | -.737 | .000    |
| HAD-HF (piriformis)              | 11        | 24.72±2.72       | 9      | 32.22±5.23       | -.697 | .001    |
| ADF-KE (gastrocnemius)           | 5         | 27.6±3.84        | 15     | 35.6±5.19        | -.595 | .006    |
| ADF-KF (soleus)                  | 16        | 37.25±3.56       | 4      | 47±1.15          | -.781 | .000    |
| HAB (adductors)                  | 0         |                  | 20     | 40.2±3.10        |       |         |
| HIR (external rotators)          | 19        | 37.47±6.03       | 1      | 56               | -.577 | .008    |
| HER (internal rotators)          | 2         | 44±5.65          | 18     | 63.11±7.29       | -.642 | .002    |
| HAB-HF (adductors monoarticular) | 19        | 68.1±7.75        | 1      | 80               | -.332 | .152    |
| HF-KE (hamstring)                | 20        | 72.4±5.93        | 0      |                  |       |         |
| HTR (hip rotators)               | 4         | 79.5±8.06        | 16     | 104.6±9.05       | -.766 | .000    |
| KF (quadriceps)                  | 20        | 108.7±11.5       | 0      |                  |       |         |
| HF-KF (gluteus maximus)          | 7         | 129.42±4.42      | 13     | 141.84±4.57      | -.809 | .000    |

<sup>†</sup> Values are expressed as mean ± standard deviation; Hip extension test [HE]; hip adduction with hip flexed 90° test [HAD-HF]; ankle dorsiflexion with knee flexed test [ADF-KF]; ankle dorsiflexion with knee extended test [ADF-KE]; hip abduction with hip neutral test [HAB]; hip internal rotation test [HIR]; hip external rotation test [HER]; hip abduction with hip flexed 90° test [HAB-HF]; hip flexion with knee extended test [HF-KE]; knee flexion test [KF]; hip flexion with knee flexed test [HF-KF]; r: Pearson's r Correlation; \* Inter-group significance differences in p-values≤0.05 (Mann-Whitney U test).

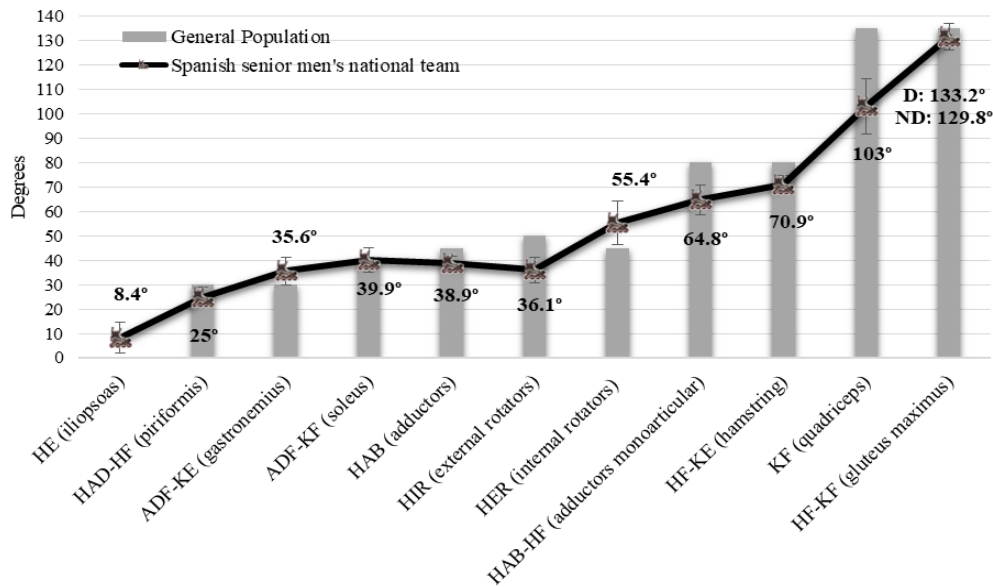
**Table 30. Normal and tightness non-dominant limb ROM values in elite men's and women's inline hockey players (n=20).<sup>†</sup>**

|                                  | Tightness |            | Normal |             | R     | p-value |
|----------------------------------|-----------|------------|--------|-------------|-------|---------|
|                                  | n         | Value      | N      | Value       |       |         |
| HE (iliopsoas)                   | 18        | 8.5±3.9    | 2      | 24±5.65     | -.770 | .000    |
| HAD-HF (piriformis)              | 11        | 26.54±4.9  | 9      | 34.22±3.23  | -.688 | .001    |
| ADF-KE (gastrocnemius)           | 5         | 25.2±2.28  | 15     | 36±5.23     | -.721 | .000    |
| ADF-KF (soleus)                  | 16        | 38.5±3.46  | 4      | 49±2.0      | -.805 | .000    |
| HAB (adductors)                  | 0         |            | 20     | 38.7±3.26   |       |         |
| HIR (external rotators)          | 19        | 37.68±4.23 | 1      | 48          | -.489 | .029    |
| HER (internal rotators)          | 2         | 41±4.24    | 18     | 59.55±6.81  | -.659 | .002    |
| HAB-HF (adductors monoarticular) | 19        | 68.5±6.06  | 1      | 80          | -.398 | .082    |
| HF-KE (hamstring)                | 20        | 72.55±5.53 | 0      |             |       |         |
| HTR (hip rotators)               | 4         | 78.5±4.43  | 16     | 100.25±8.06 | -.771 | .000    |
| KF (quadriceps)                  | 20        | 108.9±13.3 | 0      |             |       |         |
| HF-KF (gluteus maximus)          | 7         | 128±5.16   | 13     | 138.76±5.38 | -.714 | .000    |

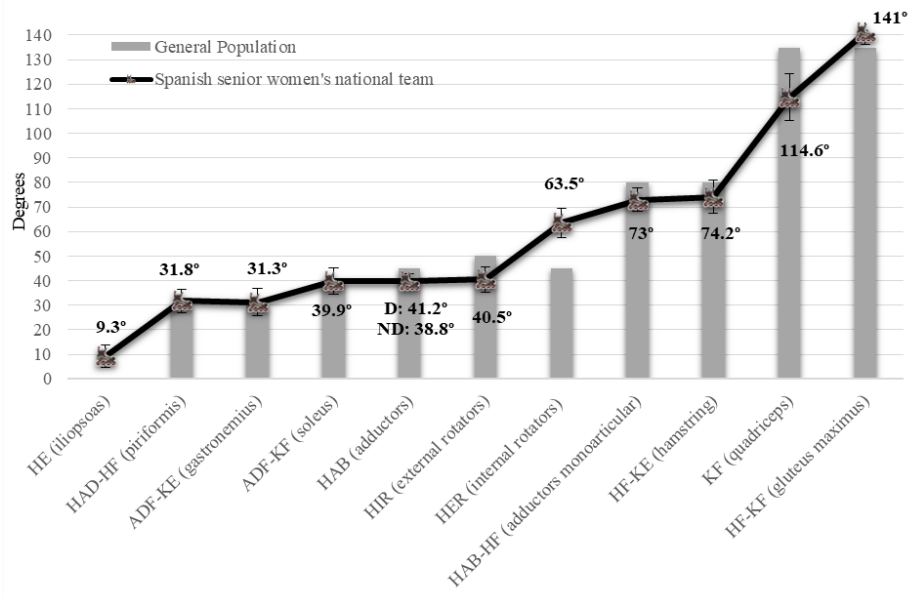
<sup>†</sup> Values are expressed as mean ± standard deviation; Hip extension test [HE]; hip adduction with hip flexed 90° test [HAD-HF90°]; ankle dorsiflexion with knee flexed test [ADF-KF]; ankle dorsiflexion with knee extended test [ADF-KE]; hip abduction with hip neutral test [HAB]; hip internal rotation test [HIR]; hip external rotation test [HER]; hip abduction with hip flexed 90° test [HAB-HF90°]; hip flexion with knee extended test [HF-KE]; knee flexion test [KF]; hip flexion with knee flexed test [HF-KF]; r: Pearson's r Correlation; \* Inter-group significance differences in p-values≤0.05 (Mann-Whitney U test).

*Flexibility profile in inline hockey players by sex.*

Regarding comparison between flexibility profile among elite inline hockey players and the general population by sex, the results showed that females hockey players display greater HAD-HF, HIR, HER, HAB-HF, KF, and HF-KF ROMs and smaller ADF-KE ROM than men’s hockey players. Similar values of flexibility were found in the rest of the movements by sex (figure 24 and 25).



**Figure 24. Flexibility profile of elite Spanish men’s hockey players (n=10). Average values of both body sides except for HF-KF ROM ( $p=.042$ ;  $d=.7243$  [moderate effect sizes]), which showed statistically significant differences.**



**Figure 25. Flexibility profile of elite Spanish women’s inline hockey players (n=10). Average values of both body sides except for HAB ROM ( $p=.005$ ;  $d= 1.1767$  [moderate effect sizes]), which showed statistically significant differences.**



#### 6.2.4. Discussion.

The purpose of this study was to establish normative ROM values for lower joints in inline-hockey players of both male and female genders using a standardized measurement approach. To accomplish this goal, we collected bilateral passive ROM measurements of the hip, knee, and ankle from a sample of individuals without known medical or physical conditions affecting the joint mobility. Our objective was to generate data that could be used (1) to provide reference values for normal joint ROM by sex, and (2) to provide a reference data values of ROM in lower limbs which could be used to assess muscular flexibility in inline hockey players.

The flexibility profile of the 20 inline-hockey players of men's and women's Spanish National Team, which has been determined with the results of the 11 ROM-SPORT protocol measures are shown in the figures 24 and 25 respectively. When these results are analyzed, our primary findings showed certain specific differences in the flexibility profiles of inline hockey players according to by sex, hockey practice line and laterality (lateral dominance).

The results of the present study showed different values of flexibility among males and females inline hockey players. This finding cannot be compared with the previous ones because the effects of the hockey modality on flexibility differences (using similar method) according to the participants' sex has not been analysed previously (Cochrane & Stannard, 2005; Chang, Turcotte & Pearsall, 2009; Quinney et al., 2008; Tyler, Nicholas, Campbell & McHugh, 2001; Kawalek & Garszka, 2013; Wilcox et al., 2015).

In this sense, the results of two kinematic studies on skating start propulsion and transition from start to maximum speed showed that males and females exhibit similar whole-body movement patterns from start to maximum speed; however, sex-specific differences in terms of velocity progression, as well as hip and knee joint angles were evident. In particular, males demonstrated greater net positive acceleration during the initial accelerative steps, and greater hip abduction and knee flexion ( $\sim 10^\circ$ ) from ice contact to push off (Budarick, 2017; Shell et al., 2017). The results of the present study disagree with this justification. In these two movements, we found that female players have highest values ( $> 8^\circ$ ) than male players [ROM HAB-HF ( $73^\circ$  vs  $64.8^\circ$ ) and KF ( $114.6^\circ$  vs  $103^\circ$ )]. This fact can be explained by a greater muscular volume of the gluteus maximus and quadriceps in men, which limits both movements during the impulse phase. The results of this study could have implications in the design of flexibility training according to gender differences to improve physical-technical sports performance.

Inline-hockey players (mean values of the male and women sample) exhibited greater HIR (14°), HE (9°) and ADF-KE (3°) ROM than general population (AAOS, 1965; Clarkson, 2003; Gerhardt, Cocchiarella & Lea, 2002; Norkin & White, 2006; Norris, 2004; Palmer & Epler, 2002). Likewise, higher values to the general population have been observed in HAD-HF (6.8°) and HF-KF (6°) ROM in female inline hockey players (table 31). It seems that the physical and technical demands in this sport (for example, HIR in phase of stride swing recovery and stride crossover side, HE in phase of stride push-off and ADF-KE in phase of stride push-off) involve dynamic movements with greater ROM than walking or running tasks, favouring an increase of the muscular extensibility and ROM (Marino et al., 1983; Pearsall, Turcotte & Murphy, 2000; Ferber et al., 2003). Increased flexibility, especially in the iliopsoas, piriformis, gastrocnemius will improve skating speed, power and efficiency, as well as the different technical skills of inline hockey (Moeller & Bracko, 2004; Perrey, Millet, Candau y Rouillon, 1998; Upjohn, Turcotte, Pearsall y Loh, 2008). If a player is unable to fully extend their rear leg during skating, this both decreases skating speed and leads to poor skating mechanics, resulting in further loss of flexibility (Twist & Rhodes, 1993).

**Table 31. Comparative data of flexibility profile between the general population and inline hockey players by sex (n=20).**

|                                | HE  | HAD-HF | ADF-KE | ADF-KF | HAB  | HIR  | HER  | HAB-HF | HF-KE | KF    | HF-KF |
|--------------------------------|-----|--------|--------|--------|------|------|------|--------|-------|-------|-------|
| General population (degrees) * | 0   | 30     | 30     | 40     | 45   | 45   | 50   | 80     | 80    | 135   | 135   |
| Inline-hockey male players     | 8.4 | 25     | 35.6   | 39.9   | 38.9 | 36.1 | 55.4 | 64.8   | 70.9  | 103   | 131.5 |
| Inline-hockey female players   | 9.3 | 31.8   | 31.3   | 39.9   | 40   | 40.5 | 63.5 | 73     | 74.2  | 114.6 | 141   |

\* Normative data established by 1: Gerhardt (1994); 2: Palmer & Epler (2002); 3: Gerhardt et al. (2002); 4: Clarkson (2003); 5: Peterson et al. (2005); † Values are expressed in degrees; Hip extension test [HE]; hip adduction with hip flexed 90° test [HAD-HF]; ankle dorsiflexion with knee flexed test [ADF-KF]; ankle dorsiflexion with knee extended test [ADF-KE]; hip abduction with hip neutral test [HAB]; hip internal rotation test [HIR]; hip external rotation test [HER]; hip abduction with hip flexed 90° test [HAB-HF]; hip flexion with knee extended test [HF-KE]; knee flexion test [KF]; hip flexion with knee flexed test [HF-KF].

In KF (26°), HER (12°), HAB-HF (11°), HF-KE (7°) and HAB (6°) ROM the inline-hockey players showed values lower than the general population. Forward propulsion results from the summing extension, abduction, and rotation of the hip, extension of the knee, and plantar flexion of the ankle (Pearsall, Turcotte & Murphy, 2000). However, due to the design of the hockey skate, the joint ankle has a limited ROM, indicating that propulsion results primarily from knee extension and hip abduction and extension (Pearsall, Turcotte & Murphy, 2000; Moeller & Bracko, 2004). Therefore, the primary leg muscles involved in propulsion are quadriceps, abductors, and gluteus, with the

gluteus maximus being primarily responsible for the majority of the power production during push-off (Pearsall, Turcotte & Murphy, 2000; Moeller & Bracko, 2004). The quadriceps muscles are most active when extending the knee during the propulsion phase and the hamstring muscles are most involved during the gliding phase (Pearsall, Turcotte & Murphy, 2000; Moeller & Bracko, 2004). The strong concentric and eccentric loads on these muscles have the potential to generate muscle damage that, without adequate measures and recovery time, could induce alterations in the mechanical and neuronal properties of the muscle-tendon units, including a reduction of normal ROM (Friden & Lieber, 2001; Chandler et al., 1990). Similar results are observed in ADF-KF (0°) and ADF-KE (3°) due to the restriction of ankle range of motion by the highcut boot and rigid sole (Pearsall, Turcotte & Murphy, 2000).

Taking into account the specificity of the flexibility, it would be necessary to compare the results of the present study with data of the same sport, sex, and competitive level. However, no previous studies have been found that addresses the assessment of angular flexibility in inline-hockey players. Our results can only be discussed with two scientific papers, which valued the ROM in several movements in the ice hockey modality (Tyler et al., 2001; Wilcox et al., 2015).

In the 16 college ice hockey players valued in the study published by Wilcox et al. (2015) higher values are observed in HE (24.3° vs. 8.4°), HAD-HF (27.1° vs. 25°), HAB (44.5° vs. 38.9°) and HF-KE (99.9° vs. 70.9) ROMs to the results of the present study, while much lower values are observed in the HIR (28.1° vs. 36.1°) and HER (28.9° vs. 55.4°). The research of Tyler, Nicholas, Campbell & McHugh (2001) shows much higher values (45.8° vs 38.9°) to our study in the HAB ROM in 47 professional ice hockey players. Ice hockey is a more professional sport than inline hockey, so these players probably had a higher competitive level. This higher level could explain an increase in the number of stretching exercises and myofascial release techniques included in routine training routines, and thus favoring superior results in ROMs analyzed. The inclusion of both interventions as part of sports training has previously demonstrated the increase in post-intervention muscle extensibility (Behara & Jacobson, 2017, Ford & McCesney, 2007, Su, Chang, Wu, Guo & Chu, 2017). Also, the low ranges observed in the rotation of the hip in the ice hockey players could be a consequence of the more intense overloads of the hip rotator muscles that stabilize the hip, since the ice modality requires greater demands of strength, speed, and aggressiveness (Cox, Miles, Green, & Rhodes, 1995).

When a more in-depth and individual analysis is carried out (classification "normal vs. tightness" based on the cut-off values provided by previous investigations), the results of the present

study find a very high number of line hockey players (between 20-100% of the total players assessed) have muscle shortness in all movements, with the exception of the ABD ROM. This ROM identification procedure limited by reduced tightness muscle extensibility is an interesting strategy to detect players who are exposed to an increased risk of injury.

Our results are consistent with the suggestion of many experts in sports medicine who believe that muscular flexibility plays a role in the prevalence of injuries, be they muscle (Elliot, 1993; Witvrouw et al., 2003) or overuse injuries (Backman & Danielson, 2011; Okamura et al., 2014; Tak et al., 2017) in differences sports (soccer, skating, volleyball, basket, tennis and handball). These results can also help understand the mechanism of sports injury, as knee sprain, groin strain, and low back pain are frequent in inline-hockey (Hutchinson, Milhouse & Gapski, 1998; Consumer Product Safety Commission [CPSC], 2017; Varlotta, Lager, Nicholas, Browne & Schlifstein, 2000) and that have been associated with the decreased ROM (Stuart & Smith, 1995; Maffey & Emery, 2007; Ibrahim, Murrell & Knapman, 2007).

The predominance of muscle tightness has been caused by the accumulation of sports practice (13.5 years of experience, 10.6 training months/year and 5.2 training hours per week) of the participants of the present study. Additionally, the predominance of a short stride length and the stride frequency to increase the speed can be related to the muscle tightness (Moeller & Bracko, 2004, Pearsall, Turcotte & Murphy, 2000). Likewise, the absence of routine stretching exercises at the beginning and at the end of a training session and in the competitions, which was informed by the players in the sports training analysis questionnaire, could be another reason for this tightness. Several authors have shown the importance of optimal flexibility in the hip, knee and ankle that allows greater knee flexion, hip flexion and ankle plantar flexion prior to push-off and keeping a greater forward lean of the trunk to increase the speed of skating (Moeller & Bracko, 2004; Upjohn, Turcotte, Pearsall y Loh, 2008).

Another risk factor that predisposes to sports injury is the flexibility asymmetry (Fousekis, Tsepis, Poulmedis, Athanasopoulos & Vagenas, 2011, Cejudo et al., 2017). The statistical analysis only shows asymmetry of flexibility with a moderate effect size ( $p \leq .005$ ;  $d \geq .6$ ) in the HF-KF ROM in the male team and in ADF-KF and HAB ROMs in the female team. However, the individual analysis identifies a greater number of players with asymmetry in the male team ( $n=19$ ) than the female team ( $n=15$ ) in all movement assessed. The movements with the highest number of players with asymmetry are HIR ( $n=8$ ), HE ( $n=6$ ), HAD-HF ( $n=6$ ), KF ( $n=4$ ), ADF-KE ( $n=2$ ), HAB ( $n=2$ ), HER ( $n=2$ ), HAB-HF ( $n=2$ ) and HF-KF ( $n=2$ ) ROMs. Although the technical execution of this sport is very

symmetrical, unilateral muscle adaptations are found. Ice hockey skills include the general movement patterns of skating, stick handling, and checking. It seems that the players have a greater ability with the dominant or non-dominant limb in each of the phases of the stride (glide, push off and recovery).

Therefore, it seems important to analyze the possible specific adaptations of inline hockey in all ROMs of the lower extremities, in both the lower categories and the elite category. The values of the flexibility profile determined in this study can be used by sports and health professionals as a reference to improve the physical-technical sport performance of young inline hockey players, whereas the values of tightness can be used to identify the players that present a greater risk of injury and later, plan effectively and establish successful training programs. In addition, future prospective studies should be designed to determine the cut-off values that discriminate the predisposition of injury in this sport, and thus better understand the weight of muscle tightness on the risk of sports injury.

Some limitations of the present study must be reported. The age distribution of the participants was relatively limited and the sample size was small. In addition, the use of different ROM assessment methodologies in the different studies (active ROM versus passive ROM) and the absence of studies that assess the ROM in inline hockey make comparisons to be taken with caution.

#### **6.2.5. Conclusion.**

The lower body of most inline hockey players tends to develop several muscle imbalances and shortness for overuse. Significant symmetric muscle length disorders were found in the lower limb region. Significant statistic differences by sex were found. The hamstrings (hip extension and rotation) and quadriceps (knee extension) muscles were shortened in 100% of inline hockey players and adductors, external rotators in 95% and iliopsoas in 90% of cases. Soleus was shortened in 80% of inline hockey players.

The flexibility profile of the 10 male inline hockey players assessed in the current study indicate 8.4° for the HE (iliopsoas), 25° for the HAD-HF (abductors), 35.6° for the ADF-KE (gastrocnemius), 39.9° for the ADF-KF (soleus), 38.9° for the HAB (adductors), 36.1° for the HIR (external rotators), 55.4° for the HER (internal rotators), 64.8° for the HAB-HF (adductors), 70.9° for the HF-KE (hamstrings), 103° for the KF (cuadriceps muscle) and 131.5° (133.2° dominant limb, 129.8° non-dominant limb) for the HF (gluteus) ROMs.

The flexibility profile of the 10 female inline hockey players evaluated indicate 9.3° for the HE (iliopsoas), 31.8° for the HAD-HF (abductors), 31.3° for the ADF-KE (gastrocnemius), 39.9° (38.8° dominant limb, 41° non-dominant limb) for the ADF-KF (soleus), 40.5° (41.2° dominant limb, 38.8° non-dominant limb) for the HAB (adductors), 40.5° for the HIR (external rotator muscles), 63.5° for the HER (hip internal rotator muscles), 73° for the HAB-HF (adductors), 74.2° for the HF-KE (hamstrings), 114.6° for the KF (cuadriceps muscle) and 141° for the HF (gluteus) ROMs.

The individual measurement of ROM identified the tightness in 18 players in the iliopsoas (90%), 11 players in piriformis (55%), 5 players in gastronemius (25%), 16 players in soleus (80%), 2 players in muscles external rotators (10%), 19 players in muscles internal rotators (95%), 19 players in adductors monoarticular (95%), 20 players in hamstring (100%), 20 players in quadriceps (100%) and 7 players in gluteus maximus (35%). Reduced flexibility, particularly in the hip and hamstring muscle groups may hinder a hockey player's ability to perform complex skills and predispose them to injury and low back pain.

The results of this work could have implications in the design of flexibility training with respect to gender differences to improve physical-technical sports performance. Additionally, it is recommended the inclusion of stretching exercises or the increase of the training load in these muscle groups, in order to achieve or maintain normal values and symmetry of flexibility, and consequently, decrease the risk of sports injury in the assessed muscles.

### **6.3. ESTUDIO 3. SAGITTAL SPINAL MORPHOTYPE ASSESSMENT IN 8 TO 15 YEARS OLD INLINE HOCKEY PLAYERS.**

#### **6.3.1. Introduction.**

Physiological sagittal spinal curvatures play an important role in health and performance in sports since the distribution of mechanical strains greatly affects the structures of the spine and can influence athletes' stability as well as result in overuse injuries to the spine (Keller, Colloca, Harrison, Harrison, & Janik, 2005). Hence, these curvatures should be neither reduced nor excessive in order to maintain a physiological, harmonic and balanced posture. In this sense, to have sagittal spinal curvatures within the normal ranges could favour the athlete's trunk mobility as well as improve a player's stability due to the lower centre of gravity and the better distribution of the load (Ackland, Elliott, & Bloomfield, 2009).

It must be noted that sagittal misalignments of the spine alter the load's distribution and increase even more the stress on the different joint tissues, therefore, an unbalanced sagittal spine predisposes to back problems. Previous studies have found that an increased thoracic or lumbar curvature has been related to spinal pain (Christie, Kumar, & Warren, 1995; Ohlén, Wredmark, & Spangfort, 1989; Roncarati & McMullen, 1988; Salminen, Maki, Oksanen, & Pentti, 1992; Salminen, Oksanen, Mäki, Pentti, & Kujala, 1993), as well as to certain pathologies in the spine (Katz & Scerpella, 2003; Swärd, Hellstrom, Jacobsson, & Pëterson, 1990). For instance, instability of the spine in kyphotic lumbar postures (Green, Grenier, & McGill, 2002; Jackson, Solomonow, Zhou, Baratta, & Harris, 2001; Solomonow, Zhou, Baratta, Lu, & Harris, 1999), disc protrusion in hyperkyphotic postures (Callaghan & McGill, 2001; Simunic, Broom, & Robertson, 2001), herniated disc when the lumbar curve is inverted or kyphotic (Micheli & Trepman, 1990), anterior vertebral wedges (Santonja & Martínez, 1995), Schmorl nodules or vertebral plate abnormalities (Callaghan & McGill, 2001; McGill, 2002) in hyperkyphotic and inverted positions of the lumbar spine, and facet degeneration and spondylolysis in hyperlordotic postures (Micheli & Trepman, 1990). These negative consequences justify the research on the relation between systematic sports training and the alignment of sagittal spinal curvatures (Santonja & Morales, 2008). For those reasons, several experts in the analysis of the locomotor system recommend the assessment of sagittal spinal curvatures to describe the sagittal morphotype of spine in sports (Sainz de Baranda et al., 2010; Sainz de Baranda & Santonja, 2009; Santonja & Pastor, 2000; Sanz-Mengibar, Sainz-de-Baranda, & Santonja, 2018). In fact, this knowledge could contribute to the development of more effective preventive interventions to be adopted by a multidisciplinary professional team. Specifically, for the assessment of the sagittal

plane of the spine, it is recommended to evaluate the thoracic and lumbar curves in a standing position, in a slump sitting position and in maximum flexion of the trunk to finally establish the sagittal integrative morphotype of the spine (Santonja, 1996).

In addition, due to the spine of an adolescent is in a maturation period, it is more vulnerable during the growth (Sainz de Baranda, Rodríguez, Santonja, & Andújar, 2006). Thus, sports professionals should be aware of the loads and overloads inherent in sport and training and its impact on the young athlete's spine (Sainz de Baranda, Rodríguez-García, & Santonja, 2010).

It has been claimed that during specific physical activities, the body adopts various subtle postural deviations that are well suited to the physical effort and to the required demands of any given activity (Kyle, 1994; Usabiaga et al., 1997). As a result, athletes frequently present with postures that are generally specific to their sport. It is suggested that sagittal spinal misalignments in sports results from the intensive sport-specific training programmes and the specific-postural demands imposed (Bloomfield et al., 1994; Usabiaga et al., 1997; Wotjys et al., 2000).

Therefore, several scientific studies have assessed spinal morphology in young athletes as professional soccer players (Sainz de Baranda et al., 2001), basketball players (Ferreira-Guedes & Amado-João, 2014; Grabara, 2016), handball players (Grabara, 2014), volleyball players (Grabara, 2015), rhythmic gymnasts (F. Martínez-Gallego & Rodríguez-García, 2005; Ohlén et al., 1989), swimmers (Pastor, Santonja, Ferrer, Domínguez, & Canteras, 2002; Santonja & Pastor, 2000), dancers of Spanish and Classical dance (Gómez-Lozano, 2007), cricket players (Hecimovich & Stomski, 2016), cross-country skiers (Alricsson et al., 2016) and wrestling (Rajabi, Doherty, Goodarzi, & Hemayattalab, 2008). Other studies, included athletes of different sports (Betsch et al., 2015; Grabara, 2014; Lichota, Plandowska, & Mil, 2011; Wojtys et al., 2000).

The participation in inline hockey (IH) among adolescents has increased in the past few years thanks to the popularity of inline-skating. Since its introduction in 2000 in Spain, IH has been one of the fastest growing sports in the different federative categories; Over the 2005/06 and 2018/19 seasons, there were 3100 and 5636 licenses, respectively, which is an increase of almost 60% in the number of licenses within the last ten years (Consejo Superior de Deportes, 2018).

Inline hockey requires athletes to adopt regular semi-crouched posture during training and competition. Inline hockey players sustain this position during for a considerable amount of time per day over a period of many years. Although sagittal spinal morphotype has been studied in many



different sports, the relationship between posture and inline hockey have received little or no attention in the research literature. In order to find out how inline hockey can affect young players' spine as well as to help sport professional to plan specific preventive interventions in inline hockey, the current investigation was carried out. The aim of the present study was 1) to describe habitual sagittal spinal posture in young federated inline-hockey players, and 2) to determine the sagittal integrative spinal morphotype in these players. Our hypothesis is that there is a special adaptation of the spine to the specific requirements of inline hockey in young players. To the best of our knowledge, this is the first study to focus on the sagittal integrative porphotype in adolescent inline hockey players.

### **6.3.2. Methods.**

In order to confirm or rule out our hypothesis, an observational analysis was developed to describe the sagittal spinal morphotype in young federated IH players.

The study was approved by the Ethics and Research Committee of the University of Murcia (Spain) [ID: 1702/2017].

#### **Participants**

The subject population was selected through a convenience sample from the Technification Plan organized by the Skating Federation of the Valencian Community in the season 2016-17, in which the best inline-hockey players of the Valencian Community took part in (Castellón de la Plana, Region of Valencia, Spain). A total of 90 inline-hockey players from the Federación de Patinaje de la Comunidad Valenciana were selected to participate in this study.

Following the inclusion criteria, those who were from 8 to 15 years old were included in the study (n=77) whereas goalkeepers and players who belonged to the U17 team were not included (n=15). Furthermore, those players who had previously received treatment for any frontal or sagittal plane-related pathology by the use of a corset or specific kinesiotherapy or those who presented specific symptoms or musculoskeletal limitations to perform the tests correctly were excluded (n=1).

Finally, a total of 74 inline-hockey players Under 16 participated in the study (Table 32).

**Table 32. Demographic and training data of the U16 inline-hockey players (n=74)\***

|                          | Minimum | Maximum | Mean±SD    |
|--------------------------|---------|---------|------------|
| Age (years)              | 8.0     | 15.0    | 12.1±1.8   |
| Body weight (kg)         | 27.0    | 86.1    | 51.5±12.7  |
| Height (cm)              | 1.30    | 1.83    | 1.55±.12   |
| BMI (kg/m <sup>2</sup> ) | 15.0    | 28.6    | 21.1±3.4   |
| Years of training        | 1.0     | 9.0     | 3.4±1.8    |
| Training months per year | 8.0     | 11.0    | 9.5±.8     |
| Training days per week   | 2.0     | 3.0     | 2.9±.4     |
| Training hours per week  | 2.0     | 7.5     | 4.3±1.1    |
| Stick length (cm)        | 108.0   | 155.0   | 134.1±10.4 |

\*SD: standard deviation; BMI: body mass index.

### **Procedure**

The study was conducted in the season 2016-17. According to the Declaration of Helsinki, the procedures and potential risks were explained to IH players, parents and coaches prior to participation and legal tutors expressed written consent.

Sagittal integrative morphotype, as well as Lumbo-Horizontal angle in flexion (L-Hfx) of all participants, were assessed. In addition, participants completed an ad hoc questionnaire about their sport-related background (federative category, current competitive level, tactical position, stick length, dominant leg [defined as the participant's preferred kicking leg]), anthropometric characteristics (age, body weight, height and body mass index), regular training workload (years of sport experience, training months per year, training days per week, training hours per week, current competitive level) as well as about prior and current musculoskeletal injuries and treatment.

### ***Sagittal spinal morphotype assessment***

Data from each IH player were taken during the same assessment session and with the same temperature (25° C). All the measurements were performed by the same Sport Science expert and participants were assessed wearing undergarments and barefoot. Athletes did not perform warm-up or stretching exercises before or during the measurement in order to achieve real clinical conditions (Aalto, Airaksinen, Härkönen, & Arokoski, 2005; Cejudo, 2015; Ginés-Díaz, Martínez-Romero, Cejudo, Aparicio-Sarmiento, & Sainz de Baranda, 2019).

An unilevel inclinometer (ISOMED, Inc., Portland, OR) was used to quantify the sagittal spinal curvatures by providing considerable reproducibility and validity, with a good correlation with the radiographic measurement (Mayer, Tencer, Kristoferson, & Mooney, 1984; Saur, Ensink, Frese, Seeger, & Hildebrandt, 1996), and according to the methodology described by Santonja (1996),

which has been used in previous studies (Ginés-Díaz et al., 2019; Sainz de Baranda, Santonja, & Rodríguez-Iniesta, 2009; Sanz-Mengibar et al., 2018). A goniometer provided with a spirit level system was used to quantify the lumbo-horizontal angle in flexion (L-Hfx) (Sainz de Baranda, Rodríguez-Iniesta, Ayala, Santonja, & Cejudo, 2014; Santonja, Andújar, & González-Moro, 1994).

The assessment protocol of 'Sagittal Integrative Morphotype' as defined by Santonja (1996) is composed by the evaluation of sagittal spinal curvatures in a relaxed standing position (SP) (figure 26A), in a slump sitting position (SSP) (figure 26B) (Sainz de Baranda, Rodríguez, Santonja, López-Miñarro, et al., 2006; Sainz de Baranda et al., 2009; Sainz de Baranda, Santonja, & Rodríguez-Iniesta, 2010; Santonja, 1996) as well as in maximum flexion of the trunk (MFT) (figure 26C) (López-Miñarro, Sainz de Baranda, Rodríguez-García, & Ortega, 2007; Sainz de Baranda et al., 2010; Sainz de Baranda et al., 2009; Sanz-Mengibar et al., 2018). This protocol is performed in order to have a more accurate diagnostic of sagittal spinal morphotype (López-Miñarro et al., 2007; Norkin & White, 1995; Sainz de Baranda et al., 2010; Sainz de Baranda et al., 2009; Sanz-Mengibar et al., 2018).



**Figure 26. Assessment positions for the 'Sagittal Integrative Morphotype' protocol. A= Relaxed standing position (SP); B= Slump Sitting Position (SSP); Maximum Flexion of the Trunk (MFT).**

Prior to data collection, the spinous process of the first thoracic vertebra (T1), twelfth thoracic vertebra (T12) and fifth lumbar vertebra (L5-S1) were marked on the skin of participants (López-Miñarro et al., 2007; Norkin & White, 1995; Sainz de Baranda et al., 2010; Sainz de Baranda et al., 2009; Sanz-Mengibar et al., 2018).

### Standing position (SP)

To assess the SP, the participant was standing and relaxed (Ginés-Díaz et al., 2019; Sanz-Mengibar et al., 2018). The inclinometer was placed at the first mark (T1) and calibrated to 0°, then the curvature was profiled until maximum angulation of thoracic curvature was reached and the angle was recorded. Subsequently, the inclinometer was calibrated to 0° again at this point and the lumbar curvature was profiled until the maximum angle was reached and recorded.

### Slump sitting position (SSP)

To measure the SSP, the participant was sitting on the stretcher in a relaxed posture with the forearms resting on the thighs, knees flexed and without feet support (Ginés-Díaz et al., 2019; Sanz-Mengibar et al., 2018). First, the inclinometer was placed at the first mark (T1) and it was calibrated to 0°. Then, the inclinometer would be placed on the second mark (T12) and the grades for the thoracic curve would be recorded. After that, the inclinometer was calibrated to 0° again on this mark and then the inclinometer was placed on the third mark (L5-S1) in order to record the lumbar curve angle.

However, the same procedure as in standing position was used when it was observed that participants kept their lumbar lordosis in this position.

### Maximum flexion of the trunk (MFT) during Toe-touch Test

Firstly, participants were standing on a box 36 cm high with their feet bare and hip-width apart. They were asked to flex the trunk as far as possible, while knees, arms, and fingers were fully extended.

The athlete had to keep the maximum flexion of the trunk for 6-8 seconds while sagittal spinal curvatures were measured following the same procedure as in the slump sitting position (Sainz de Baranda et al., 2014).

### References of normality for thoracic and lumbar curves

The references of normality for thoracic and lumbar curves in each assessed position are described in Table 33.

**Table 33. References of normality for thoracic and lumbar curvatures in each position (Ginés-Díaz et al., 2019; Sanz-Mengibar et al., 2018).**

| Spinal curve | Standing position |            | Slump sitting position |             | Maximum flexion of the trunk |            |
|--------------|-------------------|------------|------------------------|-------------|------------------------------|------------|
|              | Category          | Ranges     | Category               | Ranges      | Category                     | Ranges     |
| Thoracic     | Hypokyphosis      | < 20°      | Hypokyphosis           | < 20°       | Hypokyphosis                 | < 40°      |
|              | Normal            | 20° to 40° | Normal                 | 20° to 40°  | Normal                       | 40° to 65° |
|              | Hyperkyphosis     | > 40°      | Hyperkyphosis          | > 40°       | Hyperkyphosis                | > 65°      |
| Lumbar       | Hypolordosis      | < 20°      | Hypokyphosis           | < -15°      | Hypokyphosis                 | < 10°      |
|              | Normal            | 20° to 40° | Normal                 | -15° to 15° | Normal                       | 10° to 30° |
|              | Hyperlordosis     | > 40°      | Hyperkyphosis          | > 15°       | Hyperkyphosis                | > 30°      |

***Sagittal integrative morphotype diagnosis***

Table 34 and 35 detail the different categories and subcategories for the integrative diagnosis of the sagittal integrative thoracic and lumbar morphotype, respectively.

**Table 34. Classification for thoracic curve's integrative morphotype diagnosis.**

| Category                              | Subcategory | SP                      | SSP                     | MFT                     |
|---------------------------------------|-------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| Normal kyphosis                       |             | Normal<br>(20°-40°)     | Normal<br>(20°-40°)     | Normal<br>(40°-65°)     |
| Functional Thoracic Hyperkyphosis     | Static      | Normal<br>(20°-40°)     | Hyperkyphosis<br>(>40°) | Normal<br>(40°-65°)     |
|                                       | Dynamic     | Normal<br>(20°-40°)     | Normal<br>(20°-40°)     | Hyperkyphosis<br>(>65°) |
|                                       | Total       | Normal<br>(20°-40°)     | Hyperkyphosis<br>(>40°) | Hyperkyphosis<br>(>65°) |
| Hyperkyphosis                         | Total       | Hyperkyphosis<br>(>40°) | Hyperkyphosis<br>(>40°) | Hyperkyphosis<br>(>65°) |
|                                       | Standing    | Hyperkyphosis<br>(>40°) | Normal<br>(20°-40°)     | Normal<br>(40°-65°)     |
|                                       | Static      | Hyperkyphosis<br>(>40°) | Hyperkyphosis<br>(>40°) | Normal<br>(40°-65°)     |
|                                       | Dynamic     | Hyperkyphosis<br>(>40°) | Normal<br>(20°-40°)     | Hyperkyphosis<br>(>65°) |
| Hypokyphosis or hypokyphotic attitude | Flat back   | Hypokyphosis<br>(<20°)  | Hypokyphosis<br>(<20°)  | Hypokyphosis<br>(<40°)  |
|                                       | Standing    | Hypokyphosis<br>(<20°)  | Normal<br>(20°-40°)     | Normal<br>(40°-65°)     |
|                                       | Static      | Hypokyphosis<br>(<20°)  | Hypokyphosis<br>(<20°)  | Normal<br>(40°-65°)     |
|                                       | Dynamic     | Hypokyphosis<br>(<20°)  | Normal<br>(20°-40°)     | Hypokyphosis<br>(<40°)  |
| Hypomobile kyphosis                   |             | Normal<br>(20°-40°)     | Normal<br>(20°-40°)     | Hypokyphosis<br>(<40°)  |

\*SP=Standing position; SSP=Slump sitting position; MFT=Maximum flexion of the trunk.

**Table 35. Classification for the diagnosis of sagittal integrative lumbar morphotype.**

| Category                           | Subcategory                                       | SP                                 | SSP   | MFT                                |
|------------------------------------|---|------------------------------------|---|------------------------------------|
| Normal lumbar curve                |   | Normal<br>(20°-40°)                | Normal<br>(0±15°)                             | Normal<br>(10°-30°)                |
| Lumbar spine with reduced mobility | Functional lumbar lordosis or hypomobile lordosis | Normal<br>(20°-40°)                | Normal<br>(0±15°)                             | Hypokyphosis or lordosis<br>(<10°) |
|                                    | Lumbar hypomobility                               | Hypolordosis<br>(<20°)             | Normal<br>(0±15°)                             | Hypokyphosis<br>(<10°)             |
| Hyperlordotic attitude             |   | Hyperlordosis<br>(>40°)            | Normal<br>(0±15°)                             | Normal<br>(10°-30°)                |
| Functional lumbar hyperkyphosis    | Static  | Normal<br>(20°-40°)                | Hyperkyphosis<br>(>15°)                       | Normal<br>(10°-30°)                |
|                                    | Dynamic   | Normal<br>(20°-40°)                | Normal<br>(0±15°)                             | Hyperkyphosis<br>(>30°)            |
|                                    | Total   | Normal<br>(20°-40°)                | Hyperkyphosis<br>(>15°)                       | Hyperkyphosis<br>(>30°)            |
| Lumbar Hypermobility               | Hypermobility 1                                   | Hyperlordosis<br>(>40°)            | Hyperkyphosis<br>(>15°)                       | Hyperkyphosis<br>(>30°)            |
|                                    | Hypermobility 2                                   | Hyperlordosis<br>(>40°)            | Normal<br>(0±15°)                             | Hyperkyphosis<br>(>30°)            |
|                                    | Hypermobility 3                                   | Hyperlordosis<br>(>40°)            | Hyperkyphosis<br>(>15°)                       | Normal<br>(10°-30°)                |
| Hypolordosis                       | Hypolordotic attitude                             | Hypolordosis<br>(<20°)             | Normal<br>(0±15°)                             | Normal<br>(10°-30°)                |
|                                    | Lumbar kyphosis 1                                 | Hypolordosis<br>(<20°)             | Hyperkyphosis<br>(>15°)                       | Hyperkyphosis<br>(>30°)            |
|                                    | Lumbar kyphosis 2                                 | Hypolordosis<br>(<20°)             | Hyperkyphosis<br>(>15°)                       | Normal<br>(10°-30°)                |
|                                    | Lumbar kyphosis 3                                 | Hypolordosis<br>(<20°)             | Normal<br>(0±15°)                             | Hyperkyphosis<br>(>30°)            |
| Structured Hyperlordosis           |   | Hyperlordosis<br>(>40°)            | Hyperlordosis<br>(<-15°) or normal<br>(0±15°) | Lordosis or Hypokyphosis<br>(<10°) |
| Structured lumbar kyphosis         |   | Hypolordosis or kyphosis<br>(<20°) | Hyperkyphosis<br>(>15°)                       | Hyperkyphosis<br>(>30°)            |

\*SP=Standing position; SSP=Slump sitting position; MFT=Maximum flexion of the trunk.

***Hip joint angle (HJA) test: lumbo-horizontal angle in flexion (L-Hfx)***

The hip joint angle (HJA) is a field-based test that might be proposed as an alternative to the Passive Straight Leg Raise test (PSLR) or the Sit and Reach test (SRT) for the assessment of hamstrings flexibility. The score achieved in this test is not negatively influenced by the pelvic position or stability and only one examiner and an inexpensive gravity goniometer are required (Ayala, Sainz de Baranda,

Cejudo, & Santonja, 2013; Sainz de Baranda et al., 2014). The HJA test can be measured at the end point of maximal trunk flexion in a horizontal (L-Hfx) or vertical (L-V) position (Ayala et al., 2013; Pilar Sainz de Baranda et al., 2014).

In the current study the lumbo-horizontal angle in flexion (L-Hfx) was measured with a goniometer while the subject was performing a maximum flexion of the trunk in a horizontal position (Sainz de Baranda et al., 2014; Santonja, 1996; Santonja, Ferrer, & Andújar, 1994). The branches of the goniometer were aligned with the horizontal line and the spinous processes of L4-S1 in order to record the angle between the two references, however, the supplementary angle was used for the data analysis (Figure 27).



**Figure 27. Measurement of the Lumbo-Horizontal angle in the trunk flexion position. A: recorded angle; B: supplementary angle.**

### **Statistical analysis**

Descriptive statistics including means and standard deviations, minimum and maximum were calculated for sagittal spinal morphology and sagittal pelvic disposition. The absolute and relative frequency of athletes in each category of spinal morphotype and pelvic disposition were also calculated. Likewise, it was also calculated the absolute and relative frequency of players in each category and subcategory according to their sagittal integrative morphotype. The analysis was performed using SPSS version 23 (SPSS Inc, Chicago, IL, USA).

**6.3.3. Results.**

**Sagittal thoracic and lumbar morphotype & pelvic disposition**

The means and standard deviations, minimum and maximum values for spinal curves in each of the three positions and for values of pelvic disposition are shown in table 36.

**Table 36. Mean values for spinal curvatures and pelvic tilt (L-Hfx) by sagittal integrative morphotype positions\*.**

| Variable       | Position   | Mean±SD    | Minimum | Maximum |
|----------------|------------|------------|---------|---------|
| Thoracic curve | SP (n=74)  | 38.5±7.9°  | 16°     | 54°     |
|                | SSP (n=74) | 45±11.3°   | 20°     | 73°     |
|                | MFT (n=74) | 53.7±10.1° | 32°     | 70°     |
| Lumbar curve   | SP (n=74)  | 28.7±7.5°  | 4°      | 42°     |
|                | SSP (n=74) | 20.3±10.1° | 0°      | 42°     |
|                | MFT (n=74) | 31.5±8.9°  | 12°     | 56°     |
| Pelvic L-Hfx   | MFT (n=74) | 106.3±7.8° | 86°     | 123°    |

\*SP=Standing position; SSP=Slump sitting position; MFT=Maximum flexion of the trunk.

Table 37 shows the percentage and frequency of athletes within each category by assessment position for each spinal curvature and for pelvic disposition.

**Table 37. Classification of saggital spine alignment by thoracic, lumbar and pelvic tilt categories according to normalitive references.**

| Variable       | Position | Category                                 | Mean±SD    | N  | %    |
|----------------|----------|--|------------|----|------|
| Thoracic curve | SP       | Rectification (<20°)                     | 16±0.0°    | 1  | 1.4  |
|                |          | Normal (20 to 40°)                       | 34.4±5.5°  | 45 | 60.8 |
|                |          | Hyperkyphosis (≥41°)                     | 46±3.8°    | 28 | 37.8 |
|                | SSP      | Hypokyphosis (<20°)                      | -          | 0  | 0    |
|                |          | Normal (20 to 40°)                       | 33.2±6.4°  | 26 | 35.1 |
|                |          | Hyperkyphosis (≥41°)                     | 51.4±7.5°  | 48 | 64.9 |
|                | MFT      | Hypokyphosis (<40°)                      | 36±2.5°    | 6  | 8.1  |
|                |          | Normal (40 to 65°)                       | 52.3±7.1°  | 55 | 74.3 |
|                |          | Hyperkyphosis (≥66°)                     | 68±1.8°    | 13 | 17.6 |
| Lumbar curve   | SP       | Rectification (<20°)                     | 14.9±5.1°  | 7  | 9.5  |
|                |          | Normal (20 to 40°)                       | 29.9±5.9°  | 66 | 89.2 |
|                |          | Hyperlordosis (≥41°)                     | 42±0°      | 1  | 1.4  |
|                | SSP      | Hypokyphosis (< -15°)                    | -          | 0  | 0    |
|                |          | Normal (-15 to 15°)                      | 8.2±4°     | 23 | 31.1 |
|                |          | Hyperkyphosis (≥16°)                     | 25.7±6.8°  | 51 | 68.9 |
|                | MFT      | Hypokyphosis (<10°)                      | -          | 0  | 0    |
|                |          | Normal (10 to 30°)                       | 24.9±5.1°  | 41 | 55.4 |
|                |          | Hyperkyphosis (≥31°)                     | 38.8±4.9°  | 33 | 44.6 |
| Pelvic L-Hfx   | MFT      | Normal (<100°)                           | 94.1±3.8°  | 12 | 16.2 |
|                |          | Mild posterior pelvic tilt (100 to 110°) | 103.8±2.9° | 31 | 41.9 |
|                |          | Moderate posterior pelvic tilt (>110°)   | 113.5±3.6° | 31 | 41.9 |

\*SP=Standing position; SSP=Slump sitting position; MFT=Maximum flexion of the trunk.



As for the relaxed standing position, the results showed that 60.8% of the athletes presented normal kyphosis, 37.8% had hyperkyphosis, and 1.4% had rectification (hypo- or reduced kyphosis) for the thoracic curve, while 89.2% of the athletes were classified as normal, 1.4% had hyperlordosis and 9.5% presented rectification (hypo- or reduced lordosis) for the lumbar curvature.

With regard to the slump sitting position, the results showed that 35.1% of the athletes presented normal kyphosis, 64.9% had hyperkyphosis, and 1.4% had hypokyphosis for the thoracic curve. On the other hand, 31.1% were within normal ranges, 68.9% had hyperkyphosis and 0% presented hypokyphosis for the lumbar curve.

In a maximum flexion of the trunk, 74.3% of the athletes presented normal kyphosis, 17.6% had hyperkyphosis, and 8.1% had hypokyphosis for the thoracic curve. As for the lumbar curvature, the results showed that 55.4% had a normal lumbar curve, 44.6% had hyperkyphosis and 0% presented hypokyphosis.

When the Lumbo horizontal angle in flexion (L-Hfx) was evaluated, the results showed that only 16,2% of the athletes were classified as normal, whereas most of IH players were categorized in a posterior pelvic tilt (41.9% with a mild posterior pelvic tilt and 41,9% with a moderate posterior pelvic tilt).

### **Sagittal integrative spinal morphotype**

The values for the sagittal morphotype of the spine integrating the three assessed positions (relaxed standing position, slump sitting position and maximum flexion of the trunk) can be observed in tables 38 and 39. Both tables show the frequency of inline hockey players in each category according to the integrative diagnosis of the sagittal spinal morphotype (Santonja, 1996).

With regard to sagittal thoracic morphotype, only 13 inline hockey players presented a normal morphotype with a normal kyphosis in the 3 measurement positions. Thirty-one inline-hockey players adopted a normal kyphosis in a relaxed standing position, but with an increased kyphosis (hyperkyphosis) in a slump sitting position (static) or in maximum flexion of the trunk (dynamic), and they were diagnosed with "Functional thoracic hyperkyphosis". Twenty-eight IH players were diagnosed with "hyperkyphosis" because they adopted a hyperkyphotic curvature in a standing position and in a slump sitting position (static) or in maximum flexion of the trunk (dynamic). When a player presented a Hyperkyphotic morphotype in the three positions he was categorized as total

hyperkyphosis. Only one IH player was diagnosed with “Hypomobile kyphosis” (adopted a normal kyphosis in a relaxed standing position and in a slump sitting position, but presented a hypokyphosis in maximal trunk flexion), and another player with “hypokyphosis or hypokyphotic attitude” (adopted a normal kyphosis in a slump sitting position and in maximal trunk flexion, while a hypokyphosis is presented in a relaxed standing position) [Table 38].

**Table 38. Absolute and relative frequency of inline hockey players within each category of thoracic integrative morphotype<sup>a</sup>.**

| Category                                       | Subcategory | Classification for integrative thoracic morphotype* |                         |                         | n  | %    |
|--|-------------|---|-------------------------|-------------------------|----|------|
|  |             | SP  | SSP                     | MFT                     |    |      |
| Hypokyphosis<br>or<br>hypokyphotic<br>attitude | Standing    | Hypokyphosis<br>(<20°)                              | Normal<br>(20-40°)      | Normal<br>(40-65°)      | 1  | 1.4  |
|  |             | Normal<br>(20-40°)                                  | Normal<br>(20-40°)      | Hypokyphosis<br>(<40°)  | 1  | 1.4  |
| Normal<br>Kyphosis                             |             | Normal<br>(20-40°)                                  | Normal<br>(20-40°)      | Normal<br>(40-65°)      | 13 | 17.6 |
| Hyperkyphosis                                  | Total       | Hyperkyphosis<br>(>40°)                             | Hyperkyphosis<br>(>40°) | Hyperkyphosis<br>(>65°) | 12 | 16.2 |
|  | Standing    | Hyperkyphosis<br>(>40°)                             | Normal<br>(20-40°)      | Normal<br>(40-65°)      | 4  | 5.4  |
|  | Static      | Hyperkyphosis<br>(>40°)                             | Hyperkyphosis<br>(>40°) | Normal<br>(40-65°)      | 9  | 12.2 |
|  | Dynamic     | Hyperkyphosis<br>(>40°)                             | Normal<br>(20-40°)      | Hyperkyphosis<br>(>65°) | 3  | 4.1  |
| Functional<br>hyperkyphosis                    | Static      | Normal<br>(20-40°)                                  | Hyperkyphosis<br>(>40°) | Normal<br>(40-65°)      | 13 | 17.6 |
|  | Dynamic     | Normal<br>(20-40°)                                  | Normal<br>(20-40°)      | Hyperkyphosis<br>(>65°) | 4  | 5.4  |
|  | Total       | Normal<br>(20-40°)                                  | Hyperkyphosis<br>(>40°) | Hyperkyphosis<br>(>65°) | 14 | 18.9 |

<sup>a</sup>: number of cases; %: number of cases with respect to the total IH players; \*Classification of thoracic integrative morphotype according to thoracic values in a standing position (SP), in slump sitting position (SSP) and in maximum flexion of the trunk (MFT) (Santonja, 1996).

With regard to the sagittal integrative lumbar morphotype (table 39), only 17 inline hockey players presented a normal morphotype with a normal lumbar curvature in the three assessed positions. Forty-nine inline hockey players adopted a normal kyphosis in a relaxed standing position, but with an increased kyphosis (hyperkyphosis) in a slump sitting position (static) (n=15) or in a maximum flexion of the trunk (dynamic) (n=4), or in both positions (total) (n=30), and they were diagnosed with “Functional lumbar hyperkyphosis”. Five inline hockey players were diagnosed with “Structured Lumbar Kyphosis” because they presented a hypolordosis or kyphosis in a standing position and a hyperkyphosis in a slump sitting position and in maximum flexion of the trunk. Only two IH player was diagnosed with “Hypolordosis” (with a hypolordosis in a relaxed standing position,

but a normal lordosis in a slump sitting position and in maximum flexion of the trunk). Finally, another inline hockey player was diagnosed with "Lumbar hypermobility". No players presented the morphotype "hyperlordotic attitude" or "structured hyperlordosis".

**Table 39. Absolute and relative frequency of inline-hockey players within each category of integrative lumbar morphotype<sup>a</sup>.**

| Category                        | Subcategory         | Classification for integrative lumbar morphotype* |  |   | n  | %    |
|---------------------------------|---------------------|---|--|---|----|------|
|                                 |                     | SP  | SSP                                    | MFT                                     |    |      |
| Hypolordosis                    | Lumbar hypomobility | Hypolordotic attitude (<20°)                      | Normal (0±15°)                         | Normal (10-30°)                         | 2  | 2.7  |
| Normal lumbar curve             |                     | Normal (20-40°)                                   | Normal (0±15°)                         | Normal (10-30°)                         | 17 | 23   |
| Functional Lumbar hyperkyphosis | Static              | Normal (20-40°)                                   | Hyperkyphosis (>15°)                   | Normal (10-30°)                         | 15 | 20.3 |
|                                 | Dynamic             | Normal (20-40°)                                   | Normal (0±15°)                         | Hyperkyphosis (>30°)                    | 4  | 5.4  |
|                                 | Total               | Normal (20-40°)                                   | Hyperkyphosis (>15°)                   | Hyperkyphosis (10-30°)                  | 30 | 40.5 |
| Lumbar hypermobility            |                     | Hyperlordosis (>40°)                              | Normal (0±15°) or Hyperkyphosis (>15°) | Normal (10-30°) or Hyperkyphosis (>30°) | 1  | 1.4  |
| Structured lumbar kyphosis      |                     | Hypolordosis or kyphosis (<20°)                   | Hyperkyphosis (>15°)                   | Hyperkyphosis (>30°)                    | 5  | 6.8  |

<sup>a</sup> n: number of cases; %: number of cases with respect to the total IH players; \*Classification of integrative thoracic morphotype according to thoracic values in a standing position (SP), in a slump sitting position (SSP) and in maximum flexion of the trunk (MFT) (Santonja, 1996).

#### 6.3.4. Discussion.

This study was undertaken to investigate the sagittal spinal curvatures of the thoracic and lumbar spine and to describe the "sagittal integrative morphotype" in young federated inline-hockey players.

Previous studies have shown specific and repetitive movements and postures of each sport influence spinal curvatures (Rajabi et al., 2008; Uetake, Ohtsuki, Tanaka, & Shindo, 1998; Wodecki, Guigui, Hanotel, Cardinne, & Deburge, 2002) and for that reason, several studies agree on the importance of a postural initial evaluation in order to identify spinal deformities and sagittal imbalances. Sagittal curvatures are geometric parameters which influence mechanical properties of the spine during compressive loading (Harrison et al., 2005; Keller et al., 2005). Sagittal alignment influences postural loading and the load balance of the intervertebral disc, therefore, abnormal

spinal curvatures cause increased forces to act upon the intervertebral discs (Keller et al., 2005). Alterations in spinal curvatures may potentially influence the development of lower back pain (Harrison et al., 2005; Smith, O'Sullivan, & Straker, 2008), which is a common pathology among athletes (Kameyama et al., 1995).

The most reliable technique to quantify kyphosis and lordosis is the conventional spinal X-ray method. There are other methods free of ionizing radiation that assess the curvatures of the spine in the sagittal plane, for instance, the inclinometer provides a non-invasive evaluation with good reproducibility, reliability and correlation with the radiographic measurement (López-Miñarro, Alacid, Ferragut, & García-Ibarra, 2008; Sainz de Baranda et al., 2010; Sainz de Baranda et al., 2009; Sanz-Mengibar et al., 2018).

The “integrative diagnosis of the sagittal morphotype of the spine” was defined by Santonja (1996) and adds the assessment of the sagittal curvatures during maximum flexion of the trunk and in a slump sitting position (Sainz de Baranda et al., 2010; Sainz de Baranda et al., 2009; Santonja, 1996; Sanz-Mengibar et al., 2018) to the classical quantification of the thoracic and lumbar curves in a relaxed standing position in order to perform a more accurate diagnosis.

#### **Reference values and categories for thoracic curvature in previous studies**

In the current study, mean thoracic curvature value was 38.5°, 45°, and 53.7° in a relaxed standing position, in a slump sitting position and in maximum flexion of the trunk, respectively. Wojtys et al., (2000) found similar values (a mean of 38.1°) when they studied the thoracic curve in 189 ice hockey players (aged between 8-18 years) in a relaxed standing position. Rjabi et al. (2007) found similar values in 50 female elite field hockey players (aged between 15-34 years) for thoracic kyphosis in relaxed stading position (34.1°). Similar thoracic kyphosis values (41.7°) were found in 37 Iranian females field hockey players (mean age 19.03 ±1.24 years) (Rajabi et al., 2012). In sports like basketball, handball, volleyball and female artistic gymnast, some studies have found similar or lower angular values; while other studies found higher values in swimmers, runners, tennis players, trampoline gymnasts, male artistic gymnasts, cross-country skiers, and paddlers (Table 40). On the other hand, it is interesting to note that in sports related to dancing abilities, thoracic angular values tend to be much lower than in another type of sports (Gómez Lozano, 2007; Gómez-Lozano, Vargas-Macías, Santonja, & Canteras-Jordana, 2013; Nilsson, Wykman, & Leanderson, 1993).

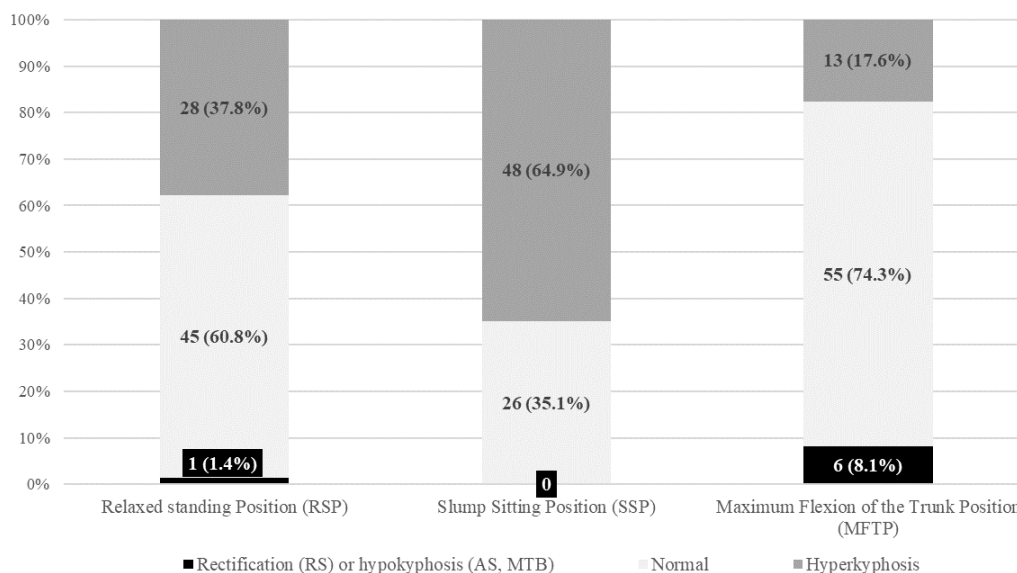
In the current study, a mean angular value of 45° was observed in the slump sitting position for the thoracic curve. This mean value is lower than those observed in trampoline gymnasts (Sainz de Baranda & Santonja, 2009; Sainz de Baranda et al., 2010) and paddlers (López-Miñarro et al., 2008). In contrast, this angular value is higher than those observed in artistic gymnasts (Sanz-Mengibar et al., 2018).

In the maximum flexion of the trunk, a mean thoracic angular value of 53.7° was observed among the IH players studied in the present investigation. However, previous research has found higher values in runners, paddlers and male artistic gymnasts (López-Miñarro et al., 2008; López-Miñarro, Alacid, & Muyor, 2009). On the other hand, similar or lower angular values for the thoracic curve were observed in trampoline gymnasts and female artistic gymnasts (Sainz de Baranda et al., 2009; Sanz-Mengibar et al., 2018).

**Table 40. Reference values of thoracic curvature in a relaxed standing position, slump sitting and maximal trunk flexion in different sports**

|                              | <b>Present study (2019)</b>                           | <b>(Wojtys et al., 2000)</b>        | <b>(Rajabi et al., 2007)</b>                 | <b>(Rajabi et al., 2012)</b>             | <b>(Alicsson et al., 2016)</b>               | <b>(Pastor et al., 2002)</b>        | <b>(López-Miñarro et al., 2009)</b> | <b>(López-Miñarro et al., 2008)</b>                          | <b>(Sainz de Baranda et al., 2009)</b> |
|------------------------------|---|-------------------------------------|--|--|--|-------------------------------------|-------------------------------------|--|--|
| Aged (years)                 | 8-15  | 8-18                                | 15-34  | 18-19                                    | 16-19  | 9-15                                | 13-14                               | 13.3   | 14.9                                   |
| Sports                       | Inline hockey   | Ice-hockey                          | Field hockey                                 | Field hockey                             | Cross-Country                                | Swimming                            | Running                             | Paddlers   | Trampoline gymnasts                    |
| Relaxed standing Position    | 38.5°   | 38.1°                               | 34.1°  | Athletes: 41.71°<br>Non-athletes: 36.72° | 41.2°  | ♂: 40.4°<br>♀: 39.5°                | 45.6°                               | Kayak: 42.2°<br>Canoe: 37.4°                                 | ♂: 46.9°<br>♀: 43°                     |
| Slump sitting                | 45°   | -                                   | -  | -  | -  | -                                   | -                                   | Kayak/canoe: ~ 50°   | ♂: 51.3°<br>♀: 49.2°                   |
| Maximal flexion of the trunk | 53.7°   | -                                   | -  | -  | -  | ♂: 78.45°<br>♀: 73.4°               | 63.5°                               | Kayak/canoe: ~ 65°   | ♂: 55.7°<br>♀: 47.4°                   |
|                              | <b>(Sainz de Baranda et al., 2010)</b>                | <b>(Ferreira &amp; Amado, 2014)</b> | <b>(Grabara, 2016)</b>                       | <b>(Grabara, 2012)</b>                   | <b>(Grabara, 2015)</b>                       | <b>(Grabara &amp; Hadzik, 2009)</b> | <b>(Muyor et al., 2013)</b>         | <b>(Grabara, 2014)</b>                                       | <b>(Sanz-Mengibar et al., 2018)</b>    |
| Aged (years)                 | 15  | 12-16                               | 13   | 13-15                                    | 14-16  | 13-16                               | 13-18                               | 12-15  | 15.02                                  |
| Sports                       | Trampoline gymnasts                                   | Basketball                          | Basketball                                   | Basketball                               | Volleyball                                   | Volleyball                          | Tennis players                      | Handball   | Artistic gymnasts                      |
| Relaxed standing position    | Training's hours/ys<br>≤2000h: 43.9°<br>>2000h: 43.9° | 30.4°                               | 1-yes: 38.5°<br>2-yes: 35.8°<br>3-yes: 34.4° | 13-14 yr: 28.8°<br>15 yr: 27.2°          | 14 yr: 30.1°<br>15 yr: 31.1°<br>16 yr: 30.2° | 13-14 yr: 27.2°<br>15-16 yr: 29.6°  | ♂: 43.8°<br>♀: 36.1°                | 12 yr: 27.5°<br>13 yr: 27.2°<br>14 yr: 28.4°<br>15 yr: 28.8° | ♂: 39.6°<br>♀: 31.8°                   |
| Slump sitting position       | ≤2000h: 52.4°<br>>2000h: 48.9°                        | -                                   | -  | -  | -  | -                                   | -                                   | -  | ♂: 39.6°<br>♀: 31.8°                   |
| Maximal flexion of the trunk | ≤2000h: 50.6°<br>>2000h: 51.2°                        | -                                   | -  | -  | -  | -                                   | -                                   | -  | -                                      |

In the current study, most of IH players had normal angular values in a relaxed standing position ( $n=45/74$ , 60.8%) and in a maximal trunk flexion ( $n=55/74$ , 74.3%) for the thoracic curve (figure 28). However, in the slump sitting position, there was a higher percentage of IH players with an increased thoracic curvature or hyperkyphosis ( $n=48/74$ , 64.9%).



**Figure 28. Frequency and percentage of inline hockey players by category of the thoracic curve in each of the three integrative sagittal morphotypes.**

In the current study, the percentages of normality in a relaxed standing position have been greater than in previous studies. For instance, Grabara (2016) found 60-70% of hyperkyphosis in 10 basketball players who were 13 years old. Likewise, Pastor et al. (2002) found 57.1% and 46.5% of male and female young elite swimmers with hyperkyphosis. López-Miñarro et al. (2009) found 37% of young kayakers having neutral thoracic kyphosis and 63% with hyperkyphosis, while Muyor, López-Miñarro, & Alacid (2011) reported that 41.7% of elite cyclists showed neutral thoracic kyphosis and 58.3% presented thoracic hyperkyphosis. In another study, Muyor, López-Miñarro, & Cárceles (2011) reported that elite cyclists showed a statistically higher thoracic hyperkyphosis than non-athlete subjects. These authors justified their findings with specific sport adaptations. In this sense, Grabara & Hadzik (2009) found that a kyphotic posture tended to be more frequent and the lordotic one less frequent in volleyball players than in untrained subjects. The authors attributed that finding to the typical volleyball posture consisting of forwarding bending with rounded back as well as the arms and shoulders protruding. Wojtys et al. (2000) reported that high intensity training increases the risk of developing adolescent hyperkyphosis. In this sense, Alricsson & Werner (2006) found that after

5 years of intensive training the skiers increased their thoracic kyphosis but no change in lumbar lordosis was noticed.

Other studies found lower percentages of thoracic hyperkyphosis. For instance, Muyor et al. (2013) found 37.5% and 6.2% of thoracic hyperkyphosis in 24 male and 16 female elite adolescent tennis players, respectively. López-Miñarro et al. (2008) found a 26.1% and 15% of thoracic hyperkyphosis in 23 kayak paddlers and 20 canoe young athletes, respectively. Finally, Sanz-Mengibar et al. (2018) found 16.6% of thoracic hyperkyphosis in 47 artistic gymnastics who competed in national and international tournaments.

As for the assessment of the spinal curvatures in other positions, Sanz-Mengibar et al. (2018) found a 37% and 79.1% of thoracic hyperkyphosis in artistic gymnastics in a maximal trunk flexion as well as in a slump sitting position, respectively. López-Miñarro et al. (2008) found higher percentages of thoracic hyperkyphosis in infantile male paddlers. The results showed that 25% and 45% of kayak and canoe athletes, respectively, had thoracic hyperkyphosis in maximum flexion of the trunk. In the same study, these authors found that 82% and 95% of kayak and canoe athletes, respectively, had thoracic hyperkyphosis in a slump sitting position.

Pastor et al. (2002) observed only 24.7% of the morphotypes within normality in swimmers, 29.4% of the morphotypes with mild kyphosis and 45.9% with moderate kyphosis. The same author performed a radiological study in the position of DD-P test and observed a higher percentage of moderate and marked thoracic curves ( $p < 0.05$ ) and a significant tendency to increase the number of vertebral wedges as the value of kyphosis and age increased. In addition, these wedges were related to the dynamic thoracic kyphosis, since the swimmers with more thoraco-lumbar wedges presented higher values of dynamic thoracic kyphosis ( $p < 0.05$ ).

In contrast, Gómez-Lozano (2007) only observed 6.1% and 3% of misaligned morphotypes in classic and Spanish dancers, respectively, as only some mild hyperkyphotic attitudes were diagnosed in this posture.

It must be pointed out that not all studies use the same spinal assessment protocol and the same references to categorize sagittal spinal angular values. In this sense, Grabara (2016) established that values above 35° are considered thoracic hyperkyphosis, thoracic normality is



considered from 25° to 35° and thoracic hypokyphosis is accepted when the value is lower than 25°. Muyor et al. (2013) used the references of normality proposed by Mejia, Hennrikus, Schwend, & Emans (1996) and Tüzün, Yorulmaz, Cindaş, & Vatan (1999), where the values between 20° and 45° are accepted as neutral thoracic kyphosis, values below 20° are considered thoracic hypokyphosis, and values above 45° are considered thoracic hyperkyphosis. However, Pastor et al. (2002) and Gómez-Lozano (2007) used the same reference values in the current study.

### Reference values and categories of lumbar curvature

Regarding the lumbar curvature, in the current study mean values were 28.7°, 20.3°, and 31.5° in a relaxed standing, in a slump sitting position and in maximum flexion of the trunk, respectively. In comparison with our results, Wojtys et al. (2000) found an average value much higher (44.5°) for the lumbar curvature in a relaxed standing position in 189 ice-hockey players aged from 8 to 18 years old. Kujala et al., (1997) found similar values for lumbar curvature (35°) in 17 ice hockey players (age range 10.3 – 13.3). In all the sports participants whose spinal morphotype has been assessed (Table 41), higher values have been observed in this position, except in basketball players (Ferreira-Guedes & Amado-João, 2014) and in artistic gymnasts Sanz-Mengibar et al. (2018).

Sainz de Baranda et al. (2009) found a mean value of  $36.25 \pm 10.1^\circ$  with 69 competition gymnasts of the Trampoline modality (35 girls and 34 boys). When the results were compared by sex, it was observed a greater lumbar lordosis in girls ( $40.31^\circ \pm 10^\circ$ ) than in boys ( $32.06^\circ \pm 7.7^\circ$ ).

When Ohlén et al. (1989) assessed the spinal morphotype, it was found a mean value of  $35.6^\circ \pm 7.8^\circ$  for the lumbar curve with a Debrunner's cifometer and value of  $35.2^\circ \pm 6.9^\circ$  with an inclinometer in 64 artistic gymnasts. 20% of the gymnasts manifested lower back pain. When values for the lumbar curve were compared between the gymnasts with pain ( $40.6^\circ \pm 7.9^\circ$ ) and the asymptomatic gymnasts ( $35.4^\circ \pm 7.2^\circ$ ), it was observed that the mean lordotic value was higher in gymnasts with back pain. In addition, the authors found a significant correlation between back pain and a lumbar lordosis greater than 41°.

Martínez-Gallego (2004) observed mean values of  $35.88^\circ \pm 8.69^\circ$  in 82 competitive rhythmic gymnasts and values of  $40.30^\circ \pm 8.98^\circ$  in 81 recreational rhythmic gymnasts.

Conesa-Ros (2015) observed the mean value of  $32.9^{\circ} \pm 8.5^{\circ}$  in a group of competitive aesthetic gymnasts. In addition, the author observed that a lumbar lordosis tended to increase with age. Thus, the group of competitive aesthetic gymnasts under 11 years old had a lumbar value of  $28^{\circ} \pm 6.8^{\circ}$  and the group over 15 years old had a mean lumbar value of  $36.4^{\circ} \pm 9.2^{\circ}$ . The group of competitive rhythmic gymnasts under 11 had a mean lumbar lordosis of  $33.8^{\circ} \pm 9.4^{\circ}$ , while the group over 15 years old had a mean lumbar value of  $39.2^{\circ} \pm 8.6^{\circ}$ .

This evolution of lordosis with age has also been found in previous studies carried out with school aged children (Cil et al., 2005; Murray & Bulstrode, 1996; Voutsinas & MacEwen, 1986).

With regard to the lumbar curvature in a slump sitting position, the results of the current study showed a mean value of  $20.3^{\circ}$ . There are few studies which have assessed the sagittal spinal curvatures in a slump sitting position (Conesa-Ros, 2015; Gómez-Lozano, 2007; López-Miñarro et al., 2008; Martínez-Gallego, 2004; Sainz de Baranda et al., 2009; Sanz-Mengibar et al., 2018).

Sainz de Baranda et al. (2009) observed the mean value of  $17.4^{\circ} \pm 9.6^{\circ}$  for the lumbar curve in gymnasts of the Trampoline modality. When the results were compared by sex, a significantly greater lumbar kyphosis was observed in males ( $21^{\circ} \pm 7.9^{\circ}$ ) than in female gymnasts ( $14^{\circ} \pm 10^{\circ}$ ) [ $p < 0.004$ ].

Conesa-Ros (2015) and Martínez-Gallego (2004) showed how sports practice can influence or can be related to a higher angular value for the lumbar curve in their studies with aesthetic and rhythmic gymnasts. In this sense, both rhythmic and aesthetic gymnasts ( $16.7^{\circ} \pm 6.6^{\circ}$  and  $15.9^{\circ} \pm 8.1^{\circ}$ , respectively) had a significantly greater lumbar kyphosis than the control group ( $13.8^{\circ} \pm 7.7^{\circ}$ ) [ $p = 0.033$ ].

In the same way, Martínez-Gallego (2004) also observed a greater lumbar kyphosis in a slump sitting position in the rhythmic gymnast's groups, either recreational ( $16.24^{\circ} \pm 7.29^{\circ}$ ) or competitive ( $16.8^{\circ} \pm 6.55^{\circ}$ ), when compared with the control group ( $13.81^{\circ} \pm 7.72^{\circ}$ ).

The incorrect disposition of the lumbar spine found in the slump sitting position in the three modalities of gymnastics could be due to repetitive hyperflexions and hyperextensions of

the trunk which are performed in gymnastics. Thus, these movements could come to a hypermobile lumbar curve.

López-Miñarro et al. (2008) found angular lumbar values lower than 20° in 43 infantile paddlers (23 kayakers and 20 canoeists), and no significant differences were found between kayakers and canoeists. Likewise, when López-Miñarro et al. (2008) (2014) assessed the sagittal spinal curves of 130 canoeists (aged from 15 to 20 years old), the authors found values lower than 20° for the lumbar curvature, with no significant differences regarding gender.

Sanz-Mengibar et al. (2018) observed the mean value of  $15.62^{\circ} \pm 6.41^{\circ}$  for the lumbar curve in their study with gymnasts of the artistic modality, and no significant differences between boys ( $15.52^{\circ} \pm 6.92^{\circ}$ ) and girls ( $15.71^{\circ} \pm 6.02^{\circ}$ ) were found. However, Gómez-Lozano (2007) observed a lower mean value of lumbar kyphosis among classic dancers ( $8.33^{\circ} \pm 6.44^{\circ}$ ) in a slump sitting position.

With regard to the lumbar curvature in the maximum flexion of the trunk, the results of the current study showed a mean value of 31.5°. In trampoline gymnasts, runners and paddlers were found similar or lower values (Andújar, Medina, & Iniesta, 2010; López-Miñarro et al., 2009; Sainz de Baranda et al., 2009; Sanz-Mengibar et al., 2018).

**Table 41. Angular values for lumbar curvature in a relaxed standing position, in a slump sitting position and in maximum flexion of the trunk by sport.**

|                       | <b>Present study (2019)</b>                  | <b>(Wojtys et al., 2000)</b>        | <b>(Kujala et al., 1997)</b> | <b>(Ogurkowska &amp; Kawalek, 2017)</b> | <b>(Alricsson et al., 2016)</b>        | <b>(Grabara, 2012)</b>                                | <b>(Ferreira &amp; Amado, 2014)</b> | <b>(Grabara, 2016b)</b>                    | <b>(Grabara, 2014a)</b>                                      |
|-----------------------|--|-------------------------------------|------------------------------|---|--|---|-------------------------------------|--|--|
| Aged (years)          | 8-15   | 8-18                                | 11.9                         | 24-35                                   | 16-19                                  | 13-15   | 12-16                               | 13   | 12-15  |
| Sports                | Inline hockey                                | Ice hockey                          | Ice hockey                   | Field hockey                            | Cross-country skiers                   | Basketball  | Basketball                          | Basketball                                 | Handball   |
| Relaxed standing      | 28.7°  | 44.5°                               | 35°                          | 43.2°                                   | 33.4°                                  | 13-14 yr: 27.6°<br>15 yr: 27.8°                       | 32.8°                               | 1-yes: 21.5°<br>2-yes: 29°<br>3-yes: 24.6° | 12 yr: 30.7°<br>13 yr: 28.6°<br>14 yr: 28.1°<br>15 yr: 25.9° |
| Asthenic seating      | 20.3°  | -                                   | -                            | -                                       | -                                      | -   | -                                   | -  | -  |
| Maximal trunk bending | 31.5°  | -                                   | -                            | -                                       | -                                      | -   | -                                   | -  | -  |
|                       | <b>(Grabara, 2015)</b>                       | <b>(Grabara &amp; Hadzik, 2009)</b> | <b>(Pastor et al., 2002)</b> | <b>(López-Miñarro et al., 2009)</b>     | <b>(Sainz de Baranda et al., 2009)</b> | <b>(Sainz de Baranda et al., 2010)</b>                | <b>(Sanz-Mengibar et al., 2018)</b> | <b>(López-Miñarro et al., 2008)</b>        | <b>(Gómez-Lozano, 2007)</b>                                  |
| Aged (years)          | 14-16  | 13-16                               | 9-15                         | 13-14                                   | 14.9                                   | 15  | 15.02                               | 13.3                                       |  |
| Sports                | Volleyball                                   | Volleyball                          | Swimming                     | Running                                 | Trampoline gymnasts                    | Trampoline gymnasts                                   | Artistic gymnasts                   | Kayak Canoe                                | Dancers  |
| Relaxed standing      | 14 yr: 30.1°<br>15 yr: 31.1°<br>16 yr: 30.2° | 13-14 yr: 28°<br>15-16 yr: 25.5°    | ♂: 31.21°<br>♀: 36.33°       | 31.2°                                   | ♂: 32°<br>♀: 40.3°                     | Training's hours/ys<br>≤2000h: 31.7°<br>>2000h: 36.6° | ♂: 39.6°<br>♀: 30.5°                | Kayak: 27.9°<br>Canoe: 25.7°               | ♀: 35.18°<br>♀: 33.84°                                       |
| Asthenic seating      | -  | -                                   |                              | -                                       | ♂: 21°<br>♀: 14°                       | ≤2000h: 21°<br>>2000h: 16.4°                          | ♂: 26.1°<br>♀: 27.7°                | Kayak/canoe: ~ 18°                         | ♀: 8.33°<br>♀: 8.36°   |
| Maximal trunk bending | -  | -                                   | ♂: 24,62°<br>♀: 21°          | 27.4°                                   | ♂: 31.9°<br>♀: 26.7°                   | ≤2000h: 32.3°<br>>2000h: 27.5°                        | ♂: 15.5°<br>♀: 15.7°                | Kayak/canoe: ~ 30°                         | ♀: 19.82°<br>♀: 19.48°                                       |

Figure 29 indicates that most of the athletes had normal angular values for the lumbar curvature in a relaxed standing position ( $n=66/74$ , 89.2%) and in a maximum flexion of the trunk ( $n=41/74$ , 55.4%). However, there is a higher percentage of IH players with increased angular values or hyperkyphosis ( $n=51/74$ , 68.9%) in a slump sitting position.

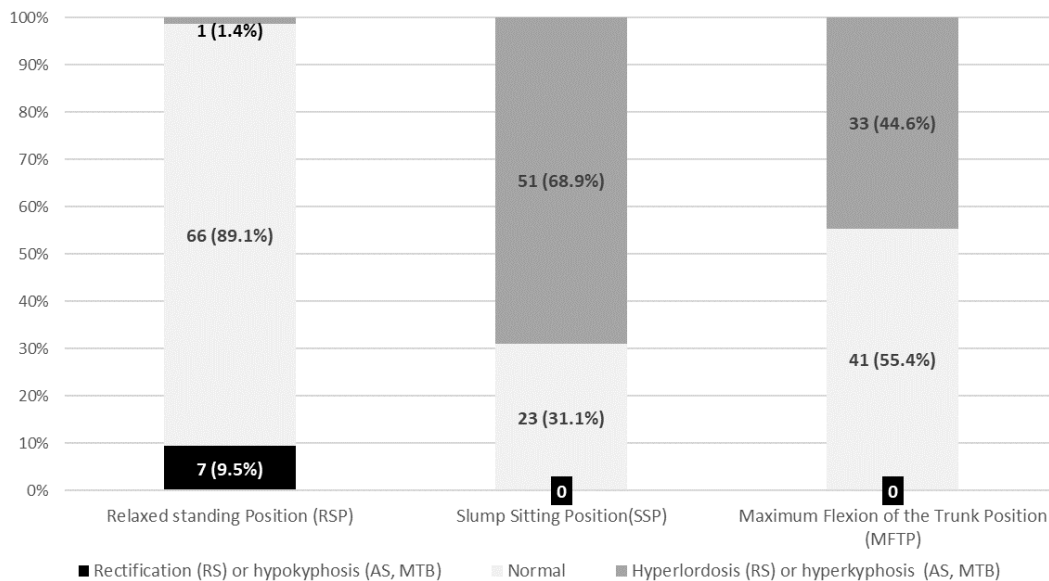


Figure 29. Frequency and percentage of inline-hockey players by category of lumbar curvature according to normality references in each position.

In the current study, it was found a 9.5% of lumbar rectification and 1.4% of lumbar hyperlordosis in the relaxed standing position. In contrast, Pastor et al. (2002) found higher percentages of lumbar hyperlordosis in young elite swimmers (7.1% in males and 32.3% in females). López-Miñarro et al. (2008) reported that 8.7% of 23 kayakers and 10% of 178 canoeists had lumbar rectification. Grabara (2016b) found 50% of hypolordosis and 10% of hyperlordosis in 10 basketball players aged from 13 years old. Recently, Sanz-Mengibar et al. (2018) observed lumbar hyperlordosis in 12.5% of 47 artistic gymnastics.

It was also found that 68.9% and 44.6% of the inline hockey players had lumbar hyperkyphosis in a slump sitting position and in a maximum flexion of the trunk, respectively.

Some previous studies found higher percentages of hyperkyphosis for the lumbar curvature in these positions, possibly due to the practice of the sport in a sitting position or the repetition of technical gestures with a maximal ROM in the lumbar spine and lower limb. In this sense, López-Miñarro et al. (2008) reported that around 90% of paddlers had lumbar hyperkyphosis in maximum flexion of the trunk. In addition, these authors found lumbar hyperkyphosis in around 75% of kayak and canoe athletes in a slump sitting position.

In contrast, Sanz-Mengibar et al. (2018) found 39% of lumbar hyperkyphosis in both maximal trunk flexion and in a slump sitting position among artistic gymnasts.

It must be pointed out that not all studies use the same spinal assessment protocol and the same references to categorize sagittal spinal angular values. In this sense, for the relaxed standing position, Grabara (2016b) established that values above 35° are considered lumbar hyperlordosis, a neutral lumbar spine is considered from 25° to 35° and lumbar hypolordosis is accepted when the value is lower than 25°. Muyor et al. (2013) used the references of normality proposed by Tüzün et al. (1999), where the values between 20° and 40° are accepted as a neutral lumbar spine, values below 20° are considered as an hypolordotic lumbar spine, and values above 40° are considered hyperlordosis.

With respect to the maximum flexion of the trunk, Pastor et al. (2002) established that values below 22° are considered as normal lumbar kyphosis and values between 22°-29° are considered as lumbar hyperkyphosis. As for the slump sitting position, the author established that values below <14° were accepted as normal lumbar kyphosis and values between 14-21° were considered lumbar hyperkyphosis.

### **Hamstring flexibility**

The flexibility of hamstring muscles is important for the prevention of muscular and postural imbalances, for the maintenance of the full range motion in the hip flexion as well as for the optimal musculoskeletal function (Sainz de Baranda et al., 2014).

Hamstrings extensibility influences pelvic posture (Congdon, Bohannon, & Tiberio, 2005) and spinal curvatures (López-Miñarro et al., 2009). Decreased extensibility of hamstring

muscles has been associated with a greater thoracic kyphosis and a higher posterior pelvic tilt when maximal trunk flexion with knees extended is performed. Consequently, an incorrect hamstrings extensibility and the constant repetition of trunk hyperflexion and hyperextension due to the sports practice could increase intervertebral stress (Beach, Parkinson, Stothart, & Callaghan, 2005) as well as thoracic and lumbar intradiscal pressure (Polga et al., 2004; Wilke, Neef, Caimi, Hoogland, & Claes, 1999), predisposing subjects to spinal disorders (McGill, 2002).

The results of the current study suggest that a hamstring-specific extensibility program is necessary for this group of IH players. Only 16.2% of the IH players showed normal values for the L-Hfx angle.

In fact, a high percentage of IH players showed decreased hamstrings flexibility, since 41.9% of inline hockey players presented a mild and a moderate posterior pelvic tilt. This lack of flexibility may influence pelvic and spinal postures in a maximum flexion of the trunk, which is a very common position adopted in the inline hockey techniques. Thus, prior evaluation of hamstring flexibility is recommended to point out specific and individualized preventive programmes in order to prevent spinal problems.

### **Sagittal Integrative Spinal Morphotype**

Varies studies have found a relationship between sports training and variations in the sagittal spinal curvatures of adolescent athletes (Ferreira-Guedes & Amado-João, 2014; Grabara, 2015; Hecimovich & Stomski, 2016; Sainz de Baranda, Santonja, & Rodriguez-Iniesta, 2010). In sports with predominance of the trunk flexion position, as skiing, canoeing or cycling, it has been found a high percentage of thoracic hyperkyphotic postures (Alricsson & Werner, 2006; Förster, Penka, Bösl, & Schöffl, 2009; López-Miñarro, Alacid, Ferragut, & García-Ibarra, 2008; Rajabi et al., 2008). In contrast, repetitive back hyperextension movements or a remain trunk extension position, which are popular among rhythmic gymnasts or classical dancers tend to flatten the normal thoracic curve to a thoracic hypokyphosis (Grabara, 2015; Kums, Erelina, Gapeyeva, Pääsuke, & Vain, 2007; Nilsson et al., 1993) as well as to increase the lumbar curve and generate lumbar hyperlordosis (Falter & Hellerer, 1982).

Inline hockey (IH) is a very fast paced game, which is characterized by high intensity intermittent skating, rapid changes in velocity and duration, frequent body contact, and the execution of a wide variety of technical skills (Flik, Lyman, & Marx, 2005; Mölsä, Kujala, Myllynen, Torstila, & Airaksinen, 2003). IH implicates adapting the body to a hard physical effort and to the required posture for that sport. As a result, athletes commonly present postures that are related to the most common sports abilities in each discipline (Rajabi et al., 2008; Usabiaga et al., 1997).

As Wojtys, Ashton-Miller, Huston, & Moga (2000) stated, specific postures and actions which take place in IH practice might modify the sagittal spinal curvatures by altering spine's exposure to certain mechanical loads during the athlete's growth. In adolescents, Ferreira-Guedes & Amado-João (2014) note that *"these biomechanical compensations may influence the growth processes and lead to the development of various postural patterns due to the immaturity of their musculoskeletal structures. At first, the postural compensations are adaptive, but later they can become permanent and even predispose young athletes to injuries"*.

The results of the current study confirm that sagittal curvatures of the spine can be modified with regular IH training as previously described in other sports (Ginés-Díaz et al., 2019; Sainz de Baranda et al., 2009; Sanz-Mengibar et al., 2018; Uetake et al., 1998).

On the one hand, a total of 31 IH players (41,8%) had a functional thoracic hyperkyphosis, which means that they would mainly need to improve their spinal alignment in a slump sitting position and in maximal trunk flexion. Concretely, most of them presented a static functional hyperkyphosis (17,6%) or a total functional hyperkyphosis (18,9%). On the other hand, 28 IH players (37,8%) were diagnosed with thoracic hyperkyphosis. To be more specific, 16,2% of them had total thoracic hyperkyphosis and 12,2% presented static thoracic hyperkyphosis.

Since 29.8% of IH players were diagnosed with static hyperkyphosis and static functional hyperkyphosis, these players would also need to improve their posture in a slump sitting



position and in the relaxed standing position, in fact, these results might be associated with poor postural hygiene while sitting.

As for the lumbar curvature, most of IH players (n=49; 66,2%) were diagnosed with a functional lumbar hyperkyphosis. Specifically, 20,3% of players had a static functional lumbar hyperkyphosis and 40,5% presented a total functional lumbar hyperkyphosis. In this sense, as Purcell & Micheli (2009) stated, repetitive flexo-extension and torsion movements because of technical-tactical actions in IH can result in overuse injuries to the spine. In fact, these repetitive movements with an imbalanced spinal posture (e.g. hyperkyphotic position with the trunk bent forward) are particularly worrisome in young IH players. Therefore, the position of the lumbar spine while sitting should be trained for a better alignment through pelvic proprioceptive exercises or trunk muscles strengthening.

Furthermore, 6.8% of the IH players were diagnosed with a structured lumbar kyphosis. In this sense, it has to be pointed out that the high prevalence of hamstrings shortness found among players could have led to a misaligned lumbar spine in a maximum flexion of the trunk as hamstrings tightness can make the pelvis lose its horizontality and adopt a posterior pelvic tilt (López-Miñarro, Muyor, Belmonte, & Alacid, 2012; Santonja et al., 1994). Since the trunk flexion, while standing is the basic posture in inline-hockey, the players should train their hamstrings flexibility in order to keep a neutral lumbar spine when their trunk is flexed. Furthermore, good pelvic proprioception would be necessary to keep a neutral pelvic tilt while IH players have to stay in constant quadruple flexion (ankle, knee, hip, and trunk).

These results are partially consistent with those found by Sanz-Mengibar et al. (2018). These authors found 62.5% of functional kyphosis for the thoracic curvature and 39.6% of lumbar kyphotic attitude when they analysed the sagittal integrative morphotype in 47 artistic gymnasts (mean aged 15.02 year), who participated in national and international competitions.

It is important to note that if sagittal spinal assessment had been only carried out in standing position, the results of this study would have shown that most of IH players were within the normal ranges for both curves (60.8% of the athletes presented normal kyphosis

and the 89.2% of the athletes presented normal lordosis in the standing position). However, taking into account the 'Sagittal Integrative Morphotype' it was determined that IH players had a misaligned sagittal spine. These results show how important is to include the assessment of the three positions as part of the protocol in order to define 'Sagittal Integrative Morphotype' and so as to establish a correct diagnostic (Sanz-Mengibar et al., 2018). Therefore, an incorrect sagittal spinal assessment leads to misclassification of the athletes' morphotypes, generating negative consequences, not only in terms of deformity and pain but also in preventive and rehabilitative terms (Ginés-Díaz et al., 2019).

Some limitations of the present study must be reported. The age distribution of the participants was relatively limited and the sample size was relatively small. Furthermore, only male IH players were assessed. Future studies which include a larger sample should investigate the association between sagittal spinal morphotype and the sports workload in IH players, as well as the association between sagittal spinal morphotype and back pain or the ratio of injury. Furthermore, prospective investigations in order to study how sagittal spinal curves develop with age and practice are needed.

## **CONCLUSIONS**

The federative inline-hockey practice seems to cause specific adaptations in spinal sagittal morphotype. The most prevalent sagittal spinal misalignments in young federated male inline-hockey players were the thoracic hyperkyphosis (64,9%) and the lumbar hyperkyphosis (68.9%) in a slump sitting position and the lumbar hyperkyphosis (44.6%) in a maximum flexion of the trunk.

However, taking into account the 'Sagittal Integrative Morphotype' only 13 IH players (17.6%) presented a normal morphotype with a normal thoracic kyphosis in the three measured positions. While only 17 IH players (23%) presented a normal morphotype with a normal lumbar curvature in the three assessed positions.

For the thoracic curvature, 18.9% of the inline hockey players presented total functional hyperkyphosis, a 17.6% of the players presented a static functional hyperkyphosis and a 16.2%

of the players had a total hyperkyphosis, whereas for the lumbar curvature a 40.5% of the players presented a total functional hyperkyphosis and the 20.3% of players were diagnosed with static functional hyperkyphosis.

Furthermore, only 16.2% of IH players showed normal hamstrings flexibility values. For that reason, exercise programs to prevent or rehabilitate these imbalances in young inline hockey players are needed. Pelvic proprioceptive exercises, trunk muscles strengthening, and flexibility training could be included as a part of preventive programs.

#### **6.4. ESTUDIO 4. THE INCIDENCE AND FACTORS ASSOCIATED WITH BACK PAIN AMONG INLINE HOCKEY PLAYERS.**

##### **6.4.1. Introduction.**

Back pain, especially low back pain, is the most prevalent complaint in the general population. Previous studies revealed an 85% to 90% lifetime incidence of low back pain in the general population. Although not as common as in the general population, back pain is reported by approximately 30% of athletes (Videman et al., 1995; Graw & Weisel, 2008). As in the general population, back pain in athletes can lead to high costs of treatment, dropping out of training and competition, decreased quality of life, and limitations to performance (Sward et al., 1991; Mortazavi et al., 2015).

The rate of back pain may vary widely depending on the sports discipline and study methodology, including descriptions of the exact area of pain, the duration, intensity and frequency of training, technique, the physical fitness level of players, the level of competition, the training periods during the year or severity of attacks (Lindgren & Twomey, 1988; Kawalek & Garszka, 2013; Mortazavi et al., 2015; Newlands et al., 2015; Trompeter et al., 2017; Fett et al., 2017). For example, Lively (2002) reported that the lifetime prevalence of low back pain in soccer players was 1%, while Ng et al. (2014) reported a lifetime prevalence of low back pain of 94% in male rowers.

In this context, back pain is a relevant topic for sports medicine professionals as well as for athletes, coaches, and physiotherapists. Of particular concern are whether sports and what types of sports are associated with a higher or lower prevalence of back pain compared with other sports, and how the training and competition level affect the prevalence of back pain. This information would facilitate identification of possible risk factors and the development of prevention strategies in special-risk sports group. At present, the prevalence of back pain, especially low back pain, with respect to sport-specific loads and types of sports remains unclear.

While some sports disciplines have been wide researched regarding the prevalence of back pain (e.g., soccer, gymnastics, rowing and field hockey) there are still some other sports disciplines that are uninvestigated. Sports with a high spinal load such as inline hockey can

predispose to back pain. Currently, back pain in inline hockey players has received little or no attention in the research literature.

The purpose of this study was: 1) to describe the prevalence, location and intensity level of back pain in inline hockey players aged from 8 to 45 years old; 2) to examine the influence of age, sex, anthropometric characteristics (weight, height, body mass index), competition level and training volume on back pain in inline hockey players.

#### 6.4.2. Methods.

##### Participants

A total of 115 inline hockey players aged from 8 to 45 years old completed the questionnaire. The characteristics of all respondents are shown in table 42. The proportion of males was significantly higher than in females ( $p=0.026$ ). Each selected hockey player had to meet a minimum criterion of 3 years playing inline hockey. Exclusion criteria were to have a history of a traumatic back injury, documented congenital spine abnormality or serious diseases that could interfering with back pain. Following the inclusion criteria, 21 players were excluded. Finally, a total of 94 inline hockey players were recruited in the study.

**Table 42. Demographic characteristics of inline hockey players (n=94).**

|  | Minimum | Maximum | Mean $\pm$ SD         |
|--|---------|---------|-----------------------|
| Age (years)                            | 10      | 45      | 18.12 $\pm$ 7.53      |
| Height (cm)                            | 130.0   | 186.8   | 165.71 $\pm$ 12.07    |
| Weight (kg)                            | 30.0    | 97.2    | 64.06 $\pm$ 14.39     |
| BMI                                    | 15.82   | 32.45   | 23.07 $\pm$ 3.18      |
| Gender (m/f)%*                         | –       | 71/23   | 75.5 / 24.5           |
| Competition level (elite/competition)% | –       | 57/37   | 60.6 / 39.4           |
| Training volume (h/wk)                 | 3       | 12      | 5.37 $\pm$ 1.88       |
| Years of training                      | 3       | 21      | 8.01 $\pm$ 4.42       |
| Total volume (h)                       | 324     | 6720    | 1807.37 $\pm$ 1362.58 |

\* $p<0.05$ .

##### Procedure

The study was designed as a cross-sectional survey among athletes competing at the national/international elite level as well as regional level in Spanish inline hockey leagues. The survey was conducted through three sport technical meeting during 2016/17 season.

Coaches and athletes were informed about the study during the preliminary inquiry and questionnaires, and a letter and consent form describing the purposes and procedures of the study were distributed to the athletes on arrival at the concentration site. Study personnel was present during the sports concentration of players to answer questions and encourage the athletes to complete and hand in the forms by the end of the sport technical meeting. This study was approved by the Regional Ethic Research Committee, University of Murcia (ID 1326/2006) as well as by the Royal Spanish Roller Skating Federation.

The questionnaire was based on validated, standardized and internationally accepted questionnaires. The instrument was divided into five parts. The first part was based on the standardized Nordic Questionnaire developed and validated to study the prevalence of occupational symptoms (Kuorinka et al., 1987; Bahr et al., 2004; Foss et al., 2012). We included the following standard questions from the Nordic questionnaire:

- Have you ever experienced back pain?
- Location of back pain in an area showed on a diagram of the human body (upper back, lower back or both of them).
- Have you experienced back pain at least once in your sport live (lifetime prevalence)?
- Have you experienced back pain during the previous 7 days (point prevalence)?
- Have you experienced back pain during last month (1 month prevalence)?
- How many days during the past 12 months have you had back pain (12 month prevalence)?
- Have you been examined or treated for back pain by a physician, physical therapist, chiropractor, or other health personnel as an outpatient during the previous 12 months?

The second part of the survey consisted of the questionnaire devised by von Korff et al., (1992) for grading the intensity of chronic pain, and asks respondents to rate of the intensity of current pain, the worst and the average pain on an 11 point numeric rating scale

with 0 representing no pain and 10 representing the worst imaginable pain. In addition to the standard questions, new questions related to training volume levels were included (the third part of the survey). These questions were as follows:

- How many years of competitive experience do you have?
- How many months have you trained during the past year?
- How often do you train for a week?
- How many hours do you train for a week?

The athletes were asked to report their level of sports participation at the time of back pain, as one of the following 2 categories:

- Elite: competing at the national/international level.
- Competition: regular training and participation in competitions in their sport.

The term back pain was defined as pain, ache or discomfort occurred in at least one part of the back (upper back, lower back or both of them) with or without radiation to one or both legs (sciatica).

Training volume was calculated in hours per week, hours per year and cumulative training time (hours/year X years of participation) (Wotjys et al., 2000). To put this in perspective, a child who spends 2 hours a day, 5 days per week participating in inline hockey for 10 months (an average length of the season at school level) would log 400 hours per year (2 hours X 5 days X 4 weeks X 10 months= hours/year). Cumulative training time was found using hours/year X years of participation in inline hockey. For example, the previous child spent 400 hours/year for 3 years of participation would log 1200 hours of cumulative training time.

### **Statistical analysis**

Statistical analysis was undertaken using SPSS software (version 24, IBM, Armonk, US). Respondent's characteristics are expressed as the mean and standard deviation (SD). Group

means (asymptomatic players vs back pain players) were compared using an unpaired t test for body mass index, height, weight and back pain. The degree of association between age, training volume, competition level, and back pain was assessed by Pearson’s chi squared. Additionally, Cohen’s effect sizes were calculated when significant differences were found. The magnitudes of the effect between two means were interpreted according to the criteria of Hopkins et al., (2009) in which the effect sizes were regarded as trivial (less than 0.2), small (0.2 to 0.59), moderate (0.6 to 1.19) large (1.20 to 2.00) very large (2.1 to 3.99) and extremely large (greater than 4.00). Odds ratios are reported with 95% confidence intervals (CI). Statistical significance was defined as a p value <0.05.

### 6.4.3. Results.

#### Prevalence and intensity of back pain

Of 94 participants, 48 (51.1%) inline hockey players had ever experienced back pain (table 43).

**Tabla 43. Prevalence of back pain in inline hockey players (n=94).**

| Back Pain<br>N (%) | Asymptomatic<br>N (%) | Total<br>N (%) |
|--------------------|-----------------------|----------------|
| 48 (51.1)          | 46 (48.9)             | 94 (100.0)     |

Lifetime prevalence of back pain in inline hockey players was 51.1% (n=48), point prevalence (the last 7 days) was 30.8% (n=29) 1 month prevalence was 7.4% (n=7) and 12 month prevalence was 12.7% (n=12). There are any responses concerning to 3 and 6 month prevalence back pain. On an 11 point numeric rating scale, the worst intensity of back pain during lifetime prevalence, point prevalence and the last 12 months prevalence was 9.0 point. Value of the average pain intensity in inline hockey players was 4.3 point (table 44).

**Table 44. Prevalence and intensity of back pain in inline hockey players (n=94).**

| Lifetime<br>n(%) | Prevalence of Pain |                 |                 |                 |                  | Intensity     |                         |
|------------------|--------------------|-----------------|-----------------|-----------------|------------------|---------------|-------------------------|
|                  | 7 days<br>n(%)     | 1 month<br>n(%) | 3 month<br>n(%) | 6 month<br>n(%) | 12 month<br>n(%) | Worst<br>Pain | Average pain<br>Mean±SD |
| 48(51.1)         | 29(30.9)           | 7(7.4)          | 0(0.0)          | 0(0.0)          | 12(12.8)         | 9.0           | 4.3±2.1                 |



### Location of back pain

Over 48 inline hockey players who experienced back pain, low back pain was the most area affected (89.4%, n=38).

The low back was the most commonly affected area for all times periods of back pain in inline hockey players (lifetime prevalence 89.4%, point prevalence 52.1%, month prevalence 12.6%, and 12 month prevalence 14.6%). The lowest prevalence was found for the upper back (lifetime prevalence 4.2%, point prevalence 2.1%, and 12 month prevalence 2.1%). Upper and lower back pain were affected at the same time for several inline hockey players (lifetime prevalence 16.7%, point prevalence 6.3%, 1 month prevalence 2.1% and 12 month prevalence 8.3%) (table 45).

**Table 45. Location of back pain (n=48).**

|                    | Upper back<br>n (%) | Lower back<br>n (%) | Upper/Lower<br>back N (%) | Total<br>N (%) |
|--------------------|---------------------|---------------------|---------------------------|----------------|
| 7 days pain (%)    | 1 (2.1)             | 25 (52.1)           | 3 (6.3)                   | 29 (60.4)      |
| 1 month pain (%)   | 0                   | 6 (12.6)            | 1 (2.1)                   | 7 (14.7)       |
| 12 months pain (%) | 1 (2.1)             | 7 (14.6)            | 4 (8.3)                   | 12 (25.0)      |
| Lifetime pain      | 2 (4.2)             | 38 (89.4)           | 8 (16.7)                  | 48 (100.0)     |

### Back pain and anthropometric characteristics

Players with higher body weight, body height, and body mass index (BMI) showed a significantly higher prevalence of reported back pain than players with lower values (table 46).

**Table 46. Back pain and anthropometric characteristics association in inline hockey players (n=94).**

|         | Asymptomatic<br>(n=46)<br>Mean±SD | Back pain<br>(n=48)<br>Mean±SD | P value | T value | d-Cohen         |
|---------|-----------------------------------|--------------------------------|---------|---------|-----------------|
| Weight* | 60.32±15.38                       | 67.65±12.51                    | 0,013   | -2,539  | -0,519<br>Small |
| Height* | 163.59±12.93                      | 167.74±10.94                   | 0,002   | -3,030  | -0,344<br>Small |
| BMI*    | 22.16±2.97                        | 23.94±3.15                     | 0,006   | -2,809  | -0,575<br>Small |

\*p<0.05. BMI= body mass index.

### Back pain and age

Significant differences were found between lifetime and point prevalence of back pain and age (table 47). Players older had more lifetime prevalence of back pain and 12 month prevalence than younger. Of 48 inline hockey players who experienced back pain, lifetime prevalence was 22.9% (n=11) in players aged 10-14 years, increasing to 37.5% (n=18) in players aged 15-20 years and 39.6% (n=19) in players older than 20 years. As well as, 12 month prevalence was 25% (n=3) in players aged 10-14 years, 33.3% (n=4) in players aged 15-20 years, and 41.6% (n=5) in players older than 20 years.

**Table 47. Age and back pain prevalence association among inline hockey players (n=94).**

|                      | 10-14 years |         | 15-20 years |         | >20 years |         | Total | P Value |
|----------------------|-------------|---------|-------------|---------|-----------|---------|-------|---------|
|                      | Asymp       | Back P. | Asymp       | Back P. | Asymp     | Back P. |       |         |
| Lifetime prevalence* | 27          | 11      | 15          | 18      | 4         | 19      | 94    | .000*   |
| Point prevalence*    | 33          | 5       | 20          | 13      | 12        | 11      | 94    | .007*   |
| 1 month prevalence   | 35          | 3       | 32          | 1       | 20        | 3       | 94    | .370    |
| 12 month prevalence  | 35          | 3       | 29          | 4       | 18        | 5       | 94    | .289    |

\*p<0.05.

### Back pain and sex

There were significant differences between lifetime prevalence and 12 months prevalence by sex in inline hockey players (table 48). Of 48 hockey players experienced with back pain, male players had higher lifetime prevalence of back pain than female (64.6%, n=31 versus 35.4%, n=17, respectively) point prevalence (68.9%, n=20 males versus 31.1%, n=9 females) and 1 month prevalence (71.4%, n=5 males versus 28.6%, n=2 females).

**Table 48. Back pain and sex association in inline hockey players (n=94).**

|                      | Male             |               | Female           |               | Total (N) | P value |
|----------------------|------------------|---------------|------------------|---------------|-----------|---------|
|                      | Asymptomatic (N) | Back Pain (N) | Asymptomatic (N) | Back Pain (N) |           |         |
| Lifetime prevalence* | 40               | 31            | 6                | 17            | 94        | .012    |
| Point prevalence     | 51               | 20            | 14               | 9             | 94        | .323    |
| 1 month prevalence   | 66               | 5             | 21               | 2             | 94        | .793    |
| 12 month prevalence* | 65               | 6             | 17               | 6             | 94        | .038    |

\*p<0.05

### Back pain and competition level

There were significant differences between back pain and competition level in inline hockey players regarding lifetime and point prevalence. Players competing in elite level

(national/international level) showed lightly higher back pain lifetime prevalence and 2 times higher 12 month prevalence than players competing in competition level (52.1% vs 47.9%, and 16.6% versus 8.3%, respectively). Players competing in competition level (local/regional level) showed lightly higher back pain point prevalence and 1 month prevalence than elite players (31.2% versus 29.1% and 8.3% versus 6.2%, respectively) (table 49).

**Tabla 49. Back pain and competition level association among inline hockey players. (n=94).**

|                      | Elite            |               | Competition      |               | Total (N) | P value |
|----------------------|------------------|---------------|------------------|---------------|-----------|---------|
|                      | Asymptomatic (N) | Back Pain (N) | Asymptomatic (N) | Back Pain (N) |           |         |
| Lifetime prevalence* | 32               | 25            | 14               | 23            | 94        | .000    |
| Point prevalence*    | 43               | 14            | 22               | 15            | 94        | .011    |
| 1 month prevalence   | 54               | 3             | 33               | 4             | 94        | .860    |
| 12 month prevalence  | 49               | 8             | 33               | 4             | 94        | .217    |

### Back pain and training volume

The training volume average of inline hockey players was  $5.37 \pm 1.88$  hours per week (range 3-12) and training year volume was  $8.01 \pm 4.42$  years (range 3-21). Inline hockey players with cumulative training time lower 2500 hours in their sports life (hours\*year\*years), showed highest back pain prevalence in all periods of time (lifetime prevalence 72.9%, point prevalence 65.5%, 1 month prevalence 71.4%, and 12 month prevalence 91.7%). Players with cumulative training time higher 5000 hours in their sports life showed the lowest back pain prevalence (table 50).

**Table 50. Back pain and cumulative training association among inline hockey players (n=94).**

|                     | <2500 hrs.† |         | 2500-5000 hrs.† |         | >5000 hrs.† |         | Total | P Value |
|---------------------|-------------|---------|-----------------|---------|-------------|---------|-------|---------|
|                     | Asymp       | Back P. | Asymp           | Back P. | Asymp       | Back P. |       |         |
| Lifetime prevalence | 40          | 35      | 3               | 10      | 3           | 3       | 94    | .131    |
| Point prevalence*   | 56          | 19      | 4               | 9       | 5           | 1       | 94    | .005*   |
| 1 month prevalence* | 70          | 5       | 13              | 0       | 4           | 2       | 94    | .031*   |
| 12 month prevalence | 64          | 11      | 12              | 1       | 6           | 0       | 94    | .491    |

\*  $p < 0.05$ . †Cumulative training time is hours\*year\*years of participation.

Competition level and training volume association are showed in table 51. Players playing in competition level with cumulative training time <2500 hours showed significant differences regard elite players. In contrast, elite players showed higher cumulative training time >5000 hours and hours per week than players which did it in competition level (10.5% versus 0%, and 5.8 hours versus 4.3 hours, respectively).

**Table 51. Competition level and training volume association.**

| Cumulative training† | Competition | Elite     | P value |
|----------------------|-------------|-----------|---------|
| <2500 h              | 21 (96.6)   | 14 (70.2) |         |
| 2500-5000            | 2 (3.4)     | 8 (19.3)  | .026*   |
| >5000                | 0 (0.0)     | 3 (10.5)  |         |
| Hours/week           | 4.3         | 5.8       | .004*   |

\*p<0.05. †Cumulative training time is (hours \* year \* years of participation).

#### 6.4.4. Discussion.

The purpose of this study was to describe the prevalence of back pain in inline hockey players and to investigate whether weight, height, BMI, gender competition level and training volume are associated with back pain in inline hockey players.

#### Back pain prevalence

High physical loads, repetitive mechanical strain, and static or dynamic extreme body positions increase the risk of spinal overload and overuse. Athletes in sports with severe or moderate demands on the back such as ice hockey run a high risk of developing disc degeneration and other abnormalities of the spine and they report a high frequency of back pain (Baranto et al., 2009). Inline hockey is characterized by repetitive flexion-extension and torsion movements. Furthermore, maintained flexed position during the training and competition and high loads due to contact from opponents might be a risk factor for back pain in inline hockey players. Different studies showed a very high back pain prevalence in all time periods in ice hockey players. Baranto et al., (2009) found 90% lifetime prevalence of back pain in elite ice hockey Sweden players. Jonasson et al., (2011) reported 64% point prevalence of low back pain and 94% at 12 month prevalence of low back pain between ice hockey players. Fett et al., (2017) found 88.9% lifetime prevalence, 85.2% 12 month prevalence, 81.5% 3 month prevalence, 63% point prevalence of back pain in elite ice hockey players. Selanne et al., (2014) found 54% prevalence of low back pain at last ones a month among adolescent ice hockey players (14-16 years old) in Finland compared with 35% in control group. During three years follow-up, Kujala et al., (1997) reported 50% low back pain lasting longer than a week in young ice hockey players (10.3 to 13.3 years old).

Our results showed lower values of back pain than previous studies in elite ice hockey players (Baranto et al., 2009; Johansson et al., 2011; Fett et al., 2017) being similar than previous studies in young ice hockey players. Kujala et al., (1997) reported 51.1% lifetime prevalence, 30.9% point prevalence, 7.4% 1 month prevalence and 12.8% 12 month prevalence). These results could be due to many factors such as lower volume and intensity training as well as lower body contact and maintained flexed position during skating by inline hockey players than ice hockey players.

### **Location**

In this study, the main location of back pain for inline hockey players was the low back. These findings are agreed with other studies. In the literature, low back pain also seems to be the most frequent physical complaint about athletes (Selanne et al., 2014; Trompeter et al., 2016; Fett et al., 2017). Many factors such as kind of sport, sex, training intensity, frequency, and technique affect the rate of low back pain in athletes (Bartolozzi et al, 1991; Dreisinger & Nelson, 1996; Johnson et al., 2001). Mechanical factors such as overuse, overload, muscular tightness, muscular weakness (back extensor muscle endurance, abdominal muscles) or poor muscle flexibility (hamstrings, gluteal, iliopsoas, quadriceps, hip adductor muscles), could explain the high prevalence of low back pain in inline hockey players.

### **Sex and age**

Sex and age are frequently discussed confounders regarding back pain. Most studies in the literature have reported higher prevalences for female than male athletes (Sato et al., 2011; Legault et al., 2015; Noll et al, 2016). A frequently discussed explication for this phenomenon is the earlier maturity of girls, or their hormonal changes during puberty compared with boys. Also, the anatomical characteristics of the female body such as hyperlordosis and higher pelvic tilt have been implicated as reinforcing the development of back pain and therefore leading to higher prevalence in females than males (Shehab & Al-Jarallah, 2005; Bailey et al., 2016). However in athletes, the relationship between back pain and sex or gender is controversial. The present results showed higher proportion of lifetime prevalence and point prevalence back pain for males than females. In contrast, 12 month prevalence back pain was similar between males and females. These results are in line with

previous studies (Bahr et al., 2004; Trompeter et al 2017). However, it also must be acknowledged that the sample size in this investigation was very small for female, therefore low power may have affected statistical significance.

Regarding the age in relation to back pain, this study showed an increased lifetime prevalence of back pain with age. The lifetime prevalence of back pain in players aged 10-14 years old and 20 years and older was significant relationship. The high vulnerability of the spine in growing supporting high training and competition loads can be a risk factor for back pain in young and adolescent athletes and can predispose to chronic back pain in adult age. A high growth spurt, decreased quadriceps, and hamstrings flexibility were associated with low back pain (Feldman et al., 2001). Also, the high cumulative volume training and competition level might explain significant differences between players aged 20 years and older.

#### **Back pain and anthropometric characteristics**

Our findings showed that inline hockey players with higher body weight, body height and body mass index (BMI), had higher risk factors to suffer back pain. These results are according with Kujala et al., (1994), Kujala et al., (1997) and Evans et al., (2005) regarding body weight, body mass index and low back pain association in ice hockey players and golfers. Players taller, heavier and higher body mass index may overuse and must support higher loads on back musculoskeletal structures and so produce back pain.

#### **Back pain and training volume**

Regarding the training volume in this investigation, there was an association between back pain prevalence and cumulative training time (hours/years X years of participation). Players training <2500 hours showed the highest back pain prevalence in all periods of time. Players with cumulative training time higher 5000 hours in their sports life showed the lowest back pain prevalence. These findings agree with those of Heneweer et al., (2009) with identified a U-shaped relationship between athletic activity and back pain. Many studies have shown that too little and too much activity is harmful to spinal health, but the relationship between sports and spinal health has not been adequately clarified. It is well recognized that sports participation generally influences health in a positive way, but there is a lack of knowledge about the optimal dose-effect relationship. Our results have shown that cumulative

training time <2500 hours is too little activity being a risk factor of back pain in inline hockey players. Cumulative training time around 5000 hours seems the optimal dose-effect relationship to prevent back pain in inline hockey players.

Average training volume (hours per week) in inline hockey players including in this study was  $5.37 \pm 1.88$  hours per week, (range 3-12 hours/week). These results are consistent with previous studies in ice hockey players. Kujala et al., (1997) reported an average of 7.3 years training after three years follow-up and an average training volume of 4.68, 5.85, 5.1 and 5.75 hours per week during first, second and third years of follow-up respectively in young ice hockey players. While Fett et al., (2017) reported an average training volume of 19.1 hours per week in elite ice hockey players, four times higher than previous studies.

#### **Back pain and competition level**

Findings in this study agree with previous studies in ice hockey players. Elite inline hockeyplayers showed higher back pain lifetime prevalence and 12 months prevalence than players competing in the lower level (lifetime prevalence 52.1% vs 47.9%; 16.6% vs 8.3% 12 months prevalence). Baranto et al., (2009) found 90% lifetime prevalence of back pain in elite ice hockey players. Fett et al., (2017) reported 88.9% lifetime prevalence and 85.2%, 12 months prevalence in elite ice hockey players, while Kujala et al., (1997) reported 50% low bach pain in young ice hockey players (10.3 to 13.3 year old). These results colud be due to many factors such as higher cumulative training time (hours a week) and intensity training and games than competition level.

#### **6.4.5. Conclusion.**

Back pain, especially low back pain, is a common complaint in inline hockey players. Back pain increases with age. Significant differences were found between male and female inline hockey players. Anthropometric characteristics such as weight, height, and body mass index were associated with back pain, so taller players, heavier players and/or players with a high body mass index had a high prevalence of back pain. There were significant differences between back pain and competition level. Elite inline hockey players whose who play at national or international level had lightly higher lifetime prevalence of back pain and 2 times

higher 12 month prevalence of back pain than players whose were participating in local or regional competition level. Prevalence data gave the first indication that low cumulative training volume increased the prevalence of back pain. Inline hockey players with cumulative training time of lower than 2500 hours throughout their sporting career (hours per year x years of play), showed highest back pain prevalence in all periods of time (lifetime prevalence, point prevalence, 1 month prevalence and 12 month prevalence). Players with cumulative training time of higher than 5000 hours in their sporting career showed the lowest back pain prevalence. These findings indicate the necessity for specific back pain prevention programs in inline hockey, overall among young and adolescent inline hockey players. Athletes, physicians, physiotherapists, and coaches should be aware of this and seek to identify specific prevention programs. Back pain intervention programs should be part of athletes' daily training.



# VII.

# APLICACIONES PRÁCTICAS





### **7.1. APORTACIONES DEL ESTUDIO AL CAMPO DE LA INVESTIGACIÓN.**

Actualmente, existe un gran vacío en la investigación del hockey línea. Son muy pocos los estudios científicos existentes que aportan información objetiva sobre diferentes aspectos relacionados con la práctica del hockey línea. Tan sólo se han encontrado dos estudios sobre lesiones en hockey línea llevados a cabo en Estados Unidos hace veinte años aproximadamente (Hutchinson et al., 1998; Varlotta et al., 2000). Estos estudios se llevaron a cabo con jugadores profesionales de hockey línea en una época donde el hockey línea estaba emergiendo. Sin embargo, pese al gran desarrollo y evolución de esta modalidad deportiva, no se encuentran estudios científicos que valoren las lesiones y otros aspectos relacionados con las posibles adaptaciones que la práctica continuada del hockey línea puede ejercer sobre el cuerpo del deportista en relación con la producción de lesiones y su prevención.

En este sentido, los datos del presente estudio:

#### **1. Aportan los primeros datos sobre lesiones producidas en jugadores amateurs españoles de hockey línea.**

Estos datos permiten conocer las lesiones más habituales que se producen durante la práctica del hockey línea, su localización, principales mecanismos de lesión y gravedad, entre otros aspectos. Permiten identificar factores de riesgo de lesión y establecer medidas de prevención orientadas a disminuir o evitar tanto el número como la gravedad de las lesiones. Esta información será de gran ayuda para entrenadores, terapeutas, padres y deportistas a la hora de diseñar y planificar los entrenamientos y actuar en el tratamiento y la recuperación de los deportistas lesionados.

#### **2. Determinan el perfil de flexibilidad de la modalidad de hockey línea en jugadores españoles y aportan los primeros valores de referencia de flexibilidad y ROM del miembro inferior de los jugadores de hockey línea españoles.**

En este estudio se han valorado los niveles de flexibilidad y rango de movimiento articular del miembro inferior en una muestra de jugadores y jugadoras de élite de hockey línea. Estos datos suponen las primeras referencias de flexibilidad muscular y de rango de movimiento de las articulaciones del miembro inferior en jugadores de hockey línea españoles.

Asimismo, se han aportado datos sobre cortedades y asimetrías musculares detectados entre los jugadores de hockey línea. Estos datos sirven para determinar la musculatura más solicitada y más sobrecargada en los jugadores de hockey línea y poder así valorar su relación con la lesión y con el rendimiento en un futuro. Esta información resulta muy útil para llevar a cabo intervenciones en el ámbito del entrenamiento deportivo, en la prevención y en la recuperación de lesiones e incorporación de los jugadores a la competición tras la lesión.

**3. Justifican la necesidad de realizar una valoración periódica del aparato locomotor que incluya el plano sagital de la columna vertebral en los jugadores de hockey línea, sobre todo en jóvenes en edad de crecimiento.**

Los datos aportados en el presente estudio ponen de manifiesto la existencia de adaptaciones físicas negativas producidas por la práctica continuada de hockey línea tales como desequilibrios musculares y posturales. Es por ello, que resulta fundamental dentro del ámbito de la prevención de lesiones y del rendimiento deportivo, llevar a cabo un control periódico del estado del aparato locomotor del deportista, sobre todo a principio de temporada, para detectar factores de riesgo de lesión, prevenir y actuar en consecuencia, sobre todo en aquellos jugadores que presentan más riesgo de lesión.

**4. Aportan una nueva perspectiva en la valoración diagnóstica de las desalineaciones sagitales de la columna vertebral que ayudará a objetivar y mejorar el diagnóstico.**

La utilización de la clasificación diagnóstica que se presenta en este estudio como resultado de la determinación del morfotipo integral del plano sagital que incluye las posiciones de bipedestación, sedentación asténica y flexión máxima de tronco, permitirá detectar precozmente las alteraciones de la disposición sagital del raquis no detectadas con la valoración aislada en bipedestación. Con ello, se podrán llevar a cabo medidas preventivas y terapéuticas que eviten que estas desalineaciones se produzcan y evolucionen hacia la estructuración en la edad adulta.

**5. Aportan los primeros valores de incidencia, localización e intensidad de dolor de espalda en jugadores de hockey línea y su asociación con la edad, sexo, medidas antropométricas, volumen de entrenamiento y nivel de competición.**

Los datos del presente estudio muestran la incidencia de dolor de espalda, sobre todo de dolor lumbar, en jugadores de hockey línea y su relación con algunos aspectos. Estos datos sirven de ayuda para la prevención de dolor de espalda y la aparición de lesiones en jugadores de hockey línea.

**6. Suponen un punto de partida para futuros estudios experimentales e investigaciones dentro del ámbito del rendimiento deportivo y de la prevención de lesiones en jugadores de hockey línea.**

En el siguiente documento se hace una síntesis de los factores preventivos relacionados con el Hockey Línea que habría que tener en cuenta para minimizar el riesgo de lesión atendiendo a los datos encontrados en el presente estudio y también en la bibliografía.

## **FACTORES DE RIESGO Y MEDIDAS DE PREVENCIÓN DE LESIONES EN HOCEY LÍNEA.**

### **Introducción.**

La práctica deportiva ofrece múltiples beneficios para la salud de los deportistas tanto a nivel físico como psicológico y social (Le Menestrel & Perkins, 2007). No obstante, el riesgo de sufrir lesiones está siempre presente. La posibilidad de sufrir una lesión en hockey línea depende de múltiples factores. La naturaleza propia del juego caracterizada por las altas velocidades que alcanzan los jugadores y el puck, el contacto con las vallas, el uso del stick, los choques entre los jugadores, así como las constantes aceleraciones-desaceleraciones y cambios de dirección realizadas sobre los patines, exponen a los jugadores a sufrir lesiones (Remström, 1999; Flik et al., 2005; Benson & Meeuwisse, 2005; Deits et al., 2010; LaPrade, et al., 2014; Popkin et al., 2016).

Aunque existen riesgos inherentes al juego que son difíciles eliminar completamente, algunos de ellos pueden ser reducidos mediante el establecimiento de medidas de prevención adecuadas. Tal y como proponen Van Mechelen et al. (1992) el método de trabajo para establecer estrategias de prevención de lesiones en el deporte debe pasar por diferentes fases: identificar el alcance del problema y describir las características principales de las lesiones, identificar los principales factores de riesgo y mecanismos de lesión, establecer medidas de prevención adecuadas y finalmente evaluar la efectividad de estas medidas de prevención con nuevos estudios.

Mientras los estudios realizados sobre lesiones y prevención en hockey sobre hielo son numerosos, los estudios realizados en hockey línea son muy escasos. Por otra parte, no se han encontrado estudios que se centren en identificar factores de riesgo de lesión y establecer medidas de prevención que ayuden a reducir o eliminar el número y la gravedad de las lesiones en hockey línea.

Por tanto, los objetivos del presente estudio fueron: 1) describir las lesiones más habituales que se producen en la práctica del hockey sobre patines en línea; 2) identificar factores de riesgo de lesión; 3) establecer recomendaciones sobre medidas de prevención de lesiones en hockey línea.

### **Epidemiología de las lesiones en hockey línea.**

El hockey línea es un deporte que presenta un alto riesgo de sufrir lesiones tanto en número como en gravedad. En el presente estudio, se estimó una prevalencia general de lesión de 133.3 AE, en partidos de 300 AE y en entrenamientos de 54.1 AE. Hutchinson et al. (1998) establecieron que el hockey línea presenta un riesgo de lesión similar o ligeramente mayor al hockey sobre hielo (139 lesiones por 1000 AE en hockey línea y 119 lesiones por 1000 AE en hockey sobre hielo). Varlotta et al. (2000) encontraron un riesgo total de lesión en hockey línea muy superior de 304,9 lesiones por 1000 AE (tabla 52).

Las lesiones producidas en la cara y en los dientes han sido numerosas según estudios previos (Hutchinson et al., 1998; Varlotta et al., 2000). Sin embargo, en la actualidad, con la obligatoriedad del uso de la protección facial completa para menores de 18 años y visor para mayores de 18 años, el número de lesiones en cara y dientes ha disminuido considerablemente tal y como demuestran los datos obtenidos en el presente estudio. También se pueden justificar estas diferencias por el estilo de juego y la agresividad de los jugadores. Tal y como argumentan Flik et al. (2005) en general el estilo de juego de Norte América es más agresivo y físico que en Europa por lo que parece razonable esperar patrones de lesión diferentes entre las ligas americanas y europeas.

Cabe destacar el alto número de lesiones sin contacto producido al patinar y por sobrecarga. En el presente estudio se han encontrado un alto número de lesiones producidas por este mecanismo representando el mayor porcentaje de lesiones (n=21, 26,3%) lo cual coincide con los datos aportados por Varlotta et al. (2000) donde el 22% (n=27) de las lesiones se producen sin contacto. Las lesiones producidas por contacto tales como choque entre jugadores, contactos con el stick y con el puck son habituales en hockey línea. Las caídas son también un mecanismo de lesión habitual en hockey línea, donde la superficie de juego y las características de los patines hacen que los jugadores pierdan “agarre” y se resbalen cuando llevan a cabo giros o frenadas. También las lesiones por caídas suelen producirse al quedar atrapado el patín o la pierna debajo de otro jugador.

**Tabla 52. Resumen de las características de las lesiones producidas en hockey línea según varios estudios.**

|                               | Presente estudio<br>(2018)<br>N=80<br>N (%) | Hutchinson et al.<br>(1998)<br>N=75<br>N (%) | Varlotta et al.<br>(2000)<br>N=122<br>N (%) |
|-------------------------------|---|--|---|
| <b>Momento lesión</b>         |   |  |   |
| Juego                         | 54 (67,5)                                   | -  | 79(65)                                      |
| Entrenamiento                 | 26 (32,5)                                   | -  | 43(35)                                      |
| <b>Tipo de lesión</b>         |   |  |   |
| Corte/herida                  | 3(3,8)                                      | 18(24)                                       | -   |
| Esguinces                     | 21(26,3)                                    | 8(11)  | 38(28,5)                                    |
| Rotura fibras                 | 8(10,1)                                     | 19(26)                                       | 30(22,5)                                    |
| Contusiones                   | 14(17,5)                                    | 15(20)                                       | -   |
| Fracturas                     | 22(27,6)                                    | 5(7)   | -   |
| Luxaciones                    | 2(2,5)                                      | 1(1)   | -   |
| Tendinitis                    | 6(7,5)                                      | -  | -   |
| Otras                         | 4(5,1)                                      | 8(11)  | -   |
| <b>Mecanismo de la lesión</b> |   |  |   |
| Contacto con jugador          | 15(18,8)                                    | 36(48)                                       | 35(29)                                      |
| Contacto con stick            | 8(10)                                       | 16(21)                                       | 20(16,5)                                    |
| Contacto con puck             | 14(17,5)                                    | 8(11)  | 6(5)  |
| Contacto con la valla         | 7(8,8)                                      | -  | 12(10)                                      |
| Caída                         | 14(17,5)                                    | 2(3)   | 12(10)                                      |
| Patinando/sobrecarga          | 21(26,3)                                    | -  | 27(22)                                      |
| Pelea                         | -   | 4(6)   | -   |
| Otras                         | 1(1,3)                                      | -  | 2(1,6)                                      |
| <b>Localización lesiones</b>  |   |  |   |
| <i>Miembro superior</i>       |   |  |   |
| Hombro                        | 30(37,7)                                    | 14(18)                                       | -   |
| Mano                          | 11(13,8)                                    | 5(6)   | -   |
| Codo/Antebrazo                | 5(6,3)                                      | 3(4)   | -   |
| Muñeca                        | 5(6,3)                                      | 3(4)   | -   |
| 9(11,3)                       | 3(4)  | -  | -   |
| <i>Miembro inferior</i>       |   |  |   |
| Rodilla                       | 38(47,6)                                    | 27(35)                                       | -   |
| Pie                           | 9(11,3)                                     | 6(8)   | -   |
| Pierna                        | 5(6,3)                                      | 1(1)   | -   |
| Muslo                         | 2(2,5)                                      | 3(4)   | -   |
| Cadera                        | 2(2,5)                                      | 6(8)   | -   |
| Tobillo                       | 2(2,5)                                      | 3(4)   | -   |
| Ingle                         | 16(20)                                      | 4(5)   | -   |
| 4(5)                          | 4(5)  | -  | -   |
| <i>Cabeza/cara</i>            |   |  |   |
| Dientes                       | 4(5)  | 29(38)                                       | 15(21)                                      |
| 2(2,5)                        | -   | -  | -   |
| <i>Tronco/Cóccix</i>          |   |  |   |
| Espalda                       | 5(6,3)                                      | 6(9)   | -   |
| -                             | 5(7)  | -  | -   |
| Abdomen                       | -   | 1(2)   | -   |
| <b>Gravedad lesiones</b>      |   |  |   |
| Leves (<3días)                | 14(17,4)                                    | -  | 101(83)                                     |
| Moderadas (4-14días)          | 66(82,6)                                    | -  | 5(4)  |
| Graves (<14 días)             | -   | -  | 16(13)                                      |



El número de lesiones producidas durante los partidos es mucho mayor que durante los entrenamientos. Algunos estudios establecen que el riesgo de lesión es el doble durante los partidos que durante los entrenamientos (Varlotta et al., 2000; presente estudio). El segundo tiempo es el momento donde se producen mayor número de lesiones probablemente debido a la fatiga de los jugadores (presente estudio).

Aunque los datos aportados por los diferentes estudios no son concluyentes, las lesiones producidas en hockey línea parecen ser de carácter grave apartando a los jugadores de la competición más de 1 mes (presente estudio). No obstante, Hutchinson et al. (1998) encontraron una media de 6,5 días apartados de la competición, ligeramente por debajo de la media obtenida por los jugadores de hockey sobre hielo que fue de 8,3 días.

En relación a los mecanismos de lesión, coincidimos con Hutchinson et al. (1998) en que el contacto entre jugadores es uno de los principales mecanismos de lesión en hockey línea. Resulta curioso comprobar que, aunque las reglas del juego no permiten las cargas con el cuerpo entre jugadores, como ocurre en hockey sobre hielo, el choque con jugadores ha mostrado ser la segunda causa principal de lesión en este estudio. Esto no quiere decir que los contactos sean producidos por cargas intencionadas que son penalizadas con la expulsión del juego, sino que en muchos casos pudieron ser debidos a otros factores tales como: las dimensiones reducidas de la pista, características de la superficie de juego (resbaladiza), dificultad para frenar en poco espacio a altas velocidades debido en algunos casos a una técnica deficiente de frenada, o choques no intencionados entre jugadores.

En este sentido, a veces los choques se producen por la acción de los jugadores atacantes, ya que conducen el puck mirando al suelo y no son capaces de ver o anticiparse a los movimientos de los jugadores defensores. Jugar con la cabeza alta, es decir, ser capaz de conducir y controlar el puck sin necesidad de mirar al suelo, así como percibir y anticiparse a los movimientos de los demás jugadores, incluidos sus propios compañeros, debe ser un factor a tener en cuenta a la hora de evitar choques y prevenir lesiones. No obstante, los choques entre jugadores son difíciles de eliminar completamente ya que son un factor inherente al juego.

Los esguinces de rodilla y tobillo, así como las roturas de fibras de aductores son lesiones habituales en hockey línea. Sin embargo, en el presente estudio, las lesiones por rotura de fibras de aductores han sido escasas, lo cual puede haber sido debido a las diferencias existentes entre los jugadores participantes en los diferentes estudios, ya que en los estudios previos, los jugadores eran jugadores profesionales que en algunos casos también jugaban a hockey sobre hielo donde las lesiones por sobrecarga de aductores son más habituales.

La mayoría de las lesiones se localizan en el miembro inferior, siendo la rodilla, muñeca y tobillo las partes del cuerpo donde se producen la mayoría de las lesiones. En el miembro superior, son frecuentes las lesiones localizadas en los hombros por contacto o choque entre jugadores.

#### **Lesiones habituales en hockey línea.**

##### *Esguince de tobillo.*

Los esguinces de tobillo son una de las principales lesiones producidas en hockey línea. Uno de los tipos de esguinces característicos en hockey línea son las sindesmosis y están localizadas en la parte alta del tobillo. La producción de este tipo de lesión es típica de los esquiadores y de los jugadores de hockey ya que la rigidez de la bota hace que el tobillo esté sujeto y la lesión se produzca en la parte alta. Este tipo de lesión se produce en los ligamentos que unen la tibia y el peroné en su parte distal pudiendo llegar a producir su separación. La sindesmosis se produce cuando el pie es rotado externamente ocasionando microrroturas en la unión entre la tibia y el peroné justo por encima del nivel del tobillo (Press et al., 2009). En hockey línea esta lesión se produce como resultado de la combinación de rápidos cambios de dirección realizados a altas velocidades con una rotación externa del pie junto con la altura del pie debida a la situación de las ruedas. Esta situación pone al tobillo en una potencial situación de riesgo de lesión por rotación. También se produce cuando el patín queda atrapado en la valla o se bloquea de repente tras un giro o una frenada brusca, produciendo una abducción, pronación y rotación externa del tobillo (Minkoff et al., 1994; Popkin et al., 2016; Shindle et al.,

2010). Este tipo de lesión aparta a los jugadores de la competición durante largos periodos de tiempo.

Otro tipo de esguince, también habitual en hockey línea y en todos los deportes así como en personas no deportistas, es el esguince lateral de tobillo. Este tipo de esguince ocurre cuando el pie está en flexión plantar, inversión y aducción. Este tipo de esguince puede afectar a la parte anterior del ligamento calcáneo-peroneo, peroneo-astragalino anterior y posterior (Chang et al., 2011).

#### *“Skate bite”.*

Aunque este tipo de lesión no es de las más habituales, hay que tenerla en cuenta ya que aparta a los jugadores durante largos periodos de la competición. Esta lesión es por sobrecarga y se produce por la presión que ejerce la lengüeta sobre la parte anterior de la tibia, produciendo una inflamación del tendón del tibial anterior. Se produce cuando la lengüeta está demasiado rígida por ser unos patines nuevos o cuando la parte de plástico que algunos patines llevan dentro de la lengüeta se parte por el uso, junto a un mal ajuste de los patines. Los jugadores que se atan los patines rodeando con la cordonera la parte trasera del tobillo favorece la presión sobre la lengüeta y facilita la producción de esta lesión (LaPrade et al., 2014; Popkin et al., 2016).

#### *Rotura muscular de aductores en la zona de la ingle (“Groin Strains”).*

El dolor localizado en la ingle es común en jugadores de hockey sobre hielo y también de hockey línea según los estudios realizados sobre lesiones (Varlotta et al., 2000; Tyler et al., 2001; Chang et al., 2011). La causa de este dolor puede ser difícil de diagnosticar y tratar debido a la compleja anatomía de esta parte del cuerpo y a la gran variedad de diagnósticos diferentes posibles, entre ellos las pubalgias (Shidle et al., 2010; Popkin et al., 2016).

La rotura de fibras de aductores es una lesión común en jugadores de hockey línea con una prevalencia del 5% al 9% de las lesiones producidas (Varlotta et al., 2000; presente estudio, 2019). Este tipo de lesión afecta a la unidad músculo-tendinosa de la musculatura aductora produciendo dolor a la palpación de los tendones o en su inserción al hueso (Popkin

et al., 2016). La mayoría de estas lesiones se producen por sobrecarga al patinar sin contacto debido a una fuerte contracción excéntrica de los aductores al intentar frenar la pierna durante el final de la fase de impulso y comienzo de la fase de recuperación (Emery et al., 1999; Tyler et al., 2001; Popkin et al., 2016).

La rotura muscular de aductores suele ocurrir debido a un desequilibrio de fuerza y flexibilidad entre aductores y abductores (Ekstrand & Gilquist, 1993; Knapik et al., 1991). Este tipo de lesión aparta a los jugadores de la competición durante largos periodos de tiempo y su tratamiento es difícil, siendo comunes las recaídas.

#### *Esguince ligamento interno de rodilla.*

Los esguinces de rodilla son otra de las lesiones habituales en jugadores de hockey línea. En el presente estudio se ha encontrado una incidencia del 5% (n=4) entre las lesiones de los jugadores. Esta lesión se produce principalmente por choque entre jugadores en los que se contacta con la rodilla del jugador por la parte externa ocasionando un valgo y torsión de rodilla y produciendo una rotura o distensión del ligamento interno de la rodilla principalmente (Popkin et al., 2016). También se produce por caídas o cuando un jugador cae encima de la rodilla del otro.

#### *Esguince de hombro (articulación acromioclavicular) y luxaciones (articulación glenohumeral).*

El presente estudio coincide con el de Hutchinson et al. (1998) al encontrar que el hombro es la zona de la extremidad superior con mayor incidencia lesional, siendo los esguinces de la articulación acromioclavicular y las luxaciones de la articulación glenohumeral las lesiones más habituales. En nuestro estudio se ha encontrado una incidencia del 5% (n=4) con tiempos de recuperación superiores a 28 días. Estos datos también coinciden con los aportados por diferentes estudios realizados en hockey sobre hielo (Agel et al., 2007b; LaPrade et al., 2014; Tuominen et al., 2016). A diferencia del hockey sobre hielo donde el principal mecanismo de lesión del hombro es el choque con la valla (Deits et al., 2010) en el presente

estudio la mayoría de estas lesiones fueron debidas a choques o contactos con otros jugadores y caídas.

La luxación glenohumeral se produce cuando el brazo es forzado posteriormente cuando está elevado o por un golpe directo cuando el hombro está abducido y rotado externamente (Hudson et al., 2010). Los choques por la espalda a gran velocidad o las caídas sobre el hombro son los principales mecanismos de lesión en hockey línea.

#### *Fracturas y esguinces de muñeca.*

Las fracturas de cúbito y radio son también habituales en hockey línea. En el presente estudio, tanto los esguinces como las fracturas representaron un 10% (n=8) del total de las lesiones. El principal mecanismo de lesión fue la caída en el caso de las fracturas y en el caso de los esguinces de muñeca, además fueron causados por golpes en las muñecas con el stick.

#### **Factores de riesgo y medidas de prevención.**

La prevención de lesiones tiene un origen multifactorial y al igual que ocurre en el resto de deportes, durante el juego de hockey línea existen situaciones de riesgo que son difíciles de eliminar por completo. Sin embargo, existen otros factores de riesgo de lesión debidamente identificados sobre los que sí se puede actuar para prevenir la producción de estas lesiones o minimizar sus efectos. Teniendo en cuenta los datos aportados por el presente estudio y los estudios previos sobre lesiones en hockey línea se pueden establecer algunas recomendaciones sobre medidas de prevención. La eficacia de estas medidas de prevención sólo puede valorarse poniéndolas en práctica y comprobando sus efectos.

En los siguientes apartados se va a realizar una descripción de las medidas que habría que tener en cuenta cuando el objetivo sea minimizar el riesgo de lesión. Las medidas se han dividido en función de si están relacionadas con los materiales, el equipamiento y las instalaciones, la técnica, condición física de los jugadores y las adaptaciones al entrenamiento, la aplicación del reglamento, los programas de educación y concienciación y por último con los sistemas de vigilancia y el registro de lesiones.

***Materiales, equipamientos, superficie/pavimento e instalaciones.***

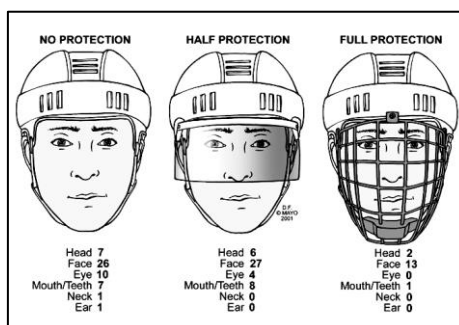
*Equipo de protección.*

Vestir la totalidad del equipo de protección es una de las medidas principales de prevención de lesiones en hockey línea, tanto en partidos como en entrenamientos. Este equipo de protección viene representado, en el caso de jugadores de campo, por guantes, coderas, rodilleras-espinilleras, pantalón protector y casco (reglas de juego RFEP, 2014). El equipo de protección utilizado en hockey línea se ha considerado suficiente y eficaz para prevenir lesiones. Sin embargo, tal y como se refleja en el presente estudio, a veces puede resultar insuficiente o no resultar eficaz cuando no se lleva adecuadamente ajustado.

*Uso de casco, protección facial y protección bucal.*

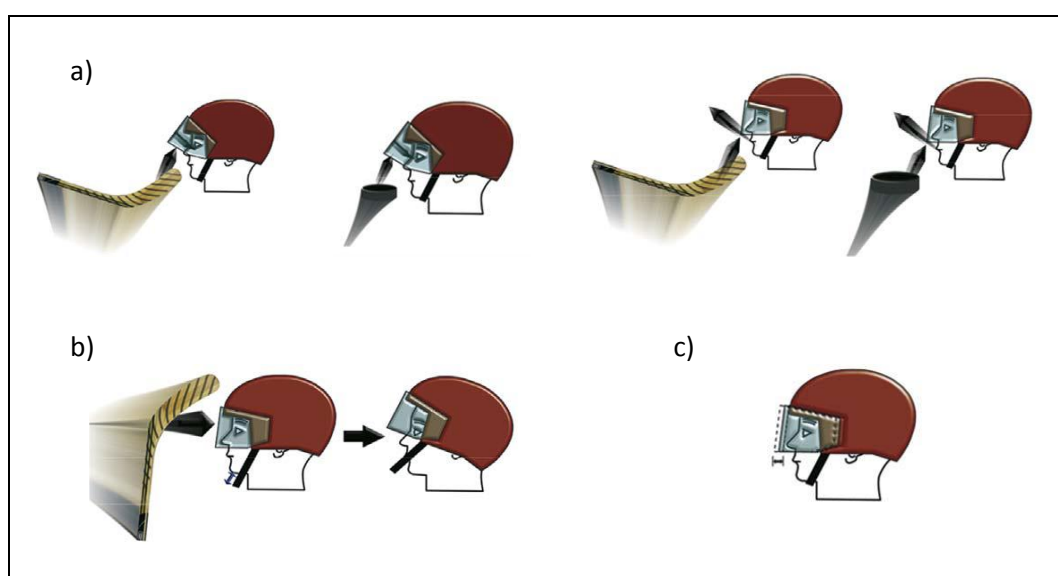
Aunque el número de lesiones localizadas en cabeza, cara y dientes fue muy inferior al encontrado en los estudios realizados en hockey línea los jugadores no estuvieron exentos de ellas. Hutchinson et al. (1998) encontraron una incidencia de lesiones en la cara del 38% (n=29), mientras que Varlotta et al. (2000) encontraron una incidencia del 21% (n=15). En ambos estudios los jugadores no utilizaban ningún tipo de protección facial. En el presente estudio todas las lesiones producidas en cabeza, cara y dientes las sufrieron jugadores que no utilizaban protección facial o bien utilizaban visor, sin protección bucal. Los jugadores que utilizaban protección facial completa no sufrieron ninguna lesión.

Los datos obtenidos en este estudio confirman la efectividad del uso de protección facial completa para prevenir lesiones en la cara, boca y dientes. Estos resultados coinciden con las aportaciones realizadas por diferentes estudios en los que se compara la eficacia del uso de protección facial completa frente al uso de visor en hockey sobre hielo, estableciendo que el uso del visor no resulta eficaz para prevenir las lesiones localizadas en cara, boca y dientes, aunque sí lo son para las lesiones en ojos (figura 30). El riesgo de sufrir una lesión en la cara es 4,7 veces mayor sin protección facial que con visor (Benson et al., 1999; Stuart et al., 2002; Benson et al., 2002; Benson & Meeuwisse, 2005; Stevens et al., 2006; Woods et al., 2007, 2008; Asplund et al., 2009).



**Figura 30. Efecto del tipo de protección facial sobre el riesgo de lesión en cabeza y cara (Tomado de Stuart et al., 2002).**

Igualmente, no llevar correctamente ajustado el visor y el casco representa un factor de riesgo de lesión. Muchos jugadores que utilizan visor lo llevan levantado por encima del nivel de la nariz con la intención de tener una clara visión de la pista y del juego, lo cual hace que no proteja adecuadamente (Benson et al., 1999). El visor debe estar correctamente sujeto al casco y cubrir los ojos y la nariz tanto frontal como lateralmente. Un visor levantado no protege los ojos y nariz del jugador permitiendo el paso del stick y del puck, además supone un riesgo para los demás jugadores (Benson et al., 1999; Biasca et al., 2005; Reglamento IIHF 2015-2018, regla 1030) (figura 31).



**Figura 31. Correcto ajuste del visor y del casco: (a) Visor levantado; (b) casco mal sujeto; (c) visor bien colocado. (Tomado de Biasca et al., 2005).**

En cuanto al ajuste del casco, éste debe estar correctamente ajustado y sujeto de manera que la correa no esté a más de un dedo según el reglamento de la IIHF (IIHF Official In Line Rule Book 2015-18, regla 1033). Llevar la correa de sujeción demasiado suelta hace que el casco no quede bien fijado y se mueva de su posición original durante el choque con otro jugador disminuyendo así su efecto protector (Benson et al., 1999).

En cuanto al uso y efectividad del protector bucal diferentes estudios ponen de manifiesto que el uso de protector bucal resulta efectivo para prevenir lesiones en boca y dientes en diferentes deportes de contacto (Newsome, Tran & Cooke, 2001; Cummins & Spears, 2002; Labella, Smith & Sigurdsson, 2002; Canadian Dental Hygienists Association, Hockey Canada). Sin embargo, Benson et al. (1999) encuentran que 7 de 11 jugadores de hockey sobre hielo que utilizaban protector bucal junto con visor, sufrieron lesiones en los dientes, por lo que el uso de protección bucal no es suficiente para prevenir este tipo de lesiones (Benson et al., 1999).

A la vista de estos datos, se recomienda la obligatoriedad del uso de protección facial completa y el uso de protección bucal para todos los jugadores.

#### *Uso de guantes y protección de hombros.*

Se han registrado varios casos de fracturas y contusiones localizadas en la muñeca, mano y dedos de los jugadores, producidas por golpes con el stick, con el puck, con la valla, caídas y choques con jugadores. Los guantes utilizados en hockey línea y en hockey sobre hielo deben ser flexibles para permitir el manejo del stick, sin embargo no son suficientemente eficaces para prevenir fracturas en los dedos, fracturas de escafoides o contusiones en las muñecas (Shindle et al., 2010).

El hombro ha sido la segunda zona del cuerpo donde se han localizado la mayor parte de las lesiones. Estas lesiones han sido debidas en su mayoría a choques con jugadores, caídas, golpes con el stick, puck y con la valla. Este dato indica que esta parte del cuerpo queda totalmente desprotegida frente a golpes. En hockey línea, al contrario de lo que ocurre en hockey sobre hielo, no es habitual el uso de protección de hombro. Aunque en hockey línea no



están permitidas las cargas, es evidente que se producen contactos durante el juego aunque éstos sean involuntarios.

Según los datos aportados por los diferentes estudios, la utilización de protección para los hombros debería ser obligatoria para todos los jugadores al igual que lo son para los porteros. El diseño de los guantes debería modificarse de manera que se logre combinar la flexibilidad para manejar el stick con la protección ante los golpes y choques con jugadores.

#### *Ajuste de los patines.*

Aunque no han sido muy numerosas, entre las lesiones producidas por no contacto o patinando, cabe destacar varios casos de tendinitis ocasionadas por atar mal los patines. Algunos jugadores se atan los patines rodeando con la cordonera la parte inferior de la pierna, por encima del tobillo. Esta manera de atarse los patines ejerce excesiva presión sobre la lengüeta y la parte anterior de la pierna (tibia) produciendo la inflamación del tendón del tibial anterior y provocando dolor en la parte anterior del tobillo. Esta lesión también es habitual en hockey sobre hielo (“Skate or Lace Bite”) y se suele producir al comienzo de la temporada en jugadores con nuevos patines o cuando los patines se vuelven viejos e inflexibles. En este caso, la excesiva rigidez de la lengüeta del patín unida a las repetitivas flexiones dorsales del tobillo presiona sobre la parte anterior del tobillo irritando el tendón del tibial anterior. Esto puede provocar una tendinitis y apartar al jugador durante un tiempo de la competición. El tratamiento para esta lesión consiste en colocar una pieza de gomaespuma blanda por dentro del patín (debajo de la lengüeta), para disminuir la presión sobre el tendón y aliviar el dolor (Laprade, et al., 2009; Tlougan, et al., 2011; Popkin et al., 2016).

Esta lesión se puede prevenir enseñando a los jugadores a ajustarse correctamente los patines y a reblandecer o romper la rigidez de la lengüeta de sus patines antes de ponérselos. También puede ayudar el colocar una pieza de goma-espuma debajo de la lengüeta.

#### *Diseño y tamaño de las pistas.*

Según los datos obtenidos en el presente estudio, los choques entre jugadores ocupan la segunda posición entre las principales causas de lesión en hockey línea (18,8% del total de

las lesiones). Los jugadores, sobre todo de categorías y niveles superiores de competición, son cada vez más rápidos patinando, por lo que la fuerza de los choques entre jugadores y el riesgo de lesión es mayor. Diferentes estudios realizados en hockey sobre hielo ponen de manifiesto que las medidas de la pista guardan relación con la producción de lesiones por choques entre jugadores, de manera que los choques entre jugadores son inversamente proporcionales al tamaño de la pista (Watson, et al., 1997; Wennberg, 2005). Actualmente, la mayoría de las pistas donde se juega a hockey sobre patines en línea tienen unas dimensiones aproximadas de 20 x 40 m. Por tanto, aumentar el tamaño de la pista a las medidas internacionales de 25 x 50 m. (Reglas de juego World Skate, 2019), sobre todo en categorías superiores, podría ayudar a reducir considerablemente los choques entre jugadores y por tanto las lesiones producidas por esta causa.

En el estudio sobre lesiones presentado en este trabajo se ha registrado un caso de lesión en la cabeza debido a un choque con un poste metálico que sujetaba la red situada detrás de la valla de fondo de la portería. El choque del jugador con el poste metálico supuso la rotura del casco y le produjo un corte considerable en la frente teniendo que darle varios puntos de sutura. El diseño de las vallas y de las pistas debe ser supervisado y homologado, eliminando todo tipo de postes rígidos o cualquier tipo de elemento que suponga un riesgo para los jugadores.

Cabe destacar que en el estudio realizado sobre lesiones no se han obtenido datos sobre la influencia del tipo de superficie de juego y el tipo de vallas instalado en las pistas. Sin embargo, estos aspectos pueden tener un efecto significativo en la producción de lesiones. En cualquier caso, se recomienda la utilización de superficies que ofrezcan una buena adherencia a las ruedas evitando aquellas superficies resbaladizas que supongan un riesgo para los jugadores. Futuras investigaciones deberían estudiar el tipo de superficie de juego y las características de las vallas sobre la incidencia de lesiones en hockey línea.

***Técnica, condición física y adaptaciones al entrenamiento.***

*Valoración inicial: análisis postural y desequilibrios artromusculares.*

Resulta fundamental llevar a cabo una valoración del aparato locomotor tanto al inicio de la temporada como durante la temporada. Esta valoración debería incluir el estado de las principales articulaciones y musculatura implicadas en el deporte, así como la valoración de la disposición de la columna vertebral en plano sagital y frontal.

En la valoración muscular, se debería incluir una valoración de la fuerza y flexibilidad de la musculatura implicada en los movimientos requeridos por los jugadores de hockey línea para detectar cortedades y asimetrías tanto en lado dominante y no dominante como en la musculatura agonista y antagonista. Estas evaluaciones ayudarán a detectar factores de riesgo de lesiones y a llevar a cabo intervenciones eficaces en la prevención de lesiones. La identificación temprana de desequilibrios musculares y asimetrías por personal cualificado ayudará a reducir la frecuencia y gravedad de los esguinces y roturas de fibras en los jugadores de hockey línea.

En el presente estudio sobre lesiones, la mayor parte de éstas se produjeron patinando. Entre las principales lesiones se encontraron esguinces y tendinitis en tobillo y rodilla, así como rotura de fibras en la zona de la ingle. Este hecho puede ser atribuido, entre otros factores, a las altas cargas que deben soportar los músculos y articulaciones de los jugadores a la hora de patinar.

Las acciones propias del patinaje ponen en funcionamiento una gran cantidad de músculos y articulaciones de la extremidad inferior. Sólo en el caso de la articulación de la cadera, existen aproximadamente 24 músculos que actúan sobre ésta con diferentes acciones según la posición de la articulación (Hudges et al., 2002). Los desequilibrios musculares de fuerza y flexibilidad predisponen a los deportistas a sufrir lesiones y disminuyen su rendimiento. En este sentido, Tyler et al. (2001 y 2002) encuentran que los jugadores de hockey son 17 veces más propensos a sufrir lesiones en la región de la ingle cuando su fuerza de aductores es menor del 80% que la de sus abductores.

El movimiento de patinaje hacia delante es único y diferente a cualquier otro tipo de movimiento deportivo. Por tanto, el hockey línea crea unas demandas y adaptaciones específicas sobre el cuerpo de los deportistas que no se producen en los demás deportes.

Durante la fase de impulso de patinaje hacia delante, se lleva a cabo una abducción, extensión y rotación externa de cadera junto con una extensión de rodilla, por lo que músculos como el cuádriceps femoral, los isquiosurales, abductores y rotadores externos de cadera están sometidos a una carga constante. Si se tiene en cuenta que este gesto se repite miles de veces a lo largo de los años de entrenamiento es comprensible que la musculatura de la extremidad inferior de la mayoría de los jugadores de hockey línea presente desequilibrios y sobrecargas. Por tanto, es necesario llevar a cabo un entrenamiento específico que ayude a reducir el efecto del juego sobre el cuerpo de los deportistas. En este sentido, el entrenamiento de fuerza y flexibilidad será muy beneficioso para la salud y el rendimiento de los jugadores de hockey línea.

Según datos aportados por el presente estudio, el 100% de los jugadores de hockey línea presenta algún tipo de desequilibrio muscular en la extremidad inferior tales como asimetrías y acortamientos. Los músculos flexores y extensores, abductores y rotadores externos de cadera así como los flexores y extensores de rodilla, y flexores plantares de tobillo son los más sobrecargados y acortados entre los jugadores de hockey línea. Así, la musculatura isquiosural y cuádriceps femoral están acortados en el 100% de los jugadores, los rotadores externos de cadera y aductores de cadera en el 95%, el psoas ilíaco en el 90% de los casos y el sóleo en el 80% de los casos. Todos estos músculos son los músculos más sobrecargados y los más acortados en jugadores de hockey línea. Asimismo, los jugadores presentan desequilibrios y asimetrías musculares entre lado dominante y no dominante en sóleo y abductores de cadera, entre rotadores internos/externos de cadera (los rotadores externos están muy acortados), entre abductores/aductores de cadera (los abductores están más acortados que los aductores) y cuádriceps/glúteos (el cuádriceps está más sobrecargado que los glúteos).

Además, aunque no ha sido tratado en este estudio, pueden existir desequilibrios dentro del mismo grupo muscular por lo que se deberá tener en cuenta para llevar a cabo el trabajo de fuerza y flexibilidad. Por ejemplo, en el caso de la musculatura isquiosural es probable que el bíceps femoral esté más sobrecargado y acortado que el semimembranoso y semitendinoso ya que asiste en la rotación externa de cadera movimiento fundamental en el impulso de patinaje hacia delante.

Por otro lado, los jugadores de hockey línea presentan un alto riesgo de sufrir dolor lumbar debido, entre otros factores, a la posición flexionada de tronco que adoptan al patinar, al frecuente estrés producido por las frecuentes posiciones de hiperextensión de tronco y a los movimientos rápidos de rotación en flexión de tronco durante los tiros y pases. Estas posiciones mantenidas y repetitivas producen acortamientos en los músculos flexores de cadera como psoas ilíaco y recto anterior del cuádriceps forzando a la pelvis a una posición de anterversión lo que puede favorecer la aparición de dolor lumbar. Además, una basculación de la pelvis en anteversión dificulta el movimiento de extensión de cadera, reduciendo la velocidad, potencia y aceleración al patinar. El dolor lumbar y la rotura de fibras musculares son las lesiones más habituales de espalda en hockey sobre hielo.

Por tanto, para restablecer el equilibrio muscular en la extremidad inferior de los jugadores de hockey línea y prevenir lesiones se recomienda:

- Corregir los desequilibrios entre la musculatura abductora/aductora de cadera, potenciando la musculatura aductora y flexibilizando la abductora (piramidal, glúteo mediano y menor, tensor de la fascia lata) para evitar lesiones por rotura de fibras en aductores. También es recomendable flexibilizar la cintilla iliotibial y el vasto externo femoral.
- Corregir desequilibrios entre glúteos y cuádriceps: fortalecer glúteos y flexibilizar cuádriceps, sobre todo vasto externo.
- Corregir desequilibrios entre la musculatura isquiosural: flexibilizar el bíceps femoral y fortalecer semimembranoso y semitendinoso.
- Flexibilizar los flexores de cadera y la musculatura extensora de la columna (psoas ilíaco, recto anterior del cuádriceps y erector espinal) ya que favorecen la anteversión y pueden ocasionar dolor lumbar.
- Corregir desequilibrios entre abdominales y musculatura isquiosural: flexibilizar la musculatura extensora de cadera (musculatura isquiosural) y fortalecer la musculatura

abdominal y cuadrado lumbar para ayudar a prevenir la aparición de lesiones en la zona lumbar y dolor lumbar.

- Flexibilizar flexor plantar (sóleo).

Puesto que la mayoría de las lesiones se produjeron durante el segundo periodo de juego, seguramente producto de la fatiga de los jugadores, resulta fundamental el entrenamiento de la capacidad de resistencia muscular de los jugadores para no sólo mejorar su rendimiento deportivo sino también para reducir o evitar el riesgo de lesiones en tejidos blandos por no ser capaces de absorber las cargas a las que son sometidos.

*Entrenamiento complementario: flexibilidad, propiocepción y calidad del movimiento en los entrenamientos.*

Diferentes estudios realizados en jugadores de hockey sobre hielo demuestran que los efectos de un programa de acondicionamiento físico apropiado orientado al desarrollo de la resistencia, fuerza y flexibilidad aumenta la estabilidad de las articulaciones y la resistencia de los músculos para absorber cargas y contactos reduciendo así el riesgo de lesiones (Gilder & Grogan, 1993; Tyler et al., 2002).

Además, se plantea la necesidad de diseñar programas de entrenamiento que incidan no sólo en el desarrollo de la resistencia, fuerza y flexibilidad de la musculatura más solicitada durante el juego sino también sobre aspectos de propiocepción y educación postural (percepción de equilibrio, posición) que ayuden a mejorar el control del cuerpo, la postura, la eficacia en los movimientos, la estabilidad de las articulaciones y a corregir los desequilibrios de los grupos musculares agonistas y antagonistas, de manera que sean más resistentes a los contactos y a las cargas a las que son sometidos durante la práctica de este deporte.

*Calentamiento.*

Como ya indicaba Casais (2008), el calentamiento es una medida metodológica esencial en los procesos de entrenamiento-competición. Su eficacia se explica por el cambio de las propiedades viscoelásticas de los tejidos con el aumento de temperatura o por la mejora de las condiciones metabólicas que provoca. Desde los primeros meta análisis que se

realizaron ya se observó la eficacia de esta medida preventiva. Contenidos como la movilidad articular, la carrera progresiva, los estiramientos y el entrenamiento técnico-propioceptivo previos a la actividad principal proporcionan una garantía preventiva importante.

*Mejora de la técnica de los jugadores.*

Uno de los principales mecanismos de lesión en hockey línea es el choque entre jugadores. A veces, estos choques son inevitables, pero en otras ocasiones los choques se producen por la acción de los jugadores atacantes, ya que conducen el puck mirando al suelo y no son capaces de ver o anticiparse a los movimientos y las trayectorias de los jugadores defensores. Jugar con la cabeza alta, es decir, ser capaz de conducir y controlar el puck sin necesidad de mirar al suelo, así como desplazarse de forma que puedan percibir y anticiparse a las trayectorias de los demás jugadores, incluidos sus propios compañeros, debe ser un factor a tener en cuenta a la hora de evitar choques y prevenir lesiones.

Además, otro factor que puede influir en el aumento de las lesiones producidas por choques entre jugadores es el nivel técnico de patinaje o la habilidad de los jugadores a la hora de controlar sus patines. Una de las habilidades propias del hockey línea es la de saber frenar, acelerar y cambiar de sentido rápidamente sobre los patines a grandes velocidades. Aquellos jugadores que presentan deficiencias o falta de control de sus patines a la hora de jugar representan un alto riesgo de choque con otros jugadores y la producción de lesiones (Schick & Meeuwisse, 2003; Agel et al., 2007).

*Reglamento y programas de educación y concienciación.*

*Aplicación y endurecimiento de las reglas de juego.*

Los árbitros son responsables de hacer cumplir las normas de juego y sancionar a los jugadores que las infringen, por lo que su labor resulta esencial a la hora de promover el juego limpio y prevenir lesiones. Diferentes estudios realizados en hockey sobre hielo han demostrado que la pasividad de los árbitros y la pérdida del control del partido debido a la falta de aplicación de las reglas de juego favorece la agresividad del juego siendo una de las causas del incremento de lesiones (Ackery et al., 2012; Cusimano et al., 2013).

En el presente estudio no se ha tenido en cuenta la imposición de penalizaciones por parte de los árbitros en los casos en los que se produjeron lesiones. Sin embargo, la incidencia de lesiones localizadas en cara, dientes, muñecas y manos debidas a golpes con el stick han sido altas. Este mecanismo de lesión podría ser prevenido si este tipo de acciones fuesen penalizadas rigurosamente por los árbitros. Esta medida podría influir en el estilo de juego y disuadir a los jugadores en el empleo ilegal del stick.

En hockey sobre hielo, las lesiones producidas por cargas por la espalda en las que el jugador es lanzado contra la valla sin poder protegerse son la causa de la mayoría de las lesiones localizadas en cuello y cabeza que conllevan la pérdida de conocimiento y en algunos casos producen lesiones al sistema nervioso originando tetraplejias. Afortunadamente, en hockey línea este tipo de lesiones no suelen producirse. Sin embargo, el riesgo está siempre presente. Por tanto, no se debe bajar la guardia y los árbitros deberían ser estrictos a la hora de sancionar las cargas por la espalda en las que el jugador es lanzado contra las vallas o contra la portería sin posibilidad de protegerse, con el objetivo de que los jugadores sean conscientes de las terribles consecuencias que pueden ocasionar este tipo de acciones.

También se debería prestar atención al correcto uso y ajuste del equipo de protección por parte de los jugadores, no permitiendo jugar a aquellos que no cumplan con la normativa.

#### *Educación, formación y concienciación para jugadores, entrenadores y padres.*

Es importante concienciar a jugadores, entrenadores y padres sobre el riesgo de lesiones y la importancia de la prevención y el fomento del juego limpio. El hockey línea debe ser jugado para divertirse, desarrollar las habilidades propias del deporte tales como patinar, control del puck, pases, recepciones, tiros a portería, así como para fomentar el compañerismo y la competitividad sana entre los participantes. Todas aquellas acciones de los jugadores encaminadas a aumentar el riesgo de lesiones o provocar la aparición de lesiones deben ser totalmente eliminadas del deporte.

Entre las medidas de concienciación que podrían llevarse a cabo se proponen las siguientes: 1) charlas de los entrenadores a los jugadores a principio de temporada o durante



la temporada en las que se promueva el juego limpio, utilización y uso correcto de protecciones; 2) incluir contenidos en los cursos de formación de técnicos deportivos de hockey línea sobre la producción de lesiones y sus consecuencias, factores de riesgo y medidas de prevención.

*Sistemas de vigilancia y registro de lesiones.*

Paralelamente a la evolución de los deportes, los tipos y características de las lesiones sufren variaciones a lo largo del tiempo. Aspectos tales como, cambios en el reglamento de juego y en el diseño de materiales e instalaciones deportivas, el aumento del nivel de juego de los deportistas y del nivel de las competiciones y los cambios en los estilos de juego influyen de manera decisiva en la producción y características de las lesiones.

Por ello, para poder llevar a cabo una acción preventiva eficaz de lesiones deportivas resulta fundamental disponer de un sistema de identificación, control y seguimiento de todas las lesiones producidas en hockey línea (Meeuwisse & Love, 1997; Benson & Meeuwisse, 2005). Este sistema debe estar debidamente diseñado y validado para identificar factores de riesgo de lesión y establecer estrategias de prevención basadas en datos y evidencias reales.

En EE.UU., The National Collegiate Athletic Association (NCAA) dispone de una gran base de datos sobre lesiones deportivas a nivel nacional (Injury Surveillance System (ISS), donde se guarda información y quedan registradas todas las consultas y atenciones médicas realizadas a deportistas en los hospitales del país (Dick et al., 2007). En Canadá, existe un sistema de registro de lesiones (Canadian Intercollegiate Sport Injury Registry (CISIR), que recoge todas las lesiones producidas en los deportes a nivel universitario (Meeuwisse & Love, 1998).

La Federación Internacional de Hockey sobre Hielo (IIHF), introdujo durante la temporada 1998-1999, el Injury Reporting System (IRS), como medio para registrar y controlar las lesiones producidas en los campeonatos internacionales organizados por esta Federación Internacional, tomando datos sobre tipos de lesiones, mecanismos de lesión, área del hielo

donde se producen, localización corporal, etc. Actualmente, este sistema ha sido computerizado y sigue activo (IIHF, 2009; Tuominen, 2014).

En España, actualmente se carece de un sistema de control y registro de lesiones que aporte datos objetivos sobre las lesiones producidas en los diferentes deportes y en particular en hockey línea. Por tanto, resulta fundamental diseñar y poner en marcha un sistema de control y registro de lesiones por parte de las Federaciones o por los organismos competentes capaz de aportar datos reales y objetivos que permitan analizar las características de las lesiones, identificar los principales factores de riesgo y establecer estrategias de prevención adecuadas en hockey línea.

### **Conclusiones**

El hockey línea presenta un alto riesgo de lesión y un patrón lesivo único y diferente a los demás deportes. Entre los principales factores de riesgo se encuentran el contacto con jugadores, con el puck y con el stick, las caídas, la falta o el inadecuado uso del equipo de protección, un mal ajuste de los patines, los desequilibrios musculares y la fatiga. Como principales medidas de prevención de lesiones se recomienda el uso obligatorio de protección facial completa para todos los jugadores, integrar en los entrenamientos el trabajo específico de fuerza y flexibilidad en los grupos musculares más solicitados, aumentar el tamaño de las pistas en categoría sénior y llevar a cabo valoraciones del aparato locomotor sobre todo al principio de la temporada que incluyan la valoración de la columna en el plano sagital. Asimismo, resulta fundamental diseñar un sistema de registro y seguimiento de lesiones para poder identificar factores de riesgo y llevar a cabo medidas de prevención eficaces.

Este estudio aporta los primeros datos sobre factores de riesgo y medidas de prevención en hockey línea y supone un punto de partida para futuras investigaciones. Esta información resulta de gran importancia para terapeutas, entrenadores, preparadores físicos, jugadores y diseñadores de equipos de protección. Es necesario llevar a cabo un control, seguimiento, evaluación y análisis sistemático de lesiones para identificar factores de riesgo y establecer medidas de prevención basadas en la evidencia que ayuden a reducir el riesgo de lesiones en hockey línea.

# VIII.

## FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN





### **8.1. FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN.**

Entre las múltiples líneas de investigación que se pueden llevar a cabo en torno a la modalidad de hockey línea, se señalan las siguientes:

#### **Línea 1. Identificación y reducción del riesgo de lesión en hockey línea.**

- **Estudios epidemiológicos.** Resulta fundamental llevar a cabo un control y seguimiento de las lesiones producidas durante la práctica del hockey línea, ya que de estos estudios se podrá obtener información sobre el tipo de lesiones más habituales, mecanismos de lesión, prevalencia de las lesiones, gravedad y localización, entre otros parámetros, para poder identificar sus causas y factores de riesgo, y establecer medidas de prevención adecuadas. En la actualidad son escasos los estudios epidemiológicos en hockey línea.
- **Prevención de lesiones en hockey línea.** La prevención es la principal medida para disminuir o evitar que las lesiones se produzcan. Por tanto, resulta fundamental llevar a cabo estudios orientados a la aplicación y eficacia de diferentes medidas de prevención en la práctica del hockey línea.

#### **Línea 2. Biomecánica del movimiento del jugador de hockey línea.**

- **Estudios cinemáticos y cinéticos.** Actualmente, no se encuentran estudios biomecánicos que analicen los movimientos de patinaje en hockey línea. Sin embargo, existen diversos estudios biomecánicos (cinéticos y cinemáticos), que analizan las técnicas de patinaje en jugadores de hockey sobre hielo y en patinaje de velocidad sobre hielo. Puesto que los movimientos realizados al patinar en estas modalidades son similares a los realizados por los jugadores de hockey sobre patines en línea, en este apartado del estudio se presentan datos biomecánicos procedentes de estos estudios. No obstante, tal y como señalan diferentes autores, aunque la técnica de patinaje ejecutada por los jugadores de hockey línea, hockey sobre hielo y patinaje de velocidad sobre hielo es muy similar, la baja fricción del hielo y la utilización de cuchillas en lugar de ruedas pueden modificar algunos aspectos de la técnica de patinaje en hockey línea con respecto al hockey sobre hielo y el patinaje

de velocidad. Por ello, la transferencia de los datos aportados por estos estudios biomecánicos al hockey línea debería hacerse con cautela. Futuros estudios deberían llevarse a cabo sobre el análisis de los aspectos biomecánicos propios del hockey línea.

- **Electromiografía superficial.** Conocer también la activación muscular en cada acción técnica y cada fase del gesto técnico será fundamental para poder conocer el patrón de activación de la musculatura en cada momento y cuál es la influencia del nivel técnico de los jugadores, la velocidad de ejecución, etc.

### **Línea 3. Diseño y valoración del entrenamiento deportivo en el jugador de hockey línea.**

Tras dar respuesta a los dos primeros pasos del modelo de Van Mechelen, es necesario en el futuro llevar a la práctica las medidas preventivas propuestas y evaluar la eficacia de las mismas (tercer y cuarto paso del modelo).

### **Línea 4. Valoración del fitness postural y la calidad de movimiento en el jugador de hockey línea.**

Aunque el presente estudio aporta datos sobre algunos de los factores relacionados con las lesiones deportivas, es necesario seguir profundizando y añadiendo test y pruebas para completar la valoración del fitness postural, la calidad de movimiento en el jugador de hockey y su relación con el perfil de rendimiento y la prevención de la lesión.

Además, será necesario utilizar nuevas técnicas estadísticas y planteamientos más globales como las técnicas de inteligencia artificial con el objetivo de tener un mapa de la lesión más específico.

# IX.

# CONCLUSIONES







## **9. CONCLUSIONS.**

### **ESTUDIO I. PREVALENCIA DE LESIONES EN HOCKEY LÍNEA.**

El hockey línea tiene un patrón de lesión específico y diferente a la mayoría de deportes. Se encontraron diferencias significativas entre la edad y las lesiones localizadas en manos/dedos, la posición de juego y el periodo de juego. Los jugadores de hockey línea presentan un alto riesgo de sufrir lesiones graves. Las lesiones producidas por no contacto tales como sobrecargas musculares producidas al patinar tienen una alta prevalencia entre los jugadores de hockey línea. Los movimientos específicos del patinaje, las características de la superficie donde se patina, el tiempo de exposición, un bajo nivel de condición física y la fatiga, pueden ser el germen de una cantidad significativa de lesiones en los jugadores de hockey línea. Además, los desequilibrios musculares y las asimetrías estructurales podrían suponer un importante factor de riesgo en la producción de lesiones. El desarrollo apropiado de las capacidades físicas de fuerza, resistencia y flexibilidad puede tener un efecto directo en la disminución del riesgo de lesión por sobrecarga. El personal médico a cargo de los equipos y los investigadores deberían conocer y ser capaces de identificar los factores de riesgo y aplicar las medidas necesarias para prevenir las lesiones habituales en hockey línea tales como esguinces de tobillo, muñeca y rodilla, así como lesiones músculo tendinosas localizadas en la región de la ingle. La utilización de protección facial completa por parte de los jugadores sería una medida muy beneficiosa para los jugadores a la hora de prevenir lesiones en la cara y dientes. Esperamos que los resultados de este estudio sirvan de ayuda para prevenir lesiones en los jugadores españoles de hockey línea y sean considerados como punto de partida para futuras investigaciones.

Tanto el personal médico de los equipos como entrenadores y padres que estén a cargo de equipos de jugadores jóvenes de hockey línea deberían estar familiarizados y conocer los patrones de lesión característicos del hockey línea. Es necesario llevar a cabo futuras investigaciones que ayuden a identificar factores de riesgo y mecanismos de lesión y sirvan de ayuda para la puesta en marcha de medidas de prevención eficaces en hockey línea. Asimismo, se hace necesario poner en marcha un sistema de registro y seguimiento de lesiones para identificar factores de riesgo y adoptar medidas de prevención de lesiones en hockey línea.

## **STUDY I. INCIDENCE OF INJURIES IN INLINE HOCKEY PLAYERS**

Inline hockey has unique injury patterns. There were significant differences of injury between players by age for hand/fingers body site location, player position and period of the game. The risk of severe injury by inline hockey players is high. Non-contact injuries such as skating injuries have a high prevalence among inline hockey players. The mechanics of inline skating, the characteristics of inline skating surfaces, time of exposure, poor physical condition and fatigue may be the causes of a significant amount of the lower extremity sprain injuries. Furthermore, muscle imbalances and structural asymmetries could represent a risk factor for injuries. Developing proper strength, endurance and flexibility strategies might have a direct effect on the decrease of overuse injuries. Clinicians and researchers should identify risk factors and take preventive measures for ankle, wrist and knee ligament sprains, as well as muscle strains in the groin region. It would be extremely beneficial for all players to wear full facial protection.

It is hoped that the results of this study will aid in the understanding of injuries in Spanish inline hockey players and provide a starting point for further research. Physicians, trainers, and parents taking care of youth hockey players should be familiar with the common injury patterns that result from play. Future researchers should identify risk factors and mechanisms of inline hockey injuries for initiation of preventive strategies. Continued systematic collection, evaluation, and analysis of injury data are needed to identify risk factors and implement evidence-based interventions to reduce the risk of inline hockey-related injuries. Continued surveillance is warranted to evaluate inline hockey injury trends over time.

**ESTUDIO II. FLEXIBILIDAD DE LA MUSCULATURA DEL MIEMBRO INFERIOR EN JUGADORES DE LA SELECCIÓN ESPAÑOLA DE HOCKEY LÍNEA: PERFIL, CORTEDADES Y ASIMETRÍAS.**

El perfil de flexibilidad de los jugadores de hockey línea valorados en el presente estudio quedó establecido en los siguientes rangos de movimiento (ROM): extensión de cadera (psoas-ilíaco) 8,4°, aducción de cadera con cadera flexionada (abductores de cadera) 25°, flexión dorsal de tobillo con rodilla extendida (gemelos) 35,6°, flexión dorsal de tobillo con rodilla flexionada (sóleo) 39,9°, abducción de cadera (aductores de cadera) 38,9°, rotación interna de cadera (rotadores externos de cadera) 36,1°, rotación externa de cadera (rotadores internos de cadera) 55,4°, abducción de cadera con cadera flexionada (abductores de cadera) 54,8°, flexión de cadera con rodilla extendida (isquiosurales) 70,9°, flexión de rodilla (cuádriceps femoral) 103° y flexión de cadera (glúteo) 131,5° (133,2° para la extremidad dominante y 128,8° para la no dominante).

El perfil de flexibilidad para jugadoras de hockey línea según el rango de movimiento (ROM) de la extremidad inferior quedó establecido en: extensión de cadera 9,3°, aducción de cadera con cadera flexionada 31,8°, flexión dorsal de tobillo con rodilla extendida 31,3°, flexión dorsal de tobillo con rodilla flexionada 39,9° (38,8° pierna dominante y 41° pierna no dominante), abducción de cadera 40,5° (41,2° pierna dominante y 38,8° pierna no dominante), rotación interna de cadera 40,5°, rotación externa de cadera 63,5°, abducción de cadera con cadera flexionada 73°, flexión de cadera con rodilla extendida 74,2°, flexión de rodilla 114,6°, y flexión de cadera 141°.

Los porcentajes de cortedad muscular encontrados en jugadores de hockey línea según los rangos de movimiento (ROM) evaluados fueron: 90% de cortedad en psoas-ilíaco (18 jugadores), 55% cortedad en abductores de cadera (piriforme) en 11 jugadores, 25% de cortedad en gemelos (5 jugadores), 80% cortedad en sóleo (16 jugadores), 10% de cortedad en rotadores internos (2 jugadores), 95% cortedad en rotadores externos (19 jugadores), 95% de cortedad en aductores monoarticulares (19 jugadores), 100% de cortedad en musculatura isquiosural (20 jugadores), 100% de cortedad en cuádriceps (20 jugadores), y 35% de cortedad en glúteo mayor (7 jugadores).

Los datos encontrados en el presente estudio pueden aportar información para el diseño de programas de entrenamiento de flexibilidad diferenciando entre jugadores y jugadoras de hockey línea de manera que ayuden a aumentar su rendimiento deportivo. Además, se recomienda la realización de ejercicios de estiramiento en los grupos musculares acortados para aumentar o mantener los valores normales de flexibilidad de forma simétrica y reducir el riesgo de lesión en estos músculos.

**STUDY II. LOWER LIMB FLEXIBILITY IN SPANISH NATIONAL SELECTION INLINE-HOCKEY PLAYERS: PROFILE, TIGHTNESS, AND ASYMMETRY.**

The flexibility profile of the 10 male inline hockey players assessed in the current study indicates 8.4° for the HE, 25° for the HAD-HF, 35.6° for the ADF-KE, 39.9° for the ADF-KF, 38.9° for the HAB, 36.1° for the HIR, 55.4° for the HER, 54.8° for the HAB-HF, 70.9° for the HF-KE, 103° for the KF and 131.5° (133,2° dominant lower limb and 128,8° non-dominant lower limb) for the HF ROMs.

The flexibility profile of the 10 female inline hockey players evaluated indicates 9.3° for the HE, 31.8° for the HAD-HF, 31.3° for the ADF-KE, 39.9° (38.8° dominant limb, 41° non-dominant limb) for the ADF-KF, 40.5° (41.2° dominant limb, 38.8° non-dominant limb) for the HAB, 40.5° for the HIR, 63.5° for the HER, 73° for the HAB-HF, 74.2° for the HF-KE, 114.6° for the KF and 141° for the HF ROMs.

The individual measurement of ROM identified the tightness in 18 players in the iliopsoas (90%), 11 players in piriformis (55%), 5 players in gastronemius (25%), 16 players in soleus (80%), 2 players in internal rotators muscles (10%), 19 players in external rotators muscles (95%), 19 players in adductors monoarticular (95%), 20 players in hamstring (100%), 20 players in quadriceps (100%) and 7 players in gluteus maximus (35%).

The results of this study could have implications in the design of flexibility training with respect to gender differences to improve physical-technical sports performance. Additionally, including stretching exercise or increasing the training load in these muscle groups is recommended in order to achieve or maintain normal values and symmetry of flexibility, and consequently, decrease the risk of sports injury in the assessed muscles.

### **ESTUDIO III. VALORACIÓN DEL MORFOTIPO SAGITAL DE LA COLUMNA VERTEBRAL EN JUGADORES DE HOCKEY LÍNEA CON EDADES COMPRENDIDAS ENTRE LOS 8 Y 15 AÑOS.**

La práctica federada del hockey línea produce adaptaciones específicas en el morfotipo sagital de la columna de los jugadores. El 64% de los jugadores presentaron hipercifosis dorsal y el 68,9% hipercifosis lumbar en sedentación relajada y el 44,6% hipercifosis lumbar en flexión máxima de tronco.

Sin embargo, cuando se tiene en cuenta los resultados obtenidos al valorar el “Morfotipo Sagittal Integral” tan solo el 17,6% (n=13) de los jugadores de hockey línea presentaron un morfotipo normal con cifosis dorsal normal en las tres posiciones valoradas. En la curvatura lumbar tan solo el 23% (n=17) de los jugadores de hockey línea presentaron un morfotipo normal con valores normales de la curvatura lumbar en las tres posiciones.

Para la curvatura dorsal, el 18,9% de los jugadores de hockey línea presentaron una hipercifosis funcional total, un 17,6% de los jugadores presentaron una hipercifosis funcional estática y el 16,2% una hipercifosis total, mientras que para la curvatura lumbar, el 40,5% de los jugadores presentaron una hipercifosis funcional total y el 20,3% fueron diagnosticado con hipercifosis funcional estática.

Además, solo el 16,2% de los jugadores de hockey línea presentaron valores normales de extensibilidad en la musculatura isquiosural. Por tanto, es necesario diseñar y aplicar programas de entrenamiento de flexibilidad para prevenir o corregir estos desequilibrios musculares en jóvenes jugadores de hockey línea.

### **STUDY III. SAGITTAL SPINAL MORPHOTYPE ASSESSMENT IN 8 TO 15 YEAR OLD INLINE-HOCKEY PLAYERS.**

The federative inline-hockey practice seems to cause specific adaptations in spinal sagittal morphotype. The most prevalent sagittal spinal misalignments in young federated male inline-hockey players were thoracic hyperkyphosis (64%) and lumbar hyperkyphosis (68.9%) in a slump sitting position and the lumbar hyperkyphosis (44.6%) in a maximum flexion of the trunk.

However, taking into account the 'Sagittal Integrative Morphotype' only 13 (17.6%) IH players presented a normal morphotype with a normal kyphosis in the three measurement positions. While only 17 (23%) IH players presented a normal morphotype with a normal lumbar curvature in the three assessed positions.

For the thoracic curvature 18.9% of the inline hockey players presented total functional hyperkyphosis, 17.6% of the players presented a static functional hyperkyphosis and 16.2% of the players a total hyperkyphosis, whereas for the lumbar curvature 40.5% of the players presented a total functional hyperkyphosis and 20.3% of the players were diagnosed with static functional hyperkyphosis.

Furthermore, 16.2% of the IH players showed normal hamstring flexibility values while the others players showed hamstrings tightness. For that reason, exercise programs to prevent or rehabilitate these imbalances in young inline hockey players are needed.

#### **ESTUDIO IV. INCIDENCIA Y FACTORES ASOCIADOS AL DOLOR DE ESPALDA EN JUGADORES DE HOCKEY LÍNEA.**

El dolor de espalda, especialmente el dolor lumbar, es habitual en jugadores de hockey línea. El dolor de espalda aumenta con la edad. Se encontraron diferencias significativas entre hombres y mujeres. Características antropométricas tales como peso, altura e índice de masa corporal estuvieron asociados con la incidencia de dolor de espalda de manera que los jugadores más altos, más pesados y con mayores índices de masa corporal presentaron un mayor riesgo de sufrir dolor de espalda. Se encontraron diferencias significativas entre el nivel de competición y la prevalencia de dolor de espalda. Los jugadores de elite presentaron un mayor riesgo de sufrir dolor de espalda al menos una vez en la vida y el doble durante los últimos 12 meses que los jugadores que compitieron en niveles más bajos. Los datos obtenidos en el presente estudio mostraron que un bajo volumen de entrenamiento acumulado aumenta la prevalencia de dolor de espalda. Estos resultados indican la necesidad de llevar a cabo programas específicos de prevención en hockey línea, sobre todo en jugadores jóvenes y adolescentes. Deportistas, terapeutas, personal médico y entrenadores deberían ser conscientes de este problema y buscar propuestas de programas específicos que ayuden a prevenir el dolor de espalda en jugadores de hockey línea. Estos programas de prevención deberían formar parte del entrenamiento diario de los jugadores.



**STUDY IV. THE INCIDENCE AND FACTORS ASSOCIATED WITH BACK PAIN AMONG INLINE HOCKEY PLAYERS.**

Back pain, especially low back pain, is a common complaint in inline hockey players. Back pain increases with age. Significant differences were found between males and females inline hockey players. Anthropometric characteristics such as weight, height, and body mass index are associated with back pain, so taller players, heavier players and/or players with a high body mass index had a high prevalence of back pain. There were significant differences between back pain and competition level. Elite inline hockey players, those who play at national or international level, had slightly higher lifetime prevalence of back pain and 2 times higher 12 month prevalence of back pain than players were participating in local or regional competition level. Prevalence data gave the first indication that low cumulative training volume increased the prevalence of back pain. Our findings indicate the necessity for specific back pain prevention programs in inline hockey, overall among youth and adolescents inline hockey players. Athletes, physicians, physiotherapists, and coaches should be aware of this and seek to identify specific prevention programs. Back pain intervention programs should be part of athletes' daily training.



# X.

# BIBLIOGRAFÍA





- Ackery, AD., Tator, CH., & Snider, C. (2012). Violence in Canadian amateur hockey: the experience of referees in Ontario. *Clinical Journal of Sports Medicine*, 22(2), 86-90.
- Agel, J., & Harvey, E.J. (2010). A 7 year review of men's and women's ice hockey injuries in the NCAA. *Canadian Journal Surgery*, 53(5), 319-323.
- Agel, J., Dick, R., Nelson, B., Marshall, S., & Dompier, T.P. (2007). Descriptive epidemiology of collegiate women's ice hockey injuries: National Collegiate Athletic Association Injury Surveillance System, 2000-2001 through 2003-2004. *Journal of Athletic Training*, 42(2), 249-254.
- Allen, M.A. (2002). Dynamic flexibility training. *National Strength & Conditioning Association*, 22(5), 33-38.
- Allen, S.V., & Hopkins, W.G. (2015). Age of peak competitive performance of elite athletes: a systematic review. *Sports Medicine*, 45, 1431-1441.
- Alricsson, M., & Werner, S. (2004). The effect of pre-season dance training on physical indices and back pain in elite cross-country skiers: a prospective controlled intervention study. *British Journal of Sports Medicine*, 38, 148-153.
- Alricsson, M., & Werner, S. (2006). Young elite cross-country skiers and low back pain. A 5 year study. *Physical Therapy in Sport*, 7(4), 181-184.
- Alricsson, M., Björklund, G., Cronholm, M., Olsson, O., Viklund, P., & Svantesson, U. (2016). Spinal alignment, mobility of the hip and thoracic spine and prevalence of low back pain in young elite cross-country skiers. *Journal of Exercise Rehabilitation*, 12(1), 21-28.
- Alter, M.J. (2004). *Los estiramientos. Desarrollo de ejercicios*. Barcelona: Paidotribo.
- American Academy of Orthopaedic Association (1965). *Joint Motion: Method of Measuring and Recording*. Chicago: Park Ridge.
- Andersen, J.C. (2006). Flexibility in performance: Foundational concepts and practical issues. *Athletic Therapy Today*, 3, 9-12.
- Arlott, J. (1975). *The Oxford Companion of Sports and Games*. London, England: Oxford University Press.

- Arroyo, M., Guisado, R., García, M.C., & Díaz, L. (2004). Influencia de los desequilibrios musculares de la pelvis sobre la pubalgia en los deportistas. *Cuestiones de Fisioterapia*, 25, 57-66.
- Asplund, C., & St Pierre, P. (2004). Knee pain and bicycling. Fitting concepts for clinicians. *The Physician and Sportsmedicine*, 32(4), 23-30.
- Asplund, C., Bettcher, S., & Borchers, J. (2009). Facial protection and head injuries in ice hockey: a systematic review. *British Journal of Sports Medicine*, 43(13), 993-999. <http://doi.org/10.1136/bjism.2009.060152>
- Atkinson, G., & Nevill, A.M. (1998). Statistical methods for assessing measurement error (reliability) in variables relevant to sports medicine. *Sports Medicine*, 4, 217-238.
- Ayala, F., Moreno-Pérez, V., Vera-Garcia, F.J., Moya, M., Sanz-Rivas D., & Fernandez-Fernandez J. (2016). Acute and time-course effects of traditional and dynamic warm-up routines in young elite junior tennis players. *PloS one*, 11(4), e0152790.
- Ayala, F., Sainz de Baranda, P., Cejudo, A., & Santonja, F. (2012). Pruebas angulares de estimación de la flexibilidad isquiosural: análisis de la fiabilidad y validez. *Revista Andaluza de Medicina del Deporte*, 5, 67-74.
- Ayala, F., Sainz de Baranda, P., Cejudo, A., & Santonja, F. (2013). Pruebas angulares de estimación de la flexibilidad isquiosural: descripción de los procedimientos exploratorios y valores de referencia. *Rev Andal Med Deporte*, 6, 120-8.
- Backman, L., & Danielson, P. (2011). Low Range of Ankle Dorsiflexion Predisposes for Patellar Tendinopathy in Junior Elite Basketball Players, A 1-Year Prospective Study. *The American Journal of Sports Medicine*, 39(12), 2626-2633.
- Badelon, O. (1991). Raquis del niño y del adolescente. En Th. Boyer (Ed.), *Patología del aparato locomotor en el deporte* (pp. 135-137). Barcelona, España: Masson.
- Bahr, R., Andersen, S.O., Løken, S., Fossan, B., Hansen, T., & Holme, I. (2004). Low back pain among endurance athletes with and without specific back loading: A cross-sectional survey of cross-country skiers, rowers, orienteers, and nonathletic controls. *Spine*, 29, 449-454. PMID: 15094542

- Bailey, J.F., Sparrey, C.J., Been, E., & Kramer, P.A. (2016). Morphological and postural sexual dimorphism of the lumbar spine facilitates greater lordosis in females. *Journal of Anatomic*, 229(1), 82-91. doi: 10.1111/joa.12451.
- Balius, R., Balius, R., & Balius, X. (1987). Columna vertebral y deporte. *Apunts*, 24, 223-9.
- Baranto, A., Hellström, M., Cederlund, C., Nyman, R., & Swärd, L. (2009). Back pain and MRI changes in the thoraco-lumbar spine of top athletes in four different sports: a 15 year follow-up study. *Knee Surgery of Sports Traumatology Arthroscopy*, 17, 1125–1134.
- Bartolozzi, C., Caramella, D., Zampa, V., Dal Pozzo, G., Tinacci, E., & Balducci, F. (1991). The incidence of disk changes in volleyball players. The magnetic resonance findings. *Radiology Medicine*, 82(6), 757–760.
- Battista, R. A., Pivarnik, J. M., Dummer, G. M., Sauer, N., & Malina, R. M. (2007). Comparisons of physical characteristics and performances among female collegiate rowers. *Journal of Sports Sciences*, 25(6), 651-657.
- Beach, T. A. C., Parkinson, R. J., Stothart, J. P., & Callaghan, J. P. (2005). Effects of prolonged sitting on the passive flexion stiffness of the in vivo lumbar spine. *The Spine Journal*, 5(2), 145–154. <https://doi.org/10.1016/j.spinee.2004.07.036>
- Been, E., & Kalichman, L. (2014). Lumbar lordosis. *The Spine Journal*, 14(1), 87-97.
- Behara, B., & Jacobson, B.H. (2017). Acute effects of deep tissue foam rolling and dynamic stretching on muscular strength, power, and flexibility in Division I Linemen. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 31(4), 888-892.
- Benson, B.W., & Meeuwisse, W.H. (2005). Ice hockey injuries. En N. Maffulli, & D.J., Caine (Eds), *Epidemiology of Pediatric Sports Injuries: Team Sports* (pp. 86-119). Basel, Karger. Medicine Sport Sciences.
- Benson, B.W., Mohtadi, N.G., Rose, M.S., & Meeuwisse, W.H. (1999). Head and neck injuries among ice hockey players wearing full face shields vs half face shields *JAMA*, 282(24), 2328-2332.
- Benson, B.W., Rose, M.S., & Meeuwisse, W.H. (2002). The impact of face shield use on concussions inn ice hockey: a multivariate analysis. *British Journal of Sports Medicine*, 36(1), 27-32.

- Betsch, M., Furian, T., Quack, V., Rath, B., Wild, M., & Rapp, W. (2015). Effects of Athletic Training on the Spinal Curvature in Child Athletes. *Research in Sports Medicine*, 23(2), 190–202. <https://doi.org/10.1080/15438627.2015.1005297>
- Biasca, N., Wirth, S., & Tegner, Y. (2005). Head injuries and facial injuries in ice hockey: Role of the protective equipment. *European Journal of Trauma*, 31(4), 369–374. <http://doi.org/10.1007/s00068-005-1049-5>
- Biering-Sorensen, F. (1984). Physical measurements as risk indicator for low-back trouble over a one year period. *Spine*, 9(2), 106-119.
- Bittencourt, N., Ocarino, J., Sorrentino, F., Jales, F., Gabriel, S., & Mendonça, L. (2014). Normative data for muscle flexibility in male soccer players. *The British Journal of Sports Medicine*, 48(7), 560-674.
- Bloomfield, J., Polman, R., & O'Donoghue, P. (2007). Physical demands of different positions in FA Premier League Soccer. *Journal of Sports Science and Medicine*, 6(1), 63-70.
- Bloomfield, J.A., Timothy, R., & Elliott, B.C. (1994). *Applied anatomy and biomechanics in sport*. Oxford, Melbourne: Blackwell Scientific Publications, 93-102.
- Bono, C.M. (2004). Low-back pain in athletes. *Journal of Bone and Joint Surgery American*, 86A(2), 382-396.
- Boyer, Th. (1991). *Patología del aparato locomotor en el deporte*. Barcelona, España: Masson.
- Bracko, M.R. (2004). Biomechanics powers ice hockey performance. *Biomechanics*, 47-53.
- Bracko, M.R., Fellingham, G.W., Hall, L.T., Fisher, A.G., & Cryer, W. (1998). Performance skating characteristics of professional ice hockey forwards. *Sports Medicine Training and Rehabilitation*, 8(3), 251-263.
- Brooks, A., & Loud, K.J. (2014). Council on Sports Medicine and Fitness. Reducing injury risk from body checking in boys' youth ice hockey. *Pediatrics*, 133(6), 1151-1157.
- Buceta, J.M. (1996). *Psicología y lesiones deportivas: prevención y recuperación*. Madrid: Dykinson.



- Buckeridge, E., LeVangie, M.C., Stetter, B., Nigg, S.R., & Nigg, B.M. (2015). An on-ice measurement approach to analyse the biomechanics of ice hockey skating. *PLoS ONE*, *10*(5): e0127324. doi:10.1371/journal.pone.0127324
- Budarick, A.R. (2017). *Ice hockey skating mechanics: Transition from start to maximum speed for elite male and female athletes*. (Thesis). McGill University, Canada.
- Busquet, L. (1998). *Las cadenas musculares: Miembros inferiores*. Paidotribo, Barcelona.
- Callaghan, J.P., & McGill, S.M. (2001). Low back joint loading and kinematics during standing and unsupported sitting. *Ergonomics*, *44*(3), 280-294.
- Campello, M., Nordin, M., & Weiser, S. (1996). Physical exercise and low back pain. *Scandinavian Journal of Medicine and Science Sports*, *6*, 63–72.
- Canadian Academy of Sport Medicine Sport Safety Committee (2000). Use of facial protection in ice hockey. *Clinical Journal of Sport Medicine*, *10*, 212–213.
- Canadian Dental Hygienists Association, Hockey Canada (2014). Safety essential: mouth guard information. Recuperado de <https://www.hockeycanada.ca/en-ca/Hockey-Programs/Safety/Essentials/Downloads>.
- Canadian Dental Hygienists Association, Hockey Canada. Safety essential: mouth guard information. Disponible en <https://www.hockeycanada.ca/en-ca/Hockey-Programs/Safety/Essentials/Downloads>. Consultado el 27 de mayo de 2017.
- Canda, A. S., Heras, E., & Gómez, A. (2004). Valoración de la flexibilidad de tronco mediante el test del cajón en diferentes modalidades deportivas. *Selección*, *13*(4), 148-154.
- Casáis L. (2005). El entrenamiento de la flexibilidad. Master de Preparación Física en el Fútbol. Madrid: Real Federación Española de Fútbol-Universidad de Castilla La Mancha.
- Casáis, L. (2008). Revisión de las estrategias para la prevención de lesiones en el deporte desde la actividad física. *Apunts de Medicina de L'Esport*, *157*, 30-39.
- Cejudo, A. (2015a). *Deporte y flexibilidad: Rendimiento deportivo sin riesgo de lesión* (tesis doctoral). Universidad de Murcia, San Javier, España.

- Cejudo, A., Ayala, F., Sainz de Baranda, P., & Santonja, F. (2015c). Reliability of two methods of clinical examination of the flexibility of the hip adductor muscles. *The International Journal of Sports Physical Therapy*, 10(7), 976-983.
- Cejudo, A., Sainz de Baranda, P., Ayala, F., & Santonja, F. (2014a). Perfil de flexibilidad de la extremidad inferior en jugadores de fútbol sala. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*, 14(55), 509-525.
- Cejudo, A., Sainz de Baranda, P., Ayala, F., & Santonja, F. (2013). Rango de movimiento de la extremidad inferior en atletas de duatlón *SporTK*, 2(2), 31-40.
- Cejudo, A., Sainz de Baranda, P., Ayala, F., & Santonja, F. (2014b). Perfil de flexibilidad de la extremidad inferior en jugadores sénior de balonmano. *Cuadernos de Psicología del Deporte*, 14(2), 111-120.
- Cejudo, A., Sainz de Baranda, P., Ayala, F., & Santonja, F. (2015b). Test-retest reliability of seven common clinical tests for assessing lower extremity muscle flexibility in futsal and handball players. *Physical Therapy in Sport*, 16(2), 107-113.
- Chan, K.W., Ding, B.C., & Mroczek, K.J. (2011). Acute and chronic lateral ankle instability in the athlete. *Bull NYU Hosp Jt Dis* 69, 17–26.
- Chandler, T.J., Kibler, W.B., Uhl, T.L., Wooten, B., Kiser, A., & Stone, E. (1990). Flexibility comparisons of the junior elite tennis players to other athlete. *American Journal of Sports Medicine*, 18(2), 134-136.
- Chang, R., Turcotte, R., & Pearsall, D. (2009). Hip adductor muscle function in forward skating. *Sports Biomechanic*, 8(3), 212-222.
- Christie, H. J., Kumar, S. & -warren, S.A. (1995). Postural aberrations in low back pain. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 76(3), 218-224.
- Cil, A., Yazici, M., Uzumcugil, A., Kandemir, U., Alanay, A., Alanay, Y., Acaroglu, E., & Surat, A. (2004). The evolution of sagittal segmental alignment of the spine during childhood. *Spine*, 30, 93-100.
- Clarkson, H.M. (2003). *Proceso evaluativo músculoesquelético*. Barcelona: Paidotribo.
- Clarsen, B., Krosshaug, T., & Bahr, R. (2010). Overuse injuries in professional road cyclists. *American Journal of Sports Medicine*, 38(12), 2494-2501.

- Coarasa, A., Moros, M.T., Villaroya, A., & Ros, R. (2003). Reeducción propioceptiva en la lesión articular deportiva: bases teóricas. *Archivos de Medicina del Deporte*, 19, 419-426.
- Conesa, E. (2015). *Valoración de la movilidad de la columna en el plano sagital y extensibilidad de la musculatura isquiosural en Gimnasia Estética de Grupo*. (Tesis). Universidad de Murcia.
- Congdon, R., Bohannon, R. & Tiberio, D. (2005). Intrinsic and imposed hamstring length influence posterior pelvic rotation during hip flexion. *Clinical Biomechanics*, 20, 947-951.
- Consejo Superior de Deportes (2019). *Federaciones Deportivas Españolas. Memoria Licencias y clubes federados 2018*. Recuperado de <https://www.csd.gob.es/es/federaciones-y-asociaciones/federaciones-deportivas-espanolas/licencias>
- Consumer Product Safety Commission (CPSC). National Electronic Injury Surveillance System (NEISS). Recuperado de <http://product-injuries.healthgrove.com/l/132/RollerHockey#Diagnosis%20Breakdown&s=2AMW2r>.
- Cos, F., Cos, M.A., Buenaventura, L., Pruna, R., & Ekstrand, J. (2010). Modelos de análisis para la prevención de lesiones en el deporte. Estudio epidemiológico de lesiones: el modelo Union of European Football Associations en el fútbol. *Apunts Medicina de L'esport*, 45(166), 95–102.
- Cox, M.H., Miles D.S., Verde T.J., & Rhodes, E.C. (1995). Applied physiology of ice hockey. *Sports Medicine*, 19(3), 184-201.
- Croisier, J. L., Forthomme, B., Namurois, M. H., Vanderthommen, M., & Crielaard, J. M. (2002). Hamstring muscle strain recurrence and strength performance disorders. *American Journal of Sports Medicine*, 30(2), 199-203.
- Croisier, J.L. (2004). Factors associated with recurrent hamstring injuries. *Sports Medicine*, 34, 681-695.
- Cummins, N., & Spears, I. (2002). The effect of mouthguard design on stresses in the tooth-bone complex. *Medicine Science of Sports Exercise*, 34(6), 942–947.
- Cumps, E.D., Verhogen, E., Annemans, L., & Meeusen, R. (2008). Injury risk and socio-economic costs resulting from sports injuries in Flanders. Data derived from Sports Insurance Statistics 2003. *British Journal of Sports Medicine*, 42(9), 767–72.

- Cusimano, M.D., Chipman, M., Donnelly, P., & Hutchinson, M.G. (2014). Effectiveness of an educational video on concussion knowledge in minor league hockey players: a cluster randomised controlled trial. *British Journal Sports Medicine*, 48(2), 141-146.
- Cusimano, M.D., Nastis, S., & Zuccaro, L. (2013). Effectiveness of interventions to reduce aggression and injuries among ice hockey players: a systematic review. *CMAJ: Canadian Medical Association Journal = Journal de l'Association Médicale Canadienne*, 185(1), E57-69. <http://doi.org/10.1503/cmaj.112017>.
- D'Hemecourt, P.A., & Hresko, M.T. (2012). Spinal deformity in young athletes. *Clinical Sports Medicine*, 31(3), 441-451.
- D'Hemecourt, P.A., Gerbino, P.G., & Micheli, L.J. (2000). Back injuries in the young athlete. *Clinic Sports Medicine*, 19(4), 663-679.
- Daly, P.J., Sim, F.H., & Simonet, W.T. (1990). Ice hockey injuries. A review. *Sports Medicine*, 10(2), 122-131.
- De Boer, R.W., Cabri, J., Vaes, W., Clarijs, J.P., Hollander, A.P., de Groot, G., & van Ingen Schenau, G.J. (1987). Moments of force, power and muscle coordination in speed-skating. *International Journal of Sports Medicine*, 8(6), 371-378.
- De Koning, J.J., De Groot, G., & Van Ingen, G.J. (1991). Coordination of leg muscles during speed skating. *Journal Biomechanics*, 24(2), 137-146.
- De Koning, J.J., De Groot, G., & van Ingen, G.J. (1991). Speed skating the curves: A study of muscle coordination and power production. *International Journal of Sport Biomechanics*, 7, 344-358.
- Debrunner, V. (1976). *Diagnóstico ortopédico*. 2nd Ed. Barcelona, Spain: Toray.
- Deits, J., Yard, E.E., Collins, C.L., Fields, S.K., & Comstock, R.D. (2010). Patients with ice hockey injuries presenting to US emergency departments, 1990-2006. *Journal of Athletic Training*, 45(5), 467-474.
- Delvaux, K., & Lysens R. (2002). Lumbosacral pain in an athlete. *Clinical of Sports Medicine*, 21, 93-103.

- Dick, R., Agel, J., & Marshall, S.W. (2007). National Collegiate Athletic Association Injury Surveillance System commentaries: introduction and methods. *Journal Athletic Training, 42*, 173-182.
- Doers, T.M., & Kang, J.D. (1999). The biomechanics and biochemistry of disc degeneration. *Current Opinion in Orthopedics, 10*(2), 117-121.
- Domisse, G.F. (1990). The vulnerable, rapidly growing thoracic spine of the adolescent. *South African Medical Journal, 78*(4), 211-213.
- Donaldson, L.D. (2014). Spondylolysis in Elite Junior-Level Ice Hockey Players. *Sports Health, 6*(4), 356-359.
- Drake, J., & Callaghan, J.P. (2008). Do flexion/extension postures affect the in vivo passive lumbar spine response to applied axial twist movements? *Clinical Biomechanics, 23*(5), 510-519.
- Dreisinger, T.E., & Nelson, B. (1996). Management of back pain in athletes. *Sports Medicine, 21*(4), 313-320.
- Ekstrand, J. & Gillquist, J. (1982). The frequency of muscle tightness and injuries in soccer players. *The American Journal of Sports Medicine, 10*(2), 75-78.
- Ekstrand, J., Hagglund, M., & Walden, M. (2011). Injury incidence and injury patterns in professional football: The UEFA injury study. *British Journal of Sports Medicine, 45*(7), 553-558.
- El Rassi, G., Takemitsu, M., Woratanarat, P., & Shah, S.A. (2005). Lumbar spondylolysis in pediatric and adolescent soccer players. *American Journal of Sports Medicine, 33*, 1688-1693.
- Ellenbecker, T.S., Ellenbecker, G.A., Roetert, E.P., Silva, R.T., Keuter, G., & Sperling, F. (2007). Descriptive profile of hip rotation range of motion in elite tennis players and professional baseball pitchers. *American Journal of Sports Medicine, 35*(8), 1371-1376.
- Emery, C.A., & Meeuwisse, W.H. (2001). Risk factors for groin injuries in hockey. *Medicine and Science in Sports and Exercise, 33*(9), 1423-1433.
- Emery, C.A., & Meeuwisse, W.H. (2006). Injury rates, risk factors, and mechanisms of injury in minor hockey. *American Journal of Sports Medicine, 34*(12), 1960-1969.

- Engebretsen, L., Bahr, R., Cook, J.L., Derman, W., Emery, C.A., Finch, C.F., Meeuwisse, W.H., Schweltnus, M., & Steffen, K. (2014). The IOC Centres of Excellence bring prevention to sports medicine. *British Journal of Sports Medicine*, *48*, 1270-1275.
- Engelhardt, M., Reuter, I., & Freiwald, J. (2001). Alterations of the neuromuscular system alter knee injury. *European Journal of Sports Traumatology*, *23*, 75-81.
- Esoia, M. A., McClure, P. W., Fitzgerald, G. K., & Siegler, S. (1996). Analysis of lumbar spine and hip motion during forward bending in subjects with and without a history of low back pain. *Spine*, *21*(1), 71-78.
- Evans, K., Refshauge, K.M., Adams, R., & Aliprandi, L. (2005). Predictors of low back pain in young elite golfers: A preliminary study. *Physical Therapy in Sport*, *6*(3), 122-130.
- Fabre, L., Serrano, L., & Romero, M. (2001). Reeducción propioceptiva de la articulación de la rodilla. *Cuestiones de Fisioterapia*, *16*, 41- 62.
- Falter E, & Hellerer O. (1982). High performance gymnasts during the period of growth. *Morphology Medicine*, *2*, 39-44.
- Favero, J. P., Midgley, A. W., & Bentley, D. J. (2009). Effects of an acute bout of static stretching on 40 m sprint performance: Influence of baseline flexibility. *Research in Sports Medicine*, *17*(1), 50-60.
- Fédération Internationale Roller Sport (FIRS). Comité Internacional Roller Inline Hockey (2017). Roller inline hockey. Rules of the game, 2017 edition. FIRS 2017 Rule Book. Recuperado de <http://www.rollersports.org/discipline/inline-hockey/regulations>
- Fédération Internationale Roller Sports (FIRS), (2017). *Fédération Internationale Roller Sports: Sport Medicine, Details Form, Informe lesiones*. Recuperado de <http://www.rollersports.org/about-firs/sports-medicine/details-form>
- Feldman, D.E., Shrier, I, Rossignol, M., & Abenhaim, L. (2001). Risk factors for the development of low back pain in adolescence. *American Journal of Epidemiology*, *154*(1), 30-36.
- Fenety, A., & Kumar, S. (1992). Isokinetic trunk strength and lumbosacral range of motion in elite female field hockey players reporting low back pain. *Journal of Orthopaedic Sports and Physical Therapy*, *16*, 129-135.

- Ferber, R., Davis, I.M., & Williams, D.S. (2003). Gender differences in lower extremity mechanics during running. *Clinical Biomechanics*, 18, 350-357.
- Ferreira-Guedes, P., & Amado-João, S. M. (2014). Postural Characterization of Adolescent Federation Basketball Players. *Journal of Physical Activity and Health*, 11(7), 1401–1407. <https://doi.org/10.1123/jpah.2012-0489>
- Ferrer, V. (1998). *Repercusiones de la cortedad isquiosural sobre la pelvis y el raquis lumbar*. [Tesis Doctoral]. Universidad de Murcia.
- Fett, D., Trompeter, K., & Platen, P. (2017). Back pain in elite sports. A cross-sectional study on 1114 athletes. *PLOS ONE*, 12(6), e0180130. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0180130>.
- Finch, C. (2006). A new framework for research leading to sports injury prevention. *Journal of Science Medicine and Sport*, 9(1-2), 3-10.
- Flik, K., Lyman S., & Marx. R.G. (2005). American collegiate men's ice hockey: an analysis of injuries. *American Journal of Sports Medicine*, 33(2), 183-187.
- Ford, P., & McCesney, J. (2007). Duration of maintained hamstring ROM following termination of three stretching protocols. *Journal of Sports Rehabilitation*, 16, 18-27.
- Förster, R., Penka, G., Bösl, T., & Schöffl, V.R. (2009). Climber's back–form and mobility of the thoracolumbar spine leading to postural adaptations in male high ability rock climbers. *International Journal of Sports Medicine*, 30(1), 53-59.
- Foss, I.S., Holme, I., & Bahr, R. (2012). The prevalence of low back pain among former Elite cross-country skiers, rowers, orienteerers, and nonathletes. *The American Journal of Sports Medicine*, 40(11), 2610-2615.
- Fourchet, F., Materne, O., Horobeanu, C., Hudacek, T., & Buchheit, M. (2013). Reliability of a novel procedure to monitor the flexibility of lower limb muscle groups in highly-trained adolescent athletes. *Physical Therapy in Sport*, 14(1), 28-34.
- Fousekis, K., Tsepis, E., Poulmedis, P., Athanasopoulos, S., & Vagenas, G. (2011). Intrinsic risk factors of non-contact quadriceps and hamstring strains in soccer: a prospective study of 100 professional players. *British Journal of Sports Medicine*, 45(9), 709-714.

- Frankovich, R.J., Petrella, R.J., & Lattanzio, C.N. (2001). In-line skating injuries. Patterns and protective equipment use. *Phys Sportsmed*, 29(4), 57-62.
- Friden, J., & Lieber, R. (2001). Eccentric exercise-induced injuries to contractile and cytoskeletal muscle fibre components. *Acta Physiologica Scandinavica*, 171(3), 321-326.
- Frohm, A., Heijne, A., Kowalski, J., Svensson, P., & Myklebust, G. (2012). A nine-test screening battery for athletes: a reliability study. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 22(3), 306-315.
- Fucci, S., Benigni, M., & Fornasari, V. (1988). *Biomecánica del aparato locomotor aplicada al acondicionamiento muscular*. Harcourt Brace. Madrid.
- Gabbe, B., Bennell, K., Wajswelner, H., & Finch, C. (2004). The reliability of commonly used lower limb musculoskeletal screening tests. *Physical Therapy in Sport*, 5(2), 90-97.
- Gajdosik, R., Albert, C., & Mitman, J. (1994). Influence of hamstring length on the standing position and flexion range of motion of the pelvic angle, lumbar angle and thoracic angle. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 20(4), 213-219.
- Gallen, C. (1991). Historical evolution of roller hockey. *Physical Education and Sport*, 23, 77-84.
- Gannon, L. M., & Bird, H. A. (1999). The quantification of joint laxity in dancers and gymnasts. *Journal of Sports Sciences*, 17(9), 743-50.
- García-Pinillos, F., Ruiz-Ariza, A., Moreno Del Castillo, R., & Latorre-Román, P.Á. (2015): Impact of limited hamstring flexibility on vertical jump, kicking speed, sprint, and agility in Young football players, *Journal of Sports Sciences*, 33(12), 1293-1297. DOI: 10.1080/02640414.2015.1022577
- Garges, K.J., Nourbakhsh, A., & Morris, R. (2008). A comparison of the torsional stiffness of the lumbar spine in flexion and extension. *Journal Manipulative Physical Therapy*, 31(8), 563-569.
- Gerbino, P.G., & d'Hemecourt, P.A. (2002). Does football cause an increase in degenerative disease of the lumbar spine? *Current Sports Medicine Report*, 1(1), 47-51.
- Gerhardt, J. (1994). *Documentation of Joint Motion*. Oregon: Isomed.



- Gerhardt, J., Cocchiarella, L., & Lea, R. (2002). *The Practical Guide to Range of Motion Assessment*. Chicago: American Medical Association.
- Gerhardt, J.J. (1996). *Documentation of Joint Motion: International Standard Neutral-zero Measuring, SFTR Recording and Application of Goniometers, Inclinoimeters, and Calipers*. 4th Ed. Portland, USA: Isomed.
- Gilder, K., & Grogan, J. (1993). Prevention of ice hockey injuries by strength and conditioning; in Castaldi C, Bishop P, Hoerner E (eds): *Safety in Ice Hockey*, ASTM STP 1212. Philadelphia, American Society for Testing and Materials. pp 56–68.
- Ginés-Díaz, A., Martínez-Romero, M. T., Cejudo, A., Aparicio-Sarmiento, A., & Sainz de Baranda, P. (2019). Sagittal Spinal Morphotype Assessment in Dressage and Show Jumping Riders. *Journal of Sport Rehabilitation*, (Ahead of Print).
- Gleim, G.W., & Mchugh, M.P. (1997). Flexibility and its effects on sports injury and performance. *Sports Medicine*, 24(5), 289-299.
- Goh, S., Price, R.I., Leedman, P.J., & Singer, K.P. (1999). The relative influence of vertebral body and intervertebral disc shape on thoracic kyphosis. *Clinic Biomechanic (Bristol., Avon)*, 14, 439-448.
- Goldstein, J.D., Berger, P.E., Windler, G.E., & Jackson, D.W. (1991). Spine injuries in gymnasts and swimmers: An epidemiologic investigation. *American Journal of Sports Medicine*, 19(5), 463-468.
- Gómez-Landero, L.A., Vernetta, M., & López-Bedoya, J. (2013). Perfil motor del trampolín gimnástico. Revisión taxonómica y nuevas propuestas de clasificación. *RICYDE. Revista Internacional en Ciencias del Deporte*, 30(9), 60-78.
- Gómez-Lozano, S. (2007). *Estudio sagital del raquis en bailarinas de danza clásica y danza española*. [Tesis doctoral]. Universidad de Murcia.
- Gómez-Lozano, S., Vargas-Macías, A., Santonja, F., & Canteras, M. (2013). Estudio descriptivo del morfotipo raquídeo sagital en bailarinas de flamenco. *Revista del Centro de Investigación Flamenco Telethus*, 6(7), 19-28.
- Goudreault, R. (2002). *Forward skating in ice hockey: comparison of EMG activation patterns of at three velocities using a skate treadmill*. (Master's thesis). McGill University, Canada.

- Grabara, M. (2015). Comparison of posture among adolescent male volleyball players and non-athletes. *Biology of Sport*, 32(1), 79-85.
- Grabara, M. (2016a). Could hatha yoga be a health-related physical activity? *Biomedical Human Kinetics*, 8(1), 10–16.
- Grabara, M. (2016b). Sagittal spinal curvatures in adolescent male basketball players and non-training individuals – a two-year study. *Science & Sports*, 31(5), e147–e153. <https://doi.org/10.1016/j.scispo.2016.01.010>
- Grabara, M. (2012). Body posture of young female basketball players. *Biomedical Human Kinetics*, 4, 76–81. <https://doi.org/10.2478/v10101-012-0014-0>
- Grabara, M. (2014a). A comparison of the posture between young female handball players and non-training peers. *Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation*, 27(1), 85–92. <https://doi.org/10.3233/BMR-130423>
- Grabara, M. (2014b). Anteroposterior curvatures of the spine in adolescent athletes. *Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation*, 27(4), 513–519. <https://doi.org/10.3233/BMR-140475>
- Grabara, M., & Hadzik, A. (2009). Postural variables in girls practicing volleyball. *Biomedical Human Kinetics*, 1, 67-71.
- Granhed, H., & Morrelli, B. (1988). Low back pain among retired wrestlers and heavyweight lifters. *American Journal of Sports Medicine*, 16(5), 530-533.
- Graw, B.P., & Wiesel, S.W. (2008). Low back pain in the aging athlete. *Sports Medicine and Arthroscopy Review*, 16(1), 39–46.
- Green, H.J. (1994). Physiologic challenges induced by participation in ice hockey. Implications for training. *Journal Testing Evaluation*, 22(1), 48-51.
- Green, J.P., Grenier, S.G., & McGill, S.M. (2002). Low back stiffness is altered with war-up and bench rest: implications for athletes. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 34(7), 1076-1081.
- Greene, H.S., Cholewicki, J., Galloway, M.T., Nguyen, C.V., & Radebold, A. (2001). A history of low back injury is a risk factor for recurrent back injuries in varsity athletes. *American Journal of Sports Medicine*, 29(6), 795-800.

- Haff, G. (2006). Roundtable Discussion: Flexibility training. *Strength and Conditioning Journal*, 28(2), 64-85.
- Hahn, T., Foldspang, A., Vestergaard, E. y Ingemann-Hansen, T. (1999). Active knee joint flexibility and sports activity. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 9(2), 74-80.
- Hainline, B. (1995). Low back injury. *Clinical of Sports Medicine*, 14(1), 241-265.
- Hangai, M., Kaneoka, K., Hinotsu, S., Shimizu, K., Okubo, Y., Miyakawa, S., Mukai, N., Sakane, M., & Ochai, N. (2009). Lumbar intervertebral disk degeneration in athletes. *American Journal of Sports Medicine*, 37(1), 149-155.
- Harrison, D. E., Colloca, C. J., Harrison, D. D., Janik, T. J., Haas, J. W., & Keller, T. S. (2005). Anterior thoracic posture increases thoracolumbar disc loading. *European Spine Journal*, 14(3), 234–242. <https://doi.org/10.1007/s00586-004-0734-0>
- Hart, JM., Kerrigan, DC., Fritz, JM. & Ingersoll, CD. (2009). Jogging kinematics after lumbar paraspinal muscle fatigue. *Journal of Athletic Training*, 44(5), 475-481.
- Hartig, D.E., & Henderson, J.M. (1999). Increasing hamstring flexibility decreases lower extremity overuse injuries in military basic trainees. *American Journal of Sports Medicine*, 27(2), 173-176.
- Hay, J.G. (1993). *Biomechanics of sports techniques*, 4<sup>th</sup> ed. Englewood Cliffs, New Jersey. Prentice-Hall.
- Haydt, R., Pheasant, S., & Lawrence, K. (2012). The incidence of low back pain in NCAA Division III female field hockey players. *The International Journal of Sport Physical Therapy*, 7(3), 296-305.
- Hayes, D. (1975). Injuries: How, why, where and when? *Physical of Sportsmedicine*, 3, 61-65.
- Hecimovich, M. D., & Stomski, N. J. (2016). Lumbar Sagittal Plane Spinal Curvature and Junior-Level Cricket Players. *International Journal of Athletic Therapy and Training*, 21(2), 47–52. <https://doi.org/10.1123/ijatt.2015-0028>
- Helsing, E., Reigo, T., McWilliam, J., & Spangfort, E. (1987). Cervical and lumbar lordosis and thoracic kyphosis in 8, 11 and 15 year-old children. *European Journal of Orthodontics*, 9(2), 129-138.

- Hellström, M., Jacobson, B., Swärd, L., & Peterson, L. (1990). Radiologic abnormalities of the thoraco-lumbar spine in athletes. *Acta Radiologica*, *31*, 127-132.
- Heneweer, H., Vanhees, L., & Picavet, H.S. (2009). Physical activity and low back pain: a U-shaped relation? *Pain*, *143*, 21–25.
- Hockey Canada (2017). *Hockey Canada. Injury report forms*. Recuperado de <https://www.hockeycanada.ca/en-ca/Hockey-Programs/Safety/Essentials/Downloads>.
- Hockey Canada skills development manuals (2002). *Initiation program*. Hockey Canada. Ottawa, Ontario, Canada.
- Holt, P.J., Bull, A.M., Cashaman, P.M., & Mc Gregor, A.H. (2003). Kinematics of spinal motion during prolonged rowing. *International Journal of Sports Medicine*, *24*(8), 597-602.
- Hudges, P.E., Hsu, J.C., & Matava, M.J. (2002). Hip anatomy and biomechanics in the athlete. *Sports Medicine Arthroscopy*, *10*(2), 103-114.
- Hutchinson, M.R., Milhouse, C., & Gapski, M. (1998). Comparison of injury patterns in elite hockey players using ice versus in-line skates. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, *30*(9), 1371-1373.
- Ibrahim, A., Murrell, G.A.C., & Knapman, P. (2007). Adductor strain and hip range of movement in male professional soccer players. *Journal of Orthopaedic Surgery*, *15*, 46-49.
- International Ice Hockey Federation (IIHF) (2015). In Line Rule Book 2017-18. *International Ice Hockey Federation*. Recuperado de <http://www.iihf.com/iihf-home/sport/iihf-rule-book/>.
- International Ice Hockey Federation (IIHF) (2017). *International Ice Hockey Federation: Injury report system form*. Recuperado de <https://www.iihf.com/en/static/5070/medical>.
- Irurtia, A., Busquets, A., Carrasco, M., Ferrer, B., & Marina, M. (2010). Control de la flexibilidad en jóvenes gimnastas de competición mediante el método trigonométrico: un año de seguimiento. *Apunts Medicine de L'Sport*, *45*(168), 235-242.
- Jackson, J. Solomonow, M., Zhou, B., Baratta, R.V., & Harris, M. (2001). Multifidus EMG and tension-relaxation recovery after prolonged static lumbar flexion. *Spine*, *26*(7), 715-723.

- Jentzsch, T., Geiger, J., Bouaicha, S., Slankamenac, K., Nguyen-Kim, T.D. & Werner, C.M. (2013). Increased pelvic incidence may lead to arthritis and saggital orientation of the facet joints at the lower lumbar spine. *BMC Medicine Imaging*, 13, 34.
- Johanson, M., Baer, J., Hovermale, H., & Phouthavong, P. (2008). Subtalar Joint Position During Gastrocnemius Stretching and Ankle Dorsiflexion Range of Motion. *Journal of Athletic Training*, 43(2), 172-178.
- Johnson, A.W., Weiss, C.J., Stento, K., & Wheeler, D.L. (2001). Stress fractures of the sacrum. An atypical cause of low back pain in the female athlete. *American Journal of Sports Medicine*, 29(4), 498-508.
- Jonasson, P., Halldin, K., Karlsson, J., Thoreson, O., Hvannberg, J., Swärd, L., & Baranto, A. (2011). Prevalence of joint related pain in the extremities and spine in five groups of top athletes. *Knee Surgery Sports Traumatology Arthroscopy*, 19(9), 1540-1546.
- Jones, M.A., Stratton, G., & Reilly, T. (2005). Biological risk indicators for recurrent non-specific low back pain in adolescents. *British Journal of Sports Medicine*, 39(3), 137-140.
- Kameyama, T., Hashizume, Y., Ando, T., Takahashi, A., Yanagi, T., & Mizuno, J. (1995). Spinal cord morphology and pathology in ossification of the posterior longitudinal ligament. *Brain*, 118(1), 263–278. <https://doi.org/10.1093/brain/118.1.263>
- Kapandji, I.A. (1993). *Cuadernos de Fisiología Articular. Tronco y raquis*. (Tomo 3º). Barcelona: Masson.
- Katz, D.A., & Scerpella, T.A. (2003). Anterior and middle column thoracolumbar spine injuries in oung female gymnasts. *The American Journal of Sport Medicine*, 31(4), 611-616.
- Kawałek, K., & Garsztko, T. (2013). An analysis of muscle balance in professional field hockey players. *Trend in Sport Sciences*, 4(20), 181-187.
- Keller, T.S., Colloca, C.J., Harrison, D.E., Harrison, D.D., & Janik, T.J. (2005). Influence of spine morphology on intervertebral disc loads and stresses in asymptomatic adults: implications for the ideal spine. *Spine Journal*, 5(3), 297-309.
- Kendall, F.P., McCreary, E.K., Provance, P.G., Rodgers, M.M., & Romani W.A. (2005). *Muscles: testing and function with posture and pain*. 5<sup>th</sup> ed. Baltimore. Lippincott Williams & Wilkins.

- Keorochana, G., Taghavi, C.E., Lee, K.B., Yoo, J.H., Liao, J.C., & Wang, J.C. (2011). Effect of sagittal alignment on kinematic changes and degree of disc degeneration in the lumbar spine: an analysis using positional MRI. *Spine*, 36(11), 893-898.
- Kibler, W.B., & Chandler, T.J. (2003). Range of movement in junior tennis player participating in an injury risk modification program. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 6(1), 51-62.
- Kibler, W.B., McQueen, C., & Uhl, T. (1988). Fitness evaluations and fitness findings in competitive junior tennis players. *Clinical Sports Medicine*, 7(2), 403-416.
- Kingman, J. (1999). *The biomechanical and physiological demands of roller hockey match play*. (Tesis doctoral). University College Chichester, England, United Kingdom.
- Kolber, M. J. & Fiebert, I. M. (2005). Addressing flexibility of the rectus femoris in the athlete with low back pain. *Strength & Conditioning Journal*, 27(5), 66-73.
- Korff, M von, Ormel, J., Keefe, F.J., & Dworkin, S.F. (1992). Grading the severity of chronic pain. *Pain*, 50, 133-49. PMID: 1408309
- Kraemer, W.J., & Gómez, A.L. (2001). *Establishing a Solid Fitness Base*. In B. Foran (ed). High-Performance Sports Conditioning, (pp.3-17). Champaign, IL: Human Kinetics.
- Krämer, J. (1989). Síndrome Lumbar. Patología del disco intervertebral. Barcelona: Doyma.
- Kujala, U.M., Taimela, S., Erkintalo, M., Salminen, J.J., & Kaprio, J. (1996). Low back pain in adolescent athletes. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 28(2), 165-170.
- Kujala, U.M., Taimela, S., Oksanen, A., & Salminen, J.J. (1997). Lumbar mobility and low back pain during adolescence. A longitudinal three-year follow-up study in athletes and controls. *American Journal of Sports Medicine*, 25(3), 363-368.
- Kujala, U.M., Taimela, S., Salminen, J., & Oksanen, A. (1994). Baseline anthropometry, flexibility and strength characteristics and future low back pain in adolescent athletes and nonathletes. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 4(3), 200-205.
- Kujala, UM., Kinnunen, J., Helenius, P., Orava, S., Taavitsainen, M., & Karaharju, E. (1999). Prolonged low-back pain in young athletes: a prospective case series study of findings and prognosis. *European Spine Journal*, 8(6), 480-484.

- Kums, T., Ereline, J., Gapeyeva, H., Päsuke, M., & Vain A. (2007). Spinal curvature and trunk muscle tone in rhythmic gymnasts and untrained girls. *Journal of Back Musculoskeletal Rehabilitation*, 20(2-3), 87-95.
- Kuorinka, I., Jonsson, B., Kilbom, A., Vinterberg, H., Biering-Sørensen, F., Andersson, G., & Jørgensen, K. (1987). Standardised Nordic questionnaires for the analysis of musculoskeletal symptoms. *Apply Ergonomy*, 18(3), 233-237.
- Kyle, C.R. (1994). Energy and aerodynamics in bicycling. *Clinic of Sport Medicine*, 13(1), 39-73.
- L'Hermette, M., Polle, G., Tourny-Chollet, C., & Dujardin F. (2006). Hip passive range of motion and frequency of radiographic hip osteoarthritis in former elite handball players. *British Journal of Sports Medicine*, 40(1), 45-49.
- Labella, C., Smith, B., & Sigurdsson, A. (2002). Effect of mouthguards on dental injuries and concussions in college basketball. *Medicine Science of Sports Exercise*, 34(1), 41-44.
- Lafontaine, D., Lamontagne, M., & Lokwood, K. (1998). Time-motion analysis of ice-hockey skills during games. *16th International Symposium on Biomechanics in Sports*. International Society of Biomechanics in Sports. Konstance. Germany.
- Lambrinudi, C. (1934). Adolescent and senile kyphosis. *British Medical Bulletin*, 2, 800-804.
- LaPrade, R.F., Surowiec, R. K., Sochanska, A. N., Hentkowski, B. S., Martin, B. M., Engebretsen, L., & Wijdicks, C.A. (2014). Epidemiology, identification, treatment and return to play of musculoskeletal-based ice hockey injuries. *British Journal of Sports Medicine*, 48(1), 4-10. <http://doi.org/10.1136/bjsports-2013-093020>
- LaPrade, R.F., Wijdicks, C.A., & Griffith, C.J. (2009). Division I intercollegiate ice hockey team coverage. *British Journal of Sports Medicine*, 43(13), 1000-1005.
- Lawrence, J.P., Hunter, S.G., & Jonathan, N.G. (2006). Back pain in athletes. *Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*, 14, 726-735.
- Le Gall, F. Carling, C., Williams, M., & Reilly, T (2010). Anthropometric and Fitness characteristics of international, professional and amateur male graduate soccer player from elite youth academy. *The Journal of Science and Medicine in Sport*, 13(1), 90-95.
- Leboeuf-Yde, C., & Kyvik, K.O. (1998). At what age does low back pain become a common problem? A study of 29.424 individuals aged 12-41 years. *Spine*, 23, 228-234.

- Legault, E.P., Descarreaux, M., & Cantin, V. (2015). Musculoskeletal symptoms in an adolescent athlete population: a comparative study. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 16, 210.
- Lehance, C., Binet, J., Bury, T., & Croisier, J. L. (2009). Muscular strength, functional performances and injury risk in professional and junior elite soccer players. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 19(2), 243-251.
- Lehman, F. (1995). La importancia del equilibrio artromuscular. *Revista de Entrenamiento Deportivo* 9, 12-18.
- Le Menestrel, S., & Perkins, D.f. (2007). An overview of how sports, out-of-school time, and youth well-being can and do intersect. *New Directions for Young Development*, 5(115), 13-25.
- Lephart, S. (2001). Reestablecimiento de la propiocepción, la cinestesia, el sentido de la posición de las articulaciones y el control neuromuscular en la rehabilitación. En: Prentice WE, editor. *Técnicas de rehabilitación en medicina deportiva. Barcelona* (pp. 138-158) Paidotribo.
- Lephart, S., & Pincivicio, D.M. (1997). The role of proprioception in the management and rehabilitation of sport injuries. *American Journal of Sports Medicine*, 25(1), 1130-1137.
- Lichota, M., Plandowska, M., & Patrycjusz, M. (2011). The shape of anterior-posterior curvatures of the spine in athletes practising selected sports, *Polish Journal of Sport and Tourism*, 18(2), 112-116.
- Lindgren, S., & Maguire, K. (1985). Survey of field hockey injuries. *Sports Science and Medicine*, 1, 7-12.
- Lindgren, S., & Twomey, L. (1988). Spinal mobility and trunk muscle strength in elite hockey players. *The Australian Journal of Physiotherapy*, 34(3), 123-130.
- Listola, J., Ruismäki, H., Valtonen, J., Welling, J., & Hakkarainen, H. (2013). Overuse injuries of Finnish elite Junior ice hockey players. Prospective online survey. *EJSBS*, 7, 1203-1212.
- Little, J.S., & Khalsa, P.S. (2005). Human lumbar spine creep during cyclic and static flexion: creep rate, biomechanics and facet joint capsule strain. *Annals Biomech Engineering*, 33(3), 391-401.



- Lively, M.W. (2002). Prevalence of pre-existing recurrent low back pain in college athletes. *WV Medicine Journal*, 98, 202-204.
- López-Miñarro, P. A., Alacid, F., Ferragut, C., & García, A. (2008). Valoración y comparación de la disposición sagital del raquis entre canoistas y kayakistas de categoría infantil. *Cultura, Ciencia y Deporte*, 3(9), 171-176.
- López-Miñarro, P.A., & Alacid, F. (2010). Influence of hamstring muscle extensibility on spinal curvatures in young athletes. *Science & Sports*, 25(4), 188-193.
- López-Miñarro, P.A., García, A., Alacid, F., Ferragut, C., & Sainz de Baranda, P. (2006). Valoración de la disposición sagital del raquis y extensibilidad isquiosural en kayakistas y canoístas de categoría infantil. Actas del I Congreso Internacional de Piragüismo en aguas tranquilas (CD-ROM). Universidad de Vigo.
- López-Valenciano, A., Ayala F., Vera-Garcia, F.J., De Ste Croix, M., Hernández-Sánchez, S., Ruiz-Pérez, I., Cejudo, A., & Santonja, F. (2019). Comprehensive profile of hip, knee and ankle ranges of motion in professional soccer players. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 59(1), 102-109.
- Lorentzon, R., Wedren, H., & Pietila, T. (1988). Incidence, nature, and causes of ice hockey injuries. A three-year prospective study of a Swedish elite ice hockey team. *American Journal of Sports Medicine*, 16(4), 392-396. <http://doi.org/10.1177/036354658801600415>
- Lorza, G. (1998). La reeducación propioceptiva en la prevención y tratamiento de las lesiones en el baloncesto. *Archivos de Medicina del Deporte*, 15, 517-521.
- Maffey, L., & Emery, C. (2007). What are the risk factors for groin strain injury in sport? A systematic review of the literature. *Sports Medicine*, 37(10), 881-894.
- Magee, D.J. (2002). *Orthopedic physical assessment*, (4th ed.), vol. 11. W.B. Saunders Company: Philadelphia, Pennsylvania.
- Magnusson, P., & Renstrom, P. (2006). The European College of Sports Sciences Position statement: The role of stretching exercises in sports. *European Journal of Sport Science*, 6(2), 87-91.

- Mahieu, N.N., McNair, P., De Muynck, M., Stevens, V., Blanckaert, I., Smits, N., & Witvrouw, E. (2007). Effect of static and ballistic stretching on the muscletendon tissue properties. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 39(3), 494-501.
- Malliaras, P., Cook, J. L., & Kent, P. (2006). Reduced ankle dorsiflexion range may increase the risk of patellar tendon injury among volleyball players. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 9(4), 304-309.
- Mann, D.C., Keene, J.S., & Drummond, D.S. (1991). Unusual causes of back pain in athletes. *Journal of Spinal Disorder*, 4(3), 337-343.
- Manning, C., & Hudson, Z. (2009). Comparison of hip joint range of motion in professional youth and senior team footballers with age-matched controls: an indication of early degenerative change? *Physical Therapy in Sport*, 10(1), 25-29. <https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2008.11.005>
- Marino, G.W. (1977). Kinematics of ice skating at different velocities. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 48(1), 93-97.
- Marino, G.W. (1983). Selected mechanical factors associated with acceleration in ice skating. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 54(3), 234-238.
- Marino, G.W. (2000). *Biomechanics of power skating: Past research, future trends*. University of Windsor, Canada.
- Marino, G.W., & Grasse, J. (1993). Analysis of Selected Mechanics of the Backward CCut Ice Skating Stride. En: *Biomechanics in Sports X*. J. Hammill et al. (eds.). University of Amherst, Massachusetts, USA: Massachusetts Press.
- Marino, G.W., & Weese, R.G. (1979). A kinematic analysis of the ice skating stride. En J. Terauds y H.J. Gross (eds). *Science in skiing, skating, and hockey* (65-74). Proceedings of the International Symposium of Biomechanics in Sports. Del Mar, CA: Academic Publishers.
- Marino, G.W., Hermiston, R.T., & Hoshizaki, T.B. (1989). Power and strength profiles of elite 16-20 years old ice hockey players. En Tsarouchas, L., Terauds, J. Gowitzke, B.A. & Holt, L.A (eds). *Biomechanics in Sport V: Proceedings of ISBS* (pp. 314-321). Atenas, Grecia: Hellenic Sports Research Institute.

- Martínez-Gallego, F., & Rodríguez-García, P.L. (2005). *Metodología para una Gimnasia Rítmica saludable*. Madrid: Consejo Superior de Deportes.
- Martínez-Gallego, F.M. (2004). *Disposición del plano sagital y extensibilidad isquiosural en gimnasia rítmica deportiva*. [Tesis Doctoral]. Murcia. Universidad de Murcia.
- Matser, E., Kessels, A., Lezak, M.D., Jordan, B.D., & Troost, J. (1999). Neuropsychological impairment in amateur soccer players. *JAMA*, 282, 974-983.
- Mayer, T.G., Tencer, A.F., Kristoferson, S., & Mooney, V. (1984). Use of noninvasive techniques for quantification of spinal range-of-motion in normal subjects and chronic low-back dysfunction patients. *Spine*, 9(6), 588-595.
- McCarroll, J.R., Miller, J.M., & Ritter, M.A. (1986). Lumbar spondylolysis and spondylolisthesis in college football players. A prospective study. *American Journal of Sports Medicine*, 14(5), 404-406.
- McCaw, S.T., & Hoshizaki, T.B. (1987). A kinematic comparison of novice, intermediate, and elite ice skaters. En Johsson, M. (ed.), *Biomechanics X-B* (pp. 637-642). Champaign: Human Kinetics.
- McGill, S.M. (2002). *Low Back Disorders: Evidence based prevention and rehabilitation*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- McHugh, M.P., Connolly, D.A.J., Eston, R.G., & Gleim, G.W. (1999). Exercise-induced muscle damage and potential mechanisms for the repeated bout effect. *Sports Medicine*, 27(3), 157-170.
- McPherson, M.N., Wrigley, A., & Montelpare, W.J. (2004). The biomechanical characteristics of development age hockey players: Determining the effects of body size on the assessment of skating technique. En J. Terauds & H.J. Gros (eds.) (pp. 637-642). Champaign: Human Kinetics.
- Meeuwisse, W. (1994). Assessing causation in sport injury: a multifactorial model. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 4, 166-170.
- Meeuwisse, W.H., & Love, E.J. (1997). Athletic injury reporting development of universal systems. *Sport Medicine*, 24, 184-204.

- Meeuwisse, W.H., & Love, E.J. (1998). Development, implementation, and validation of the Canadian Intercollegiate Sport Injury Registry. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 8, 164-177.
- Mejia E.A., Hennrikus W.L., Schwend R.M. y Emans J.B. (1996). A prospective evaluation of idiopathic left thoracic scoliosis with MRI. *Journal of Pediatric Orthopedics* 16, 354-358.
- Merrifield, H.H., & Cowan, R.F.J. (1973). Groin strain injuries in ice hockey. *The American Journal of Sports Medicine*, 1(2), 41-42.
- Micheli, L. J., & Trepman, E. (1990). Spinal deformities. En: F. J. Torg, R. P. Welsh, y R. J. Shephard (eds.), *Current therapy in sports medicine*, segunda edición, (pp. 335-340). Philadelphia, PA: B.C. Decker.
- Mikkelsen, L.O., Nupponen, H., Kaprio, J., Kautiainen, H., Mikkelsen, M., & Kujala, U.M. (2006). Adolescent flexibility, endurance strength, and physical activity as predictors of adult tension neck, low back pain, and knee injury: a 25 year follow up study. *British Journal of Sport Medicine*, 40(2), 107-113.
- Minkoff, J., Varlotta, G., & Simonson, B. (1994). Ice hockey. En Freddie H. Fu, y David A. Stone, (eds.). *Sports injuries: mechanisms, prevention, treatment* (pp. 397-444), Baltimore, USA: Lippincott, Williams & Wilkins.
- Mitchell, T., Burnett, A., & O'Sullivan, P. (2016). The athletic spine. En D. Joyce and D. Lewindon. *Sports injury prevention and rehabilitation. Integrating medicine and science for performance solutions* (pp. 289-306). New York, EE.UU: Routledge.
- Mölsa, J., Airaksinen, O., Näsman, O., & Torstila, I. (1997). Ice hockey injuries in Finland. A prospective epidemiologic study. *The American Journal of Sports Medicine*, 25(4), 495-499. <http://doi.org/10.1177/036354659702500412>
- Mölsa, J., Kujala, U., Myllynen, P., Torsila, I., & Airaksinen, O. (2003). Injuries to the upper extremity in ice hockey: analysis of a series of 760 injuries. *The American Journal of Sports Medicine*, 5(31), 751-757.

- Mölsa, J., Kujala, U., Näsman, O., Lehtipuu, T.P., & Airaksinen, O. (2000). Injury profile in ice hockey from the 1970's through the 1990's in Finland. *The American Journal of Sports Medicine*, 3(28), 322-327.
- Moore, K.L., & Agur, A.M.R. (1998). *Compendio de anatomía con orientación clínica*. MASSON-Williams & Wilkins. Barcelona.
- Moreno, V., Rodríguez, J., & Seco, J. (2008). Epidemiología de las lesiones deportivas. *Fisioterapia*, 30(1), 40-48.
- Moreno-Alcaraz, V.J., López-Miñarro, P.A., & Rodríguez García, P.L. (2012). Recreational inline skating injuries and prevention: A review. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*, 12(45), 179-193.
- Mortazavi, J., Zebardast, J., & Mirzashahi, B. (2015). Low Back Pain in Athletes. *Asian Journal of Sports Medicine*, 6(62), e24718 [https://doi.org/10.5812/asjasm.6\(2\)2015.24718](https://doi.org/10.5812/asjasm.6(2)2015.24718) PMID: 26448841
- Muller, D.L., Renström, P.A.F.H., & Pyne, J.I.B. (1999). *Lesiones en Patinaje. En Prácticas clínicas sobre asistencia y prevención de lesiones deportivas*. Publicación de la Comisión Médica Deportiva del COI. Paidotribo. Barcelona. pag. 806-814.
- Murray, D.W., & Bulstrode, C.J. (1996). The development of adolescent idiopathic scoliosis. *European Spine Journal*, 5(4), 251-257.
- Murtaugh, K. (2001). Injury patterns among female field hockey players. *Medicine Science of Sports Exercise*, 33, 201-207.
- Muyor, J.M., Alacid, F., López-Miñarro, P.A. y Casimiro, A.J. (2012) Evolution of spinal morphology and pelvic tilt in cyclists of different ages. A cross sectional study. *International Journal of Morphology* 30, 199-204.
- Muyor, J.M., López-Miñarro, P.A., & Alacid, F. (2013). Valoración del raquis torácico, lumbar e inclinación pélvica en ciclistas de categoría de élite y máster 30. *Apunts. Educación Física y Deportes*, 108, 17-25.
- Muyor, J.M., Sánchez-Sánchez, E., Sanz-Rivas, D., & López-Miñarro, P.A. (2013). Sagittal spinal morphology in highly trained adolescent tennis players. *Journal of Sports Science & Medicine*, 12(3), 588-593.

- Nachemson, A. (1963). The influence of spinal movements on the lumbar intradiscal pressure and on the tensile stresses in the annulus fibrosis. *Acta Orthopaedic Scandinavica*, 33,183-207.
- Nachemson, A. (1992). Lumbar mechanics as revealed by lumbar intradiscal pressure measurements. In: Jayson MIV, ed. *The Lumbar Spine and Back Pain*. 4th ed. Churchill Livingstone, 381-396.
- Newcomer, K., & Sinaki, M. (1996). Low back pain and its relationship to back strength and physical activity in children. *Acta Paediatrica*, 85, 1433–1439.
- Newlands, C., Reid, D., & Parmar, P. (2015). The prevalence, incidence and severity of low back pain among international-level rowers. *British Journal of Sports Medicine*, 49(14), 951-956 <https://doi.org/10.1136/bjsports-2014-093889> PMID: 25645115
- Newsome, P., Tran, D., & Cooke, M. (2001). The role of the mouthguard in the prevention of sports-related dental injuries: A review. *International Journal Paediatric Dental*, 11, 396–404.
- Ng, L., Perich, D., Burnett, A., Campbell, A., & O'Sullivan, P. (2014). Self-reported prevalence, pain intensity and risk factors of low back pain in adolescent rowers. *Journal of Science Medicine Sport*, 17(3), 266-270. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2013.08.003> PMID: 23994346
- Nilsson, C., Wykma, A., & Leanderson, J. (1993). Spinal mobility and joint laxity in young ballet dancers. A comparative study between first-year students at the Swedish ballet school and a control group. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 1(3-4), 206-208.
- Noll, M., de Avelar, I.S., Lehnen, G.C., & Vieira, M.F. (2016). Back pain prevalence and its associated factors in Brazilian athletes from public high schools: a cross-sectional study. *Plos One*, 11(3), e0150542. doi:10.1371/journal.pone.0150542
- Norkin, C.C., & White, D.J. (2006). *Goniometría. Evaluación de la Movilidad Articular*. Madrid: Marban.
- Norkin, C.C., & White, D.J. (2016). *Measurement of Joint Motion: A Guide To Goniometry*. 5th Edition. Philadelphia: F.A. Davis Company, 592 p.
- Norris, C.M. (2004). *La guía completa de los estiramientos*. Barcelona, España: Paidotribo.

- Norton, K., & Olds, T. (2001). Morphological evolution of athletes over the 20th century: causes and consequences. *Sports Medicine*, 31, 763-783.
- O'Sullivan, P. (2012). It's time for change with the management of non-specific chronic low back pain. *British Journal of Sports Medicine*, 46(4), 224-227.
- O'Sullivan, P.B., Beales, D.J., & Smith, H.J. (2012a). Low back pain in 17 years old has substantial impact and represents an important public health disorder: A cross-sectional study. *BMC Public Health*, 12, 100. doi: 10.1186/1471-2458-12-100.
- Oberg, B., Ekstrand, J., Möller, M., & Gillquist, J. (1984). Muscle strength and flexibility in different positions of soccer players. *International Journal of Sports Medicine*, 5(4), 213-216.
- Ogurkowska, M.B. (2007). Pathological changes in lumbar-sacral intervertebral discs in professional rowers. *Biology of Sport*, 24(4), 375-388.
- Ogurkowska, M.B., & Kawalek, K. (2017). Evaluation of functional and structural changes affecting the lumbar spine in professional field hockey players. *Acta of Bioengineering and Biomechanics*, 19(2), 51-58.
- Öhlen, G., Wredmark, T., & Spangfort, E. (1989). Spinal sagittal configuration and mobility related to low back pain in the female gymnast. *Spine*, 14(8), 847-850.
- Okamura, S., Wada, N., Tazawa, M., Sohmiya, M., Ibe, Y., Shimizu, T., Usuda, S. & Shirakura, K. (2014). Injuries and disorders among young ice skaters: relationship with generalized joint laxity and tightness. *Open Access Journal of Sports Medicine*, 5, 191-195.
- Oliveira, A.S.C., Barbieri, F.A., & Gonçalves, M. (2013). Flexibility, torque and kick performance in soccer: Effect of dominance. *Science & Sports*, 28(3), 67-70.
- Page, P. (1975). *Biomechanics of forward skating in ice hockey* (master's thesis), Dalhousie University, Halifax, Nova Scotia, Canada.
- Pallant, J. (2007). *SPSS survival manual: a step by step guide to data analysis using SPSS*. Philadelphia: Open University Press.
- Palmer, M.L., & Epler, M.E. (2002). *Fundamentos de las técnicas de la evaluación musculoesquelética*. Barcelona: Paidotribo.

- Parkinson, R.J., Beach, T., & Callaghan, J.P. (2004). The timevarying response of the in vivo lumbar spine to dynamic repetitive flexion. *Clinical Biomechanics*, 19, 330-336.
- Pastor, A. (2000). *Estudio del morfotipo sagital de la columna y de la extensibilidad de la musculatura isquiosural de jóvenes nadadores de élite españoles*. [Tesis Doctoral]. Universidad de Murcia.
- Pastor, A., Santonja, F., Ferrer, V., Domínguez, F., & Canteras, M. (2002). Determinación del morfotipo sagital de la columna de jóvenes nadadores de elite españoles. *Selección*, 11, 268-269.
- Pearsall, D.J., Turcotte, R.A., Levangie, M.C., & Forget, S. (2014). Biomechanical adaptation in ice hockey skating. In: Hong Y, ed. *Routledge Handbook of Ergonomics in Sport and Exercise*. New York, NY: Routledge; 37-46.
- Pearsall, DJ., Turcotte, RA., & Murphy, SD. (2000). Biomechanics of ice hockey. En W.E. Garrett and D.T. Kirkendall (Ed.), *Exercise and Sport Science* (pp. 675-691). Philadelphia, USA: Williams & Wilkins.
- Perrey, S., Millet, G.Y., Candau, R., & Rouillon, J.D. (1998). Stretch-shortening cycle in roller ski skating: effects of technique. *International Journal of Sports Medicine*, 19(8), 513-520. DOI: 10.1055/s-2007-971953.
- Petersen, J., & Hölmich, P. (2005). Evidence based prevention of hamstring injuries in sport. *British Journal of Sports Medicine*, 39(6), 319-323.
- Peterson, F., Kendall, E., & Geise P. (2005). *Músculos, Pruebas, funciones y dolor postural*. (4ª ed). Madrid: Marbán, S.L.
- Pickard, G. (2018). *USA Roller Sorts: History of Inline hockey*. United States Olympic Committee. Recuperado de <https://www.teamusa.org/USA-Roller-Sports/Inline-Hockey/History-of-Inline-Hockey>.
- Polga, D.J., Beaubien, B.P., Kallemeier, P.M., Schellhas, K.P., Lew, W.D., Buttermann, G.R., & Wood, K.B. (2004). Measurement of in vivo intradiscal pressure in healthy thoracic intervertebral discs. *Spine*, 29(12), 1320-1324.



- Polites, S.F., Sebastian, A.S., Habermann, E.B., Iqbal, C.W., Stuart, M.J., & Ishitani, M.B. (2014). Youth ice hockey injuries over 16 years at a pediatric trauma center. *Pediatrics*, *133*(6), 1601-1607.
- Popkin, C.A., Schulz, B.M., Park, C.N., Bottiglieri, T.S., & Lynch, T.S. (2016). Evaluation, management and prevention of lower extremity youth ice hockey injuries. *Journal of Sports Medicine*, *7*, 167-176.
- Pout, R (1993). *The early years of English Roller Hockey*. London: Ramsgate: Thanet Printing Works.
- Press, C.M., Gupta, A., & Hutchinson, M.R. (2009). Management of ankle syndesmosis injuries in the athlete. *Current Sports Medicine Reports*, *8*, 228–33.
- Propst-Proctor, S.L., & Bleck, A.A. (1983). Radiographic determination of lordosis and kyphosis normal and scoliotic children. *Journal of Pediatric Orthopedics*, *3*, 344-346.
- Purcell, L., & Micheli L. (2009). Low back pain in young athletes. *Sports Health*, *1*(3), 212-222. doi:10.1177/1941738109334212
- Quinney, H.A., Dewart, R., Game, A., Snyder, G., Warburton, D., & Bell, G. (2008). A 26 year physiological description of a National Hockey League team. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, *33*(4), 753-760.
- Rahnama, N., Lees, A., & Bambaecichi, E. (2005). Comparison of muscle strength and flexibility between the preferred and non-preferred leg in English soccer players. *Ergonomics*, *48* (11-14), 1568–1575.
- Rajabi, R., Alizadeh M., & Mobarakabadi, L. (2007). Comparison of thoracic kyphosis in group of elite female hockey players and a group of non-athletic female subjects. 24<sup>th</sup> Universidade Banhhok. FISU Conference 9-12. August, pp. 366-370.
- Rajabi, R., Doherty, P., Goodarzi, M., & Hemayattalab, R. (2008). Comparison of thoracic kyphosis in two groups of elite Greco-Roman and freestyle wrestlers and a group of non-athletic participants. *British Journal of Sports Medicine*, *42*(3), 229-232.
- Rajabi, R., Mobarakabadi, L., Alizadhen, H.M., & Hendrich, P. (2012). Thoracic kyphosis comparisons in adolescent female competitive field hockey players and untrained controls. *The Journal of Sport Medicine and Physical Fitness*, *52*(5), 545-550.

- Real Federación Española de Patinaje (RFEP), (2014). Reglas de juego de hockey sobre patines en línea. Recuperado de [http://fep.es/website/infoFep\\_reglamentos.asp?modalidad=18](http://fep.es/website/infoFep_reglamentos.asp?modalidad=18). Consultado el 20 de mayo de 2017.
- Reilly, T., & Seaton, A. (1990). Physiological strain unique to field hockey. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 30, 142-146.
- Remström, P.A.F.H. (1999). *Prácticas clínicas sobre asistencia y prevención de lesiones deportivas. Publicación de la Comisión Médica del COI en colaboración con la Federación Internacional de Medicina Deportiva*. Paidotribo: Barcelona.
- Renaud, P., Robbins, S.M.K., Dixon, P.C., Shell, J.R., Turcotte, R.A., & Pearsall, D.J. (2017). Ice hockey skate starts: A comparison of high and low caliber skaters. *Sports Engineering*, DOI: 10.1007/s12283-017-0227-0.
- Riewald, S. (2004). Stretching the limits of our knowledge on Stretching. *Strength and Conditioning Journal*, 26(5), 58-59.
- Rinonapoli, G., Comminiello, P., Graziani, M., Marrani, F., Bisaccia, M., Manfreda, F., Rollo, G., & Meccariello, L. (2017). Causes of low back pain in sport. Literature review. *Canadian Open Orthopaedics and Traumatology Journal*, 4(3), 1-11.
- Rishiraj, N., Lloyd-Smith, R., Lorenz, T., Niven, B., & Michel, M. (2009). University men's ice hockey: rates and risk of injuries over 6 years. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 49(2), 159-166.
- Roberts, W.O., Brust, J.D., Leonard, B., & Herbert, B.J. (1996). Fair-play rules and injury reduction in ice hockey. *Archives Pediatric Adolescent Medicine*, 150(2), 140-145.
- Rodríguez, L., & Gusi, N. (2002). *Manual de prevención y rehabilitación de lesiones deportivas*. Madrid, España: Síntesis.
- Rodríguez, P.L., Santonja, F.M., López-Miñarro, P.A., Sainz de Baranda, P., & Yuste, J.L. (2008). Effect of physical education stretching programme on sit-and-reach score in schoolchildren. *Science & Sports*, 23(3/4), 170-175.

- Rodríguez-García, P.L., & López-Miñarro, P.A. (2008). Comparison of hamstring criterion-related validity, sagittal spinal curvatures, pelvic tilt and score between sit-and-reach and toe-touch tests in athletes. *Med Sport*, *61*, 11–20.
- Roncarati, A., & McMullen, W. (1988). Correlates of low back pain in a general population sample. A multidisciplinary perspective. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics*, *11*, 158-164.
- Roussouly, P., & Pinheiro-Franco, J.L. (2011). Biomechanical analysis of the spino-pelvic organization and adaptation in pathology. *European Spine Journal*, *20*(5), 609-618.
- Roy, B. (1977). Biomechanical features of different starting position and skating strides in ice hockey. En Asmussen, E. & Jørgensen, K. (ed). *Biomechanics VI-B*. (pp. 137-141). Baltimore, USA: University Park Press.
- Rozan, M., Rouhollahi, V., Rastogi, A., & Dureha, D.K. (2016). Influence of physiological loading on the lumbar spine of national level athletes in different sports. *Journal of Human Kinetics*, *50*, 115-123.
- Ruiz-Cotorro, A., Balius-Matas, R., Estruch-Massana, A.E., & Vilaro-Angulo, J. (2006). Spondylolysis in young tennis players. *British Journal of Sports Medicine*, *40*(5), 441-446.
- Sainz de Baranda, P., Cejudo, A., Ayala, F. & Santonja, F. (2015a). Perfil óptimo de flexibilidad del miembro inferior en jugadoras de fútbol sala. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*, *15*(60), 647-662.
- Sainz de Baranda, P., Cejudo, A., Ayala, F., & Santonja, F. (2015). Perfil de flexibilidad de la extremidad inferior en jugadoras senior de fútbol sala. *Revista Española de Educación Física y Deportes*, *409*, 35-48.
- Sainz de Baranda, P., Ferrer, V., Martínez, L., Santonja, F., Rodríguez-García, P.L., Andújar, P., Carrión, M., & García, M.J. (2001). *Morfotipo del futbolista profesional*. En Actas del II Congreso Internacional de Educación Física y Diversidad (pp.293-295). Murcia.
- Sainz de Baranda, P., Rodríguez-García, P.L., & Santonja, F. (2010). Efectos sobre la disposición sagital del raquis de un programa de Educación Postural en Educación Física de Primaria. *Apuntes Educación Física y Deporte*, *4*(102), 16–21.

- Sainz de Baranda, P., Santonja, F., & Rodríguez-Iñiesta, M. (2009). Valoración de la disposición sagital del raquis en gimnastas especialistas en trampolín. *RICYDE. Revista Internacional de Ciencias del Deporte*, 5(16), 21–33.
- Sainz de Baranda, P., Santonja, F., & Rodríguez-Iñiesta, M. (2010). Tiempo de entrenamiento y plano sagital del raquies en gimnastas de trampolín. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y del Deporte*, 10(40), 521-536.
- Salminen, J.J., Oksanen, A., Maki, P., Pentti, J., & Kujala, U.M. (1993). Leisure time physical activity in the young: correlation with low back pain, spinal mobility, and trunk muscle strength in the 15 year old school children. *International Journal Sports Medicine*, 14, 406-410.
- Salminen, J.J., Pentti, J., & Terho, P. (1992). Low back pain and disability in 14 year old schoolchildren. *Acta Paediatrica*, 81, 1035-1039.
- Sánchez-Sánchez, J., Pérez, A., Boada, P., García, M., Moreno, C., & Carretero, M. (2014). Estudio de la flexibilidad de luchadores de kickboxing de nivel Internacional. *Archivos de Medicina del Deporte*, 31(2), 85-91.
- Santana, J.C. (2004). Flexibility more is not necessarily better. *Strength and Conditioning Journal*, 26(1), 14-15.
- Santonja, F. (1993) Exploración clínica y radiográfica del raquis sagital. Sus correlaciones (premio SOCUMOT- 91). *Murcia: Secretariado de publicaciones e intercambio científico*. Universidad de Murcia.
- Santonja, F. (1996). Las desviaciones sagitales del raquis y su relación con la práctica deportiva. En V. Ferrer, L. Martínez y F. Santonja (Coords.), *Escolar: Medicina y Deporte* (pp. 251-268). Albacete: Diputación Provincial de Albacete.
- Santonja, F., & Martínez, I. (1992b). Síndrome de acortamiento de la musculatura isquiosural. En F. e I. Martínez (Eds.), *Valoración médico-deportiva del escolar* (pp. 245-258). Murcia: Universidad de Murcia.
- Santonja, F., & Martínez, I. (1995). Raquis y deporte ¿cuál sí y cuándo? *Selección*, 4(1), 28-38.
- Santonja, F., & Morales, P. (2008). Ejercicios de acondicionamiento muscular orientados a la prevención y terapia de las patologías raquídeas (I). Plano sagital. In: Rodríguez PL.

- Ejercicio Físico en salas de Acondicionamiento muscular. Bases científico-médicas para una práctica segura y saludable. Madrid: Panamericana, p. 241-55.
- Santonja, F., Andújar, P., & Martínez, I. (1994). Ángulo lumbo-horizontal y valoración de repercusiones del Síndrome de Isquiosurales Cortos. *Apunts de Medicina del Deporte*, 31, 103-111.
- Santonja, F., Ferrer, V., & Martínez, I. (1995). Exploración clínica del síndrome de isquiosurales cortos. *Selección*, 4(2), 137-145.
- Santonja, F., Pastor, A., & Serna, L. (2000). Valoración radiográfica de las desalineaciones sagitales del raquis. *Selección*, 9(4), 216-229.
- Sanz-Mengibar, J.M., Sainz-de-Baranda, P., & Santonja-Medina, F. (2018). Training intensity and sagittal curvature of the spine in male and female artistic gymnasts. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 58(4), 465-471.
- Sato, T., Ito, T., Hirano, T., Morita, O., Kikuchi, R., Endo, N., & Tanabe, N. (2011). Low back pain in childhood and adolescence: assessment of sports activities. *European Spine Journal*, 20(1), 94-99.
- Saur, P.M.M., Ensink, F.B.M., Frese, K., Seeger, D., & Hildebrandt, J. (1996). Lumbar range of motion: Reliability and validity of the inclinometer technique in the clinical measurement of trunk flexibility. *Spine*, 21(11), 1332-1338.
- Schick, D.M., & Meeuwisse, W.H. (2003). Injury rates and profiles in female ice hockey players. *The American Journal of Sport Medicine*, 31(1), 47-52.
- Schultz, A.B., Andersson, C.B.I., Ortengren, R., Bjork, R., & Nordin, M. (1982). Analysis and quantitative myoelectric measurements of loads on the lumbar spine when holding weights in standing postures. *Spine*, 7, 390-397.
- Selanne, H., Ryba, T.V., Siekkinen, K., Kyröläinen, H., Kautiainen, H., Hakonen, H., Mikkelsson, M., & Kujala, U.M. (2014). The prevalence of musculoskeletal pain and use of painkillers among adolescent male ice hockey players in Finland. *Health Psychology & Behavioural Medicine*, 2(1), 448-454.
- Serna, L., Santonja, F., & Pastor, A. (1996). Exploración clínica del plano sagital del raquis. *Selección*, 5(2), 36-50.

- Sexton, P., & Chambers, J. (2006). The importance of flexibility for functional range of motion. *Athletic Therapy Today, 11*(3), 13-17.
- Shehab, D.K., & Al-Jarallah, K.F. (2005). Nonspecific low back pain in Kuwaiti children and adolescents: associated factors. *Journal Adolescent Health, 36*(1), 32-35.
- Shell, J.R., Robbins, S.M.K., Dixon P.C., Renaud, P.J., Trcotte, R.A. Wu T., & Pearsall, D.J. (2017). Skating start propulsion: three-dimensional kinematic analysis of elite male and female ice hockey players. *Sports Biomechanics, 16*(3), 313-324.
- Shin, G., D'Souza, C., & Liu, Y. (2009). Creep and fatigue development in the low back pain in static flexion. *Spine, 34*(17), 1873-1878.
- Shindle, M.K., Marx, R.G., Kelly, B.T., Bisson, L., & Burke, C.J. (2010). Hockey injuries: a pediatric sports update. *Current Opinion in Pediatric, 22*(1), 54-60.
- Shrier, I. (1999). Stretching before exercise does not reduce the risk of local muscle injury: a critical review of the clinical and basic science literature. *Clinical Journal of Sport Medicine, 9*(4), 221-227.
- Sim, F.H., & Chao, E.Y. (1978). Injury potential in modern ice hockey. *American Journal of Sports Medicine, 6*(6), 378-384.
- Simunic, I., Broom., D., & Rovertson, P. (2001). Biomechanical factors influencing nuclear disruption of the intervertebral disc. *Spine, 26*(11), 1223-1230.
- Sitthipornvorakul, E., Janwantanakul, P., Purepong, N., Pensri, P., & van der Beek, A.J. (2011). The association between physical activity and neck and low back pain: a systematic review. *European Spine Journal, 20*(5), 677-689 <https://doi.org/10.1007/s00586-010-1630-4> PMID: 21113635
- Smith, A., O'Sullivan, P., & Straker, L. (2008). Classification of sagittal thoraco-lumbo-pelvic alignment of the adolescent spine in standing and its relationship to low back pain. *Spine, 33*(19), 2101-2107.
- Smith, A.M., Stuart, M.J., & Dodick, D.W. (2015). Ice Hockey Summit II: zero tolerance for head hits and fighting. *Current Sports Medicine Reports, 14*(2), 135-144.

- Smith, A.M., Stuart, M.J., Wiese-Bjornstal, D.M., & Gunnon, C. (1997). Predictors of injury in ice hockey players: A multivariate, multidisciplinary approach. *The American Journal of Sports Medicine*, 25(4), 500-507.
- Solomonow, M., Zhou, B., Barratta, R.V., Lu, Y., & Harris, M. (1999). Biomechanics on increased exposure to lumbar injury caused by cyclic loading: part 1. Loss of reflexive muscular stabilization. *Spine*, 24(23), 2426-2441.
- Solovjova, J., Upitis, I., Grants, J., & Kalmikovs J.J. (2014). Postural disorders in young athletes. *Education Physical Training in Sports*, 1(92), 49-54.
- Song, T.M.K., & Reid, R. (1979). Relationship of lower limb flexibility, strength and anthropometric measures to skating speed. En J. Terauds & H.J. Gross (ed.), *Science in skiing, skating and hockey* (pp. 83-98). Del Mar, California, USA: Academic Publishers.
- Stagnara, P., DeMauroy, J.C., Dran, G., Gonon, G.P., Costanzo, G., Dimnet, J., & Pasquet, A. (1982). Reciprocal angulation of vertebral bodies in a sagittal plane: Approach to references in the evaluation of kyphosis and lordosis. *Spine*, 7(4), 335-342.
- Stamm L. (1989). *Power Skating*, 2nd ed. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Standaert, C.J., & Herring, S.A. (2000). Spondylolysis: a critical review. *British Journal of Sports Medicine*, 34(6), 415-422.
- Stevens, S.T., Lassonde, M., de Beaumont, L., & Keenan, J.P. (2006). The effect of visors on the head and facial injury in National Hockey League players. *Journal of Science Medicine in Sport*, 9(3), 238-242.
- Stovitz, S.D., & Shirer, I. (2012). Injury rates in team sport events: tackling challenges in assessing exposure time. *British Journal of Sports Medicine*. doi:10.1136/bjsports-2011-090693.
- Stuart, M.J. Prevention of ice hockey injuries. *Mayo Clinic*. Rochester. En
- Stuart, M.J., & Smith, A. (1995). Injuries in Junior A hockey: a three-year prospective study. *The American Journal of Sports Medicine*, 23(4), 458-461.
- Stuart, M.J., Smith, A.M., Malo-Ortiguera, S.A., Fischer, T.L., & Larson, D.R. (2002). A comparison of facial protection and the incidence of head, neck and facial injuries in

- junior hockey players: a function of individual playing time. *American Journal of Sports Medicine*, 30(1), 39-44.
- Stull, J. D., Philippon, M.C., & LaPrade, R.F. (2011). "At-Risk" Positioning and Hip Biomechanics of the Peewee Ice Hockey Sprint Start. *The American Journal of Sport Medicine*, 39(1), 29-35.
- Su, H., Chang, N.J., Wu, W.L., Guo, L.Y., & Chu, I.H. (2017). Acute effects of foam rolling, static stretching, and dynamic stretching during warm-ups on muscular flexibility and strength in young adults. *Journal of Sport Rehabilitation*, 26(6), 469-477.
- Sward, L. (1992). The thoracolumbar spine in young elite athletes. Current concepts on the effects of physical training. *Sport Medical Journal*, 13(5), 257-264.
- Swärd, L., Eriksson, B., & Peterson, L. (1990). Anthropometric characteristics, passive hip flexion, and spinal mobility in relation to back pain in athletes. *Spine*, 15, 376-382.
- Swärd, L., Hellstrom, M., Jacobsson, B., Nyman, R., & Peterson, L. (1991). Disc degeneration and associated abnormalities of the spine in elite gymnasts. A magnetic resonance imaging study. *Spine*, 16(4), 437-443.
- Taimela, S., Kankaanpää, M., & Luoto, S. (1999). The effect of lumbar fatigue on the ability to sense a change in lumbar position. A controlled study. *Spine*, 24(13), 1322-1327.
- Tak, I., Engelaar, L., Gouttebauge, V., Barendrecht, M., Van den Heuvel, S., Kerkhoffs, G., Langhout, R., Stubbe J., & Weir, A. (2017). Is lower hip range of motion a risk factor for groin pain in athletes? A systematic review with clinical applications. *British Journal of Sports Medicine*, 51(22), 1611-1621.
- Takahara, Y., Urabe, Y., Nishiwaki, G.A., Tanaka, K., & Miyashita, K. (2009). Low back-muscle fatigue influences lumbar curvature. *Journal of Sport Rehabilitation*, 18(2), 327-336.
- Taunton, J.E., Ryan, M.B., Clement, D.B., McKenzie, D.C., Lloyd-Smith, D.R., & Zumbo, B.D. (2002). A retrospective case-control analysis of 2002 running injuries. *British Journal of Sports Medicine*, 36, 95-101.
- Taylor, K.L., Sheppard, J.M., Lee, H., & Plummer, N. (2009). Negative effect of static stretching restored when combined with a sport specific warm-up component. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 12(6), 657-661.



- Thacker, S.B., Gilchrist, J., Stroup, D.F., & Kimsey, C.D. (2004). The impact of stretching on sports injury risk: a systematic review of the literature. *Medicine Science of Sports Exercise, 36*, 371-378.
- Thacker, S.B., Stroup, D.F., Branche, C.M., Gilchrist, J., Goodman, R.A., & Kelling, E.P. (2003). Prevention of knee injuries in sports: A systematic review of the literature. *Journal of Sports Medicine and the Physical Fitness, 43*(2), 165-179.
- Thacker, S.B., Stroup, D.F., Branche, C.M., Gilchrist, J., Goodman, R.A., & Weitman, E.A. (1999). The prevention of ankle sprains in sports: A systematic review of the literature. *American Journal of Sports Medicine, 27*(6), 753-760.
- The National Collegiate Athletic Association (NCAA), (2014). *Sports Medicine Handbook 2014-2015*. National Collegiate Athletic Association. Indianapolis. Recuperado de <https://www.ncaapublications.com/p-4374-2014-15-ncaa-sports-medicine-handbook.aspx>
- Thougan, B.E., Mancini, A.J., Mandell, J.A., Cohen, D.E., & Sanchez, M.R. (2011). Skin conditions in figure skaters, ice hockey players and speed skaters: part II – cold induced infectious and inflammatory dermatoses. *Sport Medicine, 41*(11), 967-984.
- Trompeter, K., Fett, D., & Platen, P. (2017). Prevalence of back pain in sports. A systematic of the literature. *Sports Medicine, 47*(6), 1183-1207.
- Tuominen, M., Stuart, M.J., Aubry, M., Kannus, P., & Parkkari, J. (2014). Injuries in men's international ice hockey: a 7 year study of the International Ice Hockey Federation Adult World Championship Tournaments and Olympic Winter Games. *British Journal of Sports Medicine, 49*(1), 30-36.
- Tuominen, M., Stuart, M.J., Aubry, M., Kannus, P., & Parkkari, J. (2017). Injuries in world junior ice hockey championships between 2006-2015. *British Journal of Sports Medicine, 51*(1), 36-43.
- Turki-Belkhiria, L., Chaouachi, A., Turki, O., Chtourou, H., Chtara, M., Chamari, K., & Behm, D. G. (2014). Eight weeks of dynamic stretching during warm-ups improves jump power but not repeated or single sprint performance. *European Journal of Sport Science, 14*(1), 19-27.

- Tüzün C., Yorulmaz I., Cindas A., & Vatan S. (1999). Low back pain and posture. *Clinical Rheumatology*, 18(4), 308-312.
- Twist, P., & Rhodes, T. (1993). The bioenergetic and physiological demands of ice hockey. *National Strength and Conditioning Association Journal*, 15(5), 68-70.
- Tyler, T.F., Nicholas, S.J., Campbell, R.J., & McHugh, M.P. (2001). The association of hip strength and flexibility with the incidence of adductor muscle strains in professional ice hockey players. *The American Journal of Sports Medicine*, 29(2), 124-128.
- Tyler, T.F., Nicholas, S.J., Campbell, R.J., Donellan, S., & Mchugh, M.P. (2002). The effectiveness of a preseason exercise program to prevent adductor muscle strains in professional ice hockey players. *The American Journal of Sports Medicine*, 30(5), 680-683.
- Uetake, T., Ohtsuke, F., Tanaka, H., & Shindo, M. (1998). The vertebral curvature of sportsmen. *Journal of Sports Science*, 16, 621-628.
- Upjohn, T., Turcotte, R., Pearsall D.J., & Loh, J. (2008). Three-dimensional kinematics of the lower limbs during forward ice hockey skating. *Sports Biomechanic*, 7(2), 206-221.
- USA Roller Sports (USARS) (2019). Inline hockey. Recuperado de <https://www.teamusa.org/usa-roller-sports/inline-hockey-w-aau>.
- Usabiaga, J., Crespo, R., Iza, I., Aramendi, J., Terrados, N., & Poza, J.J. (1997). Adaptation of the lumbar spine to different positions in bicycle racing. *Spine*, 22(17), 1965-1969.
- Vad, V.B., Gebeh, A., Dines, D., Altchek, D. & Norris, B. (2003). Hip and shoulder internal rotation range of motion deficits in professional tennis players. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 6(1), 71-75.
- Van Hilst, J., Hilgersom, N.F.J, Kuilman, M.C., Paul, P., Kuijjer, F.M., & Frings-Dresen, M.H.W. (2015). Low back pain in young elite field hockey players, football players and speed skaters: prevalence and risk factors. *Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation*, 28(1), 67-73.
- Van Ingen, G.J., DeGroot, G., Secheurs, A.W., Meester, H., & Koning, J.J. (1996). A new skate allowing powerful plantar flexion improves performance. *Medicine Science of Sports Exercise*, 28(4), 531-535.

- Van Mechelen, W., Hlobil, H., & Kemper, H. (1992). Incidence, severity, etiology and prevention of sports injuries. *Sports Medicine*, 14, 82-99.
- Van Tiggelen, D., Wickes, S., Stevens, V., Roosen, P., & Vitvrouw E. (2008). Effective prevention of sports injuries: A model integrating efficacy, efficiency, compliance and risk-taking behavior. *British Journal of Sports Medicine*, 42(8), 648-652.
- Varlotta, G.P., Lager, S.L., Nicholas, S., Browne, M., & Schlifstein, T. (2000). Professional roller hockey injuries. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 10(1), 29-33.
- Vázquez, J., & Solana, M.R. (1991). *Columna vertebral de niños o adolescentes*. Madrid, España: Macula S.L.
- Ventura, N. (1986). Las desviaciones de la columna vertebral. *Medicina Integral*, 8(10), 461-467.
- Videman, T., Sarna, S., Battie, M.C., et al. (1995). The long term effects of physical loading and exercise lifestyles on backrelated symptoms, disability, and spinal pathology among men. *Spine*, 20(6), 699-709.
- Vollmer, D., & Dacey, R.J. (1991). The management of mild and moderate head injuries. *Neurosurgical Clinic of North America*, 2, 437-455.
- Voutsinas, S.A., & MacEwen, G.D. (1986). Sagittal profiles of the spine. *Clinical Orthopaedic*, 210, 235-242.
- Vuori, I.M. (2001). Dose-response of physical activity and low back pain, osteoarthritis, and osteoporosis. *Medicine Science and Sport Exercise*, 33(6 Suppl), S551-586.
- Wang, S.S., Whitney, S.L., Burdett, R.G., & Janosky J.E. (1993). Lower extremity muscular flexibility in long distance runners. *The Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 17(2), 102-107.
- Watson, R.C., Nystrom, M.A., & Buckolz, E. (1997). Safety in Canadian junior ice hockey: the association between ice surface size and injuries and aggressive penalties in the Ontario Hockey League. *Clinic Journal of Sport Medicine*, 7(3), 192-195.
- Weineck, J. (2005). *Entrenamiento total*. Barcelona: Paidotribo.

- Wennberg, R. (2005). Effect of ice surface size on collision rates and head impacts at the World Junior Hockey Championships 2002-2004. *Clinic Journal of Sport Medicine*, 15(2), 67-72.
- Wilcox, C.R.J., Osgood, C.T., White, H.S.F., & Vince, R.V. (2015). Investigating strength and range of motion of the hip complex in ice hockey athletes. *Journal of Sport Rehabilitation*, 24(3), 300-306.
- Wilke, H.J., Neef, P., Hinz, B., Seidel, H., & Claes, L.E. (2001). Intradiscal pressure together with anthropometric data-a data set for the validation of models. *Clinical Biomechanics*, 1, S111-S126.
- Wilke, H.J., Neff, P., Caimi, M., et al. (1999). New in vivo measurements of pressures in the intervertebral disc in daily activities. *Spine*, 24(8), 755-762.
- Witvrouw, E. (2007). Effect of static and ballistic stretching on the muscle-tendon tissue properties. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 39(3), 494-501.
- Witvrouw, E., Dannels, L., Asselman, P., D'Have, T., & Cambier, D. (2003). Muscle flexibility as risk factor for developing muscles injuries in male professional soccer players. A prospective study. *American Journal of Sport Medicine*, 3(1), 41-46.
- Witvrouw, E., Mahieau, N., Danneels, L., & McNair, P. (2004). Stretching and Injury prevention: An obscure relationship. *Sports Medicine*, 34(7), 443-449.
- Wodecki, P., Guigui, P., Hanotel, M. C, Cardinne, L., & Deburge, A. (2002). Sagittal alignment of the spine: comparison between soccer players and subjects without sports activities. *Revue de. Chirurgie. Orthopaedic et . Reparatrice de L'appareil Moteur*, 88, 328-36.
- Wojtys, E.M., Ashton-Miller, J.A., Huston, L.J., & Moga, P.J. (2000). The association between athletic training time and the sagittal curvature of the immature spine. *The American Journal of Sorts Medicine*, 28(4), 490-498.
- Woods, S.E., Diehl, J., Zabat, E., Daggy, M., Engel, A., & Okragly, R. (2008). Is it cost-effective to require recreational ice hockey players to wear facer protecction? *South Medical Journal*, 101(10), 991-995.
- Woods, S.E., Zabat, E., Daggy, M., Diehl, J., Engel, A., & Okragly, R. (2007). Face protection in recreational hockey players. *Family Medicine*, 39(7), 473-476.

- World Skate (2019). Inline hockey Rulebook 2019. Recuperado de <http://www.worldskate.org/inline-hockey/about/regulations.html>.
- World Skate, (2017). *Inline Hockey Roll of Honour*. Recuperado de <http://www.worldskate.org/inline-hockey/honor-roll.html>
- Worrell, T.W., & Perrin, D.H. (1992). Hamstring muscle injury: the influence os strength, flexibility warm-up and fatigue. *Journal Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 16, 12-18.
- Worrell, T.W., Smith, T.L., & Winegardner, J. (1994). Effect of hamstring stretching on hamstring muscle performance. *The Journal of Orthopaedic and Sport Physical Therapy*, 20(3), 154-159.
- Yingling, V. R., Callaghan, J. P., & McGill, S. M. (1997). Dynamic loading affects the mechanical properties and failure site of porcine spines. *Clinical Biomechanics*, 12(5), 301-305.
- Young, S.W., Dakic, J., Stroia, K., Nguyen, M.L., Harris, A.H., & Safran, M.R. (2014). Hip range of motion and association with injury in female professional tennis players. *The American Journal of Sports Medicine*, 42(11), 2654-2658.
- Zakas, A., Vergou, A., Zakas, N., Grammatikopoulou, M.G., & Grammatikopoulou, G.T. (2002). Handball match effect on the flexibility of junior handball players. *Journal of Human Movement Studies*, 43(4), 321-330.



# XI.

# ANEXOS







# ANEXO I

## INFORME DE LA COMISIÓN ÉTICA DE LA UNIVERSIDAD DE MURCIA

UNIVERSIDAD DE MURCIA | Vicerrectorado de Investigación

CEI Comisión de Ética de Investigación

UM CAMPUS MARE NOSTRUM

### INFORME DE LA COMISIÓN DE ÉTICA DE INVESTIGACIÓN DE LA UNIVERSIDAD DE MURCIA

Jaime Peris Riera, Catedrático de Universidad y Secretario de la Comisión de Ética de Investigación de la Universidad de Murcia

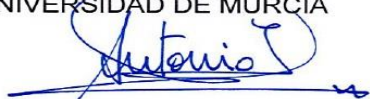
CERTIFICA:

Que D. Victor Jesús Moreno Alcaraz ha presentado la Tesis Doctoral titulada "*Valoración de la disposición sagital de la columna vertebral, dolor lumbar, perfil de extensibilidad de la musculatura del tren inferior y riesgo de lesiones en el jugador/a de Hockey sobre Patines en Línea*", dirigida por la Dr<sup>a</sup>. D<sup>a</sup>. María del Pilar Sainz de Baranda Andújar, a la Comisión de Ética de Investigación.

Que dicha Comisión analizó toda la documentación presentada, y de conformidad con lo acordado el día 27 de abril de 2016<sup>1</sup>, por unanimidad, se emite INFORME FAVORABLE, desde el punto de vista ético de la investigación.

Y para que conste y tenga los efectos que correspondan, firmo esta certificación, con el visto bueno del Presidente de la Comisión, en Murcia a 5 de mayo de 2016.

Vº Bº  
EL PRESIDENTE DE LA COMISIÓN DE ÉTICA DE INVESTIGACIÓN DE LA UNIVERSIDAD DE MURCIA



Fdo.: Antonio Juan García Fernández



ID: 1326/2016

<sup>1</sup> A los efectos de lo establecido en el art. 27.5 de la Ley 30/1992 de 26 de noviembre de Régimen Jurídico de las Administraciones Públicas y del P.A.C. (B.O.E. 27-11), se advierte que el acta de la sesión citada está pendiente de aprobación

## ANEXO II

### CAMPAÑA DE CAPTACIÓN (CARTA FEDERACIONES)

A/A: Presidente del Comité Nacional de Hockey sobre Patines en Línea (RFEP).

De: Departamento de Actividad Física y Deporte. Facultad de Ciencias del Deporte. Universidad de Murcia.

Estimado presidente:

Desde el Área de Investigación del Departamento de Actividad Física y Deporte de la Facultad de Ciencias del Deporte de la Universidad de Murcia, venimos trabajando durante varios años sobre una línea de investigación denominada "Deporte y Columna". Esta línea de investigación pretende, entre otros aspectos, analizar la influencia que la práctica deportiva intensa y continuada ejerce sobre la columna vertebral y la salud de los deportistas.

En este sentido, desde el grupo de investigación "Aparato Locomotor y Deporte", estamos desarrollando un estudio para valorar la influencia de la práctica de Hockey sobre Patines en Línea sobre la columna vertebral de los jugadores, así como la probabilidad de aparición de dolor lumbar. Este mismo proyecto ha sido realizado en otras modalidades deportivas donde la participación de la columna vertebral es considerable, tales como ciclismo, piragüismo, trampolín o gimnasia, obteniendo interesantes resultados.

El objetivo de este estudio es básicamente, analizar y describir el morfotipo sagital de la columna vertebral de los jugadores de Hockey sobre Patines en Línea, el perfil de flexibilidad de la musculatura del tren inferior, la fuerza resistencia de la musculatura del tronco y su relación con las lesiones y específicamente con el dolor lumbar. Valoraremos factores de riesgo de lesión como fortalecimiento y extensibilidad de aquellos grupos musculares que más inciden sobre la alineación del raquis. Con esta información, podremos aportar un mayor conocimiento sobre esta modalidad deportiva, así como recomendaciones sobre medidas de prevención para evitar o minimizar la aparición de lesiones.

Se trata de un estudio pionero en España y dentro de esta modalidad deportiva, ya que hasta la fecha no tenemos constancia de que existan estudios previos que aporten información referente a estos aspectos.

Para poder desarrollar este proyecto, solicitamos su colaboración en el sentido de poder tener acceso al mayor número posible de jugadores para la realización de unas pruebas durante el desarrollo de los "Elite Camps" organizados por el Comité de Hockey sobre Patines en Línea de la RFEP, que tendrán lugar durante el mes de julio de 2016, así como otros posibles eventos o concentraciones que se lleven a cabo.

Las pruebas a las que serán sometidos los jugadores serán de tipo no invasivo. Son pruebas indoloras e inoñas que serán realizadas por personal cualificado. A cada jugador se le valorará mediante las siguientes pruebas:

- Peso/talla.
- Valoración de las curvaturas de la columna vertebral mediante un inclinómetro manual en cuatro posiciones: bipedestación, posición específica sobre los patines sujetando el stick, sedentación relajada y flexión máxima de tronco.
- Test para valorar la extensibilidad de ciertos grupos musculares del miembro inferior (musculatura isquiosural, adductores, abductores).
- Fuerza resistencia de tronco (musculatura abdominal y lumbar).
- Cuestionario escrito para el análisis del perfil lesional y el estudio del dolor lumbar.

Los hallazgos obtenidos durante el desarrollo de este estudio serán difundidos entre la comunidad científica a través de publicaciones en revistas científicas de ámbito nacional e internacional, respetando en todo caso la protección de datos personales y la ética e integridad profesional.

Sin otro particular y esperando su inestimable colaboración, reciba un cordial saludo

Fdo. Pilar Sainz de Baranda  
Directora del Grupo de Investigación



A/A: Presidente del Comité de Hockey línea de la Federación de Patinaje de la Comunidad Valenciana.

De: Facultad de Ciencias del Deporte. Universidad de Murcia.

Estimado presidente:

Desde el Área de Investigación de la Facultad de Ciencias del Deporte de la Universidad de Murcia, venimos trabajando durante varios años sobre una línea de investigación denominada "Deporte y Columna". Esta línea de investigación pretende, entre otros aspectos, analizar la influencia que la práctica deportiva intensa y continuada ejerce sobre la columna vertebral y la salud de los deportistas.

En este sentido, desde el grupo de investigación "Aparato Locomotor y Deporte", estamos desarrollando un estudio para valorar la influencia de la práctica de Hockey sobre Patines en Línea sobre la columna vertebral de los jugadores, así como la probabilidad de aparición de dolor lumbar. Este mismo proyecto ha sido realizado en otras modalidades deportivas donde la participación de la columna vertebral es considerable, tales como ciclismo, piragüismo, trampolín o gimnasia, obteniendo interesantes resultados.

El objetivo de este estudio es básicamente, analizar y describir el morfotipo sagital de la columna vertebral de los jugadores de Hockey sobre Patines en Línea, el perfil de flexibilidad de la musculatura del tren inferior, la fuerza resistencia de la musculatura del tronco y su relación con las lesiones y específicamente con el dolor lumbar. Valoraremos factores de riesgo de lesión como fortalecimiento y extensibilidad de aquellos grupos musculares que más inciden sobre la alineación del raquis. Con esta información, podremos aportar un mayor conocimiento sobre esta modalidad deportiva, así como recomendaciones sobre medidas de prevención para evitar o minimizar la aparición de lesiones.

Se trata de un estudio pionero en España y dentro de esta modalidad deportiva, ya que hasta la fecha no tenemos constancia de que existan estudios previos que aporten información referente a estos aspectos.

Para poder desarrollar este proyecto, solicitamos su colaboración en el sentido de poder tener acceso al mayor número posible de jugadores para la realización de unas pruebas durante el desarrollo de las tecnificaciones o concentraciones de las Selecciones Autonómicas (de cualquier categoría y nivel) organizados por su Federación, así como otros posibles eventos que se lleven a cabo.

---

Grupo de Investigación Aparato locomotor y Deporte.

Facultad de Ciencias del Deporte de la Universidad de Murcia



Las pruebas que definen nuestro protocolo de valoración no son de tipo invasivo y serán realizadas por personal cualificado. De cada jugador se obtendrá:

- Peso/talla.
- Morfotipo Raquídeo. Valoración de las curvaturas de la columna vertebral mediante un inclinómetro manual en cuatro posiciones: bipedestación, posición específica sobre los patines sujetando el stick, sedentación relajada y flexión máxima de tronco.
- Perfil de flexibilidad. Test para valorar la extensibilidad de ciertos grupos musculares del miembro inferior (musculatura isquiosural, adductores, abductores).
- Perfil de fuerza resistencia de tronco (musculatura abdominal y lumbar).
- Perfil lesivo y de dolor de espalda. Cuestionario escrito para el análisis del perfil lesional y el estudio del dolor lumbar.

Los hallazgos obtenidos durante el desarrollo de este estudio servirán para realizar una memoria que será enviada a la Federación con el objetivo de minimizar el riesgo de lesiones y de dolor de espalda de sus jugadores. Este informe incluirá un protocolo preventivo para que los entrenadores utilicen en las distintas categorías. Además, podríamos organizar unas Jornadas de formación para técnicos y jugadores.

Para poder planificar el proceso de mediciones una vez que contemos con su autorización necesitaríamos saber las fechas y lugares de las concentraciones. El equipo de investigación se desplazaría al lugar de la concentración y realizaría las mediciones.

Además, sería interesante para poder realizar el estudio sobre el perfil lesivo de sus deportistas enviar un cuestionario a todos los clubes de su Comunidad Autónoma.

Sin otro particular y esperando su inestimable colaboración, reciba un cordial saludo.

Fdo. Pilar Sainz de Baranda  
Directora del Grupo de Investigación

---

Grupo de Investigación Aparato locomotor y Deporte.

Facultad de Ciencias del Deporte de la Universidad de Murcia



# ANEXO III

## HOJA DE REGISTRO DE LESIONES

### HOJA DE REGISTRO DE LESIONES HOCKEY SOBRE PATINES EN LÍNEA

#### DEFINICIÓN DE LESIÓN

En el contexto de este estudio, definimos lesión como aquella que reúne todos los requisitos siguientes:

1. Ocurre durante o como consecuencia de la práctica deportiva del hockey línea (entrenamiento, competición).
2. Requiere ser retirado de la pista y ser evaluado o recibir atención médica por personal cualificado.
3. Tiene como consecuencia la pérdida de al menos 1 día de entrenamiento o partido, o bien, el no poder jugar durante el resto del periodo del partido en el que se produce la lesión.

#### OBJETIVOS

Con esta iniciativa se pretende llevar a cabo un seguimiento de las lesiones producidas a consecuencia de la práctica del Hockey sobre Patines en Línea, con el objetivo de:

- Describir las lesiones más comunes en nuestro deporte para un mejor conocimiento de él.
- Detectar factores de riesgo de lesiones en Hockey sobre Patines en Línea.
- Adoptar medidas de prevención adecuadas para evitar o reducir en la medida posible el nivel de incidencia de lesiones y su gravedad (cambios en la reglamentación, uso de equipo de protección, diseño de programas de entrenamiento para prevención, concienciación por parte de jugadores y entrenadores...)

#### ESTA HOJA DE REGISTRO DEBE SER COMPLETADA CADA VEZ QUE

- Se produzca una lesión por parte de un jugador, entrenador o auxiliar en el banquillo, durante un entrenamiento o partido, ya sea dentro o fuera de la pista como consecuencia del juego o del entrenamiento.
- Se deberá rellenar una hoja de registro por cada lesión y por jugador, entrenador o auxiliar lesionado.

#### ¿QUIÉN DEBE RELLENAR LA HOJA DE REGISTRO Y ENVIARLA?

- El entrenador o responsable técnico del equipo o del club es la persona más apropiada para llevar a cabo esta tarea.

#### ¿CÓMO COMPLETAR LA HOJA DE REGISTRO?

- Marcar con una cruz (X), la opción u opciones más adecuadas en cada apartado.
- Contestar a todas las preguntas, rellenando todos los campos.
- Aportar la máxima información posible sobre las lesiones.
- Rellenar una sola hoja por cada lesión y jugador.
- Toda la información aportada en esta hoja de registro es totalmente CONFIDENCIAL y sólo será utilizada con los fines previstos para este estudio.
- Hacer las fotocopias que sean necesarias para tener siempre hojas disponibles.

*En cumplimiento con la Ley Orgánica 15/1999, de 13 de diciembre de Protección de Datos de Carácter Personal, le comunicamos que la información que ha facilitado pasará a formar parte del fichero automatizado de la Universidad de Murcia con la finalidad de INVESTIGACIÓN Y DOCENCIA EN LAS ÁREAS DE EDUCACIÓN FÍSICA Y DEPORTE pertenecientes al DEPARTAMENTO DE ACTIVIDAD FÍSICA Y DEPORTE de la FACULTAD DE CIENCIAS DEL DEPORTE DE LA UNIVERSIDAD DE MURCIA. Tiene derecho a acceder a esta información y cancelarla o rectificarla dirigiéndose al domicilio de la entidad (C/ Argentina s/n. 30071 San Javier-Murcia).*

ENVIAR POR CORREO ELECTRÓNICO A:

victorjm@um.es

Departamento de Actividad Física y Deporte  
Facultad de Ciencias del Deporte  
Universidad de Murcia

!! GRACIAS POR TU COLABORACIÓN !!



HOJA DE REGISTRO DE LESIONES EN HOCKEY SOBRE PATINES EN LÍNEA

**1. INFORMACIÓN DE LA PERSONA LESIONADA**  
 Fecha de la lesión: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_ Nombre: \_\_\_\_\_ Edad: \_\_\_\_\_  
 Género: M  F  Talla (cm): \_\_\_\_\_ Peso (kg): \_\_\_\_\_ Pierna dominante Dcha.  Izda.  Brazo dominante  
 Persona lesionada: Jugador  Entrenador  Árbitro  Espectador  Dcho.  Izdo.   
 Puesto que desempeña en el equipo: Portero  Defensa  Delantero

**2. NIVEL DE COMPETICIÓN**  
 Nacional Élite  1ª Div. Oro  1ª Div. Plata  Fase Ascenso  Cto. España  Playoffs  Liga Autonómica   
 Liga Nacional Alevín  Liga Nacional Infantil  Torneos, Copas ...  Selección Nacional  Liga Interautonómica

**3. CATEGORÍA**  
 Pre-Benjamín  Benjamín  Alevín  Infantil  Juvenil  Junior  Senior

**4. MOMENTO DE LA LESIÓN** Pre-temporada  Temporada  Post-temporada   
 Durante el juego  // Calentamiento  1º Tiempo  2º Tiempo  Prórroga  Penaltis   
 Durante el entrenamiento  // Calentamiento  En pista  Fuera de pista   
 Situación de juego: Igualdad 4:4  3:3  2:2  Power play: 4:3  4:2  3:2  Inferioridad: 2:3  2:4  3:4

| 5. LOCALIZACIÓN DE LA LESIÓN | Cabeza/Cara   | Tronco/Pelvis                                 | Extremidad Superior   | Extremidad Inferior  |
|------------------------------|---|---|---|--|
|                              | Ojo <input type="checkbox"/>  | Cuello <input type="checkbox"/>               | Derecha <input type="checkbox"/>  | Derecha <input type="checkbox"/>   |
|                              | Cara <input type="checkbox"/>   | Espalda alta <input type="checkbox"/>         | Izquierda <input type="checkbox"/>  | Izquierda <input type="checkbox"/>   |
|                              | Nariz <input type="checkbox"/>  | Zona lumbar <input type="checkbox"/>          | Hombro <input type="checkbox"/>   | Cadera <input type="checkbox"/>  |
|                              | Boca <input type="checkbox"/>   | Costillas frontal <input type="checkbox"/>    | Clavícula <input type="checkbox"/>  | Ingle <input type="checkbox"/>   |
|                              | Cráneo <input type="checkbox"/>   | Costillas lateral <input type="checkbox"/>    | Brazo <input type="checkbox"/>  | Muslo <input type="checkbox"/>   |
|                              | Dientes <input type="checkbox"/>  | Pecho <input type="checkbox"/>                | Codo <input type="checkbox"/>   | Rodilla <input type="checkbox"/>   |
|                              | Oreja <input type="checkbox"/>  | Abdomen <input type="checkbox"/>              | Antebrazo <input type="checkbox"/>  | Tibia <input type="checkbox"/>   |
|                              | ¿Protector bucal?<br>Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>            | Pubis <input type="checkbox"/>                | Muñeca <input type="checkbox"/>   | Gemelo <input type="checkbox"/>  |
|                              | ¿Protección facial?<br>Visor <input type="checkbox"/> Completa <input type="checkbox"/> | Cóccix <input type="checkbox"/>               | Dedos mano <input type="checkbox"/>   | Tobillo <input type="checkbox"/>   |
|                              | Sin protección <input type="checkbox"/>   | Vértebra <input type="checkbox"/>             | Hombro:<br>AC* <input type="checkbox"/> SC* <input type="checkbox"/> GH* <input type="checkbox"/> | Pie <input type="checkbox"/>   |
|                              |   | Disco intervertebral <input type="checkbox"/> | Otra: .....   | Dedos pie <input type="checkbox"/>   |
|                              |   |   |   | Rodilla:<br>LCA* <input type="checkbox"/> LCP* <input type="checkbox"/> LI* <input type="checkbox"/> |
|                              |   |   |   | LE* <input type="checkbox"/> ME* <input type="checkbox"/> RT* <input type="checkbox"/>               |

Hombro: \*AC: Articulación Acromioclavicular; \*SC: Articulación Esternooclavicular; \*GH: Articulación Glenohumeral;  
 Rodilla: \*LCA: Ligamento cruzado anterior; \*LCP: Ligamento cruzado posterior; \*LI: Ligamento interno; \*ME: Menisco; \*RT: Rótula.

**6. TIPO DE LESIÓN**

|                                   |  |   |
|-----------------------------------|--|---|
| Esguince <input type="checkbox"/> | Rotura fibras <input type="checkbox"/> | Conmoción cerebral <input type="checkbox"/> |
| Fractura <input type="checkbox"/> | Contusión <input type="checkbox"/>     | Órgano interno <input type="checkbox"/>     |
| Luxación <input type="checkbox"/> | Herida/corte <input type="checkbox"/>  | Otras: .....                                |

**7. NATURALEZA DE LA LESIÓN:** Aguda (traumatismo directo)  Sobrecarga   
 Recurrente  Misma temporada  Temporada anterior

**8. CAUSA DE LA LESIÓN**

|   |   |                                      |                                |
|---|---|--------------------------------------|--------------------------------|
| Golpe con el puck <input type="checkbox"/>      | Choque con la valla <input type="checkbox"/>  | Zancadilla <input type="checkbox"/>  | Pelea <input type="checkbox"/> |
| Golpe con stick (SL) <input type="checkbox"/>   | Carga con el cuerpo <input type="checkbox"/>  | No contacto <input type="checkbox"/> |                                |
| Choque con la portería <input type="checkbox"/> | Carga con stick (CC) <input type="checkbox"/> | Patinando <input type="checkbox"/>   |                                |
| Choque con jugador <input type="checkbox"/>     | Carga por detrás <input type="checkbox"/>     | Otra: .....                          |                                |

**9. LOCALIZACIÓN EN LA PISTA**

**10. TIEMPO APARTADO DE LA COMPETICIÓN**

Vuelve durante el mismo partido/día   
 Menos de 1 semana .....   
 1 semana .....   
 1 a 3 semanas .....   
 Más de 3 semanas .....   
 Entre 1 y 3 meses .....   
 Más de 3 meses .....   
 Se retira del Hockey Línea .....

## ANEXO IV

### **CUESTIONARIO SOBRE LA RELACIÓN DE LA CORTEDAD MUSCULAR, ENTRENAMIENTO Y DOLOR DE ESPALDA EN JUGADORES DE HOCKEY PATINES LÍNEA**

Fecha: \_\_\_\_\_

Este cuestionario forma parte de un estudio de la Universidad de Murcia cuyo objetivo es valorar el morfotipo raquídeo, flexibilidad muscular y dolor lumbar en jugadores/as de Hockey sobre Patines en Línea.

En cumplimiento de lo establecido en la Ley Orgánica 15/1999, de 13 de diciembre, relativa a la Protección de Datos de Carácter Personal y sus reglamentos, los datos obtenidos por este cuestionario serán utilizados únicamente para la presente investigación, quedando totalmente excluida la transmisión a terceros.

#### **INSTRUCCIONES PREVIAS**

- Para que este estudio cumpla los requisitos de objetividad y rigor científico, le pedimos que conteste a las preguntas con la mayor **SINCERIDAD** posible.
- Para contestar a las preguntas donde hay que elegir la respuesta, tiene que **marcar con una "x"** la respuesta o respuestas adecuadas.
- En el caso que tenga que escribir la respuesta, le rogamos lo haga con letras mayúsculas y legibles.

*MUCHAS GRACIAS POR TU COLABORACIÓN*



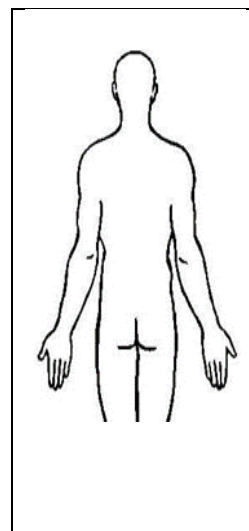
**RELACIÓN DE LA CORTEDAD MUSCULAR, ENTRENAMIENTO Y DOLOR DE ESPALDA  
EN JUGADORES DE HOCKEY PATINES LÍNEA**

| <b>1. DATOS DEL JUGADOR/A</b>  |
|--|
| <p><b>Nombre:</b> _____ <b>Edad</b><br/>(años): _____</p> <p><b>Talla</b> (centímetros): _____; <b>Peso</b> (kilogramos): _____.</p> <p><b>Sexo:</b> <input type="checkbox"/> Hombre, <input type="checkbox"/> Mujer; <b>Pie dominante:</b> <input type="checkbox"/> Dcha. <input type="checkbox"/> Izda.; <b>Mano dominante:</b> <input type="checkbox"/> Dcha. <input type="checkbox"/> Izda.;</p> <p><b>Categoría (años):</b> <input type="checkbox"/> Pre-Benjamín (&lt; 10), <input type="checkbox"/> Benjamín (10-11), <input type="checkbox"/> Alevín (12-13), <input type="checkbox"/> Infantil (14-15), <input type="checkbox"/> Juvenil (16-17), <input type="checkbox"/> Junior (18-19), <input type="checkbox"/> Senior (≥ 20).</p> <p><b>Nivel competición:</b> <input type="checkbox"/> Internacional, <input type="checkbox"/> Nacional Élite, <input type="checkbox"/> 1ª División Oro, <input type="checkbox"/> 1ª División Plata, <input type="checkbox"/> Autonómica, <input type="checkbox"/> Nacional Infantil, <input type="checkbox"/> Nacional Alevín.</p> <p><b>Puesto que desempeña en el equipo:</b> <input type="checkbox"/> Portero, <input type="checkbox"/> Defensa, <input type="checkbox"/> Delantero.</p>  |
| <b>2. DATOS SOBRE VOLUMEN DE ENTRENAMIENTO.</b>  |
| <p>1. ¿Cuántos años llevas jugando federado a Hockey Patines en Línea ininterrumpidamente?<br/>_____.</p> <p>2. ¿Cuántos meses al año entrenas? _____.</p> <p>3. ¿Cuántos días a la semana entrenas (con patines)? _____.</p> <p>4. ¿Cuántas horas entrenas a la semana (con patines)? _____.</p> <p>5. ¿Cuál ha sido tu ocupación o profesión durante los últimos 5 años?<br/>_____.</p>  |
| <b>3. DATOS SOBRE LESIONES DE ESPALDA.</b>   |
| <p>6. ¿Te han realizado alguna valoración de la espalda? <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Sí; ¿con qué sistema te realizaron valoración? <input type="checkbox"/> Resonancia magnética, <input type="checkbox"/> Radiografía, <input type="checkbox"/> Medición de curvas, <input type="checkbox"/> Densitometría ósea, <input type="checkbox"/> Cuestionario, <input type="checkbox"/> Otras: _____</p> <p>7. ¿Padeces algún problema o patología en tu espalda? <input type="checkbox"/> No. <input type="checkbox"/> No sé. <input type="checkbox"/> Sí (indicar cuál):<br/><input type="checkbox"/> Escoliosis, <input type="checkbox"/> Hiperlordosis, <input type="checkbox"/> Hipercifosis, <input type="checkbox"/> Espondilolisis, <input type="checkbox"/> Espondilolistesis, <input type="checkbox"/> Hernia discal, <input type="checkbox"/> Ciática<br/>Otra: _____</p> <p>8. ¿Has tenido algún tratamiento para esa patología? <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Sí (indicar cuál):<br/>_____.</p> <p>9. ¿Has sido alguna vez operado de la columna? <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Sí (indicar cuál):<br/>_____.</p> <p>10. ¿Has tenido alguna lesión de espalda? <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Sí (indicar cuál):<br/>_____.</p> |

**4. DATOS SOBRE DOLOR DE ESPALDA (prevalencia, localización, intensidad)**

11. ¿Has sufrido dolor de espalda alguna vez en tu vida deportiva?  
 No  Sí (cuántas veces): \_\_\_\_\_.
12. ¿Has sufrido dolor de espalda durante los últimos 12 meses (más o menos continuo)?  
 No  Sí
13. ¿Has sufrido dolor de espalda durante el último mes (más o menos continuo)?  
 No  Sí
14. ¿Has sufrido dolor de espalda durante los últimos 7 días (más o menos continuo)?  
 No  Sí
15. ¿Crees que el dolor de espalda estaba relacionado con la práctica de hockey línea?  
 No  Sí

16. ¿En qué zona de la espalda sentiste o sientes el dolor? (marcar con "X", si son varias zonas indicárlas todas).
17. ¿El dolor se irradia (se extiende) por la pierna?  
 Sí  No
18. ¿El dolor se irradia (se extiende) por debajo de la rodilla?  
 Sí  No
19. ¿En qué momento del día te suele doler la espalda?  
 Al levantarme  Después del entrenamiento o competición  
 Por la noche  Todo el día  Otros momentos  
(indicar): \_\_\_\_\_.



20. ¿En qué posición te duele la espalda?  De pie  Sentado  Acostado  
 Flexión de tronco  Extensión de tronco.

21. Describe el grado de dolor de espalda que sientes:

- Moderado  (el dolor no afecta a mi vida diaria, trabajo, entrenamiento o competición).  
Intenso  (el dolor afecta a mi vida diaria, trabajo, entrenamiento o competición).

Señala con una "X" del 0 al 10 la intensidad del dolor siendo 0 no dolor y 10 muy intenso o insoportable.

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|
| 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|

22. ¿Has recibido o recibes algún tratamiento para tu dolor de espalda?  
 No  Sí Indique **cuál**: \_\_\_\_\_.
23. ¿Cuántos días de entrenamiento o competición has perdido por tu dolor de espalda en los últimos 12 meses? \_\_\_\_\_ días.

**5. HÁBITOS DE ESTIRAMIENTO EN LOS ENTRENAMIENTOS**

24. ¿Realizas estiramientos en tus entrenamientos y partidos?  
 Nunca  Siempre  A veces.

25. ¿Cuándo realizas los estiramientos, en qué momento?  
 Al principio  Durante  Al terminar.

26. Indica los músculos que sueles estirar habitualmente:  
\_\_\_\_\_.

27. ¿Qué duración de estiramiento aplicas a cada músculo? \_\_\_\_\_ segundos.

28. ¿Qué técnica de estiramiento sueles utilizar?  Pasiva (estática)  Activa (estática)  
 Balística (lanzamientos)  PNF  Otra: \_\_\_\_\_.

29. Indique los 2 músculos más fatigados o estresados después de la competición:  
\_\_\_\_\_.

**¡¡MUCHAS GRACIAS POR TU COLABORACIÓN!!**

# ANEXO V

## DECLARACIÓN DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

D. ...., con DNI nº ....., y D<sup>a</sup> ..... con DNI nº ....., padres o tutores de D. ...., con DNI nº ..... manifestamos que hemos sido informados sobre los beneficios que podría suponer la valoración del morfotipo sagital de la columna vertebral, extensibilidad isquiosural y musculatura del tren inferior, dolor lumbar y lesiones para cubrir los objetivos del Proyecto de Investigación titulado *"Efecto de la práctica del hockey sobre patines en línea sobre la disposición sagital del raquis, extensibilidad isquiosural, dolor lumbar y el riesgo de lesiones en el deportista"* dirigido por la Dra. María del Pilar Sáinz de Baranda Andújar, y como investigador principal D. Víctor Jesús Moreno Alcaraz (victorjm@um.es), con el fin de identificar desalineaciones de la columna vertebral, factores de riesgo de sufrir lesiones y poder llevar a cabo tratamientos y programas de intervención para la prevención y mejora de los efectos que la práctica intensa y continuada del Hockey sobre Patines en Línea pueda ocasionar sobre la salud de mi hijo/a.

Hemos sido informados de que las pruebas de valoración a las que va a ser sometido mi hijo/a no suponen ningún perjuicio sobre su bienestar y salud.

Hemos sido también informados de que todos los datos personales serán protegidos e incluidos en un fichero que deberá estar sometido a y con las garantías de la ley 15/1999 de 13 de diciembre.

Hemos sido también informados de que mi hijo/a puede abandonar en cualquier momento su participación en el estudio sin dar explicaciones y sin que ello nos suponga perjuicio alguno.

Tomando todo ello en consideración, OTORGAMOS nuestro CONSENTIMIENTO para que estas pruebas tengan lugar y sean utilizadas para cubrir los objetivos especificados en el proyecto.

En ....., a ..... de ..... de 20.....

✓ Firma del Padre o tutor  
madre o tutora

Firma de la

✓ Fdo. D. ....

Fdo. D<sup>a</sup>. .....

## DECLARACIÓN DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

D./Dña .....  
de ..... años de edad<sup>1</sup> y con DNI nº ....., manifiesta que ha sido informado/a sobre los beneficios que podría suponer la valoración del morfotipo sagital de la columna vertebral, extensibilidad isquiosural y musculatura del tren inferior, dolor lumbar y lesiones para cubrir los objetivos del Proyecto de Investigación titulado *"Efecto de la práctica del hockey sobre patines en línea sobre la disposición sagital del raquis, extensibilidad isquiosural, dolor lumbar y el riesgo de lesiones en el deportista"* dirigido por Dra. María del Pilar Sáinz de Baranda Andújar, y como investigador principal D. Víctor Jesús Moreno Alcaraz (victorjm@um.es), con el fin de identificar desalineaciones de la columna vertebral, factores de riesgo de sufrir lesiones y poder llevar a cabo tratamientos y programas de intervención para la prevención y mejora de los efectos que la práctica intensa y continuada del Hockey sobre Patines en Línea pueda ocasionar sobre mi salud.

He sido informado/a de que las pruebas de valoración a las que voy a ser sometido no suponen ningún perjuicio sobre mi bienestar y salud.

He sido también informado/a de que mis datos personales serán protegidos e incluidos en un fichero que deberá estar sometido a y con las garantías de la ley 15/1999 de 13 de diciembre.

He sido también informado de que puedo abandonar en cualquier momento mi participación en el estudio sin dar explicaciones y sin que ello me suponga perjuicio alguno.

Tomando todo ello en consideración, OTORGO mi CONSENTIMIENTO para que estas pruebas tengan lugar y sean utilizadas para cubrir los objetivos especificados en el proyecto.

En ....., a ..... de ..... de 20.....

Fdo. D/Dña

---

<sup>1</sup> En caso de ser menor de edad, deberá acompañarse en todo caso del consentimiento informado expreso de ambos padres.



RFEP - Secretaría del Comité Nacional  
Tfno - 935 159 134 - email: [secretarialinea@fep.es](mailto:secretarialinea@fep.es)  
Lunes a Viernes de 10 a 13 y de 16 a 19

**COMITÉ NACIONAL DE HOCKEY LÍNEA**  
**REAL FEDERACIÓN ESPAÑOLA DE PATINAJE**

Circular nº 008/2016-17 (22/11/2016)

**A todos los Clubes de Hockey Línea**

### **ESTUDIO SOBRE LESIONES EN HOCKEY LÍNEA**

**En colaboración Facultad de Ciencias del Deporte de la universidad de Murcia**

La práctica de cualquier modalidad deportiva lleva implícito el riesgo y la aparición de lesiones. Este hecho afecta negativamente tanto a la salud de los deportistas como a su rendimiento y a su carrera deportiva influyendo además en la propia imagen del deporte. Cada modalidad deportiva presenta un perfil lesivo característico que lo identifica y que es consecuencia directa de las peculiaridades y exigencias propias del deporte. Por ello, resulta de vital importancia llevar a cabo estudios que permitan identificar el perfil lesivo de cada modalidad deportiva de manera que podamos identificar los principales factores de riesgo de lesión y adoptar medidas de prevención adecuadas que ayuden en la medida de lo posible a evitar o minimizar la aparición o la gravedad de estas lesiones. La mayoría de las modalidades deportivas de mayor repercusión social son conscientes de la importancia que tiene el tener un buen conocimiento sobre estos aspectos lesivos y los beneficios que aporta a la evolución y desarrollo del deporte.

En este sentido, la Federación Española de Patinaje a través de su Comité de Hockey Línea, en colaboración con la Universidad de Murcia, estamos llevando a cabo un estudio de investigación sobre lesiones en Hockey Línea. Se trata de llevar un control y seguimiento de las lesiones que se producen en la práctica del Hockey Línea. Es un estudio pionero en España y a nivel Internacional, ya que son muy pocos o prácticamente inexistentes los estudios realizados sobre lesiones en Hockey Línea. Sí existen en Hockey sobre Hielo, sobre todo en Canadá y USA, donde tienen sus propias bases de datos sobre lesiones.

Los objetivos de este estudio son principalmente:

- Describir el perfil lesivo del Hockey Línea mediante el estudio de las lesiones más comunes que se producen en la práctica de esta modalidad deportiva, atendiendo a aspectos tales como:
  - Tipo de lesión (esguince, fractura, contusión, rotura de fibras, luxación...)
  - Localización corporal (cabeza, cara, hombro, rodilla, tobillo, mano, codo...)
  - Causas de la lesión (carga, golpe con el puck, golpe con stick, choque con la valla, con otro jugador, sin contacto corporal...)
  - Momento de la lesión (entrenamiento, competición, pretemporada, temporada, posttemporada, situaciones de power-play, inferioridades...),
  - Nivel de la competición (autonómica, nacional, internacional),
  - Categoría (benjamín, alevín, infantil, juvenil, junior, senior, femenino),
  - Posición en el equipo (portero, defensa, delantero),







RFEP - Secretaría del Comité Nacional  
 Tfno - 935 159 134 - email: [secretarialinea@fep.es](mailto:secretarialinea@fep.es)  
 Lunes a Viernes de 10 a 13 y de 16 a 19

## COMITÉ NACIONAL DE HOCKEY LÍNEA REAL FEDERACIÓN ESPAÑOLA DE PATINAJE

- Naturaleza de la lesión (aguda, sobrecarga, recurrente),
  - Localización dentro de la pista donde se produce la lesión (en ataque, defensa, cerca de las vallas, banquillos...),
  - Tiempo apartado de la competición (1 semana, un mes...)
- Identificar factores de riesgo que predisponen a la aparición de lesiones.
  - Adoptar medidas de prevención para evitar en la medida de lo posible que estas lesiones se produzcan o, en su caso, para minimizar su gravedad.

La información obtenida en este estudio ayudará a:

- Tener un mejor conocimiento sobre nuestro deporte y hacerlo crecer desde un punto de vista de salud y rendimiento.
- Aportar información a los entrenadores para que puedan actuar sobre los principales factores de riesgo de lesiones incluyendo en sus programas de entrenamiento tareas orientadas a la prevención de lesiones.
- Comparar el perfil de lesiones que se producen atendiendo a diferentes aspectos como tales como categorías (alevín, infantil, juvenil, junior, senior, femenino), nivel de competición (autonómica, nacional, internacional), momento en que se producen las lesiones (pretemporada, temporada, entrenamientos, competición), gravedad de la lesión (tiempo apartado de la competición),
- Tomar conciencia por parte de entrenadores y deportistas sobre los riesgos de lesión que supone la práctica del Hockey Línea y la importancia de prevenir estas lesiones y fomentar el juego limpio.
- Proponer y adoptar posibles medidas de prevención tales como: modificación de aspectos reglamentarios, uso de equipo de protección, formación en cursos de entrenadores...

Para poder llevar a cabo este estudio, **ES IMPRESCINDIBLE VUESTRO COMPROMISO Y COLABORACIÓN**, sobre todo de los entrenadores o personal que estáis a cargo de los equipos, para **RELLENAR UNA FICHA DE LESIÓN** (que se adjunta), cada vez que se produzca una lesión, ya sea en entrenamientos o partidos **Y ENVIARLA POR CORREO ELECTRÓNICO** a la dirección que se facilita en la ficha. **RELLENAR UNA FICHA POR CADA LESIÓN Y JUGADOR** (le podéis hacer fotocopias y tenerlas siempre a mano). Son importantes **TODAS LAS LESIONES DE CUALQUIER CATEGORÍA** por pequeña que sea. Cuantas más lesiones podamos recopilar, mayor información, calidad y fiabilidad en los resultados del estudio. Con los resultados obtenidos en este estudio, se elaborará un informe que se publicará a través de los medios más adecuados (página web de la FEP, revistas de investigación...), para que todos podamos tener acceso a esta información.

Creemos sinceramente que esta propuesta va a suponer un paso adelante hacia la evolución de esta modalidad deportiva a la que tanto tiempo, sacrificio, dedicación e ilusión le ponemos día a día.





RFEP - Secretaría del Comité Nacional  
Tfno - 935 159 134 - email: [secretarialinea@fep.es](mailto:secretarialinea@fep.es)  
Lunes a Viernes de 10 a 13 y de 16 a 19

**COMITÉ NACIONAL DE HOCKEY LÍNEA  
REAL FEDERACIÓN ESPAÑOLA DE PATINAJE**

---

Desde la Real Federación Española de Patinaje y desde el Comité de Hockey Línea, confiamos en que esta iniciativa sea bien recibida por todos y colaboréis en su puesta en marcha y desarrollo.

Cualquier duda o sugerencia no dudéis en realizarla.

Gracias por vuestra colaboración.  
Recibir un cordial saludo.

V. Xavier Chao Paradas  
Director del Comité Nacional de Hockey Línea  
Real Federación Española de Patinaje