



RECUPERACIÓN FUNCIONAL

3º CAFD

2019/2020

Bloque 4: Programación del entrenamiento.
Diseño de un plan de trabajo.

TEMA 2. Entrenamiento de la propiocepción
en la readaptación y prevención de lesiones

Dr. Carlos Javier Echeverría Jiménez

Partiendo de la
sesión anterior

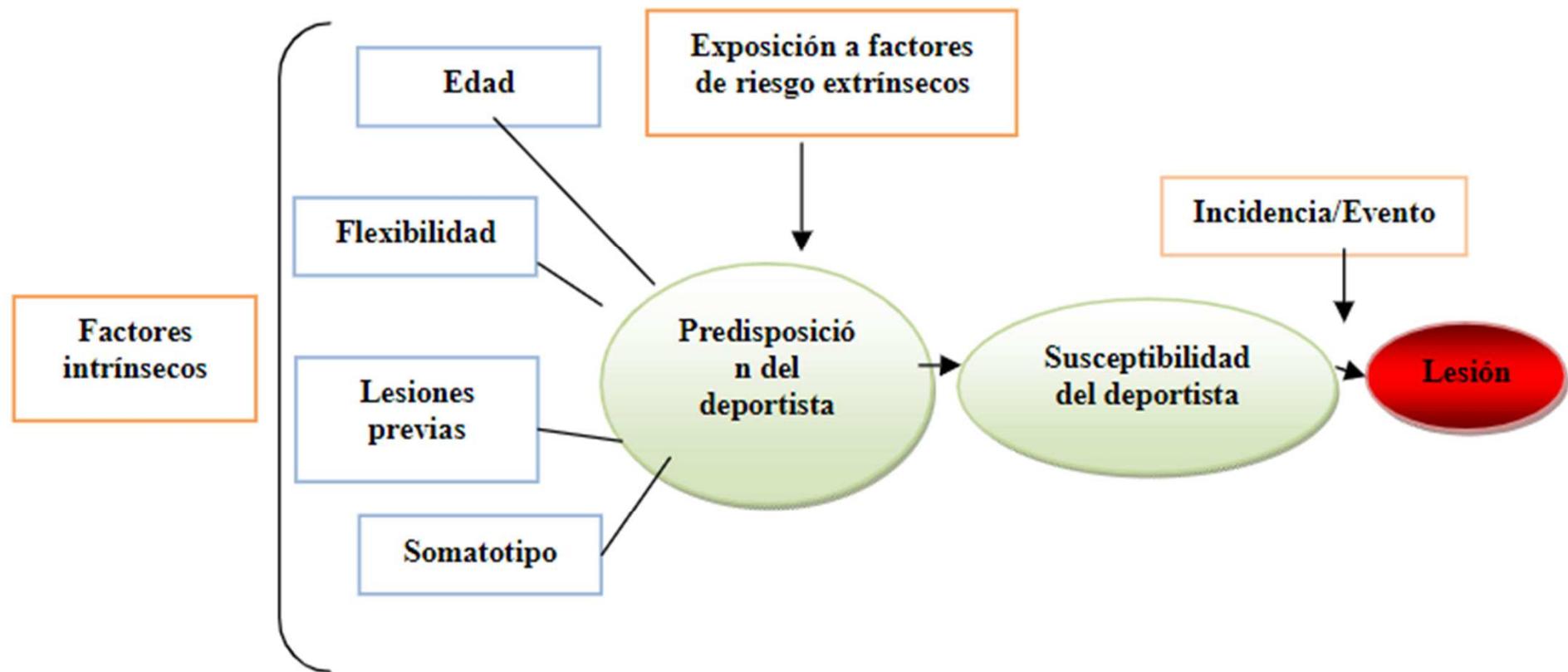


Figura 2. Modelo interpretativo de los factores de riesgo de lesión (Meeuwisse (1992))

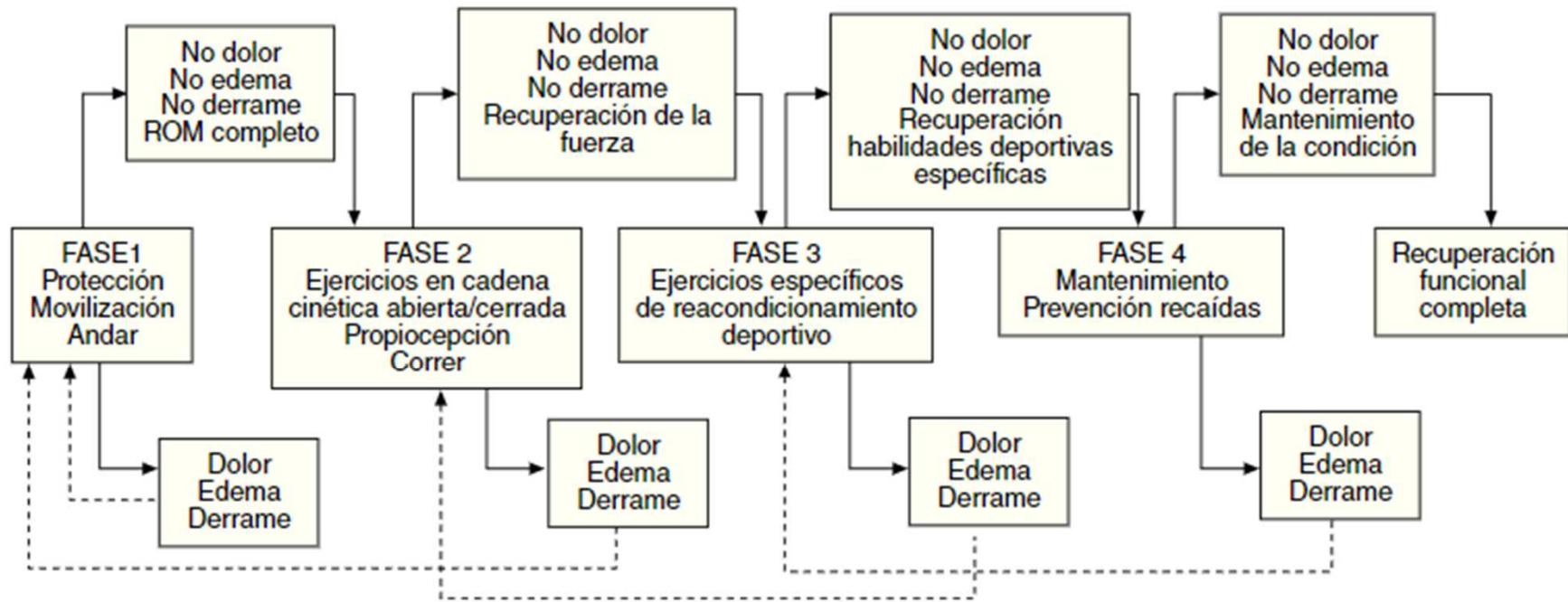


Figura 1 En la orientación del objetivo final del proceso de rehabilitación, la transición de una fase a la siguiente se realiza cuando los objetivos de cada fase se consiguen sin dolor, edema y/o derrame intra- o extraarticular. Si el paciente experimenta uno o más de estos síntomas, la rehabilitación regresa a la fase previa (líneas de puntos).

Características de referencia en la evolución del proceso

”...los entrenadores y preparadores físicos deberían **periodizar, monitorizar y adaptar** las cargas de las medidas preventivas empleadas de acuerdo al contexto de aplicación.”

” ...el entrenamiento de diferentes contenidos ayudará a optimizar el posterior rendimiento de los participantes en competición, por lo que los programas **multicomponentes** parecen ser los más adecuados para su implementación en la práctica deportiva. “

Tabla 3. Distribución de los contenidos utilizados por los programas de prevención de lesiones.

Contenidos	Programas multicomponente (n = 12)	Porcentaje de multicomponente (n = 12)	Programas en total (n = 14)	Porcentaje del total (n = 14)
Carrera	10	83%	10	71%
Flexibilidad	5	42%	5	36%
Fuerza	12	100%	13	93%
Pliometría y ejercicios de salto	12	100%	13	93%
Equilibrio	7	58%	7	50%
Agilidad y cambios de dirección	7	58%	7	50%
Habilidades específicas del deporte	1	8%	1	7%

¿Cómo ordenamos y ponderamos cada contenido?

Tabla 5. Distribución y número de ejercicios de fuerza en los programas que presentan este contenido en un bloque específico.

Referencia	Bloques de contenidos	Nº ejercicios EEII	Nº ejercicios Core	Nº ejercicios EESS	Total
DiStefano et al. (2010)	Fuerza EEII; Fuerza Core; Flexibilidad; Pliometría; Equilibrio; Agilidad	3	1	-	4
Kiani et al. (2010)	Calentamiento; Activación muscular; Equilibrio; Fuerza; Estabilidad del Core	3	3	-	6
LaBella et al. (2011)	Carrera; Movilidad dinámica; Fuerza; Pliometría; Agilidad	3 ¹	3 ¹	1 ¹	7
		4 ²	4 ²	1 ²	9
		6 ³	4 ³	1 ³	11
		5 ⁴	4 ⁴	1 ⁴	10
Lim et al. (2009)	Calentamiento; Estiramientos; Fuerza; Pliometría; Agilidad; Vuelta a la calma	3	2*	-	5
Mandelbaum et al. (2005)	Calentamiento; Estiramientos; Fuerza; Pliometría; Agilidad	3	-	-	3
Soligard et al. (2008)	Carrera; Fuerza, Pliometría y equilibrio; Carrera	2 ^{1,2,3}	2 ^{1,2,3}	-	4

nº: número; EEII: extremidades inferiores; EESS: extremidades superiores; ¹: primer nivel (semana) de aplicación; ²: segundo nivel (semana) de aplicación; ³: tercer nivel (semana) de aplicación; ⁴: cuarto nivel (semana) de aplicación.

Continua adaptación al progreso y fase de rehabilitación

a) Factores mecánicos o intrínsecos:

- Movilidad articular, características de los núcleos articulares.
- Propiedades mecánicas y dinámicas de los tejidos blandos.
- Tejidos conjuntivos densos.
- Elongación Tendino – Músculo – Ligamentosa.
- Estructura muscular.

b) Factores neurológicos:

- Actividad de receptores propioceptivos.
- Función Reticular: Hipotálamo y rinoencefalo, médula y aparato vestibular.

c) Factores extrínsecos:

- Sexo.
- Edad.
- Costumbres.
- Estado emocional.
- Temperatura corporal.

¿Qué enfoque tiene la
propiocepción en el
proceso?

Table 1 Summary of the methodology of studies investigating warm-up as an injury prevention measure for physical activity

Study and country	Design	Participants	Adopted warm-up practices	Outcome measurement
Bixler and Jones ¹⁵ USA	Controlled trial	5 high school American football teams	3 min warm-up including: 30 s light running in place, 30 s moderate running in place, 30 s jumping jacks, 15 s trunk twists, 25 s hamstring stretch, 25 s groin stretch, 25 s quadriceps stretch ^{a,b}	Number of injuries, types and location of all injuries, quarter injury occurred
Van Mechelen et al. ¹⁸ The Netherlands	Randomised controlled trial	421 male recreational runners: 167 in control group; 159 in intervention group	19 min warm-up including: 6 min running exercises, 3 min loosening exercises, 10 min stretching iliopsoas, quadriceps, hamstrings, soleus and gastrocnemius ^{a,b}	Number of injuries, types and location of all injuries, compliance with warm-up program
Wedderkopp et al. ¹⁶ Denmark	Cluster randomised controlled trial	237 female European team handball players aged 16–18 years: 126 in control group; 111 in intervention group	10–15 min use of an ankle disk, as well as 2 or more functional activities for all major muscle groups ^{a,c}	Number of injuries, types and location of all injuries, injury severity, injury incidence per 1000 h of match and practice
Pope et al. ¹⁹ Australia	Randomised controlled trial	1279 male army recruits: 656 in control group; 623 in intervention group	One 20 s stretch for gastrocnemius, soleus, hamstring, quadriceps, hip adductor, and hip flexor, interspersed with 4 min of jogging and side-stepping ^{a,b}	Number of lower limb injuries, types and location of all lower limb injuries
Olsen et al. ¹⁷ Norway	Cluster randomised controlled trial	1837 handball players aged 15–17 years: 879 in control group; 958 in intervention	4–5 min exercises on ball, 4–5 min using wobble board, 4–5 min using balance mat, 4–5 min other unspecified exercise ^{a,c}	Rate of acute injury to knee or ankle, number of lower limb injuries

^a Aerobic exercise.

^b Stretching.

^c Activity similar to actual event (from description in the paper methods).

¿Qué relación tiene con el calentamiento?
¿Con qué valor de las variables de entrenamiento?

Fradkin, A. J., Gabbe, B. J., & Cameron, P. A. (2006). *Does warming up prevent injury in sport?*

Conclusiones

- La mayoría de artículos (no todos) coinciden en que el diseño del calentamiento puede reducir riesgo de lesión
- Los que lo han demostrado, han coincidido en el efecto PROTECTOR del calentamiento si se enfoca a los aspectos específicos de la actividad física para la que se calienta.
 - Por culpa de la ESPECIFICIDAD de cada actividad, el efecto del calentamiento como ayuda a la reducción del riesgo de lesión afecta a unas actividades más que a otras.

¿Hasta qué nivel se lleva la especificidad para que el calentamiento sea eficaz?

Variables fisiológicas

Ejecución técnica

Rango de intensidad

Diversidad motriz

Box 2: Programme of warm-up exercises used to prevent injuries

Warm-up exercises

(30 seconds and one repetition each)

Jogging end to end

Backward running with sidesteps

Forward running with knee lifts and heel kicks

Sideways running with crossovers ("carioca")

Sideways running with arms lifted ("parade")

Forward running with trunk rotations

Forward running with intermittent stops

Speed run

Technique

(One exercise during each training session; 4 minutes and 5×30 seconds each)

Planting and cutting movements

Jump shot landings

Balance

(On a balance mat or wobble board, one exercise during each training session; 4 minutes and 2×90 seconds each)

Passing the ball (two leg stance)

Squats (one or two leg stance)

Passing the ball (one leg stance)

Bouncing the ball with eyes closed

Pushing each other off balance

Strength and power

(2 minutes and 3×10 repetitions each)

One quadriceps exercise:

Squats to 80° of knee flexion

Bounding strides (*Sprunglauf*)

Forward jumps

Jump shot—two legged landing

"Nordic hamstring lowers" (2 minutes and 3×10 repetitions each)



Programa de ejercicios de calentamiento utilizados para prevenir lesiones

Ejercicios de calentamiento: una repetición de 30 s cada ejercicio:

- Trote ida y vuelta
- Carrera hacia atrás
- Carrera hacia delante elevando rodillas y soltando piernas
- Carrera lateral cruzando piernas (cariocas)
- Carrera lateral balanceando brazos
- Carrera hacia delante con rotaciones de tronco
- Carrera hacia delante con paradas intermitentes
- Carrera de velocidad

Técnica: un ejercicio de los siguientes en cada sesión, durante 4 min y 5 × 30 s cada uno:

- Paradas y pivotajes variados
- Lanzamientos en salto y recepciones

Equilibrio

(Sobre una tabla de equilibrio, un ejercicio durante cada sesión de entrenamiento, 4 min de duración y 2 × 90 s cada uno):

- Pases con balón en equilibrio bipodal sobre plato inestable
- Sentadillas con una o dos piernas sobre plato inestable
- Pases en apoyo unipodal sobre plato inestable
- Botes de balón con ojos cerrados sobre plato inestable

Fuerza

(2 min y 3 × 10 repeticiones cada ejercicio):

- Sentadillas hasta 80° de flexión de rodillas
- Rebotes (multisaltos)
- Saltos horizontales (zancadas)
- Saltos horizontales con pies juntos
- Flexión y extensión de tronco y cadera, en posición de rodillas (ejercicio "nórdico")

Olsen et al, 2005. Exercises to prevent lower limb injuries in youth sports: cluster randomised controlled trial

Casais, 2008. Revisión de las estrategias para la prevención de lesiones en el deporte desde la actividad física

Relación entre trabajo postural y equilibrio muscular

Desequilibrios agonista-antagonista

Acortamiento por ROM reducido

Déficit de fuerza por patrones posturales incorrectos

} Regulación permanente

Reconocimiento de las diferentes problemáticas según si se habla de **músculos tónicos** (que tienen tendencia a acortarse y que han de estirarse) y **músculos fásicos** (con tendencia a elongarse, necesitan tono)

El trabajo de elongación muscular puede abordarse tanto desde perspectivas analíticas como globales y el de tonificación desde todas las fases de la contracción

Músculos Posturales (Tónicos)	Músculos Fásicos
<i>Tienden a acortarse.</i>	<i>Tienden a debilitarse.</i>
Tríceps Sural Psoas iliaco Recto Femoral Isquiocrural Aductores del Muslo Cuadrado Lumbar Extensores profundos espalda Trapezio, Parte descendente Pectoral Mayor Bíceps Braquial	Glúteo Mayor Glúteos mediano y menor Oblicuos del abdomen Fijadores inferiores de la escápula (Trapezio, p. ascendente, horiz.) Romboideos Tríceps braquial

Casais, 2008. Revisión de las estrategias para la prevención de lesiones en el deporte desde la actividad física

Trabajo propioceptivo

Articulación normal = Control neuromuscular (regulación dinámica de las cargas que se aplican sobre ella)

Lesiones articulares afectan a los **mecanorreceptores** y se inhibe la estabilización refleja neuromuscular normal de la articulación

Las articulaciones están dotadas de una extensa inervación aferente con receptores capaces de detectar:

- Posición de los extremos óseos
- Velocidad del movimiento
- Dirección del movimiento
- Aceleración y frenado del movimiento
- Presión y estiramiento así como el dolor

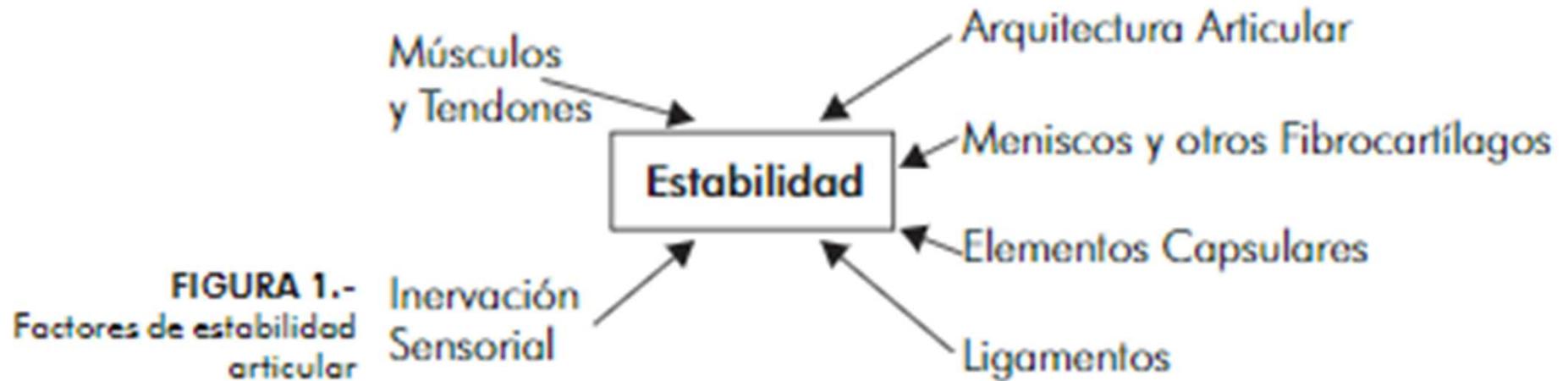
La función de un mecanorreceptor es traducir señales sobre las estructuras motrices y reajustar respuesta (compensatoria), con retroalimentación neurológica y efecto regulador de la contracción con carácter protector

La traducción de esa información neural en energía física se conoce como **control neuromuscular**, siendo su resultado final la actividad muscular programada a partir de los **mensajes aferentes**:

- Reflejos protectores ligamentoso-musculares
- Tono muscular agonista-antagonista.
- Reequilibrio ante salidas del patrón previsto
- Mejora o recuperación de ROM óptimo

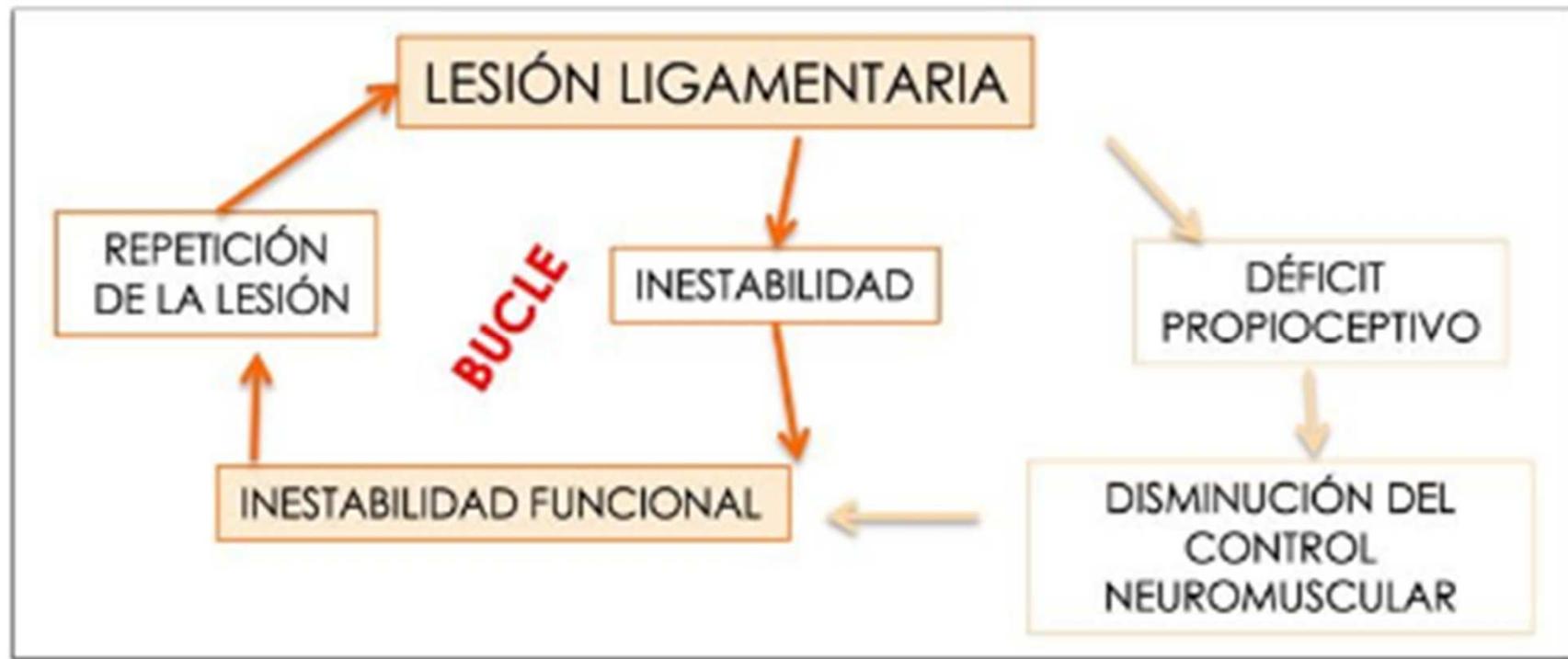
Se hacen necesarios los **automatismos sensoriomotores** a partir de esos sensores en la vía aferente para representar dos papeles fundamentales:

- Propiocepción consciente, de percepción cinestésica
- Estabilidad articular y control preciso de la acción muscular



Todos los elementos son Interdependientes, aunque cada uno ajustado a sus características propias. No se puede obviar la relación entre sí ni las estrategias de aislamiento a la vez que secuenciación en su tratamiento

La lesión articular afecta a los mensajes aferentes = los corta o los hace poco eficaces = inhibición de acción y descompensación de respuesta
Esta pérdida produce una **desprogramación sensitivo-motriz** y lo que debería estar activo se encuentra relajado o no muestra coordinación = patrón aberrante del movimiento que puede acabar en recurrencia y cronicidad



Los más conocidos son:

- Huso muscular, dentro de la propia estructura muscular
- Órganos tendinosos de Golgi, en la parte conectora al hueso
- Corpúsculos de Pacini y de Ruffini, complementarios, en cápsula articular y ligamentos (cambio de velocidad angular)

Cada sensor tiene una eficacia mayor a estímulos determinados, por lo que su mejora debe ser entrenada específicamente:

- Cambios de intensidad de la fuerza resultante o a vencer
- Coordinación más o menos compleja de alcanzar
- Equilibrio más o menos exigente en ejecución
- Tiempo de reacción específico
- Tiempo de aplicación de estímulo variado

Tarantino, F. 2014. Propiocepción y trabajo de estabilidad en fisioterapia y en el deporte: principios en el diseño de ejercicios

Josa, 1996. Mecanorreceptores y sensibilidad propioceptiva de la rodilla

Más concretamente, la dificultad se puede modular de la siguiente manera:

- Aumentar implicación muscular con variedad de resistencias (lastres fijados a segmentos corporales, elásticos, cargas fijas de diferente forma y distribución de su masa)
- Modificar la base de sustentación (según amplitud, número de apoyos, zona del apoyo, inercias posibles)
- Superficies irregulares (sobre balón, colchonetas, plataformas basculantes, fitball, bosu, rodillos...)
- Restringir la información que llega a través de otros sistemas para centrarnos en los propioceptores (usar espejo para vernos, después quitar espejo, seguir con los ojos cerrados)
- Combinaciones de las anteriores pautas.

Otras variables en el diseño de los ejercicios:

- Modificar extensión/compresión del esquema corporal (Posiciones de pie, sentado, tumbado)
- Emplear el ROM como variable de control
- Diferentes ángulos de llegada y respuesta a la carga a superar
- Utilizar therabands, poleas y resistencias manuales, propio peso corporal o elementos de diferente efecto en su intensidad durante el recorrido (ej. TRX)
- Contracciones isométricas y anisométricas.
- Uso de electro-estimulación combinada.

Organización general del trabajo

Durante el año

Intensidades y cargas diferentes según programación, competición y variables fisiológicas de la condición física.

De general a específico como norma base, tener mucho cuidado con la fatiga como elemento limitante de la capacidad de respuesta

Durante la sesión

Tras un pequeño calentamiento, sin fatiga, altamente concentrados, siempre relacionado con los contenidos de la sesión

Normas de base para la sesión:

1. Objetivo marcado de antemano al segmento que interesa
2. Proponer acción en grupos musculares a distancia que determinen la respuesta del segmento-diana (para ayudar a no fijar atención en el dolor)
3. Repetir cada vez que se pueda el movimiento que ha hecho lesión para aprender estrategias de lucha o de huida.
4. Tareas que muestren sencillez en el objetivo (claridad de lo que hay que conseguir)
5. Fuerza a realizar y punto de apoyo son directamente proporcionales
6. Mayor control con posiciones isométricas que anisométricas, por lo que incluir progresión
7. Resistencia a vencer se establece: a. Lenta y progresiva, con reacción postural! Estática; b. rápida y súbita, con reacción postural dinámica.
8. Retirada de la resistencia aplicada puede ser: a. Lenta y progresiva, de la musculatura agonista principalmente; b. rápida y súbita, con reacción muscular de velocidad agonista-antagonista.
9. Localización de la resistencia: a. Muy cercana a la articulación patológica o casi sobre ella (se aplica en el lado contrario a la lesión y con dirección de la resistencia hacia la lesión, normalmente con carácter estático. b. Alejada de la articulación, en el mismo lado de la lesión y la dirección de la resistencia hacia el lado contrario (busca actividad muscular de coordinación intersegmentaria, dinámica, con alternancia de contracciones agonista antagonista)
10. Los contextos medioambientales y del propio paciente pueden determinar reacciones totalmente distintas para un mismo estímulo.

Propuesta de organización 1

1a. Ejercicios en cadena cinética abierta + cambios de posición

1b. Ejercicios de estimulación táctil + estímulos de presión, con puntos de control o referencia

2. Ejercicios en cadena cinética cerrada + carga baja o de recorrido reducido + cambios de base y altura. Desde el primer momento podemos utilizar objetos buscando la desestabilización del segmento a tratar. La presión externa está permitida

3. Finalizar con reeducación de la huida, con carga progresiva en la posición de stress

Propuesta de organización 2

Fase I	Fase II	Fase III	Fase IV
Desde dos pies a un pie en equilibrio inestable. Desde ojos abiertos a ojos cerrados. Desde multidireccional a unidireccional.	Deslizamientos laterales Saltos y trote en minitramp Equilibrio y saltos con pelota Actividad deportiva sobre plataforma inestable Reposición articular activa	(progresar hacia velocidad normal) Carrera rápida Maniobras de cruce Ejercicios de finta y reacción	(actividades específicas de la modalidad deportiva) Ejercicios específicos sacados del contexto Saltos en minitramp más carrera

Tabla 1: Fases de entrenamiento propioceptivo (cinestésico) de la extremidad inferior (Fuente: a partir de Lephart, 2001)

SEMANAS 1 A LA 3

EXCÉNTRICO

NIVEL 1



Squat sin carga (autocargas o cargas muy ligeras). Tener en cuenta el principio de individualidad. Unipodal o Bipodal.

Progresión dentro del Nivel 1:

a) Fase excéntrica lenta y fase concéntrica lenta (1 semana: 5 sesiones)

b) Fase excéntrica lenta y fase concéntrica rápida (1 semana: 5 sesiones si ya no hay dolor)

c) Fase excéntrica rápida y fase concéntrica rápida (1 semana: 5 sesiones si ya no hay dolor)

Volumen: 3-5 x 15-20 repeticiones

Variante:

Se puede introducir en los últimos días de cada fase planos inclinados, algunas series con tirante musculador,

PROPIOCEPCIÓN



Propiocepción nivel I:

Comenzar con ejercicios en superficies estables utilizando las variantes que recomendaciones de Lephart (2001). Pasar posteriormente a superficies inestables.

Deslizamientos laterales

Salto y trote en minitramp

Equilibrio y saltos con pelota

Actividad deportiva sobre plataforma inestable

Reposición articular activa

SEMANAS 4 A LA 6

EXCÉNTRICO

NIVEL 2



Squat con carga ligera. Tener en cuenta el principio de individualidad. Unipodal o Bipodal.

Régimen:

- fase excéntrica lenta y fase concéntrica lenta (1 semana: 5 sesiones)
- fase excéntrica lenta y fase concéntrica rápida (1 semana: 5 sesiones)
- fase excéntrica rápida y fase concéntrica rápida (1 semana: 5 sesiones)

Volumen: 3-5 x 15-20 rep.

Variante:

- Se puede introducir en los últimos días de cada fase planos inclinados o inestables (incluso en prensa horizontal).
- Se pueden introducir algunas series con tirante musculador en plano inclinado.



PROPIOCEPCIÓN



Propiocepción nivel II:

Continuar con ejercicios en superficies inestables utilizando las variantes que recomendaciones de Lephart (2001). Pasar posteriormente a superficies muy inestables.

Variar las superficies, los ángulos y las velocidades de ejecución



Deslizamientos laterales

Saltos y trote en minitramp

Equilibrio y saltos con pelota

Actividad deportiva sobre plataforma inestable

Reposición articular activa



SEMANAS 7 A LA 9

EXCÉNTRICO

Squat con carga medias.
Tener en cuenta el principio de individualidad.

Régimen:

- fase excéntrica lenta y fase concéntrica lenta (1 semana: 5 sesiones si no hay dolor)
- fase excéntrica lenta y fase concéntrica rápida (1 semana: 5 sesiones si no hay dolor)
- fase excéntrica rápida y fase concéntrica rápida (1 semana: 5 sesiones si no hay dolor)

Volumen: 3-5 x 15-20 rep.

Variante:

- Se puede introducir en los últimos días de la fase planos inclinados
- Se pueden introducir ejercicios en prensa horizontal en la última fase, con apoyo inestable, bipodal y unipodal.



NIVEL 3

PROPIOCEPCIÓN

Propiocepción nivel III:

Continuar con ejercicios en superficies muy inestables utilizando las variantes que recomendaciones de Lephart (2001). Aumentar la velocidad de ejecución cuando se apliquen actividades más específicas



Variar las superficies, los ángulos y las velocidades de ejecución

Realizar ejercicios más dinámicos

SEMANAS 10 A LA 12

EXCÉNTRICO

PROPIOCEPCIÓN

NIVEL 4



Squat con carga altas. Tener en cuenta el principio de individualidad.

Régimen:

- fase excéntrica lenta y fase concéntrica lenta (7 días)
- fase excéntrica lenta y fase concéntrica rápida (7 días)
- fase excéntrica rápida y fase concéntrica rápida (7 días)

Volumen: 3-5 x 15-20 repeticiones

Variante:

- Se puede introducir variantes unipodales o bipodales.
- Si las cargas son elevadas y el deportista puede pasarse a la variante de la prensa horizontal (o inclinada). Ver fotos



Propiocepción nivel IV:

Continuar con ejercicios en superficies muy inestables o las propia de la modalidad. Seguir a Lephart (2001).

Actividades específicas de la modalidad deportiva

Salto en minitramp más carrera

Realizar ejercicios más dinámicos

Ejercicios específicos sacados del contexto. Además incluir una fase “super-específica” por puesto (Casáis y Fernández, 2012)