

RESISTENCIA MUSCULAR DEL COMPLEJO LUMBO-PÉLVICO EN  
ESTUDIANTES DE LOS GRADOS DIEZ Y ONCE DEL COLEGIO CALASANZ,  
PEREIRA, 2011

JUAN MANUEL GIRALDO OBANDO

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD  
PROGRAMA CIENCIAS DEL DEPORTE Y LA RECREACIÓN  
PEREIRA  
2011

RESISTENCIA MUSCULAR DEL COMPLEJO LUMBO-PÉLVICO EN  
ESTUDIANTES DE LOS GRADOS DIEZ Y ONCE DEL COLEGIO CALASANZ,  
PEREIRA, 2011

JUAN MANUEL GIRALDO OBANDO

Tesis de grado

Director  
Alejandro Gómez Rodas  
Profesional en Ciencias del Deporte y la Recreación  
Especialista en Actividad Física y Salud

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD  
PROGRAMA CIENCIAS DEL DEPORTE Y LA RECREACIÓN  
PEREIRA  
2011

## TABLA DE CONTENIDO

1.	RESUMEN.....	8
2.	DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	9
1.	JUSTIFICACIÓN.....	12
2.	OBJETIVOS .....	15
	2.1 <i>OBJETIVO GENERAL</i> .....	15
	2.2 <i>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</i> .....	15
3.	MARCO TEÓRICO.....	16
	3.1    COMPLEJO LUMBO PÉLVICO O CINTURON CORE .....	16
	3.1.1    Sistema estabilizador .....	19
	3.2    ESTABILIDAD LUMBAR .....	26
	3.3    INESTABILIDAD LUMBAR COMO FACTOR DE RIESGO PARA DESARROLLAR DOLOR LUMBAR .....	29
	3.4    RELACIÓN ENTRE ESTABILIDAD LUMBAR Y RESISTENCIA MUSCULAR CORE .....	30
	3.5    ESTABILIDAD LUMBAR EN ADOLESCENTES .....	31
	3.6    IDENTIFICACIÓN DE LA INESTABILIDAD LUMBAR A TRAVÉS DE TEST DE RESISTENCIA MUSCULAR CORE.....	33
	3.6.2    El side Bridge.....	34
	3.6.3    Test de flexores del tronco .....	35
	3.6.4    Test de extensores de tronco.....	36
4.	METODOLOGÍA.....	38
	4.1    DISEÑO.....	38

4.2	POBLACIÓN Y MUESTRA .....	38
4.2.1	Población.....	38
4.2.2	Muestra:.....	38
4.2.3	Criterios de inclusión .....	38
4.2.4	Criterios de exclusión: .....	39
4.3	VARIABLES .....	39
4.3.1	Definición de las variables .....	40
4.4	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS .....	43
4.4.1	Descripción del instrumento .....	45
4.5	EVALUACIÓN ÉTICA.....	47
5.	RESULTADOS.....	49
5.1	Resultados de los estudiantes en cada uno de los test. ....	49
5.2	COMPARACIÓN DE LOS PROMEDIOS DE LA RESISTENCIA MUSCULAR DEL TRONCO POR GÉNERO DEL PRESENTE ESTUDIO Y EL DE McGill. 52	
5.3	COMPARACIÓN DE LOS COCIENTES DE LOS TEST DE RESISTENCIA MUSCULAR ANTERO-POSTERIOR Y LATERAL DEL TRONCO DE LA PRESENTE INVESTIGACIÓN CON LOS DE MCGILL. ....	53
6.	DISCUSIÓN.....	59
7.	CONCLUSIONES.....	64
8.	RECOMENDACIONES. ....	65
9.	BIBLIOGRAFIA .....	66

LISTA DE ANEXOS.

Anexo 1 CONSENTIMIENTO INFORMADO DE PARTICIPANTES EN EL ESTUDIO .....	72
Anexo 2. INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	78

## LISTA DE FIGURAS.

Figura 1 Prone bridge test.....	34
Figura 2 Side Bridge test.....	35
Figura 3 Test para valorar los músculos flexores del tronco.....	35
Figura 4 Test para los músculos extensores del tronco.....	36

## LISTA DE GRÁFICAS.

Gráfica 1. Promedio total de cada test de resistencia muscular del tronco realizado en la población de estudio.....	50
Gráfica 2. Comparación de los promedios de la resistencia muscular del tronco antero-posterior y lateral del presente estudio con los de McGILL.....	51
Gráfica 3. Comparación de los promedios de los test de resistencia antero-posterior y lateral del tronco del presente estudio por género.....	53
Gráfica 4. Comparación de los cocientes de los test de resistencia muscular del tronco de la presente investigación con los dados por McGILL. ....	54
Gráfica 5. Comparación de los cocientes de los test de resistencia muscular del tronco entre género de la presente investigación.....	55
Gráfica 6. Comparación del cociente de los test de resistencia muscular antero-posterior y lateral del tronco entre la presente investigación y la de McGILL en hombres. ....	56
Gráfica 7. Comparación del cociente de los test de resistencia muscular del tronco entre la presente investigación y la de McGILL en mujeres. ....	57

## 1. RESUMEN

El objetivo principal de la presente investigación fue describir las características de la resistencia muscular antero-posterior y lateral del complejo lumbo-pélvico en adolescentes estudiantes entre 15-17 años asistentes a básica secundaria en el colegio Calasanz de la ciudad de Pereira. Se realizaron test de resistencia muscular antero-posterior y lateral del tronco para estimar la duración en cada prueba y ser comparado con estudios referentes a la resistencia del complejo lumbo-pélvico y estimar el perfil de riesgo conforme a los tiempos validados por McGill, de los estudiantes valorados. Al final, se observó que los estudiantes poseen un desequilibrio de la resistencia muscular antero-posterior, con una acentuación mayor en el género femenino donde se evidencia, según los resultados de los test, poca resistencia de los músculos extensores de la columna vertebral, llegando a ser factor predisponente de posibles desequilibrios en la resistencia muscular del tronco, variable predictora de dolor lumbar según las referencias bibliográficas estudiadas.



## 2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

El dolor lumbar es uno de los problemas más frecuentes en los individuos de todas las edades y condiciones sociales. Actualmente, los estudios epidemiológicos muestran que el dolor lumbar se ubica en el tercer lugar de incidencia, después del tobillo y la rodilla, presentándose en atletas de diferentes modalidades deportivas como fútbol, tenis, golf, gimnasia, atletismo y voleibol<sup>1</sup> y en personas con moderado e incluso bajo esfuerzo físico en su vida cotidiana.<sup>2</sup>

Según las estadísticas, existe un 50 a 70% de posibilidad que una persona sufra de dolor lumbar durante su vida, con una prevalencia del 18%.<sup>3 4</sup>. En Norte América el dolor de espalda es la causa más común de afecciones o alteraciones músculo esquelética en personas menores de 45 años<sup>5</sup>. Según estimativos de Sparto, PJ<sup>6</sup> más de 24 billones de dólares son requeridos cada año para cubrir los costos médicos asociados al manejo del dolor lumbar, además un poco menos de un cuarto de la población trabajadora ha reportado un episodio de dolor lumbar. Según Ochoa G<sup>7</sup> en Colombia, el dolor lumbar es la tercera causa de consulta en los Servicios de Urgencias; es la cuarta causa de consulta en Medicina General;

---

<sup>1</sup> TSE, M, et al. Development and validation of core endurance intervention program: Implications for performance in college age rowers. En: J of Strength and conditioning research. 2005. Vol 19. Pág. 552-557.

<sup>2</sup> GAMBLE, P. An integrated approach to training to core stability. En: Strength and conditioning Journal. 2007. Vol 19. Pág: 58-68.

<sup>3</sup> PANJABI, M. Clinical spinal instability and low back pain. En: J of Electromyography and Kinesiology. 2003. Vol 13. Pág: 371-379.

<sup>4</sup> JONES, M, et al. Biological risk indicators for recurrent non specific low back pain in adolescents. En: Br of Sports med. 2005. Vol 39. Pág: 137-140.

<sup>5</sup> BIERING-SORENSEN, F. Physical measurements as risk indicators for low-back trouble over a one-year period. 1984. Pág: 106-107.

<sup>6</sup> SPARTO, P and PARNIANPOUR, M. Estimation of trunk muscle forces and spinal loads during fatiguing repetitive trunk exertions. Spine23. Pág: 2563-2573.

<sup>7</sup> OCHOA, G. Dolor Lumbar, una re-evaluación de los conceptos. Dolor 2001. Asociación Colombiana para el Estudio del dolor. Pág: 87-116

es la primera causa de reubicación laboral y es la segunda causa de pensiones por invalidez.

Dentro de los factores de riesgo que se encuentran relacionados al dolor lumbar se debe tener en cuenta especialmente el sedentarismo, debido a que los adultos modernos gastan muchas horas sentados trabajando en los computadores o en los vehículos. Por lo tanto, es común que se presenten con mucha frecuencia lesiones de tipo motor, sensorial o central, las cuales llevan a alteraciones funcionales en la columna lumbar<sup>8</sup>, con las respectivas consecuencias como son la prescripción de medicamentos para tratamiento del dolor, visitas médicas recurrentes y la incapacidad para participar en actividades físicas.

El sedentarismo como factor de riesgo, no es un problema intrínseco solo de los adultos, se puede constatar por ejemplo que en adolescentes que en promedio vieron televisión de 1 a 2 horas diarias, el 59.3% tuvieron dolor lumbar y los que vieron televisión por más de 2 horas por día el 68.8% tuvieron dolor lumbar<sup>9 10</sup>. Estos datos indican que un estilo de vida sedentario y, ante todo, el hecho de permanecer sentado por largos periodos de tiempo, incide de manera negativa sobre el complejo lumbo pélvico pues tiende a afectar el sistema estabilizador, además de aumentar la probabilidad de exponerse a otros factores de riesgo como el aumento del peso, la disminución de la extensión lumbar, el incremento de la flexión lumbar y la disminución de la resistencia muscular de los músculos abdominales y de la espalda<sup>11 12</sup>.

En los últimos años, se ha presentado un incremento significativo del dolor lumbar en adolescentes, se ha encontrado que por encima de los 11 años más del 50% tendrán una experiencia de dolor lumbar en sus vidas, 58.1% corresponderá a mujeres y 43.2% corresponderá a hombres<sup>13 14</sup>.

---

<sup>8</sup> HAYNES, W. Core stability and the instable platform device. En: J of bodywork and movement therapies. 2004. Vol 8. Pág: 88-103.

<sup>9</sup> KUJALA, UM, et al. Subject Characteristics and low back pain in Young athletes and nonathletes. Med Sci Sports Exerc. 1992; 24 (6). Pág: 627-632.

<sup>10</sup> OLSEN, TL, et al. The epidemiology of low back pain in an adolescent population. Am J Public Health. 1994; 82 (4). Pág: 606-608.

<sup>11</sup> SALMINEN J. et al. Low back pain and disability in 14- yearold Schoolchildren. Acta Paediatr. 1992; 81 (12). Pág: 1035-1039.

<sup>12</sup> OHLEN G, WREDMARKT, SPANGFORT E. Spinal sagital configuration and mobility related to low-back pain in the female gymnast. Spine 1989; 14 (8). Pág: 847-850.

<sup>13</sup> KUJALA, UM, et al. Subject Characteristics and low back pain in Young athletes and nonathletes. Med Sci Sports Exerc. 1992; 24 (6): 627-632.

El tiempo de prevalencia del dolor lumbar en adolescentes es del 28.7% y el 8.1% presenta prevalencia recurrente<sup>15</sup>. Con base en éstas cifras, Jones, M; Stratton, G; et al sugieren que el dolor lumbar recurrente durante la adolescencia conjuntamente a la inestabilidad lumbar llevan al aumento de consecuencias médicas como cirugías, medicamentos, utilización de recursos médicos para terapia física y rehabilitación y como consecuencia la disminución de la capacidad de trabajo y calidad de vida, ante el degenero progresivo de las estructuras anatómicas primarias en la columna específicamente: Discos intervertebrales, componente óseo y componente ligamentario, causado por la inestabilidad crónica.

Ante los datos estadísticos aportados por los diferentes estudios que se mencionaron en el presente trabajo, en los que se puede observar con claridad el gran problema de salud pública en que se ha convertido la inestabilidad lumbar, se hizo necesario utilizar herramientas evaluativas que ofrezcan un diagnóstico temprano que permita identificar la inestabilidad lumbar en adolescentes, que tan alta problemática presentan a nivel lumbar.

---

<sup>14</sup> OLSEN, TL, et al. The epidemiology of low back pain in an adolescent population. Am j Public Health. 1994; 82(4): 606-608.

<sup>15</sup> JONES, M; STRATTON, G. Op cit., Pág: 137-140.

## 1. JUSTIFICACIÓN

El dolor lumbar es un problema médico común, se conoce bien que entre el 50 al 70% de la población general tiene riesgo de sufrir de dolor lumbar durante su vida<sup>16</sup>. El dolor lumbar es regularmente ligado a inestabilidad lumbar; la cual se ha definido como la pérdida de la habilidad de la columna para mantener los patrones de desplazamiento bajo las cargas fisiológicas normales<sup>17</sup>.

La inestabilidad lumbar está relacionada directamente con los desequilibrios musculares del complejo lumbo-pélvico. Cuando el cinturón core es débil e inestable, la fuerza de la musculatura distal no solo se atenúa, sino que también se puede producir daño en la musculatura proximal<sup>18</sup>.

A nivel general, la esencia de la estabilización tiene como eje la fuerza en el complejo lumbo pélvico que permita un correcto equilibrio entre los músculos locales y los músculos globales. Entre los músculos locales se encuentran el transverso abdominal, multifidus, oblicuo interno abdominal, fibras mediales del oblicuo externo abdominal, cuadrado lumbar, diafragma y músculos del piso pélvico; mientras que el recto abdominal, fibras laterales del oblicuo externo abdominal, psoas mayor y el erector de la columna vertebral son conocidos como músculos globales.

---

<sup>16</sup> BIERING-SORENSEN, (low) back trouble in a general population of 30, 40, 50 and 60 year old men and women: Study desing, representativeness and basic results, Dan Med Bull 29 (1982). Pág: 289-299.

<sup>17</sup> PANJABI, M. Op cit., pág: 371-379

<sup>18</sup> MUSCOLINO, J and CIPRIANI, S. Pilates and the powerhouse II. En: J of bodywork and Movement Theraphies. 2004. Vol 8. Pág: 122-130.

Aunque los ejercicios de fuerza son introducidos a menudo en un programa de ejercicios de atletas o pacientes en un intento por prevenir el dolor de espalda baja, contrariamente a lo que comúnmente se piensa, la evidencia sugiere que es la resistencia muscular del tronco y no la fuerza la que está relacionada con la reducción del dolor lumbar<sup>19</sup>.

En este contexto, Tse, M; et al<sup>20</sup> soporta la idea en la cual afirma que a nivel terapéutico, el entrenamiento de estabilidad y resistencia del complejo lumbo pélvico se ha utilizado para disminuir el dolor lumbar y tratar problemas como los desequilibrios musculares, espasmos musculares y laxitud en los ligamentos intervertebrales; éste tipo de ejercicios se han incluido en los programas terapéuticos y de entrenamiento, tanto en atletas como en no atletas, ya que la mejora en la resistencia muscular y no en la fuerza se ha asociado con la reducción de los desequilibrios musculares y por ende de la inestabilidad lumbar.

La inestabilidad es un predictor de desórdenes asociados a dolor lumbar<sup>21</sup>. La evaluación de la resistencia muscular es imperativa en todos aquellos esfuerzos destinados a prevenir y orientar programas terapéuticos destinados a disminuir su incidencia, dado que la disminución de la resistencia muscular de los extensores como lo son los músculos psoas y sacrolumbar, músculos flexores entre los que están recto abdominal y transverso del abdomen, y la musculatura lateral que la conforman los oblicuos mayor y menor del abdomen y flexor de cadera es la mejor forma de predecir si una persona es propensa a sufrir de desequilibrios musculares que desemboquen en dolor lumbar en el futuro<sup>22</sup>. De igual forma Biering-Sorensen<sup>23</sup> mostraron que la disminución de la resistencia de los extensores de tronco predecía quienes tendrían dolor lumbar en el futuro.

Por tanto, la evaluación de la estabilidad lumbar en jóvenes toma un lugar importante en la prevención de lesiones futuras, pues a partir de ésta, es factible elaborar un perfil de riesgo de los asistentes a formación secundaria con desequilibrios musculares y rangos muy bajos de resistencia muscular que los hacen más propensos a desarrollar inestabilidad intervertebral que puede

---

<sup>19</sup> BIERING-SORENSEN, F. Op cit., P. 106-107.

<sup>20</sup> TSE, M. Op cit., p. 552-557

<sup>21</sup> HODGES PW, RICHARDSON CA. A motor control evaluation of transversus abdominis, citado por Akuthota, v. En: Inefficient muscular stabilization of the lumbar spine in association with low back pain. Spine 1996, 21:2640-2650.

<sup>22</sup> MCGILL S. Ultimate Back Fitness and performance. Waterloo, ON: Wabuno Publishers; 2004.

<sup>23</sup> *ibíd.*, p. 106-107.

desencadenar en hernias discales y así tomar medidas preventivas que influyan en la salud osteo-muscular de los evaluados, y realizar intervenciones efectivas que preparen los jóvenes en la exhibición de movimientos maduros y sofisticados que incluyan la estrategia correcta de estabilidad, la cual sea fácilmente adaptada a una amplia variedad de tareas en la vida diaria<sup>24</sup>.

Bliss and Teeple<sup>25</sup> proponen que la mejor forma de prevenir lesiones en la región lumbo-pélvico y la correspondiente inestabilidad lumbar es a través de la evaluación periódica con test simples, sencillos que sean de fácil reproducción, fiables, de bajo costo y que tengan la posibilidad de aplicarse tanto en atletas como en personas desentrenadas. Por lo tanto, el presente trabajo descriptivo, pretendió evaluar la resistencia muscular del complejo lumbo pélvico de los adolescentes estudiantes entre 15 y 17 años del colegio Calasanz - Pereira; con el fin de tener una referencia sobre los factores de riesgo que pueden tener en la actualidad que conlleven a sufrir de inestabilidad y dolor lumbar en el futuro.

---

<sup>24</sup> HAYNES, W. Op cit., p. 88-103

<sup>25</sup> BLISS, L AND TEEPLE, P. Core Stability: The centerpiece of any training program. En: Current Sports Medicine Reports. 2005. VOL. 4: 179-183.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GENERAL**

Describir las características de la resistencia muscular antero-posterior y lateral del complejo lumbo-pélvico en adolescentes estudiantes entre 15 y 17 años asistentes a básica secundaria en el colegio Calasanz Pereira.

### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Determinar la resistencia de la musculatura antero-posterior y lateral del complejo lumbo pélvico de los alumnos de los grados décimo y once del colegio Calasanz en la ciudad de Pereira
- Determinar los cocientes de fuerza resistencia del tronco en los planos antero-posterior y lateral en los alumnos de décimo y onceavo grado del colegio Calasanz de Pereira
- Comparar los resultados de cada uno de los test de resistencia muscular entre hombres y mujeres alumnos de decimo y once del colegio Calasanz Pereira.
- Elaborar perfil de riesgo, de acuerdo a los resultados del estudio, conforme a los tiempos validados por McGill, Childs y Liebenson en 1999 para los test prone bridge, side bridge, test de flexores de tronco y test de extensores de tronco.

### 3. MARCO TEÓRICO

#### 3.1 COMPLEJO LUMBO PÉLVICO O CINTURON CORE

El complejo lumbo pélvico, eje principal de transmisión de fuerza corporal, ha sido definido y abordado desde diferentes disciplinas, tomando múltiples caracterizaciones y funciones. El presente apartado pretende un acercamiento integral a su definición, estructura y función desde la anatomía, la fisiología y evaluación clínica. Se pretende consolidar una concepción sistemática, actualizada, a la luz de la literatura más reciente sobre su estructura, funcionamiento y valoración.

El cinturón core es un término definido como centro anatómico y funcional del cuerpo<sup>26</sup>, o como puede ser encontrado en un diccionario común: “el centro o parte más importante de algo”<sup>27</sup>. El complejo lumbo pélvico comprende la musculatura abdominal, paraespinal, glútea, diafragma, piso pélvico y cadera, los cuales actúan sinérgicamente para estabilizar la columna lumbar durante las demandas funcionales del cuerpo<sup>28</sup>. La morfología core incluye en su parte superior la reja costal, la cual tiene influencia directa con la función del hombro, la movilidad y estabilidad del miembro superior; anatómicamente las costillas llegan al esternón a nivel anterior y a nivel posterior éstas se adhieren a la columna torácica en las articulaciones costo-vertebrales. En su parte inferior incluye la

---

<sup>26</sup> BLISS, L AND TEEPLE, P. Op cit., p. 179-183.

<sup>27</sup> FARIAS, M AND GREENWOOD, M. Core training: Stabilizing the confusión. En: Strenght and conditioning Journal. 2007. Vol. 29. No.2: 10-25.

<sup>28</sup> AKUTHOTA, V. Op cit., p. 39-44



pelvis, la cual afecta la función y estabilidad del miembro inferior; y el eje central del core comprende los músculos abdominales y lumbares<sup>29</sup>.

La musculatura core incluye 29 pares musculares que soportan el complejo lumbo-pélvico-cadera, para ayudar a estabilizar la columna, la pelvis, y las cadenas cinéticas durante los movimientos cotidianos<sup>30</sup>. Aunque la columna vertebral está constituida por 33 vértebras articuladas por los ligamentos, ésta es totalmente dependiente de la fuerza y flexibilidad de los músculos anteriores, laterales y posteriores del cuerpo<sup>31</sup> y, sin éstos, la columna puede llegar a ser muy inestable, incluso ceder a fuerzas de compresión menores al peso del propio cuerpo; es decir, la columna podría colapsar con 20 lb de carga<sup>32</sup>.

Actualmente, se afirma que todos los movimientos son generados a partir del core y son trasladados a las extremidades superiores e inferiores; como es el caso de los músculos locales, pequeños y de brazo de palanca corta, que se activan 30 milisegundos antes de mover un brazo y 100 milisegundos antes de mover una pierna, por lo tanto estabilizan y protegen la columna lumbar<sup>33</sup>. La incapacidad para transferir fuerzas desde el núcleo hacia las extremidades puede resultar en disminución de la eficiencia o lesión. Estudios anteriores como Core stability measures as risk factors for lower extremity injury in athletes<sup>34</sup>, the effect of neuromuscular training on the incidence of knee injury in female athletes (Hewett et al 1999)<sup>35</sup> y Avoidance of soccer injuries with preseason conditioning (Heidt 1999)<sup>36</sup>, entre otros han demostrado suficientemente el efecto negativo de una musculatura del núcleo débil sobre lesiones en las extremidades. Beckman y

---

<sup>29</sup> NORWOOD, J, et al. Electromyography activity of the trunk stabilizers during stable and unstable bench press. En: J Strength and Conditioning Research. 2007. Vol. 21. No. 2:343-347.

<sup>30</sup> AKUTHOTA, V; GREENWOOD, M. IBíd., p. 39-44; 10-25

<sup>31</sup> WILLARDSON, J. A periodized approach for core training. En: Health and fitness J. Vol 12. No. 1: 7-13

<sup>32</sup> GAMBLE, P. Op cit., p. 58-68

<sup>33</sup> TSE, M, et al. Op cit., p. 552-557.

<sup>34</sup> LEETUN, D, et al. Core stability measures as risk factors for lower extremity injury in athletes. En: Med Sci Sports and Exercise. 2004. Vol.36. No. 6: 926-934.

<sup>35</sup> HEWETT, T.E., T.N. LINDENFELD, J.V. RICCOBENE, AND F.R NOYES. The effect of neuromuscular training on the incidence of knee injury in female athletes. A prospective study. Am. J. Sports Med. 27:699y706,1999.

<sup>36</sup> HEIDT, R.S. JR, L.M. SWEETERMAN, AND R.L CARLONAS. Avoidance of soccer injuries preseason conditioning. Am. J. Sports Med. 27: 699y706, 1999.

Buchanan<sup>37</sup> compararon sujetos con inestabilidad crónica en el tobillo, con controles normales y notaron un retraso significativo en la activación del glúteo.

El proceso de uso de la fuerza generada en el complejo lumbo pélvico que se transfiere a las extremidades superiores e inferiores, ha sido llamado efecto sarape (ruana). Este efecto incorpora el concepto de convertir la energía almacenada en energía potencial<sup>38</sup>. Un ejemplo es un jugador de tenis con un “swing” preciso y potente. La mayor parte de la energía contenida en este gesto se genera en los músculos abdominales al activarse primero que los músculos del brazo; particularmente el transversal abdominal<sup>39</sup>. Consecuentemente, como el jugador de tenis lanza la bola hacia arriba para “servir”, el transversal abdominal se contrae primero, generando la potencia que eventualmente podría ser transferida al hombro, codo y muñeca, y finalmente a la bola con la que el jugador hace contacto.

Los diferentes elementos que conforman el complejo lumbo-pélvico como son toda la musculatura comprendida en el complejo core, más la columna, los ligamentos y los Mecanorreceptores hacen parte de un sistema encargado de estabilizar el cuerpo durante los movimientos cotidianos de la vida diaria y las cargas externas a las que se ve enfrentado nuestro cuerpo en el día a día. Este sistema es llamado sistema estabilizador, que a su vez está dividido en 3 subsistemas que están estrechamente interrelacionados y que han sido clasificados como sub-sistema pasivo, sub-sistema muscular activo y sub-sistema neurológico<sup>40</sup>; Panjabi<sup>41</sup> vio estos tres componentes como interdependientes, donde un sistema puede compensar un déficit en otro<sup>42</sup>. La inestabilidad puede ser un resultado de tejidos dañados, desbalances musculares, desgastes articulares, insuficiente resistencia

---

<sup>37</sup> BECKMAN SM AND BUCHANANT TS: Ankle inversión injury and hypermobility: Effect on hip and ankle muscle Electromyography onset latency. Arch phys Med Rehabil 1995, 76: 1138-1143.

<sup>38</sup> KONIN, JG; BEIL, N AND WERNER G: Facilitating the sarape effect to enhance extremity force production. Athlet Ther Today 2003, 8:54-56

<sup>39</sup> HODGES PW, RICHARDSON CA: Inefficient muscular stabilization of the lumbar spine in association with low back pain: a motor control evaluation of transversus abdominis. Spine 1996, 21: 2640-2650

<sup>40</sup> WILLARDSON, J. Core stability training for healthy athletes: A different paradigm for fitness professionals. En: Strength and conditioning J. 2007. Vol. 29. No. 6: 42-49.

<sup>41</sup> PANJABI, M. The stabilizing system of the spine: Part 1. Function, dysfunction, adaptation, and enhancement. J Spinal Disord 1992; 5: 89-383; discussion, 397.

o fuerza muscular, pobre control muscular o laxitud en los ligamentos, por lo tanto la inestabilidad muscular es usualmente una combinación de los 3 subsistemas<sup>43</sup>.

**3.1.1 Sistema estabilizador:** Panjabi<sup>44</sup> describió un modelo para la estabilidad espinal que consiste en tres componentes. El primer componente está formado por las estructuras de los huesos y los ligamentos, que contribuyen a la estabilidad de la espina al mantener la postura en posiciones pasivas (sub-sistema pasivo), el segundo componente de la estabilidad espinal son los músculos que rodean la columna lumbar, los músculos proporcionan el soporte y el stiffness o rigidez muscular a nivel intervertebral para mantener la estabilidad aún ante la influencia de una carga determinada (sub-sistema activo), y el tercer componente es el sistema de control neurológico que coordina la actividad muscular para responder tanto a las cargas esperadas como a las inesperadas. Cuando existe dolor lumbar, la razón generalmente es porque existe un déficit en uno de los sub-sistemas estabilizadores, y éste déficit provoca estrés sobre los otros. La estabilidad lumbo-pélvica se logra con la contribución conjunta de estos 3 sub-sistemas, ya que ésta es la base para el movimiento de los miembros superiores e inferiores, para soportar las cargas impuestas, proteger la médula espinal y raíces nerviosas. Para una mayor comprensión de la función dentro de la estabilidad y sus características fundamentales, a continuación se describen estos subsistemas con mayor profundidad.

**3.1.1.1 Subsistema pasivo:** El sub-sistema pasivo se refiere a los ligamentos espinales que unen las vértebras; estos solo pueden soportar cargas externas limitadas en la columna lumbar, ante una columna despojada de músculos los ligamentos podrían fallar bajo una pequeña carga externa de 2 Kg o 20 N<sup>45</sup>. Solo al caminar, con cada paso se soporta una fuerza de compresión superior a 140 N a cada lado de la columna. Cargando un objeto con un peso de 80 libras en frente del cuerpo, mientras este se encuentra en una postura neutral, se puede producir una fuerza de compresión de 2.000 N sobre la columna lumbar. Durante el ejercicio las cargas tienden hacer mayores, en la sentadilla la

---

43 BARR, K; GRIGGS, M AND CADBY, T. Lumbar stabilization: Core concepts and current literatura, part 1. Am J Phys Med Rehabil 2005; 84: 473-480.

44 Ibíd.,p. 89-383.

45 MCGILL, S. Low back exercises: Evidence for improving exercise regimens Waterloo, Ontario. Physycal therapy. 1998.

compresión puede estar entre 3.230 a 3.410 N<sup>46</sup>. Teniendo en cuenta que como característica esencial de este subsistema es que no puede ser entrenado por medio del ejercicio, se hace necesaria la ayuda del sub-sistema muscular activo para soportar las cargas impuestas<sup>47</sup>.

**3.1.1.2 Subsistema activo:** El sub-sistema muscular activo, provee la fuerza para mantener o mover algún segmento corporal, y éste a su vez se clasifica en músculos globales y locales basados en su ubicación, función y unas características morfológicas especiales que se describirán a continuación.

- **Músculos locales:** Son pequeños y profundos, se originan o insertan directamente en las vértebras lumbares; esta posición anatómica les permite aumentar la presión intra-abdominal, al proveer rigidez a la columna lumbar a nivel Segmental donde controlan el movimiento intersegmental<sup>48</sup>, las fibras de estos músculos son de contracción lenta<sup>49</sup>; por ser tan pequeños, los músculos profundos limitan la cantidad de fuerza que pueden ejercer, aunque, su función más importante es proveer soporte local y acciones correctivas para las demandas corporales. Están ubicados para mantener la integridad de la columna lumbar en oposición a las fuerzas internas generadas por los movimientos con o sin cargas externas; por ésta razón, son llamados “músculos posturales” o sistema estabilizador local<sup>50</sup>. Los músculos locales incluyen: transverso abdominal y multifidos; el músculo transverso abdominal es el músculo abdominal más profundo, se origina en la cresta iliaca, ligamento inguinal, y procesos espinosos torácicos y lumbares; se inserta en la línea alba, cuando éste se contrae es capaz de aumentar la tensión de la fascia tóraco-lumbar y aumentar la presión intra-abdominal, lo cual aumenta la rigidez muscular y así se pueden soportar las cargas que actúan sobre la columna lumbar. Se ha encontrado que éste músculo se activa aproximadamente 30 milisegundos

---

<sup>46</sup> MCGILL, S; CHILDS, A AND LIEBENSON, C. Endurance times for low back stabilization exercises: Clinical targets for testing and training from a normal database. Archives of physical medicine and rehabilitation, 1999;80: 941-944

<sup>47</sup> WILLARDSON, J. Op cit., p. 42-49.

<sup>48</sup> WILLARDSON, J. Core stability training: applications to sports conditioning programs. En: J of Strength and conditioning research. 2007. Vol. 21. No. 3: 979-985

<sup>49</sup> AKUTHOTA, V; et al. Op cit., p. 39-44.

<sup>50</sup> GAMBLE, P. Op cit., p. 58-68.

antes de mover un brazo y 100 milisegundos antes de mover una pierna; es decir, es un estabilizador y protector de la columna lumbar<sup>51</sup>. Los multifidos se ubican en los procesos espinosos que van desde el sacro hasta la columna cervical, éste músculo provee gran estabilidad intersegmental y no interviene en movimientos gruesos, Según Akuthota<sup>52</sup> los multifidos se han encontrado atrofiados en personas con dolor lumbar crónico; por esto su estimulación a través de ejercicios con secuencias de posturas estáticas por periodos cortos de tiempo se ha visto ligada a un mejoramiento del dolor, la función neuromuscular y el control postural<sup>53</sup>. Además de éstos, también se consideran como músculos locales al oblicuo interno abdominal, a las fibras mediales del oblicuo externo abdominal, al cuadrado lumbar, al diafragma y a los músculos del piso pélvico<sup>54</sup>. El diafragma cumple la función de techo del complejo lumbo pélvico y el piso pélvico como su nombre lo indica cumple la función de piso. La contracción del diafragma incrementa la presión intra-abdominal, así reforzando la estabilidad espinal. La musculatura del piso pélvico es co-activada con la contracción del transverso abdominal<sup>55</sup>. O'Sullivan et al<sup>56</sup> indicaron que las personas con dolor sacroiliaco padecen de incapacidad para el reclutamiento del diafragma y los músculos del piso pélvico. Así las técnicas de respiración diafragmáticas y la activación de los músculos del piso pélvico, pueden ser una parte importante de un programa de fortalecimiento y mejora de la resistencia del complejo lumbo pélvico.

- **Músculos globales** son músculos largos, superficiales, con grandes brazos de palanca y son los encargados de producir movimiento, las fibras de estos músculos son de contracción rápida<sup>57</sup>, por lo tanto su énfasis radica en generar velocidad, potencia y arcos de movimiento amplios y que abarquen diversos planos de movimiento. Dentro de éste grupo se incluyen el recto abdominal, las fibras laterales del oblicuo externo abdominal y el

---

<sup>51</sup> TSE, M, et al. Op cit., p. 552-557.

<sup>52</sup> AKUTHOTA, V; et al. Ibíd., p. 39-44

<sup>53</sup> GAMBLE, P. Ibíd., p. 58-68

<sup>54</sup> FARIES, M AND GREENWOOD, M. Core training: Stabilizing the confusión. En: Strength and Conditioning Journal. 2007. Vol. 29. No. 2: 10-25.

<sup>55</sup> SAPSFORD, R. Explanation of medical terminology (letter). Neurorol. Urodyn. 19: 633, 2000.

<sup>56</sup> O'SULLIVAN, P.B, et al. Altered motor control strategies in subjects with sacroiliac joint pain during the active straightleg-raise test. Spine. 27:E1yE8, 2002.

<sup>57</sup> AKUTHOTA, V; et al. Ibíd., p. 39-44.

erector de la columna vertebral<sup>58</sup>, además el dorsal ancho que se une directamente a la faja pélvica y a la caja torácica. Estos músculos tienen la capacidad de producir niveles altos de fuerza y son importantes para mantener la estabilidad del complejo lumbo-pélvico cuando se levantan objetos pesados del piso<sup>59</sup>. Otros músculos globales poco reconocidos que se originan en la pelvis o en las vértebras lumbares y se insertan en la porción proximal del fémur, tibia, o fíbula son los flexores de cadera (recto femoral, sartorio, iliaco y psoas mayor y menor), los extensores de cadera (glúteo máximo, semimembranoso, semitendinoso, y cabeza larga del bíceps femoral), aductores de cadera (aductor magno, aductor corto, aductor largo, gracilis y pectíneo) y abductores de cadera (tensor de la fascia lata, glúteo medio y glúteo menor<sup>60</sup>). Los músculos de la cadera actúan sobre la pelvis o la columna lumbar durante los ejercicios de cadena cinética abierta cuando los pies no están plantados sobre el piso, de la misma forma lo hacen actuando sobre la pelvis inclinada durante los ejercicios de cadena cinética cerrada, cuando los pies están plantados en el piso, pues la columna está ligada a la pelvis en la articulación sacroiliaca, la inclinación de la pelvis resulta en movimientos simultáneos de la columna lumbar. Por lo tanto, las acciones de estos músculos pueden afectar el posicionamiento pélvico y la estabilidad de todo el complejo<sup>61</sup>.

**3.1.1.3 Subsistema neurológico:** Este es el primer subsistema en ser activado, activa los músculos correctos en el momento justo para proteger la columna de lesiones y también permitir el movimiento deseado. Debe actuar permanentemente para brindar la estabilidad necesaria sin inhibir los movimientos articulares deseados, ya que ésta puede cambiar momentáneamente, por los cambios en la postura o fuerzas externas aceptadas por el cuerpo<sup>62</sup>. el subsistema neurológico controla la tensión de la musculatura core, basado en una

---

58 FARIES, M AND GREENWOOD, M. *Ibíd.*, p. 10-25.

59 WILLARDSON, J. *Op cit.*, p. 979-985.

<sup>60</sup> MCGILL, S, et al. Coordination of muscle activity to assure stability of the lumbar spine. *Journal of Electromyography and Kinesiology* 13:353Y359, 2003; PANJABI. *Op cit.*, p. 89-383; PANJABI, M. The stabilizing system of the spine: Part 1. Function, dysfunction, adaptation, and enhancement. *J Spinal Disord* 1992; 5:383-89; discussion, 397.

<sup>61</sup> WILLARDSON, J. *Ibíd.*, p. 979-985.

<sup>62</sup> WILLARDSON, J. *Ibíd.*, p. 979-985.

retroalimentación sensorial recibida de los propioceptores como los husos neuromusculares y los órganos tendinosos de Golgi<sup>63</sup>.

- **Huso neuromuscular.** El huso neuromuscular se encuentra dentro del músculo y tiene la capacidad de detectar los cambios en la longitud y rapidez de contracción de las fibras musculares<sup>64</sup>. Tienen forma elongada y están dispersos entre las fibras musculares en grandes cantidades. En él se distinguen dos tipos de fibras: fibras intrafusales en saco y fibras intrafusales en cadena. Las primeras constituyen el receptor que da origen al tono muscular y en ambas se pueden distinguir diferentes tipos de fibras nerviosas:
  - Fibras Ia o terminaciones primarias que inervan a todas las fibras intrafusales.
  - Fibras II o terminaciones primarias que inervan de forma exclusiva las fibras intrafusales en cadena.

Ambos tipos de fibras detectan los cambios de longitud del huso neuromuscular y por tanto del músculo y envían información a la medula espinal donde se establece información con las motoneuronas Alfa que a su vez excitan de nuevo al músculo por su conexión con las fibras extrafusales contráctiles produciendo su acortamiento<sup>65</sup>.

Las terminaciones nerviosas tipo Ia o primarias envían información dinámica y las terminaciones tipo II o secundarias envían información sobre la posición estática, así, los estiramiento extremadamente rápidos producen activación de las fibras nerviosas primarias y lo contrario sucede para las secundarias<sup>66</sup>.

El huso neuromuscular, además, recibe información de las llamadas Motoneuronas Gama. Éstas inervan la parte estriada de las fibras intrafusales localizadas en los extremos del mismo produciendo el estiramiento de la zona central, esto provoca el envío de mensajes por parte de las terminaciones primarias y secundarias terminando en la contracción del músculo. La estimulación

---

<sup>63</sup> MCGILL, S. *Ibíd.*, p. 89-383

<sup>64</sup> LEPHART, S, et al. The role of proprioception in the management and rehabilitation of athletic injuries. En: *Am J of Sports Medicine*. 1997. Vol. 1:130-137.

<sup>65</sup> LATASH, M. Neurophysiological basis of movement. Citado por: Gómez A. Entrenamiento neuromuscular para la prevención de lesiones de rodilla en mujeres. Pereira. Editorial Kinesis. 141.

<sup>66</sup> GÓMEZ, A. Entrenamiento neuromuscular para la prevención de lesiones de rodilla en mujeres. Pereira. Editorial Kinesis. 2007, pág 141

de las motoneuronas Gama se ejerce desde centros nerviosos superiores a través de programas motores pre-fijados y codificados por la información constante procedente de los mecanorreceptores periféricos, el sistema vestibular y visual. Este mecanismo permite que el músculo se encuentre constantemente a tono, Este sistema de fijación del tono muscular se define “coactivación Alfa- gama”; así constantemente el sistema nervioso central compensa una carga impuesta con cualquier discrepancia con los programas pre-fijados por medio de la comparación constante de longitud muscular actual, rapidez de contracción con la longitud, y rapidez deseada para una acción particular<sup>67</sup>.

- **Órgano tendinoso de Golgi.** Es el mecanismo protector de los cambios en la tensión del músculo y tendón; éste se localiza en los tendones de los músculos y es reclutado cuando la contracción muscular influencia el tendón<sup>68</sup>, así los órganos tendinosos de Golgi parecen ser sensores de fuerza<sup>69</sup>. El aumento en la actividad aferente del órgano tendinoso de Golgi produce una respuesta de emergencia a la médula espinal anunciando la presencia de fuerzas extremas que pueden dañar el complejo músculo tendón, en respuesta a ésta información la médula envía mensajes inhibitorios a las neuronas motoras que inervan los músculos que están siendo estirados, mientras excita los nervios motores de los músculos antagonistas<sup>70</sup>.

---

<sup>67</sup> GÓMEZ, A. *Ibíd.*, p. 141.

<sup>68</sup> LEPHART, S; PINCIVERO, D; et al. *Ibíd.*, p. 130-137.

<sup>69</sup> GÓMEZ, A. *Ibíd.*, p. 141

<sup>70</sup> LEPHART, S; PINCIVERO, D; et al. *Ibíd.*, p. 130-137.



A continuación se presenta una tabla que sintetiza el sistema estabilizador para su fácil entendimiento.

Cuadro 1. Sistema estabilizador del cinturón core.

SISTEMA ESTABILIZADOR					
PASIVO	ACTIVO				NEUROLÓGICO
	Músculos locales	Características	Músculos globales	Características	
Ligamentos que unen las vértebras	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Transverso abdominal</li> <li>• Multifidus</li> <li>• Oblicuo interno</li> <li>• Fibras mediales del oblicuo externo</li> <li>• Cuadrado lumbar</li> <li>• Diafragma</li> <li>• Músculos del piso pélvico</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Profundos</li> <li>• Fibras de contracción lenta</li> <li>• Se activa en ejercicios de resistencia</li> <li>• Débiles</li> <li>• Pobre reclutamiento, pueden ser inhibidos.</li> <li>• Se activan con poca intensidad (30 - 40%).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recto abdominal</li> <li>• Fibras laterales del oblicuo externo</li> <li>• Psoas Mayor</li> <li>• Erector de la columna</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Superficiales.</li> <li>• Fibras de contracción rápida</li> <li>• Se activa en ejercicios de fuerza</li> <li>• Gran reclutamiento</li> <li>• Se activan en altos niveles de resistencia (más de 40%)</li> </ul>	Mecanorreceptores (Huso neuromuscular y Órgano Tendinoso de Golgi)

Tomado de Faries, M; Greenwood, M. 2007<sup>71</sup>

<sup>71</sup> FARIES, M AND GREENWOOD, M. Op cit., p. 10-25.

### 3.2 ESTABILIDAD LUMBAR

La palabra estabilidad describe la habilidad del cuerpo para controlar todo el rango de movimiento de una articulación con el fin de que no haya deformidad, déficit neurológico o incapacidad por dolor<sup>72</sup>. La estabilidad lumbar es un proceso dinámico que incluye tanto posiciones estáticas como movimientos controlados. Esta teoría describe que la biomecánica de la columna es similar a la biomecánica de otros sistemas en que la longevidad de los componentes y la eficiencia del sistema dependen de la función precisa de cada segmento. Esto incluye una alineación sostenida y patrones de movimiento que reducen la tensión del tejido, evitando traumas a las articulaciones o tejidos suaves y permitiendo una acción muscular más eficiente<sup>73</sup>.

Una región lumbo-pélvica estable y fuerte facilita la transferencia de fuerzas desde el suelo para producir un movimiento o generar fuerza en una de las extremidades con mayor eficiencia. La columna lumbar, es el sitio a través del cual varias fuerzas de compresión son transmitidas entre el miembro inferior y el miembro superior; La columna se mueve en los 3 planos de movimiento, y ésta capacidad requiere que existan estabilizadores dinámicos y estáticos que den la estabilidad frente a los cambios de postura, dirección de movimiento, y la magnitud de la carga<sup>74</sup>.

La estabilidad lumbo-pélvica se logra con la contribución conjunta del sub-sistema pasivo, activo y neurológico, éstos 3 sub-sistemas son igualmente importantes, ya que a partir de estos se soportan las cargas externas, se protege las medula espinal, las raíces nerviosas y se genera la fuerza necesaria que debe ser transmitida a las extremidades superiores e inferiores del cuerpo, tanto en los movimientos deportivos y de máximo esfuerzo, como en los impuestos por la vida cotidiana. El déficit en uno de los sub-sistemas estabilizadores provoca estrés sobre los otros; un claro ejemplo de esto es que la debilidad en uno o más de los músculos del complejo lumbo pélvico, provocará mayor estrés sobre los ligamentos espinales generando dolor lumbar; por ende el cuidado y

---

<sup>72</sup> MCGILL, S, et al. Op cit., p. 353-359.

<sup>73</sup> SAHRMANN, S. Movement impairment síndromes of the lumbar spine, in: Diagnosis and treatment of movement impairment síndromes. St. Louis, Mosby, 2002, pp 51-119.

<sup>74</sup> GAMBLE, P. Op cit., p. 58-68.

fortalecimiento del subsistema activo, es imperativo como primera medida para alcanzar la estabilidad lumbar.

El sistema muscular es muy importante en la estabilidad<sup>75</sup>. En términos clínicos, un músculo con una fuerza inapropiada o un tejido pasivo dañado que ha perdido rigidez muscular puede causar inestabilidad; así, la inestabilidad puede ser la causa y el resultado de una lesión<sup>76</sup>. La contribución de los grupos musculares a la estabilidad lumbo-pélvica es dinámica y varía de acuerdo al movimiento y demandas funcionales de una actividad dada; sin embargo, la debilidad o desequilibrio en algún punto del sistema muscular integrado para el soporte, puede llevar al daño estructural de algún tejido causando dolor o lesión. Generalmente, se habla de músculos core como musculatura lumbar y abdominal, pero la estabilidad core comprende la integración de un sistema muscular complejo que incluye: músculos profundos estabilizadores de la columna lumbar, músculos abdominales, músculos posteriores de la espalda media y baja y músculos de la cadera; sin embargo, es incorrecto pensar que 1 o 2 músculos podrían ser más importantes para la estabilidad lumbo-pélvica; ya que todos actúan en conjunto para realizar dicha acción<sup>77</sup>.

Los músculos del complejo lumbo pélvico dependen de la fuerza, resistencia, flexibilidad y sobre todo de la rigidez muscular o sistema de tono muscular (stiffness). Este es otro componente importante dentro de la estabilidad, este concepto es utilizado para denominar la primera línea de protección articular; está relacionada con el sistema de tono muscular constante inconsciente que es regulada permanentemente por el sistema alfa-gama motoneuronas cuando actúa unido a la medula espinal desarrollando cambios constantes en la rigidez muscular según sea dictado por las condiciones externas. El *stiffnes muscular* (“Palabra inglesa referente al comportamiento muscular en situaciones de tono activación, con cierta rigidez, que aumentaría el rendimiento elástico y reactivo”) definido como el cambio en fuerza sobre el cambio en longitud del músculo. Éste puede actuar independientemente del nivel espinal de dos maneras<sup>78</sup>:

---

<sup>75</sup> WILLARDSON, J. Op cit., p. 979-985.

<sup>76</sup> MCGILL, S. Low back disorders: Evidence based prevention and rehabilitation. En: Human Kinetics. 2002. Pág: 295.

<sup>77</sup> GAMBLE, P. Ibíd., p. 58-68.

<sup>78</sup> MASSION, J. Cerebro y motricidad, citado por Gómez, a. Entrenamiento neuromuscular para la prevención de lesión de rodilla en las mujeres. Pereira: Editorial Kinesis. Pág 141.

- “Con una rigidez pasiva, caracterizada por la propiedades elásticas del músculo ante la ausencia de contracción, la cual está formada por dos elementos en serie: la parte muscular y la parte tendinosa”<sup>79</sup>.
- “Con una rigidez activa que se evidencia cuando el músculo es sometido a estiramientos crecientes y responde con niveles de contracción para cada longitud crítica desarrollando tensión. Este fenómeno sucede aún si el músculo es desconectado de sus conexiones con la medula y, por lo tanto, está libre de la acción de reflejos propioceptivos”<sup>80</sup>.

“Estas propiedades le permiten al sistema músculo-tendinoso actuar de manera independiente sin estar conectado al eje central de control, es decir, al sistema nervioso central”<sup>81</sup>.

Así, el sistema de tono muscular denominado stiffnes muscular, proporciona algo de estabilidad contra las cargas impuestas antes que el SNC actúe. “Esta primera línea de defensa es instantánea, no necesita tiempo para actuar y se convierte en el primer soporte para la estabilidad articular y la posible protección contra la generación de una lesión por sobrecarga articular”<sup>82</sup>.

Una menor rigidez muscular deja la articulación en un estado inestable, y mucho tono muscular impone restricciones excesivas y puede limitar el movimiento. Por lo tanto un músculo con una adecuada rigidez muscular, fuerza, resistencia, y flexibilidad son necesarios para el control postural de la región lumbo pélvica<sup>83</sup>.

---

<sup>79</sup> GÓMEZ, A. Op cit., p. 141.

<sup>80</sup> GÓMEZ, A. Ibíd., p. 141

<sup>81</sup> GÓMEZ, A. Ibíd., p. 141

<sup>82</sup> GÓMEZ, A. Ibíd., p. 141.

<sup>83</sup> SAAL, JA. Dynamic muscular stabilization in the nonoperative treatment of lumbar pain síndromes. Citado por: BLISS AND TEEPLE. En: Core stability: The centerpiece of any training program, Spokane, WA: Current Sports Medicine Reports 2005. Pág 180.

### **3.3 INESTABILIDAD LUMBAR COMO FACTOR DE RIESGO PARA DESARROLLAR DOLOR LUMBAR**

La inestabilidad lumbar se ha definido como la pérdida de la habilidad de la columna para mantener los patrones de desplazamiento bajo las cargas fisiológicas normales<sup>84</sup>. Ante la complejidad del sistema estabilizador, sus componentes y la interrelación que hay entre sus subsistemas, no se puede generalizar sobre una causa que degenera en inestabilidad lumbar, lesión y el consecuente dolor de la articulación. Por el contrario, la inestabilidad se debe observar desde la globalidad de sus características y sus variables. Deficiencias en el subsistema activo como la carencia o disminución tanto de la resistencia muscular, como de la rigidez o tono muscular acompañado de desequilibrios musculares entre agonistas y antagonistas, y una descoordinación en la activación de músculos globales y locales, pueden afectar los componentes de los otros subsistemas específicamente en los ligamentos intervertebrales del subsistema pasivo. Generando laxitud articular y pérdida de la integridad mecánica, este patrón aumenta el riesgo de llevar a la articulación a tener un comportamiento inestable, y como resultado se aumenta el factor de riesgo de sufrir lesión y el consecuente dolor lumbar<sup>85</sup>. Por ende McGill<sup>86</sup> ha asociado una pobre condición física y La falta de resistencia en los extensores del tronco como el origen de desordenes lumbares por encima de la pérdida de fuerza muscular en el complejo lumbo pélvico, lo cual será ampliado a continuación.

---

<sup>84</sup> PANJABI, M. Op cit., p. 371-379.

<sup>85</sup> MCGILL, S. Op cit., p. 295.

<sup>86</sup> MCGILL, S. Ultimate Back Fitness and performance. Waterloo, ON: Wabuno Publishers; 2004.

### 3.4 RELACIÓN ENTRE ESTABILIDAD LUMBAR Y RESISTENCIA MUSCULAR CORE

La resistencia muscular puede ser definida como la habilidad para producir acciones musculares sub-máximas durante periodos extensos. El desarrollo de esta característica es beneficioso para todo tipo de individuo, y debe ser la primera meta en un programa que propenda por el mejoramiento de la estabilidad lumbar<sup>87</sup>. La resistencia muscular al igual que la velocidad de reclutamiento de las fibras musculares y la fuerza, es una de las variables por las cuales es modulada la estabilidad lumbar<sup>88</sup>. Según Bliss y Teeple<sup>89</sup> la importancia de la resistencia muscular del complejo lumbo pélvico se encuentra en que mientras que con la fuerza muscular se logra una postura, solo a través de la resistencia muscular dicha postura se podrá mantener, por lo tanto la resistencia muscular tiene mayor relevancia que la fuerza muscular absoluta para la estabilización lumbar propia. McGill<sup>90</sup> recomendó que el desarrollo de la resistencia muscular del complejo lumbo pélvico tenga prioridad sobre el desarrollo de la fuerza si el enfoque va dirigido en prevenir y rehabilitar lesiones de la zona lumbar. McGill<sup>91</sup> posteriormente desarrolló la hipótesis que solamente un pequeño porcentaje de fuerza muscular máxima es usada para estabilizar la columna durante las actividades diarias, opuesto a la resistencia muscular la cual es necesaria en todas las tareas de la vida cotidiana.

Se ha encontrado que a partir de la disminución en la resistencia de los extensores del tronco se puede diagnosticar un mayor riesgo de sufrir dolor lumbar en el futuro<sup>92</sup>. La disminución de la resistencia muscular de los músculos antagonistas sobre los agonistas, es un efecto negativo de descompensación intermuscular que conlleva a desequilibrios musculares. Los desequilibrios en la resistencia muscular son un factor importante que causa inestabilidad lumbar, ya que pueden ocurrir cuando los músculos agonistas se convierten en dominantes y

---

<sup>87</sup> WILLARDSON, J. Op cit., p. 7-13.

<sup>88</sup> MCGILL, S. *Ultimate Back Fitness and Performance*. 2nd ed. Waterloo, Ontario, Canada: Backfitpro Inc; 2006.

<sup>89</sup> BLISS, L AND TEEPLE, P. Op cit., p. 179-183.

<sup>90</sup> MCGILL, S. *Ibíd.*, p. 295.

<sup>91</sup> MCGILL, S. *Ibíd.*, p. 295.

<sup>92</sup> SJOLIE, A AND LJUNGGREN A. The Significance of high lumbar mobility and low lumbar strength for current and future low back pain in adolescents. *Spine* 2001; 26:2629-36

cortos, mientras que los antagonistas pueden debilitarse e inhibirse. Un ejemplo de un patrón de desequilibrio muscular incluye la opresión y sobre actividad del primer flexor de cadera (iliopsoas), causando inhibición recíproca del primer extensor de cadera (glúteo máximo). Este desequilibrio muscular es seguido por un aumento en la extensión lumbar, con excesiva fuerza de los elementos posteriores de la espina, aumentado por la tendencia que tienen los músculos posturales a oprimirse debido a la constante actividad y lucha contra las fuerza de gravedad<sup>93</sup>.

McGill<sup>94</sup> sugirió que la resistencia tiene mayor valor profiláctico que la fuerza cuando se encuentran comprometidas lesiones de espalda. La carencia de resistencia muscular aparece envuelta en lesiones de espalda que requieren esfuerzos submáximos. Un ejemplo evidente son las lesiones que se producen por movimientos inadecuados de la espalda como levantar un objeto del piso, donde la espalda es flexionada en lugar de las rodillas, y al momento de recuperar la posición neutral ante la falta de niveles adecuados de resistencia los extensores del tronco no pueden cumplir dicha tarea, por lo cual se genera la lesión. Es así como la evaluación y el entrenamiento preventivo constante deben ser dirigidos al aumento de la resistencia muscular, previniendo así la fatiga y evitar fallas en la coordinación muscular, la cual se refiere a la activación conjunta y armónica de la musculatura abdominal y lumbar para proteger la columna vertebral<sup>95</sup>.

### **3.5 ESTABILIDAD LUMBAR EN ADOLESCENTES**

En las últimas décadas se ha venido presentando un incremento significativo en la aparición de dolor de espalda en adolescentes, tanto en deportistas como no deportistas en edades cada vez más tempranas y la alta prevalencia de esta dolencia en dicha población. Según Kujala et al y Olsen et al el dolor de espalda ocurre a partir de los 12 años, por encima de los 11 años el 58.1% de las mujeres y el 43.2% de los hombres experimentarán dolor de espalda en alguna oportunidad en sus vidas. Kujala<sup>96</sup> Después de revisar 100 atletas y 38 no atletas encontró que la prevalencia del dolor de espalda estaba correlacionada con

---

<sup>93</sup> AKUTHOTA, V: et al. Op cit., p. 39-44.

<sup>94</sup> MCGILL. Op cit., p. 754-765.

<sup>95</sup> BRADL, I; et al. Back muscle activation pattern and spectrum in defined load situations. En: Pathophysiology. 2005. No. 12. Pág: 275-280

<sup>96</sup> KUJALA, UM, et al. Op cit., p. 627-632.

debilidad en los flexores de cadera. Olsen et al<sup>97</sup> evaluó 1.242 individuos de los cuales la tercera parte tenían restricciones para la práctica de diferentes actividades debido al dolor de espalda y un 7.3% había buscado atención médica por esta misma causa. Salminen et al<sup>98</sup> encontraron en un estudio a 1.503 jóvenes de 14 años de edad, estudiantes de básica secundaria, que el dolor de espalda fue la tercera causa más común de dolor que interfiere con las labores escolares y los deportes. En dicho estudio, el 65% de los evaluados estuvieron mejor en un mes, pero el 35% reportó incapacidad médica por dolor de espalda crónico, con episodios recurrentes o continuos de dolor. Como muestran los anteriores estudios tanto adolescentes sedentarios como deportistas tienen riesgo de padecer en algún momento de su vida un episodio de dolor de espalda. El nivel de sedentarismo en su tiempo de ocio sumado a la cantidad de horas que permanece sentado en el salón de clase es proporcional al riesgo de sufrir de dolor de espalda. Pero también los jóvenes deportistas podrían padecer de esta complicación, según Geraci et al<sup>99</sup> quienes tienen mayor riesgo de desarrollar síntomas de dolor de espalda incluye a jóvenes que participan en deportes tan diferentes como fútbol, golf, atletismo, tenis, voleibol, baloncesto, natación entre otros. Por lo tanto se hace necesario implementar en las clases de educación física de los colegios de básica secundaria la evaluación anual de la estabilidad lumbar a partir del grado séptimo, seguido de un programa de desarrollo de la resistencia muscular a nivel del complejo lumbo-pélvico y del aumento de la estabilidad, ya que en general, el entrenamiento de estabilidad prepara a los niños y a los adolescentes para demostrar movimientos maduros y sofisticados que incluyan estrategias de estabilidad que puedan ser fácilmente adaptadas a una amplia variedad de movimientos<sup>100</sup>. El entrenamiento de estabilidad aumenta la recepción sensorial de los receptores periféricos, por esto, este tipo de entrenamiento mejora el esquema motor; ya que, se aumenta el control de los grados de libertad neurológica, energética, biomecánica y cognitiva disponible para realizar movimientos funcionales y eficaces. Además se obtiene un diseño y una reparación neurológica de los patrones de control motor más eficientes; durante una tarea de aprendizaje motor específico se dan unos factores cognitivos que influyen en la producción de más habilidad como resultado de un entrenamiento motor, y como beneficio más importante, se produce un alto nivel

---

<sup>97</sup> OLSEN, TL, et al. Op cit., p. 606-608

<sup>98</sup> SALMINEN J. et al. Op cit., p. 1035-1039.

<sup>99</sup> GERACI, M; et al. Buffalo Spine and Sports Institute, PC Low Back Pain in Adolescent Athletes: Diagnosis, Rehabilitation, and Prevention 2005 Human Kinetics. ATT 10(5), pág: 6-16.

<sup>100</sup> HAYNES, W. Op cit., p. 88-103.



de co-contracción muscular agonista y antagonista, lo cual permite la realización de movimientos más coordinados y con menos probabilidad de desarrollar desequilibrios musculares que puedan presentarse como factor de riesgo de lesiones a futuro<sup>101</sup>.

### **3.6 IDENTIFICACIÓN DE LA INESTABILIDAD LUMBAR A TRAVÉS DE TEST DE RESISTENCIA MUSCULAR CORE**

Considerando que la resistencia muscular es una variable importante de la estabilidad lumbar y que su reducción va en detrimento de la coordinación neuromuscular necesaria para el desarrollo de las diferentes actividades cotidianas. Se hace necesaria su evaluación a través de test que sean simples, con un alto nivel de fiabilidad y de bajo costo. Actualmente, se practican 4 test simples que proveen información esencial de una persona sobre la resistencia de la musculatura lumbo pélvica. Los test bridges y los test de flexores y extensores del tronco son considerados funcionales por que evalúan directamente la resistencia, además de la activación de este complejo muscular.

**3.6.1 El Prone Bridge:** se realiza soportando el peso del cuerpo por medio de los codos y las puntas de los pies como se muestra en la figura 1. Este test valora los músculos anteriores y posteriores del cinturón core. La persona debe mantener la pelvis en posición neutra y el cuerpo derecho; se presenta falta de resistencia cuando el paciente pierde la posición de la pelvis y cae en una posición de lordosis lumbar con rotación anterior de la pelvis. Si la persona, presenta una falta pronunciada de resistencia se pueden utilizar las rodillas en lugar de los tobillos para iniciar el tratamiento ya que con esto se reduce el brazo de palanca y se reduce el peso corporal a soportar. Cuando el paciente se encuentra avanzado en su tratamiento se puede progresar con los codos ubicados más hacia el cráneo o con un peso adicional en la espalda, según la evidencia dice que un buen test, se realiza cuando el paciente mantiene la posición por 60 segundos<sup>102</sup>.

---

<sup>101</sup> HAYNES, W. *Ibíd.*, p. 88-103.

<sup>102</sup> BLISS, L AND TEEPLE, P. *Op cit.*, p. 179-183.

**Figura 1 Prone bridge test.**



Tomado de Faries, M; Greenwood, M.<sup>103</sup>.

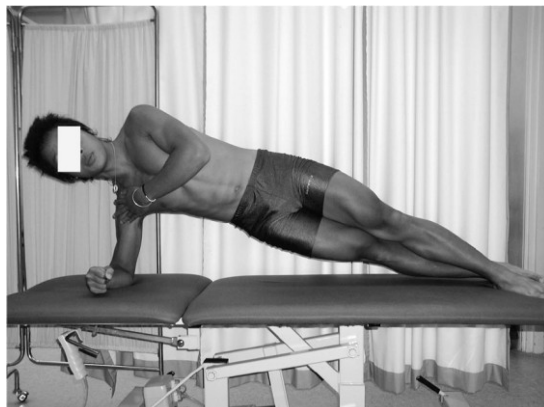
**3.6.2 El side Bridge:** evalúa la musculatura lateral del cinturón core; falla el test cuando el paciente pierde la postura recta del cuerpo y las caderas caen a la superficie de apoyo (fig. 2); cuando el paciente ha adquirido mayor habilidad se puede progresar abduciendo un brazo y realizar la rotación del cuerpo sin perder la posición; McGill Et al<sup>104</sup>, afirma que el right side bridge se debe sostener durante 72 segundos en el caso de las mujeres y 94 segundos en el caso de los hombres, y el left side bridge durante 77 segundos para las mujeres y 97 segundos para los hombres.

---

<sup>103</sup> FARIES, M AND GREENWOOD, M. Op cit., p. 10-25.

<sup>104</sup> MCGILL, S; CHILDS, A AND LIEBENSON, C. Op cit., p. 941-944.

**Figura 2 Side Bridge test.**



Tomado de Tse, M; et al.<sup>105</sup>.

**3.6.3 Test de flexores del tronco:** para éste test el paciente debe mantener la posición en flexión de tronco el mayor tiempo posible, los grados de flexión de tronco deben ser 60 grados y las rodillas y caderas deben estar flexionadas a 90 grados; los tobillos se puede asegurar con una correa o pueden ser sujetados por el examinador. El test falla cuando el paciente no es capaz de mantener la posición a 60 grados (fig. 3). El paciente con buena estabilidad debe mantener la posición durante 149 segundos en el caso de las mujeres y 144 segundos en el caso de los hombres<sup>106</sup>.

**Figura 3 Test para valorar los músculos flexores del tronco.**



Tomado de Tomado de Tse, M; et al.<sup>107</sup>.

---

<sup>105</sup> TSE, M, et al. Op cit., p. 552-557.

<sup>106</sup> MCGILL et al. Ibíd., p. 941-944.

<sup>107</sup> TSE, M, et al. Ibíd., p. 552-557

**3.6.4 Test de extensores de tronco:** el paciente se ubica en una camilla en posición prona, con la cadera, la pelvis y las rodillas aseguradas en la camilla, el tronco debe mantener una posición recta sin tener el soporte de la camilla (Fig. 4); el test falla cuando el paciente no es capaz de sostener la posición y cae del plano horizontal a la flexión del tronco; el paciente con una buena estabilidad debe mantener la posición durante 189 segundos en el caso de las mujeres y 146 segundos en el caso de los hombres<sup>108</sup>.

**Figura 4 Test para los músculos extensores del tronco**



Tomado de Tomado de Tse, M; et al.<sup>109</sup>.

---

<sup>108</sup> McGILL et al. *Ibíd.*, p. 941-944.

<sup>109</sup> TSE, M, et al. *Ibíd.*, p. 552-557.

<b>CUADRO 2. PROMEDIO DE LOS TIEMPOS DE DURACIÓN (Seg) Y COCIENTE DE NORMALIDAD DE LOS TEST DE RESISTENCIA MUSCULAR ANTERO-POSTERIRO Y LATERAL DEL TRONCO.</b>						
TEST	HOMBRES		MUJERES		TODOS	
	PROMEDIO	COCIENTE	PROMEDIO	COCIENTE	PROMEDIO	COCIENTE
Extensión	161	1	185	1	173	1
Flexión	136	0.84	134	0.72	134	0.77
Right Side Bridge	95	0.59	75	0.4	83	0.48
Left Side Bridge	99	0.61	78	0.42	86	0.5
Cociente Flexión/Extensión	0.84		0.72		0.77	
Cociente RSB/LSB	0.96		0.96		0.96	
RSB/Extensión	0.58		0.4		0.48	
LSB/Extensión	0.61		0.42		0.5	

Tomado de MCGILL, S. Low back disorders: Evidence based prevention and rehabilitation. En: Human Kinetics. 2002. 211 p.<sup>110</sup>

---

<sup>110</sup> MCGILL, S. Low back disorders: Evidence based prevention and rehabilitation. En: Human Kinetics. 2002. 211 p.

## 4. METODOLOGÍA

### 4.1 DISEÑO

La presente es una investigación descriptiva la cual pretendió evaluar la resistencia muscular del complejo lumbo pélvico de los alumnos del colegio Calasanz Pereira, tanto hombres como mujeres que actualmente se encuentran cursando los grados decimo y once de secundaria y cuyo rango de edades se encuentra entre 15 a 17 años.

### 4.2 POBLACIÓN Y MUESTRA

**4.2.1 Población:** En la presente investigación la población objeto de estudio fueron los alumnos del género masculino y femenino que cursan el grado 10 y 11 de Básica Secundaria del colegio Calasanz, Pereira, alumnos que se encuentran entre los 15 y 17 años de edad.

**4.2.2 Muestra:** La muestra que se utilizó fue intencionada no probabilística.

**4.2.3 Criterios de inclusión:** Teniendo en cuenta que esta investigación pretendió evaluar la resistencia muscular del complejo lumbo pélvico en adolescentes, dicha población debió cumplir con unos requisitos mínimos para incluirlos como población objeto. Los requisitos de inclusión a saber fueron:

- Personas entre 15 y 17 años de edad, sin importar el género
- Alumno del Colegio Calasanz Pereira que actualmente estuvieran cursando los grados décimo y once de secundaria.

#### 4.2.4 Criterios de exclusión:

- Personas con secuelas de quemadura, sobre todo en las áreas de apoyo en miembro superior e inferior.
- Personas con antecedentes o dolor lumbar activo.
- Limitaciones funcionales que impidan el normal desarrollo de los test.
- Personas con problemas articulares que limiten el movimiento.

#### 4.3 VARIABLES

N°	VARIABLE	INDICADOR	ITEM
1	Resistencia de la Musculatura anterior y posterior	segundos	Código numérico
2	Resistencia de la Musculatura core lateral izquierda (Oblicuos mayor y menor del abdomen, Flexor de cadera)	segundos	Código numérico
3	Resistencia de la Musculatura core lateral derecha (Oblicuos mayor y menor del abdomen, Flexor de cadera)	segundos	Código numérico

N°	VARIABLE	INDICADOR	ITEM
4	Resistencia de la Musculatura abdominal (Recto abdominal, transverso del abdomen)	segundos	Código numérico
5	Resistencia Musculatura lumbo pélvica (Psoas, sacrolumbar,	segundos	Código numérico
6	Cociente Flexión/Extensión	segundos	Código numérico
7	Cociente RSB/LSB	segundos	Código numérico
8	RSB/extensión	segundos	Código numérico
9	LSB/extensión	segundos	Código numérico

#### 4.3.1 Definición de las variables

La descripción de las variables se dio según el autor Willardson, J<sup>111</sup>

- **Resistencia de la musculatura anterior y posterior del complejo lumbo-pélvico:** El nivel de capacidad de los músculos antero-posteriores (recto abdominal, transverso del abdomen, psoas, sacrolumbar, cuadrado



lumbar) para producir acciones musculares sub máximas por extensos periodos de tiempo.

- **Resistencia de la musculatura lateral del complejo lumbo-pélvico:** El nivel de capacidad de los músculos laterales (Oblicuos mayor y menor del abdomen, flexor de cadera) para producir acciones musculares sub máximas por extensos periodos de tiempo.
- **Resistencia de la musculatura abdominal:** El nivel de capacidad de los músculos abdominales (recto abdominal y transverso del abdomen) para producir acciones musculares sub máximas por extensos periodos de tiempo.
- **Resistencia de la musculatura lumbo-pélvica:** El nivel de capacidad de los músculos lumbo-pélvicos (psoas, sacrolumbar) para producir acciones musculares sub máximas por extensos periodos de tiempo.
- **Cociente flexión/extensión:** El resultado entre la división de los promedios entre el tiempo de mantenimiento del cuerpo en posición sentado con la espalda en un ángulo de 60° ambas rodillas y la cadera en un ángulo de 90°, los brazos cruzados sobre el pecho y las manos puestas sobre los hombros opuestos y los pies asegurados sobre la camilla el mayor tiempo posible, como lo indica la técnica del test de flexores de tronco. Y el mantenimiento de la posición prona, con la parte superior del cuerpo afuera de la camilla y sobre esta la pelvis, rodillas y los pies asegurados. Los miembros superiores están cruzados sobre el pecho y cada mano en un hombro contrario, intentando mantener la posición horizontal el mayor tiempo posible, como lo indica la técnica del test de los extensores del tronco.
- **Cociente RSB/LSB:** El resultado entre la división de los promedios entre el tiempo de mantenimiento del cuerpo acostado, en posición de lateral bridge. Las piernas extendidas, el pie superior es colocado en frente del pie inferior como soporte. El evaluado soporta su peso sobre el codo más cercano a la camilla y sus pies, mientras levanta sus caderas de la camilla para crear una línea recta sobre la longitud de su propio cuerpo. El brazo libre se cruza sobre el pecho y la mano se coloca sobre el hombro opuesto el mayor tiempo posible como lo indica la técnica del test lateral bridge. Este procedimiento se realiza tanto del lado derecho como del izquierdo.

- **Cociente RSB/extensión:** El resultado entre la división de los promedios entre el tiempo de mantenimiento del cuerpo acostado, en posición de side bridge. Las piernas extendidas, el pie superior (izquierdo) es colocado en frente del pie inferior (derecho) como soporte. El evaluado soporta su peso sobre el codo derecho que es el más cercano a la camilla y sus pies, mientras levanta sus caderas de la camilla para crear una línea recta sobre la longitud de su propio cuerpo. El brazo izquierdo que se encuentra libre se cruza sobre el pecho y la mano se coloca sobre el hombro derecho el mayor tiempo posible como lo indica la técnica del test lateral bridge. Y el mantenimiento de la posición prona, con la parte superior del cuerpo afuera de la camilla y sobre esta la pelvis, rodillas y los pies asegurados. Los miembros superiores están cruzados sobre el pecho y cada mano en un hombro contrario, intentando mantener la posición horizontal el mayor tiempo posible, como lo indica la técnica del test de los extensores del tronco.
- **Cociente LSB/extensión:** El resultado entre la división de los promedios entre el tiempo de mantenimiento del cuerpo acostado, en posición de side bridge. Las piernas extendidas, el pie superior (derecho) es colocado en frente del pie inferior (izquierdo) como soporte. El evaluado soporta su peso sobre el codo izquierdo que es el más cercano a la camilla y sus pies, mientras levanta la cadera de la camilla para crear una línea recta sobre la longitud de su propio cuerpo. El brazo derecho que se encuentra libre se cruza sobre el pecho y la mano se coloca sobre el hombro izquierdo, como lo indica la técnica del test lateral bridge el mayor tiempo posible. Y el mantenimiento de la posición prona, con la parte superior del cuerpo afuera de la camilla y sobre esta la pelvis, rodillas y los pies asegurados. Los miembros superiores están cruzados sobre el pecho y cada mano en un hombro contrario, intentando mantener la posición horizontal el mayor tiempo posible, como lo indica la técnica del test de los extensores del tronco.

#### 4.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS

Días antes de la fecha prevista en la que se realizaron los test a los estudiantes, se hizo una reunión con ellos y el padre de familia o adulto responsable del estudiante y se les explicó la metodología del estudio y el objetivo de ella para que todos estuvieran informados del procedimiento de la investigación.

La aplicación del instrumento se realizó en el siguiente orden:

- Selección de un salón apropiado para la realización de los test.
- Organización de los estudiantes en cuartetos.
- Los estudiantes debían realizar los test con una indumentaria apropiada y cómoda para el desarrollo de éstos, por lo tanto en el momento de la evaluación vistieron la camiseta y la pantaloneta de educación física del colegio
- Ingreso al salón de expresión rítmica en los grupos asignados.
- Asignación de cada miembro en uno de los test que se organizaron en forma de circuito, en cada estación se realizó un test, donde se contaba con dos evaluadores por estación, uno que contabilizaba el tiempo de duración del estudiante en el test, y otro que estaba pendiente de la técnica de realización del test; éste último evaluador era el que le indicaba al que llevaba el tiempo cuando debía parar el cronómetro al ejecutarse de manera inapropiada el test.
- Cada estudiante tenía dos minutos y medio de recuperación entre la realización de cada test. Después que los 4 estudiantes terminaban el circuito, se hacía pasar el siguiente grupo y así hasta finalizar con todos los grupos

Se realizaron los test descritos en el apartado de marco teórico que pretenden estimar el grado de estabilidad lumbo-pélvica, estos son:

1. *Prone bridge test*: Se realizó sobre una colchoneta soportando el peso del cuerpo por medio de los codos y las puntas de los pies. Este test valora los músculos anteriores y posteriores del cinturón core. La persona debe mantener la pelvis en posición neutra y el cuerpo derecho; se presenta falta de fuerza cuando el paciente pierde la posición de la pelvis y cae en una posición de lordosis lumbar con rotación anterior de la pelvis. Por lo tanto según el protocolo, en el momento de entrar al salón de expresión rítmica, al evaluado se le pidió que se quitara los zapatos, se acostara en la camilla

en posición prona, seguidamente debía sostener su peso entre los codos, las rodillas y las puntas de los pies; este debía estar atento a la orden para elevar las rodillas pues al mismo tiempo que se le daba la orden de elevación de las rodillas, el cronometro empezará a correr y se detenía en el momento en que el evaluado perdía la posición neutra de la pelvis o no podía mantenerse derecho.

2. *Right side bridge test:* Posterior al prone bridge test el evaluado se dirigía hacia otro evaluador encargado de los side bridges test, el tiempo transcurrido entre el final del prone bridge test y el inicio del right side bridge fue de mínimo 2.5 minutos tomado como tiempo de recuperación. Sobre una colchoneta se procedió a evaluar la musculatura lateral del lado derecho del complejo lumbo-pélvico. Se le pidió al evaluado que se acostara sobre su lado derecho, con las piernas extendidas con el pie izquierdo en frente del pie derecho. A la señal, el evaluado debía elevar el cuerpo y sostenerlo entre el antebrazo derecho y los pies creando una línea recta sobre la longitud de su propio cuerpo. El brazo izquierdo se cruzaba sobre el pecho y la mano se colocaba sobre el hombro derecho. El cronómetro se detenía cuando el evaluado perdía la postura recta del cuerpo y la cadera caía sobre la colchoneta.
3. *Left side bridge test:* Posterior al right lateral bridge test al evaluado se le daba 2.5 minutos como tiempo de recuperación, sobre la misma colchoneta se procedió a evaluar la musculatura lateral del lado izquierdo del complejo lumbo-pélvico. Se le pidió al evaluado que se acostara sobre su lado izquierdo, con las piernas extendidas con el pie derecho en frente del pie izquierdo. A la señal el evaluado debía elevar el cuerpo y sostenerlo entre el antebrazo izquierdo y los pies creando una línea recta sobre la longitud de su propio cuerpo. El brazo derecho se cruzaba sobre el pecho y la mano se colocaba sobre el hombro izquierdo. El cronómetro se detenía cuando el evaluado perdía la postura recta del cuerpo y la cadera caiga sobre la colchoneta.
4. *Test de flexores de tronco:* Para la ejecución del test de resistencia de los flexores de tronco el evaluado se dirigía hacia otro evaluador encargado del test de flexores de tronco, el tiempo transcurrido entre el final del left side bridge test y el inicio del test de flexores de tronco era de mínimo 2.5 minutos tomado como tiempo de recuperación. Sobre una colchoneta, se le pedía al evaluado que se sentara en un ángulo de 90°, los brazos cruzados sobre el pecho, las manos puestas sobre los hombros opuestos y las

rodillas y cadera en un ángulo de 90° con los pies asegurados sobre la camilla o sostenidos por el evaluador. A la señal el evaluado debía situar la espalda en ángulo de 60°, la cadera y las rodillas se mantenían en ángulo de 90°, y los pies asegurados sobre la camilla, al mismo tiempo se activaba el cronómetro. Para éste test el paciente debía mantener la posición en flexión del tronco el mayor tiempo posible, el cronómetro se detenía cuando el paciente no era capaz de mantener la posición de flexión de tronco a 60°.

5. *Test de extensores de tronco:* De nuevo el evaluado se dirigía hacia otro evaluador encargado del test de extensores de tronco, el tiempo transcurrido entre el final del test de flexores de tronco y el inicio del test de extensores de tronco era de 2.5 minutos tomado como tiempo de recuperación. Este test se realizaba sobre una camilla, al evaluado se le pedía que se acostara en posición prona, seguidamente se le solicitaba que la parte superior del cuerpo la ubicara fuera de la camilla y el evaluador procedía a asegurar las piernas del evaluado a la camilla. A la señal, el evaluado ubicaba los brazos cruzados sobre el pecho con cada mano en el hombro contrario y asumiría una posición horizontal para todo su cuerpo, luchando contra la fuerza de gravedad con la parte superior de su cuerpo e intentando mantener la posición horizontal el mayor tiempo posible. Al mismo tiempo, el evaluador activaba el cronómetro el cual era detenido en el momento en que el evaluado no era capaz de mantener la posición y caía del plano horizontal a la flexión del tronco.

#### **4.4.1 Descripción del instrumento**

Mientras que Biering-Sorensen mostró que la disminución en la resistencia de los extensores de tronco, predice quienes tienen un mayor riesgo de sufrir en el futuro de dolor de espalda, en los últimos años se ha sugerido que el balance entre la resistencia de los flexores del tronco, extensores y musculatura lateral discrimina mejor a aquellos que tendrán dolor de espalda de quienes no. Debido a que estos tres grupos musculares están envueltos en la estabilidad espinal durante las tareas de la vida cotidiana, La resistencia de estos tres grupos musculares puede ser medida a través de test simples que durante su ejecución aíslan estos grupos de músculos para evaluar la resistencia muscular.

McGill, Childs y Liebenson (1999) proponen 3 test los cuales son lateral bridge, Test de los flexores de tronco, y test de los extensores de tronco y Schellenberg, K; et al (2007) validó el prone bridge test. Estos test fueron seleccionados por ofrecer coeficientes de confiabilidad de de 0.98 o más.

El siguiente cuadro muestra los promedios y cocientes que, según McGILL son los datos estándar para la evaluación de los siguientes test, tanto en hombres como en mujeres:

<b>Cuadro 3. Promedios y cocientes test de estabilidad lumbar (McGILL)</b>				
<b>Test</b>	<b>Hombres</b>		<b>Mujeres</b>	
	<b>Promedio</b>	<b>Cociente</b>	<b>Promedio</b>	<b>Cociente</b>
Test de extensores de tronco	161		173	
Test de flexores de tronco	136		134	
Right side bridge test	95		83	
Left side bridge test	99		86	
Cociente Flexión/extensión		0.84		0.77
Cociente right side bridge test/Left side bridge test		0.96		0.96
Cociente right side bridge test/test de extensores de tronco		0.58		0.48
Cociente Left side bridge test/test de extensores de tronco		0.61		0.5

1. *Prone bridge test*: Para la medición de la variable resistencia de la musculatura anterior posterior se utilizó el test prone bridge validado por Schellenberg, K; et al. en el año 2007, quién demostró que la superficie EMG indicó una activación significativa de la musculatura anterior del complejo lumbo-pélvico durante el prone bridge test. La media de duración para sujetos sin dolor de espalda fue de 72.5  $\pm$  32.6 (media  $\pm$  SD) segundos. En sujetos con dolor de espalda los tiempos tienden a disminuir: 28.3  $\pm$  26.8 segundos. La confiabilidad Test-retest usando la correlación de Pearson fue de 0.78.
2. *Side bridge test*: Para la medición de la variable resistencia de la musculatura lateral tanto del lado derecho como del izquierdo del complejo lumbo pélvico se utilizó el test side bridge, validado por Mcgill, Childs y Liebenson en 1999. El cual ha demostrado un coeficiente de confiabilidad de 0.99 tanto en el left side bridge test como en el right side bridge test. La evaluación EMG demostró la activación de la musculatura lateral del complejo lumbo-pélvico durante la ejecución de este test. Lo cual

demuestra que es un instrumento válido para la medición indirecta de la resistencia muscular lateral del complejo lumbo -pélvico y que no depende del evaluador en cuanto a la medición. McGill previo valores normativos para mujeres en segundos para el left y el right lateral bridge de 77 y 72 segundos respectivamente, y para hombres 97 segundos para el left side bridge y 94 para el right side bridge.

3. *Test de flexores de tronco*: Para la medición de la variable resistencia de la musculatura anterior del complejo lumbo pélvico se utilizó el test de flexores de tronco, validado por McGill, Childs y Liebenson en 1999. El cual ha sido demostrando un coeficiente de confiabilidad 0.97. La evaluación EMG demostró la activación de la musculatura anterior durante la ejecución de este test. Lo cual demuestra que es un instrumento válido para la medición indirecta de la resistencia muscular antero posterior, y que no depende del evaluador en cuanto a la medición. El valor normativo en segundos que McGill le dio a este test fue de 149 segundos para mujeres y 144 segundos para hombres.
4. *Test de extensores de tronco*: Para la medición de la variable resistencia de la musculatura lumbo pélvica validado por McGill, Childs y Liebenson en 1999. Demostrando un coeficiente de confiabilidad 0.98 en test-retest indicando la no dependencia del evaluador en cuanto a la medición. La evaluación EMG demostró la activación de la musculatura posterior del complejo lumbo-pélvico. Lo cual demuestra que es un instrumento válido para la medición indirecta de la resistencia muscular antero posterior. McGill le asigno un valor normativo de 189 segundos para mujeres y 146 segundos para hombres.

#### **4.5 EVALUACIÓN ÉTICA**

De acuerdo con el artículo 11 de la Resolución 8430 de 1983, Normas Científicas, Técnicas y Administrativas para la Investigación en Salud; el presente trabajo de grado fue una investigación con riesgo mínimo, siendo una investigación de tipo descriptivo en donde se buscó describir las características de la resistencia muscular antero-posterior y lateral del complejo lumbo-pélvico en adolescentes estudiantes entre 15 y 17 años asistentes a básica secundaria en el colegio Calasanz Pereira.

La evaluación de la resistencia muscular del complejo lumbo pélvico se realizó en el salón de expresión rítmica el cual estuvo acondicionado con una camilla para el correcto desarrollo de los diferentes test. En todo momento al lado de los evaluadores se encontraba el profesor de educación física del curso que era garante para que se respetara la dignidad del evaluado tanto física como psicológicamente.

El riesgo a sufrir una lesión era mínimo ya que esta evaluación no requería métodos invasivos. Los test en ningún momento implicaban esfuerzos superlativos que los evaluados no pudieran soportar, pues cada persona lo hacía según su capacidad y condición física, Por lo tanto no habían probabilidades que los evaluados durante la ejecución de dichos test sufrieran lesiones o molestias musculares o articulares que pudieran afectarle a tiempo futuro.

Además por medio de la evaluación de la resistencia de la musculatura lateral, los flexores y los extensores del complejo lumbo-pélvico se pueden obtener datos claros sobre la probabilidad de sufrir dolor lumbar en el futuro, pues Biering-Sorensen (1984) mostraron que la disminución de la resistencia de los extensores del tronco predecía quienes tenían un gran riesgo de tener futuros problemas de espalda. Dicha intervención estuvo siempre bajo la supervisión de un profesional en el área

Es de resaltar que esta investigación solo se llevó a cabo con la respectiva autorización por parte del comité de Bio-ética de la facultad Ciencias de la Salud de la Universidad Tecnológica de Pereira y cuando la totalidad de las personas a intervenir hayan firmado el consentimiento informado (ver anexo A).



## 5. RESULTADOS

A continuación se presentan los resultados del estudio realizado en la población de jóvenes del Colegio Calasanz, con su respectiva comparación con los valores normativos reportados por McGill y colaboradores<sup>112</sup>.

### CUADRO 4. POBLACIÓN TOTAL Y POR GÉNERO DEL ESTUDIO.

CUADRO 4. POBLACIÓN TOTAL Y POR GÉNERO DEL ESTUDIO.		
GÉNERO		PROMEDIO (%)
Hombre	42	71.2
Mujer	17	28.8
Total	59	100

### 5.1 Resultados de los estudiantes en cada uno de los test.

#### *Promedio de la población de estudio*

TEST	PROMEDIO
Prone Bridge test	54.14
Left side bridge test	57.32
Right side bridge test	56.44
Test de flexores de tronco	74.29
Test de extensores de tronco	68.15

---

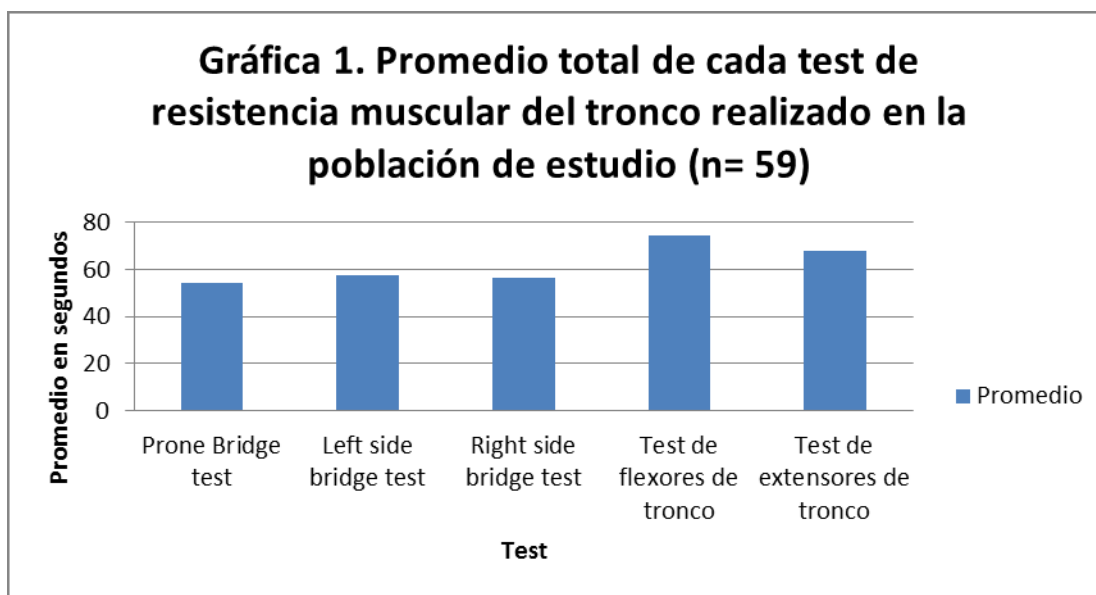
<sup>112</sup> MCGILL, S. Low back disorders: Evidence based prevention and rehabilitation. En: Human Kinetics. 2002. 215 p.

**Promedios dados por McGill.**

**CUADRO 5.PROMEDIOS DE NORMALIDAD DADOS POR McGILL.**

<b>CUADRO 5.PROMEDIOS DE NORMALIDAD DADOS POR McGILL</b>	
<b>TEST</b>	<b>PROMEDIO</b>
Test de extensores de tronco	173
Test de flexores de tronco	134
Right side bridge test	83
Left side bridge test	86

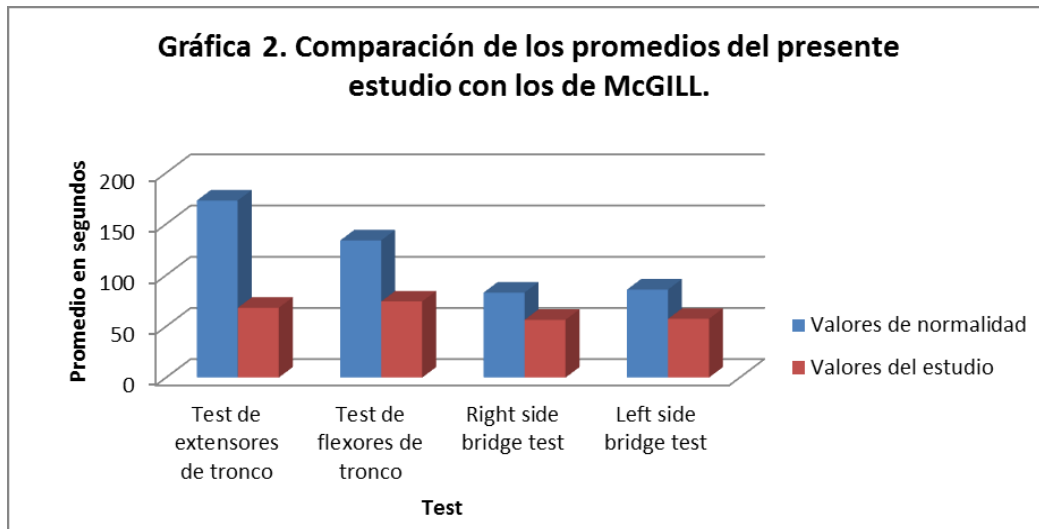
**Gráfica 1.** Promedio total de cada test de resistencia muscular del tronco realizado en la población de estudio.



En la gráfica No. 1, con respecto al promedio de cada test de resistencia muscular del tronco que se realizó en la población de estudio, se observa que, la musculatura flexora tiene en promedio mayor resistencia (74.29 Seg) sobre los demás grupos musculares del tronco. Hay equilibrio en la resistencia lateral del tronco tanto del hemicuerpo derecho (56.44 Seg) y la del izquierdo (57.32 Seg).

De acuerdo a los resultados, es evidente una deficiencia de la musculatura extensora del tronco en la muestra de estudio.

**Gráfica 2.** Comparación de los promedios de la resistencia muscular del tronco antero-posterior y lateral del presente estudio con los de McGILL.



En la gráfica No. 2 se comparan los promedios de la resistencia muscular del tronco antero-posterior y lateral de la presente investigación con la de McGill. En cada uno de los test de resistencia muscular muscular antero-posteior y lateral del tronco se evidencia una menor resistencia en los resultados de los jovenes estudiantes en comparacion a los valores de normalidad. Los promedios en el tiempo de resistencia para cada test son muy parejos para el grupo en estudio, en comparación del estudio de McGill.

**5.2 COMPARACIÓN DE LOS PROMEDIOS DE LA RESISTENCIA MUSCULAR DEL TRONCO POR GÉNERO DEL PRESENTE ESTUDIO Y EL DE McGill.**

*Promedios del estudio realizado.*

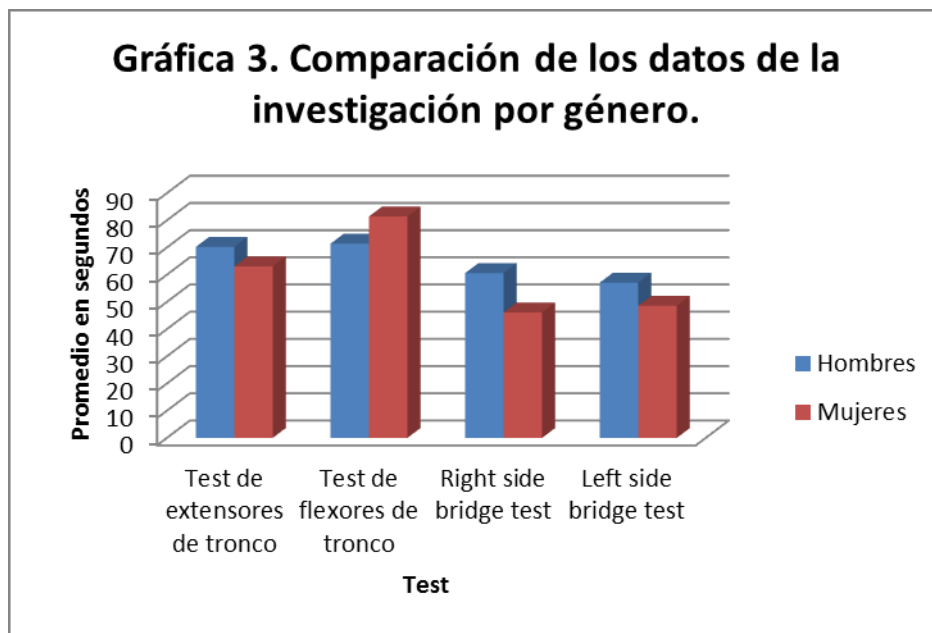
<b>Cuadro 6. Comparación de los promedios por género.</b>		
<b>DESCRIPCIÓN DE LOS PROMEDIOS DE LOS DATOS POR GÉNERO</b>		
<b>Test</b>	<b>Promedio en segundos</b>	
	<b>Masculino</b>	<b>Femenino</b>
Prone Bridge test	58.5	43.35
Left side bridge test	57.12	48.59
Right side bridge test	60.6	46.18
Test de flexores de tronco	71.4	81.41
Test de extensores de tronco	70.21	63.06

*Promedios dados por McGill por género.*

**Cuadro 7. Promedios de los test de estabilidad lumbar (McGILL)**

<b>Cuadro 7. Promedios de los test de estabilidad lumbar (McGILL)</b>		
<b>Test</b>	<b>Promedio</b>	
	<b>Hombres</b>	<b>Mujeres</b>
Test de extensores de tronco	161	185
Test de flexores de tronco	136	134
Right side bridge test	95	75
Left side bridge test	99	78

**Gráfica 3.** Comparación de los promedios de los test de resistencia antero-posterior y lateral del tronco del presente estudio por género.



En la gráfica No. 3 se compara la resistencia muscular del tronco entre hombres y mujeres, y se puede evidenciar una tendencia superior en la mayoría de los cocientes que relacionan la resistencia de los test en los hombres, menos en flexores de tronco (71.4 Seg), donde las mujeres en promedio tuvieron una mayor resistencia muscular (81.41 Seg) que los hombres. Esto parece indicar que las mujeres guardan mayor desequilibrio en la resistencia de la musculatura antero-posterior de la columna, al tener mayor diferencia entre los test flexores y extensores del tronco.

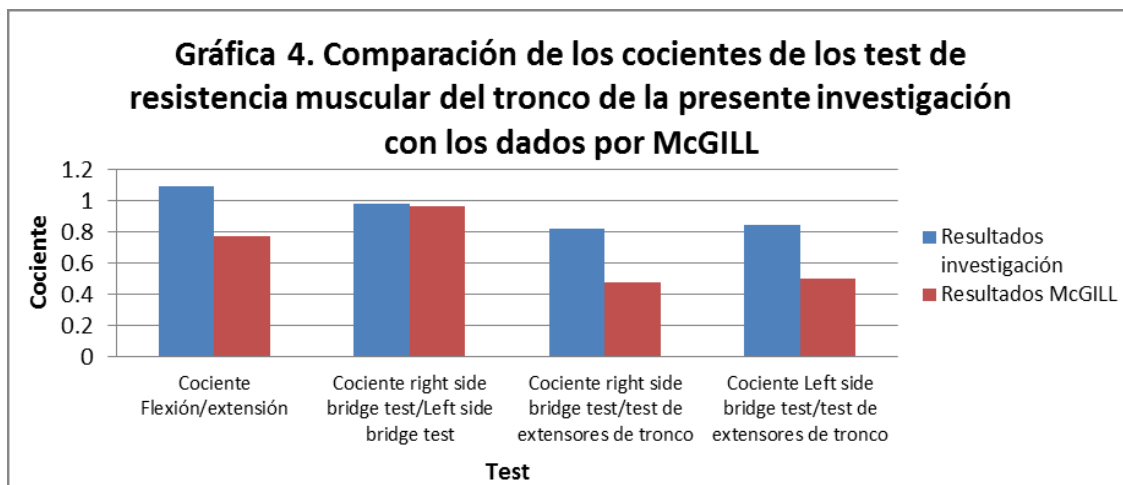
### 5.3 COMPARACIÓN DE LOS COCIENTES DE LOS TEST DE RESISTENCIA MUSCULAR ANTERO-POSTERIOR Y LATERAL DEL TRONCO DE LA PRESENTE INVESTIGACIÓN CON LOS DE MCGILL.

La comparación de los cocientes permitió estimar los desequilibrios en la resistencia de la musculatura evaluada entre dos test, y así estimar qué grupo muscular tiene deficiencia en su y resistencia y como consecuencia la estabilidad lumbo pélvica se ve afectada.

**Cuadro 8. Comparación de los cocientes de la investigación con los datos por McGILL**

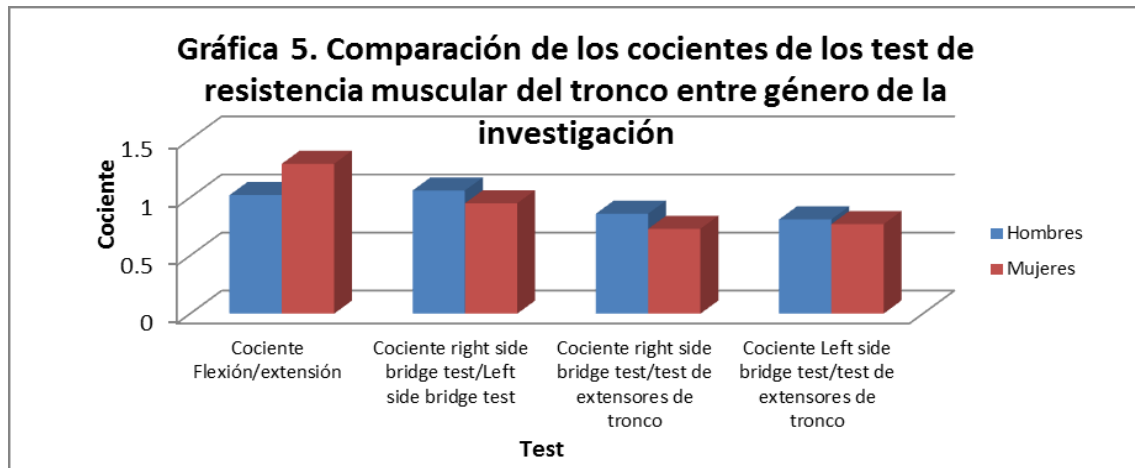
<b>Cuadro 8. Comparación de los cocientes de la investigación con los datos por McGILL</b>		
DESCRIPCIÓN DE COCIENTES ENTRE TEST	RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN	RESULTADOS DE McGill
Cociente Flexión/extensión	1.09	0.77
Cociente right side bridge test/Left side bridge test	0.98	0.96
Cociente right side bridge test/test de extensores de tronco	0.82	0.48
Cociente Left side bridge test/test de extensores de tronco	0.84	0.5

**Gráfica 4.** Comparación de los cocientes de los test de resistencia muscular del tronco de la presente investigación con los datos por McGill.



En la gráfica No. 4. En cuanto a la comparación de los cocientes de los test de resistencia muscular del tronco de la presente investigación y la de McGill Se observa un mayor resultado en cada uno de los cocientes, indicando un desequilibrio en la resistencia muscular del tronco entre los grupos musculares comparados en la población de estudio; siendo menor la diferencia en el cociente que relaciona la resistencia muscular del hemicuerpo derecho con la del izquierdo, demostrando un mejor equilibrio en la resistencia de la musculatura lateral derecha e izquierda.

**Gráfica 5.** Comparación de los cocientes de los test de resistencia muscular del tronco entre género de la presente investigación.



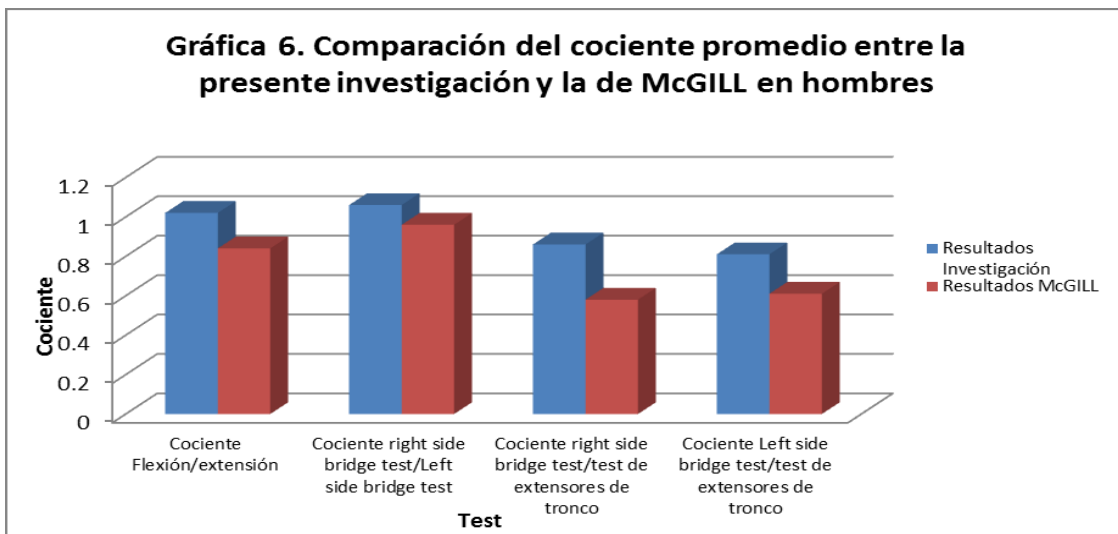
En la gráfica No 5. Se comparan los cocientes de los test de resistencia muscular del tronco entre hombres y mujeres de la presente investigación, pudiéndose observar que en la mayoría de los datos, los hombres tienen un mayor cociente, a excepción del cociente flexión/extensión, donde los hombres tienen un cociente de 1.02 y las mujeres 1.29, mostrando un desequilibrio de la resistencia muscular entre ambos test según los datos de normalidad dados por McGill. Las mujeres tienen un mejor equilibrio muscular entre los test que comparan el cociente entre la resistencia muscular lateral tanto del hemicuerpo derecho como izquierdo (0.95) en comparación a los hombres (1.06). En el cociente que compara la musculatura lateral derecha con el test de extensores de tronco, en los hombres se encuentra alterada (0.86) y en las mujeres no (0.73); por el contrario, en el cociente del test que evalúa la musculatura lateral izquierda versus el test de extensores, tanto hombres como mujeres, encontrándose fuera del rango de normalidad.

**Comparación de los cocientes de los test de resistencia muscular del tronco entre género de la presente investigación con los dados por McGILL.**

**Cuadro 9.** Comparación del cociente de los test de resistencia muscular antero-posterior y lateral del tronco entre la presente investigación y la de McGILL en hombres.

<b>Cuadro 9. Comparación del cociente de los test de resistencia muscular antero-posterior y lateral del tronco entre la presente investigación y la de McGILL en hombres</b>		
DESCRIPCIÓN DE COCIENTES ENTRE TEST	RESULTADOS MUESTRA	RESULTADOS VALIDACIÓN
Cociente Flexión/extensión	1.02	0.84
Cociente right side bridge test/Left side bridge test	1.06	0.96
Cociente right side bridge test/test de extensores de tronco	0.86	0.58
Cociente Left side bridge test/test de extensores de tronco	0.81	0.61

**Gráfica 6.** Comparación del cociente de los test de resistencia muscular antero-posterior y lateral del tronco entre la presente investigación y la de McGILL en hombres.



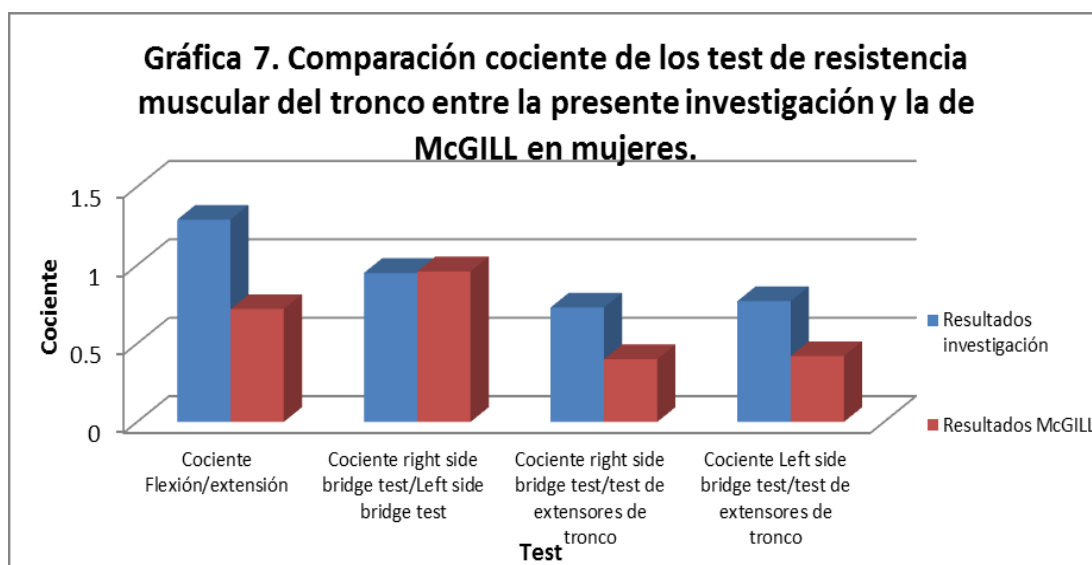


En la gráfica No. 6 se muestra la comparación de los cocientes de los test de resistencia muscular del tronco en los resultados del presente estudio y en los de McGill, apreciándose que en los adolescentes del colegio calasanz, existen cocientes mayores de flexión/extensión, lateral, lateral izquierdo/extensión y lateral derecho/extensión en comparación con los valores normativos sugeridos por McGill, indicando la existencia de desequilibrio muscular marcado en los adolescentes.

**Cuadro 10.** Comparación del cociente de los test de resistencia muscular del tronco entre las estudiantes del colegio Calasanz y la de McGILL en mujeres.

<b>Cuadro 10. Comparación cociente promedio entre la presente investigación y la de McGILL en mujeres.</b>		
DESCRIPCIÓN DE COCIENTES ENTRE TEST	RESULTADOS MUESTRA	RESULTADOS VALIDACIÓN
Cociente Flexión/extensión	1.29	0.72
Cociente right side bridge test/Left side bridge test	0.95	0.96
Cociente right side bridge test/test de extensores de tronco	0.73	0.40
Cociente Left side bridge test/test de extensores de tronco	0.77	0.42

**Gráfica 7.** Comparación del cociente de los test de resistencia muscular del tronco entre la presente investigación y la de McGILL en mujeres.



En la gráfica No. 7 se compara el cociente de los test de resistencia muscular del tronco del presente estudio con el de McGill en mujeres, se aprecia en los resultados de las jóvenes del colegio Calasanz, un mayor cociente en flexión/extensión (1.29 Seg), lateral derecha versus test de extensores de tronco (0.73 Seg) y en el de lateral izquierdo versus test de extensores de tronco (0.77 Seg) exceptuando el que compara la musculatura lateral de ambos hemisferios del cuerpo, donde la diferencia es mínima, 0.95 Seg para las estudiantes y 0.96 para la muestra de McGill. Se observa que el cociente flexión/extensión es donde más diferencias hay entre ambos estudios, teniendo un cociente mayor de 1.0 en el presente estudio, evidenciando el desequilibrio en la resistencia de la musculatura antero-posterior; por el contrario, los demás cocientes se encuentran en un rango de normalidad adecuado en las jóvenes de la muestra.

## 6. DISCUSIÓN.

La estabilidad en la columna vertebral es un proceso dinámico que incluye el control postural y el movimiento controlado. Los patrones de movimiento alterados por deficiencia en la fuerza y flexibilidad, fatiga por una pobre resistencia muscular y un control neural anormal, causan daños en las estructuras articulares y musculares, dando como resultado inestabilidades estructurales que causan dolores e incapacitan a las personas para realizar movimientos de la vida cotidiana.

En los últimos años, se ha presentado un incremento significativo del dolor lumbar en adolescentes, se ha encontrado que por encima de los 11 años más del 50% tendrán una experiencia de dolor lumbar en sus vidas, 58.1% corresponderá a mujeres y 43.2% corresponderá a hombres<sup>113</sup>. El presente estudio fue destinado a la población joven con el fin de obtener datos preliminares de posibles desequilibrios en la resistencia muscular del tronco, variable altamente predictora de dolor lumbar, según lo reportado por McGill y colaboradores.

La presente investigación arrojó que los adolescentes tienen una menor resistencia de la musculatura antero-posterior y lateral comparados con los datos de normalidad en adultos jóvenes reportados por McGill, tanto en hombres como en mujeres. De acuerdo a estos resultados y a la diferencia de edad entre los sujetos del presente estudio con aquellos de McGill, pareciera que la resistencia muscular antero-posterior y lateral se encuentra disminuida en sujetos adolescentes. Estas diferencias en la resistencia muscular en adolescentes podrían deberse a las características de tipo morfológicas, histológicas y bioquímicas del tejido muscular de los adolescentes en quienes su sistema endocrino no produce aún sus picos máximos de secreción hormonal y los niveles de activación neuromuscular y cambios intrínsecos en las características contráctiles del músculo son inferiores a la capacidad de contracción muscular en comparación a las del adulto<sup>114</sup>, como consecuencia de ello, tanto la velocidad de

---

<sup>113</sup> KUJALA, UM, et al. Op cit., p. 627-632.

<sup>114</sup> DOMÍNGUEZ LA ROSA, P. Y ESPESO GAYTE, E. Bases fisiológicas del entrenamiento de la fuerza con niños y adolescentes. Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte (2003) vol. 3 pp. 61-68. Disponible desde: <<http://cdeporte.rediris.es/revista/revista9/artfuerza.htm>>

contracción muscular, la fuerza y resistencia de los adolescentes son más bajas que en los adultos.

Con respecto al equilibrio de la resistencia muscular del tronco en las adolescentes evaluadas, se evidencia un desequilibrio entre la resistencia muscular antero-posterior y lateral que se demuestra en los cocientes analizados en la presente investigación. Según McGill<sup>115</sup>, la resistencia muscular de los extensores del tronco debe ser superior a la de los flexores, por tanto, el valor normal del cociente es equivalente a 0.84. Este valor se explica biomecánicamente por la actividad de soporte que desarrollan los músculos extensores en posición bípeda, pues la columna tiende más a la flexión que a la extensión, por tanto, los músculos extensores son antigraavitatorios, razón por la cual, tienden a fatigarse en mayor medida que los músculos flexores desencadenando un debilitamiento y el posterior desequilibrio. En consecuencia, las adolescentes del presente estudio tienen grandes probabilidades en el futuro próximo de sufrir pérdida del control postural, espasmos musculares y daño de las estructuras osteoarticulares y en un futuro lejano de sufrir enfermedades tales como hernias discales, debido al desequilibrio de la resistencia anteroposterior del tronco.

El desequilibrio en la resistencia muscular del tronco en las adolescentes puede ser debido a que, en la muestra de la presente investigación, la población de hombres eran mayoritariamente jóvenes que practicaban algún deporte, mientras que las mujeres eran jóvenes con bajo perfil de práctica deportiva que realizaban en mayor medida actividades hipocinéticas, esto puede inferir en los resultados del estudio al tener los jóvenes un mayor desarrollo de la resistencia de la musculatura antero-posterior de la columna y así un menor desequilibrio en la musculatura del tronco. Pero, según J.-C Bernard y colaboradores<sup>116</sup> en su investigación de dolor lumbar en adolescentes, la práctica deportiva influye en la fuerza global de las extremidades inferiores y en los cambios en la relación de la musculatura del cuádriceps y los extensores de cadera; pero ni el dolor ni la relación de los músculos flexores de tronco con los extensores son modificados por el deporte. Según lo referido, las jóvenes del Calasanz no solamente pueden tener un desequilibrio de la resistencia muscular antero-posterior del tronco sino

---

<sup>115</sup> McGILL, S. Op cit., P 215.

<sup>116</sup> J.-C Bernard et al. Muscle assessment in healthy teenagers comparison with teenagers with low back pain. En: [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com). March. 2008. P. 274-283.

también en los músculos de las extremidades inferiores que conllevan a un mayor desequilibrio y posterior aparición de dolor lumbar.

Ahora bien, los resultados de los varones del estudio dieron a conocer un cociente de 1, mostrando un equilibrio en la resistencia de la musculatura flexo-extensora del tronco, según lo referido por McGill. Esta condición se pudo dar por las características propias de los varones, ya que los hombres según su constitución morfofisiológica tienen mayor volumen muscular que permite mayor contracción de fibras musculares y un mayor almacenamiento de glucógeno a la hora de ser utilizado por el músculo para una mayor prolongación de la actividad que se está realizando bajo condición aeróbica. En la adolescencia, las diferencias por género empiezan a ser notorias, no solo en la constitución física, sino en los cambios anatómicos y fisiológicos que van diferenciando al hombre de la mujer; donde la mujer va adquiriendo mayor porcentaje de grasa por la función de las hormonas reproductivas de la mujer que la preparan para entrar a una etapa reproductiva. Por el contrario, con los hombres, ocurre un incremento de la masa muscular y la diferencia en la resistencia y fuerza muscular se empieza a notar en comparación con la mujer<sup>117</sup>.

Con respecto a la resistencia antero-posterior y lateral de la musculatura local de la columna vertebral, se evaluaron unos cocientes que estiman el grado de equilibrio en la resistencia de ambos grupos musculares comparados; éstos fueron tomados como referencia del estudio hecho por McGill y poder prevenir posibles lesiones a causa de daños en las estructuras anatómicas que estabilizan la columna vertebral. Según McGill <sup>118</sup> la relación de la resistencia de la musculatura antero-posterior y lateral de la columna vertebral cuando esta alterada, es cuando empiezan los problemas en la columna vertebral a causa del desequilibrio de la resistencia entre estos grupos musculares, que se puede prevenir mediante la valoración por medio de los test descritos anteriormente y comenzar un plan de ejercicios acordes a aumentar la resistencia de estos músculos.

Se analizó en las gráficas que, aunque las mujeres tienen un mayor desequilibrio de la resistencia de la musculatura antero-posterior de la columna, tienen un mejor cociente en relación a los datos que comparan la resistencia de la musculatura

---

<sup>117</sup> ZURITA, Pérez Rebeca. Diferencias significativas entre el hombre y la mujer deportista en cuanto a la capacidad de rendimiento deportivo. 2009. Vol 17. Pp 1-8. Disponible desde: <[http://www.csicsif.es/andalucia/modules/mod\\_ense/revista/pdf/Numero\\_17/REBECA\\_ZURITA\\_PEREZ\\_2.pdf](http://www.csicsif.es/andalucia/modules/mod_ense/revista/pdf/Numero_17/REBECA_ZURITA_PEREZ_2.pdf)>

<sup>118</sup> MCGILL, S. *Ibíd*, p. 215.

lateral tanto derecha como izquierda y el cociente que compara ambos grupos musculares laterales con el test de extensores, siendo evidente que el problema en las adolescentes es de la musculatura antero-posterior del tronco.

A partir del presente estudio se pueden obtener datos importantes para la realización de nuevos estudios que den continuidad a lo realizado en esta investigación, donde se pueda realizar un plan para el desarrollo de la resistencia muscular en ambos géneros y comparar la resistencia muscular antes y después del entrenamiento. También se pueden estimar otros estudios con jóvenes pre-púberes, y con otras poblaciones en diferentes colegios para analizar las condiciones en diferentes segmentos poblacionales con distintos niveles socioeconómicos que también influyen en los resultados.

Dentro de las limitaciones que tuvo este el estudio fue el no poder contar con una muestra mayor para el estudio y poder tener un mejor referente en el número de personas para el análisis de los resultados. Para un estudio mucho más amplio y con un mayor acercamiento a los desequilibrios de la resistencia muscular del tronco y posibles afecciones lumbares, hubiera sido ideal la toma de otras variables tales como peso, talla, índice de masa corporal y otros test que valoraran la musculatura de las extremidades inferiores porque según J.-C Bernard y colaboradores<sup>119</sup> en el estudio realizado con jóvenes de un grupo control y otro con dolor lumbar, se consideró que, en el grupo de adolescentes con dolor lumbar crónico tanto la musculatura extensora del tronco, como el cuádriceps y los músculos extensores de la cadera tienen menor resistencia en comparación al grupo control. Las variables nombradas anteriormente son importantes a la hora de evaluar la resistencia muscular del tronco porque según el estudio dicho, los sujetos con un IMC que demuestran sobrepeso u obesidad tienen un menor rendimiento en los test realizados y poseen un mayor desequilibrio de la resistencia muscular del tronco y extremidades inferiores.

Para finalizar, los jóvenes presentan en promedio un una menor resistencia muscular local de la musculatura antero-posterior y lateral en comparación con los datos de normalidad descritos por McGill. Referenciando los cocientes normativos descritos por el autor, la población de estudio estuvo fuera del rango adecuado, por lo que se puede observar en la gráfica No. 1 un desequilibrio en la resistencia de la musculatura extensora, donde según McGill, la musculatura flexora del tronco debe ser del 0.84 de la resistencia de la musculatura extensora y según los

---

<sup>119</sup> J.-C Bernard, et al. Op cit., p. 274-283.

resultados ocurre lo diferente. Comparando hombres y mujeres, las mujeres tienen desequilibrio antero-posterior de la resistencia muscular del tronco por lo que se evidencia un mayor riesgo de padecer lesiones a causa de fallas en las estructuras que soportan el sistema estabilizador de la columna vertebral. Finalmente, Observando los cocientes de los hombres donde se relacionaban los test que evaluaban la musculatura lateral de ambos hemicuerpos en relación con el test de extensores de tronco, se llega a concluir que los hombres tienen mayor desequilibrio en relación de la resistencia de estos test en comparación a las mujeres.

## 7. CONCLUSIONES.

- Se encontró deficiencia en la resistencia muscular extensora del tronco en las adolescentes de la investigación (cociente de relación mayor a 1), en comparación a los resultados validados en los estudios descritos anteriormente.
- Con los cocientes encontrados, se determinó el desequilibrio muscular antero-posterior del tronco estimado en la población de estudio con un cociente Flexión/Extensión de 1.09 a comparación del reportado por McGill 0.77.
- La resistencia muscular lateral del tronco tanto del hemicuerpo derecho (56.44 Seg) como del izquierdo (57.32 Seg), se encontró dentro del rango adecuado según lo reportado por McGill.
- En la comparación entre género, los hombres tienen mejor equilibrio en la resistencia muscular de los grupos musculares del tronco en comparación de las mujeres que poseen una inadecuada resistencia muscular antero-posterior.
- El perfil de riesgo de padecer problemas de inestabilidad lumbar en los adolescentes de la muestra del colegio Calasanz se evidencia en los resultados de los test, donde los hombres están en los valores normales en los cocientes que valoran la resistencia muscular flexora-extensora y lateral del tronco, por el contrario, las mujeres se encuentran en un riesgo alto de padecer dolor lumbar a causa del desequilibrio de la resistencia muscular antero-posterior del tronco.



## 8. RECOMENDACIONES.

- Realizar el estudio en una población más amplia, incluyendo otros grados del colegio para poder diferenciar los resultados por categorías según grupos de edades.
- Realizar comparaciones con otros colegios, donde se puedan observar diferencias entre las condiciones escolares y socioculturales.
- Hacer comparaciones con otras poblaciones donde se pueda incluir los datos de la investigación y compararlos con resultados de los profesores, jóvenes deportistas y sedentarios y hasta estudiantes universitarios.
- Realizar estudios donde se incluyan variables tales como peso, talla, índice de masa corporal, porcentaje graso y muscular para poder ver, si éstas variables influyen en los resultados de los test.
- De igual forma, realizar otros test que valoren la resistencia muscular de las extremidades inferiores, ya que, otros estudios han demostrado que, adolescentes con dolor lumbar tienen menor resistencia muscular en las extremidades inferiores a comparación de grupos control que no tienen dolor lumbar.
- Según lo encontrado en la valoración de la resistencia muscular del tronco en los estudiantes del colegio Calasanz y el perfil de riesgo dado con los resultados de los test, se debe realizar un proceso de entrenamiento para mejorar la resistencia de dichos músculos, en especial en el género femenino y dar a conocer la importancia del control postural para evitar posibles daños de las estructuras osteoarticulares y enfermedades en consecuencia de la falta de resistencia muscular del tronco.
- Los docentes del área de deportes y los demás de la institución educativa, realizar un trabajo interdisciplinario para la educación postural de los estudiantes y contribuir al mejoramiento de ella y así desarrollar hábitos posturales adecuados para evitar dolores lumbares a causa de inadecuadas costumbres posturales.

## 9. BIBLIOGRAFIA.

1. ABT, J; et al. **Relationship between cycling mechanics and core stability.** En: J Strength and Conditioning Research. 2007. Vol. 21. No. 4: 1300 – 1304.
2. AKUTHOTA, V; et al. **Core stability exercises principles.** En: Current Sports Medicine Reports. 2008. Vol. 7. No. 1: 39 – 44.
3. AMONOO-KUOFI H. **Changes in the lumbosacral angle, sacral inclination and the curvature of the lumbar spine during aging.** *Acta. Anat., 145(4):373-7, 1992.*
4. BARR, K; GRIGGS, M AND CADBY, T. **Lumbar stabilization: Core concepts and current Literature, part 1.** *Am J Phys Med Rehabil* 2005; 84:473–480.
5. BARR, K; GRIGGS, M AND CADBY, T. **Lumbar Stabilization A Review of Core Concepts and Current Literature, Part 2,** *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation,* 2006, pp 76-77
6. BECKMAN SM AND BUCHANAN TS: **Ankle inversion injury and hypermobility: Effect on hip and ankle muscle Electromyography onset latency.** *Arch Phys Med Rehabil* 1995, **76:**1138–1143
7. BIERING-SORENSEN, **(Low) back trouble in a general population of 30-, 40-, 50-, and 60-year-old men and women:** Study design, representativeness and basic results, *Dan Med Bull* 29 (1982) 289–299.
8. BIERING-SORENSEN, F. **Physical measurements as risk indicators for low-back trouble over a one-year period.** (1984) *Spine,* 9: 106-107.

9. BLISS, L AND TEEPLE, P. **Core Stability: The centerpiece of any training program.** En: Current Sports Medicine Reports. 2005. Vol. 4: 179 – 183.
10. BRADL, I; et al. **Back muscle activation pattern and spectrum in defined load situations.** En: Pathophysiology. 2005. No. 12: 275 – 280.
11. DOMÍNGUEZ LA ROSA, P. Y ESPESO GAYTE, E. **Bases fisiológicas del entrenamiento de la fuerza con niños y adolescentes.** *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte* (2003) vol. 3 pp. 61-68. Disponible desde: <http://cdeporte.rediris.es/revista/revista9/artfuerza.htm>.
12. FARIAS, M AND GREENWOOD, M. **Core training: Stabilizing the confusion.** En: Strength and Conditioning Journal. 2007. Vol. 29. No. 2: 10 – 25.
13. GAMBLE, P. **An integrated approach to training to core stability.** En: Strength and conditioning Journal. 2007. Vol 19. No. 1: 58 – 68.
14. GERACI, M; et al. Buffalo Spine and Sports Institute, PC **Low Back Pain in Adolescent Athletes:** Diagnosis, Rehabilitation, and Prevention 2005 *Human Kinetics • ATT 10(5)*, pp. 6-16.
15. GÓMEZ, A. **Entrenamiento neuromuscular para la prevención de lesiones de rodilla en mujeres.** Pereira: Editorial Kinesis. 2007, 141 pag.
16. GRAVES, J.E., AND B.A. FRANKLIN. **Resistance Training for Health and Rehabilitation.** Windsor, Ontario: Human Kinetics, 2001. 3:27–64.
17. HAMLIN, N; et al. **Trunk muscle activation during dynamic weight training exercises and isometric instability activities.** En: J of Strength and Conditioning Research. 2007. Vol. 21. No. 4: 1108 – 1112.
18. HAYNES, W. **Core stability and the instable platform device.** En: J of bodywork and Movement Therapies. 2004. Vol 8: 88 -103.
19. HEIDT, R.S. JR, L.M. SWEETERMAN, AND R.L. CARLONAS. **Avoidance of soccer injuries with preseason conditioning.** *Am. J. Sports Med.* 27: 699-706, 1999.
20. HELLEMS, H. AND KEATS, T. **Measurement of the normal lumbosacral angle.** *Am. J. Roentgenol. Radium. Ther. Nucl. Med.*, 113 (4):642-5, 1971.

21. HEWETT, T.E., T.N. LINDENFELD, J.V. RICCOBENE, AND F.R. NOYES. **The effect of neuromuscular training on the incidence of knee injury in female athletes.** A prospective study. *Am. J. Sports Med.* 27:699Y706, 1999.
22. HIDES, J.A., C.A. RICHARDSON, AND G.A. JULL. **Multifidus muscle recovery is not automatic after resolution of acute, first-episode low back pain.** *Spine.* 21:2763Y2769, 1996.
23. HODGES PW, RICHARDSON CA: **Inefficient muscular stabilization of the lumbar spine in association with low back pain: a motor control evaluation of transversus abdominis.** *Spine* 1996, 21:2640–2650.
24. JAKUBEK, M. **Stability balls: reviewing the literature regarding their use and effectiveness.** En: *Strength and Conditioning J.* 2007. Vol. 29. No. 5: 58 – 63.
25. J.-C Bernard et al. **Muscle assessment in healthy teenagers comparison with teenagers with low back pain.** En: [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com). March. 2008. P. 274-283.
26. JONES, M, *et al.* **Biological risk indicators for recurrent non specific low back pain in adolescents.** En: *Br J of Sports Med.* 2005. Vol 39: 137 – 140.
27. KOROVISSIS, P; STAMATAKIS, M AND BAIKOUSIS, A. **Segmental roentgen graphic analysis of vertebral inclination on sagittal plane in asymptomatic versus chronic low back pain patients.** *J. Spinal Disord.* 12(2):131-7, 1999.
28. KUJALA, UM, *et al.* **Subject Characteristics and low back pain in young athletes and nonathletes.** *Med Sci Sports Exerc.* 1992; 24(6):627-632.)
29. KONIN, JG; BEIL, N AND WERNER G: **Facilitating the serape effect to enhance extremity force production.** *Athlet Ther Today* 2003, 8:54–56.
30. LATASH, M. **Neurophysiological basis of movement.** Citado por: Gómez, A. **Entrenamiento neuromuscular para la prevención de lesiones de rodilla en mujeres.** Pereira: Editorial Kinesis. 141.

31. LEPHART, S, *et al.* **The role of proprioception in the management and rehabilitation of athletic injuries.** En: Am J of Sports Medicine. 1997. Vol. 1: 130 - 137
32. LEETUN, D, *et al.* **Core stability measures as risk factors for lower extremity injury in athletes.** En: Med Sci Sports and Exercise. 2004. Vol. 36. No. 6: 926 – 934.
33. MASSION, J. **Cerebro y motricidad,** Citado por GÓMEZ, A. **Entrenamiento neuromuscular para la prevención de lesión de rodilla en las mujeres.** Pereira: Editorial Kinesis. 141 Pág.
34. MCGILL, S, *et al.* **Coordination of Muscle activity to assure stability of the lumbar spine.** Journal of Electromyography and Kinesiology 13:353Y359, 2003.
35. MCGILL, S; CHILDS, A AND LIEBENSON, C. **Endurance times for low back stabilization exercises: Clinical targets for testing and training from a normal database.** Archives of physical medicine and rehabilitation, 1999; 80: 941-944.
36. MCGILL, S. **Low back disorders: Evidence based prevention and rehabilitation.** En: Human Kinetics. 2002. 295 p.
37. MCGILL, S. **Low back exercises: Evidence for improving exercise regimens.** Waterloo, Ontario. Physical therapy. 1998. P. 754-765.
38. MCGILL S. **Ultimate Back Fitness and Performance.** Waterloo, ON: Wabuno Publishers; 2004.
39. MCGILL S. **Ultimate Back Fitness and Performance.** 2nd ed. Waterloo, Ontario, Canada: Backfitpro Inc; 2006.
40. MCNEILL, T, *et al.* **Trunk strengths in attempted flexion, extension, and lateral bending in healthy subjects and patients with low-back disorders.** Spine. 1980;5:529-538.
41. MUSCOLINO, J AND CIPRIANI, S. **Pilates and the powerhouse II.** En: J of Bodywork and Movement Therapies. 2004. Vol. 8: 122 – 130.
42. MYER, J AND LEPHART, S. **The role of sensorimotor system in the athletic shoulder.** En: J of Athletic Training. 2000. Vol. 35: 351 – 363.

43. NORWOOD, J, *et al.* **Electromyography activity of the trunk stabilizers during stable and unstable bench press.** En: J Strength and Conditioning Research. 2007. Vol. 21. No. 2: 343 – 347.
44. NORRIS, C. **Functional load abdominal. Training: Part 1.** *J. Body Work Mov. Ther.* 3:150–158. 1999
45. OCHOA, G. **Dolor Lumbar, una re-evaluación de los conceptos.** Dolor 2001. Asociación Colombiana para el Estudio del dolor. 87-116.
46. OHLEN G, WREDMARK T, SPANGFORT E. **Spinal sagittal configuration and mobility related to low-back pain in the female gymnast.** *Spine.* 1989;14(8):847-850.
47. OLSEN, TL, *et al.* **The epidemiology of low back pain in an adolescent population.** *Am J Public Health.* 1994; 82(4):606-608.)
48. O’SULLIVAN, P.B, *et al.* **Altered motor control strategies in subjects with sacroiliac joint pain during the active straightleg-raise test.** *Spine.* 27:E1YE8, 2002.
49. PANJABI, M. **Clinical spinal instability and low back pain.** En: J of Electromyography and Kinesiology. 2003. Vol. 13: 371 – 379.
50. PANJABI, M. **The stabilizing system of the spine: Part 1. Function, dysfunction, adaptation, and enhancement.** *J Spinal Disord* 1992; 5:383–89; discussion, 397.
51. RICHARDSON, CA, *et al.* **Therapeutic Exercise for Spinal Segmental Stabilisation in Low Back Pain: Scientific Basis and Clinical Approach.** New York: Harcourt; 1999.
52. SAAL, JA. **Dynamic muscular stabilization in the nonoperative treatment of lumbar pain syndromes.** *Orthop Rev* 1990, 19:691–700.
53. SALMINEN J. *et al.* **Low back pain and disability in 14-yearold Schoolchildren.** *Acta Paediatr.* 1992; 81(12):1035-1039.
54. SAHRMANN, S. **Movement impairment syndromes of the lumbar spine, in: Diagnosis and treatment of movement impairment syndromes.** St. Louis, Mosby, 2002, pp 51–119

55. SAPSFORD, R. **Explanation of medical terminology (letter)**. *Neurourol. Urodyn.* 19:633, 2000.
56. SJOLIE, A AND LJUNGGREN A. **The significance of high lumbar mobility and low lumbar strength for current and future low back pain in adolescents**. *Spine* 2001; 26:2629–36
57. SPARTO, P AND PARNIANPOUR, M. **Estimation of trunk muscle forces and spinal loads during fatiguing repetitive trunk exertions**. *Spine* 23: 2563–2573. 1998.
58. TSE, M, *et al.* **Development and validation of a core endurance intervention program: Implications for performance in college age rowers**. En: *J of Strength and conditioning research*. 2005. Vol 19. No. 3: 552 - 557.
59. VLEEMING, A, *et al.* **The posterior layer of the thoracolumbar fascia. Its function in load transfer from spine to legs**. *Spine*. 2:753Y758, 1995.
60. WALTON, J, *et al.* **The instable shoulder in the adolescent athlete**. En: *J of Athletic Training*. 2002. Vol. 30: 758 – 767.
61. WILLARDSON, J. **A periodized approach for core training**. En: *Health and Fitness J.* 2---. Vol. 12. No. 1: 7 – 13.
62. WILLARDSON, J. **Core stability training: applications to sports conditioning programs**. En: *J of Strength and conditioning research*. 2007. Vol. 21. No. 3: 979 – 985.
63. WILLARDSON, J. **Core stability training for healthy athletes: A different paradigm for fitness professionals**. En: *Strength and Conditioning J.* 2007. Vol. 29. No. 6: 42 – 49.
64. ZURITA, Pérez Rebeca. **Diferencias significativas entre el hombre y la mujer deportista en cuanto a la capacidad de rendimiento deportivo**. 2009. Vol 17. Pp 1-8. Disponible desde: < [http://www.csicsif.es/andalucia/modules/mod\\_ense/revista/pdf/Numero\\_17/REBECA\\_ZURITA\\_PEREZ\\_2.pdf](http://www.csicsif.es/andalucia/modules/mod_ense/revista/pdf/Numero_17/REBECA_ZURITA_PEREZ_2.pdf).

## **Anexo 1 CONSENTIMIENTO INFORMADO DE PARTICIPANTES EN EL ESTUDIO**

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA**  
**FACULTAD CIENCIAS DE LA SALUD**  
**PROGRAMA CIENCIAS DEL DEPORTE Y LA RECREACIÓN**

### **CONSENTIMIENTO INFORMADO DE PARTICIPACIÓN EN INVESTIGACIÓN**

El consentimiento informado es la declaración que usted da por escrito de su libre voluntad de participar en la investigación luego de comprender en qué consiste, tal como se presenta enseguida.

#### **Objetivo de la Investigación:**

Evaluar la estabilidad lumbar de los jóvenes estudiantes de los grados décimo y once del colegio Calasanz, en la ciudad de Pereira.

#### **Justificación de la Investigación:**

El dolor lumbar es un problema médico común, pues entre el 50 al 70% de la población tiene riesgo de sufrir de dolor lumbar durante su vida<sup>120</sup>, Se ha encontrado que en gran parte el problema es de origen mecánico, es decir, se

---

120 BIERING-SORENSEN. Op cit., p. 289-299.



refiere frecuentemente a la inestabilidad lumbar; la cual se ha definido como la pérdida de la habilidad de la columna para mantener los patrones de desplazamiento bajo las cargas fisiológicas normales<sup>121</sup>.

La inestabilidad lumbar está relacionada directamente con los desequilibrios musculares del complejo lumbo-pélvico. Cuando el cinturón core es débil e inestable; la fuerza de la musculatura distal no solo se atenúa, sino que también se puede producir daño en la musculatura proximal debido a que cuando se produce la compresión a causa de la fuerza que se hace con los músculos del cinturón core, se puede generar mayor movimiento y en consecuencia lesiones por sobreuso o la degeneración concomitante de las articulaciones de la columna<sup>122</sup>.

A nivel general, la esencia de la estabilización tiene como eje la fuerza en el complejo lumbo pélvico que permita un correcto equilibrio de la musculatura proximal, lo cual conlleva a la mayor fuerza y efectividad en la musculatura distal; Tse, M; et al<sup>123</sup> soporta la idea en la cual afirma que a nivel terapéutico, el entrenamiento de estabilidad y resistencia del complejo lumbo pélvico se ha utilizado para tratar la patología de columna y disminuir el dolor lumbar; éste tipo de ejercicios se han incluido en los programas terapéuticos y de entrenamiento, tanto en atletas como en no atletas, ya que la mejora en la resistencia muscular y no en la fuerza se ha asociado con la reducción de los síntomas.

Aunque los ejercicios de fuerza son introducidos a menudo en un programa de ejercicios de atletas o pacientes en un intento por prevenir el dolor de espalda baja, contrariamente a lo que comúnmente se piensa, la evidencia sugiere que la resistencia muscular del tronco y no la fuerza, está relacionada con la reducción de los síntomas (Biering-Sorensen 1984).

Por medio de la evaluación de la resistencia de la musculatura lateral, de los flexores y los extensores del tronco se pueden obtener datos claros sobre la probabilidad de sufrir dolor lumbar en el futuro, pues Biering-Sorensen (1984) mostraron que la disminución de la resistencia de los extensores del tronco predecía quienes tenían un gran riesgo de tener futuros problemas de espalda.

---

121 PANJABI, M. Op cit., p. 371-379.

122 MUSCOLINO, J AND CIPRIANI, S. Pilates and the powerhouse II. En: J of Bodywork and Movement Theraphies. 2004. Vol. 8: 122 – 130.

123 TSE, M, *et al*. Op cit., p. 552-557.

Recientes trabajos han sugerido que el balance entre los flexores y los extensores del tronco y la musculatura lateral, discrimina mejor quienes sufrirán problemas de espalda de quienes no, pues estos tres grupos musculares están involucrados en la estabilidad espinal durante muchas tareas de la vida diaria. (McGill, S. 2002)

La evaluación de la estabilidad lumbar en jóvenes toma un lugar importante en la prevención de lesiones futuras, porque permite elaborar un perfil de riesgo de los jóvenes asistentes a formación secundaria que permita determinar los posibles factores de riesgo tanto para dolor lumbar como para posibles casos de inestabilidad intervertebral que se puedan desencadenar en hernias discales y así tomar medidas preventivas que influyan en la salud osteo-muscular tanto en los jóvenes evaluados, y así realizar intervenciones efectivas que preparen los jóvenes y niños en la exhibición de movimientos maduros y sofisticados que incluyan la estrategia correcta de estabilidad, la cual sea fácilmente adaptada a una amplia variedad de tareas en la vida diaria<sup>124</sup> (Hayne, W. 2004).

En conclusión, se pretende realizar una comparación por género en el colegio Calasanz, Pereira en estudiantes de grado décimo y undécimo; y proveer a la institución educativa de un sistema evaluativo clínico, poco costoso y de fácil aplicación que permita continuar con la evaluación constante, elaborando el perfil del colegio e incitando a tomar las medidas necesarias para mejorar o mantener los resultados obtenidos.

### **Criterios de inclusión:**

Teniendo en cuenta que esta investigación pretende evaluar la resistencia muscular del complejo lumbo pélvico en adolescentes, dicha población deberá cumplir con unos requisitos mínimos para incluirlos como población objeto. Los requisitos de inclusión serán entonces:

- Personas entre 15 y 17 años de edad, sin importar el género
- Alumnos del Colegio Calasanz Pereira que actualmente estén cursando los grados decimo u once de básica secundaria.

---

<sup>124</sup> HAYNES, W. Core stability and the instable platform device. En: J of bodywork and Movement Therapies. 2004. Vol 8: 88 -103.

## **Criterios de exclusión**

- Personas con luxaciones en miembro superior o inferior.
- Personas con fracturas o antecedentes de fracturas recientes o lesión articular.
- Personas con quemaduras de segundo y tercer grado en miembro superior e inferior.
- Personas con antecedentes de dolor lumbar.
- Limitaciones funcionales que impidan el normal desarrollo de los test.

**Procedimientos:** La evaluación de la estabilidad lumbar se realizará a través de cinco test que ya han sido validados, utilizados en otros estudios y que no conllevan ningún riesgo para el evaluado, estos cinco test ofrecen información fundamental sobre la resistencia muscular del complejo lumbo pélvico pues cada uno evalúa un grupo muscular diferente.

- Prone bridge test: Resistencia de la musculatura antero posterior.
- Side bridge test (Right and left): Resistencia de la Musculatura lateral (Oblicuos mayor y menor del abdomen, Flexor de cadera).
- Test de los flexores de tronco: Resistencia de la Musculatura abdominal (Recto abdominal, transverso del abdomen).
- Test de los extensores de tronco: Resistencia Musculatura lumbo pélvica (Psoas, sacrolumbar).

La batería de test se llevará a cabo en el salón de expresión rítmica, donde el evaluado estará acompañado de los evaluadores y del Profesional del área, deberá vestir en el momento de la evaluación el uniforme de educación física (Camiseta y pantaloneta). Se tiene previsto un tiempo de 16 minutos por cada participante en el estudio para la ejecución de los test.

**Molestias y riesgos esperados:** Durante la ejecución de los test el evaluado al sentir cansancio o dolor en alguna de las posturas isométricas que implican los test podrá inmediatamente tomar una posición cómoda y de descanso por lo que el riesgo de una lesión así sea leve está descartada.

**Beneficios:** El evaluado conocerá su nivel de riesgo de sufrir inestabilidad lumbar en un futuro cercano, de tal forma que pueda tomar medidas terapéuticas que le permita prevenir lesiones lumbares que afecten su vida cotidiana en un futuro.

**Garantía de respuesta a inquietudes:** los participantes recibirán respuesta a cualquier pregunta que les surja acerca de la investigación.

**Garantía de libertad:** los participantes podrán retirarse de la investigación en el momento que lo deseen, sin ningún tipo de represalia.

**Confidencialidad:** los nombres y toda información personal será manejada en forma privada, sólo se divulgará la información global de la investigación.

**Garantía de información:** los participantes recibirán toda información significativa que se obtenga durante el estudio.

**Garantía de indemnización:** No existe la posibilidad de producir lesiones permanentes en los participantes por causa de la investigación, por lo cual no se requiere garantizar indemnización. De todas formas la Universidad respalda la investigación.

**Gastos adicionales:** en caso que existan gastos adicionales durante el desarrollo de la investigación, serán costeados con el presupuesto de la misma.

Certifico que he leído la anterior información, que entiendo su contenido y que estoy de acuerdo en participar en la investigación. Se firma a los \_\_\_\_ días, del mes \_\_\_\_\_, del año 2010.

<b>PARTICIPANTES EN EL ESTUDIO</b>	
Nombre y apellidos del participante	Tarjeta de identidad
Nombre y apellidos del padre-madre o acudiente ante el colegio Calasanz Pereira	Cédula de ciudadanía
Nombre y apellidos del primer testigo	Cédula de ciudadanía
Firma del primer testigo	Relación con sujeto investigado
Nombre y apellidos del segundo testigo	Cédula de ciudadanía
Firma del segundo testigo	Relación con sujeto investigado

<b>Instrumento de recolección de datos</b>	
Nombre:	Grado:
Documento de identidad:	Fecha de nacimiento:
<b>TEST</b>	<b>TIEMPO (s)</b>
Prone bridge test	
Left side bridge test	
Right side bridge test	
Test de flexores de tronco	
Test de extensores de tronco	

**Anexo 2. INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

<b>Criterios de inclusión</b>		
	<b>Si</b>	<b>No</b>
Persona entre 15 y 17 de edad, sin importar el género		
Alumno del colegio Calasanz Pereira que actualmente estuviera cursando los grados décimo y once de secundaria		
<b>Criterios de exclusión</b>		
	<b>Si</b>	<b>No</b>
Luxación en miembro superior e inferior		
Fracturas o antecedentes de fracturas recientes o lesión articular		
Quemaduras de segundo y tercer grado en miembro superior e inferior		
Antecedente de dolor lumbar		
Limitaciones funcionales que impidan el normal desarrollo de los test		