



UCAM

UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE MURCIA

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

Departamento de ciencias de la salud

TESIS DOCTORAL

**Estudio del Síndrome de Isquiosurales Cortos
(SIC) en escolares y la influencia de un programa
de ejercicios de estiramiento.**

Autor: D. Diego Albaladejo Monreal

Directores: Dra. D^a Isabel María Hidalgo García

Dr. D. Juan Vicente Lozano Guadalajara

Murcia, Junio de 2015



UCAM
UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE MURCIA

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

Departamento de ciencias de la salud

TESIS DOCTORAL

**Estudio del Síndrome de Isquiosurales Cortos
(SIC) en escolares y la influencia de un programa
de ejercicios de estiramiento.**

Autor: D. Diego Albaladejo Monreal

Directores: Dra. D^a Isabel María Hidalgo García

Dr. D. Juan Vicente Lozano Guadalajara

Murcia, Junio de 2015

La Dra. D^a. Isabel María Hidalgo García y el Dr. D. Juan Vicente Lozano Guadalajara como Directores de la Tesis Doctoral titulada “Estudio del Síndrome de Isquiosurales cortos (SIC) en escolares y la influencia de un programa de ejercicios de estiramiento” realizada por D. Diego Albaladejo Monreal en el Departamento de Ciencias de la Salud y la Actividad Física y el Deporte de la UCAM, **autorizan su presentación a trámite** dado que reúne las condiciones necesarias para su defensa.

Lo que firmo, para dar cumplimiento a los Reales Decretos 99/2011, 1393/2007, 56/2005 y 778/98, en Murcia a 15 de junio de 2015.

Dra. D^a Isabel María Hidalgo García

Dr. D. Juan Vicente Lozano Guadalajara

A mis padres, en el recuerdo.

A mis hijos Nuria, Juan y Diego.

A mis nietos, Pablo y Sergio.

A María Luisa.

A todos ellos por ser un estímulo para lograr esta ilusión.

AGRADECIMIENTOS

A la Dra. D^a Isabel María Hidalgo García y al Dr. D. Juan Vicente Lozano Guadalajara, mis directores. Por inculcarme sus conocimientos, sus consejos, su dedicación, su asesoramiento y su paciencia y en especial por dedicarme su tiempo.

A la Dras.: Sara Ramos López, Clara Gómez García, Lorena Sánchez Andújar y Marta Comesaña López. Integrantes del equipo de evaluación.

A la Universidad Católica San Antonio de Murcia, por darme la posibilidad de crecer en mis conocimientos académicos.

Al Prof. Dr. D. Andrés Martínez-Almagro Andreo, por permitirme y dirigirme en la obtención de las preparaciones de disección anatómica.

Al Prof. Dr. D. Manuel Canteras Jordana, por su inestimable colaboración en el estudio estadístico.

Al Prof. Dr. D. José Ríos Díaz, por su predisposición y contribución en el trabajo estadístico.

Al Dr. D. Enrique Aguinaga Ontoso, por su orientación y aportación en la búsqueda bibliográfica.

Al Prof. Dr. D. Javier Meroño, por su inestimable colaboración y asesoramiento en la elaboración de este trabajo.

A D. Juan Mármol Castillo y a D. Antonio Serrano, por su inestimable colaboración.

A los Directores y profesores de Educación Física de los centros escolares: CP. La Flota, CP. Luís Costa, CP. Arboleda y CP. San Félix, donde se ha realizado el estudio.

A los Padres y alumnos, por su colaboración en este estudio.

A Fina, mi ayudante en las tareas clínicas asistenciales.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Resumen.....	1
1.2 Producción Científica.....	4
2. MARCO TEÓRICO.....	7
2.1 Recuerdo histológico y funcional del tejido muscular.....	7
2.2 Composición del músculo.....	8
2.3 El tejido conectivo: sus componentes y características.....	10
2.4 Elasticidad muscular.....	12
2.5 La flexibilidad.....	14
2.6 Estiramiento muscular.....	15
2.6.1 Principios neurofisiológicos.....	16
2.6.2 Técnicas de estiramiento.....	17
2.6.3 Tiempo de aplicación del estiramiento.....	24
2.7 Desarrollo morfológico del sistema músculo-esquelético en el niño.....	25
2.8.1 Anatomía.....	27
2.9 Biomecánica de la función motora de la musculatura isquiosural.....	33
2.10 Exploración de la musculatura isquiosural.....	35
2.10.1 Test de valoración longitudinal.....	35
2.10.1.1 Test Dedos manos-dedos pies-suelo (DD-S).....	36
2.10.1.3 Test V Sit-and-Reach (VSR).....	38

2.10.1.4 Test Sit-and-Reach unilateral derecho e izquierdo (SRUD),39	
2.10.1.5 Test Back-saber Sit-and-Reach (BSI, BSD).	40
2.10.2 Test de valoración angular.	42
2.10.2.1 Test de elevación de la pierna recta (EPR).	42
2.10.2.2 Test del ángulo poplíteo (ÂPOP)	45
2.10.2.3 Test del ángulo lumbohorizontal en flexión (LHFx).....	48
2.11 Síndrome de isquiosurales cortos (SIC).	50
2.11.1 Etiología.	50
2.11.2 Definición.	50
2.11.3 Datos epidemiológicos.	52
2.11.4 Clasificación del SIC.	53
2.12 Repercusiones clínicas del SIC.	54
2.13 Diagnóstico diferencial.	56
2.14 Concepto, bases y fundamentos de la cinesiterapia.	57
2.15 Terapia Reequilibradora del Aparato Locomotor (TRAL).	59
2.16 Las cadenas cinéticas musculares y el TRAL.	61
2.17.1 Ejercicio TRAL para el SIC.	65
2.17.2 Otros ejercicios de estiramiento para el SIC.	67
2.18 La escuela y la salud. Modelo de prevención y promoción.	71
3. JUSTIFICACIÓN, HIPÓTESIS Y OBJETIVOS.	75

4. MATERIAL Y MÉTODOS.....	77
4.1 Población de estudio.	77
4.2 Tipo de diseño.....	78
4.3 Método de recogida de datos.....	79
4.4 Material.	80
4.5 Protocolo de recogida de datos.....	84
4.6 Intervención.....	87
4.7 Ejercicios para la intervención.	87
4.8 Variables.	92
4.9 Análisis estadístico.	92
5. RESULTADOS.....	93
5.1 Tasa de participación.	93
5.2 Análisis descriptivo.....	93
5.2.1 Distribución de colegios y aulas.....	94
5.2.2 Resultados de las características de la población.....	95
5.2.3. Actividad física extraescolar.....	101
5.2.4 Test EPR.....	102
5.2.5 Test ÂPOP.	105
5.2.6 Test DD-S.....	108
5.2.7 Test LHFx.	110

5.2.8 Propuesta de gradación de la afectación del SIC.	113
5.3 Resultados intergrupales.	116
5.3.1 Talla y peso intergrupales.	118
5.3.2 Test EPR.	120
5.3.3 Test ÂPOP.	122
5.3.4 Test DD-S.	125
5.3.5 Test LHFx.	127
5.3.6 Grado SIC.	129
5.4 Relaciones entre variables.	132
5.4.1. Relación del sexo con los test y el SIC.	132
5.4.2 Relación entre el índice nutricional con los test y el SIC.	133
5.4.3 Correlaciones entre test.	133
5.5 Eficacia de la intervención.	134
6. DISCUSIÓN.	137
6.1 Diseño.	138
6.2 Edad, talla, IMC e IN.	138
6.3 Actividad Física.	139
6.4 Test de valoración de la extensibilidad isquiosural.	140
6.4.1 Test EPR.	141
6.4.2 Test ÂPOP.	143

6.4.3 Test DD-S.....	145
6.4.4 Test LHFx.....	146
6.5 Grado SIC mediante la combinación de test.....	147
7. CONCLUSIONES.....	149
8. BIBLIOGRAFÍA.....	151
World Health Organizacion 2007.....	161
6. ANEXOS.....	163
Anexo I. Documento de información a Padres/Tutores legales.....	164
Anexo II. Documento de consentimiento informado.....	169
Anexo III. Cuaderno de recogida de datos (CRD).....	170
Anexo IV. Dictamen favorable del CEIC.....	171
Anexo V. Autorización de la Consejería de Educación, Formación y Empleo.....	172

LISTADO DE ABREVIATURAS:

AAB. Aumento absoluto de beneficio.

ÂPOP. Test del ángulo poplíteo.

ÂPOPD. Test del ángulo poplíteo derecho.

ÂPOPI. Test del ángulo poplíteo izquierdo.

BF. Biceps femoral.

BSD. Test Back-saber-Sit-and-Reach derecho.

BSI. Test Back-saber-Sit-and-Reach izquierdo.

BFLH. Músculo Bíceps femoral porción larga

BFSH. Músculo Bíceps femoral porción corta.

CEIC. Comité de ensayos e investigaciones clínicas.

CCI. Coeficiente de correlación intraclase.

CRD. Cuaderno de recogida de datos.

CCC. Cadena cinética cerrada.

CCA. Cadena cinética abierta.

CCM. Cadena cinética mixta.

CNT. Cinesiterapia.

CP. Colegio público.

DD-S. Test distancia dedos-suelo.

DD-P. Test distancia dedos-pie.

EAP. Equipo de Atención Primaria

EEII. Extremidades inferiores.

EPR. Test de elevación pierna recta.

EPRd. Test elevación pierna recta derecha.

EPRi. Test elevación pierna recta izquierda.

FNP. Facilitación neuromuscular propioceptiva.

GC. Grupo control.

GI. Grupo intervención.

HNM. Huso neuromuscular.

IMC. Índice de masa corporal.

Ji². Ji-cuadrado de Pearson.

LHFx. Test Ángulo lumbohorizontal en flexión.

NNT. Número de sujetos necesario a tratar

OTG. Órgano tendinoso de Golgi.

RAR. Reducción absoluta de riesgo.

ROM. Rango de movimiento articular.

SIC. Síndrome de Isquiosurales cortos.

SM. Músculo semimembranoso.

SMS. Servicio Murciano de Salud.

SNC. Sistema Nervioso Central.

SR. Test Sit-and-Reach o test DD-P.

SRUD. Test Sit-and-Reach unilateral derecho.

SRUI. Test Sit-and-Reach-unilateral izquierdo.

ST. Músculo semitendinoso.

TRAL. Terapia re-equilibradora del aparato locomotor.

TT. Test Toe-Touch o test DD-S

VSR. Test V Sit-and-Reach.

LISTADO DE FIGURAS:	pagina
1. Componentes del músculo.....	9
2. Cardado de fibras musculares	11
3. Curva elongación/tensión.....	18
4. Grafica de la curva de crecimiento.....	26
5. Disección del plano superficial posterior del muslo	28
6. Disección del músculo BF y sus dos vientres (BFLH y BFS.....)	29
7. Disección de los músculos SM y ST.....	31
8. Test dedos-suelo o Toe-Touch.....	36
9. Test Sit-and-reach (SR) o Test DD-P.....	38
10. Test V Sit-and-Reach (VSR).....	39
11. Test Sit-and-Reach unilateral derecho (SRUD).....	40
12. Test Back-saber Sit-and-Reach derecho (BSD).....	41
13. Test Elevación pierna recta (EPR).....	43
14. Corrector de inversión de lordosis lumbar (fulcro).....	44
15. Test ÂPOP. Medición del ángulo poplíteo femoro-tibial.....	46
16. Valoración del ángulo lumbo horizontal en flexión activa.....	48
17. Repercusiones del SIC en sedentación y bipedestación.....	55
18. Consecuencias del acortamiento de los isquiosurales.....	56
19. Cadenas musculares posterior y anterior.....	64
20. Ejercicio 1 TRAL. Posición inicial y final.....	66
21. Ejercicio 1 TRAL (variante con apoyo en banco).	66
22. Ejercicio 2 Estiramiento unilateral estático-activo.....	67
23. Ejercicio 3. Estiramiento isquiosural estático-activo.....	68
24. Ejercicio 4. Estiramiento isquiosural (inicio, balanceo y final.....)	69

25.	Ejercicio nº 5.....	70
26.	Ejercicio nº 6.....	70
27.	Ejercicio nº 7. Inicio y final.....	71
28.	Esquema del diseño del estudio.....	78
29.	Bascula de peso.....	81
30.	Tallimetro (detalle).....	81
31.	Cajón de Wells y Dillon (1952).....	81
32.	Mesa de exploración portátil.....	82
33.	Cinchas para fijación.....	82
34.	Fulcro corrector para lordosis lumbar.....	82
35.	Goniómetros. Brazos telescópicos y modelo convencional.....	83
36.	Goniómetro para el Test LHFx.....	83
37.	Estiramiento musculatura isquiosural en CCA.....	88
38.	Ejercicio de estiramiento en CCA, del ángulo poplíteo.....	89
39.	Ejercicio en CCC. Posición de inicio, Posición final.....	90

LISTADO DE TABLAS:	pagina
1. Clasificación del test EPR, según autores.....	45
2. Valores de referencia para los test: EPR, ÂPOP, DD-S y LHFx.....	49
3. Concordancia interobservadores. Coeficientes de correlación Intraclase (CCI). Intervalo de confianza (IC) y nivel de significación.....	79
4. Escala de Landis y Koch para clasificar el CCI.....	80
5. Definición y valores de las variables del estudio.....	91
6. Edad media (en años decimales) de los sujetos	95
7. Valores de la talla en cada uno de los momentos del estudio.....	96
8. Talla de los sujetos a lo largo de todo el estudio.....	97
9. Peso medio de los sujetos en cada momento del estudio.....	99
10. Valor del IMC de los sujetos en cada momento del estudio.....	100
11. Valores del índice nutricional según percentil del IMC.....	100
12. Valores de las diferencias de la media del test EPR entre momentos del estudio para toda la población.....	103
13. Grado de afectación del Test EPR.....	104
14. Valores de las diferencias de la media del test ÂPOP entre momentos del estudio para toda la población.....	106
15. Clasificación del grado de afectación del Test ÂPOP.....	106
16. Valores de las diferencias de la media del test DD-S entre momentos del estudio para toda la población.....	109
17. Clasificación del grado de afectación del test DD-S.....	109
18. Valores de las diferencias de la media del test LHFx entre momentos del estudio para toda la población.....	111
19. Clasificación del test LHFx, según el grado de afectación.....	112

20.	Combinación de los resultados de los test para clasificar el grado SIC.....	114
21.	Frecuencias y proporciones del grado SIC en toda la población a lo largo de todo el estudio.....	115
22.	Población del estudio. Colegios. Aulas (Grupos de intervención /control).....	116
23.	Comparación de valores para variables GI y GC.....	118
24.	Valores de las diferencias de la media del test EPR entre momentos del estudio para GI y GC.....	121
25.	Valores de las diferencias de la media del test ÂPOP entre momentos del estudio para GI y GC.....	124
26.	Valores de las diferencias de la media del test DD-S entre momentos del estudio para GI y GC.....	126
27.	Valores de las diferencias de la media del test LHFx entre momentos del estudio para GI y GC.....	128
28.	Frecuencias y proporciones del grado de SIC en GI y GC en los cuatro momentos del estudio.....	130
29.	Eficacia de la intervención en cada test y en el SIC.....	135

LISTADO DE GRAFICAS.**pagina**

1.	Número de participantes por colegios.....	94
2.	Evolución de la edad desde el inicio al final del estudio de todos los sujetos participantes.....	95
3.	Distribución del sexo de los sujetos del estudio.....	96
4.	Talla media (m) en cada momento del estudio.....	98
5.	Distribución de las tallas por intervalos en cada momento del estudio.....	98
6.	Evolución del peso medio en cada momento del estudio.....	99
7.	Distribución de los índices nutricionales en todos los momentos del estudio.....	101
8.	Distribución de la práctica de actividad física de los sujetos del estudio.....	101
9.	Representación de la proporción de varones y mujeres entre los sujetos que realizan actividad física extraescolar o no.....	102
10.	Evolución de la media del test EPR de EEII derecha e izquierda a lo largo del estudio.....	103
11.	Distribución porcentual en cada momento del estudio y EEII derecha e izquierda del grado de afectación del test EPR.....	104
12.	Evolución de los valores medios del test ÂPOP a lo largo del estudio.....	105
13.	Distribución porcentual del grado de afectación del test ÂPOP en ambas EEII en toda la población a lo largo del estudio.....	107
14.	Evolución de los valores medios del test DD-s en todos los momentos del estudio.....	108
15.	Distribución porcentual del test DD-S en todos los momentos del estudio según el grado de afectación.....	110

16.	Evolución de la media del test LHFx en todos los momentos del estudio.....	111
17.	Distribución porcentual del test LHFx en todos los momentos del estudio según el grado de afectación.....	112
18.	Distribución porcentual del SIC, de toda la población en los cuatro momentos del estudio.....	115
19.	Número de participantes por colegios y grupos de intervención y control.....	117
20.	Evolución de la talla media en el GC y GI.....	119
21.	Evolución del peso medio para el GC y GI.....	119
22.	Evolución del test EPRd en GC y GI durante el estudio.....	121
23.	Histograma del grado de afectación del Test EPR en los momentos inicial y final de los GI y GC.....	122
24.	Evolución del valor medio del test ÂPOPd en todos los momentos del estudio.....	123
25.	Histograma del grado de afectación del Test ÂPOP en los momentos inicial y final de los GI y GC.....	124
26.	Evolución del promedio del test DD-S.....	126
27.	Histograma del grado de afectación del Test DD-S en los momentos inicial y final de GI y GC.....	127
28.	Evolución de las medias del test LHFx en el GI y GC.....	128
29.	Proporciones del grado de afectación en el test LHFx en los GI y GC al inicio y final del estudio.....	129
30.	Diagrama de barras de la distribución porcentual del grado SIC de los GI y GC durante todo el estudio.....	130
31.	Distribución de los grados SIC en los grupos en los momentos inicial y final del estudio. Niveles de significación de las comparaciones.....	132

1. INTRODUCCIÓN.

1.1 Resumen.

El Síndrome de isquiosurales cortos (SIC) es una entidad nosológica caracterizada por el acortamiento de la musculatura de la cara dorsal del muslo que determina una repercusión en el equilibrio pélvico y en la actitud postural de la columna vertebral.

El déficit de extensibilidad de la musculatura isquiosural es una alteración músculo-esquelética con una alta prevalencia en la población general. Se inicia en la infancia (periodo prepuberal) y puede tener consecuencias irreversibles sobre la pelvis y la columna vertebral en el adulto, si no se actúa precozmente. El SIC se ha relacionado con algias vertebrales en la infancia y adolescencia, patología discal (protusiones y hernias discales) en adultos jóvenes, deformidades de la columna vertebral (cifosis) y patología lumbar crónica en el adulto.

Por otra parte, hay que considerar que en un proceso de estiramiento muscular, no solo se someten a elongación las estructuras músculo-tendinosas, sino también el sistema nervioso periférico que posee esta propiedad dinámica. Razón por la que en el estudio hemos incluido ejercicios de estiramiento neuromuscular basados en el concepto de Terapia Reequilibradora del Aparato Locomotor (TRAL) junto a ejercicios de estiramiento convencionales.

Después de la revisión bibliográfica sobre el SIC, se han encontrado numerosos estudios que utilizando intervenciones de ejercicios de estiramiento en adolescentes y adultos (deportistas) se lograban discretas mejorías. No hemos localizado estudios realizados en escolares, en su medio, con intervenciones comparadas con grupo control y con un programa de ejercicios de estiramiento (convencional y específico basado en el TRAL). A partir de ahí nuestra idea era que si iniciábamos ejercicios de estiramiento precozmente en niños de 8 años, en su medio, impartidos por su profesor, al que conocen, ofrecía ventajas sobre lo ya hecho y además, comparando los resultados con individuos en las mismas condiciones, grupo control, podríamos conocer si existía mejora y cuantificarla.

Nuestra hipótesis: Aplicar un programa de ejercicios para el estiramiento de la musculatura isquiosural, añadido a la actividad física reglada, en escolares de 8 años y a lo largo de dos cursos, mejora la elasticidad de la musculatura, medida por los test de extensibilidad, disminuye la prevalencia del síndrome de isquiosurales cortos (SIC) y disminuye el grado de afectación comparado con un grupo control.

Se realiza un estudio con intervención en una cohorte de escolares de nuestra área de salud: niños escolarizados de tercer curso de primaria (2º ciclo, con 8 años de edad) con un seguimiento de dos años en cuatro colegios (117 niños en total). En una de las aulas se realiza la intervención de ejercicios físicos facilitadores del alargamiento de los músculos isquiosurales dentro de su actividad de educación física. En la otra, grupo control, recibe su programa completo escolar preestablecido. Tanto la aleatorización de los grupos como las medidas a realizar se han mantenido ocultas al investigador.

Tras haber evaluado en la literatura el acortamiento de los músculos isquiosurales y su relación con manifestación de lumbalgias y otras patologías de la columna vertebral, hemos echado en falta estudios que reorientaran la actividad física escolar de este grupo vulnerable. Tampoco hemos localizado estudios de población general para identificar la edad de inicio del SIC, buscar estrategias efectivas y actuar de manera oportuna para reducir los factores de riesgo importantes con la intención de compararla con el grupo control.

Otro punto importante es que en la situación actual los estudios no se abordan en el lugar donde se desarrolla la actividad normal, ni en la escuela ni en la Atención Primaria de Salud.

Este estudio nos ha permitido conocer la prevalencia del SIC, así como, si los ejercicios que se han realizado son útiles para mejorar la elasticidad de la musculatura isquiosural y en la disminución de la prevalencia del SIC al final del estudio.

Es necesaria una mejora de la relación Centro Salud con el medio escolar y en la forma de intervención activa sobre entidades prevalentes como el SIC, no patológicas pero con repercusiones morfológicas de alta prevalencia en edades posteriores, mediante la coordinación de Fisioterapia de Atención Primaria y docentes de E. Física. Todo ello dentro del marco de la puesta en marcha de actividades de Educación para la Salud en el medio escolar.

1.2 Producción Científica.

Datos del presente trabajo han sido presentados como comunicaciones en los siguientes congresos

- ESTUDIO DEL SÍNDROME DE ISQUIOSURALES CORTOS (SIC) EN ESCOLARES. MEJORÍA CON EJERCICIOS DE ESTIRAMIENTO MUSCULAR. Gómez-García C, Sánchez-Andújar L, Ramos-López S, Comesaña-López M, Albaladejo-Monreal D, Hidalgo-García IM. Grupo de investigación de SIC en la escuela. EAP Vistalegre-La flota. Murcia. XXXII Congreso de la Sociedad Española de Medicina Familiar y Comunitaria. 13,14 y 15 de junio 2012. Bilbao.

- PREVALENCIA DEL SÍNDROME DE ISQUIOSURALES CORTOS (SIC) EN UNA POBLACIÓN ESCOLAR. Comesaña-López M, Gómez-García C, Ramos-López S, Sánchez-Andújar L, Albaladejo-Monreal D, Hidalgo-García IM. Grupo de investigación de SIC en la escuela. EAP Vistalegre-La flota. Murcia. XXXII Congreso de la Sociedad Española de Medicina Familiar y Comunitaria. 13,14 y 15 de junio 2012. Bilbao.

- CONCORDANCIA INTEROBSEVADOR EN LOS TEST DEDIAGNOSTICO DEL SÍNDROME DE ISQUIOSURALES CORTOS (SIC). Gómez-García C, Sánchez-Andújar L, Ramos-López S, Comesaña-López M, Albaladejo-Monreal D, Hidalgo-García IM. XXX Congreso de la sociedad española de calidad asistencial SECA. 7- 9 noviembre 2012. Bilbao.

- MODIFICACIÓN DEL SÍNDROME DE ISQUIOSURALES CORTOS (SIC) TRAS UN PROGRAMA DE EJERCICIOS DE ESTIRAMIENTO EN LA ESCUELA. L Sánchez-Andújar, C Gómez-García, S Ramos-López, M Comesaña-López, D Albaladejo-Monreal, IM Hidalgo-García. CS Vistalegre-La Flota. MURCIA Grupo de investigación de SIC en la escuela. EAP

Vistalegre-La flota. Murcia. XXXIII Congreso SemFYC y IV Congreso subregional de península Ibérica de la región WONCA Iberoamericana-CIMF 6,7 y 8 junio 2013. Granada.

- PREVALENCE OF THE TIGHT HAMSTRING SYNDROME (THS) IN A SCHOOL POPULATION. L Sánchez-Andújar, C Gómez-García, S Ramos-López, M Comesaña-López, D Albaladejo-Monreal, IM Hidalgo-García. CS Vistalegre-La Flota. MURCIA. Congreso EULAR 2013. Madrid, 12 y 13 de junio 2013.

- MODIFICACIÓN DEL SÍNDROME DE ISQUIOSURALES CORTOS (SIC) DURANTE UN CURSO ESCOLAR TRAS UN PROGRAMA DE EJERCICIOS DE ESTIRAMIENTO EN LA ESCUELA. Albaladejo, D., Hidalgo, I. M., Amorós, P., Ferre, J. F., Martínez, J. A., Mesones, S. y Sánchez, S. Grupo de trabajo de SIC en la escuela. EAP Vistalegre-La flota. Congreso Europeo del Deporte en edad escolar. Lorca (Murcia) 20 y 22 de noviembre 2013.

2. MARCO TEÓRICO.

2.1 Recuerdo histológico y funcional del tejido muscular.

La contractilidad es una característica innata de las células, y es imprescindible para desarrollar las acciones esenciales que implican el movimiento, la fagocitosis, la propia división celular y otras más especializadas como el movimiento de los glóbulos blancos.

El mecanismo del movimiento celular está basado en la disposición organizada de proteínas en el citoplasma, que se enlazan mediante puentes intermoleculares que producen la contracción utilizando energía química.

Se reconocen tres tipos de tejido muscular:

- **Músculo esquelético.**
- **Músculo liso.**
- **Músculo cardiaco.**

El músculo esquelético tiene la capacidad de provocar el movimiento. El músculo voluntario estriado, denominado así por la disposición de las proteínas contráctiles que dan la apariencia en las preparaciones histológicas de estriaciones transversas, es el responsable del movimiento del sistema locomotor. A los músculos liso y cardiaco no nos vamos a referir por no ser de interés para este trabajo.

2.2 Composición del músculo. Estructura y función del músculo esquelético.

La musculatura esquelética presenta una gran diversidad en sus formas morfológicas, a pesar de ello tiene una única estructura elemental. Está compuesto por células contráctiles, que en diversos aspectos son iguales a cualquier otra célula del cuerpo. Como células especializadas en producir fuerza y movimiento sus componentes celulares están muy diferenciados: fibra muscular, multinucleadas largas y unidas las unas a las otras por tejido colágeno de soporte.

La célula del músculo estriado es una fibra cilíndrica con un diámetro y longitud variables. El grosor de la fibra muscular es importante porque determina la fuerza y el uso. La longitud depende de la estructura de cada músculo y tiene influencia sobre la velocidad de contracción y la distancia en su acortamiento en la contracción.

El soporte que rodea a la célula es una fina capa denominada **lámina basal**, su función fisiológica no está claramente definida, aunque si influye en la recuperación de la fibra en el caso de lesiones traumáticas. La lámina basal delimita los miotubos.

Otros elementos que componen la estructura muscular son: sarcolema, miofibrillas y sarcoplasma. El sarcolema es una membrana elástica y delgada. Las miofibrillas constituyen el elemento contráctil a nivel celular. El retículo sarcoplasmático o sarcoplasma constituye el sistema de provisión de combustible del músculo. Son estructuras que sostienen, controlan, regulan y estimulan el material contráctil propiamente dicho.

Una malla de tejido colágeno en forma de vaina, el **endomisio**, rodea a la fibra muscular y desempeña unas funciones en las propiedades mecánicas pasivas de la fibra.

La estructura arquitectónica de un músculo es de la siguiente forma, a partir de la unión de miofibrillas se forman los sarcómeros (unidad funcional de la contracción), la unión de centenares de miofibrillas y sarcómeros forman la fibra muscular. La unión de diversos paquetes de fibras se entrecruzan formando fascículos musculares, cada uno rodeado de una nueva capa de tejido colágeno denominado **perimisio** que es más robusto.

Finalmente, los grupos de fascículos se agrupan formando el propio músculo y está protegido por otra capa de tejido conjuntivo denominado **epimisio**. Los distintos músculos esqueléticos están relacionados por un tejido, también conjuntivo, las fascias aponeuróticas. (Figura 1).

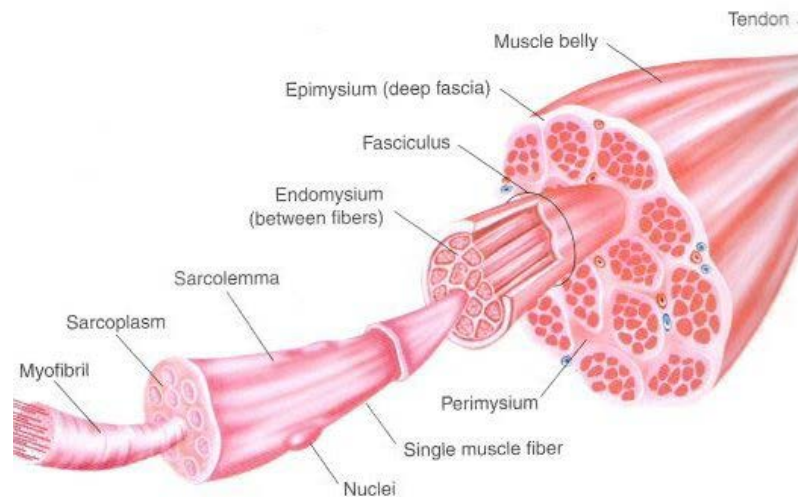


Figura 1. Componentes del músculo. (Tomado de Davies Ph. en Sport-fitness-advisor.com)

Desde el punto de vista histológico, la musculatura isquiosural, tiene una alta concentración de fibras tipo II, que se caracterizan por su alto potencial de fuerza y un desarrollo de ejercicios de alta intensidad, en paridad con otros músculos del muslo y de la pierna, esta es una particularidad de los músculos que se significan en actividades de acción rápida o fásica. Algunos autores, los cualifican como de musculatura sólida, donde prevalece una acción estática y con un alto porcentaje de tejido conectivo, lo que los hacen menos elásticos. La musculatura isquiosural tiene que ser discretamente rígida para cumplir con la función a la que está destinado.

2.3 El tejido conectivo: sus componentes y características.

El tejido conectivo está compuesto por fibras de colágeno, fibras elásticas y otras células en cantidades que varían según el músculo estudiado. También se denomina tejido de sostén puesto que representa la sujeción del esqueleto a otros tejidos y órganos, estructuralmente se constituye por células y por sustancias extracelulares denominadas matriz extracelular de tipo fibrilar y no fibrilar, que realizan diversas funciones: estructurales, intercambio metabólico, almacenaje, defensa y reparación (Martínez Vitorio PA 2004).

Desde el punto de vista embriológico, el tejido conectivo procede de la hoja blastodérmica, en concreto del mesodermo, y a partir de este, se diferencian tres familias; tejido conectivo, tejido cartilaginoso y tejido óseo. Este tejido conectivo o de sostén actúa como el límite que diferencia las unidades de las subunidades dentro del músculo.

Microfotografías electrónicas han demostrado la existencia de gran cantidad de tejido elástico en el sarcolema de la fibra muscular (Figura 2). De este modo el tejido elástico, desempeña un papel importante en la determinación de

la amplitud de la extensibilidad de las células musculares (Pedraza Mejías C 2008).

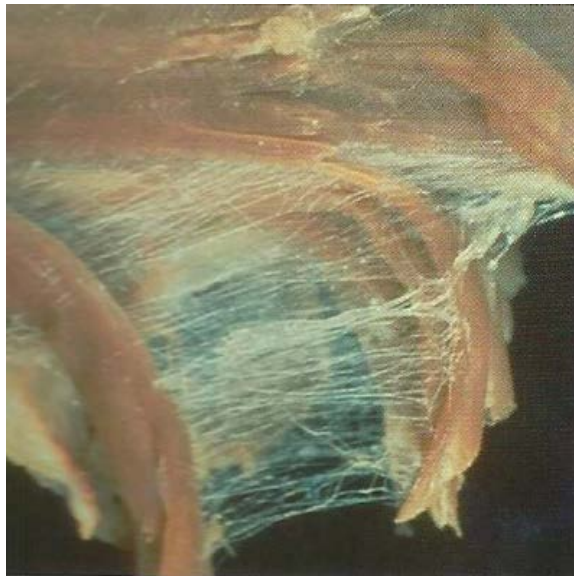


Figura 2. Cardado de fibras musculares que muestran la fascia endomisial que las rodea
Tomado de Myers T W (2009)

La matriz extracelular fibrilar está compuesta por:

- Colágeno: proteína fibrosa más importante del cuerpo humano, es el 25 % del componente proteico de los animales. Es parte estructural de órganos fuertes, flexibles y no elásticos que mantienen al tejido conectivo. Funcionalmente, el colágeno actúa fortaleciendo al tejido conectivo y le aporta movilidad y resistencia en las fuerzas de tracción longitudinal. Cuando predomina el tejido colágeno, prevalece la rigidez, la estabilidad, la resistencia a la elongación y la restricción de la amplitud del movimiento.
- Fibras reticulares: establecen unas redes que se ramifican y anastomosan, constituyendo el estroma fibrilar.

- Fibras elásticas: su composición, principalmente, es por fibras de elastina. Las fibras elásticas son homogéneas ópticamente y con gran capacidad retráctil. Desde la microscopía electrónica, cada fibra, da la impresión de una masa fusionada de fibras enroscadas como si tratara de un cordel. Al contrario de las fibras de colágeno que presentan una ausencia de estructura periódica. (Pedraza Mejías C. 2008). Entre sus características es la de ceder fácilmente a tracciones mínimas restableciendo su forma inicial cuando deja de ejercer la fuerza o tensión deformante.

Las propiedades mecánicas de la matriz extracelular fibrilar que intervienen en la movilidad y flexibilidad son:

- Elasticidad: lo que permite restablecer su longitud normal después de las tensiones de estiramiento.

- Viscoelasticidad: restablece, lentamente, tanto la longitud y las formas habituales después de la deformación. La elasticidad implica cambios de longitud o la deformación que son directamente proporcionales a las fuerzas aplicadas o cargas.

- Viscosidad: se caracteriza por ser tiempo dependiente, donde el porcentaje de deformación es directamente proporcional a la fuerza aplicada.

- Plasticidad: posibilita el cambio o deformación permanente después de la fuerza y tensión que se aplica (Martínez Vitorio PA 2004).

2.4 Elasticidad muscular.

En física, la elasticidad es la capacidad de un cuerpo de deformarse cuando se somete a fuerzas exteriores. La deformación es reversible, volviendo a su forma de origen natural, cuando dichas fuerzas exteriores cesan su acción.

Desde el punto de vista de la fisiología muscular, la elasticidad se define como la capacidad que tiene la fibra muscular de modificar su longitud en la contracción y recuperar su estado previo en la relajación. Este proceso depende sobre todo de la longitud de las fibras musculares; a mayor longitud, más amplio será el movimiento de contracción y distensión, posibilitando una mayor elasticidad muscular. Esta propiedad no mejora con los ejercicios de esfuerzo sino con los de estiramiento de las fibras musculares en los procesos de calentamiento, aumentando indirectamente la fuerza y la potencia.

La elasticidad muscular en los seres humanos no se altera de un modo homogéneo. La alteración puede ser reversible o irreversible dependiendo del cambio estructural de la propia fibra por los depósitos de sustancias minerales y por el aumento de la proporción de elementos no extensibles. Hay factores relacionados con vicios posturales, actividades de la vida diaria y especialmente con actividades laborales que desequilibran la fuerza y longitud muscular por sobreutilización de algunos músculos en detrimento de sus antagónicos.

Existen factores condicionantes de la elasticidad: edad, sexo, tono muscular, temperatura ambiental y corporal. Hoy en día, cobran importancia aspectos como el tejido muscular contráctil, el conectivo, el sistema neuromuscular, y dentro de éste: los reflejos miotático (de estiramiento) y miotático inverso provocados por receptores propioceptivos, husos neuromusculares (HNM) y los órganos tendinosos de Golgi (OTG) y factores mecánicos dependientes del tiempo que se mantiene el estiramiento muscular.

2.5 La flexibilidad.

La flexibilidad es la capacidad que tiene una articulación para conseguir su movimiento propio. La amplitud viene determinada por: superficies articulares óseas, capsula articular, ligamentos, tendones, músculos, tejido graso, tejido celular subcutáneo, tejido conectivo y piel. La flexibilidad puede disminuir por alteraciones que afecten a cualquiera de estas estructuras (Castellote MY 2011).

Otros factores que influyen en la flexibilidad, son: nivel o el tipo de actividad que el individuo desarrolle, temperatura climática, sexo, edad y la articulación involucrada.

La flexibilidad puede ser estática y dinámica; la estática describe el ángulo de movilidad pasiva de una articulación hasta el límite de su movimiento, sin respuesta alguna de contracción muscular antagonista. La flexibilidad dinámica hace referencia a las fuerzas que tratan de limitar, mediante una contracción antagonista, el rango de movimiento articular.

El entrenamiento de la flexibilidad mediante el ejercicio tiene múltiples beneficios, entre ellos:

- Mejora el rango de movimiento en las articulaciones (ROM) entrenadas.
- Protege de lesiones músculo esquelético por tensión.
- Aumenta la capacidad de relajación muscular como base para un movimiento más libre.
- Atenúa la rigidez muscular, con el consecuente almacenamiento de energía elástica más eficiente, para la realización de movimientos del ciclo estiramiento/acortamiento.

- Mejora la capacidad de resistencia y el retardo del dolor muscular residual.
- Aumenta el rendimiento deportivo en los atletas, porque que el músculo trabaja a una longitud óptima.
- Evita acortamientos musculares.
- Mejora la coordinación neuromuscular.

2.6 Estiramiento muscular.

El estiramiento muscular es una de las técnicas que más se emplean en el campo de la cinesiterapia (CNT). Se describe como un procedimiento terapéutico para elongar los tejidos blandos, aumentar el ángulo del movimiento articular y la viscosidad del tejido conjuntivo. Consiste en separar los puntos extremos, origen e inserción ósea, en trayectoria externa máxima. Por tanto, para una correcta aplicación de estas técnicas terapéuticas se deben de conocer los principios neurofisiológicos relacionados con la fibra muscular y las respuestas de los músculos a estos estímulos. (Alter MJ 2.004).

La finalidad y objetivo en la aplicación de un procedimiento técnico de estiramiento miotendinoso, es el alargamiento de la fibra muscular a través de la elongación de los sarcómeros provocando el cambio viscolelastico y plástico de los elementos de tejido conjuntivo (Kubo K 2001, Pacheco L 2010).

El resultado del estiramiento dependerá de la plasticidad del tejido, más que de la elasticidad. La plasticidad es la capacidad que tiene un tejido para asumir su nueva longitud cuando haya cesado la fuerza de tracción que se ejerce sobre él. Estas propiedades determinan la fase plástica de un tejido, donde los cambios se mantienen una vez cesada la fuerza aplicada, la cual acontece después de la fase elástica, donde los cambios desaparecen al cesar la

fuerza aplicada. La evolución hasta fase plástica en el estiramiento es la que permite desencadenar los efectos terapéuticos (De Deyner PG 2001).

Todas las estructuras con contenido de tejido conjuntivo ofrecen una resistencia mecánica al estiramiento: capsula articular y ligamentos un 47%, músculo 41%, tendón 10%, a pesar de las diferencias porcentuales todas se comportan de igual respuesta a una fuerza extrema aplicada. No obstante, los músculos, ofrecen una resistencia diferente en función de una mayor o menor presencia de tejido conjuntivo.

El entrenamiento incorrecto de la elasticidad puede provocar daños si se someten los tejidos ejercitados a sobreesfuerzos de movilidad o estiramiento. Por esto, preventivamente se debe entrenar en puntos de estiramiento límite llamados de molestia o tensión, sin dolor. Aquí es válida la expresión, *si el ejercicio de extensibilidad duele, no sirve*.

2.6.1 Principios neurofisiológicos.

Los músculos contienen diferentes tipos de mecanorreceptores que, cuando son estimulados, informan al sistema nervioso central (SNC) de lo que está sucediendo. Lo más importante es lo que ocurre en dos de ellos durante el reflejo de estiramiento de la unidad miotendinosa, los HNM y los OTG. Ambos mecanorreceptores son sensibles a los cambios en longitud y en la tensión muscular.

Al producirse el estiramiento miotendinoso, los HNM y los OTG, también sufren este estiramiento, enviando información en forma de impulsos sensoriales a la medula espinal, y que a su vez, informa al SNC de lo que está sucediendo, en forma de tensión, deformación y de fuerza ejerciente, en el músculo estirado.

Los impulsos del OTG, a diferencia de los que emite el HNM, causan una relajación refleja del músculo agonista. Esta relajación refleja es una acción protectora que permite al músculo extenderse mediante la relajación antes de que se sobrepase el límite de extensibilidad, evitando que se produzcan lesiones de sus fibras musculares (Arriagada FA 2005).

La elongación estática supone una extensión continua y mantenida, entre 6 y 60 segundos de duración, tiempo suficiente para que los OTG respondan a la elevación de la tensión (Davis DS 2005). Los impulsos de los OTG pueden dejar sin efecto a los que envían los HNM, consintiendo que el músculo se relaje de forma refleja tras la resistencia refleja inicial al cambio de longitud.

2.6.2 Técnicas de estiramiento.

Se define la elasticidad pasiva del músculo como la propiedad que tiene de modificar su longitud sin que intervenga una activación neural, es decir mediante una fuerza externa que la provoque y recuperar su estado normal cuando esta fuerza se anule.

La elasticidad estática pasiva de un músculo se realiza por una fuerza ajena al propio sujeto o por la acción de la gravedad, sin ningún tipo de contracción muscular, puede considerarse como la distancia entre la longitud inicial del músculo y su longitud máxima. Se considera siempre un punto fijo y otro móvil, con el objeto de ganar amplitud en el móvil y evitar compensaciones en el punto fijo. Se considera estático porque la elongación se mantiene en el tiempo y no se interrumpe durante toda la fase de estiramiento.

La elasticidad estática activa del músculo es la propiedad que tiene de modificar su longitud mediante la contracción voluntaria y activa del músculo antagonista al que se quiere estirar, es decir a través de la contracción

voluntaria y sin fuerzas externas, y al cesar la contracción voluntaria, el músculo estirado recupera su longitud normal. Al igual que en la pasiva, se considera un punto fijo y otro móvil, también para mejorar la amplitud del móvil y evitar compensaciones en el fijo. Se considera estático porque al igual que en el anterior se mantiene el estiramiento durante toda la fase y dependerá de la capacidad de mantener la contracción del músculo antagonista. Este tipo de estiramiento se basa en el principio neurofisiológico de la inhibición recíproca, la contracción del músculo antagonista conlleva la relajación del agonista (músculo que se quiere estirar).

Los músculos esqueléticos presentan unas características de viscoelasticidad, y que se ven representadas en su comportamiento en la curva deformación-tensión (Castellote MY 2011). (Figura 3).

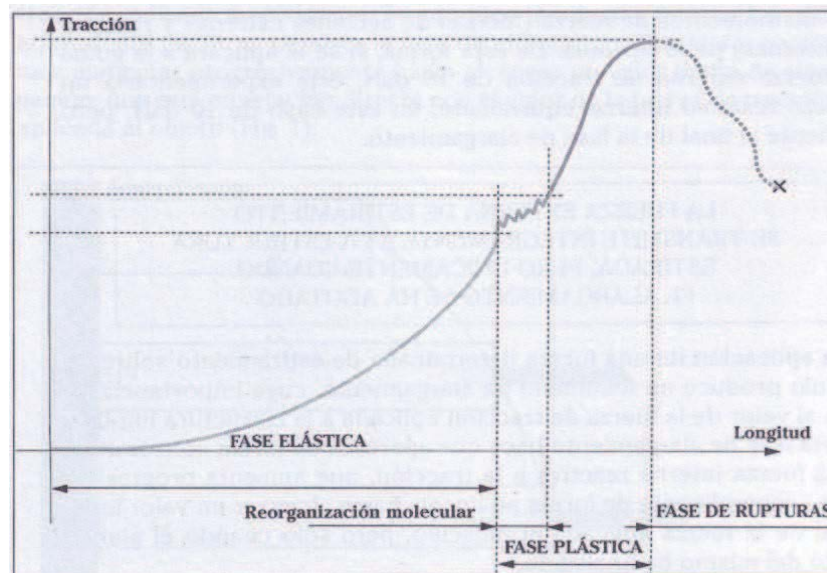


Figura 3. Curva elongación/tensión (Castellote MY 2011).

El proceso de elongación pasa por tres fases o periodos:

- Fase pre-elástica o zona neutra: en esta fase no hay resistencia tisular.

Es la puesta en tensión inicial desde la fase de relajación del músculo.

- Fase elástica: se inicia el proceso de deformación longitudinal que está en relación a la fuerza del agente externo que la produce. Por esta característica de viscoelasticidad, esta variación en la elongación y en determinado grado, es irreversible, incluso en esta etapa. Para que el músculo prosiga en la fase de elongación evolutiva, la única variable de importancia es el aumento del tiempo de función del estiramiento.

- Fase plástica: si el estiramiento excede los límites de la etapa elástica, se pueden producir traumatismos tisulares. Y en este caso, aun disminuyendo e incluso cesando la fuerza elongadora, el tejido muscular no recupera su estado inicial, y perder su competencia tensil. Tras un proceso inflamatorio, regenerador y de remodelado consecutivo, las estructuras dañadas pueden recuperar sus propiedades mecánicas de viscoelasticidad.

En la dimensión que aumente la velocidad y fuerza elongadora, la conducta del tejido viscoelástico se hace más resistente al proceso de estiramiento.

Un músculo con una pendiente fuerte en la curva deformación/tensión, es más rígido, menos adaptable, que uno con una pendiente más suave. En él, parte de la energía viscoelástica se pierde después del estiramiento, mostrando una disminución de la resistencia pasiva cuando vuelven a su longitud inicial. Este fenómeno se denomina histéresis (Castellote MY 2011).

La disminución de la defensa dinámica al estiramiento, después de estiramientos repetidos y de la defensa estática a los 90 segundos de

estiramiento, se debe a la modificación de las propiedades viscoelásticas del tejido.

El trabajo de la flexibilidad tiene como objetivo prioritario mantener o mejorar el rango de movimiento de las articulaciones dependiendo de los valores iniciales de la persona. Existen estudios que muestran que el estiramiento mejora la extensibilidad del músculo y del ROM, pudiendo observar estas mejoras en cualquier músculo que se someta a técnicas de estiramiento (Ayala F 2012).

Las técnicas de estiramiento son métodos cinesiterápicos que consisten en elongar el músculo esquelético hasta el umbral de estiramiento y mantenerlo.

Atendiendo al modo de realización, se diferencian las técnicas: balísticas, dinámicas y estáticas. En relación al agente que las realiza y responsable del efecto de estiramiento, se dispone de: estiramiento activo y estiramiento pasivo. Todas ellas propician el aumento del ROM después del estiramiento. Por este motivo no existe un criterio determinado, en cuanto a que técnica es la más efectiva para lograr el aumento del ROM y la disminución de la resistencia, tanto activa como pasiva, del músculo sometido al estiramiento.

- **Estiramiento Balístico.** Consiste en la ejecución de movimientos rítmicos de efecto rebote, lanzamiento y balanceo, con los que se consigue aumentar la longitud muscular. El estiramiento se produce mediante la contracción isotónica dinámica de la musculatura antagonista a la que se desea estirar. Sus principales efectos son: el incremento de la flexibilidad activa, la alta reproducibilidad con el gesto técnico y una facilitación del reflejo de estiramiento (como consecuencia de la alta velocidad del movimiento).

Diferentes autores argumentan como desventaja al uso de esta técnica (Andújar P 1996), el aumento del riesgo de lesión y la aparición del reflejo miotático. Este reflejo, provoca la contracción del músculo que se estira para protegerse de un sobreestiramiento. Por todo ello en programas que se intente mejorar la flexibilidad no se aconseja su uso.

- **Estiramiento dinámico.** Es un procedimiento técnico que se emplea para mejorar la elasticidad de un músculo. Esta elongación se consigue mediante la contracción del músculo antagonista y el consiguiente movimiento de la articulación en todo su ROM, de una forma lenta, controlada y permitida. Todo ello mediante el proceso de inhibición recíproca. En la bibliografía consultada no se encuentran inconvenientes o desventajas de esta técnica.

- **Estiramiento estático.** Los movimientos y la elongación del músculo se ejecutan de una forma muy lenta sobre la base de una posición mantenida y que proporciona una seguridad, en prevención de lesiones, de los tejidos sometidos a la tensión aplicada. El estiramiento estático repercute en las propiedades mecánicas de la unidad musculotendinosa (OTG) disminuyendo la resistencia al estiramiento y por tanto aumentando su extensibilidad. Esto no sucede cuando el estiramiento es rápido y enérgico (Andújar P 1996). Reduce la rigidez muscular a través del reflejo de inhibición de los músculos.

Dentro de esta técnica se distinguen dos formas distintas en su ejecución: el estiramiento estático pasivo y el estiramiento estático activo. En el estático pasivo la técnica es realizada sin la contracción muscular del sujeto: por un agente externo (asistido), por el propio sujeto (auto asistido), por la acción de la gravedad o de medios mecánicos. El estiramiento activo estático, lo ejecuta el propio sujeto mediante la contracción isométrica de la musculatura

desencadenante del movimiento, lo cual proporciona una mejor coordinación del sistema agonista/antagonista.

- **Estiramiento en tensión activa.** Es una técnica muy relacionada con el estiramiento activo. Se ejecuta combinando conjuntamente un estiramiento del músculo y una contracción isométrica o excéntrica (Esnault M 1988), y generalmente se emplea cuando se quiere involucrar a la parte no contráctil del sistema músculotendinoso.

- **Facilitación neuromuscular propioceptiva (FNP).** Diseñada por Kabat H (1950) e introducida por Knott M y Voss DE (1974). La FNP, está muy arraigada como una técnica de estiramiento. Se define como una terapia que favorece y acelera el mecanismo neuromuscular mediante la estimulación de los receptores propioceptivos. Desde su inicio es muy utilizada en el ámbito terapéutico y del deporte.

Dentro de la FNP, se diferencian diferentes esquemas de intervención:

- Técnicas de estiramiento, basadas en la relajación de los músculos a través de las respuestas reflejas inhibitorias para aumentar el ROM.

- Técnicas de refuerzo muscular, basadas en la producción de un aumento del tono muscular para determinados grupos musculares o cadenas musculares.

En ambas se pueden combinar diferentes estrategias de contracciones musculares; isotónicas (concéntricas y excéntricas) e isométricas.

A través de las técnicas de FNP, se logra el estiramiento muscular desde diversos patrones de movimiento articular. Todos ellos desde la perspectiva de los movimientos que se efectúan en la vida cotidiana y en la práctica deportiva. Son patrones que se ejecutan contemplando movimientos en espiral y diagonal

en los diferentes planos espaciales: Flexión-extensión; Abducción-Aducción y Rotación interna-Rotación externa.

Dentro de la técnica de estiramiento, se contemplan dos modalidades:

- La técnica de contracción-relajación (contracción isotónica concéntrica del músculo a estirar seguida de una fase de relajación y un estiramiento pasivo).

- La técnica de sostén-relajación (contracción isométrica del músculo a estirar seguida de una fase de relajación y un estiramiento pasivo).

En cuanto a los tiempos de aplicación de cada uno de los procesos, los autores difieren, tanto en el tiempo de las contracciones como en la relajación y en el estiramiento, variaciones que oscilan desde los 10 segundos de contracción, 10 de estiramiento, 5 segundos de relajación a otros que proponen reducir los tiempos de contracción y relajación (6 segundos), y aumentar el de estiramiento (de 10/30 segundos).

En relación con su eficacia los estudios demuestran que de las tres técnicas empleadas (pasivas, balísticas y FNP) en diferentes zonas anatómicas: tronco, hombros y musculatura isquiosural, los mejores resultados se obtuvieron con las técnicas FNP (Ayala F 2012).

Una limitación en la utilización de esta técnica de estiramiento es el requerimiento de una segunda persona con experiencia (Knott M. y Voss DE. 1968) para su ejecución, en tanto que en otras no se precisa y pueden ser realizadas por el propio sujeto sin ayuda externa.

- **Stretching.** Técnica muy relacionada con la F.N.P. Basada en los estudios de Kabat H (1946/1950). Hay que diferenciar dos metodologías diferentes: el Stretching de Sölverborm (1982) y el Stretching de Anderson

(1983). Ambas difieren, en cuanto al inicio de la técnica y a los tiempos de relajación y estiramiento.

- Sölverborm comienza con una contracción isométrica lenta seguida de una relajación muscular y un estiramiento de duración variada. Esta técnica se encuadraría en el grupo de **técnicas estáticas activas**.

- Anderson, la inicia con una posición de estiramiento muscular controlado durante 20 segundos, seguido de relajación y un avance en la posición de estiramiento de otros 20 segundos. Esta técnica se encuadraría en el apartado de **técnicas estáticas pasivas** (Ayala F 2012).

2.6.3 Tiempo de aplicación del estiramiento.

Aunque hay concordancia en los autores en la importancia del estiramiento, faltan evidencias con respecto a la duración y repeticiones que se debe realizar.

La duración del estiramiento varia, según la bibliografía, desde los 10 a 60 segundos (Decoster LC 2005, Fasen JM 2009). Además, en estos estudios se concluye que el estiramiento de isquiotibiales aumenta el ROM con diferentes técnicas de estiramiento, posiciones y duraciones.

La bibliografía consultada sugiere un tiempo mínimo para cada acción de estiramiento estático entre 15 y 30 segundos (Arrigada FA 2005).

En relación con el número de ejercicios es de 3 repeticiones por ejercicio y de 4 sesiones por semana.

En determinados procedimientos técnicos (estiramiento pasivo), se precisa para su ejecución el uso de una fuerza externa como: la acción de la gravedad, peso corporal, profesor de E. Física, entrenadores deportivos, etc.

2.7 Desarrollo morfológico del sistema músculo-esquelético en el niño.

Existen diversos factores que participan en el crecimiento óseo. Es necesario diferenciar:

1. Factores genéticos o categóricos: El potencial genético de cada niño está determinado por su carga genética.

2. Factores autorizados: Permiten que el informe genético se pueda concretar en un crecimiento normal. Contribuyen factores nutritivos y metabólicos.

3. Factores organizados: La armonía de los factores genéticos y los autorizados se materializa mediante una función hormonal (intervención neuroendocrina).

4. Factores materializables: Son los cartílagos de crecimiento, fundamentalmente, quienes responden con regularidad a los factores anteriores dando lugar al crecimiento óseo.

Estos factores, en su actuación no son independientes sino que hay interacciones entre todos.

En los tres primeros años de vida extrauterina, el crecimiento se desarrolla a una velocidad mucho mayor que en los años siguientes. Durante el primer año, el crecimiento es aproximadamente de 25 cm/año. En el segundo año la velocidad decrece a la mitad. Desde los tres hasta los nueve años, el crecimiento es regular, y lo hace en proporción de 5-7 cm/ año. En el entorno de los 11 a 13 años en chicas y de los 13 a los 15 años en chicos, comienzo de la etapa puberal, de nuevo la velocidad de crecimiento en estatura experimenta una aceleración que finaliza a los 18 años en hembras y 20 en varones, llegando en esta fase a la denominada talla del adulto. El mayor pico de velocidad de crecimiento acontece a los 12 años en las hembras y a los 14 en el varón con un

factor de alteración de +/- dos años en cada sexo. El promedio de crecimiento en todas las etapas es de 4,7 cm/ año en chicos y de 3,9 cm/año en chicas (Noboa MS 2006). En la figura 4 se expone la gráfica de la velocidad de crecimiento.

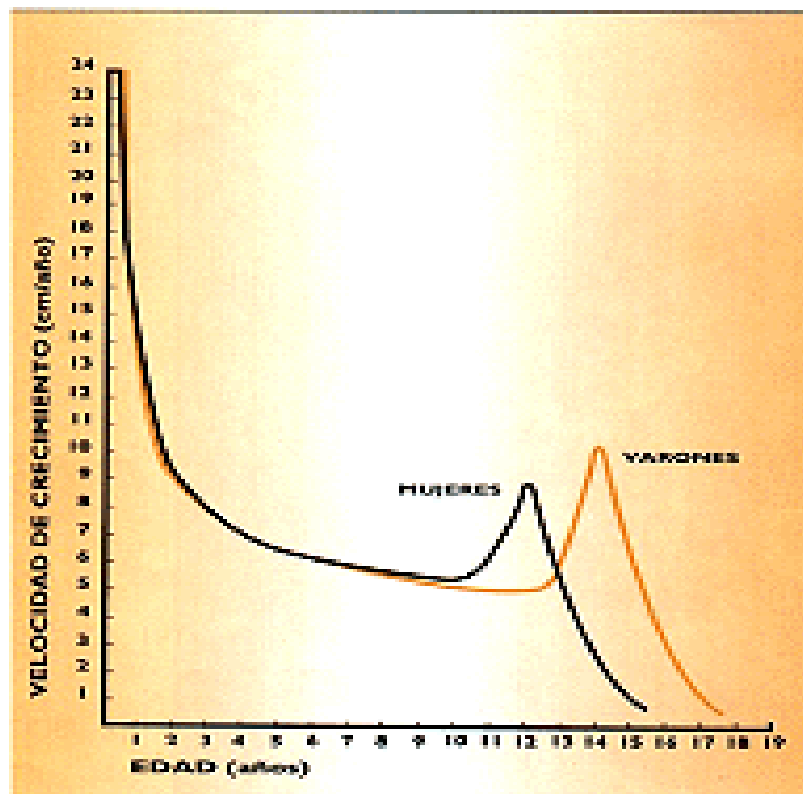


Figura 4. Gráfica de la curva de crecimiento. (Noboa M S. 2006)

Las diferentes etapas de crecimiento en los niños, pueden provocar descompensaciones entre el sistema óseo y el muscular. En el periodo de la adolescencia se inicia la fase de mayor pico de crecimiento y desarrollo, produciéndose una aceleración de crecimiento mayor del tejido óseo en relación al tejido muscular, lo que puede inducir a que se manifieste en un

acortamiento de los músculos incluidos los isquiosurales y también las desalineaciones vertebrales que suelen tener su inicio en la edad escolar.

Es evidente que las patologías lumbares así como los factores que puedan influir se manifiestan en los primeros años del sujeto. El crecimiento puberal es uno de los factores influyentes en la prevalencia del dolor y problemas de la espalda. La frecuencia de estas y el déficit de elasticidad de los músculos isquiosurales se van incrementando con la edad, entre los 14 a 18 años, a diferencia de lo que ocurre en el periodo de 6 a los 13 años, que presenta menor frecuencia.

La patología del aparato locomotor es la responsable de un importante número de consultas en pediatría. Son de tipo traumatológico y ortopédico, concernientes a deformidades o anomalías en el desarrollo del sistema musculoesquelético (Santonja F 1992).

En los primeros años de la vida se diagnostican las enfermedades congénitas estableciendo sus pautas de tratamiento y en la edad escolar se deben diagnosticar las patologías atribuibles al crecimiento.

2.8 Anatomía, biomecánica y exploración de la musculatura isquiosural.

2.8.1 Anatomía.

Los músculos isquiosurales poseen una característica común que les hace ser estudiados como grupo y es que entre su origen e inserción cruzan dos importantes articulaciones (cadera y rodilla). Poseen una acción motora en la estática o en la dinámica de las articulaciones de rodilla, cadera y columna lumbo-pélvica. Lo que se traduce en su repercusión funcional en el

mantenimiento de la postura corporal (estática) y en la marcha (dinámica) (Netter F 2001). (Figura 5)



Figura 5. Disección del plano superficial posterior del muslo, musculatura isquiosural.
(Departamento de Anatomía de la Facultad de Medicina de la Universidad Católica de Murcia (UCAM).

El grupo denominado como músculos isquiosurales están formados por:

- **El músculo bíceps femoral.** 2 vientres; porción larga y porción corta.
- **El músculo semitendinoso.**
- **El músculo semimembranoso.**

El **músculo bíceps femoral (BF)** (Figura 6), abarca desde la tuberosidad isquiática y el fémur a la cabeza del peroné. La inserción superior es doble: la porción larga (BFLH), lo hace en la porción superior del isquion, mediante un tendón común con el semitendinoso (ST) que se sitúa medial y lateralmente al ligamento sacrotuberal, en donde se unen ambas fibras.



Figura 6. Disección del músculo BF y dos vientres (BFLH y BFSH). (Departamento de Anatomía de la Facultad de Medicina de la Universidad Católica de Murcia (UCAM)).

La porción corta (BFSH) se fija en la parte inferior del labio lateral de la línea áspera del fémur y en el septo intermuscular lateral (único del grupo isquiosural que es monoarticular). El cuerpo muscular de la porción larga es gruesa y alargada, se dirige lateralmente y hacia abajo, se cruza en diagonal toda la cara posterior del muslo. El cuerpo muscular de la porción corta es breve y aplastado, oblicuo hacia abajo y lateral. Ambos cuerpos se unen en el tercio inferior del muslo para terminar en un tendón conjunto largo y cilíndrico que desciende por la parte posterolateral hacia la rodilla. La inserción inferior se produce en el ápex de la extremidad superior del peroné y por dos expansiones en la tuberosidad lateral de la tibia y en la aponeurosis tibial, por tanto el músculo se inserta en dos huesos de la pierna y en la aponeurosis

tibial. La inervación proviene del ciático mayor (L5-S1-S2-S3) y la vascularización depende de las ramas perforantes de la arteria femoral profunda.

El músculo semitendinoso (ST) (Figura 7), se denomina así porque casi la mitad de su longitud inferior es tendinosa. Su inserción superior u origen es, como anteriormente se indicó, en un tendón conjunto a la porción larga del bíceps femoral, en la zona más craneal de la tuberosidad isquiática y en una aponeurosis que une a ambos músculos en ese nivel. El cuerpo del músculo es superficial y vertical situado en la cara posteromedial del muslo. En la unión del tercio superior y medio presenta una inserción tendinosa, oblicua hacia abajo y fuera, que irrumpe los fascículos musculares. En la parte inferior del tercio medio aparece un tendón largo y redondo que se continúa con la inserción inferior.

La inserción inferior se produce en la parte medial de la extremidad superior de la tibia, por debajo del recto interno al que se le une, constituyendo junto al sartorio la denominada **pata de Ganso**. La inervación es a través de dos ramas, una superior y otra inferior, procedente de colaterales del nervio ciático mayor. La vascularización depende de colaterales de arterias circunflejas, ramas de la femoral profunda.



Figura 7. Disección de los músculos SM y ST. (Departamento de Anatomía de la Facultad de Medicina de la Universidad Católica de Murcia (UCAM).

El **músculo semimembranoso (SM)** (Figura 7) se origina mediante una ancha membrana en las impresiones superior y externa de la parte posterior de la tuberosidad isquiática por un ancho y potente tendón, entre el músculo crural, más lateral y los músculos ST y BFLH que se insertan detrás y superficial a él. El cuerpo muscular parte desde una banda aponeurótica ancha por su cara anterior y borde inferior, oblicua hacia abajo y lateralmente que le confieren este aspecto de semimembrana, desciende verticalmente formando un músculo voluminoso y en la parte inferior termina en un tendón que pasa por detrás del cóndilo medial. Una rama colateral, a veces dos, del nervio isquiático (ciático mayor) le proporciona su inervación. Varias arterias

procedentes de ramas perforantes de la arteria femoral profunda lo vascularizan.

Las relaciones entre sí de estos tres músculos es la siguiente; en la parte superior el bíceps femoral está situado lateralmente, el semitendinoso superficial al semimembranoso que está por delante de este. En la parte inferior del muslo, sus tendones se separan, el bíceps se dirige lateralmente detrás del cóndilo lateral, el semitendinoso y semimembranoso, situados medialmente desciende por detrás del cóndilo medial.

En conjunto, estos tres músculos están relacionados en su parte superior con el borde inferior del glúteo mayor y por debajo de este con la fascia lata. En la zona central, lateralmente, con el septo intermuscular que los separa del vasto lateral, en la parte media con el plano profundo del nervio ciático mayor y las ramas perforantes de la arteria femoral profunda. En la fosa poplítea, el bíceps femoral, en su borde medial, es seguido por el nervio fibular común (ciático poplíteo externo). El semimembranoso, en su borde lateral, se aleja del nervio tibial (ciático poplíteo interno) que sigue el eje de la fosa poplítea. El semitendinoso es más superficial y medial.

Hay estudios que intentan conocer la organización arquitectónica de los músculos isquiosurales como grupo para ayudar a entender sus funciones. Según Woodley SJ (2005) arquitectónicamente cada músculo difiere de los demás en parámetros como: área de la sección transversal, la longitud fascicular y el volumen. Estudios posteriores de Kellis E (2012) diferenciando en esta musculatura la porción larga (BFLH) y corta (BFSH) del bíceps femoral, semimembranoso (SM) y semitendinoso (ST) midiendo los mismos parámetros, encuentra similitud moderada entre ambas porciones del bíceps

femoral, y entre la porción larga y el semimembranoso. Por el contrario la similitud es baja entre SM y ST y entre la BFLH y el SM.

2.9 Biomecánica de la función motora de la musculatura isquiosural.

La musculatura isquiosural, anteriormente descrita, al ser bi-articular tiene una función doble, por un lado es colaboradora de la musculatura glútea en la extensión de la articulación coxofemoral cuando la rodilla se encuentra en extensión y es el motor principal de la flexión de la rodilla, cuando el pie está libre.

El movimiento de flexión coxofemoral es de amplitud variable, depende de la posición en que se encuentre la rodilla. Con la rodilla en extensión de 180°, la flexión normal, de cadera activa es de 80°-100°, con la rodilla en flexión de 90° supera los 120°, limitando el movimiento el contacto con el abdomen (Kapandji IA 1983).

Con la rodilla en flexión, la cadera flexiona activamente de 120° a 140°, pasivamente el límite lo impone el contacto con el abdomen.

El movimiento de extensión de la articulación coxofemoral es mucho menor que el movimiento de flexión, estando limitado por el freno que supone el ligamento iliofemoral. La extensión activa es menor que la pasiva. Con la rodilla en extensión es de 20° y cuando esta flexionada es de 10°, esto es debido a que la musculatura isquiosural pierde parte de su eficacia como extensora de la articulación coxofemoral al haber utilizado su fuerza en la contracción de flexión de la rodilla.

En la rodilla, la flexión y extensión, son sus movimientos principales. La amplitud o rango de movimiento se mide a partir de la posición de referencia y que es con la rodilla en extensión de 180°. La flexión es el movimiento que

aproxima la cara posterior de la pierna a la posterior del muslo. Su amplitud varía según sea la posición de la cadera. La flexión activa con la cadera flexionada alcanza 140° y de 120° si la cadera está en extensión. La flexión pasiva alcanza los 160° y permite contactar el talón con la zona glútea.

El grupo de la musculatura isquiosural es junto al glúteo mayor y la porción posterior del aductor mayor, los principales extensores de la cadera.

En función de su origen e inserciones, los músculos isquiosurales son:

- Flexores de la rodilla cuando el pie se encuentra libre.
- Exensores de la cadera, cuando el pie está fuertemente apoyado en el suelo.

- Potencian la fuerza flexora de la rodilla con la cadera flexionada.
- Potencian la acción extensora de la cadera con la rodilla extendida.
- Tienen un componente rotador de la articulación femoro-tibial, cuando la rodilla no se encuentra en extensión completa de 180°. El bíceps, de medial a lateral o externa de la pierna y rotación externa de la cadera cuando la rodilla se encuentra en extensión. Mientras que el semimembranoso y el semitendinoso lo hacen de lateral a medial o internamente en las mismas circunstancias de flexión o extensión de rodilla (Williams PL 1986).

- Son extensores sobre la pelvis actuando sinérgicamente con el glúteo mayor, mediano y menor.

- Son extensores indirectos sobre la columna.

En sedentación la pelvis bascula hacia atrás (nutación o retroversión) y se reduce la curvatura lumbar. El grado de basculación pélvica depende de la amplitud de flexión de la cadera, la cual está limitada por la musculatura isquiosural cuando las rodillas están extendidas.

En gestos tan cotidianos como lavarse la cara, se produce una inclinación anterior del tronco desde la bipedestación y este gesto está soportado a nivel muscular fundamentalmente por la musculatura isquiosural y por el glúteo mayor, dependiendo de si la flexión anterior de tronco es suave o es más importante.

2.10 Exploración de la musculatura isquiosural.

La exploración de la musculatura isquiosural se realiza mediante maniobras que provocan su extensibilidad y la cuantificación de la basculación pélvica, mediante la obtención del ángulo lumbo horizontal (Santonja F. 1995).

Hay distintos tipos de test que se emplean para evaluar la extensibilidad de la musculatura isquiosural: los que emplean valores longitudinales y los que se expresan en valores de recorrido angular.

2.10.1 Test de valoración longitudinal.

Son test que expresan su medición en unidades del sistema métrico decimal. Están basados en la distancia alcanzada con las falanges distales de la mano respecto a la tangente de las plantas de los pies, al realizar un movimiento de flexión máxima del tronco con las rodillas extendidas. Nos aportan una medida indirecta de la extensibilidad isquiosural. Incluyen los test:

- **Test Dedos manos-dedos pies-suelo o Test Toe-Touch (DD-S o TT).**
- **Test Sit-and-Reach o test dedos manos-suelo (SR o DD-P).**
- **Test V sit-and-Reach (VSR).**
- **Test Sit-and-Reach unilateral derecho e izquierdo (SRUD, SRUI).**
- **Test Back-saber Sit-and-Reach izquierdo y derecho (BSI, BSD).**

2.10.1.1 Test Dedos manos-dedos pies-suelo o Test Toe-Touch (DD-S) o TT). (Figura 8). Fue diseñado por Kraus en (1945) y modificado por Kippers V (1987), como un test de flexibilidad de la columna, de elasticidad de la musculatura erectora del tronco y de la musculatura isquiosural. También es conocido como test Toe-touch)

El test se realiza con el paciente en bipedestación, subido al cajón de Wells y Dillon (1952), con las rodillas extendidas y pies discretamente separados a la anchura de los hombros, posición a partir de la cual se solicita al sujeto que realice una flexión del tronco, deslizando las manos por la tabla vertical del cajón de vertical que lleva adherida una cinta métrica, en un intento de tocar el suelo con los dedos de la mano sin flexionar las rodillas y midiendo la distancia que queda del extremo de los dedos medios al suelo. La medición se realiza en centímetros (cm), se considera el valor 0 como el nivel del suelo, de la tabla.



Figura 8. Test dedos-suelo o Toe-Touch (DD-S o TT).

Este test DD-S es uno de los procedimientos que sugieren las asociaciones de Ortopedia de Estados Unidos, Gran Bretaña y Australia como procedimiento de valoración para la flexión vertebral (Kippers V 1987).

Nosotros consideramos que el test DD-S es más específico para reproducir las repercusiones que implica la cortedad isquiosural en el segmento lumbopélvico y en la columna dorsal. Por ello estimamos que se debe incluir en el protocolo metodológico de valoración del SIC.

Límites de normalidad y de afectación del Test DD-S.

Santonja (1992) diferencia un grupo normal con valores \geq a -5 cm, otro con cortedad isquiosural moderada de -6 a -15 cm. y otro de cortedad severa con valores \geq a -15 cm.

Espiga FJ (1992), califica el test sugestivo de cortedad cuando el valor de referencia DD-S es superior a -10 cm. Jordá E (1971), fija la cortedad cuando el sujeto no llega con la punta de los dedos al suelo e indica sensaciones de dolor y tirantez en la zona poplíteica.

2.10.1.2 Test Sit-and-Reach o test dedos manos-suelo (SR o DD-P). (Figura 9).

Su realización es similar al test DD-S, la única variación es la posición del paciente en sedentación, con las rodillas en extensión y los pies separados a la anchura de sus caderas. Las plantas de los pies se colocan perpendiculares al suelo, en contacto con el cajón de medición y dirigidas hacia arriba (López-Miñarro PA 2010). Se utiliza una regla de medición que sobresale 22 cm hacia proximal, calibrada de 0 a 50 cm. Se considera como grado de muy baja flexibilidad valores de -22 cm. Diferentes estudios demuestran un criterio de validez moderado, una fiabilidad de $r= 0,98$ (varones) y $r= 0,97$ (mujeres), esta

prueba es fiable y válida aunque algunos autores afirman que los factores antropométricos influyen en los resultados (Quintana E 2008). Al comparar este test con métodos en el que no influye el explorador (videografía), la fiabilidad y concordancia es muy baja demostrando que el test no es válido para la valoración de la elasticidad isquiosural (Borrás X 2007).



Figura 9. Test Sit-and-Reach (SR) o Test DD-P

2.10.1.3 Test V Sit-and-Reach (VSR). (Figura 10)

Es similar al test SR. El sujeto se sitúa en sedentación con las rodillas extendidas y los pies separados entre sí 30 cm en el plano frontal formando una V entre las extremidades inferiores. Los tobillos se colocan, de forma pasiva, en flexión de 90º (plantas perpendiculares al suelo) y las falanges distales de los pies dirigidas hacia arriba evitando la rotación externa de la cadera. La regla de medición de 23 cm., se sitúa en el suelo entre las piernas del sujeto y en la línea media que forman los talones. Las palmas de las manos se deslizan sobre ella hasta alcanzar la máxima distancia hacia los pies (López-

Miñarro PA 2010). Este test posee un criterio de validez moderado para valorar la extensibilidad isquiosural. Existe una variación en la fiabilidad en varones entre la extremidad inferior derecha e izquierda, aunque ambas son superiores al 96%. La fiabilidad en mujeres es normal-baja ($r=0,89$).



Figura 10. Test V Sit-and-Reach (VSR)

2.10.1.4 Test Sit-and-Reach unilateral derecho e izquierdo (SRUD, SRUI). (Figura 11).

Este test se diseñó para proteger la excesiva compresión discal en la zona lumbar que provoca el test SR. Se realiza con el sujeto en sedentación sobre una camilla, en el borde de la misma, de 60 cm de altura, con una pierna extendida en la camilla, apoyando la planta del pie en el cajón de medición. La pierna contralateral se coloca, fuera de la camilla con el pie apoyado sobre una superficie manteniendo las articulaciones de la rodilla y cadera en flexión de 70° y 65° respectivamente. La medición se realiza en ambas extremidades por separado (López Miñarro PA 2010).



Figura 11. Test Sit-and-Reach unilateral derecho (SRUD).

2.10.1.5 Test Back-saber Sit-and-Reach izquierdo y derecho (BSI, BSD). (Figura 12).

Al igual que el test SRUD y el SRUI, el test se diseña para proteger la compresión discal en la zona lumbar. El sujeto se sitúa en sedentación, con una rodilla en extensión. La otra extremidad se coloca en la mesa de exploración con una flexión de rodilla de 90^{a} y una flexión de cadera de 135^{o} . La planta del pie de la extremidad que se evalúa apoyada sobre el cajón de medición. El sujeto realiza la flexión anterior del tronco llevando las manos lo más lejos posible. La medición se realiza de forma independiente a cada extremidad. La fiabilidad del test BSUD y BSUI en varones es mayor en la extremidad derecha que en la izquierda y es la mejor en mujeres. Estos resultados de fiabilidad se confirman en deportistas infantiles y adolescentes de diversas disciplinas (López Miñarro PA 2008).



Figura 12. Test Back-saber Sit-and-Reach derecho (BSD).

Estos clásicos test de flexión de tronco se utilizan habitualmente para valorar la flexibilidad en colegios y entidades deportivas por profesores de Educación Física y entrenadores.

Ventajas. Tienen como ventajas más importantes su fácil realización en cualquier medio, el sencillo y asequible material, y la escasa variabilidad de los test con una metódica realización.

Inconvenientes. La influencia de los factores antropométricos (brazos largos con piernas cortas o viceversa) que pueden ser más significativos a estas edades por el desigual ritmo de crecimiento de los distintos segmentos corporales, pudiendo inducir a falsos negativos.

La interferencia en los resultados por la inclusión de toda la flexibilidad posterior del cuerpo por la implicación de múltiples palancas articulares (tobillos, rodillas, caderas, pelvis, raquis, hombros y codos) (Santonja F 1992).

Los autores no se ponen de acuerdo sobre si se debe realizar un calentamiento previo o unas series de estiramientos poco antes de realizar la medición definitiva, por considerar que se obtendrían falsos registros.

El test SRUD o el SRUI, presentan una moderada validez como criterio de extensibilidad isquiosural, sobre todo en mujeres. Si se decide utilizar un test lineal unilateral es preferible el test SRU sobre el BS, porque el primero tiene una mayor correlación con el test EPR (angular).

La mayoría de autores consideran que en los test de medición longitudinal el DD-S es el más recomendable por su mayor validez para la valoración de la extensibilidad isquiosural, especialmente en mujeres que obtienen valores de correlación más elevados. Por tanto será el test que vamos a utilizar en nuestras mediciones.

2.10.2 Test de valoración angular.

La medición de estos test se realiza mediante un goniómetro y la unidad de medida es el valor del ángulo. Se denominan:

- **Test de elevación de la pierna recta (EPR).**
- **Test del ángulo poplíteo (ÂPOP).**
- **Test del ángulo lumbohorizontal en flexión (LHFx).**

2.10.2.1 Test de elevación de la pierna recta (EPR). (Figura 13).

Valoración de la elevación de la pierna recta. El Test EPR descrito por Kendall y Wadsworth (1971) (Alter MJ 2004) y utilizado por muchos investigadores, nos permite medir de una forma indirecta la longitud de la musculatura isquiosural a través del recorrido del ángulo máximo de flexión de la cadera.

El test EPR, expresa la valoración que se obtiene al elevar la pierna recta en la flexión de la cadera, siendo el segmento móvil la pierna, el valor que se considera como de normal es de $\geq 75^\circ$.



Figura 13. Test Elevación pierna recta (EPR), fijación de ambas crestas iliacas para evitar la rotación de la pelvis y fulcro en zona lumbar.

El test EPR se ejecuta con el sujeto en la mesa de exploración, en decúbito supino, el examinador solicita al sujeto el movimiento de flexión activa de la cadera a explorar con la rodilla extendida mientras la pierna contralateral permanece en extensión, sujeta con una cincha, se procede midiendo con un goniómetro el valor angular de la máxima flexión que puede realizar y que tolera el individuo. Se considera 0° la posición neutra o de reposo y 90° cuando la pierna está perpendicular a la camilla (zenit).

Los resultados del test se pueden interferir por la rotación de la pelvis con rectificación e incluso inversión de la lordosis lumbar cuando se realiza el test. Para evitarlo se utiliza la sujeción por medio de cinchas que fijan la pelvis y así evitar la rotación. Igualmente fijamos la extremidad contralateral con la

rodilla en extensión y un fulcro que evite la inversión de la lordosis lumbar fisiológica (Santonja F 1992) (Figura 14).



Figura 14. Corrector de inversión de lordosis lumbar (fulcro).

El test puede estar influido desfavorablemente por diversos factores: por la sensación de resistencia en el examinador, por la sensación de molestia o dolor en el paciente, por la percepción de la rotación pélvica, por el inicio de flexión de rodilla del miembro explorado o por la movilización del muslo contralateral.

A pesar de los inconvenientes descritos, el test EPR ofrece un elevado coeficiente de correlación y menor coeficiente de variación interobservadores y por tanto, una mejor exactitud de la medición (Ferrer V 1994).

Límites de normalidad y de afectación del Test EPR.

El grado máximo de movilidad que se considera como normal en el test EPR, es variable, según el autor y la población a estudio. Hellsing (1988) lo establece en valores menores de 60°. Espiga FJ (1992) lo fija a partir de los 70°, y

a partir de 75° lo sitúan Santonja (1995) y Ferrer V (1998). La cortedad isquiosural Jordá E (1971) la califica con valores por debajo de 45°. Dependiendo de los resultados obtenidos se puede clasificar en dos o tres grados de cortedad según diferentes autores (Tabla 1).

Tabla 1. Clasificación del test EPR, según autores.

	Hellsing (1988)	Espiga FJ (1992)	Santonja F (1995) Ferrer V (1998)
Normal	≥ 60°	≥ 70°	≥ 75°
Grado I	59°-30°	69°-50°	74°-61°
Grado II	≤ 30°	49°-30°	≤ 60°
		≤ 29°	

2.10.2.2 Test del ángulo poplíteo (ÂPOP) (Figura 15).

Es el test que evalúa la extensión de la rodilla con la cadera flexionada a 90°. Fue descrito por primera vez por Amiel-Tision C en 1968.

El sujeto a explorar se coloca en una camilla de reconocimiento en decúbito supino con cadera y rodilla flexionadas a 90°; fijada la rodilla contralateral y la pelvis mediante cinchas (figura 15). A partir de esta posición se solicita al sujeto una extensión activa, lenta y progresiva de la rodilla hasta que alcance el punto de máxima extensión, que se producirá por la resistencia a ser estirados los músculos isquiosurales. Con la fijación evitamos la retroversión pélvica y la rectificación de la lordosis fisiológica de la columna lumbar (Da Silva R 2009).



Figura 15. Test ÂPOP. Medición del ángulo poplíteo femoro-tibial. Fulcro corrector de la cifosis lumbar. Fijación de la pelvis y miembro contralateral.

El valor de la medición del test ÂPOP más aceptado por los autores es el del ángulo suplementario al femoro-tibial (Espiga FJ y Katz K 1992), por lo que se considera el valor 0° cuando la rodilla logra la extensión completa.

Los inconvenientes que presenta la ejecución del test ÂPOP, son similares a los del test EPR, aunque se le atribuye una menor basculación y rotación de la pelvis (Gajdosik R 1983), a pesar de ello, se utilizan fijadores de la pelvis y de la pierna contralateral. Al igual que en el test EPR, se requiere la presencia de dos exploradores.

La principal ventaja de este test se debe a su diseño para analizar específicamente la extensibilidad de la musculatura isquiosural al estar

implicada, teóricamente, una sola articulación. Es de fácil, cómoda y rápida realización, con inconvenientes fácilmente superables.

Límites de normalidad y de afectación del Test ÂPOP.

Sobre el test ÂPOP, Ferrer V (1994), Santonja F. (1995) establecen como normal cuando llega de 15-0°, Espiga FJ (1992) amplía hasta los 20° y Krivickas y Feinberg (1996) sobre 201 atletas de edad media de 18 años ponen el límite de normalidad en $\geq 25^\circ$. Katz K (1992), consideran que en niños mayores de 5 años con un ángulo poplíteo mayor de 50° indica cortedad anormal de la musculatura isquiosural.

En una revisión sistemática, Novoa MS (2006) y Quintana E (2008) refieren que este test es de mayor fiabilidad para la evaluación de la musculatura isquiosural. La reproducibilidad encontrada con esta maniobra de exploración es elevada de (0,93 a 0,99). Sin embargo para Ferrer (1994, 1998) es el test de menor reproducibilidad de todos los analizados, demostrando un mayor coeficiente de variación y un menor coeficiente de correlación frente al test de EPR.

Ferrer (1998) en una población de 751 niños y adolescentes deportistas establece diferencias entre una extremidad y otra, pierna derecha una media de $-17,43^\circ \text{ dt} \pm -12^\circ$ y en la izquierda de $-18,14^\circ \text{ dt} \pm -11,99^\circ$. Y en relación con el sexo también hay diferencias significativas ($p < 0,001$) en la medición angular con un valor medio de $-18,5^\circ$ en hombres y $-9,6^\circ$ en mujeres.

Santonja (1992) establece dos grupos de afectación: grado I o moderado de 16° a 34° y grado II o marcado mayor o igual de 35°.

El valor de normalidad del ÂPOP es $\leq 20^\circ$. Afectación grado I de 21 a 30°. Afectación grado II $> 30^\circ$ (Ferrer V. 1998).

2.10.2.3 Test del ángulo lumbohorizontal en flexión (LHFx) (Figura 16).

Descrito por Santonja F (1994). Esta medición determina el ángulo de apertura anterior que forma la horizontal con una línea paralela al área más caudal de la región lumbosacra.

La medición del test LHFx, se efectúa con el sujeto sentado en la camilla de reconocimiento y con fijación de ambas rodillas en extensión, realiza una flexión del tronco con la intención de tocar con los dedos de la mano los dedos de ambos pies.



Figura 16. Valoración del ángulo lumbo horizontal en flexión activa.

Este test proporciona información sobre la disposición de la pelvis y región lumbosacra y de la repercusión de la cortedad isquiosural sobre esta región, por tanto, indirectamente informa del estado de dicha musculatura. Su reproducibilidad es igualmente alta (Coeficiente de correlación: $r=0,91-0,92$) (Ferrer V 1998; Sainz de Baranda P 2002).

Límites de normalidad y de afectación del Test LHFx.

El test LHFx, desde el punto de vista clínico, es de máximo interés ya que es el que determina la posibilidad de basculación pélvica cuando la musculatura isquiosural se encuentra en su máxima extensibilidad.

Santonja F. (1994) estima como normales valores $\leq 100^\circ$, existiendo una marcada repercusión sobre la pelvis y raquis lumbosacro en forma de retroversión, conversión de la lordosis fisiológica en cifosis patológica, grado I de 100° a 115° y de grado II si es $> 115^\circ$. Sin embargo Ferrer V. (1998) propone una clasificación diferente: normal $\leq 109^\circ$; grado I de 110° a 117° y grado II $\geq 118^\circ$.

Ante la disparidad de criterios de los valores de los diferentes test diagnósticos, Ferrer V (1998), propone una clasificación de referencia para los test clínicos que se emplean para valorar la extensibilidad isquiosural (Tabla 2). Esta clasificación es la que establecemos como referencia para nuestras mediciones.

Tabla 2. Valores de referencia del grado de extensibilidad isquiosural para los test: EPR, ÂPOP, DD-S y LHFx. (Ferrer V. 1998).

	EPR	ÂPOP	DD-S	LHFx
Normal	$\geq 75^\circ$	$\leq 20^\circ$	≤ -4 cm	$\leq 109^\circ$
Grado I	$61^\circ-74^\circ$	$21^\circ-30^\circ$	-5 y -11 cm	110° a 117°
Grado II	$\leq 60^\circ$	$> 30^\circ$	≥ -12 cm	$\geq 118^\circ$

2.11 Síndrome de isquiosurales cortos (SIC).

2.11.1 Etiología.

Para Santonja F (1992) se trata de una alteración significativa de déficit de la elasticidad de los músculos posteriores del muslo, que se manifiesta en la infancia y que se clasifica en diferentes grados de afectación, según tenga repercusión en la pelvis y columna vertebral.

El origen del SIC no está definido por los diferentes autores consultados en la revisión bibliográfica. En estudios de disección de la musculatura isquiosural en pacientes con SIC se evidencia en algunos casos una importante proporción de tejido inelástico, colágeno, y una menor presencia de fibras de longitud contráctiles cortas. Otros autores lo atribuyen a hipoplasia muscular por defecto de crecimiento (Bado JL 1964). Para Espiga FJ (1992) se debe a un asincronismo en el ritmo de crecimiento de este grupo muscular con respecto al fémur, superando los elementos óseos a los ligamentos y tendones durante el segundo periodo de crecimiento.

También hay otras hipótesis: una transferencia genética por el gran número de sujetos afectados dentro de una misma familia; una alteración en el desarrollo cronológico o alteraciones del sistema hormonal, un exceso de tejido conjuntivo intramuscular, e incluso, una falta de adaptación en el sistema nociceptivo. Aunque para otros, el SIC no muestra ningún patrón histológico propio (Martínez Vitorio PA 2004).

2.11.2 Definición.

El primer autor en describirlo fue Lambrinudi C en (1934).

A lo largo de la historia ha recibido distintas denominaciones:

- Bado JL (1964), lo identifica como Síndrome de retracción de los isquiotibiales.
- Brevedad de los isquiosurales (Jordá E 1971).
- Síndrome de acortamiento de la musculatura isquiosural (Santonja F. 1992).
- Brevedad constitucional de la musculatura isquiotibial (Espiga FJ 1992).
- Cortedad isquiosural (Santonja 1995).
- Síndrome de Bado (Jordá E 1971).
- Síndrome de isquiotibiales o isquiosurales cortos (SIC) (Santonja F. 1994).

El uso del término *isquiosurales* es más razonable que emplear el de *isquiotibiales* ya que esta musculatura se inserta distalmente tanto en tibia como en peroné.

La denominación *acortamiento y/o retracción* hacen referencia a una variación de longitud que ha sucedido tras un estado de normalidad.

El síndrome de isquiosurales cortos (SIC) se emplearía en los casos en los que se evidencia su carácter constitucional y cuándo esta situación tenga repercusión a otros niveles: pelvis, segmento lumbopélvico, columna dorsal (Dorso curvo).

El SIC es una entidad que se caracteriza por una disminución de la elasticidad de la musculatura posterior del muslo de etiología desconocida en la que se objetiva clínicamente una menor flexibilidad articular en la flexión de cadera con la rodilla en extensión completa. Aparece en la infancia, presentando diferentes grados de afectación y que, posteriormente, ocasionará mayores o menores repercusiones sobre pelvis y raquis. También se relaciona con lumbalgias crónicas, espondilólisis, listesis y hernias discales

a nivel lumbar. (Santonja F 2006). A pesar de todo lo manifestado, los sujetos que presentan cortedad isquiosural no presentan ningún hándicap para la actividad diaria, física ni deportiva.

2.11.3 Datos epidemiológicos.

La frecuencia del SIC es mucho más alta de lo que se sospecha.

La variación de la prevalencia depende de varios factores: de la población estudiada (la gran influencia del grupo etario y sexo), del método de exploración/diagnóstico, del instrumental utilizado y de los rangos de normalidad.

En un estudio de 744 niños y adolescentes de 6 a 17 años, se encontraron una frecuencia global del 22,8%; en otros estudios de rango etario similar (6-14 años) hallan desde un 14% a 24% de casos de SIC. En la Región de Murcia otros autores han hecho estudios similares encontrando una frecuencia de acortamiento del 27.1% (Santonja F. 1993), además de encontrar casos de acortamientos uni o bilaterales (Martínez Vitorio PA 2004).

Espiga FJ (1992) considera que la frecuencia de cortedad aumenta con la edad con un 18,6%, 19,9%, 24,7% y 26,9% a los 12, 13, 14 y 15 años respectivamente, etapa que se corresponde con el desarrollo puberal y adolescencia. Se ha comprobado el aumento de la frecuencia del acortamiento isquiosural en la etapa puberal y que disminuye mucho de forma espontánea al alcanzar la fase post-puberal (Ferrer V 1998)

En relación con el sexo, en la revisión realizada, existen diferentes opiniones. Unos autores encuentran una relación 2/1 a favor del sexo masculino (32% en niños frente al 16% de niñas). Ferrer V (1998), haya un total de 41,5% de cortedades en los varones y 19,6 % para las mujeres en un grupo de escolares de

6 a 17 años. Santonja F (1991) y Espiga FJ (1992) encuentran una mayor frecuencia en el sexo masculino, con una relación de más de tres veces superior.

Hay estudios en los que se relaciona el SIC con el morfotipo y de forma específica con el leptosómico Espiga FJ (1992). Hay estudios que relacionan el SIC con una menor extensibilidad en mujeres obesas sedentarias.

Ferrer V (1998) no encuentra que se correlacione significativamente con la talla.

La prevalencia de los grados de SIC depende de los límites de normalidad establecidos.

2.11.4 Clasificación del SIC.

Desde los estudios iniciales del SIC (Bado JL 1964; Santonja F 1992), se pueden distinguir al menos dos grados de afectación: los individuos que tienen una cortedad moderada (grado I) y los que presentan una marcada disminución de su extensibilidad (grado II), que se clasifican según los resultados obtenidos en la realización de los diferentes test de la musculatura isquiosural: EPR, ÂPOP, DD-S y el test LHFx que indica la repercusión del SIC en el segmento lumbopélvico.

En relación con el establecimiento de los grupos según la gravedad de la cortedad, hallan un 4,2% y un 4,4% de casos grado II o severos frente al 18,6% y 23,1% de casos grado I o moderados. Espiga FJ (1992) que clasifica la cortedad en tres grupos, no encuentra ningún caso de grado III, un 2,7% de casos grado II y un 18,2% de grado I.

Los límites de normalidad presentan dificultades, tanto para la valoración como para el posterior análisis de los resultados obtenidos. En

diferentes casos, no se dispone de criterios que se sostengan a la hora de fijar los límites y los grados de afectación descritos (Martínez Vitorio PA 2004).

Revisada la literatura no hemos encontrando una clasificación que relacione la aportación de los resultados de los test de valoración de extensibilidad isquiosural con el grado de afectación o acortamiento de la musculatura isquiosural o SIC normal, grado I y grado II.

2.12 Repercusiones clínicas del SIC.

La disminución de la extensibilidad isquiosural produce, a través de la retroversión de la pelvis durante el movimiento de flexión del tronco, una inversión de la lordosis lumbar (cifosis lumbares dinámicas), que se refleja en la alteración del test LHFx, con los consiguientes acuñaamientos vertebrales anteriores; probablemente también produce discopatías lumbares, agravamiento de las hiperCIFOSIS dorsales y se asocia con lumbalgias crónicas y ciatalgias. Hay autores que también afirman la existencia de relación con las espondilólisis y espondilolistesis lumbosacras (Santonja F 1992).

Existe asociación del SIC con la cifosis del adolescente, con el dorso curvo (Bado JL. 1964). En un estudio de niños de 6 a 13 años encontraron un 14 % de esta patología y todos tenían SIC y del total de SIC encontraron que un 70 % se asociaban a dorso curvo. En estudios de Espiga FJ, en 1992 se asocia en el 22,7% una hiperperCIFOSIS dorsal con una brevedad constitucional de la musculatura isquiosural frente a un 9% en individuos normales. Este aumento de cifosis dorsal es mayor en el varón 23% frente al 20,9% en la mujer, y en casos de cortedad grado II es del 33,3% frente al 21,1% en grado I.

La falta de extensibilidad de la musculatura isquiosural, provoca una basculación posterior de la pelvis con la consiguiente disminución de la lordosis

lumbar, la verticalización del sacro y una actitud cifótica lumbar, en aquellos casos en los que se someta dicha musculatura a un estiramiento máximo, como es la sedentación con rodillas más o menos extendidas (Santonja F 1995).

Se han descrito repercusiones negativas sobre estructuras fémoro-patelares, debido a que estos músculos antagonizan la función del cuádriceps y originan una mayor sobrecarga sobre esta articulación (Werner S 1995).

El acortamiento de la musculatura isquiosural también tiene efecto sobre algún tipo de cirugía ortopédica. Así, Hosman AF (2003), en un estudio post-cirugía de corrección de la cifosis de Scheuermann encontró peores resultados de la misma en el grupo de pacientes que presentaban un acortamiento de la musculatura isquiosural y lo atribuye a que este acortamiento puede provocar un desequilibrio por aumento de la lordosis lumbar.

La participación de la musculatura isquiosural sobre la disposición pélvica puede influir en la modificación postural o en alteraciones de la columna vertebral en el plano sagital en casos de cortedad (Santonja F 1994; Ferrer V 1998). (Figuras 17 y 18).

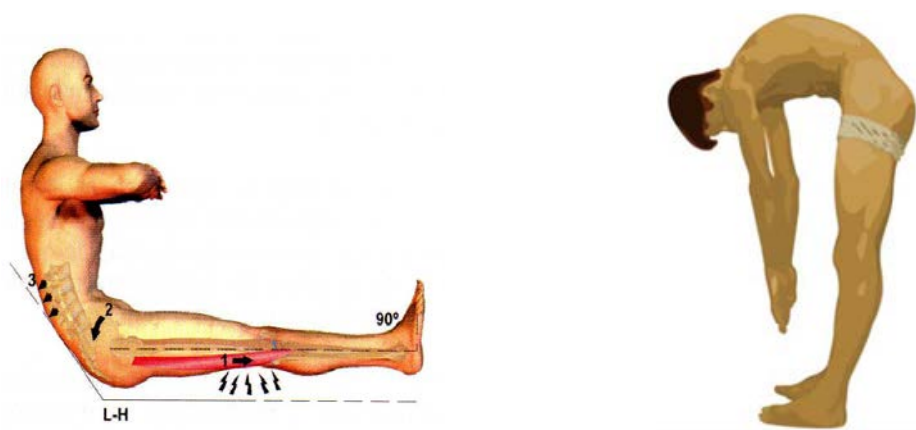


Figura 17. Repercusiones del SIC, en sedentación (Sainz de Baranda P. 2006). En bipedestación (Martínez García AC. 2013)

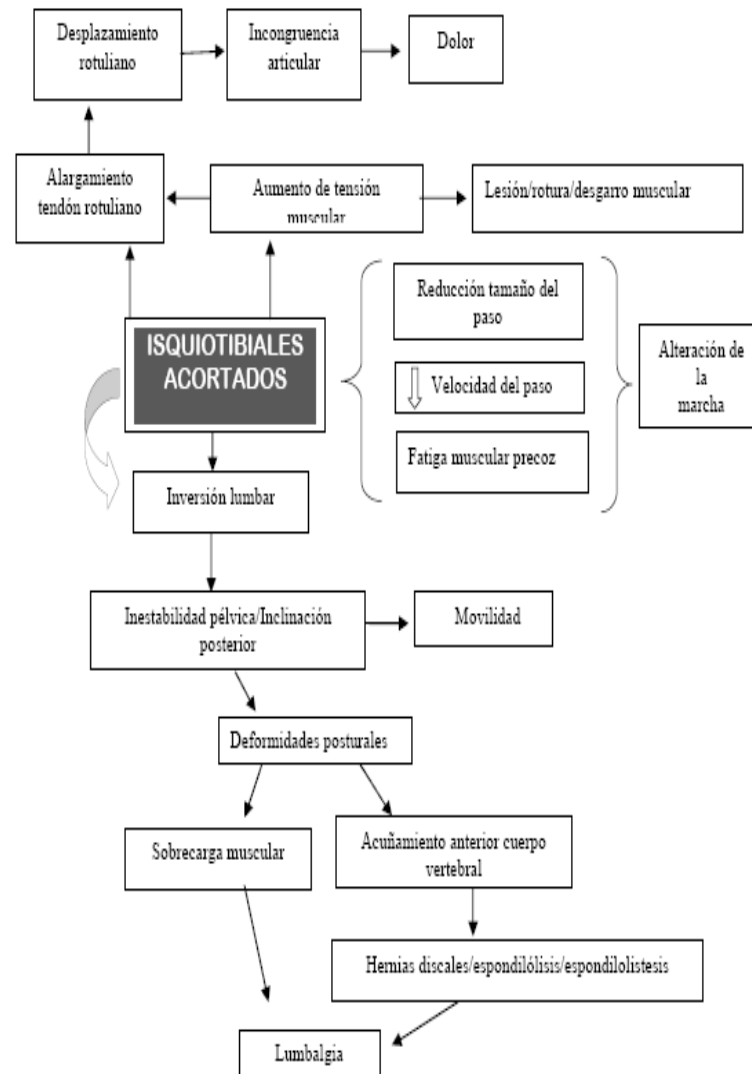


Figura 18. Consecuencias del acortamiento de los Isquiosurales (Da Silva Dias R. 2009)

2.13 Diagnóstico diferencial.

Existen algunas patologías que pueden dar falsos positivos en los test de valoración de la elasticidad. Básicamente hay que diferenciar cuatro grupos de patologías que pueden confundirse con una cortedad isquiosural:

- Patología neurológica. Aquellos procesos que impliquen una irritación de la raíz nerviosa de L₅ / S₁ y que presenta limitación en los test clínicos usados (Signo de Lassegue similar al test EPR).

- Patología fibromuscular. Toda patología que pueda presentar una disminución de la capacidad de extensibilidad muscular, debida a distrofia o infiltración fibrosa del músculo, puede confundirse con un SIC. El cuadro más significativo es la Fibrosis glútea, patología de origen primario que ocasiona una limitación progresiva de los movimientos de rotación interna, flexión, abducción y /o aducción de la cadera, debido a una infiltración fibrosa del músculo glúteo mayor. Estos pacientes en el 60% de los casos presentan una retroversión pélvica en el plano sagital. El grupo de distrofias musculares congénitas, por su propio proceso, también pueden presentar alteración en los test de elasticidad muscular.

- Patología osteoarticular de la cadera: La epifisiólisis, la enfermedad de Perthes, la luxación congénita de cadera, la artritis infecciosa y la coxartrosis, presentan afectación de la movilidad de la cadera con limitación del rango de movimiento pudiendo alterar los test, no por afectación de la extensibilidad muscular, sino por alteración en las estructuras articulares.

2.14 Concepto, bases y fundamentos de la cinesiterapia.

El término cinesiterapia (CNT) deriva del griego: kinesis (movimiento) y therapeia (curación o cuidado), por tanto la cinesiterapia se define como el conjunto de procedimientos que utilizan el movimiento con fines terapéuticos o preventivos, sobre todo en el aparato locomotor (Igual C 1995).

La CNT tiene unos objetivos, efectos sobre los músculos y efectos sobre las articulaciones:

- Entre los objetivos están:

- Mantener y/o aumentar el tónus y la potencia del músculo.
 - Evitar o restaurar las retracciones de los tejidos blandos articulares y peri-articulares.
 - Preservar la función muscular.
 - Conservar la integración del esquema corporal.
- Entre los efectos sobre el músculo:
 - Hipertrofia de fibras musculares.
 - Incremento de la elongación y de la viscosidad del tejido conectivo interfibrilar.
 - Mejora de la vascularización del músculo.
 - Optimización en la transmisión de los estímulos nerviosos.
 - Entre los efectos sobre la articulación:
 - Estiramiento sobre la capsula y ligamentos.
 - Aumento de secreción del líquido sinovial, lo cual hace más fácil la realización del movimiento.

En la aplicación de técnicas de CNT, se emplean diferentes modalidades de movimiento y contracciones musculares:

- CNT activa que se ejecuta con fuerzas generadas por el propio sujeto.
- CNT pasiva, realizada por fuerzas externas y ajenas al propio sujeto, generalmente por otro sujeto (fisioterapeuta).

Otras modalidades descritas serían: CNT activa-asistida (auto-asistida, manual o mecánica (poleoterapia o suspensionterapia) y CNT auto-pasiva (manual o instrumental (artromotor).

En relación con el tipo de contracción muscular:

- Contracción isométrica, en la cual al haber un equilibrio entre la fuerza muscular y la resistencia externa, no hay variación de la longitud del músculo, aunque si se produce un aumento de la tensión intramuscular.
- Contracción isotónica concéntrica, la longitud muscular se acorta, el origen y la inserción se aproximan debido a que la fuerza muscular es mayor a la resistencia externa oponente.
- Contracción isotónica excéntrica, la longitud del músculo aumenta al ser mayor la resistencia que la fuerza ejercida por la acción del músculo. El músculo se alarga a la vez que se contrae (Hüter-Becker A 2003).

2.15 Terapia Reequilibradora del Aparato Locomotor (TRAL).

La terapia reequilibradora del aparato locomotor TRAL (de Antolín Ruiz P 1989-1990) es un método de recuperación dinámica que se basa en la percepción corporal mediante el movimiento y los cambios de posición del centro de gravedad. Con la disminución de parte de la tensión física de los músculos crónicamente contraídos y en estado espasmódico, utilizando la tensión liberada para reforzar los músculos antagonistas, que estarán con toda seguridad debilitados (Fort Vanmeerhaeghe A. 2008).

Esto que parece tan sencillo, comporta una serie de dificultades:

- A nivel biológico los músculos contraídos de manera crónica, impiden que ciertos impulsos lleguen a la percepción consciente. Por este motivo, en las tensiones musculares crónicas se pierde el esquema corporal, quedando una parte del individuo al margen de la percepción consciente.
- Lograr el control de los esfínteres a una edad demasiado temprana, da lugar a espasmos y tensiones en los glúteos y en los tendones de los

isquiosurales, produciendo un bloqueo y una sobrecarga de tensión en la zona. Zona que, más tarde, puede quedar al margen de la percepción consciente.

- Aprender a caminar cuando los músculos aún no son lo suficiente fuertes, ni están suficientemente coordinados para dicha actividad, desarrolla una fuerte tensión en los isquiosurales y tensores de la fascia lata, a fin de obtener apoyo. La tensión existente en estos grupos musculares, da a la pierna la rigidez necesaria para sostenerse, pero a costa del equilibrio natural. Es fácil comprender que las distonías y tensiones crónicas en las extremidades inferiores (EEII) pueden dar lugar a múltiples conflictos en el campo de la elasticidad muscular y de la flexibilidad articular.

- Cuando la intensidad de la carga aumenta hasta el punto de llegar a amenazar la integridad de los elementos estructurales del cuerpo se experimenta el dolor. Se hace pues necesario comprender y aprender a superar el temor al movimiento y al dolor que él mismo provoca.

Por tanto utilizando este método (TRAL) se requiere:

1. Tolerar más el dolor para obtener una mejoría. Esto llegará a producir un sentimiento de libertad y confianza en sí mismo.

2. Un marco cognitivo conocido como principio de la realidad que es la capacidad del organismo para soportar el dolor, en razón de un mayor placer que espera obtener en el futuro. Esto es lo que hará posible que los sujetos soporten los dolorosos procedimientos de las mismas.

3. Conocer los diferentes umbrales del dolor y la capacidad individual para soportarlo.

El TRAL, como su nombre indica busca mediante ejercicios el equilibrio en las extremidades inferiores implicando estructuras óseas y musculares.

Una correcta elasticidad muscular nos proporciona una buena flexibilidad articular que nos acerca a sensaciones de mayor seguridad, mayor equilibrio y a una mayor conexión de las extremidades inferiores con la totalidad del organismo (esquema corporal) y con la tierra.

2.16 Las cadenas cinéticas musculares y el TRAL.

La unidad cinética se define como el conjunto de estructuras que intervienen en un movimiento de la articulación. Corresponde a los dos segmentos óseos implicados en el movimiento (elementos pasivos), la propia articulación y el sistema neuromuscular (elemento motor o activo) que desarrolla las fuerzas de contracción. El sistema nervioso no entiende de contracciones musculares, pero sí de movimientos. La integración de movimientos coordinados originan lo que denominamos cadena articular o cadena de movimiento.

Generalmente las acciones y gestos de los sujetos implican a más de una unidad cinética. El sumatorio de las diversas unidades cinéticas en esas acciones se denomina cadenas cinéticas musculares. Las cadenas cinéticas musculares responden a reacciones de estabilización, dinámica y equilibrio. La musculatura mono-articular y la poli-articular son las responsables de la postura estática anti-gravitatoria) y del ajuste del centro de gravedad en la base de sustentación con el fin de obtener un óptimo equilibrio (Gento C 2005).

Las cadenas cinéticas se clasifican en función de la implicación del extremo distal del segmento corporal. Si se evalúa el miembro inferior, se considera que el pie es el extremo distal del segmento corporal. Estas se clasifican en cadenas cinéticas abiertas, cerradas y mixtas o de frenada.

Cadena cinética abierta (CCA), el extremo distal no está fijo, es libre, y es

el que se desplaza. Se realizan reclutamientos musculares de proximal a distal, donde la cadena de contracción muscular, en la extremidad inferior, comienza cerca del tronco, en la cadera del sujeto. La función de los músculos agonista y antagonista está bien definida, si bien hay que tener en cuenta además, la función de los músculos que estabilizan la articulación para que el movimiento pueda producirse. Este método de trabajo será el adecuado si nos encontramos con sujetos que presenten alteración en grupos musculares de los extremos distales.

Cadena cinética cerrada (CCC), en el miembro inferior, el extremo distal esta fijo, y es el extremo proximal el que se desplaza. En este tipo de cadena el extremo distal percibe reacciones sensitivas de apoyo al contrario que en la abierta. Se ejecuta una cadena de reclutamiento de distal a proximal. El primer movimiento se realiza en la articulación distal, el objetivo será la estabilidad de la cadena implicada. En un patrón de reclutamiento de distal a proximal la función de los músculos agonistas y antagonistas se verá influida por el apoyo del extremo distal, lo cual puede producir un cambio de funciones en la musculatura implicada. Situación que su sucede en la musculatura isquiosural, flexores de rodilla, en una acción de incorporación en la posición de triple flexión que invierten su papel en agonistas del cuádriceps al tener que desplazar la tibia hacia delante. Este cambio los convierte en extensores, dejando de hacer su función de flexores de la rodilla.

En las cadenas cinéticas mixtas o de frenada (CCM) se da en aquellas situaciones en que las dos anteriores están presentes y tanto el extremo proximal como el distal se movilizan a la vez.

Existen 2 cadenas musculares según los planos corporales:

- **Cadena muscular superficial del plano posterior.** La musculatura corporal superficial posterior en el hombre forma una cadena fuerte, rígida y contraída, siendo ésta el componente agresivo y motor del organismo.

Conecta la totalidad del plano posterior corporal, se extiende desde la base de los pies hasta la parte superior y frontal de la cabeza en dos secciones: una desde los pies hasta las rodillas y otra desde las rodillas hasta la frente. Forma una unidad funcional única cuando las rodillas se encuentran en extensión (bipedestación). (Figura 19 izquierda). Su función postural es sostener el cuerpo en verticalidad completa (bipedestación) contrarrestando la tendencia a la flexión. Las rodillas son la excepción a esta función extensora, ya que la musculatura isquiosural es flexora de la rodilla.

Todos los elementos de la cadena son solidarios y toda acción localizada sobre un segmento de ésta tiene una incidencia sobre el conjunto del sistema.

La musculatura de la espalda al contraerse desplaza las vértebras y las mantiene en arco cóncavo (lordosis), agravando de esta manera las concavidades posteriores de la columna vertebral, y lleva finalmente a los músculos posteriores al acortamiento. Como consecuencia de su acción en contracción concéntrica, tenderán a asentar la columna o aplastarla (Myers TW 2009).

- **Cadena cinética muscular superficial del plano frontal.** Conecta la totalidad de la superficie anterior del cuerpo, desde el dorso del pie hasta las regiones laterales del cráneo, en dos partes: una desde los dedos de los pies hasta la pelvis y otra desde la pelvis hasta la cabeza. Funcionalmente es una sola unidad, es una línea continua miofascial integrada cuando la cadera se encuentra en extensión, como es en el caso de la bipedestación. Su función es la de lograr el equilibrio con la cadena posterior y proporcionar un sostén tensil

desde la cabeza para elevar las partes del esqueleto que están situadas por delante del eje de gravitación: pubis, caja torácica y cara. También mantiene la extensión postural de las rodillas (Figura 19 derecha).

Por acción de la inhibición refleja provocaría relajación de la cadena muscular posterior; glúteos, bíceps femoral, isquiosurales, tríceps sural y de flexores de los dedos del pie, lo que denominamos estiramiento pasivo por contracción activa de la musculatura antagonista (Myers TW 2009).



Figura 19. Cadena muscular posterior (izquierda.) y anterior (derecha). Myers TW (2009)

2.17 Ejercicios que se utilizan para la elongación de la musculatura isquiosural.

Estos ejercicios tienen como objetivo proporcionar el nivel óptimo de elasticidad de la musculatura isquiosural, con la intención de evitar las repercusiones que generan en el raquis cuando la extensibilidad de estos está reducida.

Existen numerosos estudios que documentan los incrementos del máximo ROM articular y de la longitud de los músculos isquiosurales después de realizar ejercicios de estiramiento estático y estiramiento con técnicas de facilitación neuromuscular propioceptiva (FNP) (Osternig LR 1990. Arriagada FA 2005; Noboa MS 2006; Castellote MY 2011)

Dentro de los diferentes modelos de ejercicios para el estiramiento de los músculos solo nos vamos a referir a los ejercicios activos.

2.17.1 Ejercicio TRAL para el SIC.

Ejercicio nº 1 Ejercicio de estiramiento de la musculatura isquiosural a partir de la posición de triple flexión. (Figura 20)

Ejecución individual.

Técnica: activo/dinámico.

Es un ejercicio que se realiza desde una posición de triple flexión de las extremidades inferiores, los músculos isquiosurales (flexores de la rodilla cuando el extremo distal es el pie) adoptan un papel agonista de los músculos cuádriceps (extensor de la rodilla), ya que deben llevar la tibia hacia la extensión.

Partiendo de la posición de cuclillas (triple flexión) y la punta de los dedos de las manos fijadas al suelo, se le solicita al sujeto que realice una

extensión de las rodillas sin que los dedos de las manos se separen del plano del suelo. La musculatura que primero se activa es la de los dedos de los pies, las de los tobillos y las rodillas, para poder dar estabilidad a las articulaciones más periféricas y realizar así el movimiento con la articulación más cercana a la cadera (Vanmeerhaeghe A. 2008).



Figura 20. Ejercicio TRAL para el SIC. Posición inicial (izquierda) y final (derecha).

Existe una variante de este ejercicio que es en la posición de triple flexión, el sujeto se sienta sobre un banco bajo de 25 cm de altura para mantener la triple flexión y desde esta posición realizar el estiramiento (Figura 21)



Figura 21. Ejercicio TRAL para el SIC (variante con apoyo en banco). (Inicial izquierda y final derecha).

2.17.2 Otros ejercicios de estiramiento para el SIC.

Ejercicio nº 2 (Santonja F 2006). (Figura 22)

- Ejecución individual.
- Técnica: activo/estático.

Sujeto en decúbito supino con la pelvis apoyada en el suelo, una extremidad extendida y apoyada en la pared y la otra flexionada para mantener el control de la pelvis. La separación de la musculatura glútea de la pared la proporciona el grado de acortamiento. El fulcro lumbar se sitúa en la zona lumbar, en el caso de presencia de cifosis. El objetivo conseguir es aproximar la zona glútea a la pared sin que se produzca aumento de la cifosis lumbar.

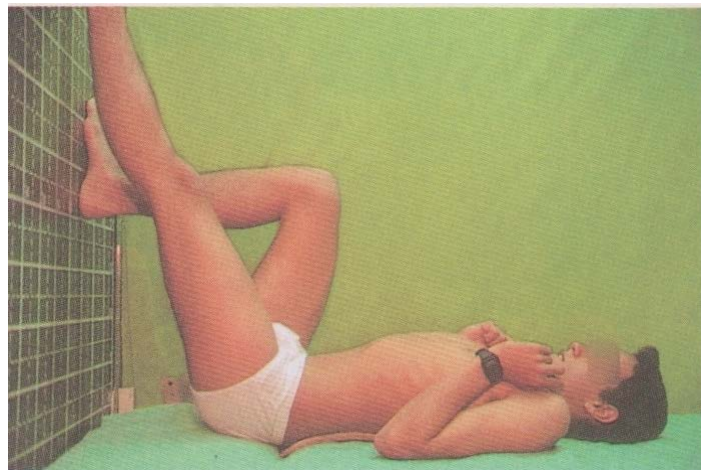


Figura 22. Estiramiento unilateral de musculatura isquiosural estático-activo

(Santonja F 2006)

Hay una variación de este ejercicio, que partiendo de la misma posición, se flexiona el tobillo y se separa, durante 3", el talón del apoyo en la pared.

Ejercicio nº 3 (Esnault M 2003) (Figura 23).

- Ejecución individual.
- Técnica: activo/estático.

- Isquiosurales en tensión pasiva.

Estiramiento de isquiosurales con el sujeto sentado en escuadra en el suelo. Las dos rodillas tensas y poco separadas, y puntas de los pies en flexión dorsal y en ligera rotación interna. Manos apoyadas en el suelo por detrás de los glúteos sobre las últimas falanges para poder elevarse sobre ambos isquion y elevar el tronco desde la zona lumbar hasta la nuca. Intentar cerrar el ángulo tronco-muslos a partir de la pelvis, aunque sea poco.

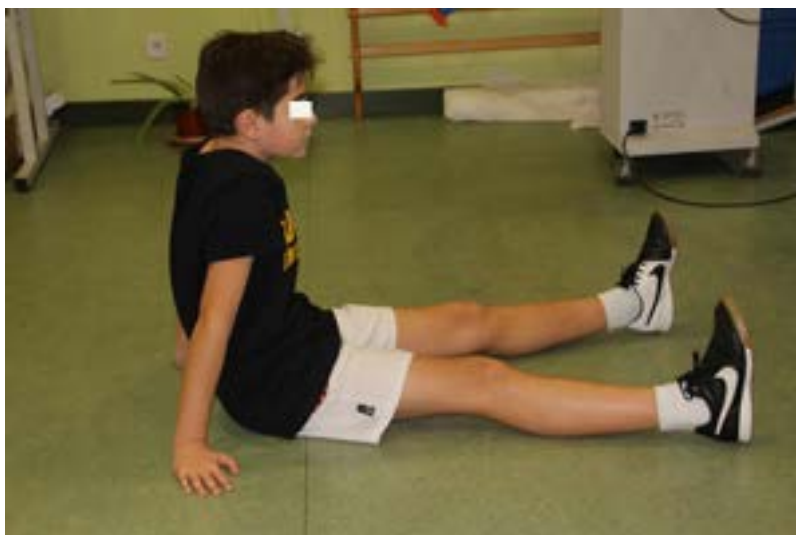


Figura 23. Ejercicio 3 Estiramiento isquiosural estático-activo (Esnault M. 2003)

Ejercicio nº 4 (Esnault M 2003) (Figura 24).

- Ejecución individual.
- Técnica: activo/estático.
- Posición a: Rodilla izquierda semi-flexionada y un 90 % del peso del cuerpo sobre el pie izquierdo. Rodilla derecha en extensión de 180°, por delante, y punta del pie elevada y en rotación interna. Manos cruzadas tras los glúteos, pulgares hacia fuera y hombros en rotación externa.
- Posición b: Balancear el cuerpo en bloque hacia delante girando sobre las caderas y manteniendo la rigidez del tronco desde la zona lumbar hasta la

nuca. El hecho de colocar al inicio los antebrazos en la zona lumbar impide cualquier desplazamiento lumbar.

- Posición c: Tras el retorno a la posición erecta del inicio, se realizará el mismo ejercicio en rotación externa para alcanzar otras fibras musculares.

La rotación axial del inicio se mantiene durante todo el ejercicio.

El ejercicio se repite en el miembro contralateral.

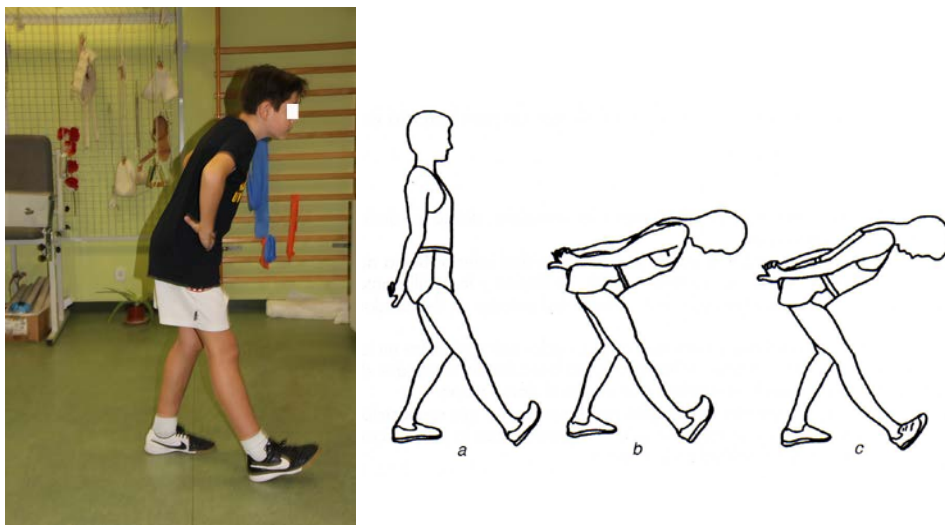


Figura 24. Ejercicio 4 Estiramiento isquiosural (a; inicio. b; balanceo. c; final).

(Esnault M 2003)

Hay una variante de este ejercicio que consiste en que estando en bipedestación, con una pierna elevada sobre un escalón, se inclina el tronco hacia adelante, controlando la pelvis y manteniendo recta la espalda. Las manos se apoyan sobre el muslo o la rodilla pero nunca deben alcanzar el pie.

Ejercicio nº 5 (Sainz de Baranda P 2006) (Figura 25)

- Por parejas.
- Técnica: activo/asistido/estático.

Situación de las parejas en sedentación, uno frente al otro, espalda recta en la vertical, plantas de los pies juntas, brazos en la horizontal, banda elástica sujeta por ambas manos. A la orden del profesor, uno de ellos flexiona los

codos y tensa la banda elástica provocando el estiramiento del opuesto, se mantiene durante 5/6 segundos y de nuevo a la voz del profesor, cesa en la flexión de los codos y regresa a la posición de partida.

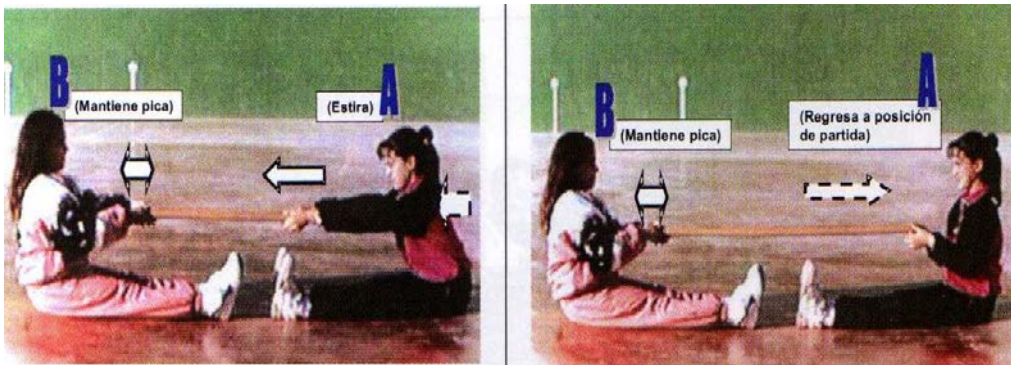


Figura 25. Ejercicio 5. (Sainz de Baranda P. 2006)

Ejercicio nº 6: Ejercicio de estiramiento en cadena cinética abierta (CCA), activa de elevación pierna recta (Figura 26).

- Ejecución individual.
- Técnica: activo/estático.

Sujeto en decúbito supino, brazos a lo largo del cuerpo, flexión de cadera con la rodilla extendida (180°) y tobillo en posición neutra, y una vez alcanzada la máxima flexión de la cadera, mantener durante 5''; descender lentamente para realizar el mismo movimiento con el miembro contralateral.



Figura 26. Ejercicio nº 6

Ejercicio nº 7 Ejercicio de estiramiento en C.C.A. del ángulo poplíteo (Figura 27).

- Ejecución individual.
- Técnica: activo/estático.

Sujeto en decúbito supino, cadera y rodilla flexionada a 90°, con sus manos en el hueco poplíteo sujeta el muslo para fijar la flexión de cadera en 90°, se solicita una extensión máxima de rodilla sin modificar el grado de flexión de la cadera.



Figuras 27. Ejercicio nº 7. Izquierda inicio. Derecha final.

2.18 La escuela y la salud. Modelo de prevención y promoción de la educación de estilos de vida saludables.

El Programa de Atención al Niño de la Consejería de Sanidad de la Región de Murcia (PAN 1992), se desarrolló con unos ambiciosos objetivos que incluían la educación para la salud impartida en la escuela (adquisición de actitudes, hábitos y comportamientos saludables), mejora del medio ambiente escolar y los exámenes de salud.

Los exámenes de salud incluyen medidas antropométricas, estudio de la agudeza visual y auditiva, medición de la presión arterial, comprobación del calendario vacunal, criptorquidia y caries. Respecto al aparato locomotor se explora para detectar alteraciones de la columna vertebral, tanto en el plano

sagital, como la escoliosis y en el plano frontal como la cifosis, además, en los últimos años también se incluye el síndrome de cortedad isquiosural. (Santonja F. 1992). Se realiza el examen como una prueba de cribado, en el caso de detectar alteraciones se remite al servicio de salud, donde se confirmara su diagnóstico.

Estratégicamente, para la promoción de la salud, la escuela constituye el medio ideal para el aprendizaje y el desarrollo humano integral, así como la mejora de la calidad de vida y la felicidad colectiva de niños, niñas, adolescentes y demás miembros de la comunidad. La escuela saludable accede a crear y asimilar los conocimientos de la salud en la niñez y adolescencia. En la escuela se obtienen los valores, las habilidades, las destrezas y prácticas necesarias para el ejercicio de una vida saludable (Noboa MS 2006).

La educación física es una de las actividades más importantes de promoción y prevención de salud de una escuela. Se centra en la práctica de deportes y en el desarrollo de destrezas motrices, además proporciona la mejora del estado físico durante todas las etapas del ciclo vital.

El profesional de la educación, el maestro, tiene un papel imprescindible y relevante dentro del entramado social del niño y desde este punto de vista, debe inculcar creencias que contribuyan a la salud.

La educación física y deportiva tiene como objetivo dos finalidades, por un lado, interviene en el desarrollo y mejora del estado somático, ya que le concede la posibilidad del gobierno de los movimientos voluntarios y la claridad de juicio, por otro le proporciona y facilita la prevención y, en caso de que proceda, la corrección de descompensaciones y deformaciones orgánicas y las actitudes posturales perjudiciales que se originan, se desarrollan y

perpetúan durante el proceso del crecimiento especialmente en la vida escolar (Molina V 2004).

En la escuela, la práctica deportiva es la base sólida de un estilo de vida saludable en esa determinada edad, ya que en esta se concreta la finalidad física e intelectual del niño (Noboa MS 2006).

3. JUSTIFICACIÓN, HIPÓTESIS Y OBJETIVOS.

Después de la revisión bibliográfica sobre el SIC, se han encontrado numerosos estudios que utilizando intervenciones de ejercicios de estiramiento en adolescentes y adultos (deportistas) se lograban discretas mejorías. No hemos localizado estudios realizados en escolares, en su medio, con intervenciones comparadas con grupo control y con un programa de ejercicios de estiramiento (convencional y específico basado en el TRAL). A partir de ahí nuestra idea es que sí iniciábamos ejercicios precozmente, en niños de 8 años, en su medio, impartidos por su profesor, al que conocen, ofrecían ventajas sobre lo ya hecho y además, comparando los resultados con individuos en las mismas condiciones, grupo control, podríamos conocer si existía mejora y cuantificarla.

HIPÓTESIS:

Aplicar un programa de ejercicios para el estiramiento de la musculatura isquiosural, añadido a la actividad física reglada, en escolares de 8 años y a lo largo de dos cursos, mejora la elasticidad de la musculatura, medida por los test de extensibilidad, disminuye la prevalencia del síndrome de isquiosurales cortos (SIC) y mejora el grado de afectación comparado con un grupo control.

OBJETIVOS:

1. Conocer los grados de afectación de la extensibilidad de la musculatura isquiosural en niños de 8-9 años y su evolución durante dos cursos académicos. Los grados de afectación se analizarán mediante 4 test de valoración angular y longitudinal (EPR, ÂPOP, LHFx y DD-S).

2. Analizar si el seguimiento de un programa de ejercicios de estiramiento muscular durante dos cursos escolares mejoran la extensibilidad de la musculatura isquiosural en niños de 8-9 años.

3. Analizar la influencia del peso, talla, sexo, descanso escolar en el periodo estival y de la actividad física extraescolar en los test de valoración.

4. Analizar si la afectación de la extensibilidad en la musculatura isquiosural es bilateral.

5. Cuantificar la eficacia de la intervención mediante el número necesario a tratar (NNT) para mejorar la elasticidad isquiosural.

4. MATERIAL Y MÉTODOS

4.1 Población de estudio.

El grupo inicial corresponde a niños de 8 años de 3º de enseñanza primaria de los colegios públicos (CP) del área de salud (Área VI) de los Centros de salud Vistalegre/La Flota y de Zarandona, 4 colegios: CP Luis Costa (26 niños), CP La Flota (48 niños), CP Arboleda (49 niños) y CP San Félix (31 niños), en cada colegio hay 2 grupos, excepto en uno, con un solo grupo. La muestra inicial correspondiente a los cuatro centros es de 154 niños en total. Se asegura la continuidad de los niños en el mismo grupo y de los profesores de Educación Física desde el inicio hasta el final del estudio.

Inicialmente se contactó con los directores, jefes de estudios y profesores de Educación Física de los colegios públicos existentes en la zona de Salud de Vistalegre/La Flota y Zarandona del Área VI del Sistema Murciano de Salud (SMS). Les expusimos la propuesta del **Estudio de la prevalencia del Síndrome de Isquiosurales cortos (SIC) en niños de 3º educación primaria (8 años)**, y la **aplicación de ejercicios de estiramiento que se incluyeran en los programas de la actividad física del currículo escolar**, y conocer su opinión sobre la intervención.

Una vez obtenida la aprobación por parte de los centros educativos y de los profesores de la asignatura de educación física, se solicitó la autorización, mediante presentación del proyecto, a la Consejería de Educación, Fomento y

Empleo de la Comunidad Autónoma de Murcia (Dirección General de Infraestructuras y Promoción Educativa, Anexo V), y del Comité de ensayos e investigaciones clínicas (CEIC) del Área VI del Sistema Murciano de Salud (Anexo IV).

Al inicio del curso 2011/2012 se mantuvo una reunión informativa, en cada colegio, con los padres o tutores de los alumnos, en presencia del tutor académico y del profesor de Educación Física, en donde se les informó, verbalmente y por escrito (Anexo I), del contenido del proyecto que se pretendía llevar a cabo con sus hijos procediendo a entregarles un documento de consentimiento informado (Anexo II), que nos tenían que devolver firmado para la inclusión de sus hijos en el proyecto.

4.2 Tipo de diseño.

Ensayo clínico controlado con grupos paralelos para una intervención de ejercicio físico doble ciego (Figura 28).

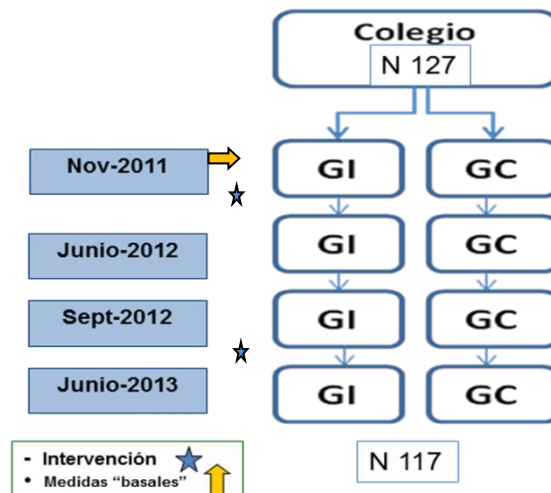


Figura nº 28. Esquema del diseño del estudio.

4.3 Método de recogida de datos.

El primer paso de este estudio fue la formación y el entrenamiento de los cuatro médicos que formaban el equipo evaluador en las exploraciones antropométricas y en la de los test que se emplearían para evaluar la elasticidad de la musculatura isquiosural: Test DD-S, Test LHFx, Test EPR y Test ÂPOP. Posteriormente y con un grupo de 15 niños de edades similares a los del estudio, cada evaluador realizó tres veces cada una de las pruebas a los 15 niños, para conocer el grado de concordancia intra e interevaluador. El test utilizado para determinar la validez de las medidas es el coeficiente de correlación intraclass (CCI) (Prieto L 1998), ya que se trata de variables cuantitativas. Los resultados de esta evaluación se reflejan en la tabla nº 3 donde se aprecian que los resultados son altamente significativos, lo que nos permitía afirmar que la validez de las medidas realizadas por cualquiera de los evaluadores era de alta fiabilidad (Gómez García C 2012).

Tabla 3: Concordancia interobservadores. Coeficientes de correlación Intraclass (CCI), intervalo de confianza (IC) y significación (p).

Variable	CCI	IC 95%	p
Peso	1	1 - 1	<0.000005
Talla	1	1 - 1	<0.000005
EPRd	0.97	0.92 - 0.99	<0.0005
EPRi	0.96	0.89 - 0.99	<0.0005
ÂPOPd	0.96	0.90 - 0.99	<0.0005
ÂPOPi	0.95	0.88 - 0.98	<0.0005
DD-S	1	1-1	<0.000005
LHFx	0.79	0.46 - 0.94	<0.005

El grado de acuerdo entre los observadores según la escala de Landis y Koch es casi perfecto, ya que todos los CCI son mayores de 0,81 excepto para el test LHFx cuyo valor es de 0,794 que se corresponde a un grado de acuerdo sustancial como queda reflejado en la tabla siguiente.

Tabla nº 4. Escala de Landis y Koch.

VALOR CCI	GRADO DE ACUERDO Escala Landis y Koch
<0.01	POBRE
0.01 – 0.2	LEVE
0.21 – 0.4	REGULAR
0.41 – 0.6	MODERADO
0.61 – 0.8	SUBSTANCIAL
0.81 – 1.0	CASI PERFECTO

De los 154 sujetos posibles para el estudio se recibieron 127 autorizaciones (82.5%). Al final del estudio se produjeron 10 pérdidas (6,5%), una por retirada de la autorización y el resto por cambio de colegio y domicilio familiar, también se produjeron inclusiones de alumnos nuevos que se asignaron a los grupos decididos por la jefatura de estudios de los colegios pero no fueron tenidos en cuenta para el estudio, quedando la muestra en 117 sujetos (76%), 63 niños (54%) 54 niñas (46%) que lo completaron.

4.4 Material.

Descripción del material utilizado para las mediciones:

1. Balanza digital de peso. Marca.- Seca Robusta 813. Peso en kilogramos (kg), con mínimo de 2 kg, máximo de 200 kg, y precisión de 0,1 kg.



Figura 29. Bascula de peso

2. Tallimetro. Marca Seca modelo 213. Mide en vertical, desde 20 cm. hasta 210 cm. Precisión de 0,1 cm. Con barra horizontal para ajustar la talla cuándo se apoya sobre el punto más alto de la cabeza barra en la cabeza.



30. Tallimetro (detalle)

3. Cajón de Wells y Dillon (1952), con plano vertical para medición de la distancia dedos-suelo. Regla de 0 a 35 cm. Precisión de 1 cm.



Figura 31. Cajón de Wells y Dillon (1952).

4. Mesa de exploración. Marca Enraf-Nonius.



Figura 32. Mesa de exploración portátil.

5. Cinchas de 10 cm de ancho y con cierre de velcro.

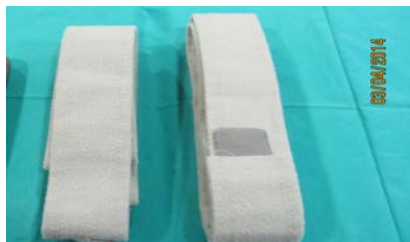


Figura 33. Cinchas para fijación.

6. Fulcro de 3 cm de altura para mantener la lordosis lumbar y evitar la corrección de esta.



Figura 34. Fulcro corrector para lordosis lumbar.

7. Goniómetros para valoración de test angulares, de brazos telescópicos. Marca LAFAYETTE. Modelo 01135 (izquierda). Amplitud de

movimiento 360°. Precisión de 1° y goniómetro convencional (derecha) de 180° de amplitud de medición y precisión de 1°.

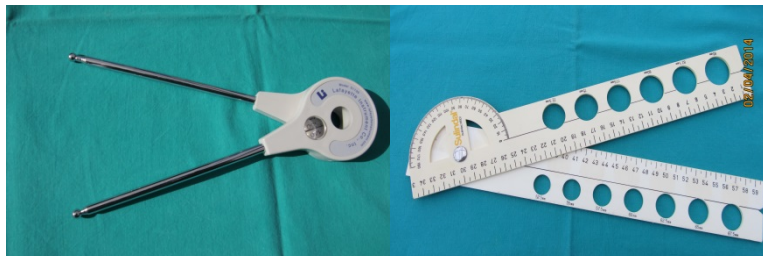


Figura 35. Goniómetros. Brazos telescópicos (izquierda) y modelo convencional (derecha).

8. Goniómetro para medición del Ángulo LHFx. Marca ROSTFREI-STAINLES. Modelo GAT 1-8 DBGM. Dispone de burbuja de nivelación en el plano horizontal. Amplitud de medida de 0° a 180° y precisión de 5°.



Figura 36. Goniómetro Test LHFx.

Dependiendo del test, el material requerido es:

Para el test DD-S, se recomienda un cajón de madera, con un plano horizontal y otro perpendicular con una regla milimetrada adosada a uno de los laterales. En nuestro caso utilizamos el cajón de Wells y Dillon (1952) (figura 31).

Para los test de EPR y ÂPOP es indispensable una camilla de exploración (figura 32). Un goniómetro de brazos largos con precisión mínima de 1° (figura 35 izquierda) para el test EPR y un goniómetro convencional para el test ÂPOP (Figura 35 derecha).

También utilizamos el soporte lumbar (fulcro de 3 cm de altura) que impide la flexión de la pelvis (retroversión) y la cifosis del raquis lumbar (Figura 34).

Para el test LHFx utilizamos el goniómetro con burbuja de nivel, de brazos cortos. La burbuja de nivel en una de sus ramas sirve de indicador del plano horizontal y posibilita una medición más precisa (Figura 36).

4.5 Protocolo de recogida de datos.

Para la exploración de cada sujeto dos exploradores medían y recogían los datos (Anexo III). Primeramente: código del sujeto, código de colegio, código de aula, fecha de nacimiento, código de sexo, código de práctica de actividad física extraescolar. Para la talla se colocaban de espalda a la barra vertical, erguido con la mirada al frente y los talones en el tope de la base del tallmetro (figura 30), se desplazaba la barra horizontal hasta contactar con la parte más alta de la cabeza, sin presionar, peso en posición erguido y sin movimiento.

Seguidamente se sitúa, al sujeto, en bipedestación en el plano horizontal del cajón (Figura 31) que en el plano vertical lleva adherida una cinta métrica para medir el test DD-S. Se coloca con los pies ligeramente separados contactando los dedos primeros de cada pie con el plano vertical del cajón y las rodillas en extensión. A continuación se le indicaba realizar una flexión del tronco en un intento de tocar el plano horizontal, situando las palmas de ambas manos en el plano vertical, paralelas a la regla de medición, por donde se deslizaban hasta alcanzar la máxima flexión (Figura 8). Un explorador hacía la medición y el otro fijaba las rodillas para evitar la flexión de las mismas. Se considera el valor 0 como el nivel del plano horizontal.

A continuación se sitúa al sujeto en la mesa de exploración en sedentación, para realizar el test LHFx. Con las extremidades inferiores en extensión, fijadas mediante una cincha con cierre velcro y tobillos en ángulo de 90°. Se le indica que realice una máxima flexión del tronco, intentando llegar a los dedos de los pies (Figura 17). En ese momento se le coloca el goniómetro específico de burbuja (Figura 36) situado, el segmento fijo en el plano horizontal de la mesa de exploración, el vértice del goniómetro en el surco interglúteo junto al hueso sacro, el segmento móvil se aproxima hasta el plano vertical del raquis y se toma la medición.

Seguidamente, y con el sujeto en sedentación sobre la mesa de exploración para realizar el test EPR, (Figura 13). Se coloca el fulcro (Figura 34) en la zona que se corresponde con el raquis lumbar. A continuación se le coloca en decúbito supino y con una cincha se le fija la pelvis, a través de las crestas iliacas para evitar el componente de rotación, situación que se presenta en el caso de haber acortamiento de la musculatura isquiosural, y con otra se fija la rodilla de la extremidad que no se va a valorar. Con el goniómetro de brazos telescópicos, situando el vértice en el trocánter mayor y los segmentos en el maléolo peroneo. Se le indica que realice una elevación de la pierna recta, que es acompañada del segmento móvil del goniómetro (Figura 13), mientras el fijo queda en su posición inicial. Una vez alcanzada la máxima elevación se procede a tomar el valor angular que indica el goniómetro. Este test se realiza de forma bilateral. Se considera como de 0° la posición inicial o neutra y de 90° cuando la extremidad esta perpendicular (zenit) al plano horizontal de la mesa de exploración.

A continuación, para realizar el test ÂPOP, se coloca el sujeto en la mesa de exploración en decúbito supino y con una cincha se le fija la pelvis, a través

de las crestas iliacas para evitar el componente de rotación y con otra cincha en la extremidad contralateral con la rodilla en extensión. Se flexiona, por uno de los evaluadores, la cadera en 90° y la rodilla caída en flexión. El otro evaluador coloca el vértice del goniómetro sobre la línea interarticular de la rodilla. El segmento fijo perpendicular al trocánter mayor. Se le indica que realice la extensión de la rodilla que se acompaña del segmento móvil del goniómetro, sin que se modifique el grado de flexión de la cadera, hasta alcanzar el grado máximo de extensión que se producirá por la resistencia al ser estirados los músculos isquiosurales. Procediendo en ese momento a su medición (figura 15). Este test también se realiza de forma bilateral.

En el curso escolar 2011/2012, primer año del estudio, en el periodo de 22/Noviembre a 15/Diciembre de 2011, (**momento 1 o inicial**) se procedió a realizar este protocolo de exploración física de los sujetos de cada grupo de 3º curso de primaria, en todos los colegios.

Antes de finalizar el curso, desde el 22/Mayo al 8/Junio de 2012, (**momento 2**) se repite la exploración física a todos los niños del curso de 3º con el mismo protocolo que al inicio del curso.

Al inicio del curso siguiente con los alumnos al estar en 4º curso 2012/2013, periodo desde el 21 al 28/Septiembre 2012, se procede a una nueva medición (**momento 3**) y la última medición se llevó a cabo desde el 13 al 23/Mayo 2013, (**momento 4 o final**).

Todas las sesiones de medición fueron realizadas en el gimnasio cubierto de cada centro escolar bajo las mismas condiciones medioambientales (temperatura 22-23º), y en el mismo intervalo de tiempo (de 9-12 horas).

4.6 Intervención.

Antes de comenzar el proceso de valoración de los sujetos, se realizó el entrenamiento de los profesores de actividad de E. Física en la intervención. Para ello, el fisioterapeuta (Doctorando) instruyó y comprobó la asimilación de la técnica de los ejercicios que se incorporan, utilizando un grupo de niños voluntarios que no entran a formar parte del estudio. En ese momento un miembro del grupo, que desconocía a los profesores, colegios y alumnos, decide de forma aleatoria asignar la intervención al aula **A** y el grupo control al aula **B** en los colegios con dos aulas. En el colegio con una sola aula se asignó al grupo control (**B**).

Durante los dos años del estudio estuvo garantizado el seguimiento por parte del profesorado y del equipo evaluador.

4.7 Ejercicios para la intervención.

Los ejercicios añadidos al grupo de intervención junto al programa de actividad física escolar habitual de ambos grupos se realizan durante todo el curso académico.

La secuencia de los ejercicios que se añadieron en el grupo de intervención fueron:

Ejercicio nº 6 (Página 70). Ejercicio de elevación de la pierna recta. Estiramiento musculatura isquiosural en CCA, activa. Los sujetos se sitúan en decúbito supino, piernas extendidas y palmas de ambas manos sobre el plano horizontal, a la voz del profesor levantan, lentamente, una pierna siempre en extensión de rodilla, hasta alcanzar el máximo de flexión de cadera, la pierna contralateral queda en el plano horizontal sin modificar su posición. Esa posición se mantiene durante diez segundos. A la orden de bajar vuelta a la

posición inicial. Descanso de diez segundos. Esta pauta se repite durante cinco veces en cada extremidad.



Figura 37. Ejercicio de elevación de la pierna recta. Estiramiento musculatura isquiosural en CCA.

Ejercicio nº 7 (Página 71. Ejercicio de estiramiento en CCA, del ángulo poplíteo. Los sujetos en decúbito supino alineados en batería, se les indica que flexione la cadera a 90° , manteniendo con sus manos, en el hueco poplíteo, el grado de flexión de la cadera. A partir de esta posición y a la orden del profesor se extiende la rodilla al máximo, manteniendo esa posición durante diez segundos, volviendo a la situación inicial durante un descanso de otros diez segundos. Esta secuencia se repite cinco veces en cada extremidad.



Figura 38. Ejercicio de estiramiento en CCA, del ángulo poplíteo. Posición de inicio (izquierda) flexión de rodilla. Posición final (derecha) de extensión de rodilla.

Ejercicio nº 1. Concepto TRAL (Página 65) Ejercicio de estiramiento de la musculatura isquiosural a partir de la posición de triple flexión. Para la posición de inicio, los sujetos se sienta en un banco bajo que les obliga a estar en flexión de rodillas, se flexiona el tronco hasta contactar los extremos de los dedos de las manos con el plano horizontal, los brazos se encuentran entre sus pierna. A la orden del profesor tienen que estirar, lentamente, las extremidades inferiores hasta el máximo posible, sin perder el contacto de los dedos de las manos con el plano del suelo. Mantienen esa posición durante diez segundos y volver a la posición de inicio. Descanso de diez segundos. Como en los ejercicios anteriores se repite cinco veces.



Figura 39. Ejercicio en CCC. Posición de inicio (izquierda), sentados en flexión de rodillas y tocando el suelo con los dedos de las manos. Posición final (derecha), estiramiento de las rodillas sin perder el contacto de los dedos de las manos con el suelo.

La técnica de ejecución es la forma activa estática individual, la secuencia la marca la voz del profesor. Se debe de alcanzar el máximo umbral de estiramiento en 5 segundos, con la expresión de **mantenemos** durante 10 segundos, y orden de descanso se vuelve a la posición de inicio con descanso de diez segundos. Se repiten 5 ejecuciones por ejercicio.

El desarrollo de la clase de actividad física, marcado por el plan diseñado por la Consejería de Educación, se aplicaba de igual forma en el grupo control y en el de intervención. La organización es por trimestres con 2 clases semanales. Al finalizar la clase, en el grupo de intervención, se ejecutaban los ejercicios diseñados de acuerdo al esquema anteriormente referido, por lo que no se requería fase de calentamiento.

Tabla 5. Definición y valores de las variables del estudio.

Nombre de la variable	Definición	Tipo de variable	Valores	Medida
Colegio	Código de Colegio	Cualitativa nominal	Numérico 1, 2, 3, 4	Momento inicial
Aula	Código de aula	Cualitativa nominal	Numérico A=1, B=2	Momento inicial
Edad	Edad decimal	Cuantitativa continua	Años (con 1 decimal)	Momentos: inicio, 2, 3, Final
Sexo	Mujer, varón	Cualitativa nominal	Numérico; varón=1, hembra=2	Momento inicial
Actividad Física	Práctica de actividad física	Cualitativa nominal	Numérica Si=1, No=0	Momento inicial
Talla	Talla	Cuantitativa continua	Numérico en metros (con 2 decimales)	Momentos: inicio, 2, 3, Final
Peso	Peso	Cuantitativa continua	Numérico en kg (con 1 decimal)	Momentos: inicio, 2, 3, Final
Índice masa corporal	IMC. Calculada en Peso kg/m ²	Cuantitativa continua	Numérico 10%-30%	Momentos: inicio, 2, 3, Final
Percentil	Tabla percentilada	Cuantitativa discreta	Numérico 1-100	Momentos: inicio, 2, 3, Final
Índice nutricional	Nivel nutricional, según percentil	Cualitativa ordinal	Subnutrición <p15=1. Normal p15-p85=2 Sobrepeso >p85-p98=3 Obesidad >p98=4	Momentos: inicio, 2, 3, Final
Test EPRd.	Valor del test EPRd. Pierna derecha	Cuantitativa continua	Numérico en grados 25°-90°	Momentos: inicio, 2, 3, Final
Test EPRi.	Valor del test EPRi. Pierna izquierda	Cuantitativa continua	Numérico en Grados 25°-90°	Momentos: inicio, 2, 3, Final
Test ÂPOPd	Valor del test ÂPOPd. Pierna derecha	Cuantitativa continua	Numérico en grados 130%-180%	Momentos: inicio, 2, 3, Final
Test ÂPOPi	Valor del test ÂPOPi. Pierna izquierda	Cuantitativa continua	Numérico en grados 30%-180%	Momentos: inicio, 2, 3, Final
Test DD-S	Valor del test DD-S.	Cuantitativa continua	Numérico en cm 0-35 cm	Momentos: inicio, 2, 3, Final
Test LHFx	Valor del test LHFx	Cuantitativa continua	Numérico en grados 90°-130°	Momentos: inicio, 2, 3, Final
Grado de SIC	Grado de afectación	Cualitativa ordinal	0: Normal Grado 1: leve Grado 2: grave	Momentos: inicio, 2, 3, Final

4.8 Variables.

Todas las variables utilizadas se expresan en la tabla 5. Para cada una de ellas se establece la definición, el tipo de variable, el valor asignado para los cálculos estadísticos, las unidades en que se mide cada variable, el rango de valores posibles de la variable y los momentos del estudio en que se miden.

4.9 Análisis estadístico.

Se realiza un análisis por protocolo (sin estudiar las pérdidas).

Los resultados se representan como media y desviación típica (dt) para variables cuantitativas. Para el análisis estadístico en primer lugar se ha utilizado la prueba de normalidad de Kolmogorov-Smirnov antes de realizar el contraste de hipótesis. Para contraste de hipótesis utilizamos la T de Student para variables relacionadas con distribución normal o la prueba de la U de Mann Whitney si la distribución no era normal.

Para variables cualitativas los resultados se expresan como proporciones y para comparar las proporciones la prueba de J_i^2 de Pearson y para las muestras relacionadas la prueba de McNemar.

Cuando hemos realizado el análisis para determinar si existe asociación entre dos variables cuantitativas continuas hemos utilizado la Prueba de Pearson si tenían una distribución normal o la Prueba de Spearman si la distribución no era normal.

En todos los casos hemos utilizado $p < 0.05$ como límite de significación.

5. RESULTADOS.

5.1 Tasa de participación.

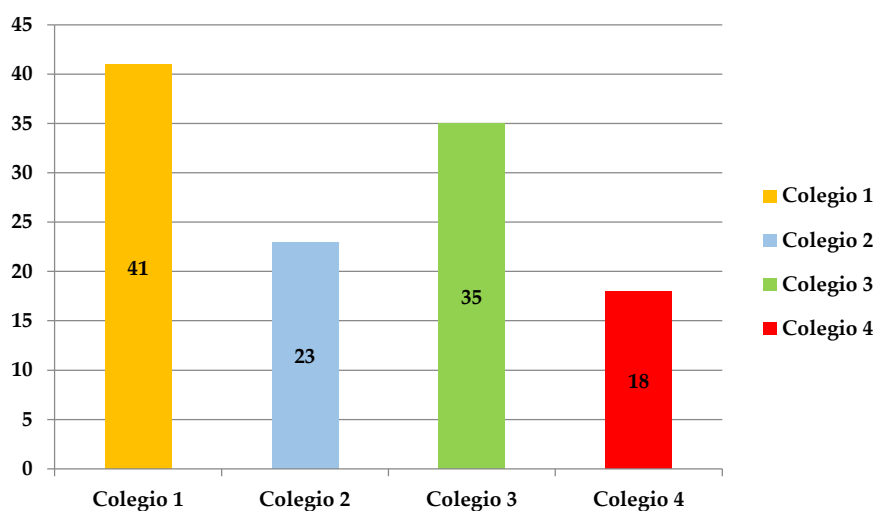
De un total de 154 sujetos correspondientes a los 4 centros escolares seleccionados para el estudio se consiguieron 127 autorizaciones de consentimiento informado, por los padres/tutores para su inclusión, lo que supuso una tasa de participación del 82,5%. Durante el periodo de los dos cursos escolares, se producen 10 pérdidas de sujetos incluidos por diversas causas, generalmente por cambio de centro escolar a otra zona urbana o población de residencia y en 1 caso por retirada del consentimiento. Por lo que 117 sujetos completaron el estudio.

5.2 Análisis descriptivo.

Se ha realizado un análisis descriptivo, con los 117 sujetos que completaron el estudio, de las principales variables del estudio, cuyo resultado se muestra a continuación en tablas y gráficos. Las variables cualitativas se expresaran mediante frecuencias y proporciones, en las variables cuantitativas se ha calculado la media y la desviación típica (dt). Todas las variables se van describir en cada uno de los periodos establecidos para la exploración de los sujetos; a esto lo denominamos **momento**, y serán **momento inicial** (2/11 al 15/12/2011), **momento 2** (final del curso 1º, del 22/05 al 8/06/2012), **momento 3** (inicio del 2º curso, del 21 al 28/09/2012) y **momento final** (13 al 23/05/2013).

5.2.1 Distribución de colegios y aulas.

Los colegios participantes fueron 4: el número 1 (CP. La Flota) participa con 41 sujetos (35 %), el número 2 (CP Luis Costa) participa con 23 niños (19,7 %), el número 3 (CP Arboleda) apporto 35 niños (29,9 %) y el número 4 (CP San Félix) participo con 18 niños (15,4 %). (Gráfico 1)



Grafica 1. Número de participantes por colegios.

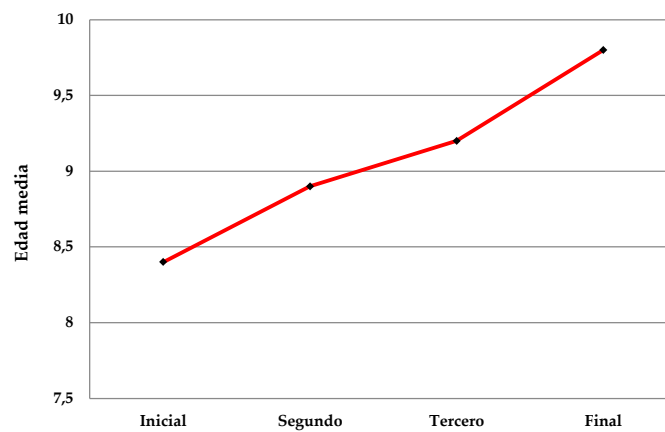
Los colegios 1, 3 y 4 disponían de dos aulas por curso (A y B), lo que permitió asignar, de una forma aleatoria por un miembro del equipo que no participaba en los reconocimientos, el grupo A para la intervención y el grupo B para el control. El colegio 2 solo disponía de un aula; y el profesor expresó su no disposición para aplicar los ejercicios del estudio, por lo que se asignó al grupo control. El grupo control se componía de 67 sujetos (57,3 %) y el grupo de intervención estaba formado por 50 (42,7%).

5.2.2 Resultados de las características de la población.

La edad en años decimales de todos los sujetos participantes queda reflejada en la tabla 6, donde se recoge la media de la edad en el inicio del estudio.

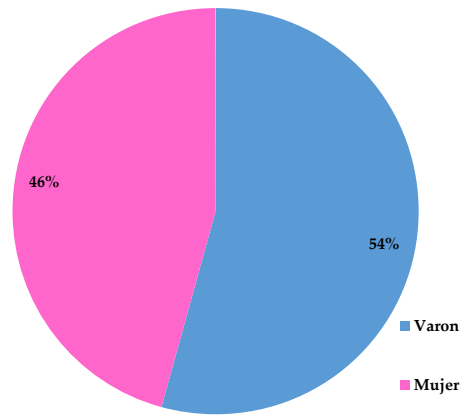
Tabla 6. Edad media (en años decimales) de los sujetos durante todo el estudio.

Momentos	N	Edad (años)	dt (años)	Rango
Inicial	117	8,4	0,3	7,9-8,9
Segundo	117	8,9	0,3	8,3-9,4
Tercero	117	9,2	0,3	8,7-9,7
Final	117	9,8	0,3	9,3-10,3



Grafica 2. Evolución de la edad desde el inicio al final del estudio de todos los sujetos participantes.

El 54,3% (63) de los sujetos son varones y el 45,7 (54) son mujeres. (Gráfica 3).



Gráfica 3. Distribución del sexo de los sujetos del estudio.

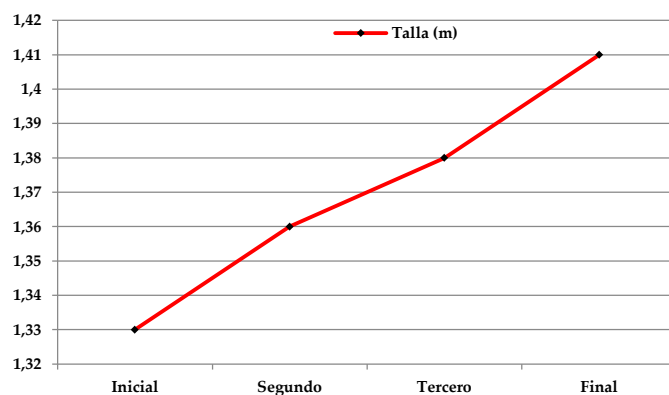
La talla media de los participantes en el estudio se expresa en metros (m), siendo al inicio del estudio la media de $1,33 \pm 0,05$ m. y finalizando con un incremento de 0,08 m. Los datos de la talla media, dt y el rango se exponen en la tabla 7.

Tabla 7. Valores de la talla en cada uno de los momentos.

Momento	N	Rango	Media (m)	dt
Inicial	117	1,20-1,49	1,33	0,05
Segundo	117	1,22-1,52	1,36	0,06
Tercero	117	1,23-1,55	1,38	0,06
Final	117	1,26-1,60	1,41	0,06

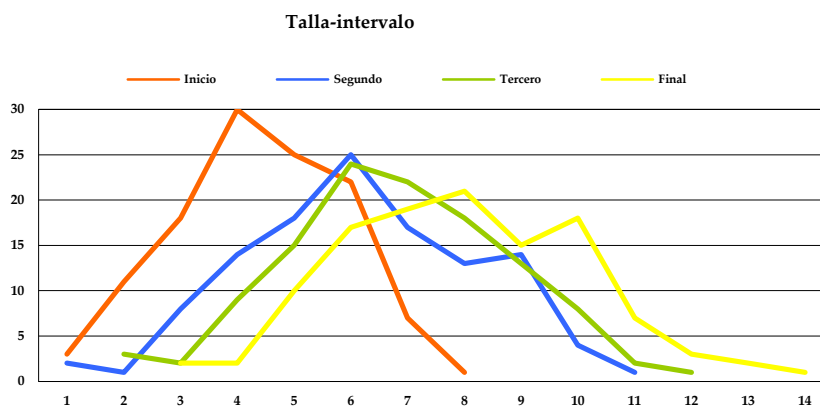
Tabla 8. Intervalos de la talla de los sujetos a lo largo de todo el estudio.

	Intervalo m	Inicio	Momento 2	Momento 3	Final
1	< 1.22	3	2	-	-
2	1.23 – 1.26	11	1	3	-
3	1.27 – 1.30	18	8	2	2
4	1.31 – 1.34	30	14	9	2
5	1.35 - 1.38	25	18	15	10
6	1.39 – 1.42	22	25	24	17
7	1.43 – 1.46	7	17	22	19
8	1.47 – 1.50	1	13	18	21
9	1.51 – 1.54	-	14	13	15
10	1.55 – 1.58	-	4	8	18
11	1.59 – 1.62	-	1	2	7
12	1.63 – 1.66	-	-	1	3
13	1.67 – 1.70	-	-	-	2
14	> 1.70	-	-	-	1
Total		117	117	117	117



Gráfica 4. Talla media (m) en cada momento del estudio

La talla se distribuye en cada uno de los momentos desde la medida más baja del momento inicial 1,20 m, hasta la más alta del final del estudio de 1,60 m, para hacer más fácil su representación realizamos una transformación de la talla en intervalos (Tabla 7) iguales para ver mejor la evolución a lo largo de todo el estudio en cada uno de los momentos que realizamos la exploración como se puede observar en la gráficas 4 y 5.



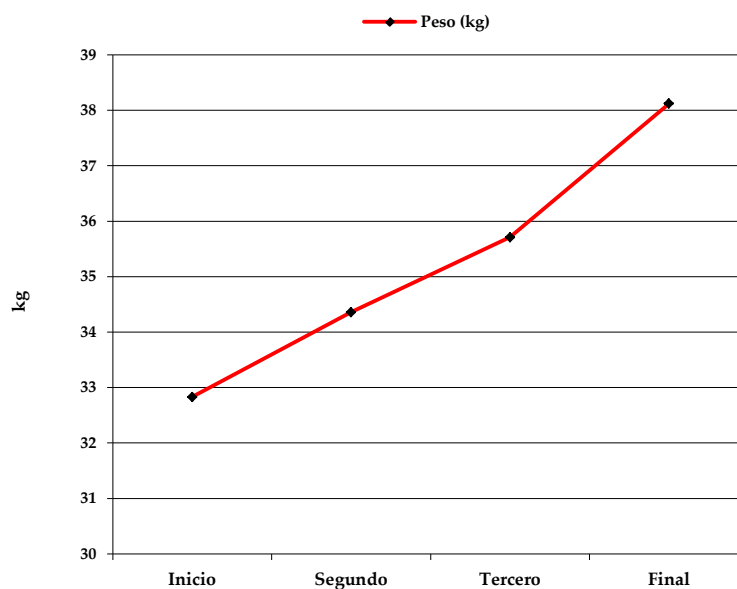
Gráfica 5. Distribución de las tallas por intervalos en cada momento del estudio.

El peso medio (kg.) de los participantes desde el inicio al final ha experimentado un incremento de 5,29 kg. Iniciando el estudio con un peso medio de 32,83 kg, dt 6,01 y un rango de 20,10 kg, a 52,70 kg. Siendo en el

momento final de 38,12 kg, de media con una dt 7,22 kg, y un rango de 23,70 kg, a 60,20 kg (Grafica 6 y tabla 9).

Tabla 9. Peso medio de los sujetos en cada momento del estudio.

Momento	N	Rango	Media(kg)	dt
Inicial	117	20,10 - 52,70	32,83	6,0
Segundo	117	21,20 - 55,20	34,36	6,4
Tercero	117	22,00 - 56,60	35,71	7,9
Final	117	23,70 - 60,20	38,12	7,2



Gráfica 6. Evolución del peso medio en cada momento del estudio

El índice de masa corporal (IMC), se ha calculado dividiendo el peso en kg, entre la talla en metros al cuadrado (kg/m^2). El valor medio del IMC, en el

momento inicial fue de 18,2 Kg/m² y en el momento final fue de 18,8 kg/m², experimentando una elevación discreta del 0,6 kg/m² (Tabla 10):

Tabla 10. Valor del IMC de los sujetos en cada momento del estudio.

Momento	N	Rango	Media (kg/m ²)	dt
Inicial	117	12,6-26,5	18,2	2,5
Segundo	117	12,3-27,3	18,3	2,7
Tercero	117	12,8-27,6	18,6	2,8
Final	117	12,1-27,4	18,8	2,8

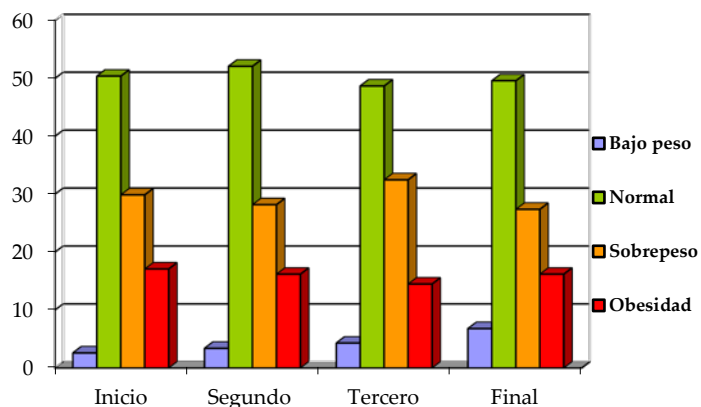
El IMC es un parámetro de fácil cálculo que nos permite distribuir a los sujetos del estudio en lo que se conoce como **Índice Nutricional (IN)**. Este parámetro varía con la edad y en niños, su interpretación se debe de realizar mediante la curva percentilada, es decir, a partir del IMC obtenemos su percentil y según su valor el grado del índice nutricional (World Health Organization 2007) (Tabla 11).

Tabla 11. Valores del índice nutricional según percentil del IMC.

Índice nutricional	Percentil
Bajo peso	<p15
Normal	p15 – p85
Sobrepeso	>p85 – p98
Obesidad	>p98

Los resultados obtenidos de los índices nutricionales de los sujetos del estudio quedan representados en la gráfica 7, donde se puede observar que la mayor proporción se corresponde con índices nutricionales de grado normal y

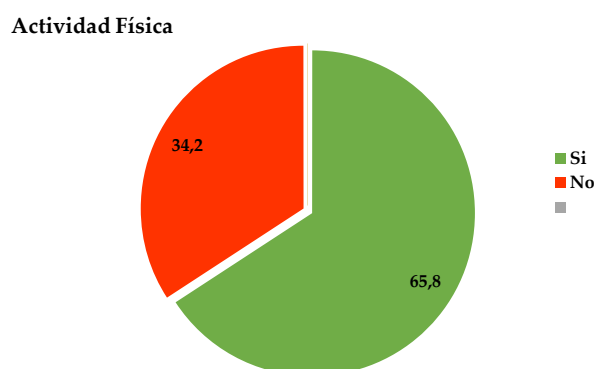
se mantiene durante todo el estudio. La proporción del grado de obesidad se mantiene a lo largo del estudio. Hay un aumento en el grado del índice nutricional de bajo peso entre los momentos inicial (2,6 %) y final (6,8%) del estudio.



Grafica 7. Distribución de los índices nutricionales en todos los momentos del estudio.

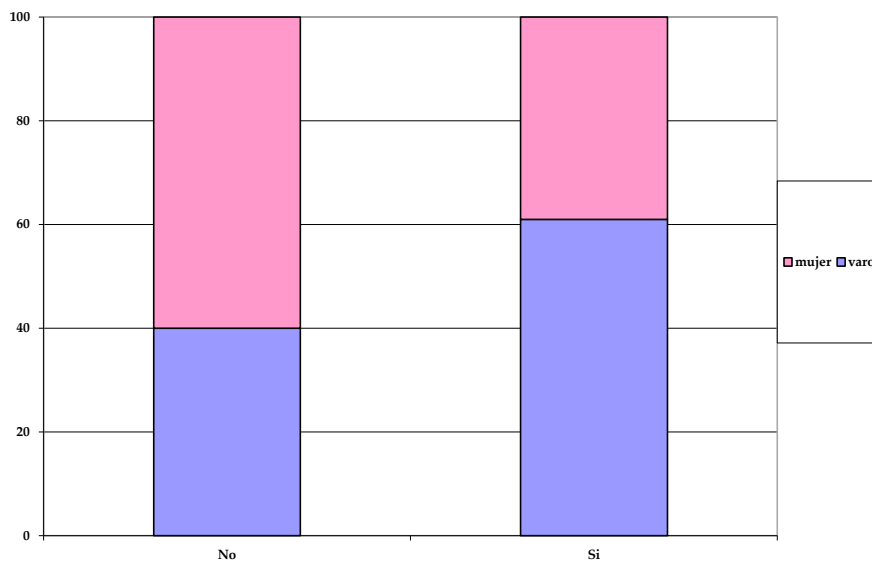
5.2.3. Actividad física extraescolar.

Consultados, los participantes en el estudio reconocen la práctica de actividad física extraescolar de forma reglada y con entrenador o monitor en diferentes deportes el 65,8 % (77) y el 34,2 % (40) solo realizan la actividad física escolar.



Grafica 8. Distribución de la práctica de actividad física extraescolar de los sujetos del estudio.

En el grupo de los que realizan actividad física extraescolar, son los varones con un 61% el grupo mayoritario, frente al grupo que no realizan actividad física, donde las mujeres con el 60% es grupo dominante ($p < 0,05$).



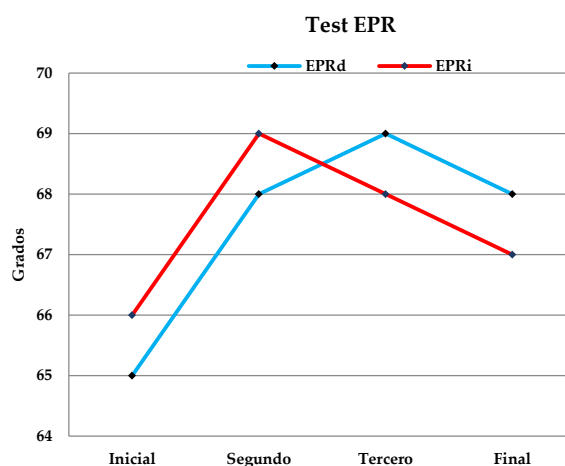
Grafica 9. Representación de la proporción de varones y mujeres entre los sujetos que realizan actividad física extraescolar o no.

5.2.4 Test EPR.

El test EPR, como ya se describió en el apartado 2.10.2.1, es un test de valoración angular, por tanto, el valor de la medición se expresa en grados. Se realiza en cada una de las EEII.

En el momento inicial el valor medio en la extremidad inferior derecha e izquierda fue de $65^{\circ} \pm 10^{\circ}$, en el momento final el valor medio fue de 67° en la pierna izquierda y de 68° en la derecha, en ambos casos la $dt \pm 8$. La diferencia de las medias entre ambas extremidades en cada uno de los momentos no es significativa. No existen diferencias significativas entre las medias de EPR para niños y niñas.

En la tabla 12 se expone las diferencias entre los distintos momentos del estudio del test EPRd, en donde se aprecia que las diferencias son significativas, con un aumento de 3°, entre el momento 1 y el 2 $p=0,001$. En el segundo año de la intervención (EPR3d - EPR4d), no se producen modificaciones significativas. En el transcurso de los dos años del estudio las modificaciones son significativas con una ganancia en la media del test EPR de 3° ($p=0,002$)



Gráfica 10. Evolución de la media del test EPR de EEII derecha e izquierda a lo largo del estudio.

Tabla 12. Valores de las diferencias de la media del test EPR entre momentos del estudio para toda la población.

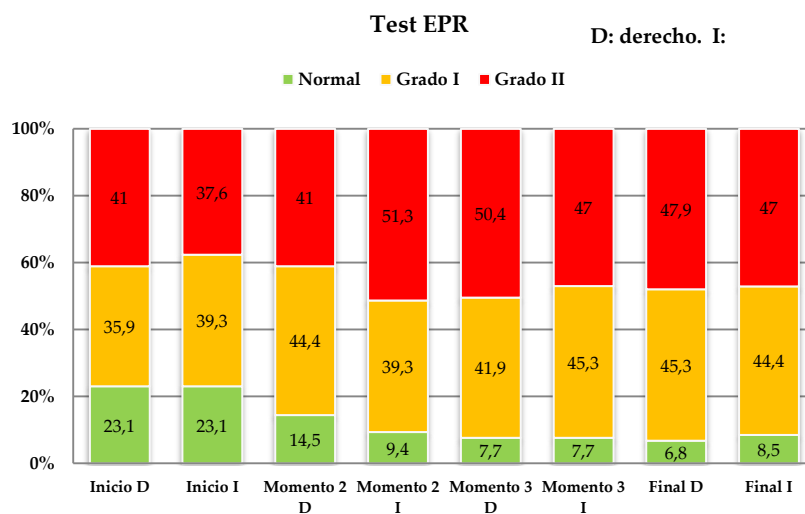
EPR	Dif medias	dt	P
EPR2d – EPR1d	2,949	9,518	0,001
EPR3d – EPR2d	0,940	8,928	n.s
EPR3d - EPR4d	-0,812	8,173	n.s
EPR4d – EPR1d	3,077	10,357	0,002

La clasificación del grado de afectación del test EPR, se establece como referimos en la introducción. (Tabla 13).

Tabla 13. Clasificación del grado de afectación del test EPR (Ferrer V. 1998)

Normal	$\geq 75^\circ$
Grado I	$61^\circ-74^\circ$
Grado II	$\leq 60^\circ$

Los valores medios del test EPR en cada uno de los MMII (d: derecho e i: izquierdo) caen dentro del grado de afectación I y en la siguiente grafica se muestra el comportamiento en cada momento del estudio los grados de afectación de los miembros (Gráfica 11). También se puede apreciar como hay un empeoramiento en el grado de normal de forma global toda la población del estudio.

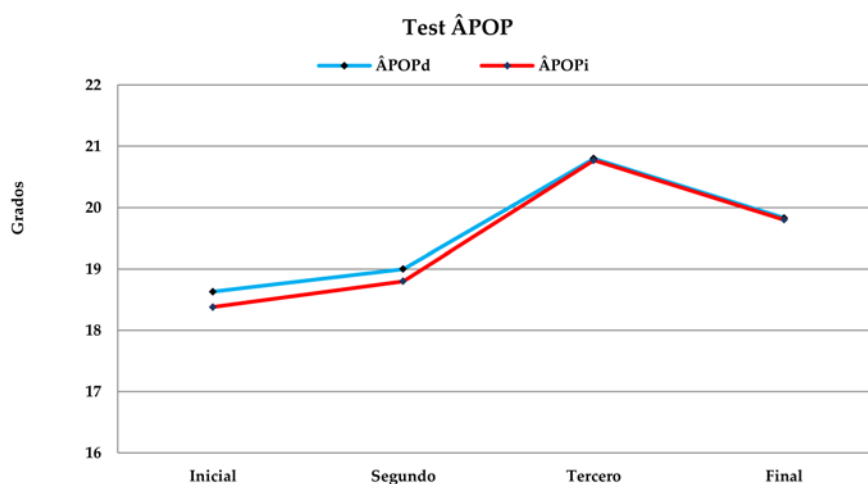


Gráfica 11. Distribución porcentual en cada momento del estudio y EEII derecha e izquierda del grado de afectación del test EPR.

5.2.5 Test ÂPOP.

Como ya se describió en el apartado 2.10.2.2, es un test de valoración angular, por tanto, el valor de la medición se expresa en grados. Se realiza en cada una de las EEII.

En el momento inicial el valor medio en la extremidad inferior derecha es de $18,63^{\circ} \pm 7,22^{\circ}$, el de la izquierda es de $18,38^{\circ} \pm 6,94^{\circ}$, con una correlación entre ellos de 0,87 ($p < 0,0005$) y la diferencias de las medias n.s. En el momento segundo ÂPOPd la media es de $19^{\circ} \pm 9,2^{\circ}$ y en la izquierda $18,8^{\circ} \pm 8,3^{\circ}$, diferencias n.s. y una correlación de 0,91 ($p < 0,0005$). En el momento tercero hay un discreto empeoramiento del ÂPOPd la media es de $20,8^{\circ} \pm 8,76^{\circ}$ y en la izquierda es de $20,77^{\circ} \pm 9,36$, diferencias n.s. y una correlación de 0,89 ($p < 0,0005$), al final del segundo año de intervención experimenta una discreta mejoría, ÂPOPd $19,83^{\circ} \pm 10,9^{\circ}$ y ÂPOPi de $19,8^{\circ} \pm 11,5^{\circ}$, las diferencias de estas medias n.s y el coeficiente de correlación es de 0,92 ($p < 0,0005$).



Gráfica 12. Evolución de los valores medios del test ÂPOP a lo largo del estudio.

Las correlaciones entre las medidas de ambas extremidades son muy altas y las medias no tienen diferencias significativas, por tanto en adelante solo expondremos los datos del miembro inferior derecho.

Después del periodo de vacaciones se produce una disminución de 2º con respecto al momento inicial en ambas extremidades, valor medio de $20,8^\circ \pm 8,7^\circ$. Las diferencias entre $\hat{A}POP1d - \hat{A}POP2d$ y $\hat{A}POP3d - \hat{A}POP4d$ no son significativas, mientras que la pérdida que se produce entre $\hat{A}POP2d - \hat{A}POP3d$ sí son significativas $p=0,013$.

Tabla 14. Valores de las diferencias de la media del test $\hat{A}POP$ entre momentos del estudio para toda la población.

$\hat{A}POP$	Dif medias	dt	p
$\hat{A}POP1d - \hat{A}POP2d$	-0,385	7,910	n.s.
$\hat{A}POP2d - \hat{A}POP3d$	-1,786	7,638	0,013
$\hat{A}POP3d - \hat{A}POP4d$	1,060	10,036	n.s.
$\hat{A}POP1d - \hat{A}POP4d$	-1,026	10,309	n.s.

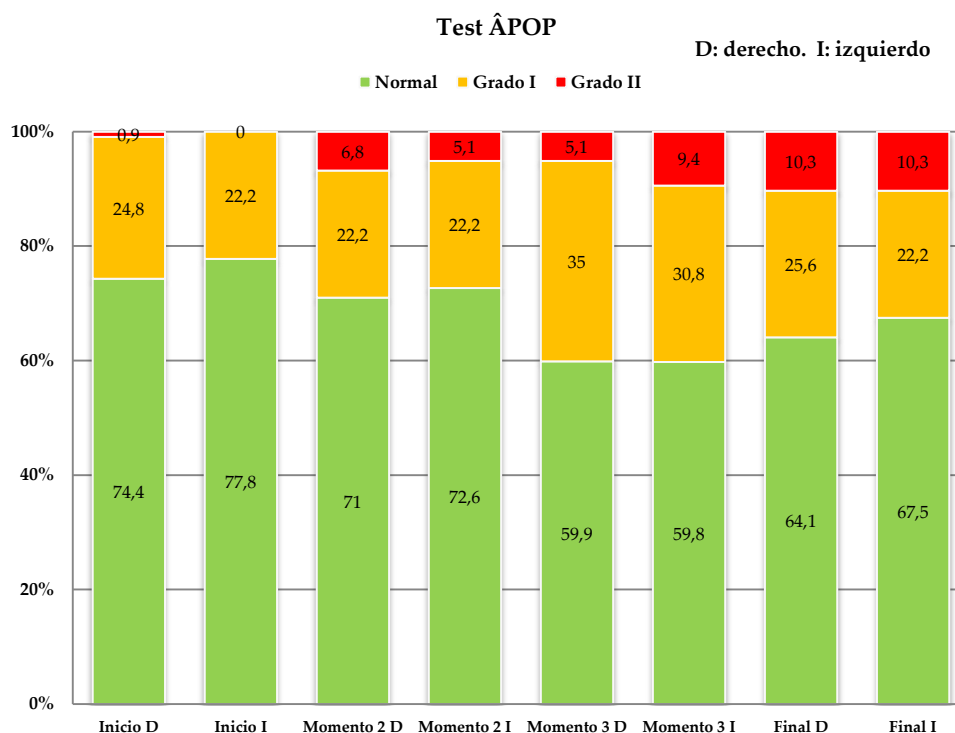
La clasificación del grado de afectación que seguimos es la de Ferrer V 1998 que tiene los valores para este test $\hat{A}POP$ de:

Tabla 15. Clasificación del grado de afectación del test $\hat{A}POP$ (Ferrer V. 1998)

Normal	$\leq 20^\circ$
Grado I	$21^\circ - 30^\circ$
Grado II	$>30^\circ$

A continuación mostramos la distribución del test $\hat{A}POP$ en los grados de afectación para todas las medidas realizadas a lo largo del estudio según la

clasificación de Ferrer V. 1998. Se aprecia que entre el 60 – 77% de los sujetos en ambas extremidades y desde el inicio al final están con valores en el rango de normalidad; hay una escasa proporción de sujetos con valores en grado I y II. Desde el inicio al final hay escasos cambios.



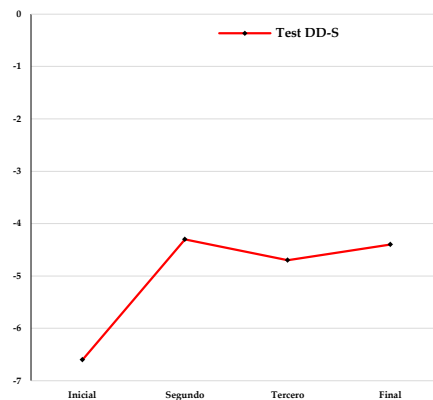
Grafica 13. Distribución porcentual del grado de afectación del test ÂPOP en ambas EEII en toda la población a lo largo del estudio.

Los resultados obtenidos en la medición de los test EPR y ÂPOP, que se realizan en ambas extremidades, no muestran diferencias significativas. Además, la correlación de Pearson para EPRd y EPRi es de 0,755 con un nivel de significación de $p < 0,0005$ y para el test ÂPOPd con ÂPOPi es de 0,847 con un nivel de significación de $p < 0,0005$. Por tanto en adelante se exponen los valores de ambos test obtenidos solo para el miembro inferior derecho.

5.2.6 Test DD-S.

El test DD-S, como se describe en el apartado 2.10.1.1, es un test de valoración longitudinal, por tanto, el valor de la medición se expresa en centímetros (cm). Se considera el punto 0 de la cinta métrica, en el plano horizontal de la tabla como el máximo que se puede alcanzar y se valora como déficit los centímetros que faltan hasta el punto 0, por tanto los valores en cm, se expresan en sentido negativo (-).

En el momento inicial el valor medio del test DD-S, fue de $-6,6 \pm 5,9$ cm, y en el momento final fue $-4,5 \pm 5,4$ cm. Entre los momentos inicial y final se evidencia una mejoría de 1,9 cm de media para todos los sujetos. Durante el 1er curso se produce una mejoría (disminución) de 2,3 cm ($p=0,0005$). Entre el momento 2º y 3º (periodo vacacional) se produce un empeoramiento de -0,4 cm, y entre el momento 3º y momento final no hay variación (diferencias n.s). (Gráfica 14 y tabla 16).



Gráfica 14. Evolución de los valores medios del test DD-s en todos los momentos del estudio.

Tabla 16. Valores de las diferencias de la media del test DD-S entre momentos del estudio para toda la población.

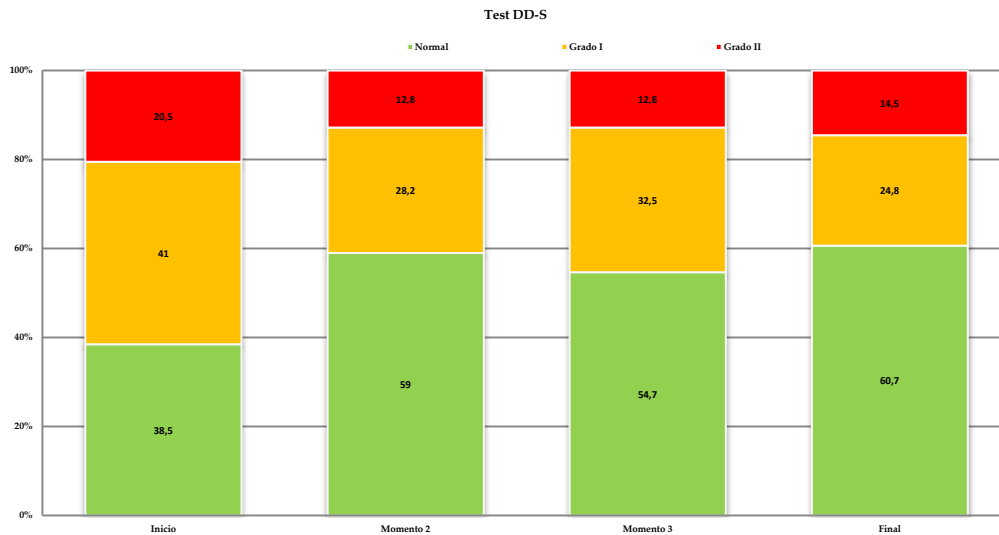
D-S	Dif medias	dt	p
DD-S1 – DD-S2	-2,303	4,689	0,0005
DD-S2 – DD-S3	0,432	2,596	n.s.
DD-S3 - DD-S4	-0,286	3,071	n.s.
DD-S1 – DD-S4	-2,158	5,138	0,0005

La clasificación del grado de valoración del test DD-S, se realiza de acuerdo con la establecida por Ferrer V. (1998).

**Tabla 17. Clasificación del grado de afectación del test DD-S.
(Ferrer V. 1998)**

Normal	≤ -4 cm
Grado I	-5 y -11 cm
Grado II	≥ -12 cm

Al inicio del estudio el 38,5% de los sujetos tienen el test normal, otro 41% tienen una afectación de grado I y el 20,5% lo es de grado II. Estos resultados son diferentes según se trate de niños o niñas, ya que las niñas presentan una mayor extensibilidad (normal) frente a los niños que se sitúan mayoritariamente en los grados I y II, (J_i^2 8,29; $p=0,016$). Al finalizar el primer curso el 59% de los sujetos tienen un test normal, mejoría del 20,5%, el grado I 28% y el grado II un 13%, disminuyendo un 13% y un 6,5% respectivamente.



Grafica 15. Distribución porcentual del test DD-S en todos los momentos del estudio según el grado de afectación.

Estos cambios, desde el momento 2, se mantienen hasta el final del estudio. La diferencia en cuanto al grado de afectación del test entre los niños/as, en el momento inicial desaparece en el momento final, (J_i^2 1,55; n.s.)

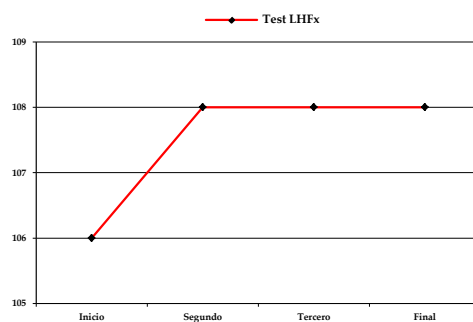
5.2.7 Test LHFx.

El test LHFx, valora la medición del ángulo lumbohorizontal en flexión del tronco; por lo que es un test de valoración angular y del que se explica su realización en el apartado 2.10.2.3.

En el inicio del estudio, cuando realizamos la concordancia interobservadores con el CCI, para confirmar que los exploradores realizaran las mediciones de forma homogénea, este test se comportaba de forma diferente a los otros test, ya que todos tenían un CCI próximo a la unidad (0,95-0,97; IC 95% de 0,88-0,99), y el test LHFx tenía un CCI de 0,79 pero con IC

95% 0,46-0,94. Esto quiere indicar que los resultados obtenidos pueden tener menor fiabilidad, ya que el IC 95% es muy amplio y el rango inferior es $<0,50$ (Tabla 3).

En el momento inicial el valor angular medio fue de 106° ($dt \pm 8^{\circ}$). En el momento final el valor medio fue de 108° ($dt \pm 5^{\circ}$). Este cambio de empeoramiento, con diferencias de medias significativas ($p=0,001$) se produce entre el inicio y el momento segundo y ya no hay modificaciones significativas a lo largo del estudio. Grafica 16 y tabla 17.



Gráfica 16. Evolución de la media del test LHFx en todos los momentos del estudio.

Tabla 18. Valores de las diferencias de la media del test LHFx entre momentos del estudio para toda la población.

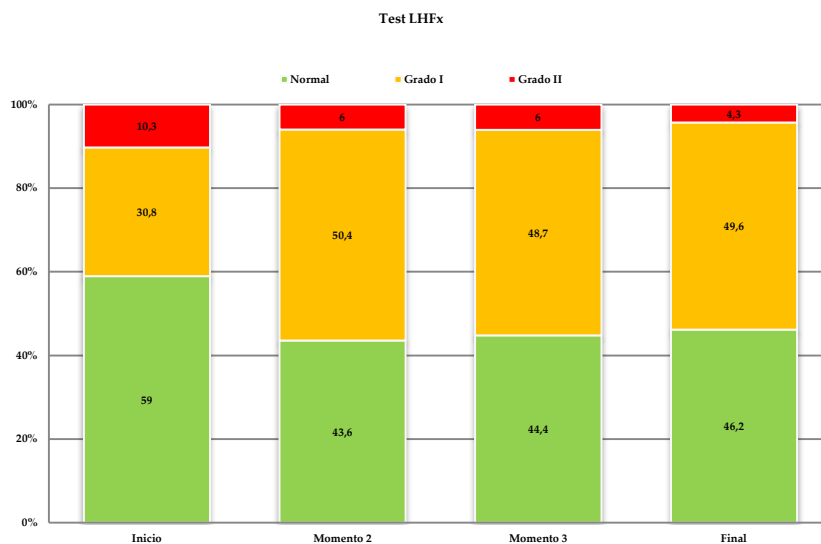
LHFx	Dif medias	dt	p
LHFx1 - LHFx2	2,179	6,772	0,001
LHFx2 - LHFx3	-0,385	5,841	n.s.
LHFx3 - LHFx4	-0,171	4,545	n.s.
LHFx1 - LHFx4	1,624	7,365	0,019

La clasificación del resultado del test LHFx para conocer su grado de normalidad se realiza de acuerdo con la establecida por Ferrer V. (1998).

Tabla 19. Clasificación del grado de afectación del test LHFx.
(Ferrer V. 1998)

Normal	$\leq 109^\circ$
Grado I	110° a 117°
Grado II	$\geq 118^\circ$

En la primera valoración al clasificar los resultados del test LHFx, según el grado de afectación, el 59% de los sujetos del estudio presenta un test normal, grado I el 31% y 10% el grado II; sin embargo, en el momento 2 el número de sujetos normales disminuye al 43% aumentando al 51% el grado I, se agravan, y una discreta disminución del grado II al 6%. Desde el momento segundo hasta el final del estudio no hay cambios significativos.



Gráfica 17. Distribución porcentual del test LHFx en todos los momentos del estudio según el grado de afectación.

5.2.8 Propuesta de gradación de la afectación del SIC.

Nosotros proponemos, para establecer un grado de afectación de la extensibilidad de la musculatura isquiosural o grado SIC para cada individuo, la combinación de los grados de afectación de los test que se han empleado en la exploración del sujeto y no solo asignar un grado según el test utilizado aisladamente. Para definir cada uno de los grados: normal, grado 1 y grado 2 (asignamos numeración arábica para diferenciar del grado de afectación de los test que se expresan en numeración romana), utilizamos los resultados de los test EPR, ÂPOP y DD-S siguiendo la clasificación de Ferrer V. (1998) en valores: normal, grado I y grado II. No utilizamos en la combinación el test LHFx por la menor fiabilidad que ha presentado en el CCI y con respecto a los test EPR, ÂPOP y DD-S.

Criterios que establecemos para la clasificación del grado SIC en función de la combinación de los test EPR, ÂPOP y DD-S.

- **SIC normal:**

1º que el test EPR sea grado normal.

2º que el test EPR sea grado I y ÂPOP y DD-S sea grado normal.

- **SIC grado 1:**

1º que test EPR sea grado I.

2º que el test EPR sea grado normal y los test ÂPOP y DD-S sean grado I o II.

3º que el test EPR sea grado II y los test ÂPOP y DD-S sean grado normal.

- **SIC grado 2:**

1º que el test EPR sea grado II.

2º que el test EPR sea grado I y los test ÂPOP y DD-S sean grado II.

Las posibles combinaciones que se han presentado en nuestro estudio para normalidad, SIC grado 1 y SIC grado 2, se muestran en la tabla 19.

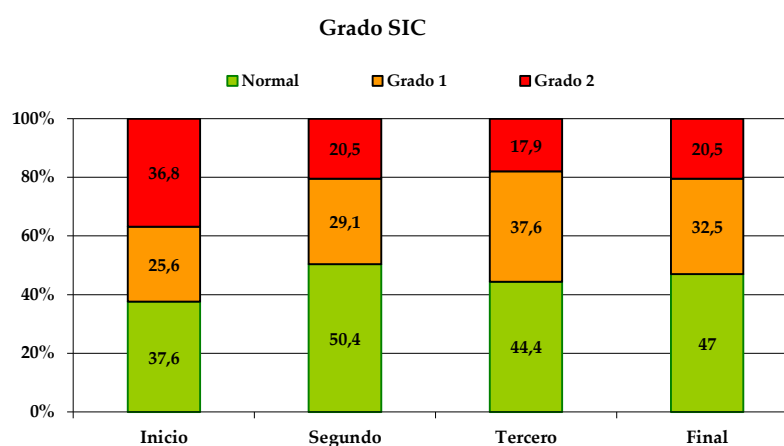
**Tabla 20. Combinación de los resultados de los test
para clasificar el grado SIC**

SIC	EPRd	ÂPOPd	DD-S
Normal	N	N	N
	N	N	I
	N	N	II
	N	I	N
	I	N	N
	N	I	I
Grado 1	I	I	N
	I	N	I
	I	I	I
	I	I	II
	I	II	N
	I	II	I
	I	N	II
	N	II	I
	N	I	II
	N	II	II
	II	N	N
	Grado 2	II	N
II		I	N
II		I	I
II		N	II
I		II	II
II		I	II
II		II	I
II		II	II

Al inicio del estudio la población presentaba una proporción de normalidad del 37,6%, durante el primer año del estudio esa proporción mejora hasta el 50,4% y en el descanso estival hubo un empeoramiento del 6% de los sujetos. A pesar de ello, desde el inicio al final hay un incremento de casi 10%. Los sujetos más afectados (SIC grado 2) al comienzo del estudio (36,8%) disminuyen hasta el 20,5%. Por otro lado el SIC grado 1 sufre variaciones del 25,6 al 32,5% (Tabla 21, grafica 18).

Tabla 21. Frecuencias y proporciones del grado SIC en toda la población a lo largo de todo el estudio

Grado SIC	Inicio		Segundo		Tercero		Final	
	Frec.	%	Frec.	%	Frec.	%	Frec.	%
Normal	44	37.6	59	50.4	52	44.4	55	47
Grado 1	30	25.6	34	29.1	44	37.6	38	32.5
Grado 2	43	36.8	24	20.5	21	17.9	24	20.5
Total	117	100	117	100	117	100	117	100



Gráfica 18. Distribución porcentual del SIC, de toda la población en los cuatro momentos del estudio.

5.3 Resultados intergrupales.

La distribución de la población de estudio para realizar la intervención de ejercicios de elongación de la musculatura isquiosural, se realizó asignando la intervención al aula A y el grupo control al aula B en los colegios que tenían dos aulas. En el colegio con una sola aula, se asignó al grupo control, quedando 67 sujetos en el grupo control (GC) con su actividad física normal y 50 sujetos en el grupo de intervención (GI) a los que se añaden los ejercicios de estiramiento descritos en el apartado 3.7 (Tabla 21 y gráfico 19).

Tabla 22. Población del estudio. Colegios. Aulas (Grupos de intervención/Control)

Colegios	N	
	GI	GC
1 C.P. La Flota	24	17
2 C.P. L. Costa	0	23
3 C.P. La Arboleda	17	18
4 C.P. San Félix	9	9
Población total = 117	50	67

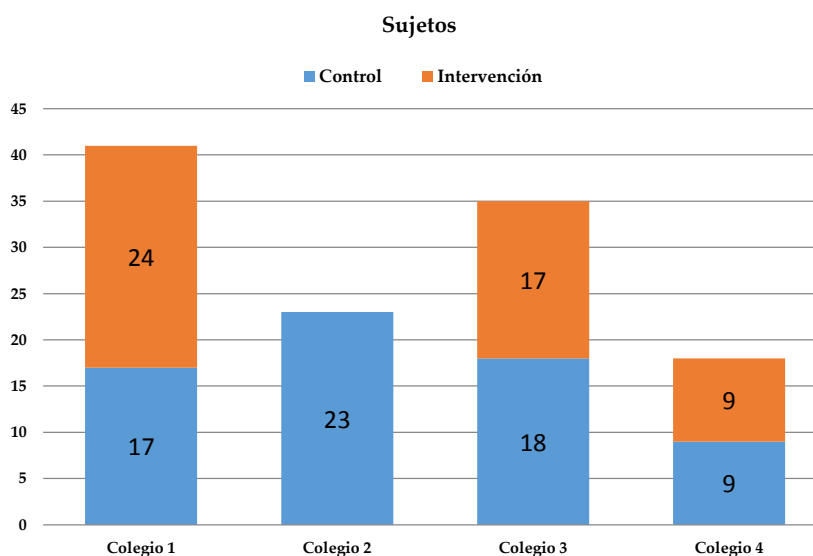


Gráfico 19. Número de participantes por colegios y grupos de intervención y control.

Para conocer las características antropométricas y generales de los sujetos del GC y GI que pudieran influir en el estudio, realizamos la comparación de las variables: peso, talla, sexo, IMC, Índice Nutricional, Act. Física extraescolar al inicio del estudio y confirmamos que las proporciones y medias de las mismas no presentan diferencias estadísticamente significativas (n.s.). Por tanto los grupos se diferenciarán por la influencia de estar incluidos en GI o en GC. Todos los resultados se expresan en la tabla 22.

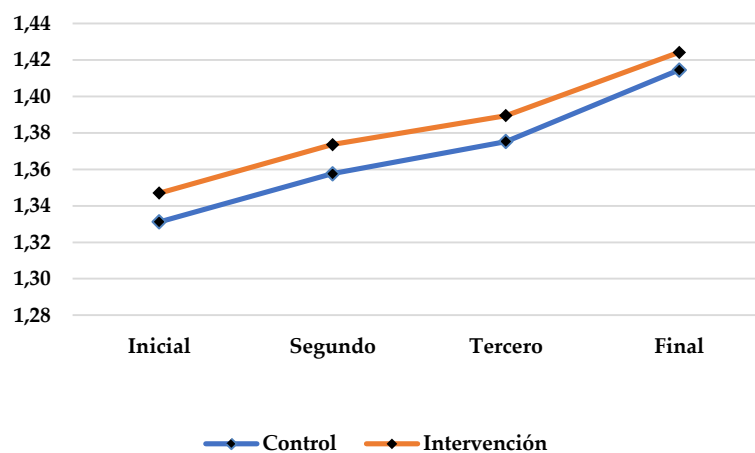
Se ha comprobado la homogeneidad de los grupos aplicando Anova de 1 factor, los grupos son homogéneos y por tanto comparables.

Tabla 23. Comparación de variables intergrupales.

		Grupo Control	Grupo Intervención	P
N		67	50	
Varones: n (%)		33	20	n.s.
Edad: años (dt)		8,42 (0,33)	8,46 (0,32)	n.s.
Peso: kg (dt)		32,7 (6,4)	32,9 (5,3)	n.s.
Talla: m (dt)		1,33 (0,06)	1,34 (0,05)	n.s.
IMC: % (dt)		18,39 (0,72)	18,08 (0,41)	n.s.
Índice nutricional N (%)	normal	26 (44%)	33 (56%)	n.s.
	sobrepeso	19 (54%)	16 (46%)	
Actividad física SI		33 (43%)	34 (57%)	n.s.

5.3.1 Talla y peso intergrupales.

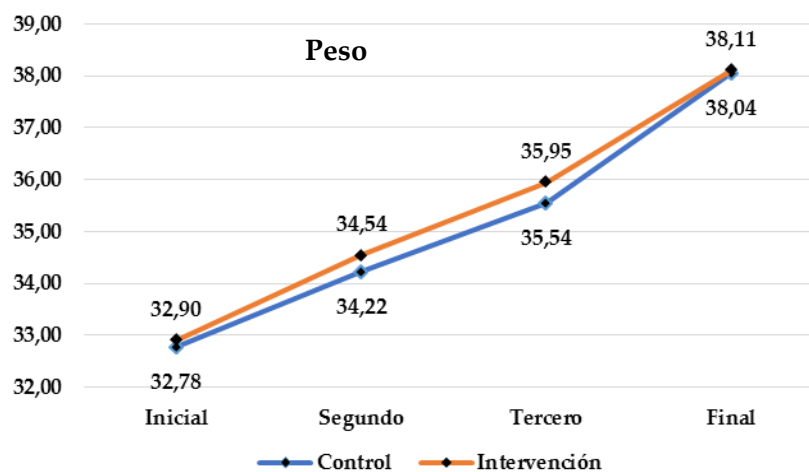
La evolución de la talla media de los grupos intervención y control ha sido parejo en los cuatro momentos del estudio. En el grupo control ha ido de un rango de 1,33 m, a 1,41 m con una dt de 0,06. En el grupo control fue de 1,35 m, a 1,42 m, con una dt de 0,06. (Gráfica 20). Al comparar las medias de la talla en cada momento no existen diferencias significativas.



Talla

Gráfica 20. Evolución de la talla media en el GC y GI.

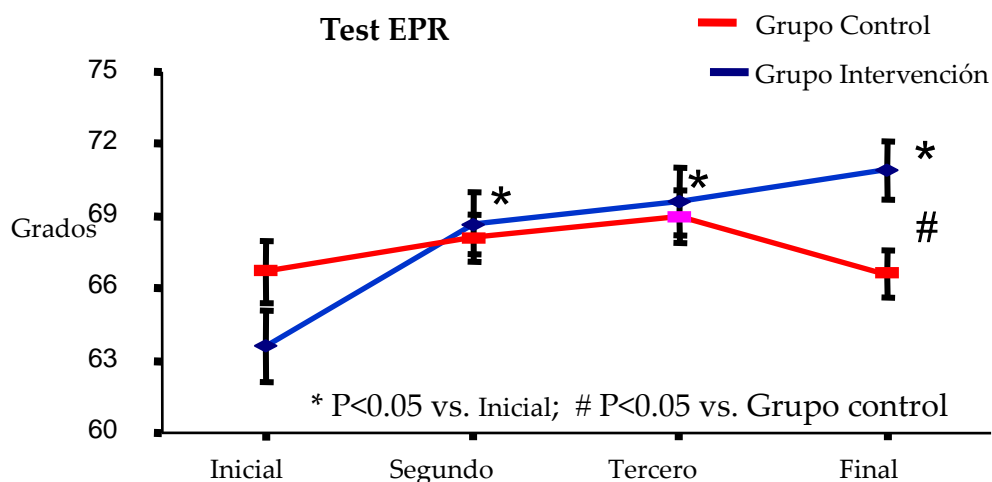
La evolución del peso, en Kg, en ambos grupos fue prácticamente igual durante todo el estudio, no existiendo diferencias significativas en ninguno de los momentos estudiados (Gráfico 21).



Gráfica 21. Evolución del peso medio para el GC y GI.

5.3.2 Test EPR.

El test EPR en el GC parte de una valoración inicial de 67° (dt ±10°). El GI inicia con un valor medio de 64° (dt ±10°), por tanto se parte de una situación de inferioridad de 3° en el GI pero la diferencia no es significativa. En la medición realizada en el momento 2 el grupo GI experimenta un incremento de 5° (p<0,0001) situándose 1° por encima del GC. En el momento 3, después del periodo vacacional hay una evolución paralela de ambos grupos con un incremento de 1°. Al final del segundo año de la intervención el GC retorna a su valor de inicio 67° (dt ±8°), mientras que el GI sigue su evolución positiva alcanzado el valor de 71° (dt ±8°), más de 7° en relación al momento inicial (p<0,0001). El GC en el segundo año de estudio experimenta una disminución significativa (p=0,018) de extensibilidad isquiosural. La diferencia de medias en el momento final del estudio entre el GC y el GI es de 4° (t: 2,69) siendo esta diferencia muy significativa (p=0,008). Estos datos se pueden observar en la gráfica 22 y tabla 23.



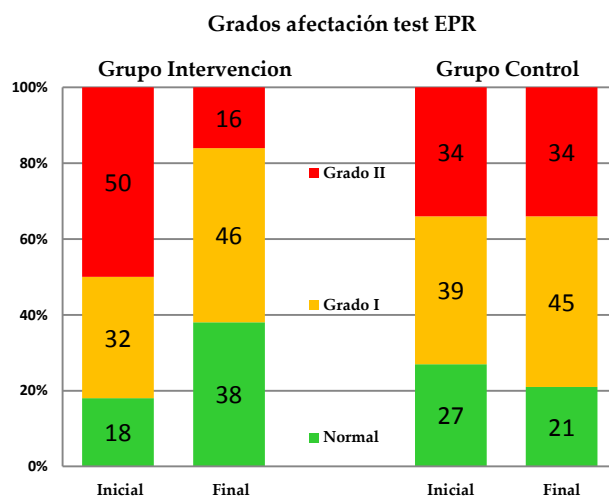
Gráfica 22. Evolución del test EPRd en GC y GI durante el estudio.

Tabla 24. Valores de las diferencias de la media del test EPR entre momentos del estudio para GI y GC.

	EPR	Dif medias	dt	p
GI	EPR2d – EPR1d	5,100	9,006	0,0005
	EPR3d – EPR2d	0,900	8,612	n.s.
	EPR4d – EPR3d	1,300	7,942	n.s.
	EPR4d – EPR1d	7,300	10,459	0,0005
GC	EPR2d – EPR1d	1,343	9,637	n.s.
	EPR3d – EPR2d	0,970	9,221	n.s.
	EPR3d - EPR4d	-2,388	8,041	-0,018
	EPR1d - EPR4d	0,075	9,149	n.s.

Los resultados del test EPR se dividen en: normal ($\geq 75^\circ$), grado I ($61^\circ-74^\circ$) y grado II ($\leq 60^\circ$). En nuestro estudio cuando diferenciamos los grupos según la intervención (GI y GC) se puede observar que en el inicio del estudio la proporción de sujetos normales es más alta en GC y en el GI el 50% de los sujetos se encuentran en rango de afectación grado II. Aunque la J^2 de esa distribución no es significativa. En el momento final, se produce un aumento en el grado de normalidad en relación con el inicio del estudio y el grado II

disminuye hasta el 16%. El GC se mantiene entre el momento inicial y el final con la misma frecuencia de sujetos afectados en el grado II, aumenta el grado I y disminuye el grado de normalidad un 6%. Esta distribución al final del estudio es significativa ($J_i^2 = 6,61$; $p = 0,037$).

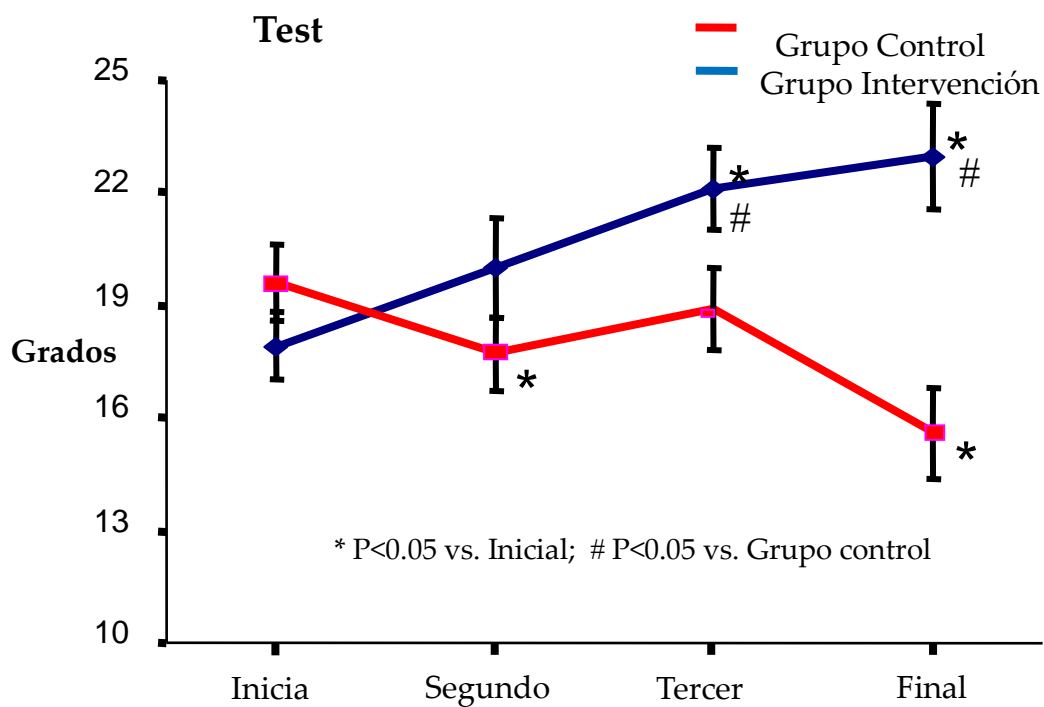


Gráfica 23. Histograma del grado de afectación del Test EPR en los momentos inicial y final de los GI y GC.

5.3.3 Test $\hat{A}POP$.

El valor medio del test $\hat{A}POP$ del GI en el momento inicial fue de $19,6 \pm 7,1^\circ$, y en el momento final de $15,6 \pm 8,5^\circ$. Hay una mejora de 4° del test durante la intervención del 1º año ($p = 0,004$) y durante el 2º año ($p = 0,01$), apreciándose un empeoramiento durante el periodo estival no significativo. Por el contrario en el GC el valor inicial fue de $17,9 \pm 7,3^\circ$, mejor situación que el GI pero esa diferencia n.s., en el momento final fue de $23 \pm 11,5^\circ$, apreciándose una pérdida continuada de la amplitud del test muy significativa ($p = 0,0005$). Al comparar la media del test $\hat{A}POP$ en cada momento entre ambos grupos, no hay diferencias

significativas, excepto al final del estudio donde la media en GI y en GC es de 7º con una significación importante $p < 0.0005$ (Gráfica 24 y tabla 25).

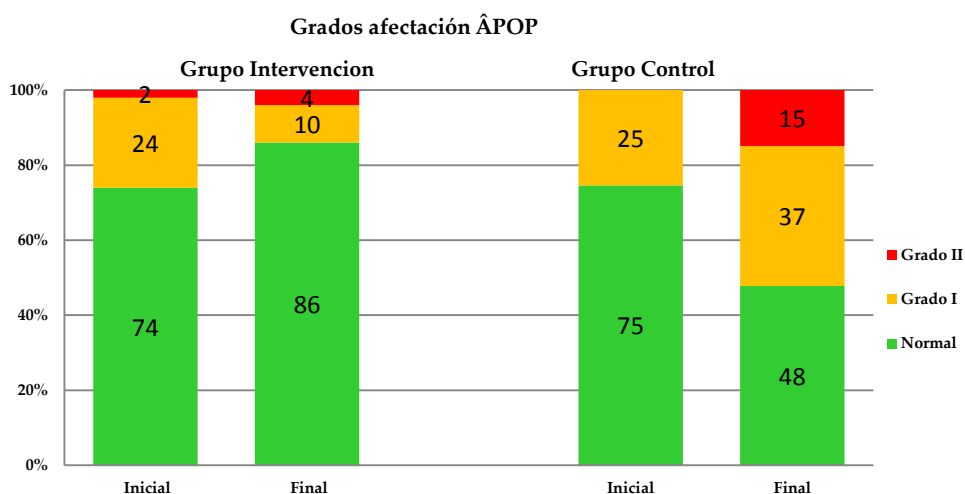


Gráfica 24. Evolución del valor medio del test ÂPOPd en todos los momentos del estudio.

Tabla 25. Valores de las diferencias de la media del test $\hat{A}POP$ entre momentos del estudio para GI y GC.

	$\hat{A}POP$	Dif medias	dt	p
GI	$\hat{A}POP2d - \hat{A}POP1d$	1,900	4,505	0,004
	$\hat{A}POP2d - \hat{A}POP3d$	-1,200	7,461	n.s.
	$\hat{A}POP4d - \hat{A}POP3d$	3,300	8,725	0,01
	$\hat{A}POP4d - \hat{A}POP1d$	4,000	7,890	0,001
GC	$\hat{A}POP1d - \hat{A}POP2d$	-2,09	9,380	n.s.
	$\hat{A}POP2d - \hat{A}POP3d$	-2,22	7,79	0,023
	$\hat{A}POP3d - \hat{A}POP4d$	-0,761	10,87	n.s.
	$\hat{A}POP1d - \hat{A}POP4d$	-5,07	10,21	0,0005

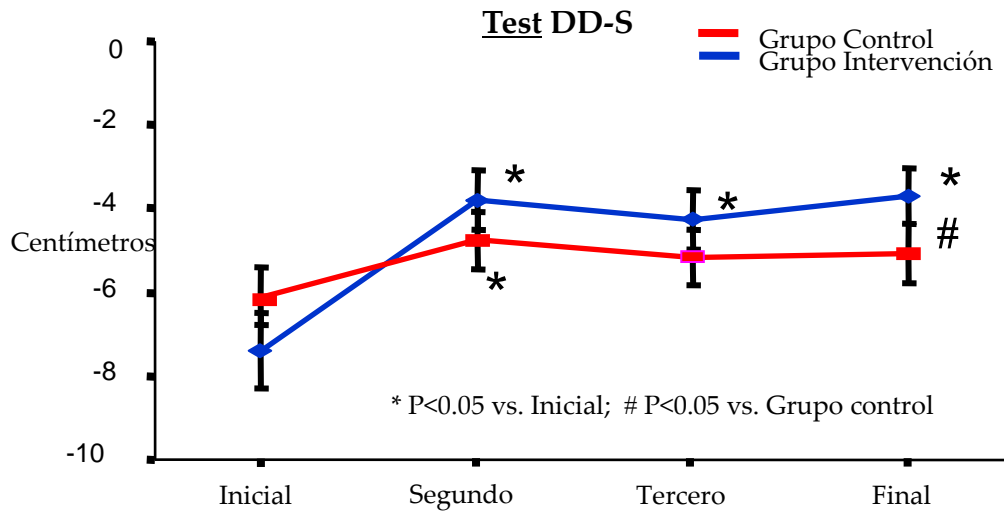
En el inicio del estudio el test $\hat{A}POP$ de ambos grupos no presenta diferencias significativas en el grado de afectación (Ji^2 n.s.). A los dos años del estudio la evolución de los porcentajes del grado de afectación del test en el GI se produce un aumento del 12% en el grado normalidad y en GC, se produce una disminución del 26% de sujetos que en el inicio tenían un test normal. Paralelamente aumentan los grados I y II que suponen un empeoramiento global de la afectación por pérdida de la elasticidad isquiosural. La comparación entre la distribución final de los GI y GC es significativa ($Ji^2=17,44$; $p=0,002$).



Grafica 25. Histograma del grado de afectación del Test $\hat{A}POP$ en los momentos inicial y final de los GI y GC.

5.3.4 Test DD-S.

El test DD-S, del GI en el momento inicial fue de $-7,4 \pm 6,1$ cm para alcanzar el plano horizontal del cajón de Wells y Dillon (1922). En el GC era de $-6,1 \pm 5,9$ cm. La diferencia de 1,3 cm entre los grupos no es significativa. En el GI, entre el momento inicial y el final del curso primero del estudio se produce una disminución de 3,6 cm para alcanzar el nivel 0, con un nivel de significación de $p=0,0005$; en el GC en el primer curso hay una mejoría de 1,3 cm ($p=0,015$). Durante el periodo vacacional y momentos tercero y final no se producen cambios significativos en ambos grupos. Al finalizar el estudio en el GI la distancia para alcanzar el suelo es de $-3,7 \pm 4,7$ cm, y en GC fue de $-5,1 \pm 5$ cm. La diferencia de las medias del momento final entre grupos es de 1,4 cm, con una significación de $p<0,05$, siendo mejor el valor obtenido en el GI. En el GC entre el momento inicial y el momento final hay una mejora de 1 cm, teniendo en cuenta que partían de una situación más favorable que en el GI, sin embargo al final del estudio se sitúan 1 cm por encima del GI (Gráfica 26 Tabla 25). Y finalmente en el GI, desde el momento inicial al momento final tiene una evolución muy positiva ($p=0,0005$).



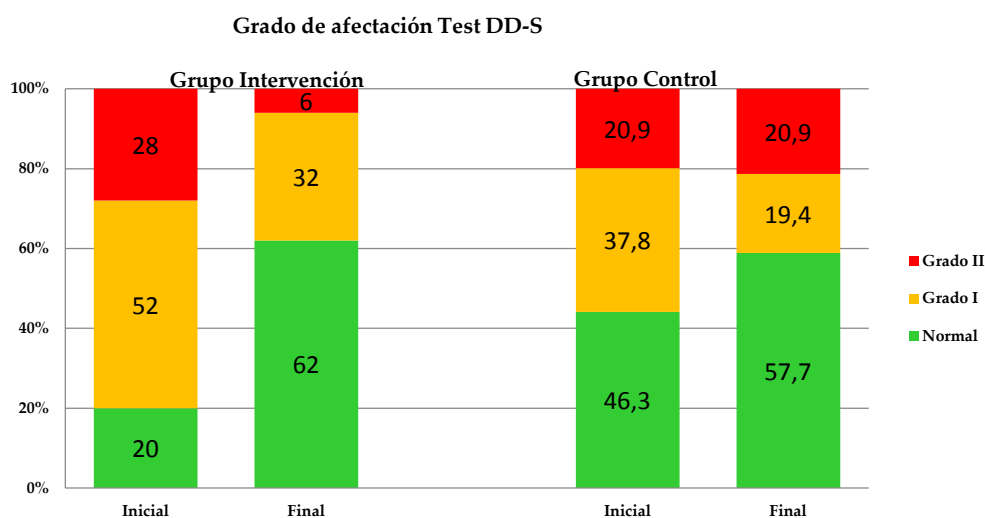
Gráfica 26. Evolución del promedio del test DD-S.

Tabla 26. Valores de las diferencias de la media del test DDS entre momentos del estudio para GI y GC.

DDS		Dif medias	dt	p
GI	DD-S1 – DD-S2	3,630	4,878	0,0005
	DD-S2 – DD-S3	-0,490	2,610	n.s.
	DD-S3 – DD-S4	0,560	2,490	n.s.
	DD-S1 – DD-S4	3,700	5,133	0,0005
GC	DD-S1 – DD-S2	1,313	4,319	0,015
	DD-S2 – DD-S3	-0,388	2,604	n.s.
	DD-S3 – DD-S4	0,082	3,446	n.s.
	DD-S1 – DD-S4	1,007	4,867	n.s.

La distribución de los resultados del test DD-S según el grado de afectación siguiendo la clasificación de Ferrer V. (1998) (tabla 16) en el inicio del estudio no muestran diferencias significativas entre el GI y el GC aunque las proporciones son distintas en todos los grados de afectación. Al finalizar el estudio, después de dos años de aplicar el programa escolar más la intervención en el GI y el GC seguir el programa habitual de la escuela, los cambios entre grados de afectación son significativos ($J_i^2=6,23$; $p=0,04$) En el GI,

el 62% de los sujetos están en el grado de normalidad, solo el 6% están en grado II y el 32 en el grado I. Por otro lado, en el GC el 57,7% correspondían al grado de normalidad, el 19,4 al grado I y el 20,9 al grado II.

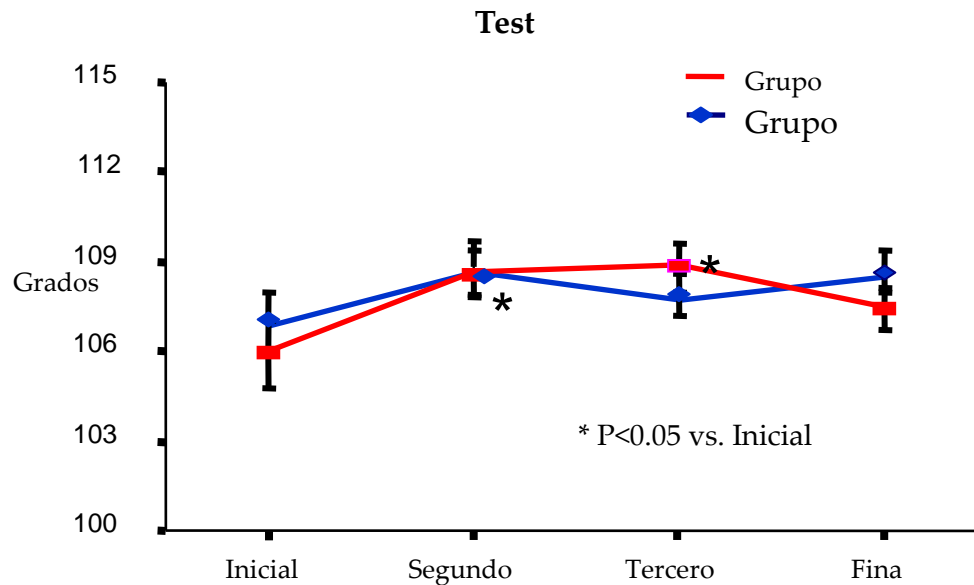


Gráfica 27. Histograma del grado de afectación del Test DD-S en los momentos inicial y final de GI y GC

5.3.5 Test LHFx.

El test LHFx, a lo largo del estudio y en los dos grupos, intervención y control, ha presentado una evolución que se ajusta poco a un modelo lineal. En el GI la media al inicio es de $106^{\circ} \pm 8^{\circ}$ y de $108^{\circ} \pm 5^{\circ}$ en el momento 2, la diferencia de esas medias es significativa $p < 0,001$, y representa un empeoramiento del test (normal $< 109^{\circ}$). Sin embargo la diferencia entre el inicio y el final del segundo curso del GI presenta una disminución de más de un grado ($p = 0,015$) lo que refleja una mejoría en el test. Para el GC el valor medio en el momento inicial fue de $107^{\circ} \pm 8^{\circ}$ y de $109^{\circ} \pm 6^{\circ}$ para el momento final, no existiendo diferencias entre los cuatro momentos del estudio (Gráfica

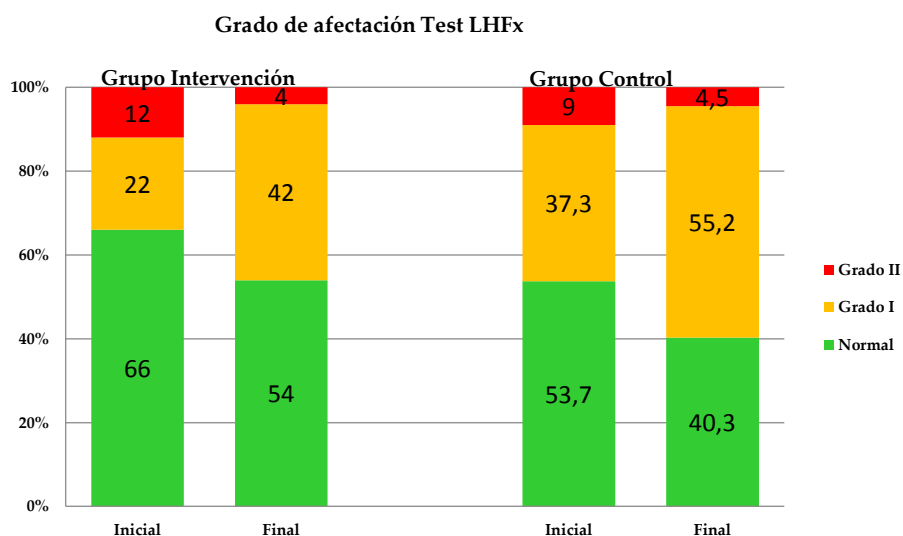
28, tabla 26). No hay diferencias significativas en la evolución entre cada momento del estudio entre GI y GC.



Gráfica 28. Evolución de las medias del test LHFx en el GI y GC.

Tabla 27. Valores de las diferencias de la media del test LHFx entre momentos del estudio para GI y GC.

	LHFx	Dif medias	dt	p
GI	LHFx1 - LHFx2	-2,700	5,552	0,001
	LHFx2 - LHFx3	-0,200	5,621	n.s.
	LHFx3 - LHFx4	1,400	3,918	0,015
	LHFx1 - LHFx4	-1,500	7,776	n.s.
GC	LHFx1 - LHFx2	-1,791	7,573	n.s.
	LHFx2 - LHFx3	0,821	6,005	n.s.
	LHFx3 - LHFx4	-0,746	4,787	n.s.
	LHFx1 - LHFx4	-1,716	7,101	n.s.



Grafica 29. Proporciones del grado de afectación en el test LHFx en los GI y GC al inicio y final del estudio.

No hay diferencias significativas en los grados de afectación en el inicio y final del estudio, en el GI y en el GC para el test LHFx.

5.3.6 Grado SIC.

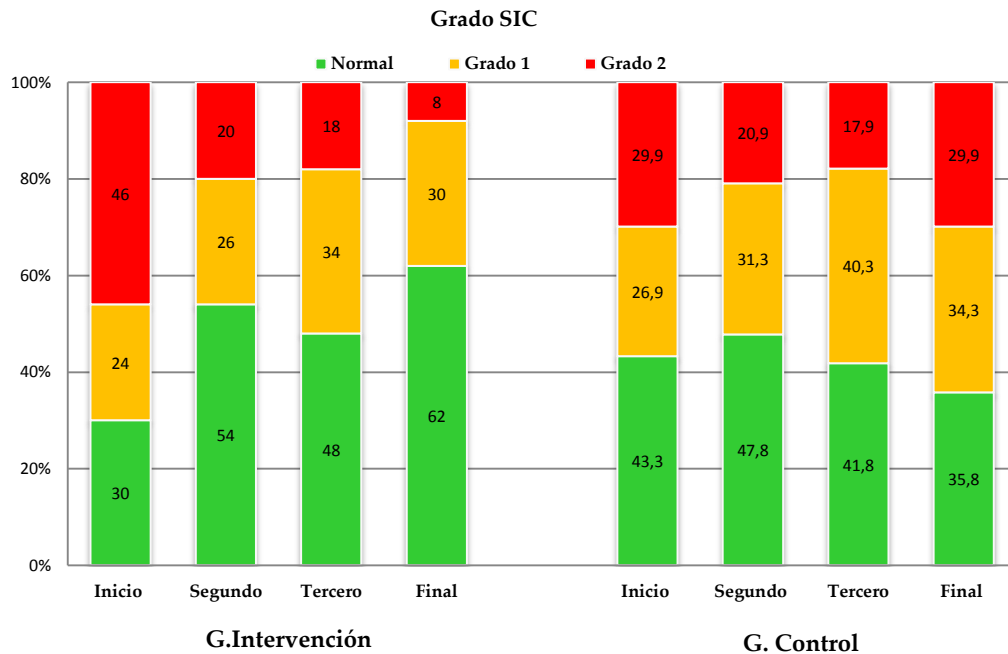
El comportamiento de los resultados del grado de SIC de los grupos intervención y control a lo largo del estudio muestran diferentes evoluciones, sobre todo, al avanzar el tiempo de la intervención (Tabla 27, gráfica 30).

Al inicio del estudio la distribución de los sujetos en ambos grupos (GI y GC), aunque presentan diferentes proporciones (30% y 43,3%), en los clasificados dentro de categoría de SIC normal, esas diferencias no son significativas (J_i^2 de Pearson n.s.). En el momento segundo y tercero los cambios que se producen tampoco son significativos y es en el momento final del estudio cuándo se produce el aumento de individuos clasificados como SIC

normal del GI y la disminución de ese grado en el GC. Las diferencias entre el GI y el GC del momento final son significativas (Ji^2 de Pearson $p=0,004$).

Tabla 28. Frecuencias y proporciones del grado de SIC en GI y GC en los cuatro momentos del estudio

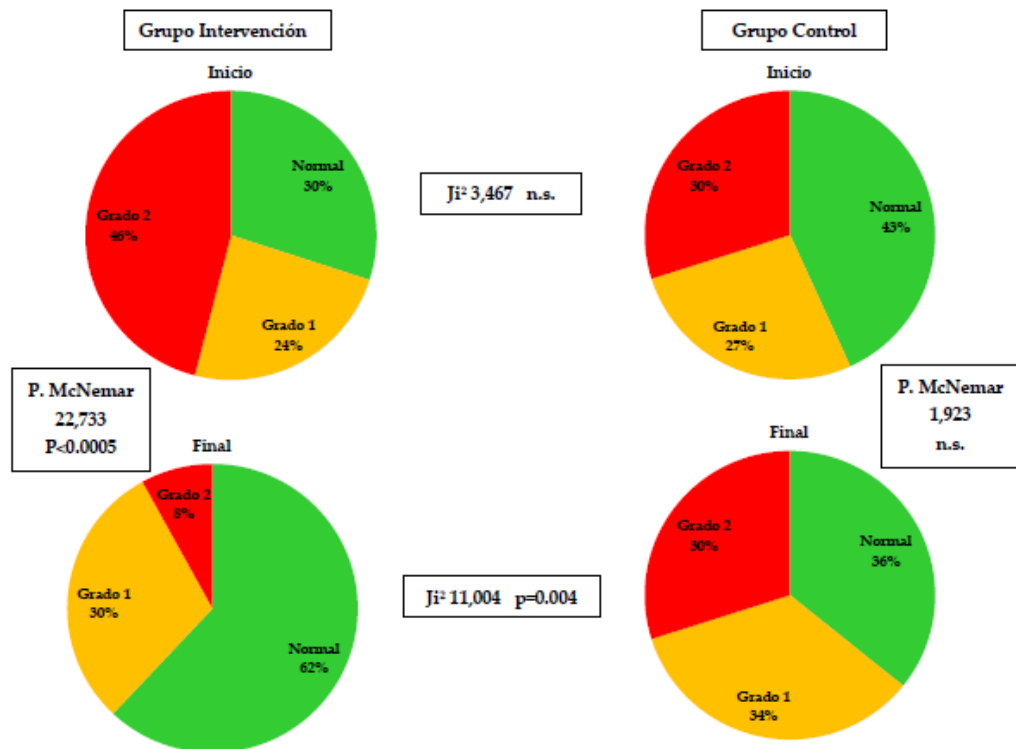
SIC	Inicio		Segundo		Tercero		Final	
	GI	GC	GI	GC	GI	GC	GI	GC
	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)
Normal	15 (30)	29 (43,3)	27 (54)	32 (47,8)	24 (48)	28 (41,8)	31 (62)	24 (35,8)
Grado 1	12 (24)	18 (26,9)	13 (26)	21 (31,3)	17 (34)	27 (40,3)	15 (30)	23 (34,3)
Grado 2	23 (46)	20(29,9)	10 (20)	14 (20,9)	9 (18)	12 (17,9)	4(8)	20 (29,9)
Significac	Ji^2 3,46 (n.s.)		Ji^2 0,514 (n.s.)		Ji^2 0,551(n.s.)		Ji^2 11,0 ($p=0,004$)	
Sujetos	50(100)	67(100)	50 (100)	67 (100)	50 (100)	67 (100)	50 (100)	67 (100)



Grafica 30. Diagrama de barras de la distribución porcentual del grado SIC de los GI y GC durante todo el estudio.

A partir del inicio del estudio, en el GI, tras la intervención en el primer año aumenta el número de sujetos con SIC normal un 24%, 7 sujetos de grado 1 y 7 del grado 2 pasan al grado normal; el SIC 1 tiene muy poca modificación y el grado 2 experimenta un descenso del 26% ($p=0,003$, prueba de McNemar). Del momento segundo al tercero, periodo vacacional, se producen cambios mínimos no significativos en todos los grados del SIC. Del momento tercero al final, segundo año de intervención, se produce un aumento significativo ($p=0,041$) del 14% en el SIC normal, y disminuciones del 4% en los grados 1 y del 10% en el grado 2. Lo que es lo mismo, del inicio al final, el grupo de sujetos con grado SIC normal experimenta un aumento de más del 50% en GI, la mayoría de los sujetos que mejoran lo hacen en el primer año de intervención. A partir de ahí, la pérdida que se produce en el periodo vacacional, se recupera y se mantiene la mejoría. Al comparar el final de la intervención del primer año y el final del estudio existe una mejoría en el SIC normal del 8% que no es significativa. La mejoría que se produce desde el inicio al final del estudio tiene una significación con la prueba de McNemar; $p<0,0005$.

En el GC observamos unas discretas variaciones que se van produciendo entre los momentos inicial-segundo, segundo-tercero y tercero-final que no son significativas. (Tabla 28, gráfica 30).



Grafica 31. Distribución de los grados SIC en los grupos en los momentos inicial y final del estudio. Niveles de significación de las comparaciones.

5.4 Relaciones entre variables.

5.4.1. Relación del sexo con los test y el SIC.

El grado de afectación del test EPR en toda la población presenta una relación significativa ($Ji^2: 7,782; p=0,02$). Así el grado normal es del 66,7% en niñas y el 33,3 en niños. El grado I tiene una relación niñas/niños del 50%. El grado II de mayor afectación es menor en las niñas (33%) frente a los niños (67%).

En el test $\hat{A}POP$ no existe influencia del sexo en los grados de afectación.

Para el test DD-S, si hay una relación significativa en los grados de afectación en cuanto al sexo ($Ji^2: 6,678; p=0,035$). En el grado normal el 60% corresponde a las niñas y el 40% a los niños. En el grado I, el 42% son niñas y el 58% son niños. En el grado II, 29% niñas y 71% niños.

El test LHFx al igual que el $\hat{A}POP$ no tiene diferencias entre los sexos.

La afectación del grado SIC presenta una relación significativa con el sexo del sujeto ($Ji^2: 8,485; p=0,014$). El grado normal, el 61,4% en niñas y el 38,6% en niños. En el grado 1, el 46,7-53,3% en niñas-niños respectivamente. Sin embargo en el grado 2, solo en niñas es el 30% y el 70% en niños.

La relación significativa entre el grado de afectación SIC con el sexo, visto en toda la población del estudio, al inicio, en el grupo de intervención después del 1^{er} curso, niños y niñas presentan la misma proporción de afectación y se mantiene hasta el momento final. Sin embargo, en el grupo control, la relación significativa entre el grado SIC y el sexo permanece durante todo el estudio (momento 2: $Ji^2: 7,963; p=0,019$; momento 3: $Ji^2: 6,2; p=0,045$; momento final: $Ji^2: 7,784; p=0,02$)

5.4.2 Relación entre el índice nutricional con los test y el SIC.

La obesidad y el normopeso no tienen influencia con el grado de afectación de los test y el grado SIC que se han realizado.

5.4.3 Correlaciones entre test.

Para finalizar los resultados hemos realizado la relación lineal existente entre los diferentes test mediante la correlación de Pearson y los resultados más significativos son los siguientes:

- EPRd- $\hat{A}POP$ d correlación de Pearson 0,319 $p<0,01$.

- EPRd-DD-S correlación de Pearson -0,622 $p < 0,01$.
- EPRd-LHFx correlación de Pearson -0,438 $p < 0,01$.
- ÂPOPd-LHFx correlación de Pearson -0,480 $p < 0,001$.
- DD-S- LHFx correlación de Pearson 0,667 $p = 0,01$.

5.5 Eficacia de la intervención.

Para comparar la probabilidad de obtener la mejoría en el GI con respecto al GC hemos utilizado la medida del aumento absoluto del beneficio (AAB) = incidencia en el GI menos la incidencia del GC, que es equivalente a la reducción absoluta de riesgo en los ensayos clínicos (RAR). Hemos utilizado el número de casos que es necesario tratar para prevenir un suceso (NNT), que mide el **esfuerzo** terapéutico que debe realizarse para disminuir un caso patológico. Desde el punto de vista matemático el NNT equivale al inverso del AAB (Jiménez Villa J. 2000)

La tasa de eventos en el GI al final del estudio podemos observar que ha mejorado para todos los test, excepto el test LHFx, y el SIC. Sin embargo, en el GC, han empeorado todos los test, excepto el test DD-S, y el SIC.

Se ha obtenido un beneficio importante por la intervención en un rango de 13,7-36,7%, excepto en DD-S que solo consigue un 2%.

El número necesario a tratar para obtener un benéfico adicional en un sujeto durante dos años (NNT) tiene un valor de 3 a 7 sujetos en todos los test, a excepción del DD-S que requiere un mayor esfuerzo (NNT=44).

Tabla 29. Eficacia de la intervención en cada test y en el SIC.

	AAB Ii-Ic % (IC 95%)	Tasa de eventos				NNT (IC 95%)
		GI		GC		
		Inicio	Final	Inicio	Final	
EPRd	17,1% (0,5-33,7)	0,18	0,38	0,27	0,21	6 (3-200)
ÂPOPd	36,7% (21,4-52)	0,74	0,86	0,75	0,49	3 (2-5)
DD-S	2,3% (-15,6-20,2)	0,26	0,62	0,45	0,60	44 (-6-5)
LHFx	13,7% (-4,43-31,8)	0,66	0,54	0,54	0,40	7 (-3-22)
SIC	26,2% (8,5-44)	0,30	0,62	0,52	0,36	4 (2-12)

6. DISCUSIÓN.

El síndrome de cortedad de la musculatura isquiosural (SIC) es una entidad nosológica que numerosos trabajos de investigación y la epidemiología lo relacionan, no solo con la falta de extensibilidad de los músculos, sino además, con alteraciones y patologías que repercuten en la pelvis y columna vertebral (Bado 1964, Jordá 1971, Hellsing 1988, Santonja 1992 y 1994, Ferrer 1998, Sainz de Baranda 2002). En la literatura se recogen numerosos estudios con individuos que practican diferentes tipos de actividad física, que presentan patologías o alteración que son susceptibles de mejorar con ejercicios de estiramiento que influyan en esta musculatura (Santonja 1992, Andújar 1996, Rodríguez 1999, Scott 2005, Santonja 2007, Sainz de Baranda 2009, Ayala 2012, Decoster 2015). Pero son escasas las publicaciones que se ocupan de edades tempranas, en las que se tienen un pico de desarrollo esquelético mayor, las que evalúan a grupos de población sana en su medio, las que tienen como objetivo hacer intervenciones que evalúen la mejora comparados con grupos controles, y que tengan un seguimiento mayor de un año y finalmente no las hay que cumplan todos esos requisitos juntos.

Por tanto, tendremos que comparar nuestros resultados con las publicaciones existentes y en muchas ocasiones solo podremos comentar nuestra opinión ya que no tenemos referentes para hacerlo

6.1 Diseño.

La principal innovación de nuestro estudio es el diseño que hemos seguido para su realización. El primer paso fue plantear un programa de ejercicios de estiramientos musculares adecuado al grupo de población (escolares de 8 años con un seguimiento de 2 cursos académicos) con el que se trabajaría; de fácil ejecución, con dolor tolerable, que no supusiera indumentaria extra, que se ejecutaran en un ambiente divertido. Se hizo una selección de las diferentes técnicas más eficientes de estiramiento muscular que reunieran los requisitos anteriormente definidos. También se hizo una selección de los test más eficientes para valorar la extensibilidad de la musculatura isquiosural

La duración del estudio, inicialmente, se planificó que tuviera una duración de 4 años, con la intención de abarcar la etapa prepuberal y puberal, siguiendo las recomendaciones del CEIC, para que fuera aprobado nuestro ensayo, se tenía que reducir el seguimiento a 2 años. A pesar de ello, al revisar la literatura, el estudio de más duración solo abarcaba un curso escolar sin mediciones en el periodo estival que pensamos que pudiera influir en la intervención. Estudios similares al nuestro en cuanto a duración, seguimiento, trabajo en el medio escolar y sin interferencia externa de otros profesionales ajenos al maestro especialista en educación física no hemos encontrado.

6.2 Edad, talla, IMC e IN.

El grupo de edad con el que hemos trabajado comprende a niños desde los 8 a 10 años (etapa prepuberal) donde el incremento de la talla es muy estable (5 cm/año) y no hay diferencias entre ambos sexos (Noboa 2006)

(Figura 4, graficas 4 y 5). Las variaciones del peso de los individuos sigue un incremento lineal durante los dos años, no diferenciándose entre sexos.

Al hacer la distribución en GI y GC no hay diferencias entre los sujetos de cada grupo en relación con el peso y la talla ni al principio ni al final del estudio.

Autores que trabajan con poblaciones cuyo rango de edad es más amplio que incluyen las etapas desde la prepubertad hasta la postpuberal si encuentran diferencias en el desarrollo, esto quedaría explicado porque a esas edades (>11 años niñas y >12 años niños) se inicia el pico de crecimiento puberal y que influye en los resultados (Ferrer 1998; Santonja 1995), a diferencia de nuestros sujetos todos ellos en estadio prepuberal.

Al tratarse de individuos menores de 14 años se recomienda el uso de las tablas percentilada como herramienta para mejorar la variable IMC, lo que nos permite la distribución del IMC en grados nutricionales, es decir, niveles de nutrición denominados en nuestro estudio como IN, los porcentajes de los grados de normopeso y obesidad se mantienen iguales durante todo el estudio.

No hemos encontrado relaciones con el grado de afectación, mayor o menor, con los test ni con el SIC. En otros estudios de prevalencia del SIC, prácticamente, todos los autores hacen referencia a la talla, pero no estudian el peso ni el IMC como factores que influyen en la afectación de los test.

6.3 Actividad Física.

Otra variable que pensamos al inicio que podía influir, de algún modo, en el déficit de extensibilidad isquiosural era la práctica de actividad física extraescolar. En nuestro estudio no encontramos diferencias en el SIC entre los que practican actividad física extraescolar y los que no practican, así como

tampoco influye en el grupo de intervención ni en el control. Un estudio con 117 escolares de 6 a 11 años, encuentran un mayor acortamiento, medidos por test longitudinales, en todos los niños que practican deporte, excepto en los que practican Taekwondo y en el grupo control de los sedentarios (Fernández E 2011). En un estudio de meta-análisis de Da Silva (2009), en grupos con tratamiento del SIC no encontraron diferencias entre los pacientes que mantenían ejercicio físico extra como los que lo abandonaron o no practicaban, las mejorías eran las mismas.

6.4 Test de valoración de la extensibilidad isquiosural.

Los test que se utilizan para la valoración de la capacidad de elongación de la musculatura isquiosural, ya citados en el apartado 2.10, expresan sus valores en centímetros, el test longitudinal y en grados los de medición angular. Dichos test son motivo de discrepancias entre los autores y estudios de investigación relacionados con el SIC. Surgen dudas como: ¿Dónde estaría el límite que establezca el estado de normalidad, el de grado 1 y 2? ¿Cuántos grados de afectación se contemplan? o, ¿Cuántos se tendrían que establecer? ¿Qué test son los más idóneos y que metodología sería la más correcta?

De los diferentes test que se pueden emplear para la medición de la extensibilidad isquiosural, nosotros, teniendo en cuenta las características de los test y de nuestro estudio (población, lugar en donde se desarrolla, medios que disponíamos y que pudieran ser portátiles), decidimos elegir para el test longitudinal el test DD-S, y para los angulares los test EPR, ÂPOP y LHFx, por ser test que cumplen adecuadamente con criterios de: validez, fiabilidad, fácil aprendizaje, realización y elevada reproducibilidad.

En nuestro ensayo para conocer el grado de concordancia intra e interevaluador en el entrenamiento de los exploradores, se utilizó el coeficiente relación intraclase (CCI) al tratarse de variables cuantitativas. El grado de acuerdo entre observadores según la escala de Landis y Koch, fue de casi perfecto, ya que todos los CCI fueron mayores de 0,81 (0,95-1), excepto el test LHFx que el grado de acuerdo fue substancial 0,79 (IC 95%: 0,46-0,94) (tablas 3 y 4) es decir que podemos asegurar que los exploradores no influyen en el resultado.

6.4.1 Test EPR.

El test EPR se realiza normalmente en ambas extremidades. Son raros los casos en los que se obtienen diferencias de una extremidad a otra. Los resultados que obtenemos de la medición del test EPR al inicio del estudio la media fue de $65 \pm 10^\circ$, lo que indica que la mayoría de la población estudiada al inicio del estudio estaría afectada.

La prevalencia, en nuestro estudio, de sujetos en grado normal es de 23,1%, en grado I es de 35,9% y en grado II de 41%. Sin embargo para Ferrer V. (1998) sus prevalencias son diferentes a las nuestras: 45,8% normal, 45% grado I y 9,2% de grado II en una población de 919 sujetos de 5 a 18 años, de los cuales 262 varones < de 12 años y 33 mujeres < de 11 años y en estas la prevalencia del grado normal es del 78,8%, 18,2% grado I y 3% grado II. Pastor A (2000) recluta 120 niñas de la población infantil de 9 a 12 años, en ellas encuentra que el 31% no muestran cortedad con el test EPR, grado I el 48% y grado II el 21%. Solo lo compara con población de 27 gimnastas de elite donde encuentra que estas tienen el 100% del test EPR normal. Por otra parte, Martínez (2013) encuentra solo cortedades grado I en el 33%, ausencia del

grado II y el 67% de normalidad en una población de enseñanza secundaria (12 a 16 años).

Nuestros resultados en una población escolar de 117 sujetos, 54% varones, de 8,4±0,3 años, no encontramos diferencias significativas entre los valores según el sexo. Santonja (1992) describe una proporción de afectación de grado I-II 3/1 en varones/hembras, posteriormente este autor (1995), en un estudio sobre 521 escolares seleccionados aleatoriamente y estratificados por sexo y niveles educativos, con una edad de entre 6 y 14 años, mediante el uso de los test EPR y DD-P refieren una afectación del 8,9% en niñas y del 28% en niños. Bado (1964) en escolares menores de 13 años no encuentra diferencias según el sexo. La prevalencia para niños/niñas menores de 13 años el 16/15% tienen grado I y el 4/3,1% grado II respectivamente.

A partir del momento inicial y dada la alta correlación en los resultados del test EPR en ambos miembros (r de Pealson=0,755 $p<0,0005$), proporcionamos solo los datos obtenidos en el miembro inferior derecho, como así también lo encuentran Ferrer (1998), Ayala (2012) y Martínez (2013). En nuestros resultados comprobamos una alta correlación entre los resultados del test EPR derecha e izquierda lo que nos indica que normalidad y acortamiento son bilaterales igual que lo encontrado por Ferrer 1994 y lo contrario que encontró Bado (1964).

Los resultados en el grupo de intervención para el test EPR suponen una mejoría significativa con aumento del valor del test en el primer año de la intervención ($5,1^{\circ} \pm 9^{\circ}$; $p<0,0005$) con el consiguiente aumento de individuos en el grado de normalidad (20% de incremento). En el descanso estival no hay variación y durante el segundo año de intervención hay un incremento de $1,3^{\circ} \pm 7,9^{\circ}$ y esa diferencia no es significativa. Estos resultados se han conseguido

siguiendo nuestro programa de intervención. Otros programas de intervención también han conseguido mejorías significativas con diferentes protocolos, en jóvenes y adultos y con duraciones de 2 a 12 semanas con una frecuencia de entre 2 a 7 días a la semana y con una aplicación de 9 a 30 segundos (Nelson y Bandy (2004), Sainz de Baranda (2009), Ayala (2010), Martínez (2013)).

El grupo control, a pesar de iniciar el estudio con un mejor EPRd con diferencias no significativas con respecto al grupo de intervención, al final del estudio tiene solo una diferencia en la media de $0,075^{\circ} \pm 9,15^{\circ}$ (n.s) y en el grupo de intervención, al contrario, hay una mejoría de $7,3^{\circ} \pm 10^{\circ}$ $p=0,0005$ entre el momento inicial y el final. Además, el GC, entre el momento inicial y final hay una disminución de sujetos en el grado de normalidad, un aumento en el grado I y ninguna variación en el grado II. Por lo que en los niños, en donde no se realiza una intervención específica hay un empeoramiento en el grado de extensibilidad medida por el test EPR. No hemos encontrado estudios con los que comparar una intervención de dos años con un grupo control en escolares de esta edad.

Para la valoración de la cortedad isquiosural, el test EPR, es el más utilizado y se recurre a él en los estudios donde se realiza una intervención con ejercicios de estiramiento, con o sin control. Además, los autores asumen resultados anormales, en el test, como acortamiento isquiosural (Ferrer 1992-1994, Santonja 1992-1995-2006 Sainz de Baranda 2005, Da Silva 2008, Quintana 2008, Shimon 2010, Ayala 2011-2012).

6.4.2 Test ÂPOP.

Los resultados que se obtuvieron al inicio del estudio en la evaluación del test ÂPOP para ambas extremidades tenían una correlación muy alta (r de

Pealson=0,847 $p<0,0005$) y la diferencia de la media no era significativa, al igual que ocurre en otros estudios como Ferrer (1998).

La prevalencia de los grados de afectación en el test ÂPOP al inicio del estudio era del 75% de normalidad y del 25% grado I, no teniendo ningún caso de grado II, en una población escolar de 8 años.

Para Novoa (2006), en una población de 261 sujetos, de 6 (86) ,12 (86) y 18 (89) años. Normal 3,4%. Grado I 45,6% y grado II 51%. La diferencia en la prevalencia, con respecto a la nuestra, creemos que es debido a las características de su población: niños de 6 años 10,5% normal, 84,9% grado I y 4,7% grado II. En niños de 12 años: 46,5% grado I y 53,5% grado II y a los 18 años 93,3% son grado II y solo un 6,7% grado I; lo que expresa la relación entre el aumento de la edad con el grado de cortedad.

Para Ferrer (1998) con una población de 176 sujetos prepuberes, (menores de 12 años) la prevalencia de ÂPOP normal es de 50,6%, del grado I es 38% y de grado II del 11,4%

En nuestros resultados comprobamos una alta correlación entre los resultados del test ÂPOP derecha e izquierda lo que nos indica que normalidad y acortamiento son bilaterales igual que lo encontrado por Ferrer (1994) y lo contrario que encontró Bado (1964)

Al comienzo de la intervención los dos grupos tenían valores medios que no eran significativos, al finalizar el primer año de intervención se vio que el GC estaba en peor situación que el GI. En un curso escolar se obtuvieron mejoras en los valores medios del Test, pero al regreso del periodo vacacional se comprueba un empeoramiento en ambos grupos, siendo significativo en el GC. Al finalizar el segundo año de intervención, momento final del estudio, el GI recupera la pérdida y mejora durante ese periodo 3,3°. El GC desde el

momento inicial sufre un empeoramiento continuo, partiendo de un estado de grado de normalidad, al final del primer curso ya se sitúa el valor de la media del test dentro del grado I. La evolución natural, en niños de 8 a 10 años, tiene una tendencia hacia la cortedad isquiosural medida con el test ÂPOP.

En estudios con intervención se consiguen mejoras desde el momento inmediato posterior a los ejercicios de estiramiento, como en periodos de estiramientos de 2-3 sesiones semanales de 5-10 minutos durante 3 meses, como el de Novoa (2006), que en una población de 6 años, obtiene una mejora del 32% en el estado de normalidad, una disminución del 30% en el grado I y del 1% en el grado II, aunque no tiene grupo control con el que compararse.

6.4.3 Test DD-S.

Los resultados del test, al inicio del estudio, presentaban una distribución de prevalencia del 39% de sujetos con resultados normales y el 61% estaban afectados de grado I y II, pero al separar los grupos en intervención y control se observa que en el GI el 80% de sujetos estaban afectados de grado I y II. Sin embargo el GC partía de una situación mejor con un 53,7% de afectados grado I y II

Para Ferrer V (1998) con una población de 211 sujetos prepuberes, (menores de 12 años) la prevalencia del DD-S normal es de 60,2%, del grado I es 31,3% y de grado II del 8,5%, en una población seleccionada de sujetos que acuden de forma voluntaria a instalaciones deportivas.

Al inicio de intervención, la media del test en el GI es de -7,4 cm, situada en el grado de afectación I. Al final del primer curso, este grupo disminuye en 3,6 cm la distancia para alcanzar el suelo, situándose en el grado de normalidad. Por otro lado, el GC, que partía de -6,1 cm, durante el mismo

periodo disminuye 1,3 cm para alcanzar el suelo, persistiendo el grado de afectación de I. Tanto en el periodo estival como el transcurso del momento tercero al final del estudio, ambos grupos, no modifican la evolución.

Al final del estudio lo más destacable, en el GI, es el aumento del 42% de sujetos incluidos en el grupo de normalidad.

Para este test, no hemos encontrado estudios en el que se utilice como medida para conocer los resultados de una intervención.

Recomendaciones de algunos autores, como Rodríguez (2001), aconsejan que este test se asocie a otros que no comprometan la estática raquídea cuando se quiera valorar el acortamiento isquiosural, como son: el EPR, ÂPOP y LHFx.

6.4.4 Test LHFx.

El test LHFx, cuando realizamos el entrenamiento de los exploradores, el resultado obtenido en el Coeficiente de correlación intraclase (CCI), fueron buenos (0,79) pero su intervalo de confianza era muy amplio (0,46-0,94, por lo que hay que ser muy escrupuloso con la interpretación de los resultados. Santonja F (1994) afirma que este test está expuesto a errores significativos inter-exploradores e incluso intra-explorador tras la repetición de las mediciones. Igualmente, indica que lo que mide este test es el grado de repercusión del acortamiento isquiosural, medido por los test EPR y ÂPOP, sobre la pelvis y el raquis lumbosacro. No todos los casos de acortamiento isquiosural van a provocar las mismas alteraciones. En unos casos no tendrán repercusión, en otros provocaran aumento de la cifosis dorsal y en otros determinara una inversión de la lordosis lumbar en una cifosis lumbar.

En nuestros resultados presentan algunas diferencias significativas cuándo valoramos los grupos intervención y control independientemente. La

prevalencia del grado de afectación al inicio del estudio sitúa al 59% de los sujetos en el grado de normalidad, el 31% en el grado I y el 10% en el grado II. Para Ferrer V (1998) con una población de 110 sujetos prepuberes, (menores de 12 años) la prevalencia del test LHFx normal es de 21,8%, del grado I es 43,6% y de grado II del 34,6%

Solo se obtiene una mejoría significativa de la media en el periodo del primer año de intervención en el GI, y no hay diferencias significativas en los grados de afectación desde el momento inicial al final entre grupos ni intra grupos.

No hemos encontrado ningún estudio de intervención que mida las repercusiones de las mismas en la medida del test LHFx.

6.5 Grado SIC mediante la combinación de test angulares y longitudinal.

Uno de nuestros objetivos ha sido proponer una gradación del estado de la musculatura isquiosural de los sujetos a partir de la combinación de los diversos test. Todos los autores, en sus estudios, hablan de SIC con los resultados individuales de cada uno de los test, en nuestro caso y al utilizar para medir test validados internacionalmente y de gran utilidad como son: EPR, ÂPOP, DD-S, hemos querido proponer un sistema de clasificación del grado de afectación SIC, con estos tres test. Por las razones explicadas en el apartado anterior sobre utilidades del test LHFx no lo hemos incluido en esta combinación.

El modelo que se propone para establecer el grado de afectación SIC se refleja en el apartado 5.2.11. Los resultados obtenidos con este procedimiento creemos que aportan una visión global frente a la expuesta en los test de forma

individual. Nuestros resultados muestran de una forma clara y significativa lo que ha supuesto la intervención, frente a los individuos del GC que han tenido una evolución no influenciada y que ha supuesto para ellos con respecto al GI un empeoramiento (Grafica 31).

6.6 Intervención.

El modelo de trabajo con los niños que hemos propuesto en este estudio con los profesores en la escuela y con sencillos ejercicios de estiramiento de corta duración que no han interferido en el normal desarrollo del programa de la asignatura de Educación Física y que si requiere, sobre todo, la colaboración de los Maestros especialistas en Educación Física es de fácil aplicabilidad y los resultados, en eficacia, que hemos obtenido creemos que son rentables, ya que para mejorar un individuo, con este programa, sería necesario solo que 4 sujetos lo siguieran (NNT 4).

6.7 Sugerencias de continuidad de la investigación.

Estamos de acuerdo con afirmaciones como la de Fernández E (2011) "En educación primaria debe aumentarse el trabajo y desarrollo de la flexibilidad con el fin de evitar la aparición y progresión de acortamientos musculares que derivan en marcas de flexibilidad consideradas como bajas en test longitudinales".

Creemos conveniente la inclusión de este programa de ejercicios en la práctica habitual de la asignatura de Educación Física en Educación Primaria. Así se lo haremos saber a las autoridades competentes.

Sería deseable continuar este tipo de estudios en etapas donde esta patología se acentúa por el desarrollo morfológico del individuo.

7. CONCLUSIONES.

1. El grado (SIC) de afectación de toda la población escolar estudiada al inicio era de: 37,6% de sujetos normales, 25,6% grado 1 y el 36,8% grado 2. Al final del estudio era de 47% de sujetos normales, 32,5% grado 1 y 20,5% grado 2.
2. El seguimiento del programa de ejercicios de estiramiento, durante dos años por el grupo de intervención, proporciona mejoras muy significativas intra e intergrupales. El grupo de la intervención inicia el estudio con una distribución de SIC: Normal 30%, grado 1 24%, grado 2 46% y al final fue de: 62% normales, 30% grado 1 y 8% grado 2. En el grupo control no observamos diferencias significativas en la distribución del SIC del inicio al final.
3. El peso, la talla, el sexo y la actividad física extraescolar, no hemos observado que tengan influencias significativas sobre los resultados de los test. El descanso estival, tiene una influencia negativa en el test ÂPOP del grupo control, no se observan diferencias significativas para el resto de test en ambos grupos.
4. En los test de medición bilateral, las correlaciones de los valores son muy altas y no hemos observado diferencias significativas entre ambas extremidades. El SIC, en nuestra población es de afectación bilateral.
5. La eficacia de nuestra intervención para mejorar la elasticidad de la musculatura isquiosural, mediante NNT nos indica que es necesario realizar los ejercicios propuestos por 4 sujetos para mejorar 1 afectado del SIC.

Conclusión Final.

Con este trabajo demostramos que nuestra hipótesis “Aplicar un programa de ejercicios para el estiramiento de la musculatura isquiosural, añadido a la actividad física reglada, en escolares de 8 años y a lo largo de dos cursos, mejora la elasticidad de la musculatura, medida por los test de extensibilidad, disminuye la prevalencia del síndrome de isquiosurales cortos (SIC) y mejora el grado de afectación comparado con un grupo control”, se verifica.

8. BIBLIOGRAFÍA.

- Alter MJ. Los estiramientos desarrollo de ejercicios. Ed 6ª Barcelona: Paidotribo; 2004.
- Amiel-Tison C. Neurological Evaluation of the Maturity of Newborn Infants. Arch Dis Child. 1968; 43: 89-93.
- Andújar P, Alonso C y Santonja F. Tratamiento de la cortedad isquiosural. Selección 1996; 5 (1): 37-48.
- Arriagada FA, Mendoza FJ. Comparación de la efectividad temporal en la técnica de estiramiento estático pasivo aplicada en la musculatura isquiotibial acortada de futbolistas sub 16 y sub 17. Repositorio Académico de la Universidad de Chile. 2005. (acceso 2 de mayo 2013). Disponible en: http://www.cybertesis.cl/tesis/uchile/2005/arriagada_a/html/indeframes.html.
- Ayala F, Sainz de Baranda P. Efecto de la duración y técnica de estiramiento de la musculatura isquiosural sobre la flexión de la cadera. CCD Cultura, Ciencia y Deporte 2008; 8(3): 93-9
- Ayala F, Sainz de Baranda P. Efecto del estiramiento activo sobre el rango de movimiento de la flexión de cadera: 15 versus 30 segundos. Motricidad. European Journal of Human Movement. 2008; 20: 1-14.

- Ayala F, Baranda PS, Cejudo A, De Ste Croix M. Efecto de un programa de estiramientos activos en jugadoras de fútbol sala de alto rendimiento. *CCD*. 2010; 5 (15):159-167.
- Ayala F, Sainz de Baranda P, De Ste Croix M, Santonja F. Criterion-related validity of four clinical test used to measure hamstring flexibility in professional futsal players. *Physical Therapy in Sport*. 2011; 12:175-181.
- Ayala F, Sainz de Baranda P, De Ste Croix M, Santonja F. Efecto agudo del estiramiento activo sobre la fuerza y potencia de la flexión y extensión de rodilla. *Rev Andal Med Deporte*. 2012; 5(4):127.133.
- 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 Deporte*. 2012; 5(2):57-66.
- Ayala F, Baranda PS, Cejudo A, Santonja F. Pruebas angulares de estimación de la flexibilidad isquiosural: análisis de la fiabilidad y validez. *Rev Andl Med Deporte*. 2012; 5(2): 67-74.
- Ayala F, Sainz de Baranda P, De Ste Croix M, Santonja F. Absolute reliability of clinical test for assessinng hamstring flexibility in professional futsal players. *Journal of Sciece and Medicine in Sport*. 2012; 15:142-147.
- Ayala F, Sainz de Baranda P, De Ste Croix M, Santonja F. Comparison of active stretching technique in males with normal and limited hamstring flexibility. *Physical Therapy in Sport* 14 (2013):98-104
- Ayala F. Efecto de un programa de estiramientos activos sobre el rango de movimiento de la flexión de cadera en jugadores de fútbol sala. [tesis doctoral] Murcia: Universidad Católica San Antonio de Murcia; 2012.
- Ayala F, Sainz de Baranda P y Cejudo A. El entrenamiento de la flexibilidad: técnicas de estiramiento. *Rv Andl Med Deporte*. 2012; 5(3): 105-112.

- 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.
- BMI-for-age GIRLS and BOYS, 5 to years (percentiles). World Health Organization 2007.
- Borrás X, Comella A, Marín F, Comella RR, Cirera E. Comparación entre la videografía y el método Sit and Reach para la valoración de la flexibilidad isquiotibial en deportistas escolares. Biomecánica. 2007; 15(1): 38-41.
- Castellote Caballero MY. Efecto inmediato del deslizamiento del nervio ciático frente al estiramiento y placebo en adultos con síndrome de isquiotibiales cortos. [tesis doctoral]. Granada: Universidad de Granada; 2011.
- Da Silva Días R. Eficacia de los tratamientos para la ganancia de flexibilidad en los músculos isquiotibiales: Un estudio meta-analítico. [tesis doctoral]. Murcia: Universidad de Murcia; 2009.
- Da Silva R, Gómez-Conesa A. Síndrome de los isquiotibiales acortados. Fisioterapia 2008; 30(4): 186-93
- Davies PH. Muscle Anatomy & Structure. (Ultima consulta 26-05-2013). Disponible en: WWW.Sport-fitness-advisor.com/muscle-anatomy.html
- Davis DS, Ashby PE, McCale KL, McQuain JA, Wine JM. "The effectiveness of 3 stretching techniques on hamstring flexibility using consistent stretching parameter". Journal of Strength and Conditioning Research; 2005; 19(1): 27-32.

- De Antolín Ruiz P. Textos de Terapia Reequilibradora del Aparato Locomotor (T.R.A.L.). Cursos de formación continuada para fisioterapeutas. Escuela Universitaria "Gimbernat". Universidad Autónoma de Barcelona 1994.
- De Deyner PG. Application of passive stretch and its implications for muscle fibers. *Phys Ther.* 2001; 81:819-27.
- Decoster LC, Cleland J, Altieri C, Russell P. The effects of hamstring stretching on range of motion: a systematic literatura review. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2005; 35(6): 377-87
- Esnault M. Estiramientos analíticos en fisioterapia activa. Ed. Masson 1994.
- Esnault M, Viel E. Stretching. Estiramientos de las cadenas musculares. 2ª ed. Masson S.A, Barcelona, 2003.
- Espiga Tugas FJ. Estudio de prevalencia de brevedad constitucional de la musculatura isquiotibial. [tesis doctoral].Barcelona: Universidad Autónoma de Barcelona; 1992.
- Fasen JM, O'Connor AM, Schwartz SL, Watson Jo, Plastaras CHT, Garvan CW, Bulcao C, Johnson SC, Akuthota V. A Randomized Controlled Trial of Hamstring Stretching: Comparison of Four Techniques. *Journal of Strength and Conditioning Research.* 2009; 23(2):660-667.
- Fernández E, Merino R, Romero O, Mayorga D, Burgueño R. Deportes extraescolares y flexibilidad de alumnos de primaria. *Trancecs* 2011; 3:695-712.
- Ferrer López V, Santonja Medina F y Carrión Varela M. Síndrome de isquiosurales cortos y Actividad Física En: Santonja Medina F, Martínez González-Moro I, Editores. Valoración médico deportiva del escolar.

- Murcia: Servicio de publicaciones Universidad de Murcia. 1992; pag. 282-296.
- Ferrer V, Santonja F, Carrión M, Martínez L. Comparación de dos test (EPR y poplíteo) para el diagnóstico del Síndrome de Isquiosurales Cortos. Arch Med Deport 1994; 12(43): 247-254.
- Ferrer V. Repercusiones de la cortedad isquiosural sobre la pelvis y el raquis. [tesis doctoral]. Murcia: Universidad de Murcia; 1998.
- Fort Vanmeerhaeghe A, Costa Tutusaus L, de Antolin Ruiz P y Masso Ortogosa N. Efectes d'un entrenament propioceptiu sobre l'extremitat inferior en joves esportistes jugador de voleibol. Apunts Medicina de L'esport. 2008; I 57: 5-13.
- Gajdosik R, Lusin G. Hamstring Muscle Tightness: Reliability of an Active-Knee-Extension Test. Physical Therapy. 1983; 63: 1085-1088.
- Hellsing AL. Tightness of Hamstring-and Poas Mator Muscles. Upsala J Med Sci. 1988; 93:267-276.
- Hosman AF, De Kleuver M, Anderson PG, Van Limbeek J, Langeloo DD, Veth RP, Slot GH Scheuermann kyphosis: The importance of tight hamstrings in the surgical correction. Spine 2003; 28(19): 2252-2259
- Jiménez Villa J. Lectura crítica de la literatura científica. II: Evaluación de los resultados. FMC-Formación médica continuada en Atención Primaria. 2000; 7(5): 283-296.
- 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.

- Katz K, Rosenthal A, Yosipovitch Z. Normal range of popliteal angle in children. *J Pediatr Orthop.* 1992; 12(2): 229-231.
- Kapandji IA. Cuadernos de fisiología articular, nº3, 2ª ed. Barcelona: Masson, 1983.
- Kellis E, Galanis N, Kapetanos G, Natsis K. Architectural differences between the hamstring muscle. *Journal of electromyography and kinesiology.* 2012; 22:520-526.
- Kendal E, Peterson J, Geiser P. Músculos, Pruebas, Funciones y dolor postural. Madrid: Marban: 2005.
- Kendall HO, Kendall FP, Wadsworth GE. Músculos pruebas y funciones. Ed. Jims 1974.
- Kippers V, Parker AW. Toe-Touch test. A measure of its validity. *Phys Ther* 1987; 67(11): 1680-1684.
- Knott M, Voss DE. Facilitación neuromuscular propioceptivo. Patrones y Técnicas. Ed. Panamericana. 1974.
- Krivickas LS, Feinberg JH. Lower Extremity Injuries in College Athletes: relation Between ligamentous Laxity and Lower Extremity Muscle Tightness. *Arch Phys Rehabil.* vol 77. November 1996; pag. 1139-1143.
- Kubo K, Kanehisa H, Kawakami Y, Fukunaga T. Influence of static stretch on viscoelastic properties of human tendon structures in vivo. *J Appl Physiol.* 2001; 90:520-527.
- Kuo L, Chung W, Bates E, Stephen J. De Hamstring index. *J Pediatr Orthop.* 1997; 17:78-88.

- López Miñarro PA, Rodríguez García PL, Yuste JL, Alacid F, Ferragut C, García Ibarra A. Validez de la posición del raquis lumbo-sacro en flexión como criterio de extensibilidad isquiosural en deportistas jóvenes. Archivos de Medicina del Deporte 2008; 25(124):103-110.
- López-Miñarro PA, García Ibarra A, Rodríguez García PL. Comparación entre diferentes test lineales de medición de la extensibilidad isquiosural. Apuntes Med de l'esport. Educación física y deportes. 2010; 99: 56-64.
- Luque Suárez A, Fuente-Hervías MT, Barón-López FJ, Labajos Manzanares MT. Relación entre el test de elevación de la pierna recta y el test del ángulo poplíteo en la medición de la extensibilidad isquiosural. Fisioterapia. 2010; 32(6): 256-263
- Martínez Costa C. Valoración del estado nutricional. En: Arguelles F y cols. Tratado de Gastroenterología, Hepatología y Nutrición pediátrica aplicada de la SEGHNP Madrid: Ergon creación SA; 2010. p. 631-640.
- Martínez García AC. Efectos de un programa de educación postural sobre el morfotipo sagital del raquis, la extensibilidad de la musculatura isquiosural y psoas iliaco y la resistencia muscular abdominal y lumbar en escolares de educación secundaria. [tesis doctoral]. Murcia: Universidad de Murcia; 2013.
- Martínez Gil JL. Repercusiones de la manipulación vertebral cervical sobre la apertura oral y la relación malar-esternal. [tesis doctoral]. Murcia: Universidad Católica San Antonio de Murcia; 2011.
- Martínez Vitorio PA. Repercusión de la cortedad isquiosural sobre el plano sagital del raquis en adultos. [tesis doctoral]. Murcia: Universidad de Murcia; 2004.

- Myers TW. Vías anatómicas. 2ª Edición. Barcelona Elsevier Masson. 2009.
- Molina VA. Promoción de la salud desde la pedagogía de la motricidad, Revista Digital de Educación Física y Deportes. [Revista on-line] 2004 (acceso 2 de mayo 2013), 78; Disponible en: <http://www.efdeportes.com>.
- Nelson RT, Bandy D. Eccentric Training and Static Streching Impeove Hamstring Flexibility of Hing School Males. Journal of Athletic Training. 2004; 39:254-258.
- Netter F. Sistema musculoesquelético. Ilustraciones Médicas. Barcelona. Salvat. 2001.
- Noboa MS. El acortamiento muscular isquiotibial en niños y adolescentes y el aparecimiento de lumbalgias y hernias discales: una propuesta preventiva en la educación física escolar. [tesis de grado]. Quito: Universidad San Francisco de Quito; 2006
- Pacheco L, García-Tirado JJ. Sobre la aplicación de estiramientos en el deportista sano y lesionado. Apunts. 2010; 45:109-125.
- Pastor A. Estudio del morfotipo sagital de la columna y de la extensibilidad de la musculatura isquiosural en jóvenes nadadores de élite españoles [tesis doctoral]. Murcia: Universidad de Murcia; 2000.
- Pedraza Mejías C. y J. Martínez Cañadas J. Respuesta fisiológica del tejido conjuntivo de músculos y tendones tras la aplicación de los agentes físicos. Fisioterapia 2008; 30(6): 279-285.
- Prieto L, Lamarca R, Casado A. La evaluación de la fiabilidad en las observaciones clínicas: el coeficiente de correlación intraclase. Med Clin (Barc). 1998; 110:142-145.

- Programa de atención al niño (P.A.N.) Región de Murcia: Consejería de Sanidad 1992.
- Quintana Aparicio E, Alburquerque Sendina F. Evidencia científica de los métodos de evaluación de la elasticidad de la musculatura isquiosural. *Osteopatía Científica*. 2008; 33: 115-124.
- Rodríguez García PL, Santonja Medina F, Canteras Jordana M, Delgado Fernández M, Fernández Piñera J y Balsalobre Marín J. Mejora de la extensibilidad isquiosural tras un programa escolar de estiramientos. *Selección* 1999; 8 (4): 157-164.
- Rodríguez García PL, Santonja Medina F. Repercusiones posturales con los estiramientos en flexión de tronco y las pruebas de distancia dedos-planta y distancia dedos-suelo. *Apunts*. 2001; 65(3):64-70.
- 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.
- Rodríguez P. Propuesta de interacción Escuela - Municipio para el desarrollo de programas de salud corporal en el ámbito educativo, Facultad de Educación Física -Universidad de Murcia: España, 2003; pag. 545-557.
- Sainz de Baranda Andújar 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, Rodríguez PL, Santonja F, Andújar P. La columna vertebral del escolar. Wanceulen Editorial Deportiva S.L. Sevilla. 2006.

- Sainz de Baranda P. El trabajo de la flexibilidad en educación física: programa de intervención. CCD 10 Año 5 Volumen 5 Murcia 2009: 33-38.
- Sánchez Rivas E, Mayorga-Vega D, Fernández Rodríguez E, Merino-Marbán R- Efecto de un programa de estiramiento de la musculatura isquiosural en las clases de educación física en educación primaria. Journal of Spor and Health Research. 2014; 6(2): 159-168.
- Santonja Medina F, Martínez González-Moro I. Síndrome de acortamiento de la musculatura isquiosural. En: Santonja Medina F, Martínez González-Moro I, Editores. Valoración médico deportiva del escolar. Murcia: Servicio de publicaciones Universidad de Murcia; 1992. P. 245-258.
- Santonja Medina F. Reconocimiento del aparato locomotor durante la edad escolar. En: Santonja Medina F, Martínez González-Moro I, Editores. Valoración médico deportiva del escolar. Murcia: Servicio de publicaciones Universidad de Murcia; 1992. p. 270-277.
- Santonja Medina F, Andújar Ortuño P, Martínez González I. Ángulo lumbo-horizontal y valoración de repercusiones del Síndrome de Isquiosurales Cortos. Apunts. 1994; XXXI: 103-111.
- Santonja F, Ferrer V, Martínez I. Exploración clínica del síndrome de isquiosurales cortos. Selección 1995; 4(2): 81-91.
- Santonja F, Pastor A. Cortedad isquiosural y actitud cifótica lumbar. Selección 2003; 12(3): 150-154.
- Santonja F, Ferrer V, Andújar P. Síndrome de Isquiosurales cortos. En: Arribas Blanco JM, editor. Cirugía menor y procedimientos en Medicina de Familia. 2ª ed. Madrid: Jarpyo; 2006; p. 1563-1562.

-
- Santonja Medina FM, Sainz de Baranda Andújar P, Rodríguez García PL, López Miñarro PA y Canteras Jordana M. Efectos de la frecuencia de estiramiento estático en levantamiento de pierna en niños de primaria. *Revista de Medicina del Deporte y Aptitud Física*. 2007; 47(3): 304-308.
- Viel E. *El método Kabat Facilitación neuromuscular propioceptiva*. Ed. Masson S.A. 1989.
- Wells K, Dillon E. The sit-and-reach. A test of Back and leg flexibility. *Res. Q. Exerc sport*. 1952; 23: 115/118.
- Werner S. An evaluation of knee extensor and knee flexor torques and EMGs in patients with patellofemoral pain syndrome in comparison with matched controls. *Knee Sur, Sport traumatol, Arthroscopy*. 1995; 3:89-94.
- Woodley SJ, Mercer SR. Hamstring muscles: Architecture and innervation. *Cells tissues organs*. 2005; 179; 125-141.
- World Health Organization 2007

6. ANEXOS.

Anexo I. Documento de información a Padres/Tutores legales.HOJA DE INFORMACIÓN A PADRES/MADRES O TUTORES
LEGALES

Título: Estudio del Síndrome de Isquiosurales cortos en escolares y la influencia de un programa de ejercicios de estiramiento muscular.

Autores: Grupo de trabajo del Centro de Salud de Vistalegre/La Flota.

Directora del grupo: Dra. D^a Isabel María Hidalgo García.

Co-Director del Grupo: Dr. D. Juan Vicente Lozano Guadalajara

Fisioterapeuta del Grupo: D. Diego Albaladejo Monreal

Introducción

Nos dirigimos a ustedes para informarle sobre un estudio de investigación en el que se invita a participar a sus hijo/a. El estudio ha sido aprobado por el Comité de Ensayos e Investigación Clínica del Hospital Universitario Morales Meseguer (Murcia) de acuerdo a la legislación vigente, y se lleva a cabo con respeto a los principios enunciados en la declaración del Helsinki y a las normas de buena práctica clínica.

Nuestra intención es que ustedes reciban la información correcta y suficiente para que pueda evaluar y juzgar si acepta participar en este estudio. Para ello lean esta hoja informativa con atención y nosotros le aclararemos las dudas que le puedan surgir. Además, puede consultar con las personas que considere oportuno.

Participación voluntaria:

Deben saber que su participación en este estudio es voluntaria y que pueden decidir no participar o cambiar su decisión y retirar el consentimiento en cualquier momento, sin que por ello se altere la relación con su Centro de Salud ni se produzca ningún tipo de perjuicio.

Descripción general del estudio. Objetivos:

Conocer el número de niños en la edad escolar que tienen menos capacidad de estiramiento de los músculos de los muslos, conocido en términos técnicos como Síndrome de Isquiosurales Cortos (SIC), mediante test específicos para medir la cortedad de la musculatura isquiosural: Test de flexión de cadera, test del ángulo poplíteo y test de dedos suelo (conocido por todos como tocar la punta de los pies).

Comprobar la efectividad de la inclusión de ejercicios específicos de elongación de la musculatura isquiosural en el programa de actividad física escolar.

Grupo de niños que se incluyen en el trabajo de investigación:

Niños de edad cronológica de ocho años. (Tercer curso de E. Primaria) y su seguimiento durante cuatro años.

Metodología:

El estudio consistirá en la toma de datos personales (edad, sexo) y la realización de las pruebas diagnósticas evaluativas previas y posteriores a la intervención del programa de ejercicios indicado

Las pruebas evaluativas se realizarán dos veces al año (inicio de curso, septiembre y finalización del mismo, junio) durante los próximos cuatro años.

Dichas pruebas son las indicadas en el apartado de objetivos

El grupo de niños seleccionados corresponde a los C. P. dependientes del área de Salud de Vistalegre/La Flota.

La línea de investigación asociada se incluye en: Influencia de la estructura sobre la función.

Realización de las pruebas e intervenciones

Las pruebas e intervenciones que se realizarán son sencillas y no suponen, en ningún caso, dificultad, peligro, lesión o reacción adversa, por lo que son totalmente inocuas.

La evaluación se llevara a cabo por el equipo médico/fisioterapia del Centro de Salud de Vistalegre/La Flota.

La intervención y supervisión en el programa de ejercicios en la actividad física escolar será a cargo del Profesor pertinente de dicha área del Colegio correspondiente.

Beneficios y riesgos derivados de su participación en el estudio

Los resultados obtenidos por el estudio permitirán conocer mejor:

Conocer la prevalencia del SIC en escolares a los 8 años de edad.

Estudiar la distribución de grados de afectación del SIC en población escolar de 8 años.

Detectar y remitir a valoración por su pediatra a los niños con SIC grado II, para que continúen el estudio en el centro de Salud de Vistalegre.

Conocer la distribución de las medidas de los test de valoración de longitud de la musculatura isquiosural.

Conocer el programa de ejercicio físico en la escuela, su distribución en tiempo y actividades que se dedican al estiramiento muscular y en particular de los músculos Isquiosurales que se imparten en los colegios de nuestra área de salud: Vistalegre/La Flota

Implantar un programa de ejercicios de estiramiento muscular dirigido a escolares, diseñado por el fisioterapeuta del Centro de Salud de Vistalegre/La Flota, para ser impartido y supervisado por los profesores de educación física en sus clases para el grupo de intervención, en estos niños y en el grupo control se seguirá impartiendo el programa en vigor.

Conocer la evolución al finalizar cada curso escolar de los niños del grupo control y del grupo de intervención en busca de diferencias, a lo largo de los 2 años académicos y el resultado global del inicio a los 8 años y al acabar a los 10 años, en los test de valoración de la longitud de la musculatura isquiosural.

Al prestar nuestra colaboración libre y voluntariamente, puedo suspenderla en cualquier momento que desee, sin que esto repercuta en la prestación sanitaria que venimos recibiendo.

Confidencialidad

El tratamiento, la comunicación y la cesión de los datos de carácter personal de todos los sujetos participantes se ajustará a lo dispuesto en la Ley Orgánica 15/1999, de 13 de diciembre, de protección de datos de carácter personal, y en su reglamento de desarrollo. De acuerdo a lo que establece la legislación mencionada, usted puede ejercer los derechos de acceso, modificación, oposición y cancelación de datos, para lo cual deberá dirigirse al equipo investigador.

Sus datos serán tratados informáticamente y se incorporarán a un fichero automatizado de datos de carácter personal cuyo responsable es el equipo investigador

Sus datos recogidos para el estudio estarán identificados mediante un código y solo su médico del estudio y colaboradores podrán relacionar dichos datos con usted y con su historia clínica. Por lo tanto, su identidad no será revelada a persona alguna salvo excepciones en caso de urgencia médica o requerimiento legal.

Sólo se transmitirán a terceros y a otros países, previa notificación a la Agencia Española de Protección de Datos, los datos recogidos para el estudio

que en ningún caso contendrán información que le pueda identificar directamente, como nombre y apellidos, iniciales, dirección, nº de la seguridad social, etc. En el caso de que se produzca esta cesión, será para los mismos fines del estudio descrito y garantizando la confidencialidad como mínimo con el nivel de protección de la legislación vigente en nuestro país.

El acceso a su información personal quedará restringido al médico del estudio/colaboradores autoridades sanitarias, al Comité de Ética de la Investigación del Hospital Universitario Morales Meseguer y personal autorizado, cuando lo precisen para comprobar los datos y procedimientos del estudio, pero siempre manteniendo la confidencialidad de los mismos de acuerdo a la legislación vigente. En los niños/as que se detecte alteraciones susceptibles de seguimiento médico, les será comunicado para que acudan a su pediatra del Centro de Salud, el cual decidirá las actuaciones adecuadas.

Grupo de trabajo del Centro de Salud de Vistalegre/La Flota.

Directora del grupo: Dra. D^a Isabel María Hidalgo García.

Co-Director del Grupo: Dr. D. Juan Vicente Lozano Guadalajara

Fisioterapeuta del Grupo: D. Diego Albaladejo Monreal

En Murcia,

Firmado:

Fdo. Dra. Isabel M Hidalgo

Directora del grupo

Fdo. D. Diego Albaladejo

Fisioterapeuta del grupo

Anexo II. Documento de consentimiento informado**CONSENTIMIENTO INFORMADO.**

D. _____ con D.N.I.

Padre/Madre del niño.....libre y voluntariamente.

DECLARO:

Que he leído la información contenida en el documento que sobre los objetivos, metodología, pruebas e intervenciones a realizar en el estudio de investigación que se adjunta.

Que se me ha informado que todas las pruebas (test físicos) son sencillas a realizar y que no tienen efectos perjudiciales, y que se realizaran en las instalaciones apropiadas (Centro escolar) para el mismo. Dentro del horario de la actividad física y por el personal debidamente cualificado y especializado.

Que por tanto, presto mi conformidad e informadamente consiento y autorizo al equipo médico/fisioterapia, para que realicen el estudio detallado en el dorso del documento.

En Murcia, septiembre del 2011

Firmado:

Anexo III. Cuaderno de recogida de datos (CRD).

VALORACIÓN S.I.C.

COLEGIO. CÓDIGO

ALUMNO: CÓDIGO

FECHA DE NACIMIENTO: EDAD.....SEXO:

ACTIVIDAD FÍSICA EXTRAESCOLAR.....FECHA VALORACIÓN:

CURSO	2011/2012		2012/2013	
Talla	1 ^a	2 ^a	1 ^a	2 ^a
Peso	1 ^a	2 ^a	1 ^a	2 ^a
Test E.P.R	Dcha.			
1 ^a Valoración	Izqda.			
Test E.P.R	Dcha.			
2 ^a Valoración	Izqda.			
Test Poplíteo	Dcha.			
1 ^a Valoración	Izqda.			
Test Poplíteo	Dcha.			
2 ^a Valoración	Izqda.			
Test D.D.S	Dcha.			
1 ^a Valoración	Izqda.			
Test D.D.S	Dcha.			
2 ^a Valoración	Izqda.			
Ángulo LHFx				

Anexo IV. Dictamen favorable del CEIC (Comité de ensayos e investigaciones clínicas).



**Informe Dictamen Protocolo Favorable
Otros Estudios**

C.P. - C.I. ESTU21/11

13 de julio de 2011

CEIC Hospital General Universitario José María Morales Meseguer

Dra. María Dolores Nájera Pérez
Presidenta del CEIC Hospital General Universitario José María Morales Meseguer

CERTIFICA

1º. Que el CEIC Hospital General Universitario José María Morales Meseguer en su reunión del día **13/07/2011**, **ACTA ORDINARIA** ha evaluado la propuesta del promotor referida al estudio:

Título: Estudio del Síndrome de isquiasurales cortos (SIC) en escolares y la influencia de pautas de ejercicios de estiramiento muscular.

Código Promotor: **Código Interno:** ESTU21/11

Promotor: Otros (académico)

Monitor/CRO: Otros (académico)

Versión Protocolo Evaluada:

Versión Hoja Información al Paciente Evaluada:

Fecha Entrada: 07/06/2011

Investigador Principal: Dra. Isabel María Holgado García, Medico de Familia del, del Centro de Salud de La Flota.

1º. Considera que

- Se respetan los principios éticos básicos y es adecuado el procedimiento para obtener el consentimiento informado

2º. Por lo que este CEIC emite un **DICTAMEN FAVORABLE**.

Lo que firmo en Murcia, a 13 de julio de 2011



Anexo V. Autorización de la Consejería de Educación, Formación y Empleo.**Dirección General de Infraestructuras y Promoción Educativa.**

Región de Murcia
Consejería de Educación, Formación y Empleo

Dirección General de Infraestructuras y Promoción Educativa

Avda. de La Fama, 15, 7ª Planta
30006 MURCIA

Expediente: DGC/SC/scd/Varios/ 29 2011

Asunto: Proyecto de investigación SIC

Destinatario:

D. Diego Albaladejo Monreal
Centro de Salud Vistalegre- La Flota
C/Sebastián Ferigán N.º18
CP: 30007 Murcia

En relación a su solicitud para la realización del proyecto de investigación "Estudio del Síndrome de Isquiosurales Cortos, (SIC), en escolares y la influencia de pautas de ejercicios de estiramientos muscular", en los centros docentes públicos del área de influencia del centro de salud Vistalegre/La Flota, CP Luis Costa, CP la Flota, CP Arboleda y CP San Félix (Zarandona) le comunico que desde este centro directivo no existe inconveniente en el desarrollo del mismo, siempre que se cuente con el consentimiento informado de los padres y no se altere el normal funcionamiento y organización de los centros, debiendo por ello, someterse a las directrices en este sentido, de los respectivos directores y jefes de estudios.

Murcia, a 27 de septiembre de 2011.

EL DIRECTOR GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS Y PROMOCIÓN EDUCATIVA

Fdo.: José María Ramírez Burgos

