

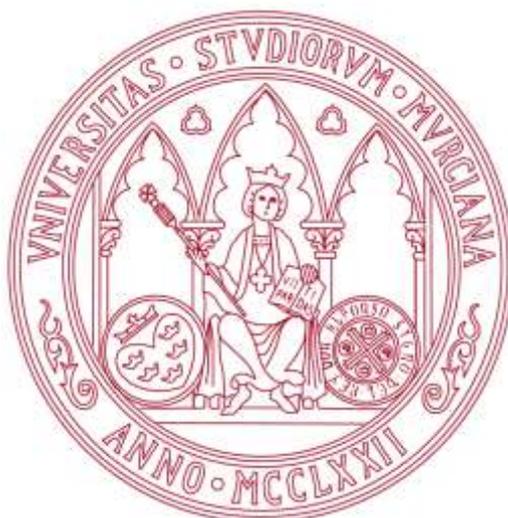


UNIVERSIDAD DE MURCIA

ESCUELA INTERNACIONAL DE DOCTORADO

Efectos de la utilización del soporte lumbar Lumbosant, junto a un explorador auxiliar sobre el resultado final del test de elevación de la pierna recta

Dña. Sara Santonja Renedo
2020



UNIVERSIDAD DE MURCIA

ESCUELA INTERNACIONAL DE DOCTORADO

EFFECTOS DE LA UTILIZACIÓN DEL SOPORTE
LUMBAR LUMBOSANT, JUNTO A UN EXPLORADOR
AUXILIAR SOBRE EL RESULTADO FINAL DEL TEST
DE ELEVACIÓN DE LA PIERNA RECTA

D^a Sara Santonja Renedo

Directores:

Fernando Santonja Medina

María del Pilar Sainz de Baranda Andújar

2020



UNIVERSIDAD DE MURCIA

ESCUELA INTERNACIONAL DE DOCTORADO

Fernando Santonja Medina

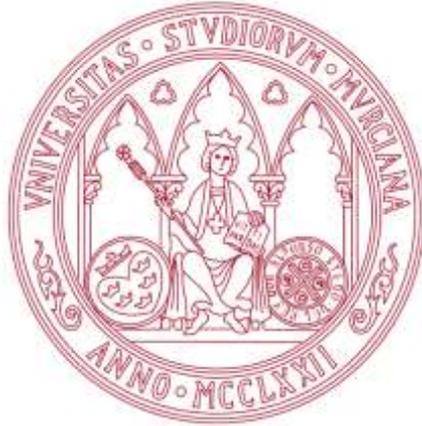
Doctor en Medicina y Cirugía y Profesor Titular del Departamento de Cirugía, pediatría, Obstetricia y Ginecología de la Universidad de Murcia

AUTORIZA:

La presentación de la tesis doctoral titulada: **“Efectos de la utilización del soporte lumbar lumbofant, junto a un explorador auxiliar sobre el resultado final del test de elevación de la pierna recta”**, realizada por **D. Sara Santonja Renedo**, 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 dieciocho de mayo de dos mil veinte.

D. Fernando Santonja Medina



UNIVERSIDAD DE MURCIA

ESCUELA INTERNACIONAL DE DOCTORADO

Pilar Sainz de Baranda Andújar

Doctora en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte y Profesora Titular del Departamento de Actividad Física y Deporte de la Universidad de Murcia

AUTORIZA:

La presentación de la tesis doctoral titulada: “**Efectos de la utilización del soporte lumbar lumbosant, junto a un explorador auxiliar sobre el resultado final del test de elevación de la pierna recta**”, realizada por **D. Sara Santonja Renedo**, 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 dieciocho de mayo de dos mil veinte.

D^a Pilar Sainz de Baranda Andújar

A mis padres, por la educación, los principios y valores que me han inculcado, por ayudarme a conseguir mis sueños y por estar siempre a mi lado. mis referentes en mi vida

A Andrea, por ser mi apoyo incondicional, la que me levanta día tras día y la que me da fuerza para no rendirme.

A mi hermano, por ser una persona importante en mi vida y por cada momento feliz a tu lado.

AGRADECIMIENTOS

Gracias a mi padre y director, Prof. Dr. D. Fernando Santonja Medina, por hacer que no me rinda, por darme energía suficiente para luchar en esta dura carrera, por tu gran implicación en mis proyectos, ya que sin tu apoyo no se podría haber realizado. Por dejarme seguir tu legado, por tu gran generosidad y altruismo.

Gracias a mi directora, Prof. Dra. D^a Pilar Sainz de Baranda Andújar, a quien considero parte imprescindible de mi familia, por su gran capacidad de trabajo, constancia y esfuerzo. Gracias por ayudarme y formar parte de mi proyecto ya que, sin ti, no hubiese sido posible.

Gracias a mi madre Sara por no juzgarme si no apoyarme, por no dudar de mi si no entenderme, por no imponerme si no ilustrarme las posibilidades de los diferentes caminos. Gracias por tu amor incondicional y por tu comprensión.

Gracias a mi hermano Fernando, por los momentos de risas, por aguantar las bromas y por tu paciencia.

Gracias a Andrea, por levantarme cada vez que tropiezo, por ser mi mayor apoyo, por sacarme una sonrisa cuando creía que era imposible, por estar siempre a mi lado, por darme fuerza para afrontar la realidad, por cogerme de la mano y no soltarme nunca, por demostrarme lo que significa ser valiente.

Gracias a mis grandes amigos, a los de siempre y a los de ahora por estar a mi lado. Por confiar en mí y apoyarme a lo largo de mi vida.

Gracias a mi cachorro Alfonso, por compartir locuras, por enseñarme la verdadera amistad y por seguir animándome.

Gracias a Maca, por transmitirme paz y tranquilidad, por la confianza que me das, por la honestidad y transparencia que trasmites y por tu apoyo incondicional.

Gracias a mi tomatito Miriam, por compartir momentos inolvidables, por no fallarme nunca, por nuestros viajes hechos y pendientes, por las risas y las sorpresas. Gracias por estar siempre que te necesito, por escucharme y aconsejarme.

Gracias a mi Pellejero, por ser mi confidente, mi paño de lágrimas, mi “*personal entertainer*” y por estar cuando más lo necesito. Gracias por ser uno de mis pilares y por seguir creando caminos juntos.

Gracias a Matti, por ser mi gran descubrimiento del erasmus, por ser tan especial y por dejarme conocerte. Gracias por acogerme y protegerme en los momentos de debilidad.

Gracias a Mirella, por tu positividad y asombrosa energía que me contagias y creas un ambiente de alegría a mi alrededor.

Gracias a Marta, por transmitirme fuerza a pesar de la gran distancia.

Gracias a mi tía Susi, por tu preocupación

Gracias a mis grandes compañeros y amigos de medicina Mirian, Luis y Pablo, por hacer más amena la carrera y por acompañarme en los momentos más duros. Sois muy especiales para mí, grandes personas que llegaréis a donde os propongáis.

Gracias a José Manuel Sanz, por tu generosidad y por tu implicación, porque a pesar de la distancia siempre te siento cerca.

Gracias a los profesores M. Canteras, A. Cejudo y F. Ayala por su cooperación en la realización de la estadística.

Gracias a mi amigo y profesor Enrique Ortega, por guiarme y aconsejarme, por las conversaciones reflexivas y positivas. Gracias por tus elogios y ánimos llenos de energía.

Gracias a Toñi, Andrés, y Conchita por acogerme y hacerme sentir de la familia desde el primer momento. Gracias por vuestro apoyo y ayuda incesante, por tenderme la mano y por creer en mí.

Gracias a mi familia, por darme vuestro amor haciéndome pasar una infancia envidiable llena de felicidad, por enseñarme que en lo diferente y en lo diverso, está la clave. Gracias por confiar en mí y saber que lo conseguiré.

Gracias a los componentes del grupo de investigación "Aparato Locomotor" en especial a los doctores D. Antonio Pastor, D. Vicente Ferrer y Da Pilar Andújar por brindarme la oportunidad de continuar con vuestras investigaciones y por ser parte de mi familia

Gracias a los alumnos de Ciencias de la Salud de la Universidad de Murcia por contribuir en las mediciones, y en especial a los de alumnos del Grado de Medicina.

ABREVIATURAS

AP: Test Ángulo Poplíteo

AKE: Active-Knee-Extension test

BSSR: Back-Saver Sit-and Reach test

chSR: Chair Sit-and-Reach

Curvas ROC: Receiver Operating Characteristic curve

DD-P: Test Distancia Dedos-Planta

DS: Desviación estándar

DD-S: Test Distancia Dedos-Duelo

EPR: Test Elevación de la Pierna Recta

EPR-L: Elevación Pierna Recta con LumboSant

IC: Índice de Confianza

ICC: Índice correlación intraclase

IMC: Índice de Masa Corporal

ISLRT: Instrumented Straight-Leg Raise Test

L1: 1ª vértebra lumbar

L2: 2ª vértebra lumbar

L3: 3ª vértebra lumbar

L4: 4ª vértebra lumbar

L5: 5ª vértebra lumbar

L-H fx: Ángulo Lumbo-Horizontal en Flexión

LL: Ángulo de Lordosis Lumbar

L-V: Ángulo Lumbo-Vertical

MBSSR: Back-Saver Sit-and-Reach test Modificado

P0: Posición de partida

P1: Posición al final del EPR

P2: Posición al final del EPR-LumboSant

Rx: Radiografía

ROM: Rango de Movimiento

S₁: Ángulo basculación de la pelvis

SIC: Síndrome de Isquiosurales Cortos

SLR: Straight Leg Raise

SR: sit-and reach test

SPSS: Statistical Package for Social Sciences

TT: Toe-touch test

VSR: "V" Sit-and Reach test

ÍNDICE

ÍNDICE

ÍNDICE DE TABLAS -----	19
ÍNDICE DE FIGURAS -----	22
ÍNDICE DE GRÁFICAS -----	25
JUSTIFICACIÓN, HIPÓTESIS Y OBJETIVOS ESTUDIO 1 -----	29
JUSTIFICACIÓN -----	29
HIPÓTESIS -----	32
OBJETIVOS -----	33
MARCO TEÓRICO -----	37
CONCEPTOS -----	37
ETIOLOGÍA -----	40
PREVALENCIA Y FRECUENCIA DE LA CORTEDAD ISQUIOSURAL Y DEL SÍNDROME DE ISQUIOSURALES CORTOS -----	42
EXPLORACIÓN CLÍNICA DE LA EXTENSIBILIDAD DE LOS ISQUIOSURALES -----	46
MATERIAL Y MÉTODO: ESTUDIO 1 -----	71
Diseño -----	71
Participantes -----	72
Método -----	73
RADIOGRAFÍAS -----	75
Mediciones Radiográficas -----	79
VARIABLES UTILIZADAS -----	81
ANÁLISIS ESTADÍSTICO -----	83
RESULTADOS ESTUDIO 1 -----	87
OTRAS MEDICIONES CLÍNICAS -----	88
CLASIFICACIÓN DE LA EXTENSIBILIDAD ISQUIOSURAL -----	90
Estudio radiográfico -----	91
RECTAS DE REGRESIÓN -----	96
PROPORCIÓN DE IMPLICACIÓN DE LA PELVIS EN EL EPR CLÁSICO -----	99
PROPORCIÓN DE IMPLICACIÓN DE LA PELVIS EN EL EPR CON LUMBOSANT -----	100
TEÓRICO EPR IDEAL -----	101
JUSTIFICACIÓN, HIPÓTESIS Y OBJETIVOS: ESTUDIO 2 -----	105
JUSTIFICACIÓN -----	105
HIPÓTESIS -----	105
OBJETIVO -----	106
MATERIAL Y MÉTODO: ESTUDIO 2 -----	109
MATERIAL -----	109
PARTICIPANTES -----	113
DISEÑO -----	113
MÉTODO -----	113

RADIOGRAFÍAS -----	117
ANÁLISIS ESTADÍSTICO -----	119
RESULTADOS ESTUDIO 2 (LumboSant-2) -----	123
CORRELACIONES -----	124
CORRELACIONES ENTRE LAS DIFERENTES MANIOBRAS DE EXPLORACIÓN DE LA EXTENSIBILIDAD ISQUIOSURAL -----	125
ESTUDIO RADIOGRÁFICO DE LA COLUMNA LUMBAR -----	126
CLASIFICACIÓN DE LA EXTENSIBILIDAD -----	132
RECTAS DE REGRESIÓN -----	134
DISCUSIÓN -----	139
LUMBOSANT-2 -----	149
ANÁLISIS DE REGRESIÓN -----	155
COMPARACIÓN ENTRE AMBOS SOPORTES LUMBARES (LUMBOSANT/LUMBOSANT-2) -----	156
Limitaciones del estudio -----	159
Propuestas de investigaciones futuras-----	161
CONCLUSIONES -----	165
BIBLIOGRAFÍA -----	169
ANEXOS -----	185
Plantilla estudio EPR sin y con LumboSant-2 -----	185

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. VALORES DE NORMALIDAD Y DE CORTEDAD CON EL TEST BSSR, SEGÚN LA EDAD DEL INSTITUTO COOPER -----	50
Tabla 2. RELACIÓN DE LÍMITES DE NORMALIDAD Y CORTEDAD SEGÚN DIFERENTES AUTORES DEL TEST DD-P-----	52
Tabla 3. AUTORES Y SUS LÍMITES DE CORTEDAD Y NORMALIDAD DE LA EXTENSIBILIDAD ISQUIOSURAL CON EL TEST EPR-----	57
TABLA 4. DISTRIBUCIÓN DEL ÁNGULO LUMBO-HORIZONTAL POR GRUPOS SEGÚN EXTENSIBILIDAD ISQUIOSURAL A PARTIR DEL TEST EPR. Fuente: Martínez Victorio (2005)	67
Tabla 5. RESULTADOS DEMOGRÁFICOS EN 23 ESTUDIANTES DE MEDICINA, DE ACUERDO A SU GÉNERO a. -----	72
TABLA 6. RESULTADOS DE LA MEDIA + DESVIACIÓN TÍPICA, VALOR MÍNIMO Y MÁXIMO Y PERCENTILES DE LAS MEDICIONES CLÍNICAS Y RADIOGRÁFICAS-----	87
TABLA 7. RESULTADOS DE EXTENSIBILIDAD DE LOS ISQUIOSURALES, DISPOSICIÓN SAGITAL DE LA PELVIS (S1) Y DE LA CURVATURA LUMBAR EN 23 ESTUDIANTES DE MEDICINA, DE ACUERDO A SU GÉNERO A-----	88
Tabla 8. CORRELACIONES ENTRE LAS TRES MANIOBRAS DE EXTENSIBILIDAD DE LOS ISQUIOSURALES L-H FX Y AMBOS EPR (CLÁSICO VERSUS EPR CON LUMBOSANT) Y LOS ÁNGULOS DE INCLINACIÓN PÉLVICA (S1) Y DE LA LORDOSIS LUMBAR EN LAS TRES POSTURAS ANALIZADAS -----	89
Tabla 9. COMPARACIÓN DEL DIAGNÓSTICO DE LA EXTENSIBILIDAD DE LOS ISQUIOSURALES SEGÚN LAS MANIOBRAS EPR Y L-H FX -----	90
Tabla 10. COMPARACIÓN DEL DIAGNÓSTICO DE LA EXTENSIBILIDAD DE LOS ISQUIOSURALES SEGÚN LAS MANIOBRAS EPR CON LUMBOSANT Y L-H FX-----	90
Tabla 11. RESULTADOS DE EXTENSIBILIDAD DE LOS ISQUIOSURALES, DISPOSICIÓN SAGITAL DE LA PELVIS (S1) Y DE LA CURVATURA LUMBAR EN 23 ESTUDIANTES DE MEDICINA, DE ACUERDO A SU GÉNERO a -----	91
Tabla 12. PRUEBA DE MUESTRAS EMPAREJADAS -----	91
Tabla 13. COMPORTAMIENTO DE LA BASCULACIÓN DE LA PELVIS, EN LA POSTURA DE PARTIDA (P0), TRAS REALIZAR EL EPR (P1) Y TRAS REALIZAR EL EPR CON SOPORTE LUMBAR (P2).-----	92
Tabla 14. ESTIMACIONES DE LAS DIFERENCIAS Y SU SIGNIFICACIÓN ESTADÍSTICA POR PAREJAS, PARA LA DISPOSICIÓN DE LA PELVIS, MEDIDA MEDIANTE EL ÁNGULO S1-----	92
Tabla 15. COMPORTAMIENTO DE LA LORDOSIS LUMBAR, EN LA POSTURA DE PARTIDA (P0), TRAS REALIZAR EL EPR (P1) Y TRAS REALIZAR EL EPR CON SOPORTE LUMBAR (P2). ---	92
Tabla 16. ESTIMACIONES DE LAS DIFERENCIAS Y SU SIGNIFICACIÓN ESTADÍSTICA POR PAREJAS, PARA LA DISPOSICIÓN DE LA LORDOSIS LUMBAR EN LAS TRES POSTURAS. -	93
Tabla 17. RESULTADOS DE LA EXTENSIBILIDAD DE LOS ISQUIOSURALES, BASCULACIÓN DE LA PELVIS (S1) Y GRADO DE LA LORDOSIS LUMBAR EN 23 ESTUDIANTES DE MEDICINA DE ACUERDO AL TIPO DE EPR (TRADICIONAL VS. NUEVO CON LUMBOSANT). a -----	94

Tabla 18. CORRELACIÓN DE LA EXTENSIBILIDAD DE LOS ISQUIOSURALES, BASCULACIÓN DE LA PELVIS (S1) Y GRADO DE LORDOSIS LUMBAR EN AMBOS TIPOS DE MANIOBRAS DE EXPLORACIÓN CLÍNICA (TRADICIONAL VS. LUMBOSANT).....	95
Tabla 19. RESULTADOS PREDICTIVOS DEL ÁNGULO DE INCLINACIÓN PÉLVICA (S1) Y DEL ÁNGULO DE LA LORDOSIS LUMBAR PARA LA EXTENSIBILIDAD DE LOS ISQUIOSURALES (EPR CLÁSICO VERSUS EPR CON LUMBOSANT)	97
Tabla 20. COMPARACIÓN DEL DIAGNÓSTICO DE LA EXTENSIBILIDAD DE LOS ISQUIOSURALES SEGÚN LA MANIOBRA DE EPR Y EPR-IDEAL	101
Tabla 21. MEDIA, DESVIACIÓN TÍPICA Y VALORES MÍNIMO Y MÁXIMOS DE LAS VARIABLES ANTROPOMÉTRICA, SEPARADAS PARA HOMBRES Y MUJERES.....	123
Tabla 22. CORRELACIONES ENTRE ANTROPOMETRÍA Y MANIOBRAS DE EXTENSIBILIDAD ISQUIOSURAL.	124
Tabla 23. TABLA DE CORRELACIONES ENTRE LAS DISTINTAS EXPLORACIONES CLÍNICAS DE LA EXTENSIBILIDAD ISQUIOSURAL	125
Tabla 24. MEDIA + DESVIACIÓN TÍPICA Y SIGNIFICACIÓN DE LAS DIFERENCIAS PARA HOMBRE Y MUJER, DE CADA UNA DE LAS MANIOBRAS QUE MIDEN LA EXTENSIBILIDAD ISQUIOSURAL	125
Tabla 25. DIFERENCIAS, MEDIA + DESVIACIÓN TÍPICA Y SU SIGNIFICACIÓN, DE LA ANTEVERSIÓN DE LA PELVIS (S1) Y DE LA LORDOSIS LUMBAR AL EXPLORAR CON EL EPR CLÁSICO Y EL EPR CON LUMBOSANT-2	126
Tabla 26. MEDIA + DS DEL GRADO DE APERTURA DISCAL (habitualmente anterior) DE LOS ESPACIOS DISCALES DE L1 A S1. REALIZAR EL TEST DE EPR SIN Y CON EL LUMBOSANT 2.....	127
Tabla 27. MEDIAS POR SEXO Y DEL TOTAL DE LA MUESTRA, JUNTO A LAS DIFERENCIAS DE LAS MEDICIONES OBTENIDAS EN LA RX LATERAL DE LA COLUMNA LUMBAR Y LA VERSIÓN, LA PELVIS AL REALIZAR EL EPR CLÁSICO	129
Tabla 28. MEDIAS POR SEXO Y DEL TOTAL DE LA MUESTRA, JUNTO A LAS DIFERENCIAS DE LAS MEDICIONES OBTENIDAS EN LA RX LATERAL DE LA COLUMNA LUMBAR Y LA VERSIÓN LA PELVIS, AL REALIZAR EL EPR CON EL LUMBOSANT-2	129
Tabla 29. CORRELACIONES ENTRE LAS DISTINTAS VARIABLES MEDIDAS EN LA RADIOGRAFÍA LATERAL DE LA COLUMNA LUMBAR, AL REALIZAR LA MANIOBRA DEL EPR CLÁSICO	130
Tabla 30. CORRELACIONES ENTRE LAS DISTINTAS VARIABLES MEDIDAS EN LA RADIOGRAFÍA LATERAL DE LA COLUMNA LUMBAR, AL REALIZAR LA MANIOBRA DEL EPR CON LUMBOSANT-2.....	131
Tabla 31. CORRELACIONES ENTRE EL COMPORTAMIENTO DE LA COLUMNA VERTEBRAL AL REALIZAR EL EPR SIN Y CON LUMBOSANT-2	131
Tabla 32. CLASIFICACIÓN DE LA EXTENSIBILIDAD ISQUIOSURAL CON EL EPR CLÁSICO Y SI SE UTILIZA EL SOPORTE LUMBOSANT-2	132
Tabla 33. CLASIFICACIÓN DE LA EXTENSIBILIDAD ISQUIOSURAL CON EL EPR CLÁSICO Y CON EL ÁNGULO LUMBO-HORIZONTAL EN FLEXIÓN.....	133
Tabla 34. CLASIFICACIÓN DE LA EXTENSIBILIDAD ISQUIOSURAL CON EL EPR CON LUMBOSANT-2 Y CON EL ÁNGULO LUMBO-HORIZONTAL EN FLEXIÓN.....	133

Tabla 35. COMPARACIÓN DE LA BASCULACIÓN DE LA PELVIS ENTRE EL EPR CLÁSICO Y EL EPR CON “LUMBOSANT” -----	146
Tabla 36. CÁLCULO DEL EPR CON LUMBOSANT-2 TRAS DETERMINAR EL EPR CLÁSICO Y COMPARACIÓN CON EL EPR MEDIDO CON EL LUMBOSANT-2 (REAL)-----	155
Tabla 37. CÁLCULO DEL L-H fx TRAS DETERMINAR EL EPR CLÁSICO Y COMPARACIÓN CON EL I-h FX MEDIDO (REAL) -----	155
Tabla 38. MEDIA + DS DE LA INCLINACIÓN DE LA PELVIS (“S1”) Y EL DE LA LORDOSIS LUMBAR, EN CUATRO SITUACIONES: POSICIÓN DE PARTIDA, FINAL DE LA MANIOBRA DEL EPR CLÁSICO, FINAL CON LUMBOSANT Y FINAL CON LUMBOSANT-2. -----	156
Tabla 39. MEDIA + DS DE LA INCLINACIÓN DE LA PELVIS (“S1”) Y EL DE LA LORDOSIS LUMBAR, EN CUATRO SITUACIONES: POSICIÓN FINAL DE LA MANIOBRA DEL EPR CLÁSICO, FINAL CON LUMBOSANT Y FINAL CON LUMBOSANT-2 -----	157
Tabla 40. COMPORTAMIENTO EPR SIN Y CON LUMBOSANT -----	157
Tabla 41. COMPORTAMIENTO ÁNGULO LUMBO-HORIZONTAL EN FLEXIÓN, SIN SOPORTE LUMBAR DURANTE EL TEST EPR-----	158
Tabla 42. ÁNGULO LUMBO-HORIZONTAL EN FLEXIÓN DURANTE EL TEST EPR CON LUMBOSANT-2 -----	158

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. REALIZACIÓN DEL TEST DISTANCIA DEDOS-PLANTA CON EL TTK-5003 “MEDIDOR DE FLEXIBILIDAD HACIA DELANTE”, EN UN ADOLESCENTE QUE PRESENTA UNA MARCADA CORTEDAD DE ISQUIOSURALES CON -27 CM QUE EL DISPOSITIVO NO PERMITÍA SU CUANTIFICACIÓN -----	48
Figura 2. REALIZACIÓN DEL TEST DISTANCIA DEDOS-PLANTA CON EL DISPOSITIVO “DD-P SANT”. PRESENTA UNA DISTANCIA DE -14 CM, LO QUE INDICA CORTEDAD DE LOS ISQUIOSURALES. -----	48
Figura 3. INSTRUMENTED STRAIGHT-LEG RAISE TEST (ISLRT). FUENTE: HAAD Y WYDRA 2017. -----	54
Figura 4. MEDICIÓN DEL ÁNGULO POPLÍTEO ACTIVO. FUENTE: GAJDOSIK Y LUSIN -----	58
Figura 5. MARCO EXPERIMENTAL PARA LA MEDICIÓN DEL ÁNGULO POPLÍTEO PARA ASEGURAR QUE MANTIENE EL MUSLO VERTICAL. FUENTE: NETO EL AL, 2015 -----	60
Figura 6. MEDICIÓN DEL EPR CON ISQUIOGONIÓMETRO Y LUMBOSANT. ESCOLAR CON MARCADA CORTEDAD, AL TENER UN ÁNGULO DE 45° -----	61
Figura 7. REALIZACIÓN DE LA MANIOBRA DE ELEVACIÓN DE LA PIERNA RECTA, UTILIZANDO GONIÓMETRO CON VARILLA EXTENSIBLE Y LUMBOSANT -----	62
Figura 8. MEDICIÓN DEL EPR CON UN SEGUNDO EXPLORADOR QUE EVITA LA ROTACIÓN DE LA PELVIS (EN ESTE CASO ANTIHORARIA) Y FIJA EL MUSLO CONTRALATERAL A LA CAMILLA -----	62
Figura 9. MEDICIÓN DE LA DISTANCIA DEDOS-SUELO CON EL SOPORTE TTK-5003 “MEDIDOR DE FLEXIBILIDAD HACIA DELANTE” Y MEDICIÓN DEL ÁNGULO LUMBO-VERTICAL (L-V) EN UNA ESCOLAR -----	64
Figura 10. ESQUEMA ORIGINAL DE LA CLÁSICA MEDICIÓN DEL ÁNGULO LUMBO-HORIZONTAL EN FLEXIÓN. UNA RAMA DEL GONIÓMETRO SE PONE PARALELA A LA ZONA LUMBO-SACRA Y LA OTRA HORIZONTAL. FUENTE: SANTONJA ET AL, 1994 -----	65
Figura 11. REALIZACIÓN DE LA MANIOBRA DE DISTANCIA DEDOS-PLANTA CON EL SOPORTE TTK-5003 “MEDIDOR DE FLEXIBILIDAD HACIA DELANTE” Y DEL ÁNGULO LUMBO-HORIZONTAL EN FLEXIÓN (L-H FX) CON 100° DE FLEXIÓN, EN UNA ESCOLAR -----	66
Figura 12. UTILIZACIÓN DE UNA BURBUJA DE NIVEL AL GONIÓMETRO CLÁSICO TRANSPARENTE LO QUE PERMITE DETERMINAR LA CORRECTA HORIZONTALIDAD -----	66
Figura 13. MEDICIÓN DEL ÁNGULO L-H FX EN UNA SALA DE RAYOS X QUE ESTABA CONTIGUA A LA QUE SE UTILIZÓ PARA REALIZAR EL ESTUDIO RADIOGRÁFICO -----	73
Figura 14. MEDICIÓN DE LA CURVATURA LUMBAR EN MÁXIMA FLEXIÓN DEL TRONCO. ---	74
Figura 15. SALA DE RAYOS X DEL HOSPITAL CLÍNICO UNIVERSITARIO VIRGEN DE LA ARRIXACA. CENTRADO DEL HAZ DE RAYOS X JUSTO POR ENCIMA A LA CRESTA ILIACA Y CONSIGUIENTE COLIMACIÓN. A CONTINUACIÓN, SE COMPROBABA QUE, AL REALIZAR EL EPR, LA LUZ QUE INDICA EL ÁREA RADIOGRÁFICA -----	76
Figura 16. MEDICIÓN DEL EPR CLÁSICO O “P1”. OBSÉRVESE QUE UN ÚNICO EXPLORADOR REALIZA EL EPR DEL MIEMBRO INFERIOR IZQUIERDO. EL INCLINÓ-METRO LO COLOCA A LA ALTURA DEL TOBILLO CON LA BARRA TELESCÓPICA SIGUIENDO LA BISECTRIZ DEL MIEMBRO INFERIOR -----	77

Figura 17. GRADO DE CURVATURA DEL LUMBOSANT CLÁSICO. A LA IZQUIERDA, PUESTA A CERO DEL INCLINÓMETRO Y A LA DERECHA MEDICIÓN DE LA MÁXIMA CURVATURA (ZONA DISTAL O CAUDAL), MOSTRANDO QUE TIENE UNA CONVEXIDAD DE 20° ----- 78

Figura 18. MEDICIÓN DEL EPR CON LUMBOSANT O "P2". OBSÉRVESE QUE UN EXPLORADOR REALIZA EL EPR, MIENTRAS QUE EL EXPLORADOR AUXILIAR FIJA LA PELVIS PARA EVITAR LA ROTACIÓN HORARIA Y EVITAR LA FLEXIÓN DEL MIEMBRO INFERIOR CONTRALATERAL ----- 79

Figura 19. RX LATERAL DEL RAQUIS LUMBAR Y DEL SACRO EN DECÚBITO SUPINO EN LA POSICIÓN DE PARTIDA (P0), EN LA QUE SE MUESTRA LA MEDICIÓN DE LA LORDOSIS LUMBAR (L2-S1=60°) Y LA INCLINACIÓN DE LA CARILLA DE S1 CON LA VERTICAL (45°) --- 80

Figura 20. RX LATERAL DEL RAQUIS LUMBAR Y DEL SACRO EN DECÚBITO SUPINO EN LA POSICIÓN FINAL DEL TEST DE EPR CLÁSICO EN EL MISMO SUJETO (P1). APRÉCIESE LA REDUCCIÓN DEL GRADO DE LA LORDOSIS LUMBAR, AL PASAR DE 60° A 41° Y EL CAMBIO EN LA POSICIÓN DEL SACRO, AL PASAR DE 45° A 29° ----- 80

Figura 21. RX LATERAL DEL RAQUIS LUMBAR Y DEL SACRO EN DECÚBITO SUPINO EN LA POSICIÓN FINAL DEL TEST DE EPR MODIFICADO CON LUMBOSANT EN EL MISMO SUJETO (P2). APRÉCIESE LA MENOR REDUCCIÓN DEL GRADO DE LA LORDOSIS LUMBAR, AL PASAR DE 60 A 57° Y EL MENOR CAMBIO EN LA POSICIÓN DEL SACRO, AL PASAR DE 45° A 40°. EN L1 PUEDE VERSE UN ACUÑAMIENTO ANTERIOR DE 7° ----- 81

Figura 22. AJUSTE DEL DISEÑO DEL LUMBOSANT-2 -----110

Figura 23. LUMBOSANT-2 ARRIBA Y A LA IZQUIERDA VISÓN CENITAL DE LA SUPERFICIE QUE SE ADAPTA A LA ZONA LUMBAR. ARRIBA Y A LA DERECHA, SUPERFICIE PLANA QUE SE APOYA SOBRE LA CAMILLA Y QUE ESTÁ REFORZADA CON UNA PLACA METÁLICA PARA QUE NO SE DEFORME. ABAJO, VISIÓN LATERAL DEL SOPORTE LUMBAR CON GRADO DE CURVATURA LUMBAR. PUEDE OBSERVARSE LOS RIELES EN LA ZONA PROXIMAL -----110

Figura 24. A LA IZQUIERDA, CUANTIFICACIÓN DEL MÍNIMO GRADO DE CURVATURA LUMBAR QUE ES DE 20° COMO EN EL LUMBOSANT CLÁSICO. A LA DERECHA, MÁXIMA CURVATURA LUMBAR QUE PUEDE OBTENERSE CON EL LUMBOSANT-2, QUE ES DE 60° -----111

Figura 25. CUANTIFICACIÓN DEL ÁNGULO LUMBO-HORIZONTAL EN MÁXIMO FLEXIÓN DEL TRONCO (L-H FX). UNA INVESTIGADORA COLABORADORA, EVITABA LA FLEXIÓN DE LAS RODILLAS AL REALIZAR LA MÁXIMA FLEXIÓN DEL TRONCO Y MANTENÍA LA PLANTA DE LOS PIES EN CONTACTO CON EL "DD-P SANT" -----114

Figura 26. CUANTIFICACIÓN DE LA CURVATURA LUMBAR EN MÁXIMA FLEXIÓN DEL TRONCO. LA INVESTIGADORA AUXILIAR, TOMABA LOS DATOS PARA ASEGURAR EL CIEGO DEL ESTUDIO -----114

Figura 27. ARRIBA, AJUSTE DEL HAZ DE RAYOS X Y COLIMACIÓN. EL CENTRO DEL HAZ DE RAYOS X SE AJUSTA DE 3-5 CM CRANEAL A LA CRESTA ILIACA. LA LÍNEA MEDIA HORIZONTAL DEL TUBO DE RAYOS X, SE AJUSTA CON LA LÍNEA AXIAL MEDIA. COMPROBACIÓN DEL LADO A EXPLORAR ----- **¡Error! Marcador no definido.**

Figura 28. A LA DERECHA, COMPROBACIÓN QUE, AL REALIZAR EL TEST DE EPR, LA COLUMNA LUMBAR SE MANTIENE DENTRO DEL ÁREA COLIMADA DE LA RADIOGRAFÍA.115

Figura 29. COLOCACIÓN DEL SOPORTE LUMBAR "LUMBOSANT-2" EN LA SALA DE RAYOS X. OBSÉRVESE EL BUCKY MURAL -----116

Figura 30. INFLADO DEL LUMBOSANT-2 HASTA CONTACTAR COMPLETAMENTE CON LA ZONA LUMBAR. TODOS LOS AJUSTES LOS HIZO LA INVESTIGADORA PRINCIPAL -----116

Figura 31. REALIZACIÓN DEL EPR CON LUMBOSANT-2. PUEDE OBSERVARSE EL INCLINÓMETRO EN LA CARA EXTERNA DE LA PIERNA DERECHO (LA VARILLA TELESCÓPICA ESTÁ COLOCADA SIGUIENDO SU BISECTRIZ). LA INVESTIGADORA FIJA, CON UNA MANO, LA PELVIS PARA EVITAR SU ROTACIÓN ANTIHORARIA, Y CON LA OTRA EVITA LA FLEXIÓN DE LA CADERA Y DE LA RODILLA-----118

Figura 32. LUMBOSANT. SE PUEDE APRECIAR LA CURVATURA CONVEXA, LA OQUEDAD PARA LAS ESPINOSAS Y LA PARTE MÁS ANCHA QUE ES PARA LA ZONA DORSAL -----143

Figura 33. REALIZACIÓN DEL EPR CON LUMBOSANT E ISQUIOGONIÓMETRO. UNA MANO EVITA LA FLEXIÓN DE LA RODILLA A EN LA PARTE POSTERIOR Y LA OTRA ELEVA DE FORMA LENTA Y PROGRESIVA EL MIEMBRO A EXPLORAR. EL SOPORTE REDUCE LA BASCULACIÓN DE LA PELVIS -----144

Figura 34. ARRIBA, LA RX LATERAL DE LA COLUMNA LUMBAR AL REALIZAR EL EPR CLÁSICO. OBSÉRVESE EL APLANAMIENTO DE LA CURVA LUMBAR. ABAJO, LA MISMA MUJER AL REALIZAR LA MANIOBRA PERO CON EL LUMBOSANT-2. OBSÉRVESE LA SILUETA DEL SOPORTE LUMBAR, LA MAYOR LORDOSIS LUMBAR (+25°) Y LA MAYOR ANTEVERSIÓN DE LA PELVIS (+12°) -----151

Figura 35. PÚBER CON +9 CM EN LA MANIOBRA DISTANCIA DEDOS-PLANTA, PERO CUYA PELVIS ESTÁ CLARAMENTE INCLINADA HACIA ABAJO. EN EL L-H FX TIENE 115°, LO QUE INDICA QUE PRESENTA UNA MARCADA CORTEDAD DE ISQUIOSURALES, POR LO QUE SERÍA UN FALSO NEGATIVO DEL DD-P -----154

Figura 36. DETALLES DE LA DETERMINACIÓN DE LA CORRECTA COLOCACIÓN DEL LUMBOSANT-2-----160

Figura 37. SOPORTE DISEÑADO POR SANTONJA (1992) PARA IMPEDIR LA BASCULACIÓN DE LA PELVIS. OBSÉRVESE EL LUMBOSANT CLÁSICO-----161

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1. DISTRIBUCIÓN DEL PESO	123
Gráfica 2. REPRESENTACIÓN DE LA MANIOBRA DEL EPR CLÁSICO	149
Gráfica 3. REPRESENTACIÓN DE LA MANIOBRA DEL EPR CON LUMBOSANT-2. APRÉCIESE LA NOTABLE REDUCCIÓN DEL EPR CUANDO SE UTILIZA ESTE SOPORTE LUMBAR	149
Gráfica 4. REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LA ANTEVERSIÓN DE LA PELVIS, CUANTIFICADA MEDIANTE EL ÁNGULO S1, AL REALIZAR LA MANIOBRA DEL EPR CLÁSICO	151
Gráfica 5. REPRESENTACIÓN DE LA VERSIÓN DE LA PELVIS, CUANTIFICADA MEDIANTE EL ÁNGULO S1, AL REALIZAR LA MANIOBRA DEL EPR CON LUMBOSANT-2, DONDE SE APRECIA LA MAYOR ANTEVERSIÓN DE LA PELVIS.	152
Gráfica 6. REPRESENTACIÓN GRÁFICA DEL GRADO DE LORDOSIS LUMBAR RADIOGRÁFICO, AL REALIZAR LA MANIOBRA DEL EPR CLÁSICO	153
Gráfica 7. REPRESENTACIÓN GRÁFICA DEL GRADO DE LORDOSIS LUMBAR AL REALIZAR LA MANIOBRA DEL EPR CON LUMBOSANT-2, DONDE SE APRECIA EL INCREMENTO DEL GRADO DE LORDOSIS LUMBAR DEBIDO AL SOPORTE LUMBAR	153

**JUSTIFICACIÓN,
HIPÓTESIS Y
OBJETIVOS
ESTUDIO 1**

JUSTIFICACIÓN, HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

ESTUDIO 1

JUSTIFICACIÓN

La evaluación de la extensibilidad de la musculatura isquiosural es una práctica habitual en medicina y en el ámbito de la salud físico-deportiva. Las cortedades músculo-tendinosas son frecuentes y dentro de ellas, las más prevalente y con mayores repercusiones clínicas, es la cortedad de la musculatura isquiosural que ha sido relacionada con una serie patologías: incremento de la probabilidad de sufrir distensiones musculares (Croisier, Forthomme, Namurois, Vanderthommen y Crielaard, 2002; Sexton y Chambers, 2006 Chumanov et al., 2012; Liu et al., 2012; Opar, Williams y Shield, 2012), roturas fibrilares (Croisier, Forthomme, Namurois, Vanderthommen y Crielaard, 2002), fascitis plantar (Bolívar et al., 2013), hipercifosis dorsal (Bado et al, 1964; Fisk et al, 1984; Lambrinudi, 1934, Somhegyi y Ratko, 1993) hipolordosis (Józwiak et al., 1997, Ferrer, 1998; Mistry, Vyas y Sheth, 2014), espondilolistesis (Phalen, 1956, Phalen y Dickson, 1961; Barash et al., 1970; Standaert y Herring, 2000; Sato, Mase y Sairyo, 2017); inversión del raquis lumbar (Santonja et al., 1995; Ferrer, 1998; Martínez-Victorio, 2005); cambios en el ritmo lumbo-pélvico (Esola, McClure, Fitzgerald y Siegler, 1996; Hasebe et al., 2013; Laird, Gilbert, Kent y Keating, 2014; Reis y Macedo, 2015; Zawadka et al., 2018), hernia discal (Brodersen et al., 1994; Takata y Takahashy, 1994; Zhu el al., 2006) y lumbalgia (Biering-Sorensen 1984; Mierau et al., 1989; Somhegyi y Ratko, 1993; Esola et al., 1996; Halbertsma et al., 2001; Nourbakhsh y Arab, 2002; Marques, Vasconcelos, Cabral y Sacco, 2009; Arab y Nourbakhsh, 2014; Han, Choi y Shin, 2016; Fasuyi, Fabunmi y Adegoke, 2017; Sadler et al., 2017). Otros autores no encuentran asociación con las algias lumbares, pero sí con la retroversión de la pelvis (Reis y Macedo, 2015).

Se han utilizado diferentes pruebas para valorar la flexibilidad de los isquiosurales, como el test Distancia Dedos-Planta (Santonja et al., 1995; Holt et al., 1999; Perret et al., 2001; Ayala et al., 2012; Han, Choi y Shin, 2016), el test de Elevación de la Pierna Recta (Gajdosik y Lusin, 1983, Bohannon, Gajdosik y Leveau,

1985a, 1985b; Gajdosik, LeVeau y Bohannon, 1985; Cameron, Bohannon y Owen, 1994, Santonja, Sainz de Baranda, Rodríguez, López y Canteras, 2007; Johnson y Thomas, 2010; Massoudet et al., 2011; Raftry y Marshall, 2012, Han, Choi y Shin, 2016; Cejudo et al., 2019), el test del Ángulo Poplíteo (Arab y Nourbakhsh, 2014; Reis y Macedo, 2015; Fasuyi, Fabunmi y Adegoke, 2017; Alshammari, Alzoghbieh, Abu Kabar y Hawamdeh, 2019;) y el Ángulo Lumbo-Horizontal en Flexión (Santonja y Genovés, 1992; Santonja et al., 1994; Santonja et al, 1995; Ferrer, 1998; Martínez Victorio, 2005; Sainz de Baranda et al., 2014; Sanz-Mengíbar et al., 2018; Sainz de Baranda et al., 2020).

El EPR ha sido utilizado como criterio de medición de la flexibilidad de los isquiosurales (Hoeger y Hopkins, 1992; Minkler y Patterson, 1994; Chung y Yuen, 1999; Baltaci et al., 2003; López et al., 2007; López-Miñarro et al., 2009); debido a su alta fiabilidad (0.95-0.99) (Santonja, Sainz de Baranda, Rodríguez, López y Canteras, 2007; López-Miñarro, Sainz de Baranda y Rodríguez-García, 2009), además por su teórica facilidad de uso y por el escaso material necesario para realizarlo.

Sin embargo, este test tiene una serie de desventajas: (a) existe confusión si la finalización del test se debe a un problema muscular o neurológico (Gajdosik y Lusin, 1983; Gajdosik, Rieck, Sullivan y Wightman, 1993), (b) la considerable rotación de la pelvis que ocurre durante el EPR y AP puede afectar a su resultado (Bohannon, Gajdosik y Leveau, 1985a, 1985b; Gajdosik, LeVeau y Bohannon, 1985; Cameron, Bohannon y Owen, 1994; Borman, Trudelle-Jackson y Smith 2011) y (c) los resultados pueden depender parcialmente de la fuerza aplicada (Gajdosik y Lusin, 1983; Zawadka et al., 2018). Por lo tanto, la maniobra del EPR es muy difícil de realizar y se requiere un prolongado entrenamiento de los evaluadores para obtener una alta reproducibilidad.

Los factores que podrían afectar al resultado final del test de elevación de la pierna recta (EPR), son las variaciones en la posición de la pelvis y su estabilidad (Bohannon, Gajdosik, y LeVeau, 1985; Fredriksen et al., 1997; Congdon, Bohannon y Tiberio, 2005; Reis y Macedo, 2015; Van Roy, Hebbelinck y Borms, 1985). Bohannon, Gajdosik y Leveau (1985) utilizaron una cámara para grabar la posición

de la pelvis y de la extremidad inferior, durante el test EPR. Encuentran que a pesar del uso generalizado de este test se sabía poco sobre la contribución de los movimientos de la pelvis y del fémur. En este sentido, Bohannon et al. (1985) informan que por cada 1,7° de movimiento de la flexión de la cadera hay 1° que se produce en la rotación de la pelvis, al realizar el test EPR. Para medir con precisión la extensibilidad de los isquiosurales, en este estudio se llevó a cabo una estabilización de la pelvis al realizar el test EPR. Esta rotación de la pelvis se convierte en incrementos del ángulo EPR (Bohannon, 1982), por lo que para Bohannon, este test no aporta valores válidos de la extensibilidad de los isquiosurales.

Bohannon (1982), Bohannon, Gajdosik y Leveau (1985) realizaron un estudio cinematográfico para grabar la posición de la pelvis y de las extremidades inferiores durante el test Elevación de la pierna recta (EPR), pero resultó un método complejo de emular en la práctica clínica; Van Roy et al. (1985) diseñaron un goniómetro que al cuantificar el EPR que restaba la basculación de la pelvis, pero el método además de impreciso es difícil de realizar, por lo que ninguno de los dos métodos se implantaron.

Para Gajdosik y Bohannon, el *gold standard* para la valoración de la flexibilidad isquiosural es la radiografía. Así, la validez de las distintas pruebas de valoración de la flexibilidad isquiosural debe ser establecida a través de estudios de correlación que empleen como prueba criterio la radiografía (validez de criterio). Sin embargo, no se suele utilizar por las radiaciones ionizantes además de su coste.

Por tanto, es de interés realizar un estudio que cuantifique mediante estudios radiográficos los grados de basculación de la pelvis al realizar el test de EPR. En segundo lugar, es de interés determinar si el soporte lumbar (Lumbosant) es útil para homogeneizar esta medida y reducir la contribución de la pelvis al valor final obtenido del EPR.

HIPÓTESIS

La hipótesis de partida es:

Al medir la extensibilidad de la musculatura isquiosural mediante el test de elevación de la pierna recta (EPR), se produce inevitablemente una basculación de la pelvis y como consecuencia un aplanamiento de la lordosis lumbar que es variable entre cada uno de los sujetos explorados, no siendo dependiente esta basculación del grado de extensibilidad de la musculatura isquiosural. Se considera que la utilización de un soporte lumbar con curvatura lumbar (Lumbosant) y la ayuda de un explorador auxiliar para evitar la rotación de la pelvis, reducirá su basculación y, en consecuencia, minimizará la reducción de la lordosis lumbar, con lo que mejorará la sensibilidad del test.

OBJETIVOS

Los objetivos son:

1º. Determinar cuántos grados gira la pelvis en retroversión y cuánto se aplanan la lordosis lumbar, al realizar la maniobra de Elevación de la Pierna Recta clásica, y si este movimiento acompañante de la pelvis y de la columna lumbar, es proporcional al grado de extensibilidad de la musculatura isquiosural.

2º. Analizar los efectos de utilizar un soporte lumbar y un explorador auxiliar cuando se realiza la maniobra de Elevación de la Pierna Recta, sobre la retroversión de la pelvis y el aplanamiento de la lordosis lumbar y cuánto varía el resultado final en esta maniobra.

MARCO TEÓRICO

MARCO TEÓRICO

CONCEPTOS

Flexibilidad, Extensibilidad y Elasticidad

La flexibilidad se puede definir como la susceptibilidad de un cuerpo a ceder o doblarse. En Medicina se pueden diferenciar dos tipos de flexibilidad: la flexibilidad dinámica cuyas fuerzas se oponen a todo el arco de movimiento de una articulación o la resistencia de la misma a quedarse “suelta”; o la flexibilidad estática, definiéndose como el rango de movimiento (ROM) de una articulación o de una serie de articulaciones (Anderson y Bukke, 1991). La flexibilidad también se define como la habilidad para mover una o varias articulaciones a través del rango de movimiento (ROM) requerido para una actividad o acción específica (Magnusson y Restrom, 2006). Por último, la extensibilidad se define como la capacidad de aumentar de longitud de una estructura.

Todos estos términos se emplean como sinónimos, aunque no es lo correcto. Por ello, utilizaremos el término **flexibilidad** para referirnos a las articulaciones y su recorrido angular y el término de **extensibilidad y elasticidad** a *la propiedad de la musculatura a aumentar su longitud y recuperar su forma posición inicial respectivamente.*

La **extensibilidad y elasticidad** son propiedades que presentan algunos tejidos para *aumentar su longitud y recuperar* fácilmente su forma primitiva, tras haber sufrido una fuerza deformante. Dicha propiedad está en relación con las fibras elásticas del tejido conjuntivo (Andújar, Alonso y Santonja, 1996).

Cortedad de la musculatura isquiosural y Síndrome de Isquiosurales Cortos

Esta patología ha tenido varias denominaciones a lo largo del tiempo. El primer autor en describir la cortedad isquiosural fue Lambrinudi (1934) que determina la influencia de los isquiosurales sobre el raquis dorsal, relacionando cuando estaban cortos los isquiosurales, con la aparición de una cifosis dorsal, pero de carácter transitorio.

Bado et al. (1964) lo llaman “Síndrome de retracción de los isquiotibiales” definiéndolo como el impedimento en la distensión, elongación o estiramiento de la musculatura isquiosural con la pelvis flexionada manteniendo las rodillas extendidas.

Jordá (1971) lo denomina “Brevedad de los isquiosurales o Síndrome de Bado”. Espiga (1992) lo describe como la “brevedad constitucional de la musculatura isquiotibial”, definiéndola como una menor extensibilidad de la musculatura posterior del muslo en relación con la longitud ósea funcional, sin ninguna repercusión clínica inicial. Estos dos autores, utilizan un término de tiempo, para definir una característica de la capacidad de estirar un grupo muscular.

Santonja, al inicio lo denomina como “síndrome de acortamiento de la musculatura isquiosural” (Santonja y Martínez, 1992) y lo define como “una entidad caracterizada por la disminución de la elasticidad de la musculatura posterior del muslo, apareciendo en la infancia con diferentes grados de manifestaciones clínicas y repercusiones sobre el raquis y la pelvis”. Posteriormente, define el “Síndrome de Isquiosurales Cortos” (Santonja y Frutos, 1994) y finalmente acuña el término de “cortedad isquiosural”. (Santonja et al., 1995).

En función del diferente grado de cortedad se pueden dividir en al menos dos grupos. Bado et al. (1964), fue el primer autor que los clasifica en dos grados, los que presentan cortedad moderada y los que presentan marcada disminución de la flexibilidad, pero sin aportar valores límite.

Santonja (1992) propone límites angulares para cada uno de estos dos grados y los denomina grado I (es el moderado de Bado) siendo el más frecuente y el que presenta menos repercusiones, y grado II o marcada cortedad, que con mayor frecuencia producen repercusiones sobre la columna lumbar (Santonja, 1992). Espiga (1992), lo divide en tres grupos: leve, moderado y severo.

El Síndrome de Isquiosurales Cortos (SIC) fue acuñado por Santonja et al. en 1994 y lo define como “la cortedad funcional de la musculatura posterior del muslo observándose en la clínica una restricción de flexibilidad que aparece en la infancia, pudiendo ocasionar repercusiones sobre el raquis (dorso curvo, enfermedad de

Scheüermann...) y sobre la pelvis (disminución de su flexión) de etiología desconocida". Es decir, el diagnóstico de SIC es clínico, realizándolo al valorar la extensibilidad de la musculatura isquiosural, así como al determinar la disposición sagital del raquis en bipedestación, en sedentación y durante la máxima flexión del tronco (Santonja, 1996; Sainz de Baranda, 2002; Gómez-Lozano, 2007; Peña, 2010; Fernández-Campos, 2011; Sanz-Mengíbar, Sainz de Baranda y Santonja-Medina, 2018; Sainz de Baranda et al., 2020; Santonja-Medina et al., 2020).

Para otros autores, no existe el concepto de Isquiosurales cortos sino una disminución de la tolerancia al estirar dicho grupo muscular, sin tener una rigidez anormal (Halbertsma y Göeken, 1994).

ETIOLOGÍA

La etiología es discutida, pudiendo existir factores adquiridos y congénitos (Fisk 1981). Para Bado et al. (1964) lo atribuyen a una hipoplasia muscular por un defecto del crecimiento de los músculos isquiosurales. En cambio, Milne y Mierau (1979) lo atribuyen a “una posición constante de sedentación y a un menor nivel de actividad física”.

Butel et al. (1980) y Kuo et al. (1997) asocian dicha cortedad a desequilibrios hormonales durante la pubertad. En cambio, Kendall y Kendall (1985) y Cornbleet y Woolsey (1996) lo asocian a “una desarmonía del crecimiento entre segmentos”.

Dubreuil y Neiger (1984) y Caillet (1990) indican que “parece evidenciar la presencia de tejido inelástico con una longitud corta de fibras contráctiles en la disección, pudiéndose relacionar dicha cortedad con un exceso de tejido conjuntivo intramuscular”. Por otro lado, Hellsing (1988) afirma que “la cortedad muscular no muestra ningún patrón histológico característico pero que, si se realiza un entrenamiento de fuerza, un trabajo muscular pesado o una bipedestación prolongada, encuentra una mayor relación de cortedades en dicha musculatura”.

Ekstrand y Guillquist (1982) proponen que la cortedad puede ser debida a un pobre patrón de movimiento, a la falta de estiramiento, al trabajo muscular, al entrenamiento de la fuerza o a la continua permanencia en bipedestación.

Mesa (1992) indica que “la causa más frecuente de disminución de la extensibilidad isquiosural se debe a una falta de ejercicio junto con un aumento de horas en la posición de sedentación”.

Espiga (1993) especifica que se debe a “un menor crecimiento de la musculatura isquiosural respecto al fémur, superando así, los elementos óseos a los tendones durante el segundo periodo de crecimiento”.

Gómez, Solana y Vázquez (1996) asocian la cortedad del deportista con un aumento de la potencia muscular.

Ferrer (1998) no encuentra una correlación entre la talla y la aparición de cortedad isquiosural, sino que destaca una tendencia a la inversa y afirma que serían necesarios estudios longitudinales que pudieran valorar la historia de la extensibilidad isquiosural.

Sjolie (2000) demuestra que en zonas donde los alumnos utilizan el autobús escolar, tienen menor extensibilidad de la musculatura isquiosural que en áreas con calles peatonales.

La cortedad se inicia en la infancia y si no se actúa precozmente con programas de estiramientos, puede llegar a producir consecuencias irreversibles sobre la columna vertebral y la pelvis en el adulto (Albaladejo, 2015).

PREVALENCIA Y FRECUENCIA DE LA CORTEDAD ISQUIOSURAL Y DEL SÍNDROME DE ISQUIOSURALES CORTOS

La frecuencia de la cortedad isquiosural varía según diferentes autores y depende de la edad, sexo, el método de la exploración de la población estudiada y el instrumento utilizado para su medición (Ferrer, Santonja y Carrión, 1996). Además de poder estar relacionada con los límites de normalidad establecidos y el nivel de actividad física (Decoster et al., 2004; Schuback et al., 2004, Da Silva y Gómez-Conesa, 2008) y el grado de entrenamiento de los exploradores.

La prevalencia de la cortedad isquiosural es muy alta desde que se describió este cuadro clínico. Así, Bado et al. (1964) en un estudio con una población de 800 escolares entre 6 y 19 años, diagnostican cortedad en el 22,8%, de los cuales 78,6% corresponden al grado I y el 21,4% corresponden al grado II. En cambio, Jordá (1971) afirma que la prevalencia oscila entre el 14-20% de escolares con edades comprendidas entre los 6 y los 14 años, sin aparecer alteraciones funcionales ni estructurales en la radiografía.

Milne y Mierau (1979) en un estudio con 569 individuos con edades comprendidas entre 3 y 66 años, tras la medición de la extensibilidad de la musculatura isquiosural, obtuvieron entre un 81 a un 97% de los individuos con valores inferiores de lo que ellos consideraban el límite óptimo.

Hellsing (1988) cuantifica mediante el test de elevación de la pierna recta a 600 varones de 18 y 19 años, encontrando un 65% de cortedad en la pierna izquierda y un 57% de cortedad en la pierna derecha, estimando como normalidad los 80°.

Santonja (1990), realiza en un estudio con 700 universitarios utilizando el test de Elevación de la Pierna Recta (EPR), considerando el límite de normalidad $\geq 75^\circ$ y encuentra un 24,2% de cortedad grado I (siendo 3 veces más frecuente en los hombres) y un 4,7% de grado II (todos hombres).

Espiga (1992), en un estudio de 1350 adolescentes utilizando la maniobra del ángulo poplíteo, obtiene una frecuencia de cortedad que aumenta con la edad. A los 12 años 18,6%, a los 13 años un 19,9%, a los 14 años un 24,7% y a los 15 años un 26,9%, encontrando un incremento en la fase puberal y en la adolescencia, siendo mayor en el sexo masculino (29,4%) que en el femenino (7,9%). En cambio, Brodersen et al. (1993) utilizando la misma maniobra en una muestra de 769 escolares entre 3 a 17 años, el 75% de los chicos y el 35 % de las chicas presentan cortedad.

Santonja et al. (1995), en un estudio de 521 escolares (6 y 14 años) con un diseño de muestra obtenida de forma aleatoria y estratificada por sexos y niveles educativos, obtuvieron un 28% de cortedad en los niños frente a un 8,9% en las niñas, utilizando la maniobra de elevación de la pierna recta con Lumbosant e isquiogoniómetro,

Ferrer et al. (1996), valoran a 926 deportistas federados entre 3 y 17 años, utilizando la maniobra de elevación de la pierna recta con Lumbosant e isquiogoniómetro y encuentran cortedad isquiosural grado I en el 41,5% de los chicos y 19,8% de las chicas, y cortedad grado II en el 11,6% de los chicos y 7% de las chicas.

Ferrer (1998), en su estudio de diseño trasversal, confirma la existencia de una mayor extensibilidad isquiosural durante el periodo post-puberal (normalidad en el 89,6% y 69,5% de chicas y chicos respectivamente) respecto al periodo prepuberal (78,8 y 45,8% de chicas y chicos respectivamente) y detecta un mayor porcentaje de cortedad en la fase puberal al obtener solo un 64% de normalidad en las chicas y un 36% en los chicos.

Rodríguez (1998), en un estudio con escolares de Primaria, encuentra un 33% de cortedad isquiosural que alcanza el 50% en sus alumnos de Educación Secundaria. Por otro lado, Sainz de Baranda (2002) encuentra cortedad isquiosural en el 43,7% de los escolares de Primaria.

Pastor (2000) al valorar la extensibilidad isquiosural con el EPR en nadadores de élite nacional, observa un 30% de cortedad grado I y un 20% de cortedad grado II en los de categoría promesa. En cambio, la cortedad asciende al 48% de grado I y al 21 % de grado II en los nadadores de la categoría infantil. También encuentra una relación entre cortedad y la edad en la fase de crecimiento, debido a que a mayor edad existe un mayor porcentaje de cortedad isquiosural en ambos sexos ($p < 0,02$).

Peña (2010) valora a 222 adolescentes pertenecientes al primer y segundo curso del segundo ciclo de Enseñanza Secundaria Obligatoria (3º y 4º de la ESO) y al primer curso de Bachillerato, dividiéndolos en 6 grupos (3 experimentales y 3 controles). El grupo control sigue el programa establecido de las clases de Educación Física; en cambio, el grupo experimental sigue un programa de Educación Postural dentro de las clases de Educación Física (Secundaria y Bachillerato) durante los 9 meses que dura el curso escolar. Encuentra extensibilidad isquiosural normal solo en el 53% de sus alumnos de enseñanza secundaria y en el 80,5% de los alumnos de bachillerato. La cortedad grado I oscila entre el 15,5-33% y la de grado II entre el 2-31%.

Fernández (2011), en un estudio con 85 escolares de Educación Primaria, observa valores de normalidad con la prueba Distancia Dedos Planta (DD-P), solo en un 56,8%, cortedad de grado I en el 29,5% de sus alumnos y cortedad grado II en el 13,63%.

En cuanto a la influencia del sexo respecto a una diferente frecuencia de cortedad isquiosural, solo Bado et al (1964) destacan que es mayor la cortedad isquiosural en el sexo femenino (25% en edades de 6 a 13 años), frente al 22,5% en los varones con edades comprendidas entre 14 a 17 años.

Milne y Mierau (1979), aportan valores similares en ambos sexos, encontrando una mayor frecuencia sin significación estadística en los varones (90% en varones frente al 84% en mujeres). Butel et al. (1980) encuentran una disminución de la extensibilidad de los isquiosurales en niñas de 9 a 12 años.

En cambio, Santonja (1991) y Espiga (1993), obtienen una frecuencia de cortedad isquiosural tres veces superior en el sexo masculino, al igual que Krivickas y Feinberg (1996) al valorar a 200 atletas, ya que obtienen un 54% de varones frente a un 18% de mujeres con cortedad isquiosural.

De forma similar, Ferrer (1998) encuentra mayor cortedad en los varones con un 41,5% y en las mujeres un 19,6% (proporción 2,1 a favor del sexo masculino).

Youdas et al. (2005) examinan a 214 sujetos (20-79 años) con el objetivo de analizar la influencia del sexo en la extensibilidad de los isquiosurales y encuentran que las mujeres tienen mayores valores de extensibilidad que los hombres en el mismo intervalo de edad.

Por otro lado, existen muy pocas investigaciones sobre la prevalencia del Síndrome de Isquiosurales Cortos. El estudio de Fuentes (2017), es el primero en aportar frecuencias de SIC. Es un estudio con una muestra de estudiantes de educación primaria e infantil de la Región de Murcia (n=422) de centros escolares que adscritos al "Programa ISQUIOS" y encuentra cortedad isquiosural de grado leve en 101 escolares (36,20%) más frecuente en los niños (n=57; 20,43%) que en las niñas (n=44; 15,77%). El grado-II, lo encuentra en 53 escolares (19,0%), con mayor proporción en los niños (n=46; 16,49%) que en las niñas (n=7; 2,51%), por lo tanto, la población con extensibilidad normal, solo asciende al 44,8% de los escolares que analizó. En este estudio, además determina la frecuencia del síndrome de isquiosurales cortos (SIC) que afecta a 102 escolares (36,56%) con una proporción más del doble en varones (n=70; 25,09%) que en mujeres (n=32; 11,47%) ($X^2(n=279) = 73,978$ $p < 0,0005$). El grado marcado asciende al 12,54% (n=35) de los escolares y casi todos varones (n=32; 11,47%). Concluye que "casi 6 de cada 10 escolares presentan un grado de cortedad isquiosural y el 66,2% de los escolares con cortedad isquiosural, presentan síndrome de los isquiosurales cortos, siendo la cifosis funcional y la actitud cifótica lumbar las desalineaciones más frecuentes".

EXPLORACIÓN CLÍNICA DE LA EXTENSIBILIDAD DE LOS ISQUIOSURALES

La cortedad isquiosural es una entidad frecuente que, para poder ser diagnosticada, es imprescindible realizar diferentes exploraciones clínicas que valoren su extensibilidad. En la literatura científica, hay descritas varias pruebas para valorar dicha extensibilidad.

Santonja, Andújar y Martínez (1994) agrupan los diferentes test según si están basados en medidas lineales o longitudinales, en medidas de recorrido angular (en cadera o en rodilla) o si cuantifican la disposición lumbo-pélvica al realizar la máxima flexión del tronco (Santonja, Ferrer y Martínez 1995).

Dentro de los test lineales, están los que miden la distancia entre la punta de los dedos y la planta de los pies (distancia dedos-planta o DD-P) o entre la punta de los dedos al suelo (distancia dedos-suelo o DD-S) y sus variaciones. Dentro del grupo de los test angulares, estaría el test del poplíteo y el test de elevación de la pierna recta (EPR). Por último, están los dos test que describió Santonja que cuantifican el grado de máxima flexión de la pelvis y son el ángulo lumbo-horizontal en flexión (L-H fx) que se realiza con el explorado estando sobre el suelo o sobre una camilla y el ángulo lumbo-vertical (L-V) que se hace en bipedestación.

Test lineales o longitudinales

Las pruebas basadas en medidas longitudinales, son las más utilizadas por entrenadores, profesores de Educación Física y preparadores físico-deportivos (López, Sainz de Baranda, Rodríguez y Ortega, 2007) para valorar la extensibilidad de la musculatura isquiosural. Destacan el test distancia dedos-planta (DD-P) o sit-and reach (SR) y sus variaciones, y el test distancia dedos-suelo (DD-S). Dichas maniobras presentan la misma metodología de exploración, aunque varía la posición de partida del individuo a explorar.

El DD-P, fue descrito por Well y Dillon (1952) y se realiza con el sujeto sentado sobre el suelo o una camilla, con las rodillas extendidas y con los pies a 90° de flexión que deben estar apoyados contra un cajón. Se le pide al sujeto que flexione al máximo el tronco, de manera progresiva y lenta, sin flexionar las rodillas, con los brazos extendidos y con una mano sobre la otra. Esta flexión máxima se debe mantener durante al menos 2 segundos, valorándose la distancia que hay entre la punta del dedo más largo de la mano y la tangente a la planta de los pies.

La AAHPERD (1984) y Cornbleet y Woolsey (1996), afirman que el valor mínimo (límite de normalidad) para pasar el test DD-P, es de al menos 2 cm más allá de la tangente de la planta de los pies; pero no aportan valores para distinguir diferentes grados de cortedad isquiosural, ni tampoco establecen distintos valores de normalidad por edades ni por sexos.

La medición de los test se realiza en centímetros. Santonja (1992) establece en adultos, valores de normalidad en >-5 cm, de cortedad isquiosural moderada (-6 a -14 cm) y de cortedad severa ($>a -15$ cm). Ferrer (1998), establece valores para escolares, considerando normales $>- 2$ cm, cortedad grado I entre -3 y -9 cm y cortedad grado II <-10 cm.

Esta prueba, tiene altos valores de fiabilidad absoluta, con un ICC de 0,95 y un error típico de 4,48% (Ayala y Sainz de Baranda, 2015).

Las ventajas de realizar el DD-P son su escaso entrenamiento previo para realizarlo, la facilidad de cumplir las instrucciones dadas, el elevado número personas que pueden ser exploradas en un corto periodo de tiempo y la sencillez al realizarlo (Hemmatinezhad et al., 2009). Por el contrario, el principal inconveniente descrito es el cajón requerido para su puesta en práctica, ya que es muy voluminoso (Sainz de Baranda et al., 2012).

Desde hace años, existen dispositivos para cuantificar estas pruebas, como el TKK-5003 “Medidor de flexibilidad hacia delante”, diseñado para el DD-S, pero que puede reconvertirse para medir el DD-P. Su inconveniente es que no permite medir a las personas con marcadas cortedades (Fig. 1).

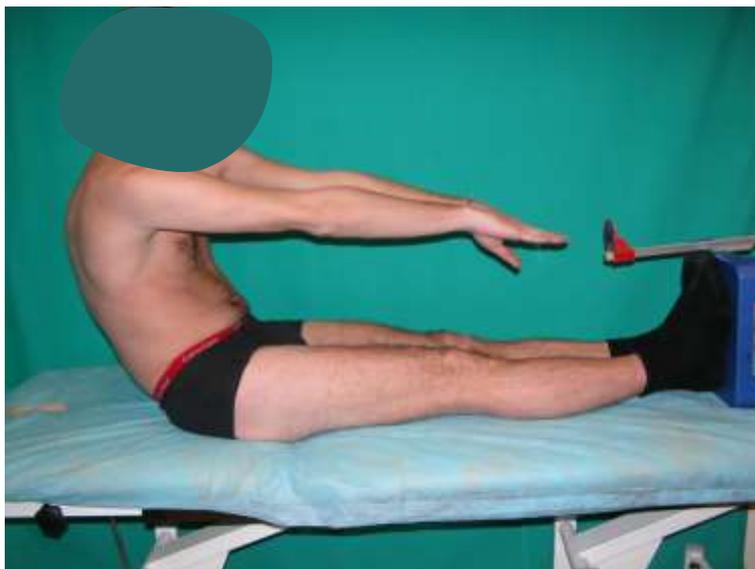


Figura 1. Realización del test Distancia Dedos-Planta con el TKK-5003 “Medidor de flexibilidad hacia delante”, en un adolescente que presenta una marcada cortedad de isquiosurales con -27 cm que el dispositivo no permitía su cuantificación.

En este sentido, Santonja ha diseñado un dispositivo portátil que permite la fácil, rápida y más precisa medición de esta prueba, que lo ha denominado “DD-P Sant” y sus ventajas es ser portátil, pesar poco y estar diseñado para medir marcadas cortedades y grandes valores de extensibilidad (Fig. 2).



Figura 2. Realización del Test Distancia Dedos-Planta con el dispositivo “DD-P Sant”. Presenta una distancia de -14 cm, lo que indica cortedad de los isquiosurales.

En la literatura científica, son varias las pruebas modificadas de DD-P, siendo las más destacadas:

- **“V” Sit-and Reach test (VSR).** Dicho test es diseñado para evitar el principal inconveniente del test DD-P, que es la utilización de un cajón diseñado específicamente para su uso. El material utilizado es una regla que se coloca en medio de las dos piernas a una distancia de 23 cm con respecto a la línea del talón (López-Miñarro, Sainz de Baranda, Rodríguez-García y Yuste, 2008). El sujeto debe colocarse en el suelo con las piernas separadas aproximadamente a 30 cm, formando una V y con las rodillas extendidas, reas lo que realiza el mismo procedimiento descrito para el test DD-P (Hoeger y Hopkins,1992; Hui, Yuen, Morrow y Jackson,1999).
- **“Back-saver sit-and reach test” (BSSR).** El BSSR es otra modificación del DD-P, diseñado para proteger la alineación del raquis lumbar ya que Caillet (1988) argumentó que *“durante la realización del test DD-P se producía una aproximación de la parte anterior de las vértebras, ocasionando un excesivo incremento de la presión entre ellas lo que conllevaría a una desproporcionada compresión discal”*. Además, Liemonhn, Sharpe y Wasserman (1994) afirman que, al flexionar la rodilla y la cadera, se produce una retroversión de la pelvis, lo que reduciría la presión intradiscal. En cuanto al material y el procedimiento para llevar a cabo dicho test, es muy parecido al DD-P a excepción de que una de las rodillas estará flexionada y con el pie apoyado sobre el suelo a unos 5-8 cm de la rodilla extendida. Por lo tanto, se puede aumentar la implicación de la musculatura abductora y del glúteo mayor, siendo un factor limitante al explorar la amplitud de la flexión del tronco. Su ventaja es que evalúa la extensibilidad isquiosural de un solo lado, proporcionando información de la existencia de distinta extensibilidad entre ambos miembros inferiores. Por el contrario, su inconveniente es que precisa la utilización de un cajón especial para su medición, añadiendo la sensación de incomodidad de la población examinada (Sainz de Baranda et al., 2012).

Los únicos valores de normalidad descritos, son los del Instituto Cooper para Investigaciones Aeróbicas (2004), considerando valores de normalidad desde los -2 cm para escolares y adultos. En cambio, los valores cambian si los sujetos son niñas o adolescentes ya que, valores ≥ 0 cm para chicas de edades comprendidas entre 5 y 10 años, valores $\geq 2,5$ cm para chicas entre 11 y 14 años y valores $\geq 7,5$ para adolescentes mayores de 14 años (Tabla 1).

Tabla 1. VALORES DE NORMALIDAD Y DE CORTEDAD CON EL TEST BSSR, SEGÚN LA EDAD DEL INSTITUTO COOPER

	Valores de Normalidad	Edades
Instituto Cooper (2004)	≥ 0 cm	5-10 años
	$\geq 2,5$ cm	11-14 años
	$\geq 7,5$	>15 años

- **Modificado back-saver sit-and-reach test (MBSSR).** Hui y Yuen (2000) modificaron la versión del BSSR. Consiste en que el individuo a explorar, se sitúe sentado en un banco sueco, en el cual se coloca una regla de 30 cm de longitud. La pierna no evaluada se apoya en el suelo con cadera flexionada a 90° y el miembro inferior evaluado, ha de estar apoyado sobre el banco con la rodilla extendida. Sainz de Baranda et al. (2012) destacan que dicho test posee las ventajas del VSR y del BSSR, que son minimizar la sensación de incomodidad o malestar y permitir la exploración unilateral de la extensibilidad de la musculatura isquiosural. Además, el material necesario es de fácil accesibilidad en un contexto escolar y no se necesita ningún cajón de medición.

- **Chair sit-and-reach (chSR).** Es una modificación del test MBSSR, el cual se realiza con el sujeto sentado en el borde externo de una silla o de un banco y realiza la máxima flexión del tronco con una rodilla extendida (lado evaluado) y el miembro inferior contralateral con la rodilla flexionada. El objetivo de la modificación de este test es valorar la extensibilidad de la musculatura isquiosural en personas de edades avanzadas ya que presentan dificultades para mantener la máxima flexión en sedentación.

- **Test Dedos-Suelo (DD-S) o Toe-touch test (TT).** Fue diseñado por Kraus (1945) y modificado por Kippers y Parker (1987). La maniobra se realiza con el sujeto en bipedestación sobre un cajón de medición con los pies ligeramente separados (15-20 cm) a la anchura de las caderas, con los brazos extendidos, las rodillas extendidas y colocando una mano encima de la otra con el objetivo de alcanzar el máximo al flexionar el tronco. El material necesario es un cajón de medición que lleva una cinta métrica adherida considerándose el valor de 0 cm el nivel de la tabla donde se apoyan los pies.

No existe unanimidad para fijar los límites de normalidad y cortedad, por lo que sus valores han ido variando a lo largo del tiempo.

Jordá (1971) indica que un sujeto presenta cortedad isquiosural cuando no llega con los dedos de las manos al suelo y además siente tirantez y dolor en la zona poplíteica. En cambio, Espiga (1992) sitúa el valor de cortedad, cuando existan valores inferiores a -10 cm (<-10 cm). Otros autores son más concretos como Santonja (1992) que establece los valores de normalidad en ≥ -5 cm, de cortedad isquiosural moderada de -6 a -14 cm y de cortedad severa \geq a -15 cm. Este mismo grupo de investigación (García de la Rubia, Santonja, Ramos y Martínez, 1996), proponen valores de referencia para escolares y cifran cuando la distancia es inferior a -12 cm, que presenta una marcada cortedad isquiosural o grado II.

Kuo, Chung, Beates y Stephen (1997), también indican diferentes valores de cortedad según la edad del sujeto, es decir, en niños con edades iguales o menores a 6 años tendrán una marcada cortedad isquiosural cuando sus valores de DD-S sean inferiores a -5 cm, y en escolares mayores de 6 años, se consideran que tendrán grado-II, cuando les falte más de -15 cm.

Posteriormente, Ferrer (1998), en un estudio con 919 niños y adolescentes que practicaban deporte federado, a los que les realiza las pruebas DD-P y DD-S, así como la maniobra de elevación de la pierna recta (EPR), establece nuevos valores de extensibilidad para púberes y escolares. La normalidad la cifra ≥ -4 cm, la cortedad moderada o grado I en valores entre -5 a -11 cm y cortedad severa o grado II, en valores ≤ -12 cm (Tabla 2).

Tabla 2. RELACIÓN DE LÍMITES DE NORMALIDAD Y CORTEDAD SEGÚN DIFERENTES AUTORES DEL TEST DD-P

	Normalidad	Cortedad Moderada o grado I	Cortedad Severa o grado II
Jordá (1971)		No llegar al suelo + tirantez en corva	
Santonja (1992)	≥ -5 cm	-6 a -15 cm	≤ -15 cm
Espiga (1992)		< -10 cm	
García de la Rubia et al (1996)			≤ -12 cm
Kuo et al. (1997)			< -5 (≤ 6 a)
			< -15 (> 6 a)
Ferrer (1998)	≥ -4 cm	-5 a -11 cm	≤ -12 cm

Ayala y Sainz de Baranda (2015), encuentran altos valores de fiabilidad absoluta para la maniobra DD-S, con un índice de correlación intraclase (ICC) de 0,89 y un error típico de 5,89%.

Limitaciones globales de los test lineales o longitudinales

Se describen limitaciones en todas las maniobras, fundamentalmente en cuanto a la posible participación de la pelvis y del raquis lumbar (Bohannon 1982; Bohannon, Gajdosik et Leveau 1985; Kippers y Parker 1987), pero también se especula con la implicación del resultado obtenido según la posición del tobillo (en flexión neutra o en postura relajada, es decir con flexión plantar en la que se relaja el tríceps sural) (Boland et al., 1995; Boland y Adams, 2000; Mayorga-Vega et al., 2015); la velocidad y la fuerza con la que se realice el test (Goeken y Hof, 1993); si se hace o no calentamiento previo (Stokes y Aberly, 1980); la variabilidad de los instrumentos empleados para cuantificar cada maniobra (Goeken y Hof, 1993; Santonja 1993). Estas diferencias en cuanto a su proceso de evaluación confieren a cada una de estas pruebas de valoración, una serie de ventajas e inconvenientes (Ayala, Sainz de Baranda, Cejudo y Santonja, 2013), y justifican, al menos parcialmente, los diferentes límites de normalidad (Santonja y Martínez, 1992; Ferrer 1998; Gerhardt et Rondinelli, 2001; Palmer y Epler, 2002).

Los test DD-P, aportan valores muy similares de fiabilidad relativa intra-examinador con un rango de 0,89-0,99 independientemente del protocolo utilizado y

del sexo del sujeto. Por otro lado, la fiabilidad relativa inter-examinador con respecto al test DD-S (TT) es de $r=0.95-0.99$ (Sainz de Baranda et al., 2012).

Mayorga-Vega, Merino-Marban y Viciano (2014) realizaron un meta-análisis en el que concluyen que la prueba SR tienen un coeficiente de correlación moderado de validez para estimar la extensibilidad isquiosural ($r_p=0.46-0.67$) y un coeficiente de validez bajo para estimar la extensibilidad lumbar ($r_p=0.16-0.35$).

Test de recorrido angular

De las pruebas de recorrido angulares destacan la prueba de elevación de la pierna recta (EPR) (Forst, 1969) y la prueba del ángulo poplíteo (AP) (Gajdosik y Lusin, 1983). Ambas valoran el grado de extensibilidad de la musculatura isquiosural a través del rango de movimiento (ROM) de la flexión de cadera con la rodilla extendida en el primer caso, y a través de la extensión de rodilla con flexión de cadera y rodilla a 90° en el segundo.

Test de Elevación de la Pierna Recta (EPR) pasivo o Straight Leg Raise (SLR). El primer autor que describe la prueba de elevación de la pierna recta (EPR) es Lazarevic en 1880 y fue publicado en Servio y en 1884 en alemán. En cambio, este mérito se le atribuye a Forst en 1881, discípulo de Lasègue que da el nombre a dicha maniobra (Test de Lasègue) como diagnóstico de radiculopatía, ya que el test de elevación de la pierna recta (EPR) se realiza de forma similar al test de Lasègue, aunque el propósito es distinto. En el EPR se valora la extensibilidad de la musculatura isquiosural y en el test de Lasègue se busca si existe radiculopatía o neuropatía por compresión del ciático, considerándose esta maniobra positiva cuando presente dolor irradiado en la cara posterior o externa del muslo y de la pierna.

Para la realización del test de Elevación de la Pierna Recta (EPR) el sujeto debe colocarse en decúbito supino con las rodillas extendidas sobre una camilla. Se eleva un miembro inferior de forma lenta y progresiva, hasta llegar a la máxima flexión de la cadera sin flexionar la rodilla. El resultado final se mide con un

goniómetro en grados, considerándose 0° la posición de partida (decúbito supino) y 90° cuando el miembro inferior alcanza la perpendicularidad a la camilla.

El resultado final se determina por uno o varios de los siguientes criterios: 1.- El explorador o explorado es incapaz de continuar el movimiento debido a la elevada resistencia desarrollada por los isquiosurales (AAOS 1965, Rodríguez, 1998, Santonja et al., 2007); 2.- El explorado siente una sensación de estiramiento muscular que acarrea una incomodidad importante (Rodríguez, 1998, Santonja et al., 2007, Cejudo et al., 2014; Cejudo et al., 2014); 3.- Se aprecia algún movimiento de compensación que incrementa el rango de movimiento (Ekstrand, 1983) y/o 4.- Aparición de algias en la musculatura explorada.

Haad y Wydra (2017), utilizan un instrumento especialmente diseñado para la medición de la extensibilidad de los isquiosurales, el ISLRT (Instrumented Straight-Leg Raise Test). El sujeto se colocaba en decúbito supino con la pierna contralateral en flexión y fijada para poder compensar la lordosis lumbar; la otra pierna en extensión, fijada sobre un brazo de palanca. Además, utilizan cinturones en pelvis y tórax (Fig. 3).

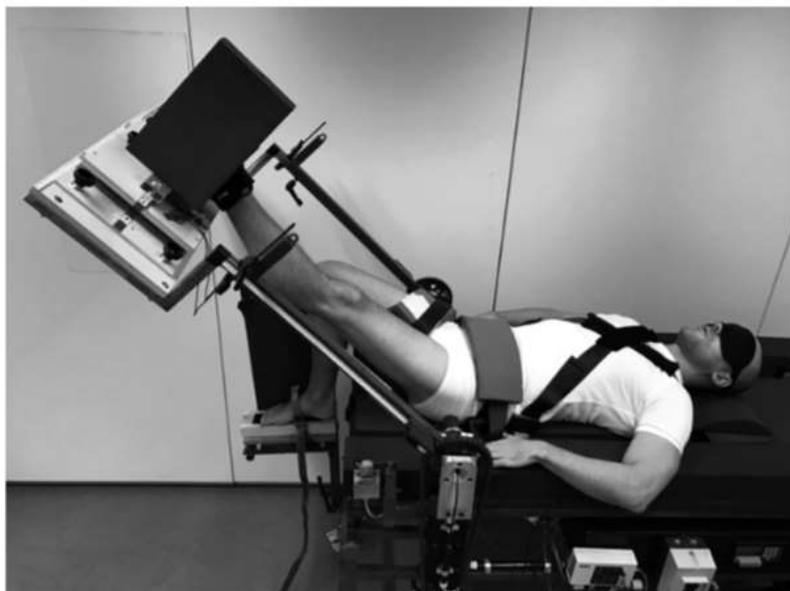


Figura 3. Instrumented Straight-Leg Raise Test (ISLRT). Fuente: Haad y Wydra (2017).

En el estudio de Fajalu, Pencle, Rosas y Chin (2018) evaluaron a 107 personas con dolor lumbar y/o radiculopatía para comparar la maniobra del EPR (Lasègue) en decúbito supino y en sedentación, midiéndolo con un goniómetro transparente. Obteniendo que ambos test son equivalentes para diagnosticar al paciente con radiculopatía lumbar. La variedad de EPR sentado, lo realizan con la pierna del paciente colgando y la cadera y la rodilla flexionadas a 90°. Se levanta la pierna de manera pasiva, asegurándose que la espalda mantiene la posición recta y finalizan el test, cuando el paciente nota dolor en zona glútea y en la región lumbar y/o radiculopatía lumbar. La realización del EPR en posición supina, lo realizan de manera similar al resto de autores.

García Vélez (2019) mide de la extensibilidad de los isquiosurales a 40 tenistas con edades comprendidas entre 14 y 18 años, mediante la maniobra de Elevación de la Pierna Recta (EPR), obteniendo que el 65% de los tenistas tienen valores dentro de la normalidad, el 30% tienen cortedad grado I y el 5% cortedad grado II. Este autor, clasifica los valores de normalidad y cortedad según las referencias de Ferrer (1998).

Test de Elevación de la Pierna Recta (EPR) activo. Consiste en realizar el mismo procedimiento que en el EPR pasivo, pero con la diferencia que es el sujeto el que debe elevar el miembro inferior de forma activa, lenta y progresiva. La maniobra finaliza cuando el sujeto no puede elevarla más y/o se produce una retroversión de la pelvis. La medición se hace a través de un goniómetro en grados.

Material para realizar la medición del test de recorrido angular. Se pueden realizar con goniómetro, al tener la ventaja que son fáciles de utilizar y adquirir, pero se precisa una buena técnica de medición (Hyytiäinen et al, 1991). Ekstrand et al. (1982), encuentran una buena reproducibilidad para medir la extensibilidad isquiosural con goniómetro cuando es el mismo observador y con una técnica cuidadosa. En cambio, Santonja (1994), diseñó un goniómetro con brazos muy largos, que se desliza por un riel adosado a la camilla y que se puede regular en la altura para ajustarlo al eje de giro de la cadera que denominó isquiogoniómetro. Sus ventajas son la facilidad de uso, la rapidez y la precisión, facilitando la medición cuando solo hay un explorador.

Santonja et al. (2007), Ayala et al. (2011; 2012; 2012); Cejudo et al. (2014; 2014; 2015) Sainz de Baranda et al. (2014, 2015), utilizan el inclinómetro con varilla extensible que colocan siguiendo la bisectriz del miembro inferior, calibrando el inclinómetro a cero con la camilla. También utilizan el LumboSant para restringir la basculación de la pelvis.

García Vélez (2019) para el test EPR activo, posiciona el inclinómetro sobre la tuberosidad tibial.

Bohannon (1982), Van Roy et al. (1985) y Cameron y Bohannon (1993) recomiendan hacer marcas sobre la piel para colocar de manera correcta el goniómetro. Bohannon (1982) realiza un estudio con marcas para el análisis cinematográfico del test de elevación de la pierna recta y concluye que hay una alta correlación entre las marcas y la medición goniométrica.

García Vélez (2019) obtiene mayores valores con el test EPR pasivo en comparación con el test EPR activo, siendo los valores medios de 65,4° en el lado derecho y 64,7° pierna izquierda cuando realizan el test EPR activo y de 78,5° de los isquiosurales derechos y 79° en el lado izquierda, con el test EPR pasivo.

Límites de normalidad del test EPR. Los límites de normalidad de la maniobra EPR varían según el autor y la población que se explore. Según Kendall et al. (1993), el valor de normalidad del test EPR para ambos sexos es de 80°. Hellsing (1988) lo fija en valores iguales o mayores de 60°. Espiga (1992) define su valor de normalidad en $\geq 70^\circ$. En cambio, Santonja (1995) y Ferrer (1998) determinan los valores de normalidad $\geq 75^\circ$. Jordá (1971) establece los valores de normalidad $\geq 90^\circ$.

Por otro lado, Youdas et al. (2005), encuentran diferencias por sexos en los valores medios del EPR siendo $76,3^\circ \pm 9,5^\circ$ para las mujeres y $68,5^\circ \pm 6,8^\circ$ para los hombres. Ferrer, encuentra aún mayores diferencias, resultando en los hombres el EPR medio derecho de $76,97^\circ \pm 13,01^\circ$ y en las mujeres de $90,56^\circ \pm 19,43^\circ$, siendo esta diferencia significativa ($X^2 = 19,56$; $p < 0,001$). En el lado izquierdo, los hallazgos son similares, resultando el EPR medio en el hombre de $75,97^\circ \pm 12,99^\circ$ y de $89,71^\circ \pm 19,18^\circ$ para las mujeres ($X^2 = 22,15$; $p < 0,001$).

Hellsing (1988), establece como grado I de cortedad isquiosural, cuando el EPR está con valores entre 30° a 59° y el grado II cuando los valores son menores o iguales a 30°. En cambio, Espiga describe 3 grados, siendo el grado I el que está comprendido entre 50° a 69°; el Grado II, con valores comprendidos entre 30° y 49° y, por último, el grado III cuando los valores son inferiores a 30°. Por otro lado, Jordá (1971) diagnostica cortedad isquiosural cuando los valores del EPR son $\leq 45^\circ$.

Santonja (1992) en su estudio con más de 700 deportistas universitarios, aporta valores para diferenciar los dos grados de cortedad. El grado I o cortedad leve-moderada, es cuando el EPR está comprendido entre 61° a 74° y el grado II o cortedad marcada, cuando los valores son $\leq 60^\circ$. Ferrer (1998), utiliza los mismos valores y en su estudio con curvas ROC, demuestra con las repercusiones que presentan y se visualizan en las radiografías “tónica-II”, que estos son los límites a utilizar en escolares y adolescentes (Tabla 3).

Tabla 3. AUTORES Y SUS LÍMITES DE CORTEIDAD Y NORMALIDAD DE LA EXTENSIBILIDAD ISQUIOSURAL CON EL TEST EPR

	Normalidad	Grado I	Grado II
Jordá (1971)	$\geq 90^\circ$	$\leq 45^\circ$	
Hellsing (1988)	$\geq 60^\circ$	59°-30°	$\leq 30^\circ$
Espiga (1993)	$\geq 70^\circ$	69°-50°	49°-30° G-III: $\leq 30^\circ$
Santonja (1995) Ferrer (1998)	$\geq 75^\circ$	74°-61°	$\leq 60^\circ$

Ferrer, Santonja, Carrión y Martínez (1994) obtienen correlaciones muy altas entre el EPR derecho e izquierdo ($r=,964$).

Hui y Yuen (2000), calculan en varones la fiabilidad intraclase en 0,96 para el miembro inferior derecho y 0,94 para el miembro inferior izquierdo con un coeficiente de intervalo (IC) al 95% entre 0,93-0,98 y 0,90-0,96, respectivamente. Afirman que el error de la media será menor cuando la exploración la realice el mismo examinador.

Ayala et al. (2012) encuentran una alta fiabilidad de la maniobra de elevación de la pierna recta para medir la extensibilidad de los isquiosurales, al obtener una

buena consistencia intrasesión con un índice de correlación intraclase (ICC) $r=0,95$. También concluyen, que el EPR presenta una fiabilidad intersesión en torno a 12-16° y una variabilidad intrasesión entre 6 y 11°.

Test del Ángulo Poplíteo (AP) o Active-Knee-Extension test (AKE)

Bado et al. (1964) utilizan el test del ángulo poplíteo que consiste en partiendo de una flexión de la cadera y rodilla de 90°, se va extendiendo de forma lenta y progresiva la rodilla. Como sucede en la maniobra de EPR, puede hacerse de forma pasiva (lo más frecuente) o activa.

El paciente se coloca en decúbito supino sobre la camilla, con flexión de cadera y rodilla a 90°. Se realiza una extensión pasiva, progresiva y máxima de la rodilla, manteniendo flexionada la cadera a 90° y evitando que la pelvis bascule. Se mide con goniómetro (ideal de brazos largos) donde una de sus ramas se ha de poner siguiendo la bisectriz del muslo y la otra, en la bisectriz de la pierna. La pierna contralateral debe estar extendida. La medición se realiza determinando el ángulo que existe entre la pierna y la vertical (o el suplementario del ángulo que se produce en la corva, es decir entre la pierna y el muslo), siendo 0° la extensión completa (Ferrer et al., 1994; Santonja et al., 1995).

Gajdosik y Lusin (1985), determinan la fiabilidad del Poplíteo activo en 15 sujetos, con un goniómetro de péndulo y un dispositivo para asegurar que el muslo mantenga la postura vertical (Figura 4).

Ferrer et al. (1994) estudia a 122 escolares entre 6 y 12 años con el fin de comparar los ángulos EPR y poplíteos y concluyen que ambos son válidos para el diagnóstico de la cortedad de los isquiosurales, pero la maniobra del EPR tiene una mayor fiabilidad en el test EPR. Esta maniobra la



Figura 4. Medición del ángulo Poplíteo activo. Fuente: Gajdosik y Lusin.

realizan con isquiogoniómetro y LumboSant y el poplíteo con LumboSant y goniómetro de ramas largas.

Los valores de normalidad del ángulo poplíteo, son hasta 15° (Santonja, Ferrer y Martínez, 1995; Ferrer, Santonja y Carrión, 1996), valores comprendidos entre 16° y 34° corresponderían con cortedad grado I y $\geq 35^{\circ}$ serían de cortedad grado II (Ferrer, 1998).

McCarthy y Betz (2000) también utilizan este ángulo para valorar la mermada extensibilidad isquiosural en niños con parálisis cerebral infantil.

Neto, Jacobsohn, Carita y Oliveira (2015), utilizan el test EPR y el test Poplíteo (AP) para la medición de sujetos con cortedad de isquiosurales. Para la realización del test AP, diseñaron un marco rectangular de madera unido a una camilla (Figura 5). El sujeto se acuesta en decúbito supino, el miembro inferior contralateral ha de estar extendido y fijado por un segundo examinador y el muslo del miembro inferior a estudiar, debe tocar el marco de madera para que se mantenga con una flexión de 90° . Se coloca el eje de giro del goniómetro en el cóndilo femoral externo con uno de sus brazos hacia el trocánter mayor y el otro hacia el maléolo lateral. El test finalizaba cuando al extender la rodilla, notan resistencia o rotación de la pelvis.

Luque, Fuente, Barón y Labajos (2010), concluyen que el test AP y el EPR no son igual de fiables para la medición de la extensibilidad isquiosural, teniendo mayor fiabilidad el test del ángulo poplíteo, aunque sin resultados estadísticamente significativos.

Neto et al. (2015), concluyen que ambos test tienen una excelente fiabilidad intraobservador, con un coeficiente de correlación intraclase de 0,91 para AP y de 0,96 para EPR, pudiendo deberse la diferencia obtenida entre ambos test en su estudio, a que el AP lo hacen de forma activa y el sujeto es el que, para el movimiento, en cambio, el test EPR lo realizan de forma pasiva y es el examinador quien frena el movimiento.



Figura 5. Marco experimental para la medición del ángulo poplíteo para asegurar que mantiene el muslo vertical. Fuente: Neto et al, 2015.

En cuanto a los inconvenientes que presenta la maniobra del ángulo poplíteo, estos son similares a los del EPR ya que la pelvis bascula, lo que conlleva un falso incremento del resultado de esta maniobra (Ledoux, 1992). Gajdosik y Lusin afirman que la basculación de la pelvis es menor en el poplíteo que en la maniobra EPR al afirmar que la pelvis está menos implicada. Como sucedió con la maniobra del EPR a lo largo de la historia, varios autores han recomendado la colocación de cinchas en la pelvis y en el muslo contralateral (Gajdosik y Lusin, 1983 y Bohannon, 1993), con la esperanza que eviten la basculación de la pelvis.

Limitaciones de las maniobras angulares

Algunos autores, para aumentar la validez y fiabilidad de la maniobra EPR, recomiendan realizarlo con dos exploradores (principal y auxiliar). Ayala et al. (2011; 2012; 2012); Cejudo et al. (2014; 2014; 2015) y Sainz de Baranda et al. (2014, 2015), otros recomiendan utilizar un soporte lumbar fijo para minimizar la basculación de la pelvis (Bohannon, 1982; Bohannon et al., 1985; Wehrenberg y Costelo, 1993; Gajdosik, Albert y Mitman, 1994; Santonja et al., 1995; Fredriksen, Dagfinrud, Jacobsen y Maehlum, 1997), otros preconizan el uso de cinchas inextensibles para fijar la pelvis y/o la pierna contralateral (Gajdosik y Lusin, 1983; y Bohannon, 1993). Respecto al sistema de medición, Fisk (1979), recomienda un goniómetro de rama

larga; Santonja (1992, 1994 y 1995), recomienda un goniómetro con varilla extensible que denominó “Isquiogoniómetro” (Fig. 6).



Figura 6. Medición del EPR con isquiogoniómetro y LumboSant. Escolar con marcada cortedad, al tener un ángulo de 45°.

Ayala et al. (2011 y 2012), Cejudo et al. (2014); Cejudo et al. (2014); Sainz de Baranda et al. (2014 y 2015), recomiendan un inclinómetro que se coloca sobre la cara externa de la pierna-muslo y una varilla extensible que debe disponerse siguiendo su bisectriz (Fig. 7).



Figura 7. Realización de la maniobra de Elevación de la Pierna Recta, utilizando goniómetro con varilla extensible y LumboSant.

Respecto a los soportes lumbares, se han propuesto tres. El primero fue el de Wehrenberg y Costelo (1993) denominado “Backmate” que es un soporte plano, el segundo fue propuesto por Santonja en 1992 que lo denominó “LumboSant” (Santonja et al., 1995) que presenta una curvatura lumbar para mantener la columna lumbar en lordosis (Fig. 8); y el tercero fue propuesto por Fredriksen, Dagfinrud, Jacobsen y Maehlum (1997) que también es plano.



Figura 8. Medición del EPR con un segundo explorador que evita la rotación de la pelvis (en este caso antihoraria) y fija el muslo contralateral a la camilla.

Algunos autores plantean que la prueba más válida o “gold standard” para valorar las repercusiones de la extensibilidad de la musculatura isquiosural son las radiografías (Santonja y Genovés, 1992; Santonja, Ferrer y Martínez, 1995; Ferrer, 1998, Gajdosik et Bohannon 1987; Martínez Victorio, 2005). Sin embargo, su uso en el ámbito científico, clínico y deportivo es extremadamente limitado debido a su elevado coste económico, la necesidad de personal cualificado, así como la sofisticación del procedimiento de exploración (Ayala et al., 2013).

Como alternativa, la maniobra de EPR se ha propuesto como la prueba de mayor validez (Ferrer, 1998; Martínez Victorio, 2005). De tal manera que se ha utilizado como patrón oro para el estudio de la validez de las otras pruebas (Ayala et al., 2012; Ayala et al., 2013, Mayorga-Vega 2015).

Pero ninguno de estos autores, aportan resultados que muestren la efectividad de los soportes lumbares en relación a la disminución de la basculación de la pelvis. Por ello, el presente trabajo de investigación se plantea como objetivo analizar los efectos de utilizar un soporte lumbar que mantenga la versión de la pelvis y la lordosis lumbar. Si, además, se realiza con un explorador auxiliar, se evitará la rotación de la pelvis mejorando la sensibilidad diagnóstica de esta maniobra.

Tests lumbo-pélvicos en flexión

Estudian la máxima flexión de la pelvis y de la porción caudal del raquis lumbar, al realizar la máxima flexión del tronco. Los test lumbo-pélvicos son el ángulo lumbo-vertical (L-V), el lumbo-horizontal en flexión (L-H fx) y el lumbo-horizontal en Tónica-I y II (L-H Tónica) (Santonja y Martínez, 1992; Santonja y Genovés, 1992; Santonja, Andújar y Martínez, 1994; Santonja, Ferrer y Martínez, 1995).

Para medir el test L-V (Fig. 9), se parte de bipedestación con rodillas extendidas y los pies separados como máximo a la anchura de las caderas. Se le indica que realice la máxima flexión del tronco, de forma análoga al test DD-S (anteriormente descrito) y una vez que el sujeto alcance la máxima flexión, se procede a medir con un goniómetro el ángulo entre la vertical y la parte más caudal de la región lumbo-sacra (Santonja, Andújar y Martínez, 1994). Los valores de normalidad se sitúan en medidas iguales o mayores de 60° y cortedad los valores inferiores a 60° (Santonja y Ferrer, 2000).

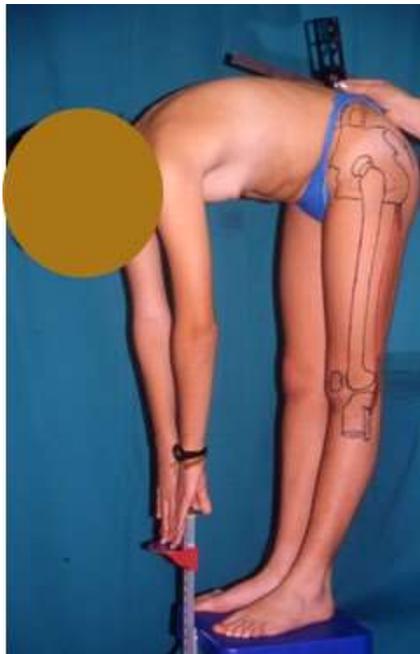


Figura 9. Medición de la Distancia Dedos-Suelo con el soporte TTK-5003 “Medidor de flexibilidad hacia delante” y medición del ángulo Lumbo-Vertical (L-V) en una escolar.

El ángulo lumbo-horizontal en flexión (L-H fx) es descrito por Santonja (Santonja y Martínez, 1992; Santonja y Genovés, 1992; Santonja, Andújar y Martínez, 1994; Santonja, Ferrer y Martínez, 1995). Se realiza con el paciente sentado en la camilla con las rodillas extendidas y con los tobillos a 90° de flexión, indicándole que flexione al máximo su tronco para intentar alcanzar o sobrepasar la planta de los pies. En esta posición máxima, es cuando se mide el ángulo entre la zona más caudal de la región lumbar y la pelvis con la horizontal (Fig. 10). Los valores de referencia de esta maniobra fueron descritos por Santonja, Ferrer y Martínez (1995b) siendo el valor de normalidad hasta 100°, los valores de cortedad moderada están comprendidos entre 101° y 114° y cortedad marcada cuando obtenemos valores mayores o iguales a 115°.

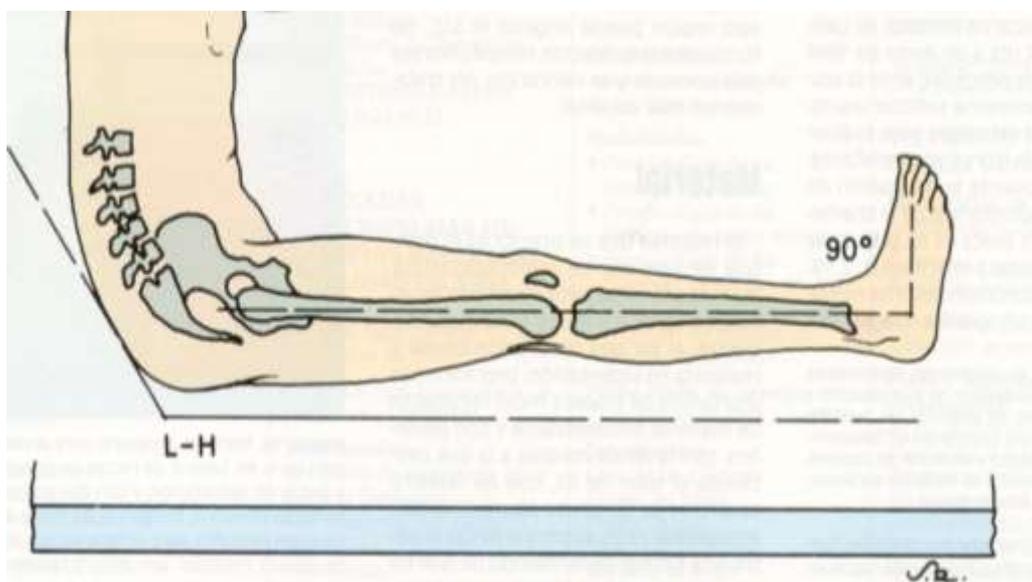


Figura 10. Esquema original de la clásica medición del ángulo Lumbo-Horizontal en Flexión. Una rama del goniómetro se pone paralela a la zona lumbo-sacra y la otra horizontal. Fuente: Santonja et al, 1994.

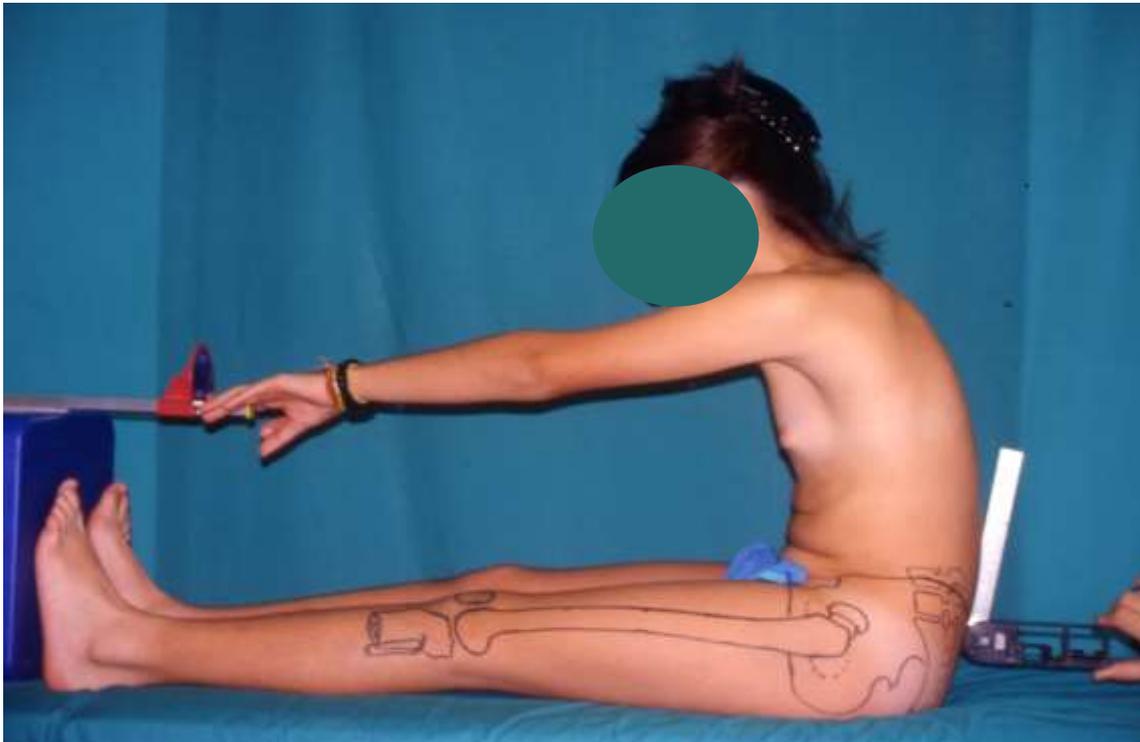


Figura 11. Realización de la maniobra de Distancia Dedos-Planta con el soporte TKK-5003 “Medidor de flexibilidad hacia delante” y del ángulo Lumbo-Horizontal en Flexión (L-H fx) con 100° de flexión, en una escolar.

Santonja (2010), para facilitar su medición y mejorar su reproducibilidad, recomienda que este ángulo de apertura anterior, se mida apoyando el goniómetro sobre las espinosas de L₅ y S₁ con la horizontal, midiendo su ángulo suplementario, aunque las referencias siguen siendo las mismas (Fig. 11 y 12).

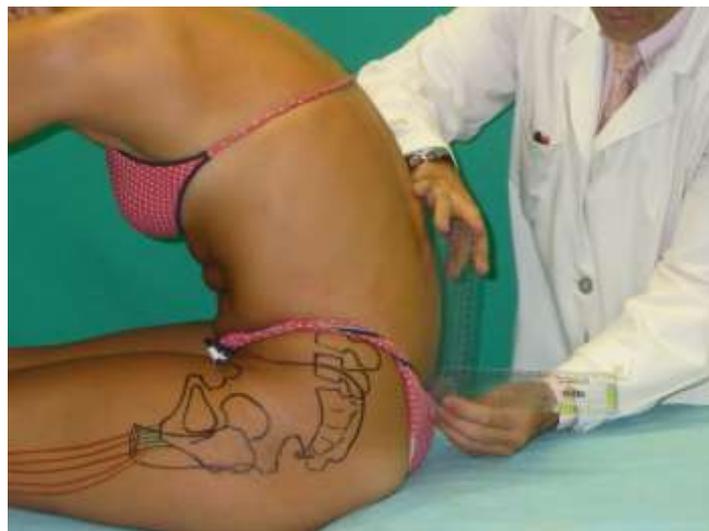


Figura 12. Utilización de una burbuja de nivel al goniómetro clásico transparente lo que permite determinar la correcta horizontalidad.

Martínez Victorio (2005) estudia una población de 270 universitarios con edades comprendidas entre 17-51 años, siendo un 77,4% de la muestra varones y un 22,6% mujeres. Con 64 individuos, comparan la capacidad diagnóstica entre el EPR y el L-H fx (Tabla 4). Encontramos un L-H fx medio de $92,84^{\circ} \pm 14,93^{\circ}$, con un rango de 60° a 120° . En los 17 pacientes valorados con cortedad grado II con la maniobra del EPR, se obtiene un L-H fx medio de $107,88^{\circ}$ (Tabla 4).

TABLA 4. DISTRIBUCIÓN DEL ÁNGULO LUMBO-HORIZONTAL POR GRUPOS SEGÚN EXTENSIBILIDAD ISQUIOSURAL A PARTIR DEL TEST EPR. Fuente: Martínez Victorio (2005)

<u>L-H fx</u>	TEST EPR			Total
	GRADO II	GRADO I	NORMAL	
$\leq 100^{\circ}$	3 (17,6 %)	2 (22,2 %)	35+ (92,1 %)	40 (62,5 %)
101 –114 $^{\circ}$	11+ (64,7 %)	5 (55,5 %)	3 (7,9 %)	19 (29,7 %)
$\geq 115^{\circ}$	3 (17,6 %)	2 (22,2 %)	0	5 (7,8 %)
<u>Total</u>	17	9	38	64
<u>Media</u>	107,88$^{\circ} \pm 6,44$	105,67 $^{\circ} \pm 8,18$	83,08 $^{\circ} \pm 10,27$	92,84$^{\circ} \pm 14,93$

L-H fx: ángulo lumbo-horizontal en flexión. EPR: Elevación Pierna recta

Destaca un 17,6% de los pacientes con cortedad grado II en el test EPR que presentan un valor normal ($\leq 100^{\circ}$) en el ángulo lumbo-horizontal en flexión (L-H fx). Esta exploración angular también tiene relación significativamente estadística con el test EPR ($X^2=53,49$; $p=0,00001$).

En un estudio realizado por Conesa, Martínez y Santonja (2016), miden la extensibilidad isquiosural a 173 mujeres gimnastas de estética y otro grupo de mujeres que no realizaba actividad física (grupo control), con edades comprendidas entre 9 y 18 años. La evaluación se realiza con las maniobras de DDP, L-H fx y L-V y los resultados muestra como el grupo de gimnastas presentan valores más elevados de flexibilidad en DDP ($15,8 \pm 7,4$ cm), menores valores angulares de L-H fx ($70,4^{\circ} \pm 14,3^{\circ}$) y valores más elevados de L-V ($99,1^{\circ} \pm 16,6^{\circ}$) que el grupo control (DDP= $-5,7 \pm 10,7$ cm; L-H fx= $100,2^{\circ} \pm 10,3^{\circ}$ y L-V= $59,7^{\circ} \pm 13,5^{\circ}$).

En el estudio de Sanz-Mengíbar, Sainz de Baranda y Santonja-Medina (2018), se valora el morfotipo sagital integral (al cuantificar las curvas torácica y lumbar con inclinómetro, en bipedestación, sedentación y flexión máxima del tronco) y la extensibilidad isquiosural a través del ángulo LH-fx, en una muestra de gimnastas de artística con una muestra formada por 48 sujetos (24 mujeres y 24 hombres). Los resultados del ángulo LH-fx son $85,68 \pm 21,38^\circ$ (en hombres: $84,52^\circ \pm 22,49^\circ$ y en mujeres: $86,79^\circ \pm 20,69^\circ$); sin encontrar correlaciones significativas entre las horas de entrenamiento por año, ni con el volumen de entrenamiento.

**MATERIAL Y
MÉTODO:
ESTUDIO 1**

MATERIAL Y MÉTODO: ESTUDIO 1

Diseño

Se realizó un diseño de tipo descriptivo transversal. La muestra utilizada estuvo compuesta por 23 adultos jóvenes voluntarios.

Para captar la población de los sujetos voluntarios, se puso un anuncio a través del Aula Virtual y en redes sociales para alumnos de Ciencias de la Salud de la Universidad de Murcia, donde se explicaba el tipo de estudio y en lo que consistía. A los que se presentaron voluntarios, se les explicó que el estudio consistía en ver el comportamiento de la pelvis y de la región lumbar al evaluar la extensibilidad de la musculatura isquiosural mediante la maniobra de Elevación de la Pierna Recta (EPR) y así profundizar en el conocimiento del comportamiento de la columna lumbar al estirar la musculatura isquiosural y poder determinar la validez del test de Elevación de la Pierna Recta (EPR), al ser el más referenciado en la literatura.

Todos los alumnos que se presentaron voluntarios, fueron del grado de Medicina y habían aprobado las asignaturas de radiología y de Traumatología. Todos los participantes refirieron haber tenido al menos un episodio de lumbalgia sin diagnóstico específico.

En aquellos voluntarios que cumplían los criterios de inclusión para el estudio, se les exploró la extensibilidad de la musculatura isquiosural mediante dos maniobras y se les realizó tres radiografías de la zona lumbar en decúbito supino en tres posturas diferentes: posición de partida de la maniobra de Elevación Pierna Recta (EPR) que denominamos "Posición cero -P0-", una segunda radiografía al final del EPR "Posición-1 -P1-"; y la tercera radiografía realizando el EPR con el soporte lumbar "LumboSant", junto a un 2º explorador que evitase la rotación de la pelvis, que denominamos "Posición-2 -P2-".

Los participantes leyeron y firmaron un consentimiento informado por escrito, tras ser informados de forma verbal sobre los procedimientos del estudio que se iban a realizar, antes de someterse a las maniobras de exploración y a las radiografías.

El estudio fue aprobado por el Comité de Ética e Investigación de la Universidad de Murcia.

Participantes

El estudio se realizó a un total de 23 adultos jóvenes voluntarios de $23,57 \pm 1.62$ (rango entre 23-28 años) años de edad, de ambos sexos (13 mujeres y 10 hombres), a los que se les exploró la extensibilidad isquiosural mediante el EPR y el ángulo Lumbo-Horizontal en flexión (L-H fx). También se les midió la disposición de la curva lumbar al realizar la máxima flexión del tronco en el test Distancia Dedos-Planta (DD-P).

La media de la altura y del peso corporal para mujeres fue $166 \pm 0,07$ cm y $61,22 \pm 11,79$ kg, respectivamente; y para los hombres de $173 \pm 0,06$ cm y $77,00 \pm 11,28$ kg, respectivamente.

La media y desviación estándar de cada variable para hombres, mujeres y para ambos, están expuestas en la tabla 5.

Tabla 5. RESULTADOS DEMOGRÁFICOS EN 23 ESTUDIANTES DE MEDICINA, DE ACUERDO A SU GÉNERO^a.

	Hombre (n=10)	Mujer (n=13)	Total (n=23)
Edad (años)	$23,80 \pm 1,55$	$23,38 \pm 1,71$	$23,57 \pm 1,62$
Peso (kg) *	$77,00 \pm 11,28$	$61,22 \pm 11,79$	$68,08 \pm 13,85$
Altura (m) *	$1,73 \pm 0,06$	$1,66 \pm 0,07$	$1,69 \pm 0,07$
BMI (kg/m^2) *	$25,66 \pm 3,72$	$20,19 \pm 6,96$	$22,57 \pm 6,31$

^a Valores son expresados como media \pm desviación estándar (en grados); BMI: índice de masa corporal; * significación estadística para el peso, talla e IMC ($p \leq 0.027$).

Como criterios de exclusión se establecieron: (a) presentar alteraciones músculo-esqueléticas en los últimos 6 meses previos al presente procedimiento exploratorio; (b) presentar dolor muscular de aparición tardía (agujetas) el día de la evaluación (Ayala y Sainz de Baranda, 2011); (c) tener algia raquídea o radiculopatía que limitase la movilidad del tronco y restringiese la normal exploración del EPR; y (d) presentar patología de la cadera que limitase su movilidad.

Método

Tras entrevistar a cada uno de los voluntarios, se les citó en el Servicio de radiología del Hospital Clínico Universitario Virgen de la Arrixaca.

MANIOBRAS CLÍNICAS. Es estudio se realizó en dos salas contiguas de radiología. En una sala, se midió la extensibilidad de la musculatura isquiosural mediante la maniobra lumbo-horizontal en máxima flexión (L-H fx) (Santonja et al., 1994), así como el grado de la curvatura lumbar al realizar el test Distancia Dedos-Planta (DD-P).

Cada participante fue examinado con ropa deportiva y sin calzado. Para medir el ángulo lumbo-horizontal en máxima flexión (L-H fx), se incitó a que realizase la máxima flexión del tronco en sedentación con las rodillas extendidas, dando las mismas instrucciones que para la maniobra de Distancia Dedos-Planta (DD-P). Cuando alcanzaban la máxima flexión del tronco sin flexionar las rodillas, se medía el ángulo de apertura anterior formado entre la región más caudal de la zona lumbar-pelvis (Fig. 13).



Figura 13. Medición del ángulo L-H fx en una sala de Rayos X que estaba contigua a la que se utilizó para realizar el estudio radiográfico.

Este ángulo se mide apoyando una rama del goniómetro sobre las espinosas de L₅ y S₁ y la otra rama se dispuso horizontal (facilitado por la burbuja de nivel que tiene adosado el goniómetro en una de sus ramas), para obtener una mayor precisión en la determinación de la horizontalidad (Santonja et al., 1994). A continuación, medimos el grado de la curvatura lumbar en máxima flexión del tronco.

CURVA LUMBAR EN FLEXIÓN. En esta postura de máxima flexión del tronco sobre la camilla, se midió el grado de la curvatura lumbar con un inclinómetro, siguiendo la metodología de Santonja (Santonja et al., 1995; Santonja y Pastor, 2006; Santonja, 2010). Se determinó la transición tóraco-lumbar y se midió la curva desde ese punto hasta L₅-S₁, determinado por la altura de las EIPS, excepto cuando la región lumbar tuviese una lordosis en su zona más caudal, que entonces, se medía donde mayor valor de cifosis se obtenía (Fig. 15).

Cada una de las mediciones, fue llevada a cabo por un clínico con más de 30 año de experiencia en estas mediciones.



Figura 14. Medición de la curvatura lumbar en máxima flexión del tronco.

RADIOGRAFÍAS

A continuación, se realizaron las radiografías laterales de la columna lumbar y de la pelvis. La primera, en la posición de partida de la maniobra de Elevación de la Pierna Recta (EPR), que fue denominada posición CERO ("P0"), en la que se coloca el sujeto en decúbito supino sobre la mesa de exploración de radiología con ambos miembros inferiores extendidos. El tubo se coloca a un lado del cuerpo y frente al bucky mural.

Se utilizó un tubo de rayos X de la marca Siemens (Polydoros 80), con una distancia tubo-película de 120 cm. Con un soporte de pared, con bucky mural y andidifusor. Para un sujeto de 175 cm y 70 kg. la técnica es de 78 kv y 65 mA aprox.

El centro del haz de rayos se colocó entre 3-5 cm proximal (Fig. 14) al punto más craneal de la cresta iliaca (en la línea axilar media), de forma que se incluía toda la región lumbar y la pelvis. Se utilizó una película con formato clásico de 35 x 43 cm.

A continuación, se realizó el test de EPR clásico por otro evaluador experimentado en la Sala de Rayos X. Para realizar este EPR, el participante se colocó en decúbito supino con ambos miembros inferiores extendidos y con el tobillo relajado (no en ángulo recto, para evitar que la cortedad del tríceps sural pudiese influenciar en el resultado de esta maniobra (Boland y Adams, 2000; Gajdosik et al., 1985).

Se utilizó un inclinómetro ISOMED Unilevel con varilla telescópica (ISOMED, Portland, Oregon), siguiendo las recomendaciones de Gerhardt (1994) y Gerhardt, Cocchiarella y Lea (2002) (figura 15).

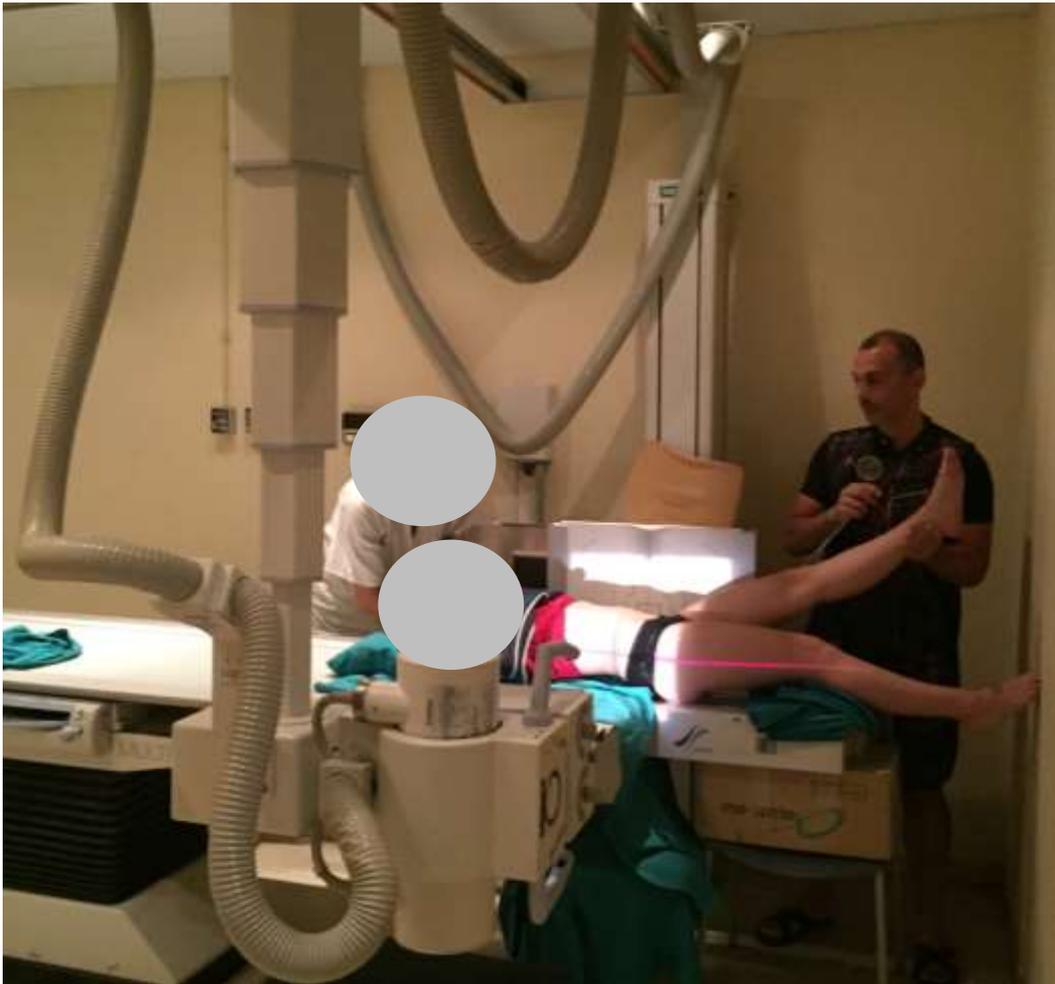


Figura 15. Sala de Rayos X del Hospital Clínico Universitario Virgen de la Arrixaca. Centrado del haz de rayos X justo por encima a la cresta iliaca y consiguiendo colimación. A continuación, se comprobaba que, al realizar el EPR, la luz que indica el área radiográfica.

Se colocó la varilla del inclinómetro en la cara externa del miembro inferior, desde el maléolo peroneal hasta el muslo; la mano libre se colocó sobre la cara anterior de la rodilla para mantenerla extendida (Fig. 16). El inclinómetro se ajustó a cero con el nivel de la mesa, siempre antes de cada medición.

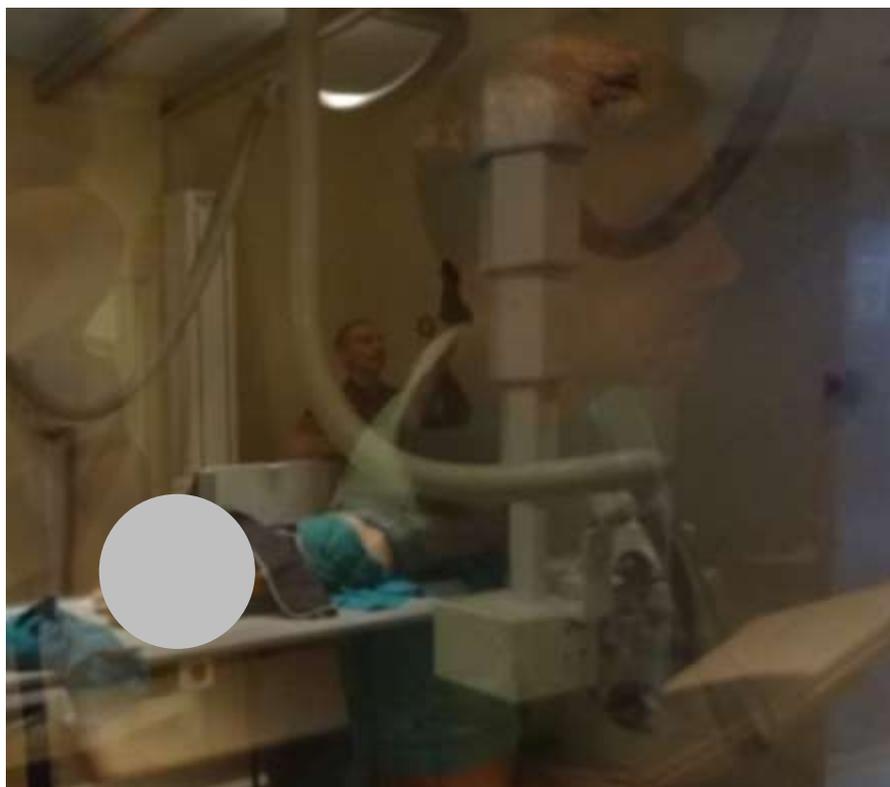


Figura 16. Medición del EPR clásico o “P1”. Obsérvese que un único explorador realiza el EPR del miembro inferior izquierdo. El inclinómetro lo coloca a la altura del tobillo con la barra telescópica siguiendo la bisectriz del miembro inferior.

Los criterios para finalizar el test fueron: la percepción por parte del examinador de una resistencia firme o la visualización de una rotación pélvica. El ángulo cuantificado, fue la máxima flexión del miembro inferior obtenida respecto a la horizontal. Todas las mediciones fueron realizadas en la misma sesión y bajo las mismas condiciones (temperatura de la habitación de 24°).

Cuando el explorador consideró que había llegado a la máxima extensibilidad de los isquiosurales (final del EPR), dijo “YA” y el técnico realizó la segunda radiografía, que denominamos en posición “P1”.

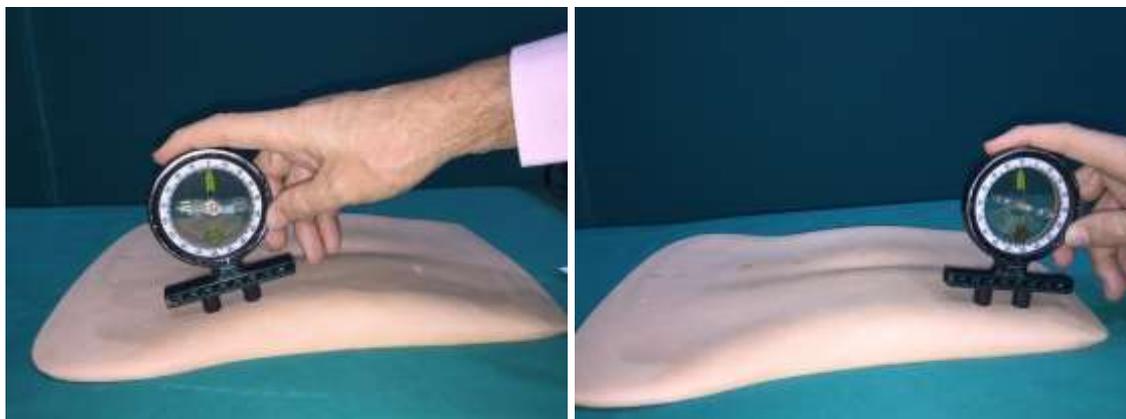


Figura 17. Grado de curvatura del LumboSant clásico. A la izquierda, puesta a cero del inclinómetro y a la derecha medición de la máxima curvatura (zona distal o caudal), mostrando que tiene una convexidad de 20°.

El mismo explorador que midió el EPR clásico en la Sala de Rayos X, repitió el EPR pero ahora con el soporte lumbar “LumboSant”, que está diseñado con una curvatura convexa para homogeneizar el grado de la lordosis para explorar la movilidad de la cadera (Fig. 16) (Santonja, Sainz de Baranda, Rodríguez, López y Canteras, 2007, Ayala y Sainz de Baranda, 2010; Sainz de Baranda y Ayala, 2010; Cejudo, Sainz de Baranda, Ayala, Santonja, 2015) y con la ayuda de un 2º explorador para fijar mejor la pelvis y evitar su rotación horaria (Fig. 18).

Para ello, se colocó el LumboSant bajo la zona lumbar del explorado y entró el segundo explorador que fijó la pelvis y la rodilla contralateral para evitar su rotación y flexión respectivamente (Fig. 18). El explorador principal, volvió a repetir la maniobra de EPR hasta que se producía similar sensación de tensión con la que se detuvo el test en la maniobra clásica. Momento en el que decía en voz alta “YA” y el técnico volvía a realizar la radiografía. Esta radiografía la denominamos en posición “P2”.



Figura 18. Medición del EPR con LumboSant o “P2”. Obsérvese que un explorador realiza el EPR, mientras que el explorador auxiliar fija la pelvis para evitar la rotación horaria y evitar la flexión del miembro inferior contralateral.

Mediciones Radiográficas

Las mediciones radiográficas realizadas fueron:

- Medición de la inclinación de la carilla de la primera vértebra sacra (S_1) con la vertical. Es el mismo ángulo que se utiliza en las radiografías en bipedestación (ángulo S_1 o de inclinación del sacro con la horizontal, según la descripción de Kapandji, 1982, Wiltse y Winter, 1983), pero ahora lo medimos con la vertical, al estar el sujeto en decúbito.
- Grado de Lordosis lumbar. Se midió entre la carilla craneal de S_1 y la carilla de la vértebra que está más inclinada hacia la concavidad (según método de Cobb (Cobb, 1948).
- Acuñaamiento vertebral. Prolongación de la carilla craneal y caudal de una vértebra y medición en grados. Este acuñaamiento puede ser anterior o posterior.

Estas mediciones se realizaron en las tres posturas: partida (P0) (Fig.19), posición final del EPR clásico (P1) (Fig. 20), y posición final del EPR con LumboSant (P2) (Fig. 21).

POSICIÓN DE PARTIDA (P0)

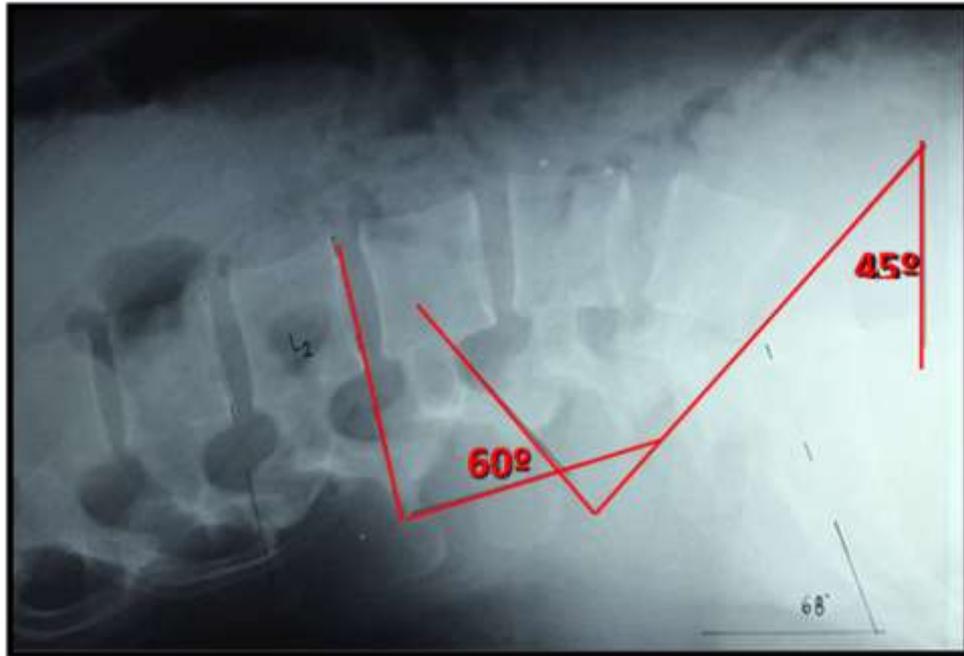


Figura 19. Rx Lateral del raquis lumbar y del sacro en decúbito supino en la posición de partida (P0), en la que se muestra la medición de la lordosis lumbar (L2-S1=60°) y la inclinación de la carilla de S1 con la vertical (45°).

Posición Final del EPR clásico (P1)



Figura 20. Rx Lateral del raquis lumbar y del sacro en decúbito supino en la posición final del test de EPR CLÁSICO en el mismo sujeto (P1). Apréciase la reducción del grado de la lordosis lumbar, al pasar de 60° a 41° y el cambio en la posición del sacro, al pasar de 45° a 29°.

Posición final de EPR modificado (P2)

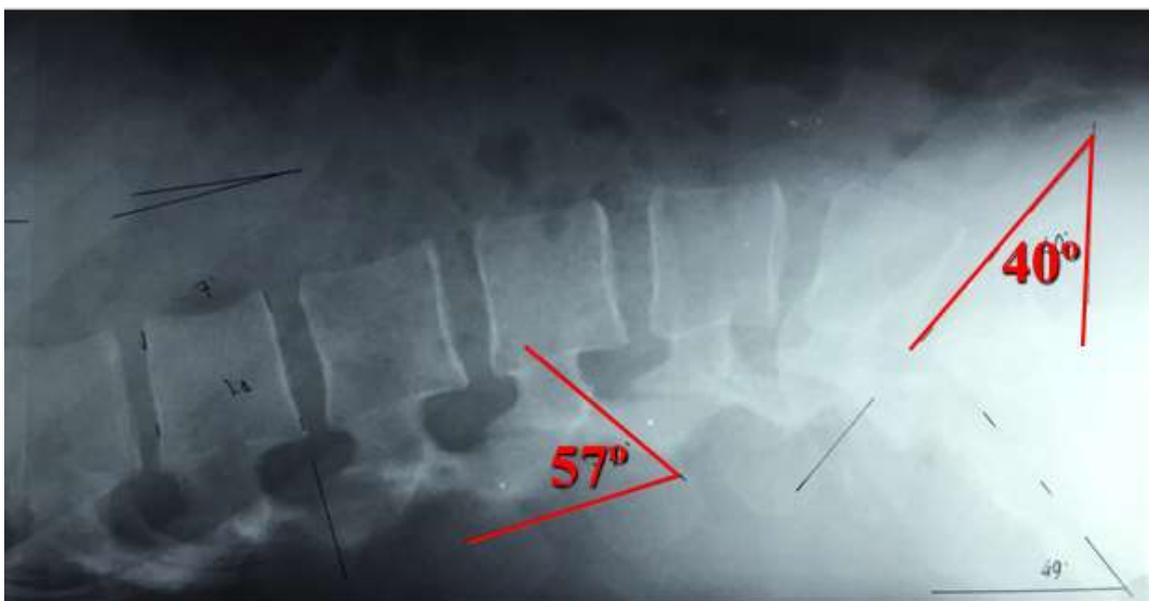


Figura 21. Rx Lateral del raquis lumbar y del sacro en decúbito supino en la posición final del test de EPR MODIFICADO CON LUMBOSANT en el mismo sujeto (P2). Apréciase la menor reducción del grado de la lordosis lumbar, al pasar de 60 a 57° y el menor cambio en la posición del sacro, al pasar de 45° a 40°. En L₁ puede verse un acuñamiento anterior de 7°.

VARIABLES UTILIZADAS

Se midieron variables antropométricas (peso, talla e IMC), edad en años, L-H fx y grado de curvatura del raquis lumbar en máxima flexión. En la sala de rayos en la que se efectuaron las radiografías, se midió el EPR clásico y el EPR con LumboSant. El valor del EPR que utilizamos en este estudio, fue el medido en la Sala de Rx en el momento de realizar las Rx del EPR clásico y con LumboSant.

Las radiografías de la postura final de ambos EPR, se realizaron cuando el explorador determinó el final del test por los criterios previamente enumerados. En ese momento gritó “YA” y el técnico “pulsó” el disparador para realizar la radiografía.

En cada una de las radiografías, se midieron los ángulos S₁ y de lordosis lumbar (LL) en las tres proyecciones, así como, si existía acuñamiento anterior en alguna vértebra lumbar.

Se calcularon las siguientes nuevas variables:

- Diferencias entre los ángulos del sacro en las tres posturas: S_1P0-S_1P1 ; S_1P0-S_1P2 y S_1P1-S_1P2 .
- Diferencias en la lordosis (L) lumbar en las tres posturas: $LL P0-LL P1$; $LL P0-LL P2$ y $LL P1-LL P2$.

Por último, se calculó:

- El teórico EPR REAL, que es cuando al EPR clásico obtenido, se le resta el grado de basculación de la pelvis al realizar el EPR (*se obtiene restando el S_1 en la posición de partida (P0) al S_1 obtenido al final del EPR clásico (P1)*).
- Porcentaje de la diferencia entre el EPR obtenido (clásico) y el considerado "real".

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Previamente al análisis estadístico, se verificó mediante la prueba de Shapiro-Wilk la distribución de conjuntos de datos y se demostró que todos los datos no tenían una distribución normal ($p < 0,05$). Para todos los análisis, la significancia fue aceptada en $p < 0,05$.

Se realizó un análisis descriptivo de cada una de las variables cuantitativas, para lo que se calcularon medias y desviaciones estándar para describir las medidas demográficas, la extensibilidad de los isquiosurales, la inclinación pélvica y el grado de lordosis lumbar de la muestra de estudio.

La muestra independiente de la prueba de Wilcoxon se realizó para evaluar las diferencias entre los valores de EPR derecho e izquierdo. Para examinar las posibles diferencias entre hombres y mujeres, respecto a la demografía, la extensibilidad de los isquiosurales, el ángulo de inclinación pélvico y el ángulo de las medidas de lordosis lumbar, se utilizó la prueba U de Mann-Whitney. Además, se calculó el tamaño del efecto de Cohen para todos los resultados y las magnitudes del efecto que se interpretaron de acuerdo con los criterios de Hopkins, Marshall, Batterham y Hanin (2009) en los que cuando el efecto mide $< .2$, de $.2$ a $.59$, de $.6$ a 1.19 , de 1.20 a 2.00 , de 2.00 a 3.99 y > 4.00 fueron considerados triviales, pequeños, moderados, grandes, muy grandes y extremadamente grandes, respectivamente. Elegimos arbitrariamente el nivel moderado, como el nivel de efecto mínimo relevante con aplicación práctica en los resultados.

Se calculó un análisis de correlación de Pearson (r) de la extensibilidad de los isquiosurales, el ángulo de inclinación pélvica y el ángulo de la lordosis lumbar (en grados) para ambas maniobras (procedimiento tradicional o clásico versus nuevo procedimiento con LumboSant). Además, se realizó un análisis de regresión lineal para determinar si el valor obtenido en la maniobra EPR es capaz de predecir el ángulo de inclinación pélvica y el ángulo de la lordosis lumbar al realizar el test de EPR con y sin soporte lumbar.

Todos los análisis estadísticos se realizaron con el software de evaluación SPSS 24.0 (Statistical Package for Social Sciences, v. 24.0, para Windows; SPSS Inc, Chicago), con un nivel de significación del 95% ($p < 0,05$).

RESULTADOS

ESTUDIO 1

RESULTADOS ESTUDIO 1

Tras el análisis de los resultados se encontraron diferencias significativas entre hombres y mujeres, en las variables antropométricas, es decir, en la masa corporal, la altura y el índice de masa corporal ($p \leq 0,018$); así como en las medidas clínicas de las pruebas EPR y EPR-L. En el análisis clínico, no se observó asimetría de la extensibilidad de los isquiosurales.

La media y desviación estándar, los valores mínimos y máximos y los percentiles 25, 50 y 75, de todas las mediciones tomadas en la Sala de rayos X, es decir, con el EPR clásico y el EPR con LumboSant, están expuestas en la tabla 6.

TABLA 6. RESULTADOS DE LA MEDIA \pm DESVIACIÓN TÍPICA, VALOR MÍNIMO Y MÁXIMO Y PERCENTILES DE LAS MEDICIONES CLÍNICAS Y RADIOGRÁFICAS

	X+DS	Mínimo	Máximo	P25	P50	P75
EPR	89,21 \pm 20,8	60	155	76	90	96
EPR-L	75,30 \pm 14,4	56	118	64	76	80
L-H fx	87,0 \pm 15,6	39	112	79	90	97
CIF L	21,86 \pm 7,4	6	34	16	22	28
S₁ P0	42,17 \pm 9,6	30	65	34	40	48
LL P0	58,08 \pm 13,8	35	89	48	53	71
S₁ EPR (P1)	18,69 \pm 9,5	0	34	12	19	25
LL EPR (P1)	26,82 \pm 12,5	10	53	16	25	37
S₁ EPR (P2)	27,47 \pm 8,5	11	44	22	27	32
LL EPR (P2)	38,73 \pm 12,5	16	71	31	36	47

Valores expresados en grados como media \pm desviación estándar. EPR: Elevación Pierna Recta clásico o tradicional; EPR-L: Elevación Pierna Recta con LumboSant; LL: ángulo de lordosis lumbar; S₁: ángulo de basculación de la pelvis; P0: Posición de partida; P1: posición al final del EPR y P2: Posición al final del EPR-LumboSant.

En la Tabla 7, están representadas las diferencias por sexo de las variables antropométricas y de la extensibilidad de los isquiosurales, medida mediante el EPR clásico y el EPR con LumboSant.

TABLA 7. RESULTADOS DE EXTENSIBILIDAD DE LOS ISQUIOSURALES, DISPOSICIÓN SAGITAL DE LA PELVIS (S₁) Y DE LA CURVATURA LUMBAR EN 23 ESTUDIANTES DE MEDICINA, DE ACUERDO A SU GÉNERO^A

	Hombre (n=10)	Mujer (n=13)	Total (n=23)
Edad (años)	23,80±1,55	23,38±1,71	23,57±1,62
Peso (kg) *	77,00±11,28	61,22±11,79	68,08±13,85
Altura (m) *	1,73±0,06	1,66±0,07	1,69±0,07
BMI (kg/m ²) *	25,66±3,72	20,19±6,96	22,57±6,31
I EPR *	79,4±11,2	96,8±23,6	89,2±20,8
EPR-L *	68,0±11,0	80,9±14,5	75,3±14,4

a Valores son expresado como media ± desviación estándar (en grados); BMI: índice de masa corporal; * significación estadística para el peso, talla e IMC, I: ángulos medidos con un inclinómetro. EPR: Tradicional test de Elevación de la Pierna Recta; EPR-L: Elevación de la Pierna Recta con LumboSant; * significación estadística para el peso, talla e IMC, EPR y EPR-N (I) ($p \leq 0,027$).

La prueba U de Mann-Whitney mostró diferencias significativas ($p < 0,005$) según el sexo, peso, altura, IMC, EPR y EPR-L. Los voluntarios varones exhibieron una mayor masa corporal (77 kg frente a 61,22 kg; $p = 0,002$), altura (1,73 m frente a 1,66 m; $p = 0,017$) e IMC (25,66 kg/m² frente a 20,19 kg/m²; $p = 0,018$) que las mujeres. Las estudiantes exhibieron una mayor extensibilidad de los isquiosurales en el EPR (96,9° vs 79,4°; $p = 0,027$) y en el nuevo EPR-L (80,9° vs 68,0°; $p = 0,021$) que los estudiantes varones.

Los resultados de la tabla 8 muestran que la puntuación alcanzada con la nueva versión del EPR (LumboSant), siempre es menor cuando se compara con la puntuación alcanzada con el EPR tradicional. Por lo tanto, en la evaluación clínica de la extensibilidad de los isquiosurales, cuando se utiliza el "Lumbosant" y un examinador asistente, el ángulo obtenido es 13,9° menor en comparación con el procedimiento tradicional (75,3°±14,4° vs. 89,2°±20,8°; $d = -0,777$ [moderado]).

OTRAS MEDICIONES CLÍNICAS

Se midieron en la sala contigua el ángulo lumbo-horizontal en flexión y el grado de cifosis lumbar al flexionar el tronco en el test Distancia Dedos-Planta (DD-P). El ángulo L-H fx obtenido fue de 87°±15,65°. Menor en las mujeres 78,9°±15° que en los hombres 97,5°±9,0° ($t = 3,45$; $p < 0,002$).

El grado de curvatura lumbar medido al realizar la máxima flexión del tronco en la maniobra DD-P, fue de $21,82^{\circ} \pm 7,37^{\circ}$, con un rango de 6 a 34° , lo que indica la variabilidad de la cifosis lumbar. 3 sujetos tenían una cifosis leve ($32,32$ y 34°) y uno una rectificación (6°). No se encontraron diferencias respecto al sexo ($t=1,195$; $p<,245$).

Tabla 8. CORRELACIONES ENTRE LAS TRES MANIOBRAS DE EXTENSIBILIDAD DE LOS ISQUIOSURALES L-H FX Y AMBOS EPR (CLÁSICO VERSUS EPR CON LUMBOSANT) Y LOS ÁNGULOS DE INCLINACIÓN PÉLVICA (S_1) Y DE LA LORDOSIS LUMBAR EN LAS TRES POSTURAS ANALIZADAS

	EPR	EPR-L	L-H fx	Cif L
EPR	1	,919***	-,836***	-,324
EPR-L	,919***	1	-,788***	-,193
L-H fx	-,836***	-,788***	1	,242
Cif L	-,324	-,193	,242	1
S_1 P0	,192	,257	-,193	-,270
LL P0	,316	,378	-,301	-,477*
S_1 EPR (P1)	-,133	,005	-,077	-,211
LL EPR (P1)	-,095	,019	-,004	-,429*
S_1 EPR (P2)	,201	,266	-,307	-,306
LL EPR (P2)	,211	,238	-,218	-,620**

EPR: Elevación Pierna Recta clásico; EPR-L: Elevación Pierna recta con LumboSant; LL: ángulo de lordosis lumbar; S_1 : ángulo de basculación de la pelvis. P0: Posición de partida; P1: Postura al realizar el EPR; P2: postura al realizar el EPR-L.

En la tabla 8, destaca la altísima correlación existente entre las maniobras que miden la extensibilidad isquiosural ($r=,919$ entre ambos EPR) y la buena correlación, aunque lógicamente de signo inverso, con el L-H fx ($r= -,836$), debido a que en el EPR a mayor valor indica que existe mayor extensibilidad y en el L-H fx, sucede al contrario (a mayor valor hay menor extensibilidad de los isquiosurales).

También destaca que la disposición de la pelvis (S_1) en ninguna de sus tres posturas [inicial (P0), final EPR (P1) y final EPR-L (P2)], tienen correlación con las

maniobras EPR ni L-H fx, es decir, la disposición de la pelvis no está asociadas a la extensibilidad isquiosural.

Es digna de mención, la relación inversa entre el raquis lumbar en su disposición convexa (al flexionar el tronco en el test Distancia Dedos-Planta) y en su postura cóncava (la adoptada al inicio y final del EPR), pero que es mayor al utilizar el LumboSant ($r=-,620$).

CLASIFICACIÓN DE LA EXTENSIBILIDAD ISQUIOSURAL

En la Tabla 9, se muestran los datos de la comparación de la capacidad o coincidencia diagnóstica para la extensibilidad de los isquiosurales, entre el EPR clásico y la maniobra L-H fx.

Tabla 9. COMPARACIÓN DEL DIAGNÓSTICO DE LA EXTENSIBILIDAD DE LOS ISQUIOSURALES SEGÚN LAS MANIOBRAS EPR Y L-H FX

L-H fx	EPR CLÁSICO		
	NORMAL	GRADO-I	GRADO-II
NORMAL	18 +	3	0
GRADO-I	1		1+
GRADO-II			

L-H fx: ángulo lumbo-horizontal en flexión. EPR: test elevación de la pierna recta.

$X^2= 11,07 (P<0,01)$

Al comparar el L-H fx con el EPR con LumboSant (EPR-L), las diferencias son mayores, produciéndose una reducción de su coincidencia diagnóstica (Tabla 10).

Tabla 10. COMPARACIÓN DEL DIAGNÓSTICO DE LA EXTENSIBILIDAD DE LOS ISQUIOSURALES SEGÚN LAS MANIOBRAS EPR CON LUMBOSANT Y L-H FX

L-H fx	EPR con LUMBOSANT		
	NORMAL	GRADO-I	GRADO-II
NORMAL	14 +	5	2
GRADO-I			2
GRADO-II			

LH-fx: ángulo lumbo horizontal en flexión. EPR: test de elevación de la pierna recta.

$X^2 = 10,40 (P< 0,01)$

Estudio radiográfico

Las mediciones en la radiografía (Rx) Lateral del raquis lumbar en decúbito supino, respecto al grado de lordosis lumbar (método de Cobb) y de la posición de la pelvis (grado de anteversión, medido a través del ángulo Sacro-vertical (S₁) en las tres posturas, expresadas en media + desviación típica de grados se muestran en la tabla 11.

Tabla 11. RESULTADOS DE EXTENSIBILIDAD DE LOS ISQUIOSURALES, DISPOSICIÓN SAGITAL DE LA PELVIS (S₁) Y DE LA CURVATURA LUMBAR EN 23 ESTUDIANTES DE MEDICINA, DE ACUERDO A SU GÉNERO ^a

	Hombre (n=10)	Mujer (n=13)	Total (n=23)
S ₁ -P0	44,1±11,6	40,7±8,0	42,2±9,6
Rx S ₁ EPR (P1)	17,7±11,7	19,5±7,9	18,7±9,5
S ₁ EPR-L (P2)	27,5±11,5	27,5±5,9	27,5±8,5
LL-P0	57,6±15,6	58,5±12,9	58,1±13,8
LL-EPR (P1)	24,7±13,3	28,5±12,1	26,8±12,5
LL-EPR-L (P2)	38,4±16,8	39,0±8,7	38,7±12,5

^a Valores expresados como media ± desviación estándar (en grados); Rx: ángulos medidos en la radiografía. EPR: Tradicional test de Elevación de la Pierna Recta; EPR-L: Elevación de la Pierna Recta con LumboSant; LL: lordosis lumbar; S₁: versión de la pelvis; P0: Posición de partida; P1: Posición final al realizar EPR y P2: Posición final al realizar el EPR-LumboSant.

El análisis de la “t apareada” que compara las diferencias entre ambos EPR (clásico respecto a EPR-LumboSant), muestra una alta significación estadística (t=7,059; p>,0005), como puede verse en la Tabla 12.

Tabla 12. PRUEBA DE MUESTRAS EMPAREJADAS

	Diferencias emparejadas						
	Media	DS	Media de error estándar	IC 95%		t	sig
				Inferior	Superior		
Par 1 EPR Clásico - EPR LumboSant	13,91	9,4528	1,9710	9,8253	18,0007	7,059	,000

IC 95%: Diferencia del Intervalo de confianza al 95%

El análisis de varianza de medidas repetidas del grado de basculación de la pelvis (ángulo sacro-vertical o S_1), está representado en la tabla 13 y 14.

Tabla 13. COMPORTAMIENTO DE LA BASCULACIÓN DE LA PELVIS, EN LA POSTURA DE PARTIDA (P0), TRAS REALIZAR EL EPR (P1) Y TRAS REALIZAR EL EPR CON SOPORTE LUMBAR (P2).

Factor 1	Media	Error estándar	Intervalo de confianza al 95%	
			Límite inferior	Límite superior
S₁ P0	42,174	2,005	38,017	46,331
S₁ EPR	18,696	1,988	14,574	22,818
S₁ EPR-L	27,478	1,780	23,786	31,170

TABLA 14. ESTIMACIONES DE LAS DIFERENCIAS Y SU SIGNIFICACIÓN ESTADÍSTICA POR PAREJAS, PARA LA DISPOSICIÓN DE LA PELVIS, MEDIDA MEDIANTE EL ÁNGULO S_1

(I) factor 1	(J) factor1	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig. ^b	IC 95%	
					Límite inferior	Límite superior
S₁ P0	S₁ EPR	23,478*	1,459	,000	20,452	26,505
	S₁ EPR-L	14,696*	,995	,000	12,632	16,759
S₁ EPR	S₁ EPR-L	-8,783*	1,080	,000	-11,022	-6,543

IC 95%: Diferencia del Intervalo de confianza al 95%

El análisis de varianza de medidas repetidas del grado de la lordosis lumbar en las tres posturas analizadas, está representados en las tablas 15 y 16.

TABLA 15. COMPORTAMIENTO DE LA LORDOSIS LUMBAR, EN LA POSTURA DE PARTIDA (P0), TRAS REALIZAR EL EPR (P1) Y TRAS REALIZAR EL EPR CON SOPORTE LUMBAR (P2).

Factor 1	Media	Error estándar	Intervalo de confianza al 95%	
			Límite inferior	Límite superior
LL P0	58,087	2,877	52,121	64,053
LL EPR P1	26,826	2,606	21,421	32,231
LL EPR P2	38,739	2,617	33,313	44,166

IC 95%: Diferencia del Intervalo de confianza al 95%. LL: ángulo de lordosis lumbar; P0: Posición de partida; P1: posición al final del EPR y P2: Posición al final del EPR-LumboSant. Se basa en medias marginales estimadas

TABLA 16. ESTIMACIONES DE LAS DIFERENCIAS Y SU SIGNIFICACIÓN ESTADÍSTICA POR PAREJAS, PARA LA DISPOSICIÓN DE LA LORDOSIS LUMBAR EN LAS TRES POSTURAS.

(I) factor 1	(J) factor 1	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig. ^b	IC 95%	
					Límite inferior	Límite superior
LL P0	LL EPR P1	31,261*	2,033	,000	27,046	35,476
	LL EPR P2	19,348*	1,421	,000	16,402	22,294
LL EPR P1	LL EPR P2	-11,913*	1,760	,000	-15,564	-8,263

IC 95%: Diferencia del Intervalo de confianza al 95%. LL: ángulo de lordosis lumbar; P0: Posición de partida; P1: posición al final del EPR y P2: Posición al final del EPR-LumboSant. Se basa en medias marginales estimadas.

Es evidente la reducción del grado de inclinación de la pelvis respecto a la posición de partida, cuando se realiza el EPR clásico (23,5°), respecto a si se realiza con LumboSant (14,7°), resultando menor la basculación de la pelvis (ángulo S₁) al realizar el EPR con el soporte lumbar (Tabla 14), siendo esta diferencia de 8,78° entre ambos procedimientos (23,48°±7,0° vs 14,7°±4,77°; p = -,976 [moderado]).

En relación con la curvatura lumbar, cuando se analizan las diferencias entre la radiografía en la posición inicial y la radiografía al final del EPR, se produce una reducción de la lordosis lumbar (Tabla 16). Sin embargo, la diferencia entre la lordosis lumbar en la posición de partida y en la posición final es menor con el EPR-L (19,4°) que con el clásico EPR (31,3°), resultando en 11.91° de diferencia, lo que es significativo entre ambos procedimientos (38,7°±12,5° vs 26,8° ± 12,5°; d=-,952 [moderado]).

Estos resultados demuestran que siempre que se realiza el test EPR, se produce una basculación (retroversión) de la pelvis y, consecuentemente, esta retroversión de la pelvis se acompaña de un aplanamiento de la lordosis lumbar.

TABLA 17. RESULTADOS DE LA EXTENSIBILIDAD DE LOS ISQUIOSURALES, BASCULACIÓN DE LA PELVIS (S1) Y GRADO DE LA LORDOSIS LUMBAR EN 23 ESTUDIANTES DE MEDICINA DE ACUERDO AL TIPO DE EPR (TRADICIONAL VS. NUEVO CON LUMBOSANT). a

	EPR*	EPR-L*	PROMEDIO diferencia	p-valor	d-valor (inferencia cualitativa)
EPR	89,2±20,8	75,3±14,4	13,9±9,5	,000	Moderate (d=,777)
S ₁ -P0	42,2±9,6	42,2±9,6			
S ₁ EPR (P1)	18,7±9,5	27,5±8,5	-8,78±5,18	,000	Moderate (d=,976)
LL-P0	58,1±13,8	58,1±13,8			
LL-EPR	26,8±12,5	38,7±12,5	-11,91±8,44	,000	Moderate (d=,952)

^a Valores expresados en grados como media ± desviación estándar. EPR: tradicional Elevación Pierna recta; EPR-L: Elevación Pierna Recta con LumboSant; LL: ángulo de lordosis lumbar; S₁: ángulo de basculación de la pelvis; d-valor: valor del tamaño de efecto de Cohen en inferencia cualitativa. * significación de $p \leq .05$ (no paramétricos Mann-Whitney U test; **: Correlación es significativa si nivel 0.01 (bilateral); La magnitud del tamaño de efecto es agrupado. La diferencia de medias estandarizados (SMD) fueron interpretadas como tamaño del efecto trivial o sin efecto si SMD <0,2; insignificante si SMD 0,2 a 0,59; moderados si SMD 0,6 a 1,19; grande si SMD 1,20 a 2,00; muy grande si SMD 2,00 a 3,99 y extremadamente grande si SMD es mayor que 4,00.

La Tabla 18 muestra los coeficientes de correlación de Pearson. Los resultados indican una alta relación entre ambas maniobras de EPR ($p=,0005$; $r=,919$). En los parámetros radiográficos, los resultados también muestran una alta correlación entre la medición de la inclinación de la pelvis en ambas maniobras ($p=,000$; $r=,841$), entre la inclinación de la pelvis y la lordosis en la EPR-LumboSant ($p=,000$; $r=,868$) y entre la inclinación de la pelvis y la curva de la lordosis en la prueba EPR tradicional ($p=,000$; $r=,880$).

TABLA 18. CORRELACIÓN DE LA EXTENSIBILIDAD DE LOS ISQUIOSURALES, BASCULACIÓN DE LA PELVIS (S₁) Y GRADO DE LORDOSIS LUMBAR EN AMBOS TIPOS DE MANIOBRAS DE EXPLORACIÓN CLÍNICA (TRADICIONAL VS. LUMBOSANT).

		Mediciones con inclinómetro				Ángulos medidos en la radiografía							
		EPR		EPR-L		S1 EPR		S1 EPR-L		LL EPR		LL EPR-L	
		p-valor	r	p-valor	r	p-valor	r	p-valor	r	p-valor	r	p-valor	r
I	EPR	1	,000	,919**	,545	-,133	,358	,201	,668	-,095	,334	,211	
	EPR-L	,000	,919**	1	,982	,005	,220	,266	,931	,019	,275	,238	
Rx	S1 EPR	,545	-,133	,982	,005	1	,000	,841**	,000	,880**	,000	,707**	
	S1 EPR-L	,358	,201	,220	,266	,000	,841**	1	,000	,726**	,000	,868**	
	LL EPR	,668	-,095	,931	,019	,000	,880**	,000	,726**	1	,000	,773**	
	LL EPR-L	,334	,211	,275	,238	,000	,707**	,000	,868**	,000	,773**	1	

I: Mediciones con inclinómetro; Rx: ángulos medidos en la radiografía; EPR: Elevación Pierna Recta tradicional; EPR-L: Elevación de la Pierna Recta con LumboSant; LL: ángulo de lordosis lumbar; S₁: ángulo de inclinación pélvica; **: La correlación es significativa en el nivel 0.01 (bilateral).

RECTAS DE REGRESIÓN

Mediante las rectas de regresión se analizó si se podía calcular el EPR con LumboSant, a partir del EPR sin soporte lumbar. El cociente de correlación entre ambas maniobras es muy alto ($R=0,919$; $R^2 ,844$), con un error estándar de estimación de $5,8^{\circ}$ ($t=10,67$; $p<0,000$).

La fórmula obtenida es:

$$\underline{\underline{EPR \text{ con LumboSant} = 18,534 +,636 \times EPR \text{ Clínico clásico}}}$$

Algunos ejemplos serían:

Ante un EPR de 60° el EPR con LumboSant sería: $18,534 +,636 \times 60= 56,694^{\circ}$

Ante un EPR de 80° el EPR con LumboSant sería: $18,534 +,636 \times 80= 69,414^{\circ}$

Ante un EPR de 100° el EPR con LumboSant sería: $18,534 +,636 \times 100= 82,134^{\circ}$

Ante un EPR de 120° el EPR con LumboSant sería: $18,534 +,636 \times 120= 94,854^{\circ}$

Con carácter anecdótico, sí sería posible calcular el grado de retroversión de la pelvis al realizar la maniobra de EPR, si conociésemos su retroversión inicial (S_1P_0). Su correlación es alta ($R=0,733$; $R^2 ,537$), con un error estándar de estimación de $6,7^{\circ}$ ($t=4,93$; $p<0,000$).

La fórmula obtenida es:

$$\mathbf{S_1 (P1) = 28,357 +,739 * S_1 \text{ inicial (P0)}}$$

También sería posible calcular el grado de retroversión de la pelvis al realizar la maniobra de EPR con LumboSant (P_2), si conociésemos la retroversión en el EPR clásico (P_1). Su correlación también es alta ($R=0,841$; $R^2 ,708$), con un error estándar de estimación de $4,7^{\circ}$ ($t=7,133$ $p<0,000$).

La fórmula obtenida es

$$\mathbf{S_1 (P2) = 13,389 +,754 * S_1 \text{ inicial (P0)}}$$

También sería posible calcular el grado de lordosis (LL) en P0 al realizar la maniobra de EPR, al conocer la lordosis tras realizar el EPR clásico (P1). Su correlación es alta ($R=0,729$; $R^2,532$), con un mayor error estándar de estimación ($9,7^\circ$) ($t=4,89$; $p<0,000$). ($t=4,886$; $p<,0005$).

La fórmula obtenida es

$$\text{Lordosis (P0)} = 36,489 + ,805 \times \text{LL (P1)}$$

De la misma forma, sería posible calcular el grado de lordosis con el LumboSant en la radiografía, conociendo la lordosis P1 ($R=,773$; $R^2=,597$) con un error estándar de estimación de $8,15^\circ$. ($t=5,581$; $p<,0005$).

La fórmula obtenida es:

$$\text{Lordosis (P2)} = 17,925 + ,776 \times \text{Lordosis (P1)}$$

Finalmente, los resultados del procedimiento de regresión lineal no permiten hacer un buen pronóstico del ángulo de inclinación pélvica ni del ángulo de lordosis lumbar que se hallaría, al realizar las maniobras de EPR ni EPR-L, debido a que se encuentran valores inferiores o iguales al 2,9% y 3,8% de la varianza en ambos métodos tradicionales ($p \geq ,220$) y nuevo ($p \geq ,275$) respectivamente. Por lo tanto, no se considera apropiado utilizar las fórmulas de regresión resultantes de este análisis estadístico (tabla 19).

TABLA 19. RESULTADOS PREDICTIVOS DEL ÁNGULO DE INCLINACIÓN PÉLVICA (S_1) Y DEL ÁNGULO DE LA LORDOSIS LUMBAR PARA LA EXTENSIBILIDAD DE LOS ISQUIOSURALES (EPR CLÁSICO VERSUS EPR CON LUMBOSANT)

	EPR		EPR-L		
	R ²	p-valor	R ²	p-valor	
S₁ EPR	-,029	,545	S₁ EPR-L	-,038	,668
LL EPR	,027	,220	LL EPR-L	,011	,275

EPR: Elevación Pierna Recta clásico; EPR-L: Elevación Pierna Recta con LumboSant; LL: ángulo de lordosis lumbar; S₁: ángulo de basculación de la pelvis.

Tampoco es posible estimar la lordosis que adoptaría la columna lumbar al realizar el EPR clásico ($t=,988$; $p<,334$; $r=,211$ y $R^2=0,044$). Ni es posible estimar la retroversión de la pelvis al realizar el EPR ($t=,939$; $p<,358$; $r=,201$ y $R^2=0,040$).

El estudio morfológico de las radiografías, mostró que 9 de los 23 voluntarios presentaban acuñaientos anteriores en la transición tóraco-lumbar, cinco de ellos con dos vértebras acuñaadas. El análisis de los acuñaientos con el resto de las variables, no encontró una asociación con el grado de extensibilidad isquiosural, con la cifosis lumbar en la postura DD-P, con la disposición de la pelvis, ni con el grado de lordosis lumbar (medido en las radiografías) en ninguna de las tres posturas analizadas (P0, P1 ni P2).

PROPORCIÓN DE IMPLICACIÓN DE LA PELVIS EN EL EPR CLÁSICO

Se ha determinado el grado de implicación de la pelvis al realizar la maniobra del EPR y se ha calculado restando al EPR clásico la rotación que se ha producido en la pelvis, lo que se consigue restando al ángulo de versión de la pelvis (S_1 en la posición de partida P_0), el ángulo de versión o giro de la pelvis al final del EPR (S_1 en P_1).

La media de giro de la pelvis es de $23,4^\circ \pm 6,96^\circ$.

Al relacionar caso por caso

$$\frac{\text{EPR}}{(S_1P_0 - S_1P_1)} = 4,07^\circ \pm 1,23^\circ$$

lo que quiere decir que por cada 4° de EPR, 1° se produce en el giro de la pelvis, pero el rango muestra que existe una gran variabilidad, al oscilar entre $2,3^\circ$ y $7,27^\circ$.

PROPORCIÓN DE IMPLICACIÓN DE LA PELVIS EN EL EPR CON LUMBOSANT

Igualmente, se ha determinado el grado de implicación de la pelvis cuando se utiliza el soporte cóncavo LumboSant, en este caso restando al EPR con LumboSant la rotación que se ha producido en la pelvis, lo que se consigue restando al ángulo de versión de la pelvis (S_1 en la posición de partida P_0), el ángulo de versión o giro de la pelvis al final del EPR-LumboSant (S_1 en P_2).

La media de giro de la pelvis es de $14,7^\circ \pm 4,77^\circ$.

Al relacionar caso por caso

$$\frac{\text{EPR}}{(S_1P_0 - S_1P_2)} = 6,91^\circ \pm 3,37^\circ,$$

lo que quiere decir que cada 7° de EPR, 1° se produce en la pelvis, con un notable rango, al oscilar entre $3,2^\circ$ y $15,7^\circ$.

La diferencia entre el EPR con LumboSant y el considerado "real", es de $9,17^\circ \pm 8,9^\circ$ (rango de 5 a 21°), la mitad de los casos, tienen una diferencia inferior a 10° .

TEÓRICO EPR IDEAL

El cálculo anterior, nos permite determinar una nueva variable que denominamos EPR REAL, que se obtiene al restar al EPR clásico la basculación de la pelvis. Es decir, si tengo 90° de EPR, pero la pelvis ha basculado 40°, significa que el verdadero EPR será de 50°. En la Tabla 20, se representa la relación de los diagnósticos de cortedad y normalidad, al comparar el EPR clásico, con el EPR con ausencia de basculación de la pelvis (EPR ideal).

TABLA 20. COMPARACIÓN DEL DIAGNÓSTICO DE LA EXTENSIBILIDAD DE LOS ISQUIOSURALES SEGÚN LA MANIOBRA DE EPR Y EPR-IDEAL

EPR CLÁSICO	EPR REAL		
	NORMAL	GRADO-I	GRADO-II
NORMAL	5	8	6
GRADO-I	0	0	3
GRADO-II	0	0	1

$\chi^2 = 6,25$ (ns)

En esta tabla, se aprecia que con el EPR clásico se produce una sobreestimación de la extensibilidad de los isquiosurales, debido a que, de los 19 EPR normales, pasaríamos tan solo a 5 con el EPR-ideal y del único caso con EPR grado-II, pasamos a 10 casos con marcada cortedad.

La diferencia entre el EPR obtenido (clásico) y el considerado "real" es de un 26,67±8,17%, con un rango de 13,7 a 43,4%.

**JUSTIFICACIÓN,
HIPÓTESIS Y
OBJETIVOS:
ESTUDIO 2**

JUSTIFICACIÓN, HIPÓTESIS Y OBJETIVOS:

ESTUDIO 2

JUSTIFICACIÓN

Tras la realización del estudio 1 y demostrar que con el LumboSant se reduce de forma significativa la basculación de la pelvis, pero no se consigue evitarla, se diseñó un nuevo soporte lumbar (LumboSant-2) para que se pudiera ajustar a la curvatura lumbar de cada sujeto a explorar, con la hipótesis que evitaría más el aplanamiento de la lordosis lumbar y consecuentemente la basculación de la pelvis, al realizar la maniobra de Elevación de la Pierna Recta.

HIPÓTESIS

La hipótesis del segundo estudio es:

La utilización de un soporte lumbar (LumboSant-2) con un grado de curvatura adaptable a la lordosis que cada sujeto tiene en decúbito supino, reducirá aún más la pérdida de la lordosis lumbar y en consecuencia el grado de basculación de la pelvis, al realizar la maniobra de la Elevación de la Pierna Recta, y de esta forma, esta maniobra informará de forma más fidedigna de la verdadera extensibilidad de la musculatura isquiosural.

OBJETIVO

1º) Analizar los efectos de un soporte lumbar con curvatura regulable, sobre la columna lumbar y la pelvis al realizar la manobra de Elevación de la Pierna Recta con un explorador auxiliar.

**MATERIAL Y
MÉTODO:
ESTUDIO 2**

MATERIAL Y MÉTODO: ESTUDIO 2

MATERIAL

Durante meses se trabajó en la realización de un nuevo soporte lumbar (LumboSant-2). Se buscaba que una superficie se deslizase sobre la otra. Se hicieron dos superficies, una plana o posterior que es la que se apoyaba sobre la camilla y otra pieza flexible o anterior con el diseño de la clásica curvatura del LumboSant (concavidad lordótica y depresión media para las espinosas lumbares). En la pieza posterior, se añadió una placa metálica para dotarla de rigidez y cuatro tornillos, los dos craneales algo más largos. La pieza anterior, va sujeta con dos tornillos en la zona caudal y en la zona craneal tiene dos rieles en cuyo interior hay un poste, lo que permite deslizar esta pieza anterior que es flexible. Estos dos rieles proximales permiten modificar el grado de curvatura de esta pieza anterior (Fig. 22 y 23) y así modificar su altura y su grado de convexidad.

Inicialmente, el mecanismo que proporcionaba la curvatura, fue una pieza metálica realizada por un tornero que, al girar en un tornillo sin fin, incrementaba o reducía su altura, de forma que se incrementa o se reduce la lordosis del soporte lumbar. Esta pieza está tapizada con el material blando con el que recubrimos la parte interna de los corsés (Termolen o Plastazote).



Figura 22. LumboSant-2 Arriba y a la izquierda visión cenital de la superficie que se adapta a la zona lumbar. Arriba y a la derecha, superficie plana que se apoya sobre la camilla y que está reforzada con una placa metálica para que no se deforme. Abajo, visión lateral del soporte lumbar con grado de curvatura lumbar. Puede observarse los rieles en la zona proximal.



Figura 23. Ajuste del diseño del LumboSant-2

Tras probar el nuevo LumboSant-2, nos percatamos de que costaba bastante tiempo el ajustarlo a la curvatura lumbar del paciente, por lo que probamos con el dispositivo de goma hinchable del esfigmomanómetro. Este sistema, es más cómodo y bastante más rápido, permitiendo acoplar con facilidad la curvatura del LumboSant-2 a la lordosis del paciente y esta versión es la que finalmente se utilizó para este estudio.

Se cuantificó con un inclinómetro el mínimo y máximo grado de lordosis (Fig. 24) que puede conseguirse con el LumboSant-2 y se obtuvo un mínimo de 20°, al igual que el LumboSant y un máximo de 60°.



Figura 24. A la izquierda, cuantificación del mínimo grado de curvatura lumbar que es de 20° como en el LumboSant clásico. A la derecha, máxima curvatura lumbar que puede obtenerse con el LumboSant-2, que es de 60°.

Al terminar el diseño del nuevo “LumboSant-2” y probarlo, se volvió a programar un segundo estudio dos años después, con nuevos voluntarios.

La captación se realizó de la misma forma que la anterior vez. Se explicó el tipo de estudio que consistía en evaluar el comportamiento de la pelvis (retroversión) y la reducción de la lordosis lumbar, con un nuevo soporte lumbar (LumboSant-2), para profundizar en el conocimiento del comportamiento de la pelvis y de la columna lumbar al estirar la musculatura isquiosural con este dispositivo.

Todos los voluntarios que se presentaron fueron alumnos del grado de Medicina y casi todos habían aprobado las asignaturas de radiología y/o de Traumatología. Todos los participantes refirieron haber tenido al menos un episodio de lumbalgia sin diagnóstico específico.

En aquellos voluntarios que cumplían los criterios de inclusión para el estudio, se les exploró la extensibilidad de la musculatura isquiosural y se les realizó dos radiografías de la zona lumbar en dos posturas diferentes, la posición final del test tras realizar el EPR sin y con el Lumbosant-2.

Los participantes leyeron y firmaron un consentimiento informado por escrito, tras ser informados de forma verbal sobre los procedimientos del estudio que se iban a realizar antes de someterse a las maniobras de exploración y a las radiografías. El estudio fue aprobado por el Comité de Ética e Investigación de la Universidad de Murcia.

PARTICIPANTES

En este estudio, participaron 34 sujetos con una media de $22,65 \pm 3.02$ años con un IMC de $26,65 \pm 18,45$. 18 mujeres y 16 varones. Respecto al grado de extensibilidad, medida con el EPR clásico, obtuvimos un valor de $81,41^\circ \pm 18,8$ de los cuales 22 estaban dentro de la normalidad ($\geq 75^\circ$), 9 tenían cortedad grado-I ($61-74^\circ$) y 3 del grado-II.

DISEÑO

Se realizó un diseño de tipo descriptivo transversal.

MÉTODO

Tras entrevistar a cada uno de los voluntarios, se les citó en el Servicio de radiología del Hospital Clínico Universitario Virgen de la Arrixaca.

MANIOBRAS CLÍNICAS. En una sala de rayos contigua a la de rayos X que haríamos las radiografías lumbares, se midió la extensibilidad de la musculatura isquiosural mediante la maniobra L-H fx (Fig. 24) (Santonja et al, 1994). Asimismo, al realizar la máxima flexión del tronco cuantificamos el grado de cifosis lumbar (Fig. 25). Cada participante fue examinado con ropa deportiva y sin calzado.



Figura 25. Cuantificación del ángulo Lumbo-horizonal en máxima flexión del tronco (L-H fx). Una investigadora colaboradora, evitaba la flexión de las rodillas al realizar la máxima flexión del tronco y mantenía la planta de los pies en contacto con el “DD-P Sant”.



Figura 26. Cuantificación de la curvatura lumbar en máxima flexión del tronco. La investigadora auxiliar, tomaba los datos para asegurar el ciego del estudio.

MEDICIÓN DEL EPR EN LA SALA DE RADIOGRAFÍA Y REALIZACIÓN DE LA RADIOGRAFÍA LATERAL DE LA COLUMNA LUMBAR Y LA PELVIS.



Figura 27. Arriba, ajuste del haz de rayos X y colimación. El centro del haz de rayos X se ajusta de 3-5 cm craneal a la cresta iliaca. La línea media horizontal del tubo de rayos X, se ajusta con la línea axial media. Comprobación del lado a explorar



Figura 28. A la derecha, comprobación que, al realizar el test de EPR, la columna lumbar se mantiene dentro del área colimada de la radiografía.



Figura 29. Colocación del soporte lumbar “LumboSant-2” en la Sala de rayos X. Obsérvese el Bucky mural.



Figura 30. Inflado del LumboSant-2 hasta contactar completamente con la zona lumbar. Todos los ajustes los hizo la investigadora principal.

RADIOGRAFÍAS

Un evaluador experimentado realizó el test de EPR clásico en la Sala de Rayos X, para lo que cada participante se colocó en decúbito supino con ambos miembros inferiores extendidos y con el tobillo relajado (no en ángulo recto, para evitar que la cortedad del tríceps sural pudiese influenciar en el resultado de esta maniobra (Boland y Adams, 2000; Gajdosik et al., 1985) sobre la mesa de Rayos X.

Se utilizó un inclinómetro ISOMED Unilevel con varilla telescópica (ISOMED, Portland, Oregon), siguiendo las recomendaciones de Gerhardt (1994) y Gerhardt, Cocchiarella y Lea (2002).

Se colocó la varilla del inclinómetro en la cara externa del miembro inferior, desde el maléolo peroneal hasta el muslo; la mano libre se colocó sobre la cara anterior de la rodilla para mantenerla extendida. El inclinómetro se ajustó a cero con el nivel de la mesa, siempre antes de cada medición.

Los criterios para finalizar el test fueron: la percepción por parte del examinador de una resistencia firme o la visualización de una rotación pélvica. El ángulo cuantificado, fue la máxima flexión del miembro inferior obtenida respecto a la horizontal. Todas las mediciones fueron realizadas en la misma sesión y bajo las mismas condiciones (temperatura de la habitación de 24°).

Cuando el explorador consideró que se había llegado a la máxima extensibilidad de los isquiosurales, es decir, al final del EPR, gritó “YA” y el técnico realizó la radiografía.

A continuación, se realizó la 2ª maniobra, la del EPR con el “LumboSant-2”, por el mismo explorador, pero ahora la investigadora principal colocó el soporte lumbar. Para ello, pidió al sujeto que se sentara en la camilla para acercar el LumboSant-2 hasta la zona posterior de y craneal de la pelvis. Seguidamente volvían a la posición de decúbito supino, se comprobaba la correcta posición del soporte y se inflaba el LumboSant-2, hasta cerciorarse que contactaba totalmente con la curva lumbar, no quedando espacio entre el soporte y la zona lumbar, además, se le

preguntaba a cada sujeto si notaban el contacto total del soporte con su curvatura lumbar.



Figura 31. Realización del EPR con Lumbosant-2. Puede observarse el inclinómetro en la cara externa de la pierna derecho (la varilla telescópica está colocada siguiendo su bisectriz). La investigadora fija, con una mano, la pelvis para evitar su rotación antihoraria, y con la otra evita la flexión de la cadera y de la rodilla.

Posteriormente, se colocaba un delantal plomado para cubrir abdomen y tórax y cuello del sujeto explorado.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se realizó un análisis descriptivo de cada una de las variables con determinación de los parámetros característicos: media, desviación típica, cuartiles, máximo y mínimo.

La comparación de grupos se hizo mediante el test de la t-Student y el ANOVA de una vía complementado con contrastes de igualdad de pares de medias con el método MDS y la corrección de Bonferroni.

Los estudios de seguimiento de una variable se realizaron con el test de la t-apareada con datos relacionados y con un ANOVA de medidas repetidas con contrastes de igualdad de pares de media con el método MDS.

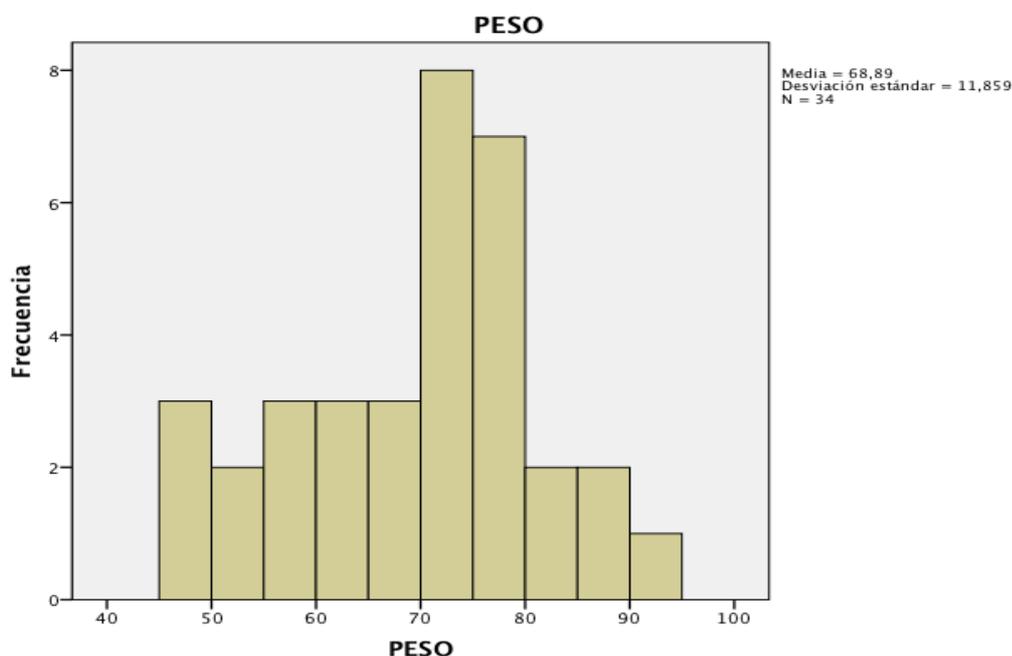
La relación entre variables cualitativas se hizo con un análisis de tablas de contingencia complementado con un análisis de residuos para determina el sentido de la relación.

RESULTADOS

ESTUDIO 2

RESULTADOS ESTUDIO 2 (LumboSant-2)

La muestra de este 2º estudio estaba formada por 34 sujetos, con una media de edad de 22,65±3 (rango de 18-31 años), 18 mujeres y 16 hombres. La talla osciló entre 1,47-1,84 (X=1,70±0,1) y el peso de 46-91 kg (X=68,9±11,9), resultando su IMC entre 17,7 a 30.1 (X=23,5±3).



Gráfica 1. Distribución del peso

Las características de la población están en la tabla 21.

Tabla 21. MEDIA, DESVIACIÓN TÍPICA Y VALORES MÍNIMO Y MÁXIMOS DE LAS VARIABLES ANTROPOMÉTRICA, SEPARADAS PARA HOMBRES Y MUJERES

	HOMBRE	MUJER	t	MEDIA	DS	Mínimo	Máximo
EDAD				22,65	3,0	19	31
IMC	23,95	23,16	0,76	26,65	18,4	17,7	28,1
TALLA	1,78	1,64	7,66***	1,71	0,09	1,6	1,84
PESO	76,38	62,23	4,29**	69,9	11,9	46	91

* P<0,05; ** P<0,005 *** P<0,0005

La media del EPR clásico es similar a la del primer estudio ($81,42^{\circ} \pm 18,8^{\circ}$) y la del EPR con LumboSant-2, su media desciende a $68,59^{\circ} \pm 14,7^{\circ}$ con diferencias estadísticamente significativas ($t=16,47$; $p<0,0005$).

CORRELACIONES

Se establecieron las correlaciones entre las características antropométricas y las maniobras clínicas que cuantifican la extensibilidad isquiosural. Los resultados se muestran en la Tabla 22. Sorprende la relación del L-H fx con la talla ($r=,519$) y con el peso ($r=,443$), siendo lógica y muy alta su asociación con el DD-P y el EPR. Respecto al EPR, llama la atención la relación inversa con la talla y el peso lo que podría explicarse por la influencia del sexo y existe una lógica relación positiva con el DD-P de $r=,74$.

Tabla 22. CORRELACIONES ENTRE ANTROPOMETRÍA Y MANIOBRAS DE EXTENSIBILIDAD ISQUIOSURAL.

	EDAD	TALLA	PESO	IMC	DD-P	L-H fx	EPR
TALLA	,205	1	0,70***	,112	-,271	,519**	-,44**
PESO	,191	0,70***	1	,785***	.382*	.443**	-,50**
DD-P	,090	-,271	-,382*	-,294	1	,870***	0,74***
IMC	,081	,112	,785***	1	-,294	,169	-,326
L-H fx	-,001	,519**	.443**	,169	,870***	1	,82***

. * $P<0,05$; ** $P<0,005$ *** $P<0,0005$

CORRELACIONES ENTRE LAS DIFERENTES MANIOBRAS DE EXPLORACIÓN DE LA EXTENSIBILIDAD ISQUIOSURAL

Con el test EPR clásico, se obtuvo una media de $81,41 \pm 18,8^\circ$, mientras que con El EPR realizado con LumboSant-2 (EPR 2.0), se observó una media de $68,59 \pm 14,7^\circ$ como se ve reflejado en la Tabla 23.

Tabla 23. TABLA DE CORRELACIONES ENTRE LAS DISTINTAS EXPLORACIONES CLÍNICAS DE LA EXTENSIBILIDAD ISQUIOSURAL

	L-H fx	EPR	EPR lumb
DD-P	-,870***	,724***	,789***
L-H fx	1	-,825***	-,866***
EPR		1	,958***
EPR lumb			1

*DD-P: Test Distancia Dedos-Planta; L-H fx= ángulo lumbo-Horizontal en flexión, EPR: Elevación Pierna Recta clásico. EPR Lumb: Elevación Pierna recta con LumboSant-2 y segundo explorador. * P<0,05; ** P<0,005 *** P<0,0005*

Respecto al **SEXO**, la extensibilidad de los isquiosurales es mayor en las mujeres que en los hombres en todos los test (Tabla 24), aunque en la prueba Distancia Dedos-Planta, esta diferencia no es significativa.

Tabla 24. MEDIA + DESVIACIÓN TÍPICA Y SIGNIFICACIÓN DE LAS DIFERENCIAS PARA HOMBRE Y MUJER, DE CADA UNA DE LAS MANIOBRAS QUE MIDEN LA EXTENSIBILIDAD ISQUIOSURAL

	MUJER	HOMBRE	DIFERENCIA	t	P
DD-P	5,44 \pm 14,6	-1,56 \pm 11,6	7,00 \pm 4,5	1,53	,13
L-H fx	83,78\pm18,5	103,38\pm12,5	19,59 \pm 5,5	3,56	,001
EPR	88,83\pm21,4	73,06\pm10,9	15,77 \pm 5,9	2,65	,012
EPR lumb	75,11\pm15,7	61,25\pm9,2	13,86 \pm 4,5	3,08	,004

DD-P: Test Distancia Dedos-Planta; L-H fx= ángulo lumbo-Horizontal en flexión, EPR: Elevación Pierna Recta clásico. EPR 2.0: Elevación Pierna recta con LumboSant-2 y segundo explorador

ESTUDIO RADIOGRÁFICO DE LA COLUMNA LUMBAR

LORDOSIS Y BASCULACIÓN (VERSIÓN) DE LA PELVIS

Respecto al grado de la curva lumbar adoptado al final del test del EPR clásico, se encontró una media de $30,79^{\circ} \pm 11,7^{\circ}$ de lordosis, mientras que con el LumboSant-2, la media de la lordosis ascendió a $47,91^{\circ} \pm 12,8^{\circ}$, resultando estas diferencias estadísticamente significativas ($t=10,39$; $p<0,0005$). El rango de la lordosis lumbar sin soporte osciló entre $11-60^{\circ}$ y con el LumboSant-2, entre $12-69^{\circ}$.

Respecto al grado de anteversión de la pelvis, cuantificada mediante el ángulo Sacro-vertical (S_1), se ha obtenido una diferencia de 10° más con el soporte lumbar que sin el soporte lumbar, lo que indica que la basculación de la pelvis es menor al utilizar el soporte. De forma similar se comporta la lordosis lumbar, que tiene 17° más de lordosis o lo que es lo mismo, que hay 17° de menor pérdida de la lordosis (Tabla 25).

Tabla 25. DIFERENCIAS, MEDIA + DESVIACIÓN TÍPICA Y SU SIGNIFICACIÓN, DE LA ANTEVERSIÓN DE LA PELVIS (S_1) Y DE LA LORDOSIS LUMBAR AL EXPLORAR CON EL EPR CLÁSICO Y EL EPR CON LUMBOSANT-2

	EPR clásico	EPR con "LumboSant-2"	Diferencia	t	p
SACRO (S_1)	$22,44^{\circ} \pm 7,67^{\circ}$	$32,44^{\circ} \pm 8,48^{\circ}$	$10,00^{\circ} \pm 5^{\circ}$	11,43	0,0005
LORDOSIS	$30,79^{\circ} \pm 11,70^{\circ}$	$47,9^{\circ} \pm 12,80^{\circ}$	$17,1^{\circ} \pm 9,6^{\circ}$	10.32	0,0005

ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO DE LOS DISCOS INTERVERTEBRALES LUMBARES

Se analizaron el número de discos lumbares incluidos en la lordosis. En el EPR sin soporte lumbar, el nº de espacios incluidos en la lordosis osciló entre 1 a 6 ($X=4,59\pm 0,97$), pero si el test se hace con LumboSant-2, el nº de espacios intervertebrales incluidos en la lordosis, osciló entre 4 a 7 ($X=5,53\pm 0,7$), con diferencia media de $0,94\pm 1,18$ ($t=4,654$; $p<0,0005$).

Casi todos los espacios incluidos en la lordosis al hacer el EPR clásico, tienen una apertura anterior (161), excepto 5 que presentaban una inversión (lo que supone un 3%), localizándose 4 en el espacio L₄-L₅ y 1 en el espacio L₅-S₁. De forma muy similar, sucede con el LumboSant-2, ya que 164 espacios se disponen con apertura anterior excepto 2 que presentaban una inversión (1,2%), localizándose ambos en L₄-L₅.

Existen claras diferencias en el grado de apertura anterior de los espacios discales al comparar la disposición de la columna lumbar al hacer el EPR sin y con soporte lumbar, lo que queda reflejado en la tabla 26.

Tabla 26. MEDIA + DS DEL GRADO DE APERTURA DISCAL (habitualmente anterior) DE LOS ESPACIOS DISCALES DE L₁ A S₁. REALIZAR EL TEST DE EPR SIN Y CON EL LUMBOSANT-2

	APERTURA ANTERIOR DISCOS AL REALIZAR EPR					
	L5-S1	L4-L5	L3-L4	L2-L3	L2-L1	SUMA
SIN SOPORTE	6,18±3,6	3,06±3,0	3,71±2,7	4,53±3,1	3,84±3,0	20,97
CON SOPORTE	6,0±3,17	5,57±3,6	7,68±3,1	8,15±2,7	8,71±2,7	35,06
X DIFERENCIAS	0,15±3,4	2,41±3,7	3,97±2,6	3,62±2,9	4,50±3,5	14,1±8,7
t student	0,259	3,782	8,789	7,091	6,670	9,403
p	0,798	0,001	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005

En esta tabla, se observa que excepto en el espacio L₅-S₁, en el resto de espacios discales, la apertura anterior es mayor con el soporte lumbar que sin el soporte, lo que indica que el LumboSant-2, preserva mejor la lordosis lumbar al realizar el test de EPR con diferencias estadísticamente significativas.

Respecto a las diferencias entre las mediciones obtenidas en las radiografías. Al realizar el EPR clásico y con LumboSant-2, encontramos que existen diferencias estadísticamente significativas en el n^o de espacios, siendo mayor al utilizar el LumboSant-2 ($t=-4,65$; $p<0,0005$), también hay diferencias en el comportamiento de cada uno de los espacios, al tener mayor apertura anterior en todos ellos de forma estadísticamente significativa ($L_4-L_5=-2,41\pm 3,7$ $t=-3,78$ $p<0,001$; $L_3-L_4=-3,97\pm 2,6$ $t=-8,79$, $p<0,0005$; $L_2-L_3=-3,68\pm 3$ $t=-7,1$ $p<0,0005$; $L_1-L_2=-4,50\pm 3,5$ $t=-6,76$ $p<0,0005$) excepto en $L_5-S_1= ,15\pm 3,3$ $t=,25$ $p<0,7$).

El sumatorio de espacios lumbares comprendidos en la lordosis también tiene un mayor valor, siendo la diferencia con la Rx sin soporte de $-14,1\pm 8,7$ $t=-9,40$ $p>0,0005$.

No existen diferencias respecto al sexo, en los espacios L₄-L₃ ($t=-.577$; $p<0,57$); L₃-L₂ ($t=-.214$; $p<0,83$); L₂-L₁ ($t=-.1,85$; $p<0,075$) ni en el sumatorio de todos los espacios incluidos en la lordosis ($t=-,529$; $p<0,61$). El único espacio que presenta diferencias respecto al sexo es L₄-L₅ ($t=-2,07$; $p<0,046$).

Es interesante mostrar que las diferencias obtenidas al realizar el EPR con y sin soporte lumbar, son muy similares para hombres y mujeres, no estando influenciadas en razón del sexo ($t=.87$; $p>0,39$).

Las características de la región lumbar en la radiografía lateral, al realizar el clásico EPR, según el sexo y para el total de la muestra están reflejados en la tabla 27.

Tabla 27. MEDIAS POR SEXO Y DEL TOTAL DE LA MUESTRA, JUNTO A LAS DIFERENCIAS DE LAS MEDICIONES OBTENIDAS EN LA RX LATERAL DE LA COLUMNA LUMBAR Y LA VERSIÓN, LA PELVIS AL REALIZAR EL EPR CLÁSICO

	HOMBRE	MUJER	t	MUESTRA	DS	Mínimo	Máximo
LORDOSIS	32,88	28,94	0,98	30,79	11,7	11	60
PELVIS (S ₁)	23,56	21,44	0,80	22,44	7,7	5	37
L ₅ -S ₁	6,75	5,67	0,87	6,18	3,6	-2	14
L ₄ -L ₅	3,63	2,56	1,03	3,06	3	-4	7
L ₃ -L ₄	3,88	3,56	0,34	3,71	2,7	0	12
L ₂ -L ₃	5,06	4,06	0,95	4,53	3,1	0	10
L ₁ -L ₂	4,73	3,00	1,65	3,84	3	0	10
Sumatorio	23,75	18,50	1,64	20,97	9,5	3	43
EPR	73,06	88,83	2,56*	81,41	18,8	55	155

Sumatorio: es la suma de todos los espacios disciales que están incluidos en la lordosis lumbar. * $P < 0,05$; ** $P < 0,005$ *** $P < 0,0005$

Igualmente, la media y desviación típica, junto al valor máximo y mínimo de los valores radiográficos medidos al realizar el test EPR con LumboSant-2, para hombres y mujeres, y para el total de la muestra están expuestos en la tabla 28.

Tabla 28. MEDIAS POR SEXO Y DEL TOTAL DE LA MUESTRA, JUNTO A LAS DIFERENCIAS DE LAS MEDICIONES OBTENIDAS EN LA RX LATERAL DE LA COLUMNA LUMBAR Y LA VERSIÓN LA PELVIS, AL REALIZAR EL EPR CON EL LUMBOSANT-2

	HOMBRE	MUJER	MUESTRA	t	DS	Mínimo	Máximo
LORDOSIS	50,38	45,72	47,91	1,05	12,8	12	69
PELVIS (S ₁)	33,13	31,83	32,44	0,44	8,5	15	45
L ₅ -S ₁	6,44	5,59	6,00	0,76	3,2	0	13
L ₄ -L ₅	7,38	3,78	5,47	3,31**	3,6	-2	11
L ₃ -L ₄	8,13	7,28	7,68	0,81	3,1	3	15
L ₂ -L ₃	8,56	7,78	8,15	0,85	2,7	3	13
L ₁ -L ₂	8,19	9,27	8,71	-1,10	2,7	3	16
Sumatorio	38,69	31,83	35,06	1,99*	10,5	8	56
EPR	61,25	75,11	68,59	3,08*	14,7	47	120

Sumatorio: es la suma de todos los espacios disciales que están incluidos en la lordosis lumbar. * $P < 0,05$; ** $P < 0,005$ *** $P < 0,0005$

El resto de las variables no presentan diferencias atendiendo al sexo, excepto el espacio L4-L5, que presenta en el hombre una mayor apertura discal ($7,38 \pm 3,3$) respecto a la mujer ($3,78 \pm 3$), resultado la diferencia de $3,59 \pm 1^0$ que es estadísticamente significativa ($t=3,31$; $p < 0,002$).

En la tabla 29, se aprecia una muy alta correlación entre la anteversión de la pelvis con el grado de lordosis lumbar ($r=,864$) cuando se explora el EPR clásico. Lógicamente, la lordosis lumbar se relaciona con la apertura anterior de los espacios discales, sobre todos con su sumatorio ($r=,671$), pero se aprecia como los espacios L5-S1 y L4-L5, no están influenciados por el grado de la lordosis.

Tabla 29. CORRELACIONES ENTRE LAS DISTINTAS VARIABLES MEDIDAS EN LA RADIOGRAFÍA LATERAL DE LA COLUMNA LUMBAR, AL REALIZAR LA MANIOBRA DEL EPR CLÁSICO

	LORD	S ₁	L ₅ -S ₁	L ₄ -L ₅	L ₃ -L ₄	L ₂ -L ₃	L ₁ -L ₂	SUMAT
EPR	-,231	-,140	-,166	,034	-,389*	-,350*	-,306	-,371*
LORD	1	,864***	,326	,240	,559**	,460**	,558**	,671***
S ₁	,864***	1	,203	,168	,263	,141	,363*	,382*
L ₅ -S ₁	,326	,203	1	-,023	,243	,281	,259	,571***
L ₄ -L ₅	,240	,168	-,023	1	,179	-,071	,009	,364*
L ₃ -L ₄	,559**	,263	,243	,179	1	,674***	,554**	,760***
L ₂ -L ₃	,460**	,141	,281	-,071	,674***	1	,707***	,754***
L ₁ -L ₂	,558**	,363*	,259	,009	,554**	,707***	1	,777***

LORD: grado de la lordosis lumbar en las Rx realizadas al final del EPR; S₁ es el ángulo de la carilla de S1 con la vertical (mide la versión de la pelvis). L₅: 5ª vértebra lumbar, L₄: 4ª vértebra lumbar, L₃: 3ª vértebra lumbar, L₂: 2ª vértebra lumbar, L₁: 1ª vértebra lumbar * $P<0,05$; ** $P<0,005$ *** $P<0,0005$

En la tabla 30, se aprecia una menor correlación en todas las variables cuando la radiografía se realiza con el LumboSant-2. La anteversión de la pelvis se relaciona con el grado de lordosis lumbar ($r=,633$) y la lordosis lumbar se relaciona con la apertura anterior de los espacios discales, sobre todos con su sumatorio ($r=,46$), pero se aprecia como los espacios L5-S1 y L1-L2, no están influenciados por el grado de la lordosis.

Tabla 30. CORRELACIONES ENTRE LAS DISTINTAS VARIABLES MEDIDAS EN LA RADIOGRAFÍA LATERAL DE LA COLUMNA LUMBAR, AL REALIZAR LA MANIOBRA DEL EPR CON LUMBOSANT-2

	LORD	S ₁	L ₅ -S ₁	L ₄ -L ₅	L ₃ -L ₄	L ₂ -L ₃	L ₁ -L ₂	SUMAT
EPR	-,280	-,009	,102	-,322	-,175	-,173	,129	-,161
LORD	1	,768**	,154	,317	,372*	,390*	,153	,455**
S ₁		1	,312	,084	-,001	,076	-,060	,133
L ₅ -S ₁			1	,127	-,078	,015	,099	,433*
L ₄ -L ₅				1	,376*	,277	,018	,588**
L ₃ -L ₄					1	,617**	,438*	,743**
L ₂ -L ₃						1	,577**	,714**
L ₁ -L ₂							1	,657**

LORD: es el grado de la lordosis lumbar en las Rx realizadas al final del EPR; S₁ es el ángulo de la carilla de la primera vértebra sacra con la vertical (mide la versión de la pelvis). * P<0,05; ** P<0,005 *** P<0,0005

En la tabla 31, se muestra las correlaciones entre los parámetros medidos en la radiografía lateral de la columna lumbar al realizar el EPR clásico y con el LumboSant-2.

Tabla 31. CORRELACIONES ENTRE EL COMPORTAMIENTO DE LA COLUMNA VERTEBRAL AL REALIZAR EL EPR SIN Y CON LUMBOSANT-2

		EPR CON SOPORTE LUMBAR							
		LORD	S ₁	L ₅ -S ₁	L ₄ -L ₅	L ₃ -L ₄	L ₂ -L ₃	L ₁ -L ₂	SUMAT
EPR SIN LUMBO SANT 2	EPR	-,276	,076	,142	- ,363*	-,299	-,238	,103	-,212
	LORD	,693**	0,633***	,177	,369*	,301	,078	,079	,328
	S ₁	,667**	,805**	,147	,232	-,028	-,088	-,175	,059
	L ₅ -S ₁	,286	,157	,525**	,179	,186	,128	,384*	,438*
	L ₄ -L ₅	,116	-,019	-,227	,384*	,131	-,101	,025	,065
	L ₃ -L ₄	,323	,066	-,075	,333	,597**	,417*	,378*	,494**
	L ₂ -L ₃	,324	,124	,176	,325	,617**	,476**	,402*	,632**
	L ₁ -L ₂	-,276	,076	,142	- ,363*	-,299	-,238	,103	-,212

LORD: Grado de la lordosis lumbar en las Rx realizadas al final del EPR; S₁ es el ángulo de la carilla de la primera vértebra sacra con la vertical (mide la versión de la pelvis). * P<0,05; ** P<0,005 *** P<0,0005

CLASIFICACIÓN DE LA EXTENSIBILIDAD

Atendiendo a la clasificación de la extensibilidad isquiosural con el EPR clásico (normal $\geq 75^\circ$ y cortedad grado-II $\leq 60^\circ$), los participantes del estudio se dividen en 22 normales, 9 con cortedad de grado-I y 3 de grado-II. En cambio, la clasificación de los mismos sujetos al utilizar el LumboSant-2, se modifica notablemente hacia la "cortedad", ya que pasarían a ser 9 sujetos normales, 14 con cortedad grado-I y 11 con cortedad grado-II.

Cuando se compara la clasificación de la extensibilidad de los isquiosurales del presente estudio de acuerdo al test de EPR, sin soporte lumbar con la utilización del LumboSant-2, se observa que 22 de 34 (64,7%) unos dos tercios, cambian de grupo como se aprecia en la Tabla 32.

Tabla 32. CLASIFICACIÓN DE LA EXTENSIBILIDAD ISQUIOSURAL CON EL EPR CLÁSICO Y SI SE UTILIZA EL SOPORTE LUMBOSANT-2

EXTENSIB ISQUIOS EPR	SIN SOPORTE	CON LUMBOSANT-2
NORMAL ($\geq 75^\circ$)	22⁺	9
CORTEDAD G-I (61-74 $^\circ$)	9	14
CORTEDAD G-II ($\leq 60^\circ$)	3	11⁺

$X^2 = 11,11$ (P < 0,01)

También resulta de interés para la práctica clínica, la clasificación de la extensibilidad de los isquiosurales dependiendo de la maniobra clínica que se utilice. Merece la pena la comparación entre el test clínico más referenciado, como es el EPR, con el más sencillo y reproducible de utilizar en la clínica, como es el L-H fx. En la Tabla 33 puede verse esta comparativa.

Tabla 33. CLASIFICACIÓN DE LA EXTENSIBILIDAD ISQUIOSURAL CON EL EPR CLÁSICO Y CON EL ÁNGULO LUMBO-HORIZONTAL EN FLEXIÓN

		ÁNGULO LUMBO-HORIZONTAL FLEXIÓN		
		NORMAL ($\leq 100^\circ$)	GRADO-I	GRADO-II ($\geq 115^\circ$)
EPR SIN SOPORTE	NORMAL ($\geq 75^\circ$)	17 +	4	
	CORTEDAD G-I (61-74°)	3	5	3
	CORTEDAD G-II ($\leq 60^\circ$)			2

$\chi^2 = 21,41$ ($P < 0,001$)

Como se ve en esta tabla, el porcentaje de acuerdo respecto al grado de extensibilidad es (17+5+2=24 de 34) del 71% y si no se tuviese en cuenta el grado de cortedad, el porcentaje de concordancia subiría al 79,4% (17+ 5+3+2=27).

Al realizar la comparación con el LumboSant-2, lógicamente empeora el porcentaje de acuerdo para clasificar el grado de extensibilidad (10+4+5=19 de 34 o el 55%). Si no se tuviese en cuenta el grado de cortedad, el porcentaje de concordancia subiría al 68% (10 + 4+5+4=23), tal y como se ve en la tabla 34.

Tabla 34. CLASIFICACIÓN DE LA EXTENSIBILIDAD ISQUIOSURAL CON EL EPR CON LUMBOSANT-2 Y CON EL ÁNGULO LUMBO-HORIZONTAL EN FLEXIÓN

		ÁNGULO LUMBO-HORIZONTAL FLEXIÓN		
		NORMAL	GRADO-I	GRADO-II
EPR CON LUMBOSANT	NORMAL ($\geq 75^\circ$)	10 +		
	CORTEDAD G-I (61-74°)	9	4	
	CORTEDAD G-II ($\leq 60^\circ$)	2	4	5

$\chi^2 = 19,73$ ($P < 0,001$)

RECTAS DE REGRESIÓN

Mediante las rectas de regresión se analizó si se podía calcular el EPR con LumboSant, a partir del EPR sin soporte lumbar. El cociente de correlación entre ambas maniobras es muy alto ($R=0,958$; $R^2,917$), con un error estándar de estimación de $4,3^\circ$ ($t=18,79$; $p<0,000$).

La fórmula obtenida es:

$$\text{EPR lumboSant} = 7,745 +,747 \times \text{EPR Clínico clásico}$$

Algunos ejemplos serían:

Ante un EPR de 60° el EPR con LumboSant sería: $7,745 +,747 \times 60 = 52,6^\circ$

Ante un EPR de 80° el EPR con LumboSant sería: $7,745 +,747 \times 80 = 67,5^\circ$

Ante un EPR de 100° el EPR con LumboSant sería: $7,745 +,747 \times 100 = 82,4^\circ$

Ante un EPR de 120° el EPR con LumboSant sería: $7,745 +,747 \times 120 = 97,4^\circ$

No es posible estimar la lordosis que adoptaría la columna lumbar al realizar el EPR clínico ($t=-1,622$; $p<,115$).

Tampoco es posible estimar la retroversión de la pelvis al realizar el EPR ($t=,431$; $p<,699$).

Con carácter anecdótico:

* Sería posible calcular el L-H fx, conociendo el EPR, con una $R=,852$ y $R^2=,680$ y un error estándar de estimación de $10,8^\circ$ ($t=-8,25$; $p<0,000$).

La fórmula obtenida es:

$$\text{L-H fx} = 159,5 - ,817 \times \text{EPR clásico}$$

Algunos ejemplos serían:

Ante un EPR de 60° el L-Hfx sería: $159,5 - ,817 \times 60 = 110,5^\circ$

Ante un EPR de 80° el L-Hfx sería: $159,5 - ,817 \times 80 = 94^\circ$

Ante un EPR de 100° el L-Hfx sería: $159,5 - ,817 \times 100 = 78^\circ$

También sería posible calcular el EPR, conociendo el L-H fx, con una $R=,852$ y $R^2=,680$ y un error estándar de estimación de $10,8^\circ$ ($t=-8,246$; $p<,0005$),

La fórmula obtenida es:

EPR clásico =: $158.8 - .833 \times \text{L-H fx}$

Algunos ejemplos serían:

Ante un L-H fx de 60° el EPR clásico sería: $158,8 - ,833 \times 60= 109^\circ$

Ante un L-H fx de 80° el EPR clásico sería: $158,8 - ,833 \times 80= 92^\circ$

Ante un L-H fx de 100° el EPR clásico sería: $158,8 - ,833 \times 100= 75,2^\circ$

Ante un L-H fx de 115° el EPR clásico sería: $158,8 - ,833 \times 115= 63^\circ$

También sería posible calcular el EPR con LumboSant-2 conociendo el L-H fx, con una $R=,866$ y $R^2=,751$ y un error estándar de estimación de $7,4^\circ$ ($t=-9,816$; $p<,0005$),

La fórmula obtenida es:

EPR con LumboSant-2 =: $132,1 - ,683 \times \text{L-H fx}$

Algunos ejemplos serían:

Ante un L-H fx de 60° el EPR-LumboSant-2 sería: $132,1 - ,683 \times 60= 91^\circ$

Ante un L-H fx de 80° el EPR-LumboSant-2 sería: $132,1 - ,683 \times 80= 77^\circ$

Ante un L-H fx de 100° el EPR-LumboSant-2 sería: $132,1 - ,683 \times 100= 64^\circ$

Ante un L-H fx de 115° el EPR-LumboSant-2 sería: $132,1 - ,683 \times 115= 53,5^\circ$

Respecto a sexo, no existen diferencias en el comportamiento del EPR ni de los espacios discales, al realizar el EPR con y sin soporte lumbar.

DISCUSIÓN

DISCUSIÓN

La importancia del presente estudio, radica en que demuestra de forma fehaciente que:

- Al realizar la maniobra de elevación de la Pierna Recta, la pelvis siempre bascula hacia la retroversión y esta báscula es independiente del grado de extensibilidad isquiosural.
- Igualmente, la lordosis lumbar siempre se reduce de forma proporcional al grado de retroversión de la pelvis, pero independiente de la extensibilidad isquiosural.
- El soporte lumbar es imprescindible para reducir este grado de basculación de la pelvis y para minimizar la reducción de la lordosis lumbar.
- Se han sobrestimado los valores de normalidad de la extensibilidad de los isquiosurales, debiéndose calcular nuevos límites con soporte lumbar curvo y con un 2º explorador.

La valoración precisa de la extensibilidad muscular, requiere de una selección de pruebas diagnósticas que posean un elevado grado de fiabilidad y validez, que precisen poco material y que puedan ser realizadas, idealmente, por un solo explorador.

Clásicamente se han propuesto varias maniobras clínicas para evaluar la extensibilidad de los isquiosurales. El test de la extensión de la rodilla o ángulo poplíteo (AP) (Gajdosik y Lusin, 1983; Santonja et al., 1995; Ferrer, 1998, Martínez-Victorio, 2005, Davis et al., 2008) y las maniobras de Elevación de la Pierna Recta (EPR) que a menudo se ha considerado el estándar de oro (Sainz de Baranda et al., 2014; Muyor et al., 2016; Muyor et al., 2017; Hansberger et al., 2019). En este sentido, se han publicado numerosos artículos científicos sobre la validez y la fiabilidad de las diferentes pruebas para evaluar la extensibilidad de los isquiosurales

(Ferrer, 1988; Santonja et al., 2007; Ayala y Sainz de Baranda, 2010; Sainz de Baranda y Ayala, 2010; Ayala et al., 2011; Ayala et al., 2012; Sainz de Baranda et al., 2012).

El EPR es la maniobra más utilizada por su aparente sencillez, rapidez, accesibilidad del material que precisa, alta fiabilidad y supuesta gran validez (Ayala et al., 2012), debido a que se ha supuesto que sólo está involucrada la articulación coxofemoral. Aunque Santonja (apuntes cadera de 2010) ya advertía que el EPR es una exploración engañosamente fácil y que siempre se produce la basculación de la pelvis (retroversión) y la rotación hacia el lado no explorado (al explorar el lado izquierdo, la rotación será horaria y al explorar el miembro inferior derecho, la rotación será antihoraria).

El EPR es una maniobra que permite la evaluación pasiva o activa de la extensibilidad de los isquiosurales. Los límites de normalidad que se han publicado oscilan entre 65°, 70°, 75°, 80° y 90° (Bandy y Iron, 1994; Santonja et al., 1995; Li et al., 1996; Ferrer, 1998; Kendall et al., 2005; Martínez-Victorio, 2005; Carregaro et al., 2007; Cook, 2010; Ayala et al., 2013a; Ayala et al., 2013b; Moreno-Pérez et al., 2016). Se ha informado que el EPR tiene una alta fiabilidad intra-evaluador ($r=.91$) e inter-evaluador ($r=.93$) (Gabbe et al., 2004). Además, se debe tener cuidado para evitar la rotación de la pelvis, así como la flexión de la cadera y rodilla no evaluada (Bohannon, 1982; Santonja et al., 1995; Kendall et al., 2005; Santonja, 2010).

Bohannon (1982) afirma que por cada 3,27°-3,42° obtenidos al medir con el EPR (con tres distintas formas de cinchar el muslo y/o la pelvis), 1° corresponde a la rotación de la pelvis. Estos estudios se realizaron con cinematografía (Bohannon, Gajdosik y Leveau, 1985; Bohannon et al., 1985; Fredriksen et al., 1997). Desde nuestro punto de vista, los inconvenientes de este método son la imprecisión de los puntos de referencia para la colocación de los marcadores que determinan la disposición de la pelvis y que resulta un método complejo para emularlo en la práctica clínica. Además, hay que tener en cuenta el efecto de “deslizamiento de la piel” que se produce al bascular la pelvis con las nalgas apoyadas. La piel no está fijada al relieve óseo marcado y al incrementar su giro o versión, la piel no acompañará en la

misma proporción que gira la pelvis, conllevando a un mayor “desfase” entre la marca con el relieve óseo, lo que incrementará su imprecisión al final del movimiento.

En el presente estudio se ha observado un valor medio algo inferior ($4,07^{\circ} \pm 1,23^{\circ}$), es decir 1° de cada 4° de EPR se producen por la rotación de la pelvis. Pero, además, la presente investigación muestra que esta implicación de la pelvis es variable entre individuos ya que, si nos fijamos en nuestro rango, éste oscila de $2,3$ a $7,3^{\circ}$. Cuando se analiza el porcentaje de implicación de la pelvis, éste varía del $13,7\%$ al $43,4\%$, lo que demuestra que no debe hacerse una aproximación media, por su imprecisión.

El uso del soporte lumbar reduce casi un 50% la rotación de la pelvis en el EPR obtenido, al reducirse a 1° de casi 7° de EPR, los grados de versión de la pelvis, lo que es otro factor más que apoya el uso de este soporte.

Van Roy et al. (1985), proponen resolver la imprecisión del EPR, cuantificando clínicamente la basculación de la pelvis y restando esta basculación al EPR obtenido, para lo que han diseñado un goniómetro que permite medir el EPR y simultáneamente la basculación de la pelvis y así restar la implicación de la pelvis, pero vuelve a tener el inconveniente de la imprecisión clínica de las referencias pélvicas.

Otra forma posible de cuantificar con precisión el EPR sin el uso de un soporte lumbar, sería cuantificando clínicamente el grado de la curvatura lumbar en decúbito supino, mientras se realiza el EPR. Se han hecho intentos colocando un medidor de presión bajo la zona lumbar que han demostrado que hay cambios en la curvatura lumbar (Göeken, 1988; Göeken and Hof, 1993), pero su inconveniente es que no permiten cuantificar clínicamente el grado de lordosis.

Hasta la presente investigación, no se ha podido cuantificar de forma fidedigna la implicación de la pelvis ni de la lordosis lumbar, en la medición real de la extensibilidad isquiosural mediante la maniobra EPR, a pesar de ser la maniobra de exploración de la extensibilidad de la musculatura isquiosural más utilizada en la literatura.

Al no poder medir la basculación de la pelvis, se ha buscado fijarla en una posición neutra o estandarizada durante el EPR. Milne y Mierau (1979) sugieren sostener ambas espinas ilíacas superiores anteriores a través de un examinador asistente. Bohannon (1982), Ekstrand et al. (1982), Cameron y Bohannon (1993) o Gajdosik et al. (1993) sugieren usar correas para fijar la pelvis. Bohannon (1982) sugiere usar correas para fijar la pierna contralateral o usar correas para fijar la pierna y la pelvis contralateral (Bohannon 1982, Gajdosik y Lusin 1983). Todas estas estrategias fracasan porque es imposible impedir la rotación o retroversión de la pelvis, sujetándola desde la cara anterior de las crestas iliacas.

Otra estrategia propuesta ha sido detener la prueba al observar el comienzo de la rotación pélvica (Fisk, 1979) o detener la prueba al observar una disminución de la lordosis lumbar (Bado, 1976; Hytinen et al, 1991, Kuo et al, 1997; Kendall et al 2005). Otros autores modifican la posición inicial de la pelvis colocándola en una retroversión inicial o modifican la posición inicial de la cadera (Van Roy, Hebbelinck y Borms, 1985; Cameron, Bohannon y Owen, 1994; Kendall et al 2005). El objetivo es minimizar la rotación pélvica y, por lo tanto, minimizar los movimientos compensatorios, para obtener un resultado más real de la evaluación de la extensibilidad de los isquiosurales.

El soporte lumbar se ha propuesto y utilizado, para homogeneizar la posición de la pelvis y de la curvatura lumbar en una posición neutra o estandarizada. En la literatura, se encuentran diferentes tipos de soportes como una almohada o una toalla (Bohannon, 1982; Bohannon, Gajdosik y Leveau, 1985; Youdas et al., 2005) y tres soportes lumbares rígidos para colocar bajo la zona lumbar (Wehrenberg y Costelo, 1993; Santonja et al., 1995; Fredriksen et al., 1997). El primer soporte lumbar que se utilizó fue el dispositivo de rehabilitación de espalda "BackMate". Este sistema incorpora un dispositivo de estabilización pélvica (usando un cinturón para asegurar y estabilizar la pelvis) que aísla los músculos lumbares durante los ejercicios (Wehrenberg y Costelo, 1993). El segundo fue el "LumboSant", un soporte rígido de protección de la espalda baja diseñado por Santonja para mantener y proteger la curvatura lumbar normal, así como para reducir las basculación de la pelvis y homogeneizarla entre los distintos sujetos explorados (Santonja et al., 1995), y el tercero fue el "Sistema de medición MacReflex" (Fredriksen et al., 1997) El

"sistema de medición Backmate" y "MacReflex" son soportes lumbares planos, mientras que el "LumboSant" es un soporte rígido que tiene una curvatura lordótica de 20° (Fig. 20).



Figura 32. LumboSant. Se puede apreciar la curvatura convexa, la oquedad para las espinosas y la parte más ancha que es para la zona dorsal.

Respecto al LumboSant, la hipótesis de su diseñador, ha sido que el soporte permita una cierta retroversión de la pelvis y un similar grado de lordosis lumbar en todos los explorados (Fig. 32). La idea es que al homogeneizar el grado de curvatura lumbar y establecer un similar grado de retroversión de la pelvis en todos los explorados, no sería preciso cuantificar ninguna de las dos.

En la tabla 12 se puede apreciar, como las diferencias obtenidas en la curva lumbar al realizar el EPR clásico (24,7° en hombres y 28,5° en mujeres, se homogenizan al colocar el soporte lumbar (38,4 versus 39,0° en hombres y mujeres respectivamente)

Sin embargo, aunque todos esos soportes lumbares fueron diseñados para estabilizar la pelvis, la participación de la pelvis y de la curvatura lumbar en la medición real de la extensibilidad de los isquiosurales no se ha cuantificado.

Youdas et al. (2005) utilizan una almohada bajo la zona lumbar para controlar la pelvis, al medir el EPR pasivo. Pensamos que si un soporte rígido como son el Backmate o el LumboSant, no consiguen detener la basculación de la pelvis y consecuentemente mantener el grado de la lordosis lumbar, sospechamos que una almohada que es comprensible, menos lo va a conseguir.



Figura 33. Realización del EPR con LumboSant e isquiogoniómetro. Una mano evita la flexión de la rodilla a en la parte posterior y la otra eleva de forma lenta y progresiva el miembro a explorar. El soporte reduce la basculación de la pelvis.

En la clínica médica, sustituimos al segundo explorador, pidiendo a un familiar que sujete la hemipelvis contralateral para controlar la rotación (antihoraria).

La radiografía parece ser el mejor método (patrón oro) para evaluar las repercusiones de la cortedad de los isquiosurales (Santonja y Genovés, 1992; Santonja et al., 1995; Gajdosik y Bohannon, 1997; Ferrer, 1998; Martínez Victorio, 2005). Sin embargo, debido a su alto costo y la necesidad de instrumentos sofisticados, técnicos cualificados, exposición a radiación ionizante, portabilidad limitada y limitaciones de tiempo, el uso de este método se limita a entornos científicos y clínicos (Castro- Piñero et al., 2009).

El objetivo del presente estudio, ha sido analizar los efectos del uso de un soporte de protección para la espalda baja ("Lumbosant"), junto a un segundo

explorador entrenado y compararlo con la medición tradicional del EPR para evaluar la extensibilidad de los isquiosurales (con un solo examinador).

La hipótesis inicial es que cuando se realiza el EPR tradicional, se produce un movimiento de inclinación pélvica posterior (retroversión) y una reducción de la lordosis lumbar, lo que implica que el EPR tradicional sobreestima la extensibilidad de los isquiosurales. Por el contrario, cuando se utiliza un soporte de protección para la espalda baja ("Lumbosant") y un ayudante entrenado, el resultado será más específico al disminuir los movimientos compensatorios que se producen en la pelvis y columna lumbar.

Los resultados del presente estudio han confirmado nuestra hipótesis. En este trabajo se demuestra que la basculación de la pelvis se produce en todos nuestros casos, tengan cortedad o muy buena extensibilidad de los isquiosurales. Esta afirmación se comprueba, al comparar el rango de versión de la pelvis (ángulo Sacro-S₁-) obtenido de la diferencia entre la Rx de partida (P0) con la Rx realizada en el momento de alcanzar la máxima flexión de la cadera (final del EPR o P1) que oscila entre 11 a 36°. Esto indica que en todos los casos bascula la pelvis con un amplio rango.

En nuestros casos, el ángulo Sacro se reduce un 56% al pasar de 42,17° a 18,69°, por lo que se demuestra que la pelvis siempre bascula en retroversión.

El grado de la lordosis lumbar en ambas posiciones, también tiene un comportamiento similar al de la pelvis, ya que sufre una reducción del 54% (pasa de 58,1° a 26,8°), con un rango entre 17° a 57°.

Nuestros resultados demuestran que el grado de extensibilidad isquiosural alcanzado con la nueva versión del EPR (LumboSant), siempre es menor que el alcanzado con el EPR tradicional, al obtener 13,9° menos que en el procedimiento tradicional (Tabla 35). De manera similar, se reduce en casi 9° (8,8°) la retroversión de la pelvis (23,4° versus 14,7° en las pruebas EPR y EPR con LumboSant respectivamente). El rango de esta diferencia oscila entre 2° a 39°, sin encontrar una relación directa con el grado de extensibilidad ni con la disposición de la curva lumbar

al realizar el EPR. Es decir, la basculación o versión de la pelvis que se produce al realizar el test de EPR, se convierte en incrementos del ángulo EPR, por lo que este test aporta valores sobreestimados de extensibilidad de los isquiosurales.

Tabla 35. COMPARACIÓN DE LA BASCULACIÓN DE LA PELVIS ENTRE EL EPR CLÁSICO Y EL EPR CON “LUMBOSANT”

EPR clásico			EPR con “Lumbosant”		
Angulo SACRO (S ₁)		Dif	Angulo SACRO (S ₁)		Dif
(P ₀)	(P ₁)	23,47±1,45	(P ₀)	(P ₂)	14,70°±0,99
42,17°±2,02	18,69°±1,98		42,17°±2,02	27,47°±1,78	
Angulo LORDOSIS		Dif	Angulo LORDOSIS		Dif
(P ₀)	(P ₁)	31,05±10,27	(P ₀)	(P ₂)	19,35±1,42
58,09°±2,87	26,83°±2,61		58,09°±2,87	38,73°±2,62	

Media y error estándar. P₀ son las mediciones realizadas en la posición de partida; P₁ las realizadas al final del test EPR clásico (sin utilizar soporte lumbar) y P₂ al final del test EPR con soporte lumbar.

Gracias al presente estudio, conocemos la variabilidad de la rotación de la pelvis y que, si queremos minimizar esta rotación pélvica, es imprescindible utilizar un soporte lumbar rígido curvo. El 2º explorador, también es imprescindible para evitar el otro movimiento que se produce en la pelvis, que es su rotación horaria o antihoraria (Santonja et al., 1995, Santonja 2010). Por lo tanto, coincidimos con Santonja (2010), que afirma que el EPR no es una maniobra sencilla de realizar, porque al mismo tiempo que se flexiona el miembro inferior al máximo, hay que evitar que la rodilla se flexione, que bascule y rote la pelvis, y medir con precisión el ángulo de flexión del miembro inferior.

La importancia de estos hallazgos, es que cuestiona la validez del EPR como maniobra “gold standard” de la extensibilidad de la musculatura isquiosural, aunque sea una maniobra fiable (Troup et al, 1968; Macfarlane 1981; Hoehler y Tobis, 1982; Hsieh et al, 1983; Rose 1991; Gajdosik et al, 1993; Chow et al. 1994; Boland et al. 1995; Li et al, 1996; Boland y Adams, 2000), e incluso tenga una elevada fiabilidad absoluta inter-sesión (Bozic, Pazin, Berjan, Planic, y Cuk, 2010; Sporis, Vucetic, Jovanovic, Jukic, y Omrcen, 2011; Ayala, Sainz de Baranda, De Ste Croix y Santonja, 2012 a, b).

La consecuencia práctica es que se sobrevalora la extensibilidad de todos los pacientes, incrementando el número de falsos negativos. En consecuencia, los límites de normalidad aceptados hasta ahora, no son del todo correctos y es necesario determinar los nuevos límites de normalidad tras los hallazgos del presente estudio.

En este sentido, es interesante la reflexión de Ristolainen et al. (2017), al afirmar que “en la bibliografía revisada, no han encontrado que los estudios de los últimos años, tengan en cuenta la basculación de la pelvis al medir el EPR activo o pasivo (sea impidiendo el movimiento de la pelvis con un soporte lumbar o parando el test al detectar su basculación)”. Estamos de acuerdo solo si excluimos todas las investigaciones de nuestro grupo de investigación, ya que desde que lo diseñó Santonja en 1992, se ha utilizado sistemáticamente en todas las publicaciones del grupo Aparato Locomotor y Deporte (Santonja 1991, Santonja et al., 1994, Santonja et al., 1995; Ferrer et al., 1996, Ferrer, 1998; Rodríguez, 1998; Santonja, 2010; Sainz de Baranda, 2002; Martínez-Victorio, 2005, Ayala y Sainz de Baranda, 2010; Peña, 2010; Ayala et al, 2011, Ayala et al., 2012, Ayala et al., 2013; Sainz de Baranda et al., 2014, Conesa et al., 2016; Sanz-Mengíbar et al., 2018, Cejudo et al., 2019).

Respecto a la metodología seguida en el presente estudio, incluye variabilidad de sujetos ya que el EPR clásico tiene una media de $89,2 \pm 22^\circ$ con un rango de 60° a 155° , lo cual muestra que analizamos con cortedad (4) a una gran extensibilidad de los isquiosurales.

El EPR medido con LumboSant, tiene una media es de $75,3 \pm 9,90^\circ$ con un rango de 56° a 118° , incluyendo sujetos con cortedad ($n=11$) y con extensibilidad normal ($n=12$), por lo que engloba todo el abanico de posibilidades que se puede encontrar en la práctica clínica.

Análisis de regresión. Desgraciadamente, una fórmula matemática obtenida mediante una recta de regresión que, tras medir el EPR clásico, permita obtener la rotación de la pelvis y la reducción de la lordosis lumbar, no es viable por la gran dispersión de la retroversión que se produce en los sujetos de nuestra muestra, ya que, en el presente estudio, esta fórmula de regresión lineal solo predice una tasa de éxito máxima de 3,8%.

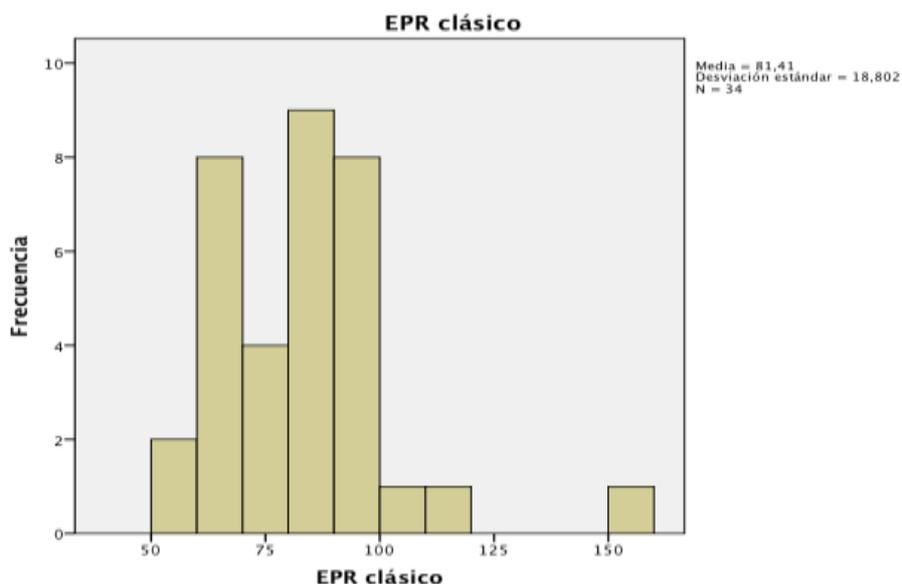
Por el contrario, sí que parece ser de verdadera utilidad, la recta de regresión que permite determinar el teórico EPR con LumboSant en ausencia de este, aunque recomendamos su uso, para mejorar la precisión en aquellos sujetos que tengan mayores variaciones.

En resumen, consideramos que se demuestra que el LumboSant reduce esa retroversión de la pelvis, así como el grado de aplanamiento de la lordosis lumbar al tener el soporte una curvatura “lordótica”. Con los soportes lumbares planos, no es posible evitar la basculación ya que al ser una tabla recta inmovilizarán aún menos la pelvis. Es necesario tener en cuenta que el EPR realizado en la Sala de rayos X simulaba el haberlo realizado con un soporte lumbar rígido y plano, al no tener ningún tipo de almohadilla la mesa de rayos X, por lo que puede deducirse que el EPR que se realiza sobre una camilla (siempre están almohadilladas), todavía la pelvis podría girar aún más.

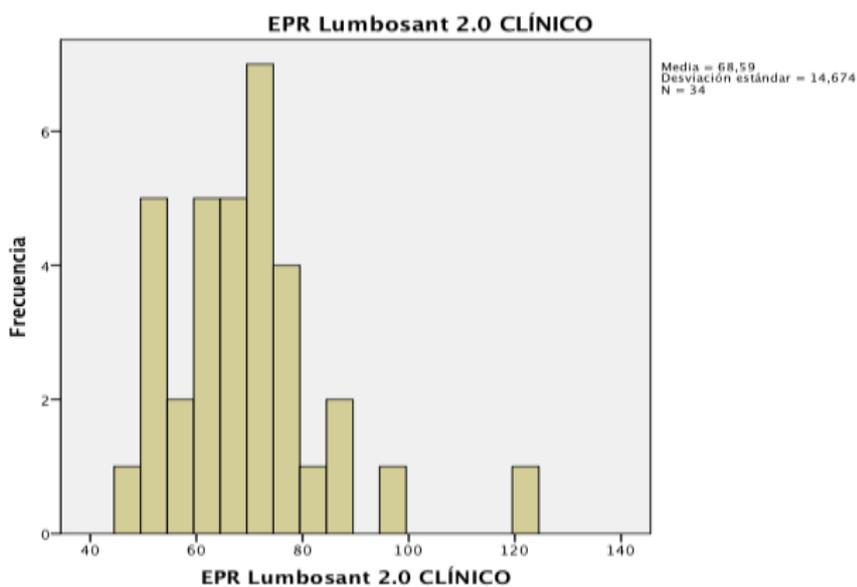
Los resultados del presente estudio sugieren que el EPR no es una medida válida de extensibilidad de los isquiosurales a menos que se controle el movimiento lumbo-pélvico. La retroversión pélvica durante la prueba del EPR puede enmascarar la cortedad de los isquiosurales como se ha demostrado al analizar la diferente clasificación de la extensibilidad de los isquiosurales tras realizar la maniobra sin o con LumboSant. Por lo tanto, se recomienda el uso de LumboSant y un examinador auxiliar para obtener resultados más precisos.

LUMBOSANT-2

Los hallazgos de este estudio al utilizar el “LumboSant-2” son muy similares a los obtenidos con el primero, es decir se produce una menor amplitud articular al realizar la maniobra de EPR (Gráficas 2 y 3).

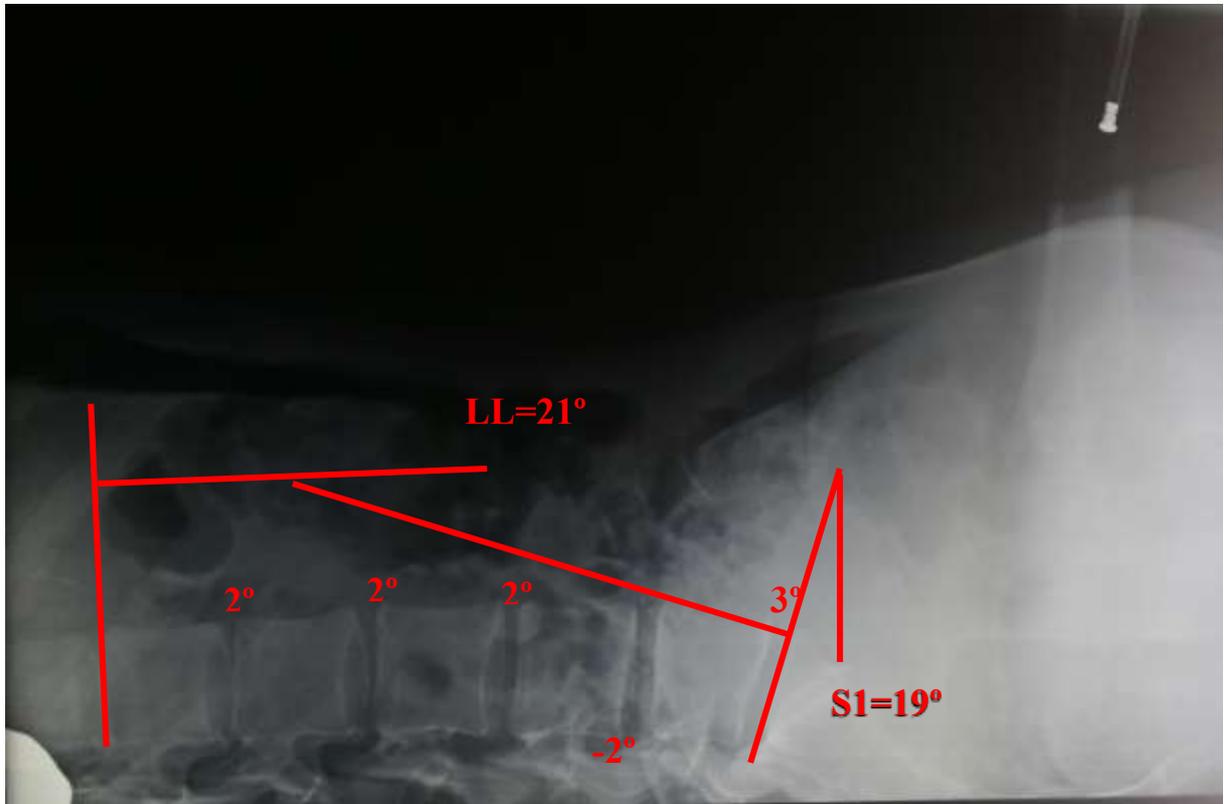


Gráfica 2. Representación de la maniobra del EPR clásico.



Gráfica 3. Representación de la maniobra del EPR con LumboSant-2. Apréciase la notable reducción del EPR cuando se utiliza este soporte lumbar.

Igualmente, al analizar el comportamiento de la pelvis y de la columna lumbar con el EPR clásico y al utilizar el nuevo soporte lumbar, se produce una menor retroversión de la pelvis de 10° ($t=11,42$; $p<,0005$) como queda reflejado en las Gráficas 4 y 5 y en las figuras 34.



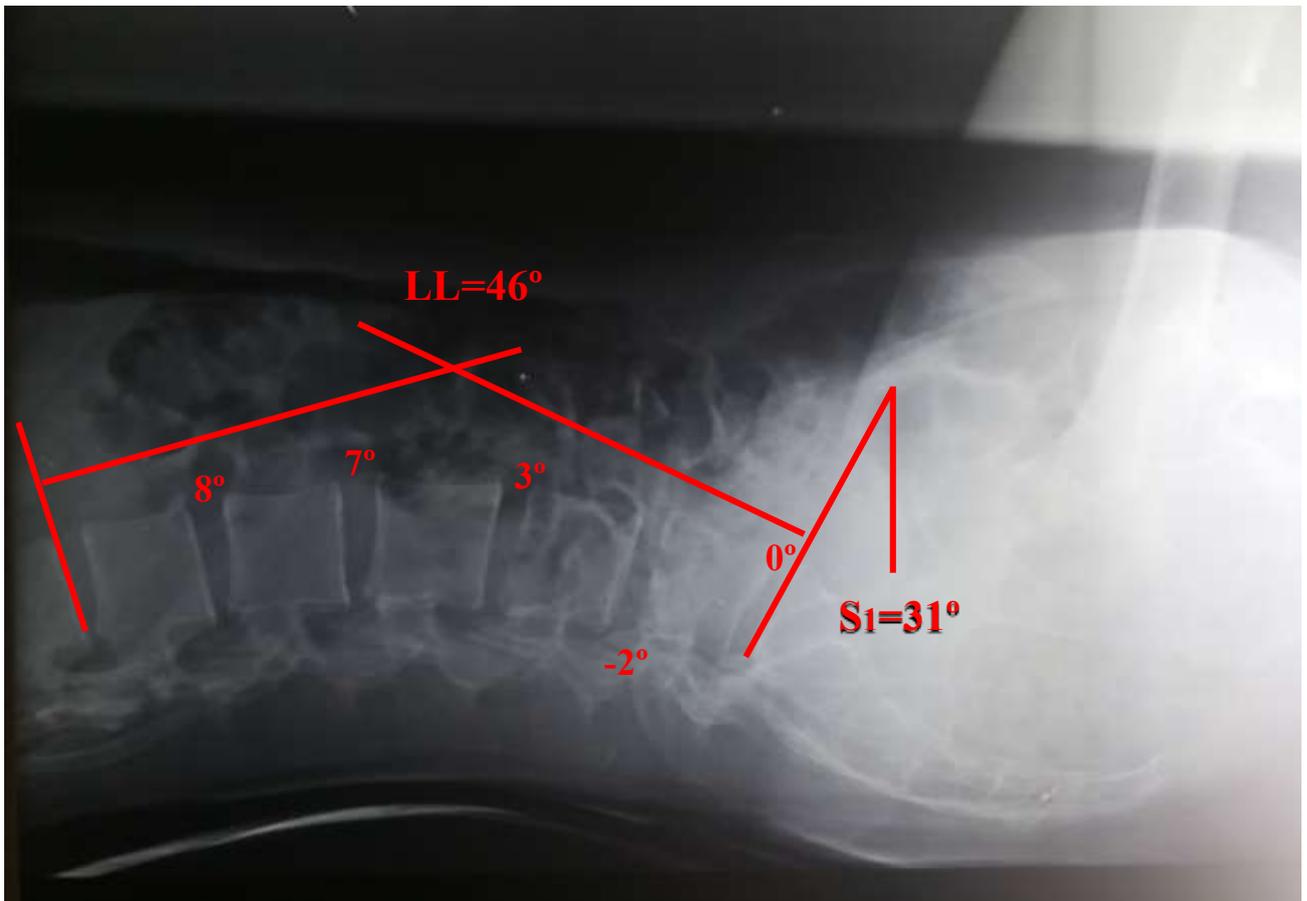
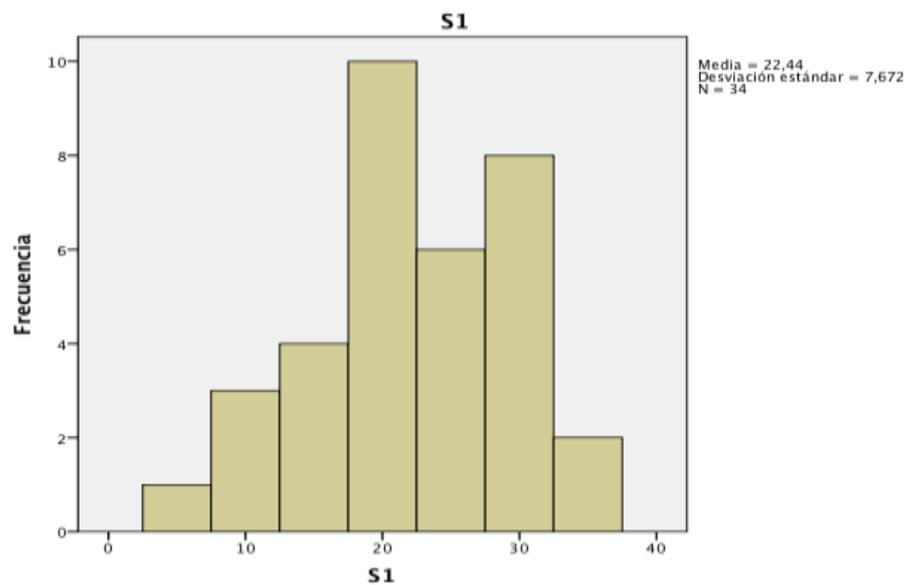
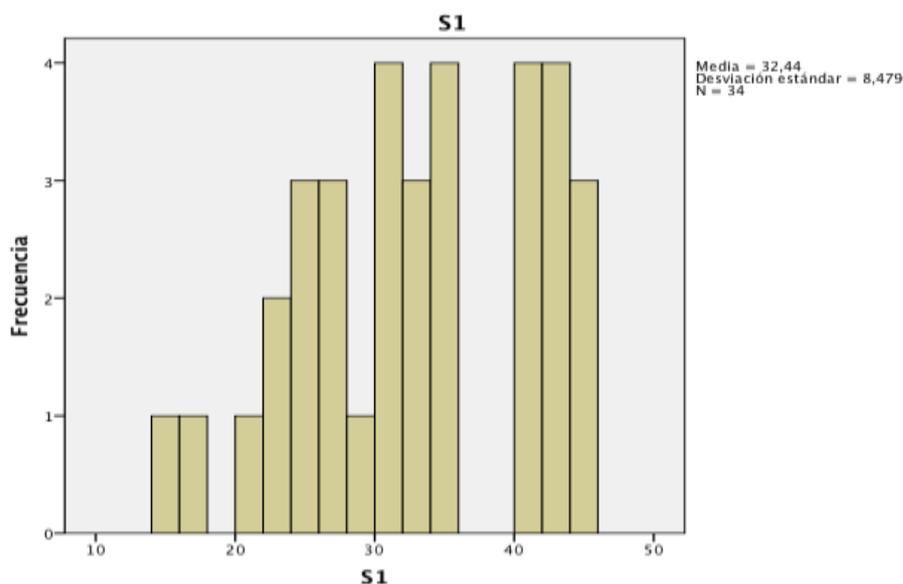


Figura 34. Arriba, la Rx lateral de la columna lumbar al realizar el EPR clásico. Obsérvese el aplanamiento de la curva lumbar. Abajo, la misma mujer al realizar la maniobra pero con el LumboSant-2. Obsérvese la silueta del soporte lumbar, la mayor lordosis lumbar ($+25^\circ$) y la mayor anteversión de la pelvis ($+12^\circ$).

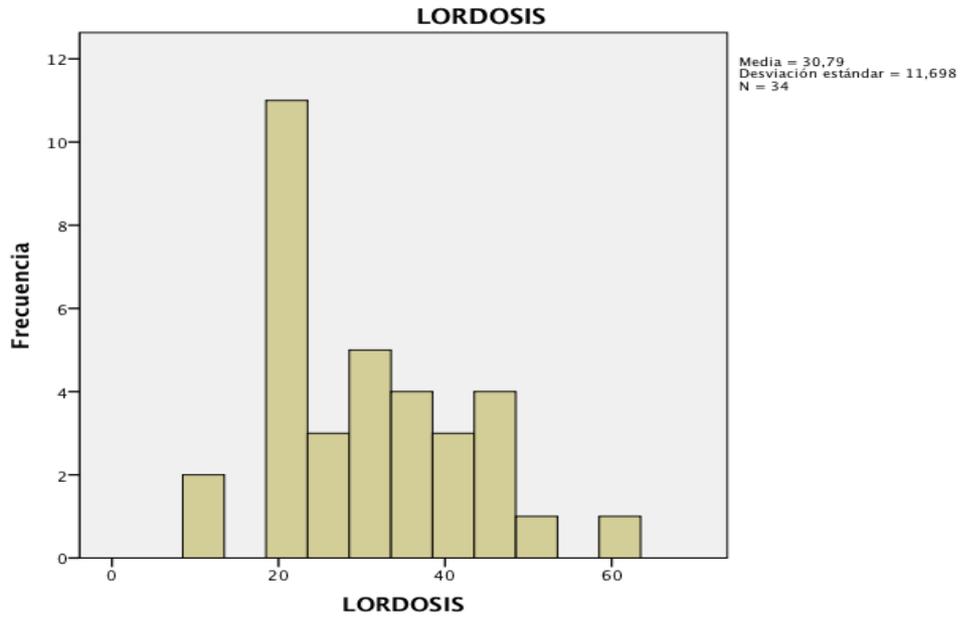


Gráfica 4. Representación gráfica de la anteversión de la pelvis, cuantificada mediante el ángulo S1, al realizar la maniobra del EPR CLÁSICO

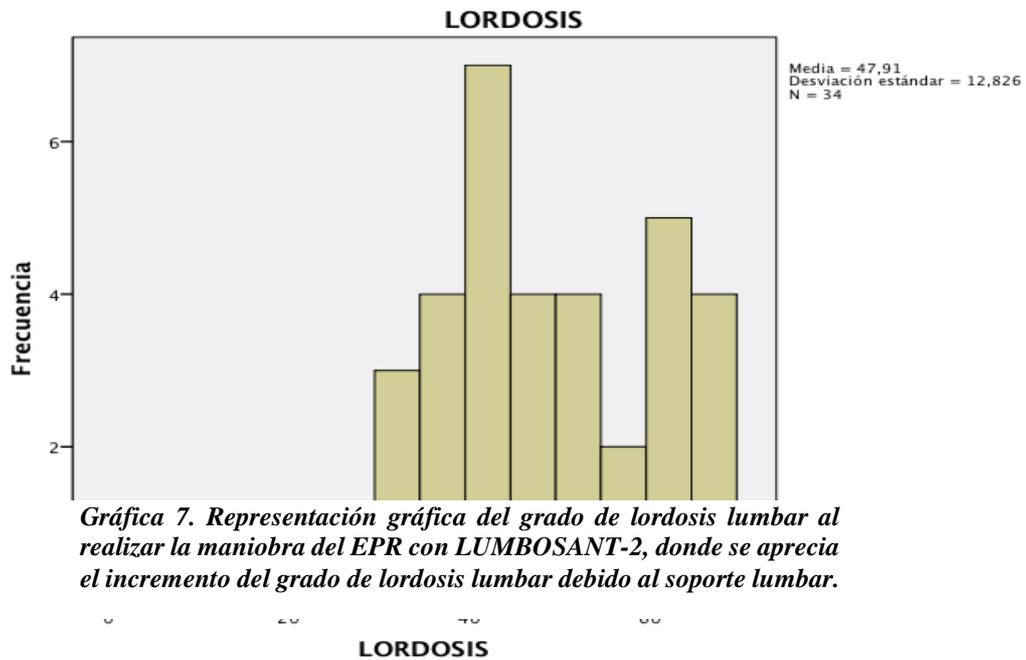


Gráfica 5. Representación de la versión de la pelvis, cuantificada mediante el ángulo S1, al realizar la maniobra del EPR con LUMBOSANT-2, donde se aprecia la mayor anteversión de la pelvis.

Respecto a la lordosis lumbar en el EPR clásico, su media fue de $30,79^{\circ} \pm 11,7^{\circ}$ que es notablemente inferior a la que adopta la espalda si se utiliza el LumboSant-2, que ascendió a $47,91^{\circ} \pm 12,8^{\circ}$, con diferencias estadísticamente significativas ($t=10,39$; $p<0,0005$). Este diferente comportamiento de la curva lumbar sin y con soporte lumbar adaptable, queda reflejado en las gráficas 6 y 7.



Gráfica 6. Representación gráfica del grado de lordosis lumbar radiográfico, al realizar la maniobra del EPR clásico.



Gráfica 7. Representación gráfica del grado de lordosis lumbar al realizar la maniobra del EPR con LUMBOSANT-2, donde se aprecia el incremento del grado de lordosis lumbar debido al soporte lumbar.

Se ha observado una relación positiva entre el L-H fx con la talla ($r=,519$) y con el peso ($r=,443$), pudiendo deberse a que los hombres son significativamente más altos y pesan más que las mujeres y tienen también significativamente mayores valores de L-H fx, al tener menor extensibilidad isquiosural.



Figura 35. Púber con +9 cm en la maniobra Distancia Dedos-Planta, pero cuya pelvis está claramente inclinada hacia abajo. En el L-H fx tiene 115°, lo que indica que presenta una Marcada cortedad de isquiosurales, por lo que sería un falso negativo del DD-P.

Merece una reflexión la relación entre el L-H fx y su buena relación con la maniobra DD-Planta que asciende a **,870**. Esto significa que habrá un porcentaje de falsos positivos y negativos. Los preocupantes, son los pacientes que con el DD-P se cataloguen como normales, pero el L-H fx indique que presentan cortedad (falso negativo), como puede apreciarse en esta figura 35.

Respecto al EPR, llama la atención la relación inversa con la talla y el peso, lo que podría explicarse, igualmente, por la influencia del sexo, ya que las mujeres tienen mayores valores de EPR y menor talla y peso.

ANÁLISIS DE REGRESIÓN

Se ha obtenido una buena significación estadística para calcular el EPR con LumboSant-2 esperado, tras medir el EPR clásico cuando no se tenga el soporte lumbar.

Al aplicar estas fórmulas y comparar con nuestros datos, encontramos (Tabla 36). Comprobando nuestros casos, vemos que en general la diferencias son de hasta 6°.

Tabla 36. CÁLCULO DEL EPR CON LUMBOSANT-2 TRAS DETERMINAR EL EPR CLÁSICO Y COMPARACIÓN CON EL EPR MEDIDO CON EL LUMBOSANT-2 (REAL)

EPR clínico	Cálculo del EPR con Lumbo-Sant-2	REAL	DIFERENCIA
55°	48,9	47	+2
56°	49,6°	50	0
80	67,5°	70	-2,5°
90	75°	78	+3°
98	81	75	+6°
102	84	88	-4
115	93,7	95	-1
155	123,5°	120	+3°

Respecto a DETERMINAR el L-H fx a través del EPR clásico, encontramos:

Ante un EPR de 60° el L-Hfx sería: $159,5 - ,817 \times 60 = 110,5^{\circ}$

Ante un EPR de 80° el L-Hfx sería: $159,5 - ,817 \times 80 = 94^{\circ}$

Ante un EPR de 100° el L-Hfx sería: $159,5 - ,817 \times 100 = 78^{\circ}$

Tabla 37. CÁLCULO DEL L-H fx TRAS DETERMINAR EL EPR CLÁSICO Y COMPARACIÓN CON EL l-h FX MEDIDO (REAL)

EPR clínico	Cálculo L-H fx	REAL	DIFERENCIA
55°	114,6°	120°	-5
56°	114°	115°	-1°
80	94°	94°	0°
90	86°	78	+8°
98	79,4°	75	-4°
102	76°	66°	+10°
115	65,5°	61°	+4°
155	33°	44	-11°

Las diferencias encontradas son excesivas entre -11 y +10° (Tabla 37).

COMPARACIÓN ENTRE AMBOS SOPORTES LUMBARES (LUMBOSANT/LUMBOSANT-2)

Aunque por razones metodológicamente ya expuestas el estudio se realizó en dos poblaciones, estas son muy similares (comprobar si hay diferencias entre ellas).

Tiene interés comparar el resultado obtenido entre ambos soportes lumbares, para ver si el LumboSant-2 evita más la retroversión de la pelvis y la reducción de la lordosis lumbar.

En la Tabla 38 se aprecia como la lordosis al final del test es superior con el LumboSant-II que con el LumboSant original.

Tabla 38. MEDIA \pm DS DE LA INCLINACIÓN DE LA PELVIS (“S₁”) Y EL DE LA LORDOSIS LUMBAR, EN CUATRO SITUACIONES: POSICIÓN DE PARTIDA, FINAL DE LA MANIOBRA DEL EPR CLÁSICO, FINAL CON LUMBOSANT Y FINAL CON LUMBOSANT-2.

	PARTIDA	EPR clásico	“Lumbosant”	EPR clásico	LumboSant-2
SACRO (S₁)	41,9°\pm9,75	18,4° \pm 9,27	27,3°\pm8,7	22,44° \pm 7,67°	32,44\pm8,48
LORDOSIS	56,7°\pm14,80	25,6° \pm 11,38	38,2° \pm 12,5	30,79° \pm 11,70	47,9°\pm12,80
	1º estudio			2º estudio	

Por lo tanto, existe mayor efecto protector sobre la lordosis lumbar con el LumboSant-2 que con el LumboSant clásico y similar sobre la pelvis.

En la tabla 39, se muestra como la mayor diferencia se produce con el EPR clásico y la menor con el EPR con LumboSant-2.

Tabla 39. MEDIA \pm DS DE LA INCLINACIÓN DE LA PELVIS (“S₁”) Y EL DE LA LORDOSIS LUMBAR, EN CUATRO SITUACIONES: POSICIÓN FINAL DE LA MANIOBRA DEL EPR CLÁSICO, FINAL CON LUMBOSANT Y FINAL CON LUMBOSANT-2

1º estudio			2º estudio		
	(S ₁)	LORDOSIS		(S ₁)	LORDOSIS
EPR clásico	18,4° \pm 9,27	25,6° \pm 11,38	EPR clásico	22,44° \pm 7,67°	30,79° \pm 11,70
“Lumbosant”	27,3° \pm 8,7	38,2° \pm 12,5	LumboSant-2	32,44\pm8,48	47,9°\pm12,80
diferencia	9,9°	12,6°	diferencia	10,00	17,11
t Student	3.283	3.496	t Student	5.024	5,667
P<	0,01	0,01	P<	0,001	0,001

Cuando se analiza el comportamiento del EPR SIN y CON soporte lumbar (ambos LumboSant), este queda reflejado en la Tabla 40.

Tabla 40. COMPORTAMIENTO EPR SIN Y CON LUMBOSANT

		EPR CON LUMBOSANT-1 y 2		
		NORMAL (\leq 100°)	GRADO-I	GRADO-II (\geq 115°)
EPR SIN SOPORTE	NORMAL (\geq 75°)	14 +	19	8
	CORTEDAD G-I (61-74°)	3	2	10 +
	CORTEDAD G-II (\leq 60°)			4

$\chi^2=18,26$ $P<0,001$)

Tabla 41. COMPORTAMIENTO ÁNGULO LUMBO-HORIZONTAL EN FLEXIÓN, SIN SOPORTE LUMBAR DURANTE EL TEST EPR

		ÁNGULO LUMBO-HORIZONTAL FLEXIÓN		
		NORMAL ($\leq 100^\circ$)	GRADO-I	GRADO-II ($\geq 115^\circ$)
EPR SIN SOPORTE	NORMAL ($\geq 75^\circ$)	35+	5	
	CORTEDAD G-I (61-74°)	6	5	3
	CORTEDAD G-II ($\leq 60^\circ$)		1	2

$\chi^2=25,90$ ($P<0,001$).

ESTUDIO 2

Tabla 42. ÁNGULO LUMBO-HORIZONTAL EN FLEXIÓN DURANTE EL TEST EPR CON LUMBOSANT-2

		ÁNGULO LUMBO-HORIZONTAL FLEXIÓN		
		NORMAL	GRADO-I	GRADO-II
EPR CON LUMBOSANT	NORMAL ($\geq 75^\circ$)	24+		
	CORTEDAD G-I (61-74°)	14	4	
	CORTEDAD G-II ($\leq 60^\circ$)	4	6	5

$\chi^2=29,54$ ($P<0,001$)

Limitaciones del presente estudio

El presente estudio no puede determinar la validez del test, sólo la pone en entredicho, siendo una limitación de nuestra investigación. Otra de las limitaciones de este estudio, es el tamaño de la muestra y las características de la muestra del estudio. El diseño de nuestro estudio, abarcó solo a una población de adultos jóvenes, sedentarios y sanos. Por lo tanto, son necesarios más estudios en otras poblaciones con limitada extensibilidad de los isquiosurales.

También hubiese arrojado luz, el hacer una cuarta radiografía con el EPR con LumboSant, pero sin explorador auxiliar ya que reproduciría las condiciones que nos vamos a encontrar los clínicos habitualmente, pero nuestras investigaciones previas de fiabilidad y precisión (Ayala et al., 2012; Ayala et al., 2012a, Ayala, Sainz de Baranda, Cejudo y Santonja, 2012; Sainz de Baranda et al., 2012) se han realizado todas con el 2º explorador, al permitir “evitar” la rotación en sentido horario o antihorario. Además, provocaríamos una mayor dosis de radiación a nuestra población estudiada.

Nuestras limitaciones se deben al nº de sujetos, ya que lo ideal sería una muestra de mayor tamaño que incluyese todos los rangos de edades para ambos sexos. Pensamos que la solución adoptada es bastante válida, ya que no irradiamos a personas en crecimiento y pertenecen a la franja etaria que más evaluamos en la práctica clínica.

Es posible que, en personas más mayores que tengan rigidez de los tejidos, ocasione una menor movilidad de la pelvis y una menor reducción de la lordosis lumbar, pero quedaría pendiente de evaluar si resultaría interesante de investigar.



Figura 36. Detalles de la determinación de la correcta colocación del LumboSant-2

Propuestas de investigaciones futuras

Establecer los nuevos límites de normalidad con LumboSant-2 y realizar un análisis mediante curva ROC para determinar los nuevos límites de normalidad y de cortedad Grado-II, similar al estudio de Ferrer (1995) y Martínez-Victorio (2005), en púberes y adultos jóvenes respectivamente.

También investigar si el soporte de pelvis que diseñó Santonja en 1992, obtiene una adecuada sujeción de la pelvis y evita las rotaciones horaria o antihoraria, evitando la colaboración de un segundo explorador, que en la práctica clínica de la Medicina es tan difícil poder contar en nuestras consultas (Fig. 37).

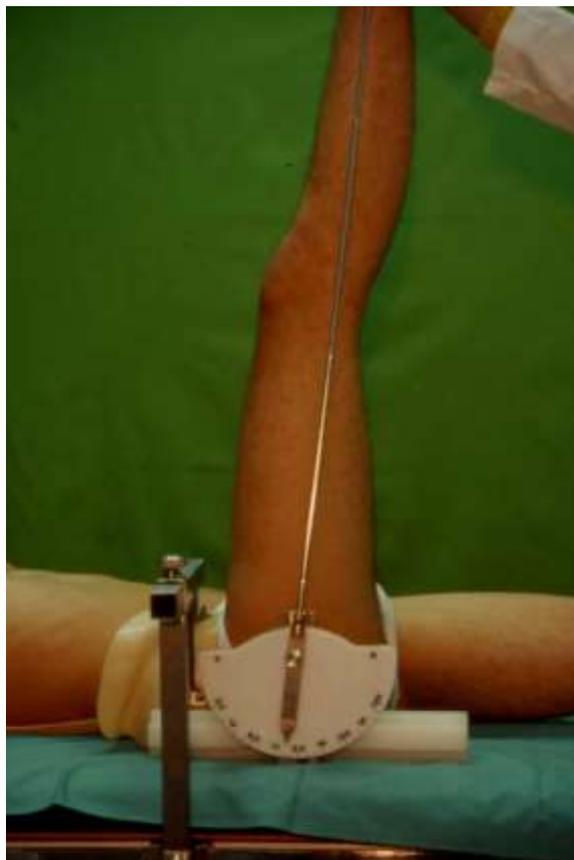


Figura 37. Soporte diseñado por Santonja (1992) para impedir la basculación de la pelvis. Obsérvese el Lumbosant clásico

CONCLUSIONES

CONCLUSIONES

1ª.- Siempre que se realiza la maniobra de Elevación de la Pierna Recta, se produce inevitablemente una basculación de la pelvis hacia su retroversión que es variable entre individuos, al tener un rango que oscila entre 6° a 36°. Con la lordosis lumbar sucede algo similar, ya que siempre se reduce, pero de forma variable con un rango que abarca ente 10° a 57°.

2ª.- El uso del soporte "Lumbosant" y la participación de un examinador asistente al realizar la maniobra de Elevación de la Pierna Recta, reducen un 55,7% la retroversión de la pelvis y un 53,8% la disminución de la lordosis lumbar, con lo que mejoran la sensibilidad diagnóstica de esta maniobra.

3ª.- La maniobra de Elevación de la Pierna Recta, no es válida para determinar la extensibilidad de los isquiosurales, a menos que se controle el movimiento lumbo-pélvico, por lo que recomendamos el uso de un LumboSant y la ayuda de un examinador auxiliar, para mejorar la precisión de esta maniobra, debido a que el LumboSant limitar la basculación de la pelvis, reduciendo el EPR 13,9º, por lo que debería utilizarse siempre el LumboSant y el explorador auxiliar para mejorar la precisión diagnóstica de esta maniobra.

Y 4ª.- El nuevo LumboSant-2 permite mantener mejor la lordosis lumbar cuando se realiza la maniobra de Elevación de la Pierna Recta, al adaptar el grado de curvatura de este dispositivo a la lordosis que presenta en decúbito supino la persona explorada.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA

AAHPERD. Technical manual for the health-related physical fitness test. Washington, 1984.

Anderson B, Burke ER. Aspectos científicos, médicos y prácticos del estiramiento. Clínicas de Medicina Deportiva. La prescripción del ejercicio: Madrid: Interamericana McGraw-Hill, 1991; 69-96.

Albaladejo Monreal D. Estudio del síndrome de Isquiosurales Cortos (SIC) en escolares y la influencia de un programa de ejercicios de estiramiento. Tesis doctoral. Murcia: Universidad Católica de Murcia; 2015.

Alshammari F, Alzoghbieh E, Abu Kabar M, Hawamdeh M. A novel approach to improve hamstring flexibility: A single-blinded randomised clinical trial. South African Journal of Physiotherapy. 2019;75(1). doi:10.4102/sajp.v75i1.465

American Academy of Orthopaedic Association (AAOS). Joint Motion: Method of Measuring and Recording. Chicago: Park Ridge. 1965

Andersen JC. Flexibility in performance: Foundational concepts and practical issues. Athl Ther Today. 2006; 3:9–12,.

Andújar P, Alonso C, Santonja F. Tratamiento de la cortedad de isquiosurales. Selección, 1996;5(1):37-48.

Arab AM, Nourbakhsh MR. Hamstring muscle length and lumbar lordosis in subjects with different lifestyle and work setting: comparison between individuals with and without chronic low back pain. J Back Musculoskelet Rehabil. 2014;27(1):63-70.

Ayala F, Sainz de Baranda P. Effect of three different active stretch durations on hip flexion range of motion. Journal of Strength and Conditioning Research; 2010. 24(2): 430-436.

Ayala F, Sainz de Baranda P, De Ste Croix M, Santonja F. Criterion-related validity of four clinical tests used to measure hamstring flexibility in professional futsal players. Physical Therapy in Sport 2011; 12: 175-181.

Ayala F, Sainz de Baranda P. Reproducibilidad inter-sesión de las pruebas distancia dedos planta y distancia dedos suelo para estimar la flexibilidad isquiosural en jugadores adultos de fútbol sala de primera división. Revista Andaluza de Medicina del Deporte. 2011; 4(2): 47-51.

Ayala F, Sainz de Baranda P, de Ste Croix M, Santonja F. Fiabilidad y validez de las pruebas sit-and-reach: revisión sistemática. Rev Andal Med Deporte. 2012;5(2):57-66.

Ayala F, Sainz de Baranda P, De Ste Croix M, Santonja F. Absolute reliability of five clinical tests for assessing hamstring flexibility in professional futsal players. Journal of Science and Medicine in Sport, 2012; 15:142–147 (A).

Ayala F, Sainz de Baranda P, De Ste Croix M, Santonja F. Reproducibility and concurrent validity of hip joint angle test for estimating hamstring flexibility in recreation active male young adults. Journal of Strength and Conditioning Research. 2012; 26(9):2372-82.

Ayala, Sainz de Baranda P, Cejudo A, Santonja F. Pruebas angulares de estimación de la flexibilidad isquiosural: análisis de la fiabilidad y validez. *Rev Andal Med Deporte*. 2012;5(2):67-74.

Ayala F, Sainz de Baranda P, Cejudo A, Santonja F. Pruebas angulares de estimación de la flexibilidad isquiosural: descripción de los procedimientos exploratorios y valores de referencia. *Rev Andal Med Deporte*; 2013; 6(3): 120-128.

Atkinson G, Nevill AM. Statistical methods for assessing measurement error (reliability) in variables relevant to sports medicine. *Sports Med*. 1998; 4:217-238.

Bado JL, Barros PC, Ruiggero A, Navillat M. Análisis estadístico de la frecuencia del Síndrome de "Retracción de los Isquiotibiales" estudiado en colectividades infantiles sanas y su relación con el Dorso Curvo. *Anales de la Facultad de Medicina de Montevideo* 1964; 49(1): 328-337.

Bado JL. *Dorso Curvo*. Montevideo: Artecólor.1997.

Barash HL, Galante J, Lambert CN, Ray RD. Spondylolisthesis and Tight Hamstrings *J Bone Joint Surg Am*. 1970; 52:1319-1328.

Baltaci G, Un N, Tunay V, Besler A, Gerceker S. Comparison of three different sit and reach tests for measurement of hamstring flexibility in women university students. *Br J Sports Med* 2003; 37:59-61.

Baumgartner, T.A. (1989). *Norm-referenced measurement: reliability*. En: Safrit MJ, Wood TM, editors. *Measurement concepts in physical education and exercise science*. Champaign (IL): Human Kinetics, p. 45-72. (SACADO DE 4)

Biering-Sorensen F. Physical Measurements as Risk Indicators for Low-Back Trouble Over a One-Year Period *Spine*. 1984; 9(2):106-119.

Bohannon RW. Cinematographic Analysis of the passive Straight-Leg-Raising Test for Hamstring Muscle Length. *Phys Ther* 1982; 62(9): 1269-1274.

Bohannon RW, Gajdosik R, Le Veau B. Contribution of Pelvic and Lower Limb Motion to increases in the Angle of Passive Straight Leg Raising. *Phys Ther* 1985; 65(4): 474-476.

Bohannon, RW. (1982). Cinematographic analysis of the passive straight-leg-raising test for hamstring muscle length. *Physical Therapy*, 62(9): 1269-1274.

Bohannon RW, Gajdosik RL, LeVeau BF. Relationship of pelvic and thigh motions during unilateral and bilateral hip flexion. *Physical Therapy*, 1985(a); 65(10): 1501-1504.

Boland RA, Adams D. Effects of ankle dorsiflexion on range and reliability of straight leg raising. *Aust J Physiother*. 2000; 46:191-200.

Boland R, Adams R, Traiforis C, Tsang CY. The effect of ankle dorsiflexion on range and reliability of passive straight leg raising. *Proceedings of the Ninth Biennial Conference of the Manipulative Physiotherapists Association of Australia, Gold Coast*; 1995. p. 11-4.

Borman NP, Trudelle-Jackson E, Smith SS. Effect of stretch positions on hamstring muscle length, lumbar flexion range of motion, and lumbar curvature in healthy adults', *Physiotherapy: Theory and Practice*. 2011; 27:146–154.

Bozic PR, Pazin NR, Berjan BB, Planic NM, Cuk ID. Evaluation of the field tests of flexibility of the lower extremity: reliability and the concurrent and factorial validity. *J Strength Cond Res.* 2010; 24(9): 2523-2531.

Brodersen A, Pedersen B, Reimers J. Incidence of complaints about heel, knee and back related discomfort among Danish children, possible relation to short muscles. *Ugeskr Laeger.* 1994; 156(15): 2243-2245.

Butel J, Klein A, Plas F. Etude de l'extensibilité des muscles ischio-jambiers sur 107 enfants de 9 à 14 ans escolarisés. *Ann Kinésither* 1980; 7: 205-208.

Caillet R. Síndromes dolorosos: Dorso. 3ª ed. México: El manual moderno, 1990.

Caillet R. Low back pain syndrome. Philadelphia; 1988.

Cameron, D.M., Bohannon, R.W., Owen, S.V. Influence of hip position on measurements of the straight leg raise test. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1993;17(5):257-60.

Cameron DM, Bohannon R. Relationship between active knee extension and active straight leg raise test measurements. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1993;17(5):257-60.

Cejudo A, Robles-Palazón FJ, Ayala F, De Ste Croix M, Ortega-Toro E, Santonja-Medina F, Sainz de Baranda P. Diferencias de flexibilidad relacionadas con la edad en futbolistas de 8 a 19 años. *PeerJ* 7. 2019: e6236 <https://doi.org/10.7717/peerj.6236>

Cejudo A, Sainz de Baranda P, Ayala F, Santonja F. A simplified versión of the weight-bearing ankle lunge-test: Descripción and test-retest reliability. *Manual Therphy.* 2014; 36(2):278-285.

Cejudo A, Sainz de Baranda P, Ayala F, Santonja F. Perfil de la flexibilidad de la extremidad inferior en jugadores senior de balonmano. *Cuadernos de psicología del deporte.* 2014; 14(2): 111-120.

Chow R, Adams R, Herbert R. Straight leg raise test high reliability is not a motor memory artefact. *Aust J Physiother.* 1994; 40:107-11.

Chumanov ES, Schache AG, Heiderscheit BC, et al. Hamstrings are most susceptible to injury during the late swing phase of sprinting. *Br. J. Sports Med;* 2012;46(2):90.

Chung PK, Yuen CK. Criterion-related validity of sit-and-reach tests in university men in Hong Kong. *Perceptual Motor Skills.* 1999; 88: 304-316.

Cobb JR. Outline for the study of scoliosis. In instructional course lectures, The American Academy of Orthopaedics Surgeons». *Ann Arbor JW Edwards Co.* 1948; 15:261-275.

Conesa E, Martínez G, Santonja F. Extensibilidad de la musculatura isquiosural en gimnasia estética de grupo. *Cuadernos de Psicología del Deporte* 2016;16(3):89-100.

Congdon R, Bohannon R, Tiberio D. Intrinsic and imposed hamstring length influence posterior pelvic rotation during hip flexion. *Clinical Biomechanics.* 2005; 20(9):947–951. doi:10.1016/j.clinbiomech. 2005.03.011

Cornbleet SL, Woolsey N. Assessment of hamstring muscle length in school-aged children using the sit-and-reach test and the inclinometer measure of hip joint angle. *Physical Therapy* 1996; 76(8): 850-855.

Croisier JL, Forthomme B, Namurois MH, Vanderthommen M, Crielaard JM. Hamstring muscle strain recurrence and strength performance disorders. *American Journal of Sports Medicine*. 2002; 30(2):199-203.

Da Silva R, Gómez-Conesa A. Síndrome de los isquiotibiales acortados. *Fisioterapia* 2008;30(4):186-93.

Davis DS, Quinn RO, Whiteman CT, Williams JD, Young CR. Concurrent validity of four clinical tests used to measure hamstring flexibility. *J Strength Cond Res*. 2008; 22:583-8.

Decoster LC, Scalton R, Horn K, Cleland J. Standing and supine hamstring stretching are effective. *J Athl Train* 2004;39: 330–4.

Dubreuil C, Neiger H. Comparaison des effets de la course et des étirements autopassifs sur l'extensibilité des ischio-jambiers. *Ann Kinésithér* 1984; 11(5): 191-195.

Esola MA, McClure PW, Fitzgerald GK, Siegler S. Analysis of Lumbar Spine Hip Motion During Forward Bending in Subjects With and Without a History of Low Back Pain. *Spine*. 1996; 21(1):71-78.

Espiga Tugás FJ. Estudio de prevalencia de brevedad constitucional de la musculatura isquiotibial. [tesis doctoral]. Barcelona: Universidad Autónoma de Barcelona; 1992.

Ekstrand J, Gillquist J, Liljedahl SO. Prevention of soccer injuries. Supervision by doctor and physiotherapist. *American Journal of Sports Medicine*, 1983; 11:116–120.

Ekstrand J, Wiktorsson M, Öberg B, Gillquist J. Lower Extremity Goniometric Measurement: A Study to Determine Their Reliability. *Arch Phys Med Rehabil* 1982; 63: 171-175.

Fasuyi FO, Fabunmi AA, Adegoke BOA. Hamstring muscle length and pelvic tilt range among individuals with and without low back pain. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*. 2017;21(2), 246–250. doi:10.1016/j.jbmt.2016.06.002

Fernández-Campos MJ. Aplicación de un programa para la mejora de la extensibilidad de la musculatura isquiosural en Educación Primaria [tesis doctoral]. Murcia: Universidad de Murcia; 2011

Ferrer V. Repercusiones de la cortedad isquiosural sobre la pelvis y el raquis lumbar [tesis doctoral]. Murcia: Universidad de Murcia; 1998.

Ferrer V, Santonja F, Carrión M. Síndrome de isquiosurales cortos y actividad física. En:

Ferrer V, Martínez L, Santonja F. *Escolar: Medicina y Deporte*. Albacete: Diputación Provincial de Albacete; 1996. p. 283-296.

Ferrer V, Santonja F, Carrión M, Martínez L. Comparación de dos test (EPR y Poplíteo) para el diagnóstico del síndrome de Isquiosurales cortos. *Archivos de Medicina del Deporte* 1994; 11 (43):247-254

Fisk JW. The Passive Hamstring Stretch Test: Clinical Evaluation. N Z Med J. 1979; 89:209-211.

Fisk JW, Baigent ML. Hamstring tightness and Scheuermann's disease a pilot study. Am J Phys Med 1981; 60 (3):122-125.

Fisk JW, Baigent ML, Hill PD. Scheuermann's Disease. Clinical and Radiological Survey of 17 and 18 Years Old. Am J Phys Med. 1984; 63(1):18-30.

Fredriksen H, Dagfinrud H, Jacobsen V, Maehlum S. Passive knee extension test to measure hamstring muscle tightness. Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports. 1997; 7:279-282.

Forst JJ. Contribution to the clinical study of sciatica. Neurological Classics XXII. Archives of Neurology. 1969; 21:220-221

Fuentes Santos, VE. Estudio de la disposición sagital del tronco y su relación con la adecuación del mobiliario escolar. Universidad de Murcia. TFG, junio, 2017.

García de la Rubia S, Santonja F, Ramos F, Martínez I. Cortedad de la musculatura isquiosural. Una alteración que el pediatra debe detectar. Anales de Pediatría. 1996; 87:21-22.

Gajdosik RL, Leveau BF, Bohannon RW. Effects of ankle dorsiflexion on active and passive unilateral straight leg raising. Phys Ther 1985; 65: 1478-1482.

Gajdosik RL, Bohannon RW. Clinical measurement of range of motion: review of goniometry emphasising reliability and validity. Phys Ther. 1987; 67:1867-72.

Gajdosik RL, Rieck MA, Sullivan DK, Wightman SE. Comparison of four clinical tests for assessing hamstring muscle length. J Orthop Sports Phys Ther. 1993;18:614-8.

Gajdosik RL, Albert CA, Mitman JJ. 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 Sport Physical Therapy. 1994; 20:213-219.

Gajdosik R, Lusin G. Hamstring muscle Tightness. Reliability of an active-knee extension test. Phys Ther 1983; 63(7): 1085-1090.

Gerhardt J. Documentation of Joint Motion. 1994. Oregon: Isomed.

Gerhardt J, Cocchiarella L, Lea R. The Practical Guide to Range of Motion Assessment. Chicago: American Medical Association. 2002.

Gerhardt JJ, Rondinelli RD. Goniometric techniques for range-of-motion assessment. Physical Medicine & Rehabilitation Clinics of North America, 2001; 12(3):507-527.

Ginés-Díaz A, Martínez-Romero MT, Cejudo A, Aparicio-Sarmiento A, Saínz de Baranda P. Sagittal spinal morphotype assessment in dressage and show jumping riders. Journal of Sport Rehabilitation 2019; 1–23.

Göeken LNH. Straight-leg raising in "Short Hamstring": an experimental study of muscle elasticity and defense reactions. Groningen: Drukkerij Van Denderen, 1988

Göeken LN, Hof AL. Instrumental straight-leg raising: results in healthy subjects. *Archives of Physical Medicine Rehabilitation*. 1993; 74:194-203.

Gómez García A, Solana Galdámez R, Vázquez Gallego J. Síndrome de Isquiotibiales cortos. *Revisión* 1996; XIII (55): 357-362.

Halbertsma JP, Goëken LN. Stretching Exercises: Effect on Passive Extensibility and Stiffness in Short Hamstrings of Healthy Subjects. *Arch Phys Med Rehabil* 1994; 75: 976-981.

Halbertsma JP, Goeken LN, Hof AL, Groothoff JW, Eisma WH. Extensibility and stiffness of the hamstrings in patients with nonspecific low back pain. *Arch Phys Med Rehabil* 2001; 82:232-8.

Han HI, Choi HS, Shin WS. Effects of hamstring stretch with pelvic control on pain and work ability in standing workers. *Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation*. 2016; 29(4), 865–871. doi:10.3233/bmr-160703.

Hasebe K, Sairyo K, Hada Y, Dezawa A, Okubo Y, Kaneoka K, Nakamura Y. Spino-pelvic-rhythm with forward trunk bending in normal subjects without low back pain. *Eur J Orthop Surg Traumatol*. 2014;24(Suppl 1):193-199.

Hartig D, Henderson J. Increasing hamstring flexibility decreases lower extremity overuse injuries in military basic trainees. *American Journal of Sports Medicine*. 1999; 27:173-176.

Hellsing AL. Tighness of Hamstring-and psoas major muscles. *Upsala J. Med. Sel*. 1988; 93: 267- 276.

Hemmatinezhad MA, Afsharnezhad T, Nateghi N, Damirchi A. The relationship between limb length with classical and modified back saver sit-and-reach tests in student boys. *International Journal of Fitness*. 2009; 5:69-78.

Hoeger WWK, Hopkins DR. A comparison of the sit and reach and the modified sit and reach in the measurement of flexibility in women. *Research Quarterly for Exercise and Sport*. 1992; 82:191-195.

Hoehler FK, Tobis JS. Low back pain and its treatment by spinal manipulation: Measures of flexibility and asymmetry. *Rheumatol Rehabil*. 1982; 21:21-6.

Holt LE, Pelham TW, Burke DG. Modifications to the standard sit-and-reach flexibility protocol. *J Athle Train*. 1999;34(1):43-7.5.

Hopkins WG. Measures of reliability in sports medicine and science. *Sports Med*. 2000; 30:1-15.

Hopkins WG, Marshall SW, Batterham AM, Hanin J. Progressive statistics for studies in sports medicine and exercise science. *Med Sci Sports Exerc*. 2009; 41:3-12.

Hsieh C, Walker JM, Gillis K. Straight leg raising test: Comparison of three instruments, *Phys Ther*. 1983; 63:1429-33.

Hui SS, Yuen PY. Validity of the modified back-saber sit-and-reach test: a comparison with other protocols. *Meidicine, Science in Sports and Exercise, Special communications*. 2000:1655-1659.

- Hui SC, Yuen PY, Morrow JR, Jackson AW. Comparison of the criterion-related validity of sit-and-reach tests with and without limb length adjustment in Asian adults. *Research Quarterly for Exercise and Sport*. 1999; 70:401-406.
- Hyytiäinen K, Salminen JJ, Suvitie T, Wickström G, Pentti J. Reproducibility of nine tests to measure spinal mobility and trunk muscle strength. *Scand J Rehab Med* 1991; 23: 3-10.
- Jandre Reis FJ, Ribeiro Macedo A. Influence of Hamstring Tightness in Pelvic, Lumbar and Trunk Range of Motion in Low Back Pain and Asymptomatic Volunteers during Forward Bending. *Asian Spine J* 2015; 9(4):535-540.
- Johnson EN, Thomas JS. Effect of hamstring flexibility on hip and lumbar spine joint excursions during forward-reaching tasks in participants with and without low back pain. *Arch Phys Med Rehabil* 2010; 91:1140-2.
- Jones C, Rikli R, Max J, Noifal G. The reliability and validity of chair sit-and-reach test as a measure of hamstring flexibility in older adults. *Res Q Exerc Sport*. 1998; 69:338-43.
- Jordá E. Brevedad de los Isquiosurales. El síndrome de Bado en la gimnasia educativa y el deporte. *Apunts Med Deport*. 1971;8(31):123-124.
- Jozwiak M, Pietrzak S, Tobjasz F. The epidemiology and clinical manifestations of hamstring muscle and plantar foot flexor shortening. *Dev Med Child Neurol*. 1997; 39(7):481-483.
- Kapandji I. Cuadernos de Fisiología articular. 1981.
- Kendall FP, Kendall E. Músculos: pruebas y funciones. 2a ed. Barcelona: Jims; 1985.
- Kendall FP, McCreary EK, Provance P. *Muscles, Testing and Function: With Posture and Pain*. 4th ed. Baltimore, MD: Williams & Wilkins; 1993.
- Kendall FP, McCreary E, Provance PG, Rodgers MM, Romani WA. *Muscles: Testing and Function with Posture and Pain*. 5th ed. Baltimore, MD: Lippincott Williams & Wilkins; 2005.
- Kippers V, Parker AW. Toe-Touch test. A measure of its validity. *Phys Ther* 1987; 67(11): 1680-1684.
- Krivickas LS, Feinberg JH. Lower extremity injuries in college athletes: relation between ligamentous laxity and lower extremity muscle tightness. *Arch Phys Med Rehabil* 1996; 77(11): 1139-1143.
- Kovacs M. The argument against Static stretching before sport and physical activity. *Athl Ther Today*. 2006; 2:6–8,
- Kujala U, Orava S, Jarvinen M. Hamstring injuries: current trends in treatment and prevention. *Sports Medicine*. 1997; 23:397-404.
- Kuo L, Chung W, Bates E, Stephen J. The hamstring index. *Journal of Pediatric Orthopedics*. 1997; 17:78-88.
- Labovitz JM, Yu J, Kim C. The role of hamstring tightness in plantar fasciitis. *Foot Ankle Spec*. 2011; 4(3):141-144.

Laird RA, Gilbert J, Kent P, Keating JL. Comparing lumbo-pelvic kinematics in people with and without back pain: A systematic review and metaanalysis. *BMC Musculoskeletal Disorders*; 2014;15(229):1-13. <http://dx.doi.org/10.1186/1471-2474-15-229>.

Lambrinudi C. Adolescent and Senile Kyphosis. *Br Med J*. 1934; 3: 800-804.

La Roche DP, Connolly DJ. Effects of stretching on passive muscle tension and response to eccentric exercise. *American Journal of Sports Medicine*. 2006;34: 1001-1008.

Li Y, McClure PM, Pratt N. The effect of hamstring muscle stretching on standing posture and on lumbar and hip motions during forward bending. *Phys Ther*. 1996; 76:836-49.

Liemohn WP, Sharpe GL, Wasserman JF. Lumbosacral movement in the sit-and-reach and in Cailliet's protective-hamstring stretch. *Spine*. 1994; 19:2127-2130.

Liu H, Garrett WE, Moorman CT, et al. Injury rate, mechanism, and risk factors of hamstring strain injuries in sports: a review of the literature. *J Sport Health Sci*. 2012;1(2):92–101.

López PA, Saíñz de Baranda P, Rodríguez PL, Ortega E. A comparison of the spine posture across several sit-and-reach test protocols. *Journal of Science and Medicine in Sport* 2007; 10:456-462.

López-Miñarro PA, Saíñz de Baranda P, Rodríguez-García PL, Yuste JL. Comparison between sit-and-reach test and V sit-and-reach test in young adults. *Gazzetta Medica Italiana-Archivio per le Scienze Mediche*. 2008; 167:135-142.

López-Miñarro PA, Saíñz de Baranda P, Rodríguez-García PL. A comparison of the sit-and-reach test and back-saber sit-and-reach test in university students. *J Sports Sci Med*. 2009; 8:116-22.

Macfarlane A. Test retest reliability of SLR as determined by P1. Unpublished postgraduate diploma dissertation. La Trobe University. Melbourne; 1981.

Magnusson P, Renstrom P. The European College of Sports Sciences Position statement: The role of stretching exercises in sports. *European Journal of Sport Science* 2006; 6(2): 87-91.

Marques AP, Vasconcelos AA, Cabral CM, Sacco IC. Effect of frequency of static stretching on exibility, hamstring tightness and electromyographic activity. *Braz J Med Biol Res* 2009; 42:949-53.

Martínez Victorio PA. Repercusión de la cortedad isquiosural sobre el plano sagital del raquis en adultos. Tesis doctoral. Murcia: Universidad de Murcia; 2005.

Mayorga-Vega D, Merino-Marban R, García-Romero JC. Validez del test sit- and-reach con flexión plantar en niños de 10-12 años. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte* 2015; 15(58):577-591.

Mayorga-Vega D, Merino-Marban R, Viciano J. Criterion-Related Validity of Sit-And-Reach Test for Estimating Hamstring and Lumbar Extensibility: a Meta-Analysis. *Journal of Sport Science & Medicine*. 2014: 13(1):1-14

McCarthy JJ, Betz RR. The relationship between tight hamstrings and lumbar hypolordosis in children with cerebral palsy. *Spine*. 2000; 25 (2): 211-213.

Mesa M. Diagnóstico diferencial del síndrome de isquiosurales cortos [comunicación oral]. I Jornada de actualización del Centro de Medicina del Deporte "Síndrome de Acortamiento de la Musculatura Isquiosural". Murcia, 9 de mayo, 1992.

Mierau D, Cassidy JD, Yong-Hing K. Low-Back Pain and Straight Leg Raising in Children and Adolescents Spine. 1989; 14(5):526-528.

Mikkelsson LO, Nupponen H, Kaprio J, Kautiainen H, Mikkelsson M, Kujala UM. 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. Br J Sports Med 2006;40: 107-13.

Minkler S, Patterson P. The validity of the modified sit-and-reach test in collage-age students. Research Quarterly for Exercise & Sport. 1994; 65:189-192.

Mistry G, Vyas N, Sheth M. Comparison of hamstrings flexibility in subjects with chronic low back pain versus normal individuals. J Clin Exp Res. 2014;2(1):85.

Nourbakhsh MR, Arab AM. Relationship between mechanical factors and incidence of low back pain. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*. 2002;32, 447-460.

Opar MDA, Williams MD, Shield AJ. Hamstring strain injuries: factors that lead to injury and re-injury. Sports Med. 2012;42(3):209–226.

Patil S, White L, Jones A, Hui AC. Idiopathic anterior knee pain in the young. A prospective controlled trial. Acta Orthop Belg. 2010; 76(3):356-359.

Palmer ML, Epler ME. Fundamentos de las técnicas de la evaluación musculoesquelética. Barcelona: 2002.

Peña WA. Educación Física y Salud: Programa para la mejora del raquis en el plano sagital y la extensibilidad Isquiosural en Secundaria y Bachillerato [tesis doctoral]. Murcia: Universidad de Murcia; 2010.

Perret C, Poiraudreau S, Fermanian J, Colau MM, Benhamou MA, Revel M. Validity, reliability, and responsiveness of the fingertip-to-floor test. Arch Phys Med Rehabil. 2001; 82:1566-70.

Phalen GS. Syndrome of Spondylolisthesis and Tight hamstrings. In Proceedings of the Association of Bone and Joint Surgeons. J Bone and Joint Surg. 1956; 38: 946-958.

Phalen GS, Dickson JA. Spondylolisthesis and Tight hamstrings. J Bone and Joint Surg. 1961;43-A: 505-512.

Raftry SM, Marshall PW. Does a 'tight' hamstring predict low back pain reporting during prolonged standing? J Electromyogr Kinesiol. 2012; 22:407-11.

Reis FJJ, Macedo AR. Influence of Hamstring Tightness in Pelvic, Lumbar and Trunk Range of Motion in Low Back Pain and Asymptomatic Volunteers during Forward Bending. *Asian Spine J*. 2015; 9(4):535-540.

Rodríguez PL. Educación Física y salud del escolar: Programa para la mejora de la extensibilidad isquiosural y del raquis en el plano sagital [Tesis Doctoral]. Granada: Universidad de Granada; 1998.

Rose MJ. The statistical analysis of the intra-observer repeatability of four clinical measurement techniques. *Physiother.* 1991; 77:89-91.

Sadler SG, Spink MJ, Ho A, De Jonge XJ, Chuter VH. Restriction in lateral bending range of motion, lumbar lordosis, and hamstring flexibility predicts the development of low back pain: A systematic review of prospective cohort studies. *BMC Musculoskeletal Disorders* 2017; 18: 179.

Sainz de Baranda P. Educación Física, Salud y Actividad Extraescolar: Programa para la mejora del raquis en el plano sagital y extensibilidad isquiosural en Enseñanza Primaria [tesis doctoral]. Murcia: Universidad de Murcia; 2002

Sainz de Baranda P, Ayala F. Chronic flexibility improvement after 12 week stretching program utilizing the ACSM recommendations: hamstring flexibility. *International Journal of Sports Medicine.* 2010; 31:1-8.

Sainz de Baranda P, Cejudo A, Ayala F. Fiabilidad absoluta del test de elevación de la pierna recta en jugadores de fútbol sala. *Cronos*, 2012: XI (II), 54-60.

Sainz de Baranda P, Ayala F, Cejudo A, Santonja F. Descripción y análisis de la utilidad de las pruebas Sit-And-Reach para la estimación de la flexibilidad de la musculatura isquiosural. *Revista Española de Educación Física y Deportes.* 2012; 393: 119-133.

Sainz de Baranda P, Cejudo A, Ayala F, Santonja F. Perfil óptimo de flexibilidad del miembro inferior en jugadores de fútbol sala. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y del Deporte.* 2015;15(60):647-662.

Sainz de Baranda P, Cejudo A, Moreno-Alcaraz VJ, Martínez-Romero MT, Aparicio-Sarmiento A, Santonja-Medina F. Sagittal spinal morphotype assessment in 8 to 15 years old Inline Hockey players. *PeerJ.* 2020; 8:e8229 <https://doi.org/10.7717/peerj.8229>

Sainz de Baranda P, Rodríguez-Iniesta M, Ayala F, Santonja F, Cejudo A. Determination of the criterion-related validity of hip joint angle test for estimating hamstring flexibility using a contemporary statistical approach. *Clinical Journal of Sport Medicine.* 2014;24(4):320-5.

Santonja F. Alteraciones axiales sagitales del raquis. Estudio de la población deportista universitaria de Murcia. Escuela Profesional de Medicina de la Educación Física y el Deporte [Trabajo fin de especialidad]. Universidad Complutense de Madrid. 1990

Santonja F, Martínez I. Síndrome de Acortamiento de la Musculatura Isquiosural. En: Santonja F, Martínez I. Valoración Médico-Deportiva del Escolar. Murcia: Universidad de Murcia, 1992; 245-258.

Santonja F, Genovés JL. Radiología. Consideraciones en Ortopedia. En: Santonja F, Martínez I. Valoración Médico-Deportiva del Escolar. Murcia: Universidad de Murcia, 1992; 279-302.

Santonja F. Exploración de la cadera y de la extensibilidad de la musculatura isquiosural. D.L: MU 2063-2010.

Santonja Medina F. Exploración clínica y radiográfica del raquis sagital. Sus correlaciones. Premio SOMUCOT-1991. ISBN: 84-7684-439-5. Murcia: Secretariado de Publicaciones e Intercambio Científico. Universidad de Murcia, 1993.

Santonja F. Isquiogoniómetro para la medida de la amplitud deflexión de la cadera. Solicitud Patente Española N°: P9.400.069. Enero 1994.

Santonja Medina F, Andújar Ortuño P, Martínez González I. Ángulo lumbo- horizontal y valoración de repercusiones del Síndrome de Isquiosurales Cortos. Apunts. 1994;21: 103-111.

Santonja-Medina F, Collazo M, Martínez-Romero MT, Rodríguez-Ferrán O, Aparicio-Sarmiento A, Cejudo A, Andújar P, Sainz de Baranda P. Classification System of the Sagittal Integral Morphotype in Children from the ISQUIOS Programme (Spain). Int. J. Environ. Res. Public Health 2020, 17. In Press.

Santonja F, Ferrer V, Martínez I. Exploración clínica del síndrome de isquiosurales cortos. Selección, 1995;4,81-91.

Santonja F, Ferrer V, Martínez I. Exploración radiográfica ante la cortedad isquiosural. Selección, 1995; 4(3): 137-145.

Santonja F, Frutos E. Síndrome de Isquiosurales Cortos: Proyección Radiográfica. Rol 1994; 17(190): 59-63.

Santonja F, Pastor A. Cortedad isquiosural y actitud cifótica lumbar. Selección. 2003;12(3):150-154.

Santonja F, Pastor A. Cifosis y lordosis. En: Cirugía menor y procedimientos en medicina de familia. 2006; 232 (22):1049-61.

Santonja F, Rodríguez PL. Repercusiones posturales con los estiramientos en flexión de tronco y las pruebas de distancia dedos- planta y distancia dedos-suelo. APUNTS Educación Física y Deportes. 2001; 65:64-71.

Santonja, F, Saínez de Baranda P, Rodríguez PL, López PA, Canteras M. Effects of frequency of static stretching on straight-leg raise in elementary school children. Journal of Sports Medicine and Physical Fitness, 2007; 47(3):304-308.

Sanz-Mengíbar JM, Saínez de Baranda P, Santonja-Medina F. Training intensity and sagittal curvature of the spine in male and female artistic gymnasts. The Journal of sports medicine and physical fitness. 2018; 58(4):465-471.

Sato M, Mase Y, Sairyō K. Active stretching for lower extremity muscle tightness in pediatric patients with lumbar spondylolysis. The Journal of Medical Investigation. 2017;64(1.2):136-139. doi:10.2152/jmi.64.136.

Schuback B, Hooper L, Salisbury L. A comparasion of a self- stretch incorporating proprioceptive neuromuscular facilitation components and a therapist-applied PNF technique on ham- string flexibility. Physiotherapy 2004; 90:151–7.

Sjolie AN. Access to pedestrian roads, daily activities, and physical performance of adolescents. Spine 2000; 25(15): 1965-1972.

Somhegyi A, Ratko, I. Hamstring tightness and Scheuermann's disease. American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation. 1993; 72(1):44-50.

- Sporis G, Vucetic V, Jovanovic M, Jukic I, Omrcen D. Reliability and factorial validity of flexibility tests for team sports. *J Strength Cond Res.* 2011;25(4):1168-1176.
- Standaert CJ, Herring SA. Spondylolysis: a critical review. *Brit J Sport Med.* 2000; 34:415-422.
- Stokes IAF, Aberly IM. Influence of the hamstring muscles of lumbar spine curvature in sitting. *Spine.* 1980; 5:525-528
- Takata K, Takahashy K. Hamstring tightness and sciatica in young patients with disc herniation. *J Bone Joint Surg.* 1994; 76-B(2): 220-224.
- Troup JD, Hood CA, Chapman AE. Measurements of the sagittal mobility of the lumbar spine and hips. Part B. *Ann Phys Med.* 1968; 9:308-21.
- Tully EA, Stillman BC. Computer-aided video analysis of vertebrofemoral motion during toe touching in healthy subjects. *Arch Phys Med Rehabil* 1997; 78:759-66.
- Youdas J, Krause D, Hollman J, Harsen W, Laskowski E. The influence of gender and age on hamstring muscle length in healthy adults. *J Orthop Sports Phys Ther* 2005; 35:246–52.
- Van Roy P, Hebbelinck M, Borms J. Introduction d'un goniomètre standard modifié avec la graduation et la branche pivotante montées sur un chariot déplaçable. *Annales de Kinésithérapie,* 1985; 12(5); 255-9.
- Vincent J. *Statistics in kinesiology.* Champaign, IL: Human Kinetics Books; 1994.
- Wells KF, Dillon EK. The sit-and-reach. A test of back and leg flexibility. *Research Quarterly.* 1952; 23:115-118.
- Wehrenberg WB, Costello M. Clinical evaluation of the BackMate lower lumbar rehabilitation system: results of a preliminary study. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1993;17(4):185-90.
- Wiltse LL, Winter RB. Terminology and measurement of spondylolisthesis. *J Bone Joint Surg,* 1983; 65-A:768.
- Witvrouw E, Bellemans J, Lysens R, Danneels L, Cambier D. Intrinsic risk factors for the development of patellar tendinitis in an athletic population. A two-year prospective study. *American Journal of Sports Medicine.* 2001; 29:190-195.
- Witvrouw E, Lysens R, Bellemans J, Cambier D, Vanderstraeten G. Intrinsic risk factors for the development of anterior knee pain in an athletic population. A two-year prospective study. *American Journal of Sports Medicine.* 2000; 28:480-489.
- Ylinen JJ, Kautiainen HJ, Häkkinen AH. Comparison of active, manual, and instrumental straight leg raise in measuring hamstring extensibility. *J Strength Cond Res.* 2010;24(4):972-7.
- Youdas JW, Krause DA, Hollman JH, Harmsen WS, Laskowski E. The Influence of Gender and Age on Hamstring Muscle Length in Healthy Adults. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2005; 35:246-252.

Zawadka M, Skublewska-Paszowska M, Gawda P, Lukasik E, Smolka J, Jablonski M. What factors can affect lumbopelvic flexion-extension motion in the sagittal plane?: A literature review. *Hum Mov Sci.* 2018; 58:205-218.

Zhu Q, Gu R, Yang X, Lin Y, Gao Z, Tanaka Y. Adolescent Lumbar Disc Herniation and Hamstring Tightness. Review of 16 Cases. *Spine* 2006; 31(16): 1810–1814.

ANEXOS

ANEXOS

Plantilla estudio EPR sin y con LumboSant-2

ESTUDIO EPR SIN Y CON LUMBOSANT-2



- MEDIDAS CLÍNICAS -

Datos personales					
Nombre				Talla	Peso
Edad		Sexo (Hombre o Mujer)		IMC	
¿Problema de espalda/dismetría diagnosticado?:					
¿Prácticas deporte?	¿Cuál?		Intensidad (horas por semana)		

Bipedestación						
Dorsal		Lumbar		S-V		Autocorrección

Decúbito supino					
EPR CLÁSICO		EPR LUMBOSANT 1		EPR LUMBOSANT 2.0	

Flexión		Sedestación		DDP	
Dorsal		Dorsal		DDP	
Lumbar		Lumbar		Dorsal fx	
L-V		L-H		Lumbar fx	
Adams				L-Hfx	

