

DIFERENCIAS EN EL BALANCE DINÁMICO Y LA RESISTENCIA MUSCULAR DEL TRONCO ENTRE MUJERES PRACTICANTES DEL MÉTODO PILATES Y FÉMINAS QUE REALIZAN EJERCICIO FÍSICO CONVENCIONAL EN LA CIUDAD DE PEREIRA, 2012

**ALEJANDRO GÓMEZ RODAS
MARITZA VERA MUÑOZ**

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
PROGRAMA FISIOTERAPIA Y KINESIOLOGÍA
PEREIRA
2012**

**DIFERENCIAS EN EL BALANCE DINÁMICO Y LA RESISTENCIA MUSCULAR DEL TRONCO ENTRE
MUJERES PRACTICANTES DEL MÉTODO PILATES Y FÉMINAS QUE REALIZAN EJERCICIO FÍSICO
CONVENCIONAL EN LA CIUDAD DE PERERIA, 2012**

**ALEJANDRO GÓMEZ RODAS
MARITZA VERA MUÑOZ**

Tesis de grado para optar al título de Fisioterapia y Kinesiología

**Director
Dr. José Fernando López Herrera
Médico Fisiatra**

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
PROGRAMA FISIOTERAPIA Y KINESIOLOGÍA
PEREIRA
2012**

Nota de aceptación

Presidente del jurado

Jurado

Pereira _____ de _____ 2012

DEDICATORIA

A mi esposa y a mis dos preciosas hijas, por su comprensión, amor desmedido e incondicional
A las personas que durante este trayecto de mi vida han ayudado a realizar mis sueños, mi mamá y
mis hermanas

AGRADECIMIENTOS

A todos aquellos que directa o indirectamente hicieron posible el logro de esta doble titulación. En especial, al Doctor José Fernando López Herrera, quien soñó, diseñó e inició este proyecto educativo.

Al Doctor Samuel Trujillo, quien culminó el camino emprendido.

A nuestros compañeros con quienes compartimos, disfrutamos y sufrimos este nuevo logro en nuestras vidas.

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	xiv
1. PROBLEMA	1
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	2
2. JUSTIFICACIÓN	3
3. OBJETIVOS	5
3.1 OBJETIVO GENERAL	5
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	5
4. MARCO DE REFERENCIA	6
4.1 MARCO TEÓRICO:.....	6
4.1.1 Dolor lumbar.	6
4.1.2 Definición del dolor lumbar	7
4.1.3. Una nueva mirada a la etiología y tratamiento del dolor lumbar.	7
4.1.4 Un nuevo modelo para el tratamiento del dolor lumbar.	8
4.1.4.1 Modelo tradicional para el manejo del dolor lumbar.....	8
4.1.4.2 Nuevo modelo para el tratamiento del dolor lumbar.	9
4.1.5 Concepto de estabilidad espinal:.....	11
4.1.6 Déficit de resistencia muscular y dolor lumbar.	14
4.1.7 Deterioro del control postural en el dolor lumbar.	16
4.1.8 Método pilates y dolor lumbar	17
4.1.8.1 Método pilates y mejora de la estabilidad postural.	18
4.1.8.2 Método pilates y mejora de la resistencia muscular del tronco.....	18
4.2 MARCO CONCEPTUAL	19
4.2.1 Resistencia muscular antero-posterior y lateral del tronco.	20
4.2.1.1 Test de resistencia de la musculatura lateral del tronco (Lateral Bridge).	21
4.2.1.2 Test de resistencia de la musculatura anterior del tronco a 60 ⁰	22
4.2.1.3 Test de resistencia de la musculatura anterior del tronco a 45 ⁰	23
4.2.1.4 Test de resistencia de la musculatura posterior del tronco.	24
4.2.1.5 Valores normativos de la resistencia muscular del tronco.....	25
4.2.2 Balance dinámico.....	26
4.2.2.1 Forward reach test (test de alcanzar adelante).....	26
4.3 MARCO DE ANTECEDENTES:	27

4.4 MARCO JURIDICO	37
5. METODOLOGÍA	38
5.1 TIPO Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	38
5.2 HIPÓTESIS	38
5.3 POBLACIÓN Y MUESTRA.....	38
5.3.1 Criterios de Inclusión.....	38
5.3.2 Criterios de exclusión	39
5.4 VARIABLES INDICADORES E ITEMS	39
5.5 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS	43
5.5.1 Resistencia de la musculatura anterior del tronco a 60 ⁰ sobre la horizontal.	43
5.5.2 Resistencia de la musculatura anterior del tronco a 45 ⁰ sobre la horizontal..	44
5.5.3 Resistencia de la musculatura posterior del tronco.	44
5.5.4 Resistencia de la musculatura lateral del tronco.	44
5.5.5 Balance dinámico.	45
5.5.6 Protocolo de medición.	45
5.5.6.1 Realización del test de resistencia de la musculatura posterior del tronco	46
5.5.6.2 Realización del test de resistencia de la musculatura anterior del tronco a 60 ⁰	47
5.5.6.3 Realización del test de resistencia de la musculatura lateral del tronco (lateral bridge)	47
5.5.6.4 Realización del test de balance dinámico (forward reach test – test de alcanzar adelante)	48
5.5.6.5 Realización del test de resistencia de la musculatura anterior del tronco a 45 ⁰	49
5.6 EVALUACIÓN BIOÉTICA:	49
6. RESULTADOS	51
7. DISCUSIÓN	68
8. CONCLUSIONES	76
9. RECOMENDACIONES	77
BIBLIOGRAFÍA	79

LISTA DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Promedios de tiempo en segundos de resistencia muscular del tronco para las regiones anterior, posterior y lateral del tronco y sus respectivos cocientes normalizados con respecto a la resistencia muscular posterior del tronco.....	25
Cuadro 2. Discrepancias en los cocientes que sugieren desequilibrios en la resistencia muscular del tronco. 26	
Cuadro 3. Marco de Antecedentes.....	28
Cuadro 4. Presentación de las variables, su definición, indicadores e ítems.....	39

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Test de resistencia de la musculatura lateral del tronco (lateral bridge).....	21
Figura 2. Test de resistencia de la musculatura anterior del tronco a 60 ⁰ :.....	22
Figura 3. Test de resistencia de la musculatura anterior del tronco a 45 ⁰	23
Figura 4. Test de resistencia de la musculatura posterior del tronco	24
Figura 5. Desarrollo forward reach test (test de alcanzar adelante).....	27
Fig. 6 Comparación de la resistencia muscular en flexión del tronco a 60 grados entre el grupo de mujeres practicante del método Pilates, el grupo de mujeres practicante de ejercicio convencional en gimnasio y el dato normativo de la investigación de McGill, Childs y Liebenson (1999) para esta variable.....	53
Fig. 7 Comparación de la resistencia muscular en flexión del tronco a 45 grados entre el grupo de mujeres practicante del método Pilates, el grupo de mujeres practicante de ejercicio convencional en gimnasio y el dato preliminar de la investigación de Chen y Cols (2003) para esta variable.	54
Fig. 8 Comparación de la resistencia muscular en extensión del tronco entre el grupo de mujeres practicante del método Pilates, el grupo de mujeres practicante de ejercicio convencional en gimnasio y el dato normativo de la investigación de McGill, Childs y Liebenson (1999) para esta variable.	55
Fig. 9 Comparación de la resistencia muscular lateral derecha del tronco entre el grupo de mujeres practicante del método Pilates, el grupo de mujeres practicante de ejercicio convencional en gimnasio y el dato normativo de la investigación de McGill, Childs y Liebenson (1999) para esta variable.	56
Fig. 10 Comparación de la resistencia muscular lateral izquierda del tronco entre el grupo de mujeres practicante del método Pilates, el grupo de mujeres practicante de ejercicio convencional en gimnasio y el dato normativo de la investigación de McGill, Childs y Liebenson (1999) para esta variable.	57

Fig. 11 Comparación del balance dinámico con el test forward-reach entre el grupo de mujeres practicante del método Pilates, el grupo de mujeres practicante de ejercicio convencional en gimnasio y el dato preliminar en adultos jóvenes de la investigación de Lin y Liao (2011) para esta variable.....	58
Fig. 12 Comparación del cociente de resistencia muscular en flexión de tronco a 60 grados/extensión entre el grupo de mujeres practicante del método Pilates, el grupo de mujeres practicante de ejercicio convencional en gimnasio y el dato normativo de McGill (2007) para esta variable.	59
Fig. 13 Comparación del cociente de resistencia muscular en flexión de tronco a 45 grados/extensión entre el grupo de mujeres practicante del método Pilates, el grupo de mujeres practicante de ejercicio convencional en gimnasio y el dato normativo de McGill (2007) para esta variable.	60
Fig. 14 Comparación del cociente de resistencia muscular lateral derecha/resistencia muscular lateral izquierda entre el grupo de mujeres practicante del método Pilates, el grupo de mujeres practicante de ejercicio convencional en gimnasio y el dato normativo de McGill (2007) para esta variable.	61
Fig. 15 Comparación del cociente de resistencia muscular lateral derecha/resistencia muscular en extensión del tronco entre el grupo de mujeres practicante del método Pilates, el grupo de mujeres practicante de ejercicio convencional en gimnasio y el dato normativo de McGill (2007) para esta variable.	62
Fig. 16 Comparación del cociente de resistencia muscular lateral izquierda/resistencia muscular en extensión del tronco entre el grupo de mujeres practicante del método Pilates, el grupo de mujeres practicante de ejercicio convencional en gimnasio y el dato normativo de McGill (2007) para esta variable.	63
Fig. 17 Comparación de los tiempos de los diferentes test de resistencia muscular del tronco entre las dieciséis mujeres más avanzadas en edad y las dieciséis mujeres más jóvenes sin importar modalidad metodológica de ejercicio.....	64
Fig. 18 Comparación del desempeño en balance dinámico entre las dieciséis mujeres más avanzadas en edad y las dieciséis mujeres más jóvenes sin importar modalidad metodológica de ejercicio.	65
Fig. 19 Comparación de los diferentes cocientes de resistencia muscular del tronco entre las dieciséis mujeres más avanzadas en edad y las dieciséis mujeres más jóvenes sin importar modalidad metodológica de ejercicio.	66

Fig. 20 Comparación de la resistencia muscular del tronco entre el hemicuerpo dominante y no dominante en las mujeres que practican Pilates y las que practican ejercicio convencional en gimnasio.....67

LISTA DE TABLAS

Pág.

Tabla 1. Promedios y desviaciones estándar de edad e índice de masa corporal del grupo de mujeres practicantes de Pilates y ejercicio convencional en gimnasio, el grupo de dieciséis mujeres más avanzadas en edad y el grupo de dieciséis mujeres más jóvenes con su correspondiente dominancia lateral.....	52
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
ANEXO 1	90
ANEXO 2	92
ANEXO 3	95
ANEXO 4	98
ANEXO 5	99

RESUMEN

El déficit en el control postural y las asimetrías en la resistencia muscular antero-posterior y lateral del tronco han sido asociados con la aparición del dolor lumbar. Diversas metodologías de ejercicio han mostrado ser efectivas en las mejoras del balance dinámico, la resistencia muscular del tronco, en la prevención y manejo del dolor lumbar. El objetivo del presente estudio fue determinar las diferencias en el balance dinámico y la resistencia muscular del tronco entre mujeres practicantes del método Pilates y féminas que realizan ejercicio convencional en gimnasio. Se realizó un test de balance dinámico y test isométricos de resistencia a la fuerza en 4 posiciones distintas a 16 mujeres sanas con 6 meses de entrenamiento previo en metodología Pilates y a 16 mujeres sanas con experiencia de 6 meses de ejercicio convencional en gimnasio. Posteriormente, se determinaron las diferencias entre estos dos grupos a partir de la prueba estadística T de Student. Se estableció la existencia de diferencias significativas en la resistencia de la musculatura posterior del tronco entre las mujeres practicantes de Pilates y las mujeres que realizan ejercicio convencional en gimnasio pero no se presentaron diferencias significativas entre grupos en las demás variables analizadas.

1. PROBLEMA

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El dolor lumbar constituye uno de los mayores problemas de salud pública en la sociedad occidental industrializada, afectando una gran parte de la población provocando alteraciones en la vida personal, social, laboral y económica (Maniadakis & Gray, 2000). El dolor lumbar tiene una alta prevalencia durante la vida, reportándose la aparición del mismo en un 60-85% de la población. La mayoría de los episodios de dolor lumbar provocan limitación funcional y su recuperación se logra en el 90% de la población en 6 semanas pero se puede presentar dolor residual que puede llegar a persistir por un período de uno a tres meses (Majid & Truumees, 2008), llegando a fluctuar en el tiempo con recurrencias o exacerbaciones frecuentes (Airaksinen et al., 2006) hasta llegar a instalarse por completo de manera crónica.

Los costos asociados al dolor lumbar en cuanto a tratamiento y atención médica, aunque sea imposible su estimación de manera precisa, se calculan en un rango superior a los \$ 50 billones de dólares por año y pueden llegar a rango extremos de hasta \$100 billones de dólares en E.E.U.U en costos médicos directos e indirectos y, de estos costos, el 75% corresponde sólo al 5% de la población que es incapacitada temporal o permanentemente (Frymoyer & Cats-Baril, 1991). En Colombia, el dolor lumbar y los trastornos de disco intervertebral ocupan el segundo y tercer puesto respectivamente en los diagnósticos de enfermedad profesional, correspondiendo al 15 y 8,6% del total de enfermedades profesionales (Duque, 2009).

A esto se suma que el 7% del tiempo de la consulta y tratamiento médico lo consume el dolor lumbar, siendo la tasa de éxito muy pobre. Únicamente el 50% de la población retorna al trabajo después de 6 semanas de haber iniciado los síntomas del dolor lumbar y un 60% de quienes sufren dolor lumbar experimentan recidivas el mismo año de comienzo de dolor lumbar de novo (Norris, 2008). Más preocupante aún es el hecho de que la prevalencia del dolor lumbar en adolescentes esté alcanzando los mismos niveles de los adultos (Jones, Stratton, Reilly, & Unnithan, 2005)

Se ha demostrado que el dolor lumbar tiene como característica asociada un pobre control postural debido al incremento del tiempo de respuesta muscular ante desestabilizaciones del equilibrio corporal (Radebold, Cholewicki, Polzhofer, & Greene,

2001). Igualmente, este tipo de respuesta alterada en las reacciones posturales también se ha observado en atletas, evidenciándose que el incremento en las latencias de respuesta muscular frente a perturbaciones del equilibrio son preexistentes al dolor lumbar y se constituyen en factor de riesgo para el desarrollo del mismo (Radebold et al., 2001)

Adicionalmente, se ha podido comprobar que el déficit de fuerza de la musculatura lumbar no constituye por sí mismo, ni un factor de riesgo, ni una consecuencia para el desencadenamiento del dolor lumbar; en efecto, es la pérdida de la resistencia muscular del tronco el principal factor asociado, tanto con la aparición del dolor lumbar de novo, como también una de las principales consecuencias después de la resolución del dolor lumbar (Biering-Sorensen, 1984) (Sung, Lammers, & Danial, 2009).

Reciente evidencia demuestra que, siendo la resistencia muscular uno de los principales predictores de dolor lumbar, el equilibrio de la resistencia muscular antero posterior y lateral, predice con mayor exactitud aquellos sujetos en riesgo de experimentar dolor lumbar y se perfila como una secuela perdurable en el tiempo después de la resolución de los síntomas del dolor lumbar (Stuart McGill, 2007). Adicionalmente, las mujeres atletas y no atletas presentan diferencias importantes en el equilibrio de resistencia muscular frente a su contrapartes varones, haciéndolas más proclives al desencadenamiento del dolor lumbar (Evans, Refshauge, & Adams, 2007) (Stuart McGill, 2007)

Varias aproximaciones con ejercicio preventivo y terapéutico han sido utilizadas con éxito tanto en la prevención como en el manejo del dolor lumbar (K. Keller, 2006). Recientemente, la reaparición del método pilates y su énfasis en el control postural y resistencia muscular, lo hicieron blanco de numerosas investigaciones para identificar su utilidad en el tratamiento del dolor lumbar (Posadzki, Lizis, & Hagner-Derengowska, 2011). Sin embargo, en la actualidad, se desconocen las diferencias que este método pueda tener para el mejoramiento del balance dinámico y la resistencia muscular del tronco frente al ejercicio físico convencional y, como consecuencia, su utilidad y dimensión en el ámbito de la prevención primaria y secundaria en salud.

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA:

¿Cuáles son las diferencias en el balance dinámico y la resistencia muscular del tronco entre mujeres que practican pilates y mujeres que realizan ejercicio físico convencional?

2. JUSTIFICACIÓN

Dado que el dolor lumbar es uno de los principales problemas de salud pública, muchos han sido los tratamientos terapéuticos que se han sugerido para su manejo y prevención. Es así que, a través de la historia, han surgido terapias conservadoras enfocadas en el reposo y cuidados del dolor, terapias activas como las de Williams y McKenzie, ejercicio específico para el fortalecimiento de la región lumbar y, en los últimos años, se ha promulgado el ejercicio con énfasis en la estabilización lumbopélvica, todos ellos con diferentes aproximaciones teóricas y prácticas.

Recientemente, la reaparición del método pilates, desde su comercialización después de los años 80 del siglo XX, ha provocado la afluencia de una gran cantidad de personas, entre ellas mujeres de todas las edades, buscando mejorar la condición física, estética corporal y salud. Dentro de las premisas fundamentales de este método de ejercicio, se encuentra el control del cuerpo y su movimiento, en especial, a través de la generación de un poderoso centro corporal denominado por los especialistas del método como powerhouse (Muscolino & Cipriani, 2004)

La aplicación de la metodología pilates, consistente en aproximadamente 500 ejercicios de estiramiento y fortalecimiento muscular, puede llevarse a cabo tanto en piso como en máquinas diseñadas para su realización, ambas son igualmente efectivas para la mejora de la condición física y ha venido tomando fuerza como un método efectivo para la prevención y manejo del dolor lumbar.

Recientemente, la utilización de este método ha mostrado mejoras en el balance dinámico del cuerpo (Kaesler, Mellifont, Kelly, Physio, & Taaffe, 2007), tanto en población adulta joven saludable (Johnson, Larsen, Ozawa, Wilson, & Kennedy, 2007) como en población adulta mayor (Babayigit, 2009) y, dada la relación existente entre la alteración del control postural, tanto como factor predictor de dolor lumbar como secuela posterior a su aparición, el método es utilizado como una técnica de prevención y tratamiento de este tipo de alteración en el control motor (Posadzki et al., 2011)

Igualmente, el método pilates ha mostrado mejorar la resistencia muscular antero posterior del tronco en población femenina sedentaria (García, Laguna, & Laín, 2011), variable que ha sido también relacionada como factor de riesgo para dolor lumbar y como secuela secundaria al mismo (Stuart McGill, 2007). Es típica en la aplicación de este método la importancia que se le da al entrenamiento de la resistencia muscular, especialmente al centro del cuerpo o powerhouse (Muscolino & Cipriani, 2004), lo que lo ha hecho tan popular para la mejora de diversas patologías musculoesqueléticas debido a

la fuerte asociación entre los déficits en la estabilidad lumbo-pélvica y la aparición de otros tipos de lesiones musculoesqueléticas (S M McGill, 2001).

La popularidad, el interés que despierta en la población femenina, la facilidad de su aplicación, el ambiente agradable en el que se desarrollan sus sesiones y el énfasis que el método proporciona a la integración mente – cuerpo como premisa fundamental para mejorar el control motor, lo hacen un candidato atractivo para el tratamiento del dolor lumbar. Por tal razón, se justifica evidenciar las diferencias que el método puede proveer con respecto a las metodologías orientadas al fortalecimiento muscular del ejercicio físico convencional.

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

- Determinar las diferencias en el balance dinámico y la resistencia muscular del tronco entre mujeres practicantes del método pilates versus féminas que realizan ejercicio físico convencional en la ciudad de Pereira año 2012

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Establecer las características del balance dinámico y la resistencia muscular del tronco en un grupo de mujeres practicantes del método pilates.
- Determinar las características del balance dinámico y la resistencia muscular del tronco en un grupo de mujeres practicantes de ejercicio físico convencional.
- Identificar las posibles diferencias en las características del balance dinámico y la resistencia muscular del tronco entre el grupo de mujeres practicantes del método pilates y el grupo de mujeres que realizan ejercicio físico convencional.
- Establecer las características y posibles diferencias en el balance dinámico y la resistencia muscular del tronco entre las dieciséis mujeres más avanzadas en edad y las dieciséis mujeres más jóvenes de este estudio.
- Determinar las diferencias en la resistencia muscular lateral del tronco de acuerdo a la dominancia lateral de las mujeres del presente estudio.

4. MARCO DE REFERENCIA

4.1 MARCO TEÓRICO:

4.1.1 Dolor lumbar: El dolor lumbar es un problema universal dado que el 80% de la población del mundo occidental sufrirá, en algún momento de su vida, algún episodio de dolor lumbar y el 35% de la población sufre de alguna clase de dolor lumbar (Frymoyer & Cats-Baril, 1991). Los costos son tremendos, tanto desde el punto de vista financiero y en términos de sufrimiento personal.

La mayoría de las personas que sufren de dolor lumbar se recuperan en 6 semanas, pero un 5 a 15% de los sujetos que sufren por primera vez de dolor lumbar, progresan a una discapacidad permanente y el costo financiero del tratamiento de este bajo porcentaje equivale al 90% del total de los gastos de esta condición (Liebenson, 1999). Adicionalmente, la recurrencia del dolor lumbar después de un episodio agudo es muy común evidenciándose que el 60% de las personas que se recuperan de un dolor lumbar agudo sufren una recidiva dentro del mismo año de inicio del primer episodio y un 45% de estos mismos sujetos muestran una segunda recurrencia dentro de los cuatro años siguientes al inicio del primer evento (Liebenson, 1999)

Los costos asociados al dolor lumbar se estiman en un rango superior a los \$ 50 billones de dólares por año y pueden llegar a rango extremos de hasta \$100 billones de dólares en E.E.U.U en costos médicos directos e indirectos y, de estos costos, el 75% corresponde sólo al 5% de la población que es incapacitada temporal o permanentemente (Frymoyer & Cats-Baril, 1991). La tasa de incremento en el dolor lumbar es 14 veces mayor que el crecimiento de la población. En Colombia, el dolor lumbar y los trastornos de disco intervertebral ocupan el segundo y tercer puesto respectivamente en los diagnósticos de enfermedad profesional, correspondiendo al 15 y 8,6% del total de enfermedades profesionales (Duque, 2009).

En cuanto al tiempo de consulta, se estima que un 7% del tiempo de las atenciones médicas se invierte en el dolor lumbar, lamentablemente, la tasa de éxito en la recuperación del dolor lumbar es muy pobre, sólo el 50% de las personas que experimentan dolor lumbar retornan al trabajo dentro de las seis primeras semanas y el 60% experimentan una recidiva dentro del primer año de comienzo del dolor (Norris, 2008). Más preocupante aún es el hecho de que los adolescentes están sufriendo cada vez más de dolor lumbar por combinación de factores ergonómicos, pobre higiene postural y bajos niveles de actividad física.

4.1.2 Definición del dolor lumbar: El dolor lumbar se ha clasificado de acuerdo a la duración y calidad de los síntomas que acompañan el dolor, considerándose agudo si su comienzo ocurre en un lapso de tiempo menor a un mes y crónico si lleva una duración de dos meses o más (Majid & Truumees, 2008). Adicionalmente, el dolor lumbar se cataloga como específico cuando se restringe a algunas condiciones degenerativas, inflamatorias, infecciosas, neoplásicas o déficits neurológicos por herniación discal o estenosis espinal y como inespecífico cuando no se conoce la patología subyacente (Krismer & Tulder, 2007)

4.1.3. Una nueva mirada a la etiología y tratamiento del dolor lumbar: A pesar de la alta prevalencia del dolor lumbar, el conocimiento de la naturaleza de su origen ha permanecido relativamente estático. Se cree comúnmente que el dolor lumbar es el resultado de lesiones estructurales que deben ser corregidas para reducir el dolor y restaurar la función y, de acuerdo a este punto de vista, recuperar la función sería imposible hasta no cambiar el defecto en la estructura dañada.

Ahora bien, aunque es cierto que muchas personas con dolor lumbar exhiben cambios estructurales, las tomografías computarizadas revelan cambios estructurales degenerativos en más del 50% de sujetos asintomáticos (Boden, Davis, Dina, Patronas, & Wiesel, 1990) y sucede lo mismo con los cambios radiográficos en columna lumbar de sujetos asintomáticos, mostrando evidencia de degeneración discal (Nachemson, 1992). Adicionalmente, estudios en cadáveres han mostrado que no existe correlación entre los cambios estructurales en la columna lumbar y la presencia de dolor lumbar durante la vida (Videman, Nurminen, & Troup, 1990)

Además, se puede constatar a partir de la evidencia, que la presencia de patología estructural en un sujeto asintomático no predice una probabilidad mayor de sufrir dolor lumbar en el futuro y aquellos sujetos que han tenido largas temporadas con dolor lumbar ofrecen pocos cambios estructurales en las imágenes diagnósticas que les han sido practicadas (Liebenson, 2012)

Esta evidencia ha llevado lentamente a replantear tanto el sistema de diagnóstico como el objeto del tratamiento de las personas con dolor lumbar, creando tensión entre el modelo tradicional de tratamientos y nuevas alternativas orientadas al movimiento que parecen proporcionar un camino más esperanzador en el tratamiento efectivo del dolor lumbar.

4.1.4 Un nuevo modelo para el tratamiento del dolor lumbar: Mayoritariamente, a través de la historia médica, el dolor lumbar ha sido tratado como una condición estructural que requiere reposo. Nueva evidencia está desafiando esta aproximación, avizorando el dolor lumbar, al menos en parte, como un cambio funcional que requiere manejo funcional y el ejercicio está al frente de esta aproximación.

4.1.4.1 Modelo tradicional para el manejo del dolor lumbar: El reposo es todavía el tratamiento más común para el dolor lumbar a pesar del hecho evidente de que el reposo prolongado en cama es perjudicial. En este sentido, la evidencia sugiere que el ejercicio controlado restaura la función, reduce el estrés y la percepción de incapacidad, disminuye el dolor y promueve el retorno al trabajo (Waddell, 1987). Sumado a esto, el reposo tiene poco efecto en la historia natural del dolor lumbar, pudiendo incluso incrementar su severidad y, para aquellos con dolor lumbar sin irradiación significativa de su dolor, el reposo en cama no debe superar un lapso de tiempo de dos días dado que, períodos más prolongados, pueden resultar contraproducentes por los efectos fisiológicos deletéreos que trae el reposo en cama (Norris, 2008).

Desde el punto de vista quirúrgico, la efectividad de este tipo de tratamiento para el control del dolor lumbar parece estar limitada a un pequeño grupo de pacientes, teniendo efectos positivos en tan solo el 1% de los pacientes (Waddell, 1987). Adicionalmente, no se ha encontrado diferencia en cuanto al éxito a los dos años de tratamiento entre la terapia conservadora y la intervención quirúrgica para el manejo de prolapsos de disco intervertebral (Weber, 1983). En cuanto al manejo de ciática y dolor lumbar con evidencia de atrapamiento de raíz dorsal, el manejo conservador intensivo puede tener un éxito hasta del 80% (Bush, Cowan, Katz, & Gishen, 1992).

En contra también del tratamiento quirúrgico, se ha encontrado que después de un año de seguimiento a un grupo tratado con cirugía de fusión transpedicular, mostró una mejoría del 70% en parámetros como dolor, disminución de uso de analgésicos, disminución de estrés emocional, mejora en satisfacción con la vida y retorno al trabajo; mientras que el seguimiento durante el mismo tiempo a otro grupo que recibió educación y recomendaciones del uso adecuado de su columna junto a terapia con ejercicio mostró una mejora del 70% en estos mismos parámetros (Brox et al., 2003). Igualmente, en un estudio posterior, los mismos grupos fueron evaluados en indicadores de desempeño físico. El grupo que realizó el tratamiento con educación y ejercicio físico mostró un desempeño significativamente mejor en fuerza muscular que el grupo tratado quirúrgicamente; adicionalmente, el grupo quirúrgico mostró disminución de su densidad mineral ósea a nivel de las vértebras lumbares L3 y L4 y permaneció sin cambios en el grupo con tratamiento conservador (A. Keller et al., 2003)

Claramente, la evidencia en favor de los procedimientos quirúrgicos para el tratamiento del dolor lumbar no es la mejor y el modelo de tratamiento del dolor lumbar tradicional privilegiando el reposo se encuentra cada vez más en desuso. En la actualidad, se está migrando hacia una nueva concepción del tratamiento del dolor lumbar, en la cual, el paciente es el protagonista de su propio tratamiento y el ejercicio terapéutico se presenta como herramienta fundamental y exitosa en este tipo de patología.

4.1.4.2 Nuevo modelo para el tratamiento del dolor lumbar: Como se ha mencionado previamente, en la nueva concepción del tratamiento del dolor lumbar, el rol del paciente cambia totalmente, deja de ser un sujeto pasivo que trata su dolor con reposo y prescripción analgésica y toma un rol plenamente activo, siendo corresponsable de su recuperación funcional (Waddell, 1987) (Malmivaara et al., 1995) . En este enfoque, los profesionales de la salud usan cada vez más los programas de ejercicio terapéutico para incrementar lo que se ha denominado la estabilización lumbar (Norris, 1995)(Richardson, Hodges, & Hides, 2004).

Actualmente, el ejercicio es una de las principales opciones terapéuticas para el manejo del dolor lumbar, es considerado un método seguro de tratamiento porque no aumenta el riesgo futuro de sufrir lesiones en columna o ausencia laboral, incrementa la fuerza y resistencia muscular, disminuye notablemente la percepción de dolor y la discapacidad asociada a los síndromes de dolor lumbar (Rainville et al., 2004)(K. Keller, 2006)

La evidencia a favor del ejercicio es variada en numerosas patologías que producen dolor lumbar. En hernia de disco, por ejemplo, se ha podido constatar que los programas destinados a restaurar el control automático de la estabilización muscular del tronco, enseñando a los sujetos a mantener una posición pélvica correcta mientras se desarrollan tareas cada vez más complejas, han sido ampliamente exitosos, al igual que aquellos programas con ejercicio intenso en los que el dolor no ha sido un factor limitante para el desarrollo del mismo; incluso, cuando el diagnóstico es incierto, el ejercicio progresivo, consistente en fortalecimiento, entrenamiento propioceptivo y entrenamiento aeróbico ha resultado ser extremadamente útil (Norris, 2008).

De igual manera, en sujetos cuyos síntomas, evidencia radiológica y presentación clínica, fueron diagnosticados con espónlilolisis y espondilolistesis, el ejercicio terapéutico basado en el mejoramiento del control motor y activación de la musculatura profunda abdominal con coactivación de los multifidos lumbares, mostró ser un procedimiento efectivo en la reducción de la intensidad del dolor y en los niveles de discapacidad funcional que se mantuvo hasta después de treinta meses de seguimiento, llegándose a concluir que el ejercicio de estabilización lumbar pareciera ser más efectivo que otros

tipos de tratamientos conservadores en pacientes con síntomas crónicos derivados de espondilólisis y espondilolistesis. (O'Sullivan, Phytty, Twomey, & Allison, 1997)

Por otro lado, se ha podido constatar que los programas de ejercicio integrales con apoyo de equipos multidisciplinarios que son direccionados de manera individual incluyendo estiramiento de grupos musculares específicos, ejercicios de flexibilidad de la columna, fortalecimiento muscular general, ejercicios de estabilización lumbar, hidroterapia y resistencia cardiovascular usando bicicleta, caminadora o remo, en sujetos con dolor lumbar crónico de al menos un año de duración que habían sido considerados candidatos para cirugía de fusión lumbar, lograron una disminución en la percepción de discapacidad igual a la de los sujetos que fueron sometidos a dicha cirugía, sin embargo, en los sujetos que recibieron ejercicio terapéutico no se presentó ninguna complicación después del tratamiento, mientras que en aquellos sujetos sometidos a cirugía de fusión se presentaron diecinueve complicaciones post-intervención (Fairbank et al., 2005); por supuesto, el costo de la cirugía fue mucho mayor que el tratamiento con ejercicio, por tanto, por seguridad, efectividad y costos, el tratamiento terapéutico con ejercicio parece ser una mucha mejor opción en comparación con el tratamiento quirúrgico.

El ejercicio con énfasis en la estabilización de la columna lumbar también ha mostrado su superioridad frente a programas terapéuticos basados en terapia manual o en programas educativos, mostrando que la terapéutica con ejercicio muestra disminución de percepción de dolor mucho mayor que estos otros tipos de aproximaciones terapéuticas e, igualmente, mostró superioridad en cuanto a la percepción de una mejor calidad de vida, disminución de discapacidad y toma de medicamentos después de doce meses de seguimiento (Goldby, Moore, Doust, & Trew, 2006)

Sumado a todo esto, se ha encontrado, a través de revisiones de literatura incluyendo sólo experimentos aleatorizados controlados, que el tratamiento quirúrgico tiene un aporte limitado para el mejoramiento del dolor y calidad de vida en personas con espondilolistesis, estenosis espinal y radiculopatía, en cambio, se evidenció la ventaja que ofrecían programas de ejercicio intensivo después de practicar dichas cirugías (Gibson & Waddell, 2005), mostrando cómo el aporte del ejercicio terapéutico es primordial en la recuperación de este tipo de pacientes. Igualmente, una revisión Cochrane de 61 experimentos aleatorizados controlados concluyeron que la terapia con ejercicio fue efectiva en la reducción del dolor y mejoramiento de la función en adultos con dolor lumbar crónico (Hayden, van Tulder, Malmivaara, & Koes, 2005)

4.1.5 Concepto de estabilidad espinal: En la actualidad, se pueden explicar satisfactoriamente los biomecanismos responsables del dolor lumbar producto de cargas extremas que finalmente conducen a daño en los tejidos con un dolor resultante claramente de la lesión propiamente dicha; sin embargo, el dolor lumbar de novo o crónico no asociado a mecanismos traumáticos no ha sido explicado con suficiente claridad debido al desconocimiento de su etiología, de allí que los programas terapéuticos diseñados para su mejora no hayan sido suficientemente eficaces (S M McGill, 2001) (Panjabi, 1992a).

Iniciando la década de los años 1970s, la literatura científica empezó a describir un concepto ambiguo al cual denominaron estabilidad espinal. Se hipotetizó que el dolor lumbar de origen no específico, podría estar asociado a una degeneración gradual de las articulaciones y tejidos blandos que, a través del tiempo, irían produciendo microtraumas repetitivos conduciendo lentamente a un ciclo vicioso de pobre control neuromuscular de las estructuras espinales (Barr, Griggs, & Cadby, 2005). Actualmente, se sabe que cualquier tipo de daño en las estructuras espinales trae como consecuencia laxitud articular que finalmente conduce a inestabilidad de la columna (Stuart McGill, 2007) y al revés, los patrones de movimiento alterados por una deficiencia en el control de la fuerza o resistencia muscular pueden causar eventualmente daños en las estructuras articulares (S M McGill, 2001).

Como prueba de lo anterior, se ha podido demostrar, a través de análisis modelados sofisticados, que la falla que provoca una lesión en columna puede ser el resultado de un error pequeño de control motor, en el cual, durante un corto período de tiempo, se reduce la activación de los músculos intersegmentales que controlan el movimiento milímetro a milímetro de las articulaciones intervertebrales, lo cual puede llegar a causar una mínima rotación de una sola articulación intervertebral conduciendo a que otros tejidos de estabilización primaria, puedan lesionarse (Stuart McGill, 2007) (S M McGill, 2001)

De esta manera, el daño articular y las alteraciones en tejidos blandos producidos por estos patrones alterados de movimiento, conducen a un decrecimiento de la estabilidad de las estructuras espinales, incrementando el desafío de los músculos ya de por sí deficientes y la perpetuación de la cascada degenerativa (Panjabi, 1992a)

Es así que se ha podido llegar a probar lo que se presumía hasta hace algunos años: la estabilidad de la columna está constituida por varios subsistemas y su interrelación asegura la suficiente rigidez y flexibilidad como para lograr los movimientos controlados y precisos necesarios para la vida diaria, del trabajo y aquellas tan complejas como el desempeño deportivo (Panjabi, 2003)

Los subsistemas que aseguran la estabilidad de la columna son: el subsistema pasivo musculoesquelético, que incluye las vértebras, las facetas articulares, los discos intervertebrales, los ligamentos de la columna, las cápsulas articulares y las propiedades mecánicas pasivas de los músculos; el subsistema activo musculoesquelético constituido por los músculos y tendones que rodean a la columna vertebral y el subsistema neural compuesto por mecanorreceptores que envían información de fuerza y movimiento, ubicados en ligamentos, tendones, músculos y cápsulas articulares, interconectados a su vez con corteza somatosensora que se integra con corteza motora para dar respuestas de corrección neuromuscular frente a los eventos de carga externa y de desestabilización que constantemente soporta la columna vertebral (Panjabi, 1992a)

La función del sistema de estabilización de la columna es la de proveer rigidez y flexibilidad al mismo tiempo, es decir, que la columna tenga la capacidad de mantenerse lo suficientemente estable como para vencer las demandas de fuerza externas y, al mismo tiempo, tener la facultad de generar movimientos gruesos y finos que permitan realizar las tareas motoras habituales de la vida diaria y aquellas de mayor demanda en su complejidad como las del trabajo y del deporte (S M McGill, 2001).

Así las cosas, cuando una columna presenta inestabilidad, su rango de movimiento intersegmental, es decir, el movimiento entre vértebra y vértebra, es mayor de lo normal y no tiene protección ni control neuromuscular efectivo para resistir, manteniendo su estabilidad, las fuerzas externas. De esta manera, el sistema estabilizador tiene la responsabilidad de monitorear y modular, a través de acciones musculares, los movimientos de la columna vertebral, de forma que la rigidez que aporta la cocontracción de los músculos estabilizadores espinales profundos, empareje la carga impuesta sobre la columna en su estructura pasiva (Norris, 2008).

La importancia de la coordinación de los movimientos finos y gruesos de la columna vertebral son capitales para el mantenimiento de la estabilidad de la columna vertebral. Esta capacidad coordinativa ha sido conceptualizada como la facultad de mantenimiento de su zona neutra o de su posición neutra (Panjabi, 1992b). El control de esta zona o posición, se procesa a través de la interrelación de los tres subsistemas descritos anteriormente. Cuando la inestabilidad está presente, no se posee control de zona neutra, o la zona neutra es muy amplia, permitiendo que el movimiento intersegmental vertebral sea muy grande, lo que resulta en compresión, estiramiento o estrés de raíces nerviosas, ligamentos, cápsulas articulares intervertebrales y discos intervertebrales, produciéndose dolor como consecuencia (Panjabi, 2003)

El control de la zona neutra se da gracias a la retroalimentación constante entre los diversos subsistemas: pasivo, activo y neural, lo que finalmente conduce a la modulación

de la rigidez de la columna a través de músculos profundos, denominados también estabilizadores locales como los múltípidos, transverso abdominal y oblicuo interno, pero también con la modulación de la actividad de músculos más superficiales como el erector espinal, cuadrado lumbar, oblicuo externo y recto abdominal (Kavcic, Grenier, & McGill, 2004)

El equilibrio entre la rigidez necesaria para mantener la columna estable y la flexibilidad que permita el movimiento es muy sutil, se ha postulado que se necesita una mínima actividad conjunta de estos músculos, tanto los profundos como los superficiales, para asegurar este equilibrio y generar protección en la columna; Además, la cantidad de co-contracción entre los músculos abdominales es dependiente de la tarea a realizar, por ejemplo, para las actividades de la vida diaria se necesitan niveles modestos de activación muscular de alrededor del 10% o menos de la máxima fuerza voluntaria (Stuart McGill, 2007)

Debido a que esta actividad mínima es muy fácil de alcanzar y, sin embargo, el dolor lumbar puede persistir y perpetuarse, recientemente se le ha dado mucha importancia a que dichas contracciones musculares puedan ser sostenidas durante períodos importantes de tiempo, en otras palabras, para mantener un rango suficiente de seguridad durante las actividades de la vida diaria, no se necesita mucha fuerza sino muy buena resistencia muscular (Kevin P Granata, Slota, & Wilson, 2004)(Stuart McGill, 2007), lo que ha llevado a que lentamente se reconozca a la resistencia muscular de estos músculos como la gran protagonista, tanto en la prevención como tratamiento en la rehabilitación post-dolor lumbar.

Adicionalmente, se ha podido constatar que la clave en la prevención y manejo del dolor lumbar no es sólo el desarrollo de una buena base de resistencia muscular, sino el equilibrio de esta resistencia entre los diversos grupos musculares que conforman el eje lumbo-pélvico. Así las cosas, debe existir un ideal de resistencia muscular en relación a la actuación de los músculos extensores y flexores, de igual manera, entre los músculos inflexores de la columna vertebral (Wiatt & Flanagan, 2009). Cuando se presenta un desequilibrio de la resistencia muscular, la probabilidad de sufrir dolor lumbar al futuro se incrementa y cuando se sufre de dolor lumbar crónico, la perpetuación del desequilibrio en la resistencia muscular instala definitivamente el síndrome de dolor lumbar (Stuart McGill, 2007)

Estos hallazgos y conceptualizaciones, han llevado a la creación de programas y estrategias de movimiento que facilitan la creación de programas motores que favorecen la activación muscular selectiva, diseñados especialmente para lograr una mínima estabilidad lumbo-pélvica a través de la integración de los tres subsistemas: pasivo, activo

y neural, logrando resultados importantes en el tratamiento de los desórdenes de dolor lumbar (Richardson et al., 2004)(Stuart McGill, 2007)(Norris, 2008)

Recientemente, el método pilates ha incorporado parte de esta conceptualización, introduciendo una base de ejercicio neuromuscular destinado al fortalecimiento selectivo de los músculos abdominales, prometiendo bajo esta premisa, su utilidad en la prevención y manejo del dolor lumbar (Posadzki et al., 2011)(Curnow, Cobbin, Wyndham, & Choy, 2009) . Sin embargo, no se conoce el efecto que pueda tener el método pilates en la conservación del equilibrio de la resistencia muscular del tronco y tampoco las diferencias que en estas variables se puedan presentar entre mujeres que practican este método de ejercicio frente a otras mujeres que practiquen ejercicio físico convencional.

4.1.6 Déficit de resistencia muscular y dolor lumbar: Desde hace aproximadamente veinte años, se viene publicando en la literatura especializada la relación evidente entre una pobre resistencia muscular en los extensores del tronco y la incidencia de dolor lumbar en trabajadores de carga (Nicolaisen & Jorgensen, 1985)(Biering-Sorensen, 1984)(Luoto, Heliovaara, Hurri, & Alaranta, 1995). El mecanismo subsecuente a esta asociación parece encontrarse en la insuficiencia de los trabajadores de carga para mantener un mínimo de fuerza protectora que estabilice su columna lumbar después de realizar repetidamente la tarea de carga, es decir, la fatiga muscular es un factor importante en la génesis del dolor lumbar (Luoto et al., 1995). Igualmente, las posturas de flexión prolongadas en el tiempo han mostrado producir una reducción de la resistencia muscular de los erectores de la columna, hecho que finalmente genera un ambiente propicio para la aparición de novo del dolor lumbar (O'Sullivan, Mitchell, Bulich, Waller, & Holte, 2006a).

Así las cosas, una vez instalada la fatiga por trabajo repetitivo o por posturas inadecuadas en flexión, el subsistema activo es incapaz de generar una contracción mínima efectiva que proteja al subsistema pasivo, ocasionando la sobrecarga del mismo y su falla; Además, la repetición del movimiento de flexión-extensión y la concomitante fatiga muscular producen variaciones en las cargas espinales, aunque la tarea de trabajo sea exactamente igual, de manera que la labor de corrección neuromuscular llevada a cabo para tratar de mantener el movimiento de manera eficiente, pueda llevar a errores en la ejecución del movimiento, dado que los músculos no responden de la misma manera en los momentos críticos de carga espinal en los cuales se produce la lesión (K P Granata, Marras, & Davis, 1999)

Ahora bien, estos mismos hallazgos han sido reportados recientemente en sujetos deportistas. Dado que el dolor lumbar es de una tremenda incidencia en el deporte de la

gimnasia, se ha constatado que una pobre resistencia postural está directamente asociada con la aparición de dolor lumbar en gimnastas, lo que ha llevado a formular la importancia de la introducción del diagnóstico temprano del déficit de resistencia muscular en estos deportistas y la intervención con programas específicos de mejoramiento de esta resistencia como estrategias importantes de prevención del dolor lumbar (Mulhearn & George, 1999).

De igual forma, en el deporte del golf, considerado generalmente como benigno, se reporta un alta prevalencia de dolor lumbar, tanto en deportistas amateurs como profesionales, probablemente a consecuencia de la naturaleza propia del movimiento conocido como swing, que genera un estrés repetitivo y asimétrico tanto en el juego como en los entrenamientos (Evans, Refshauge, Adams, & Aliprandi, 2005). Parece ser que el movimiento del swing impone una carga asimétrica en los músculos del tronco, lo que llega a instalar un desequilibrio lado a lado en la resistencia muscular del cuadrado lumbar, lo que finalmente conduce a la presencia de dolor lumbar (Lindsay & Horton, 2006).

Con este panorama plasmado, parece haber una clara relación entre la estabilidad de la columna y la resistencia muscular. Ahora bien, para asegurar la estabilidad de la columna, se necesita un control neuromuscular correctamente orquestado que evite errores en la acción del subsistema activo, de lo contrario, el error puede ser amplificado por las fuerzas externas que actúan sobre la columna causando un movimiento intersegmental vertebral inadecuado y finalmente la lesión del subsistema pasivo. Cuando se llega al estado de fatiga o cuando los músculos no tienen suficiente resistencia muscular, se reduce el control neuromuscular que asegura la estabilidad espinal, trayendo como consecuencia la instalación del dolor lumbar (Barr et al., 2005) (Stuart McGill, 2007). Recientemente, el modelado biomecánico ha permitido indagar más a fondo este fenómeno, proveyendo información específica en torno a la disminución real de la rigidez de la columna a consecuencia del estado de fatiga muscular de los músculos paraespinales (Kevin P Granata et al., 2004)

Por otro lado, dado el papel que juega el déficit de resistencia muscular del tronco en la génesis del dolor lumbar, no menos se debe insistir en la preponderancia del equilibrio de la resistencia muscular en el aseguramiento de una columna estable. Dado que las fuerzas externas desequilibran constantemente la columna en todas direcciones, la importancia del equilibrio entre la resistencia de los flexores-extensores e inflexores de la columna, resulta evidente. Así, la cocontracción permanente, segundo a segundo, de los músculos de la columna es esencial para garantizar la estabilidad espinal. No se conoce si la asimetría de la resistencia muscular es la causa o el resultado de la lesión, lo cierto es que

esta asimetría necesita ser evaluada y corregida, dada su importancia en la estabilización espinal y en la prevención del dolor lumbar (Wiatt & Flanagan, 2009)

Finalmente, ha sido claramente demostrado que la implementación de protocolos específicos de ejercicios destinados a mejorar la resistencia muscular de los extensores del tronco tienen efectos positivos en el incremento de dicha resistencia (Adegoke & Babatunde, 2007), más aún, se ha postulado que al entrenar únicamente la resistencia muscular del tronco en personas con dolor lumbar recurrente, se obtienen iguales beneficios que utilizando ejercicios de estabilización lumbar (Koumantakis, Watson, & Oldham, 2005). Estos hallazgos marcan un camino expedito hacia la utilización de ejercicios para el tratamiento y prevención del dolor lumbar que incluyen, no sólo las estrategias de control neuromuscular de los músculos estabilizadores del tronco, sino su capacidad de resistir la fatiga, como eje conceptual para el correcto abordaje del dolor lumbar con ejercicio.

4.1.7 Deterioro del control postural en el dolor lumbar: El mantenimiento del balance y equilibrio corporal es una tarea compleja que exige la interacción de los sistemas vestibular, visual y somatosensorial, para la posterior integración de todas las señales externas al cuerpo para que la respuesta motora coordinada pueda producirse y mantener así el balance del cuerpo (Maribo, Stengaard-Pedersen, Jensen, Andersen, & Schiøttz-Christensen, 2011).

Se ha propuesto que el balance corporal parece verse afectado a consecuencia de desórdenes musculoesqueléticos como el dolor lumbar. Parece probable que la señal de dolor producida desde los nociceptores y la misma inflamación tisular local, altere las características de la información enviada por los mecanorreceptores periféricos hacia el sistema nervioso central, generando una respuesta motora no coordinada y mal adaptada que perturba y se perpetúa en un ciclo vicioso que subyace al padecimiento crónico de dolor lumbar (Radebold et al., 2001)

Se conoce también que el sistema neuromuscular produce reacciones preprogramadas musculares que protegen frente a las perturbaciones externas aumentando la rigidez de la musculatura local, en especial, el transversal abdominal (Ebenbichler, Oddsson, Kollmitzer, & Erim, 2001). En personas con dolor lumbar crónico, la respuesta preparatoria neuromuscular se altera y el subsistema pasivo termina absorbiendo las cargas externas impuestas por estas perturbaciones, aumentando la probabilidad de sufrir daño en estas estructuras (Panjabi, 1992a).

Hasta el momento, no ha sido claro si estas respuestas alteradas de control motor pueden ser el resultado o la causa del dolor lumbar. Recientemente, a través de un estudio observacional prospectivo que tuvo una duración de dos a 3 años de seguimiento, se pudo constatar que la demora en la producción de respuestas neuromusculares frente a perturbaciones de fuerzas externas en sentido antero-posterior y lateral, incrementaban la probabilidad de sufrir dolor lumbar en el futuro, concluyéndose entonces, al parecer, que la demora en las latencias de respuesta neuromuscular podrían ser un factor de riesgo preexistente para la aparición del dolor lumbar y no una consecuencia del mismo (Cholewicki et al., 2005)

Por todo lo anterior, las estrategias de ejercicio terapéutico y preventivo destinadas a mejorar el control neuromuscular, a través, no sólo de reacciones preprogramadas sino de de mecanismos de programación motora tipo feed-forward, para mantener respuestas neuromusculares lo suficientemente rápidas que permitan proteger al subsistema pasivo de cargas inesperadas durante la vida diaria, se convierten en una de las principales estrategias tanto para el manejo como para la prevención del dolor lumbar.

4.1.8 Método pilates y dolor lumbar: Desde la reaparición comercial del método pilates en los años 1980's, mucho se ha especulado sobre su utilidad real en el tratamiento del dolor lumbar. La mayoría de los reportes que se tienen sobre su efectividad son de índole anecdótico, pero recientemente, ha venido en aumento, la publicación de evidencia mucho más seria que soporta el uso de este método, con variaciones importantes en su metodología, para el manejo y prevención del dolor lumbar; sin embargo, no se ha determinado con total claridad si la metodología en realidad es efectiva o no a través de recientes revisiones sistemáticas de la literatura y meta-análisis (La Touche, Escalante, & Linares, 2008) (Posadzki et al., 2011) (Pereira et al., 2012)

La utilización del método pilates para el tratamiento y prevención del dolor lumbar se sustenta en la evidencia que identifica cómo el manejo del centro del cuerpo, a través de maniobras específicas de control muscular abdominal, puede, tanto mejorar el control postural a través de reacciones preprogramadas anticipatorias y mejorar la resistencia muscular local (Curnow et al., 2009)(González-Gálvez & Sainz de Baranda, 2011), de la musculatura directamente implicada en el aumento de la rigidez del subsistema activo para proveer la protección al subsistema pasivo.

4.1.8.1 Método pilates y mejora de la estabilidad postural: Dentro del número tan variado de atribuciones benéficas que se han declarado para la metodología pilates, se encuentra aquella relacionada con la conciencia corporal y el control específico del centro corporal como eje fundamental para el desarrollo de este método (Muscolino & Cipriani, 2004). Dado que ambas características están relacionadas con la mejora de la estabilidad y control postural, se ha postulado que la práctica de pilates mejora estas condiciones, que al estar implicadas en la génesis del dolor lumbar, indirectamente producirían un efecto preventivo, evitando la aparición del dolor y mejorando la condición, tanto en las características del dolor, como en la funcionalidad de los pacientes con dolor lumbar de novo y aquellos con padecimiento crónico del mismo (Curnow et al., 2009).

Recientemente, a través de un estudio que integró un grupo experimental de 17 personas sanas, comparado con un grupo control de igual número y características, se pudo constatar que el método pilates, practicado un mínimo de 10 sesiones, mejoraba evidentemente el balance dinámico (Johnson et al., 2007). Igualmente, el método pilates ha demostrado su efectividad en la mejora de la estabilidad postural en adultos mayores, de allí que se haya popularizado su uso en esta población como metodología de ejercicio terapéutico (Kaesler et al., 2007) (Babayigit, 2009).

4.1.8.2 Método pilates y mejora de la resistencia muscular del tronco: El método pilates también se caracteriza por ser una metodología de ejercicio orientada al desarrollo, no sólo de la conciencia corporal, sino también de la resistencia muscular en general y, específicamente del centro del cuerpo, conocido por los especialistas del método como power house, dado que utiliza muchas repeticiones en el desarrollo de sus sesiones de entrenamiento, utilizando como resistencia el propio peso corporal o resortes y elásticos que no superan de manera importante la capacidad de fuerza del practicante.

Con este enfoque y buscando determinar específicamente cómo el método pilates mejoraba la resistencia muscular del tronco, se diseñó un estudio experimental que incluyó un grupo de 21 mujeres que desarrollaron el método pilates de piso, comparado con un grupo control con un número de 17 mujeres; el grupo experimental completó un total de 15 sesiones de pilates piso durante un período de 5 semanas, al final de las cuales se pudo apreciar que hubo un efecto positivo en la mejora de la resistencia muscular abdominal y en la fuerza muscular de los extensores del tronco, concluyéndose que el método pilates evidentemente contribuía al desarrollo de la fuerza muscular del tronco (Sekendiz, Altun, Korkusuz, & Akin, 2007)

Más recientemente, a través de un estudio descriptivo, se evaluó la resistencia muscular de los erectores del tronco entre tres grupos diferentes: 21 practicantes del método

pilates, 11 practicantes de ejercicio convencional y 23 sedentarios. Después de tres meses de práctica del método pilates y de ejercicio convencional, con una frecuencia de dos veces por semana, se constató que el método pilates producía mejores resultados en la resistencia de los erectores del tronco que el ejercicio convencional, mostrando los beneficios que aparentemente tiene el método en esta característica de desempeño muscular (García et al., 2011)

En otro estudio, esta vez de carácter preexperimental, se evaluó la resistencia muscular abdominal a un grupo de 10 sujetos, de los cuales nueve eran mujeres y uno era varón, con una edad igual o mayor a 47 años, antes y después de haber realizado un programa de ejercicio con metodología pilates con una frecuencia de entrenamiento de tres veces por semana durante seis semanas, al final de las cuales se pudo evidenciar que los adultos mayores mejoran su resistencia abdominal con la práctica de este método (González-Gálvez & Sainz de Baranda, 2011)

Aunque es claro el papel que puede llegar a tener la realización del método pilates en la construcción de la resistencia muscular del tronco, no se conoce el alcance que la práctica de dicho método tiene en el equilibrio de la resistencia muscular antero-posterior y lateral del tronco, no obstante la evidencia a favor de una mayor hipertrofia muscular después de ejecutar durante nueve meses, dos veces por semana el método, en los músculos recto abdominal junto a la eliminación de las asimetrías en el tamaño muscular entre los músculos oblicuos y el transversal del abdomen (Dorado, Calbet, Lopez-gordillo, Alayon, & Sanchis-moysi, 2012)

Finalmente, se debe decir que el método pilates ha mostrado proveer una activación muscular específica de los músculos estabilizadores del tronco durante su práctica (Queiroz, Cagliari, Amorim, & Sacco, 2010) y aquellas maniobras postuladas como esenciales para el control neuromuscular adecuado del transversal abdominal, piedra angular de los tratamientos con ejercicio para la estabilización lumbar, son logradas efectivamente a través de la práctica de este método (Herrington & Davies, 2005)

4.2 MARCO CONCEPTUAL

Dentro de las principales características asociadas al dolor lumbar y que frecuentemente se intervienen en los programas de rehabilitación de la columna lumbar, especialmente en la metodología pilates, se encuentran el balance dinámico y la resistencia muscular antero-posterior y lateral del tronco. Ambos conceptos serán evaluados en la presente investigación para comparar sus características entre mujeres que realizan pilates y

mujeres que practican ejercicio convencional. Seguidamente, se exponen teórica y conceptualmente para su posterior operacionalización.

4.2.1 Resistencia muscular antero-posterior y lateral del tronco: Varios autores han demostrado que el decrecimiento de la resistencia de la musculatura extensora de la columna, tiene relación directa con el dolor lumbar, su aparición de novo y su reincidencia (Ito et al., 1996)(da Silva, Arsenault, Gravel, Larivière, & de Oliveira, 2005)(Stuart McGill, 2007).

Reciente evidencia sugiere, sin embargo, que no sólo el déficit en resistencia muscular es uno de los principales factores de riesgo para el dolor lumbar, el balance de la resistencia a la fuerza en los planos antero – posterior y lateral, parece discriminar entre aquellos sujetos más susceptibles de sufrir dolor lumbar de aquellos que no, debido a la estrecha relación entre el balance de resistencia muscular y la estabilidad lumbo-pélvica (Stuart McGill, 2007).

Por tal razón, el equilibrio de resistencia a la fuerza entre los músculos flexores, los músculos extensores y la musculatura lateral de la columna arroja datos muy importantes en torno a la identificación de aquellos sujetos que se encuentran en riesgo de sufrir dolor lumbar en el futuro.

Existen unos test simples que permiten aislar estos grupos musculares, mostrando unos altos coeficientes de confiabilidad de, al menos 0,98 o más altos al repetirse durante días consecutivos.

A continuación, se presentan los test empleados para la evaluación del equilibrio de la musculatura antero - posterior y lateral del tronco. Después de su descripción se presentan los valores normativos para cada test y sus respectivos cocientes de normalidad.

4.2.1.1 Test de resistencia de la musculatura lateral del tronco (Lateral Bridge): Este test determina la resistencia a la fuerza de la musculatura lateral del tronco, arrojando una estimación de su objetividad entre de 0,82 a 0,91 y de su confiabilidad entre 0,82 y 0.85 utilizando coeficientes de correlación interclase e intraclase respectivamente (Evans et al., 2007). La actividad electromiográfica normalizada del músculo cuadrado lumbar es especialmente alta en la posición de soporte lateral utilizada en este test, llegando a alcanzar un 54% de la actividad mioeléctrica de una contracción máxima voluntaria, mientras que el oblicuo externo alcanza el 40% de una contracción máxima voluntaria, demostrando estos datos la validez de la medición de la resistencia de la musculatura lateral del tronco con este método de testeo (S McGill, Juker, & Kropf, 1996). Se lleva a cabo con el sujeto a evaluar en decúbito lateral en posición de puente lateral total. Los miembros inferiores se encuentran extendidos, un pie cruzado sobre el otro y la parte superior del cuerpo se sustenta en el codo que se encuentra en contacto con el piso o una camilla. El brazo libre se cruza alrededor del pecho, con la mano tocando el hombro contralateral. Se solicita al sujeto levantar la pelvis mientras los pies y el codo hacen contacto con el piso o la camilla. Se toma el tiempo en segundos hasta que ocurra la falla consistente en la pérdida de la alineación de la espalda y el toque la pelvis con el piso o la camilla. Su descripción gráfica se proporciona en la figura 1.

Figura 1. Test de resistencia de la musculatura lateral del tronco (lateral bridge)



Tomado de: (Stuart McGill, 2007)

4.2.1.2 Test de resistencia de la musculatura anterior del tronco a 60°: Este test determina la resistencia a la fuerza de la musculatura flexora del tronco, mostrando una estimación de su objetividad entre 0,97 y 0,98 y de su confiabilidad de 0,95 utilizando coeficientes de correlación interclase e intraclase respectivamente (Evans et al., 2007). La actividad electromiográfica normalizada del músculo recto abdominal es alta en la posición de sit-up a 60 grados de flexión del tronco con respecto a la horizontal, alcanzando un 55% de la actividad mioeléctrica de una contracción máxima voluntaria, demostrando así la validez de este test para demandar la resistencia de la musculatura anterior del tronco (S McGill et al., 1996). Este test se realiza con la persona en posición de sit-up, con la espalda reposando sobre un soporte triangular inclinado a 60 grados con relación al piso o una camilla. Las rodillas y caderas se encuentran flexionadas a 90 grados y los brazos se posicionan cruzados alrededor del pecho tocando ambos los hombros contralaterales. Los pies se aseguran por una banda de velcro para evitar su movimiento. El soporte se retira unos 10 cm para iniciar el test y el sujeto mantiene una postura isométrica, tanto como le sea posible. Se toma el tiempo en segundos hasta que ocurra la falla que se determina cuando cualquier parte de la espalda de la persona toma contacto con el soporte. Su descripción gráfica se proporciona en la figura 2.

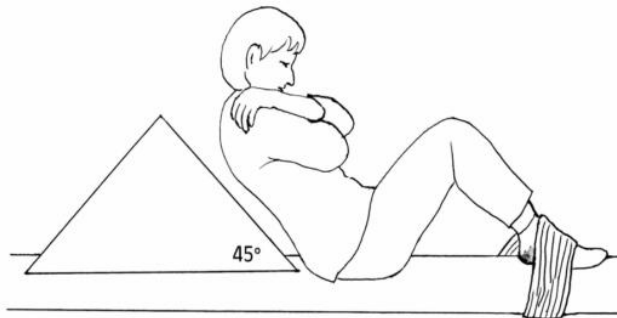
Figura 2. Test de resistencia de la musculatura anterior del tronco a 60°:



Tomado de: (Stuart McGill, 2007)

4.2.1.3 Test de resistencia de la musculatura anterior del tronco a 45⁰: En el año 2003, Chen Lu Wen y colaboradores, determinaron que el coeficiente de variación del test desarrollado por McGill a 60⁰ de flexión del tronco podría reducirse si este test fuera realizado a 45⁰ de flexión del tronco. Propusieron además que el test de resistencia de flexión del tronco a 45⁰ reflejaba mejor la resistencia del recto abdominal y los oblicuos externos localizando el fulcro articular a nivel de L4-L5. De acuerdo con estos autores, En esta posición, tanto el recto abdominal como los oblicuos externos se encuentran más alargados que en la posición de 60⁰ y, por tanto, la fuerza requerida para mantener la posición de flexión del tronco a 45⁰ es mayor. De esto se desprende que los tiempos logrados en esta posición sean menores. Este test se realiza con la persona en posición de sit-up, con la espalda reposando sobre un soporte triangular inclinado a 45 grados con relación al piso o una camilla. Las rodillas y caderas se encuentran flexionadas a 90 grados y los brazos se posicionan cruzados alrededor del pecho tocando ambos los hombros contralaterales. Los pies se aseguran por una banda de velcro para evitar su movimiento. El soporte se retira unos 10 cm para iniciar el test y el sujeto mantiene una postura isométrica, tanto como le sea posible. Se toma el tiempo en segundos hasta que ocurra la falla que se determina cuando cualquier parte de la espalda de la persona toma contacto con el soporte. Su descripción gráfica se proporciona en la figura 3.

Figura 3. Test de resistencia de la musculatura anterior del tronco a 45⁰



Tomado de (Chen et al., 2003)

4.2.1.4 Test de resistencia de la musculatura posterior del tronco: Los músculos de la región posterior de la columna se testean en la posición de Biering-Sorensen y el test determina la resistencia a la fuerza de la musculatura posterior del tronco mostrando una estimación de su confiabilidad con valores entre 0,82 y 0,96 utilizando coeficiente de correlación intraclase (Moreau, Green, Johnson, & Moreau, 2001). La actividad electromiográfica normalizada de los músculos iliocostal lumbar y multifidos alcanzan un 64,76% y 77,53% de la actividad mioeléctrica de una contracción máxima voluntaria respectivamente, indicando su validez para la medición de la resistencia de la musculatura posterior del tronco (J. K. Ng, Richardson, & Jull, 1997); igualmente, la confiabilidad de la medición de la actividad eléctrica muscular, expresada como la frecuencia media inicial, arroja un coeficiente de correlación intraclase de 0,93 para el iliocostal lumbar y 0.80 para los multifidos, mostrando la consistencia de las mediciones para evocar la actividad mioeléctrica de estos músculos (J. K.-F. Ng & Richardson, 1996) En este test, la parte superior del cuerpo se encuentra suspendida por fuera de una camilla en posición decúbito prono, con la pelvis, rodillas y pies asegurados por bandas de velcro. Los miembros superiores se cruzan alrededor del pecho tocando ambos los hombros contralaterales. Se toma el tiempo en segundos hasta que ocurra la falla que se determina cuando la parte superior del cuerpo pierde la posición horizontal. Su descripción gráfica se proporciona en la figura 4.

Figura 4. Test de resistencia de la musculatura posterior del tronco



Tomado de: (Stuart McGill, 2007)

4.2.1.5 Valores normativos de la resistencia muscular del tronco: Los valores normativos absolutos fueron determinados en sujetos sanos con un promedio de edad de 21 años, la muestra consistió de 92 hombres y 137 mujeres y con estos datos se establecieron los valores normativos y sus correspondientes alteraciones determinadas por sus cocientes. Los valores normativos para declarar alteraciones del equilibrio de la resistencia muscular del tronco se elaboraron comparando valores de sujetos sanos con valores de sujetos con historia de dolor lumbar incapacitante, con un promedio de edad de 34 años y una muestra de 24 sujetos sanos y 26 con historia de dolor lumbar. Hay que resaltar que la resistencia muscular de los extensores de columna es mayor en las mujeres que en los hombres.

La importancia de la resistencia muscular del tronco no reside únicamente en sus valores absolutos sino en la relación que se establece entre los valores de musculatura anterior y posterior, entre los valores de la musculatura lateral y posterior y en los valores entre la resistencia muscular de ambos hemicuerpos. Estas medidas se llevan a cabo estableciendo cocientes entre estos valores y, de esta manera, se determina si existen desequilibrios en la resistencia muscular del tronco.

En el cuadro 2 y 3, se establecen los valores normativos de resistencia muscular del tronco, tanto para hombres como para mujeres y sus respectivos cocientes normativos.

Cuadro 1. Promedios de tiempo en segundos de resistencia muscular del tronco para las regiones anterior, posterior y lateral del tronco y sus respectivos cocientes normalizados con respecto a la resistencia muscular posterior del tronco.

PROMEDIOS DE TIEMPOS DE RESISTENCIA MUSCULAR DEL TRONCO Y COCIENTES NORMALIZADOS A LA RESISTENCIA MUSCULAR POSTERIOR DEL TRONCO (segundos)			
TAREA	HOMBRES	MUJERES	TODO
Resistencia extensión	161	185	173
Resistencia flexión	136	134	134
Resistencia lateral derecha	95	75	83
Resistencia lateral izquierda	99	78	86
Cociente flexión/ extensión	0,84	0,72	0,77
Cociente resistencia lateral derecha/Resistencia lateral izquierda	0,96	0,96	0,96
Cociente resistencia lateral derecha/Resistencia extensión	0,58	0,40	0,48
Cociente resistencia lateral izquierda/Resistencia extensión	0,61	0,42	0,50

Modificado de: (Stuart McGill, 2007)

Cuadro 2. Discrepancias en los cocientes que sugieren desequilibrios en la resistencia muscular del tronco.

VALORES NORMATIVOS QUE SUGIEREN DESEQUILIBRIO MUSCULAR EN LA RESISTENCIA MUSCULAR DEL TRONCO	
Cociente resistencia lateral derecha/Resistencia lateral izquierda	>0,05
Cociente flexión/ extensión	>1,0
Cociente resistencia lateral (de cualquier lado)/ extensión	>0,75

Modificado de: (Stuart McGill, 2007)

4.2.2 Balance dinámico. El componente básico asociado al control postural es el balance, definido como la habilidad para mantener el centro de gravedad dentro de la base de soporte (Grant, 1996). Igualmente, la habilidad para retornar el centro de gravedad a una posición específica después de una perturbación del estado de equilibrio también hace parte del balance. Por tanto, el balance se describe tanto estático como dinámico; éste último siendo muy importante debido a que se refiere estrictamente a la capacidad de mantenimiento del control postural mientras se ejecutan movimientos oscilantes que pueden ser realizados por el sujeto sobre una base estable o de una superficie inestable mientras el sujeto se encuentra sin movimiento (Latash, 1998).

4.2.2.1 Forward reach test (test de alcanzar adelante): El balance dinámico puede ser medido de manera confiable por medio del forward reach test (Johnson et al., 2007) (Silfies, Bhattacharya, Biely, Smith, & Giszter, 2009), utilizado ampliamente en investigación científica aunque su relación con el desplazamiento del centro de presión es baja, sólo del 15%, indicando que la tarea de alcanzar adelante puede ser influenciada por otros movimientos del tronco. Sin embargo, recientemente se ha encontrado que la realización del forward reach test, efectuando el alcance con un solo miembro superior, consigue un coeficiente de correlación de 0,72 comparado con la excursión del centro de presión medido con análisis cinemático tridimensional (Kage et al., 2009), indicando su validez y utilidad en el ambiente clínico (Reiman & Manske, 2009).

El propósito del test es determinar la habilidad funcional de alcanzar con la extremidad superior, mientras se mantiene la estabilidad del tronco. Para llevar a cabo el test se adhiere una cinta métrica a una pared que debe coincidir horizontalmente con la altura del acromion del sujeto a evaluar. Posteriormente, se solicita llevar los hombros hasta 90 grados de flexión y extender los codos lo máximo posible. Con la mano empuñada, se marca el punto cero como aquel que coincida con la cabeza del tercer metacarpiano. Seguidamente, se solicita al sujeto tratar de alcanzar la máxima distancia posible hacia

adelante sin despegar los talones del piso y se registra la distancia alcanzada. A mayor, distancia alcanzada, mejor capacidad para mantener el balance dinámico. El desarrollo del test se ilustra gráficamente en la figura 5.

Figura 5. Desarrollo forward reach test (test de alcanzar adelante)



Tomado de: (Johnson et al., 2007)

4.3 MARCO DE ANTECEDENTES:

Se identificaron numerosas fuentes primarias correspondientes a artículos científicos de revistas indexadas relacionadas a las temáticas de ejercicio físico para el tratamiento del dolor lumbar, método pilates para el tratamiento del dolor lumbar, método pilates y su efecto en el balance dinámico y método pilates y su efecto en la resistencia muscular del tronco.

Estas fuentes se relacionan en cuadro número 3, a partir de la siguiente página:

CUADRO 3. MARCO DE ANTECEDENTES

MARCO DE ANTECEDENTES			
TIPO DE ESTUDIO	MUESTRA	PRINCIPALES CONCLUSIONES Y RESULTADOS	FUENTE
Revisión de la literatura	Diversos estudios randomizados y controlados. No se menciona método de selección	Las diferencias en los métodos para el análisis del ejercicio como potencial agente terapéutico, dificultan las conclusiones con respecto a los beneficios del mismo en el dolor lumbar. Parece ser que su efecto es mayor en dolor lumbar de larga duración y no en el dolor lumbar agudo	(Field, 2008)
Revisión de la literatura	Selección de estudios randomizados y controlados de acuerdo a metodología QUOROM	El ejercicio es un agente terapéutico importante tanto para el manejo del dolor lumbar crónico como para el agudo, sin embargo, se necesitan estudios randomizados y controlados para llegar a resultados mucho más específicos en torno al tema	(Liddle, Baxter, & Gracey, 2004)
Ensayo randomizado y controlado	132 adultos con dolor lumbar distribuidos en dos grupos, uno de terapia activa individual y otro consistente en un programa de restauración funcional	Ambos programas son efectivos para el tratamiento del dolor lumbar, sin embargo, el programa de restauración funcional ofrece una ventaja en cuanto a la mejora de la resistencia muscular y, por ende, una disminución del riesgo de dolor lumbar recurrente	(Roche et al., 2007)

MARCO DE ANTECEDENTES			
TIPO DE ESTUDIO	MUESTRA	PRINCIPALES CONCLUSIONES Y RESULTADOS	FUENTE
Revisión de la literatura	Ensayos randomizados y controlados, revisiones de la literatura mediante búsqueda en PubMed	Para que el tratamiento con ejercicio para el dolor lumbar tenga efecto, se necesita identificar las características específicas funcionales de los pacientes para poder diseñar una correcta intervención con ejercicio que provea una intervención clínica efectiva para los pacientes con dolor lumbar	(K. Keller, 2006)
Estudio de cohorte longitudinal	124 pacientes con dolor lumbar subagudo	Falta evidencia para asumir que los pacientes con dolor lumbar tienen como condición asociada el desuso y el desacondicionamiento físico como variables correlacionadas	(Bousema, Verbunt, Seelen, Vlaeyen, & Knottnerus, 2007)
Revisión de la literatura	Estudios randomizados controlados, metanálisis y revisiones de la literatura utilizando MEDLINE	El ejercicio es seguro para personas con dolor lumbar y no aumenta el riesgo de lesión futura ni de ausentismo laboral. Existe evidencia sustancial como para recomendar el ejercicio como agente terapéutico para mejorar la fuerza y flexibilidad de la columna. Muchos estudios demostraron reducción en los niveles de dolor y disminución en la incapacidad	(Rainville et al., 2004)
Revisión de la literatura	Estudios randomizados y controlados, revisiones de literatura sin especificar la metodología de la búsqueda	Hay mínima evidencia de que los pacientes con dolor lumbar sufran de desacondicionamiento físico y desuso antes o después del comienzo del dolor lumbar. No se pudieron documentar hallazgos de cambios morfológicos o cardiorrespiratorios que indicaran desacondicionamiento físico	(Verbunt, Smeets, & Wittink, 2010)

MARCO DE ANTECEDENTES			
TIPO DE ESTUDIO	MUESTRA	PRINCIPALES CONCLUSIONES Y RESULTADOS	FUENTE
Revisión de la literatura	Estudios randomizados y controlados, revisiones de literatura sin especificar la metodología de la búsqueda	La condición física de sujetos con o sin dolor lumbar parece ser la misma. Al parecer, las personas con dolor lumbar se emplean más que aquellas sin dolor lumbar lo que genera que las personas con dolor lumbar parezcan tener una mejor condición física. Por tanto, no parece existir una mayor diferencia en la condición física y, por tanto, el desuso no parece ser ni riesgo ni consecuencia del dolor lumbar	(Verbunt et al., 2003)
Ensayo clínico aleatorizado	39 sujetos asignados aleatoriamente a un grupo control, otro con intervención en higiene postural y otro en método pilates	Todos los grupos mejoraron reduciendo la frecuencia, intensidad y duración del dolor lumbar. No hubo diferencias significativas entre los grupos	(Curnow et al., 2009)
Ensayo clínico aleatorizado	49 sujetos se asignaron aleatoriamente a un grupo control y un grupo experimental realizando pilates como intervención	Los datos sugieren que el pilates, utilizado como ejercicio destinado a mejorar la estabilidad lumbar e incorporando movimientos funcionales puede mejorar el dolor lumbar no específico en población sedentaria en comparación con sujetos que no realizan ninguna terapia. Además, el pilates mejora el nivel de dolor, la salud en general, la flexibilidad y la propiocepción	(Gladwell, Head, Haggard, & Beneke, 2006)

MARCO DE ANTECEDENTES			
TIPO DE ESTUDIO	MUESTRA	PRINCIPALES CONCLUSIONES Y RESULTADOS	FUENTE
Revisión sistemática de la literatura	Se seleccionaron ensayos randomizados y controlados y ensayos clínicos controlados donde el tratamiento terapéutico fuera el método pilates utilizando para la búsqueda Medline, EMBASE, PEDro, CINAHL y SPORTDICUS	Todos los estudios demostraron resultados positivos, mejorando la función general y reducción del dolor cuando se aplicaba el método pilates como agente terapéutico en adultos con dolor lumbar no específico. Sin embargo, se necesita más investigación para determinar los parámetros específicos que deben ser aplicados cuando se prescriben ejercicios basados en el método pilates cuando se sufre dolor lumbar no específico	(La Touche et al., 2008)
Revisión sistemática de la literatura	Ensayos randomizados y controlados, artículos de revisión encontrados en Registro Central Cochrane de ensayos controlado, MEDLINE, EMBASE, CINAHL, AMED, PsycINFO, Pedro, Rehadat, Rehab Trials	Aunque hay algo de evidencia que soporte el uso del método pilates como agente terapéutico, no se pueden tomar conclusiones definitivas y se necesita más investigación con muestras más grandes que usen definiciones claras, con estándares de intervención comparables entre investigaciones para poder llegar a realizar metanálisis.	(Posadzki et al., 2011)

MARCO DE ANTECEDENTES			
TIPO DE ESTUDIO	MUESTRA	PRINCIPALES CONCLUSIONES Y RESULTADOS	FUENTE
Revisión de la literatura	Búsqueda en la literatura, usando "Pilates" como palabra clave de búsqueda. Se encontraron casi 300 artículos en revistas científicas desde 1993 hasta 2010	La mayoría demuestran grandes beneficios de la práctica del Método Pilates en la población adulta, las debilidades encontradas fueron, por un lado, la falta de diseños experimentales verdaderos, pequeños tamaños en la muestra y la falta de un método Pilates definido. Por lo que se hace necesario llevar a cabo más estudios donde las muestras sean más grandes para dar una mayor representación y resultados más fiables	(Fernández & Jimenez, 2010)
Ensayo randomizado controlado	Se asignaron aleatoriamente 40 sujetos a un grupo control y un grupo de intervención con método pilates	El ejercicio basado en la metodología pilates, mejoran el balance dinámico medido a través del forward reach test	(Johnson et al., 2007)
Estudio cuasiexperimental	8 Sujetos adultos mayores recibieron intervención con método pilates	Un programa de entrenamiento del balance corporal inspirado en el método pilates con una duración corta, puede ser desarrollado de manera segura por adultos mayores y puede conducir a mejoras de la estabilidad postural	(Kaesler et al., 2007)
Estudio descriptivo	54 sujetos divididos en 3 condiciones: sedentarios, fitness y pilates	La práctica regular del método pilates se asocia con mejores resultados en la fuerza funcional que aquellos de ejercicio fitness	(García et al., 2011)

MARCO DE ANTECEDENTES			
TIPO DE ESTUDIO	MUESTRA	PRINCIPALES CONCLUSIONES Y RESULTADOS	FUENTE
Diseño preexperimental sin grupo control	10 sujetos recibieron intervención con método pilates categorizados por asistencia a clase	Un programa de 6 semanas realizado con el método pilates, realizado 3 veces por semana puede ser eficaz en el mejoramiento de la resistencia muscular abdominal en población adulta con una asistencia mayor o igual al 70% de las sesiones de entrenamiento. Los adultos de mayor edad mejoran en mayor nivel su resistencia muscular abdominal que los adultos de menor edad	(González-Gálvez & Sainz de Baranda, 2011)
Ensayo clínico randomizado y controlado	36 mujeres fueron asignadas aleatoriamente a 3 grupos: uno intervenido con pilates, otro con ejercicio tradicional abdominal y otro más sin intervención	El entrenamiento con pilates parece mejorar la contractibilidad del músculo transverso abdominal, implicado en la estabilidad lumbar y el control lumbopélvico mucho más que el ejercicio abdominal tradicional	(Herrington & Davies, 2005)
Estudio de corte	11 mujeres adultas sanas entre 18 y 30 años de edad se les tomó EMG de músculos lumbares mientras realizan pilates	Se mostró un incremento de la actividad muscular con ejercicios de pilates en mat, mucho mayor a la encontrada en otros tipos de ejercicio convencional en colchoneta.	(Menacho et al., 2010)

MARCO DE ANTECEDENTES			
TIPO DE ESTUDIO	MUESTRA	PRINCIPALES CONCLUSIONES Y RESULTADOS	FUENTE
Estudio descriptivo de medidas repetidas	19 sujetos sanos con experiencia en el método pilates	Se examinó la respuesta EMG a diferentes tipos de ejercicios y posiciones en pilates, se observó un cambio en el patrón de activación con variaciones en las posiciones de la pelvis, tronco y rodillas. Se evidenció que el recto abdominal tiene una menor activación con respecto a oblicuos y paraespinales, lo que indica una mayor estabilidad lumbopélvica sugerida por el método pilates	(Queiroz et al., 2010)
Ensayo randomizado y controlado	38 mujeres fueron asignadas aleatoriamente a un grupo intervenido con pilates y a un grupo control	Hubo un efecto positivo del pilates moderno en mat en la fuerza muscular abdominal de la musculatura de la región lumbar. El pilates mejora la resistencia muscular posterior del tronco y la movilidad lumbar	(Sekendiz et al., 2007)
Estudio descriptivo comparativo	27 sujetos con dolor lumbar no específico y 31 sujetos sanos	Se observaron grandes diferencias en la resistencia muscular y en la activación EMG de los músculos extensores de la columna entre sujetos sanos y aquellos con dolor lumbar no específico.	(Lariviere, Bilodeau, Forget, Vadeboncoeur, & Mecheri, 2010)
Estudio de corte	21 sujetos sanos y 24 trabajadores industriales	Existe una relación clara entre las posturas de flexión, una reducción en la resistencia de los extensores de columna y la inactividad física entre trabajadores industriales con dolor lumbar con historia de lesión en flexión frente a sujetos sanos	(O'Sullivan, Mitchell, Bulich, Waller, & Holte, 2006b)

MARCO DE ANTECEDENTES			
TIPO DE ESTUDIO	MUESTRA	PRINCIPALES CONCLUSIONES Y RESULTADOS	FUENTE
Estudio de corte	40 sujetos con dolor lumbar y 40 sujetos sin dolor lumbar	Los sujetos con dolor lumbar demuestran alto grado de fatigabilidad de los músculos erectores de la columna tanto en región lumbar como en región torácica. Este incremento en la fatigabilidad debe ser abordado en los programas terapéuticos para el mejoramiento del dolor lumbar. Adicionalmente, a mayor edad, más incremento en la fatigabilidad de la musculatura lumbar	(Sung et al., 2009)
Revisión de la literatura	Incluye artículos con investigaciones descriptivas, randomizadas controladas y revisiones de literatura	Los sujetos con dolor lumbar difieren de aquellos sanos en su habilidad para estabilizar su columna y, por tanto, incrementan su dolor. Se analizan los diversos aspectos anatómicos, biomecánicos y neuromusculares implicados en la producción de inestabilidad en la columna	(Barr et al., 2005)
Revisión de la literatura	Incluye artículos con investigaciones descriptivas, randomizadas controladas y revisiones de literatura	Los programas de ejercicio para la estabilización lumbar incrementaron su popularidad de forma sorprendente como método efectivo para el mejoramiento del dolor lumbar. En este artículo de revisión se subrayan los aspectos de medicina basada en la evidencia y los procedimientos de evaluación en sujetos con dolor lumbar susceptibles de ejercicios de estabilización.	(Barr, Griggs, & Cadby, 2007)

MARCO DE ANTECEDENTES			
TIPO DE ESTUDIO	MUESTRA	PRINCIPALES CONCLUSIONES Y RESULTADOS	FUENTE
Revisión de la literatura	Incluye artículos con investigaciones descriptivas, randomizadas controladas y revisiones de literatura	Se analizan los diversos factores anatómicos, biomecánicos, electromiográficos y conceptuales relativos al concepto de la estabilidad lumbar como eje fundamental de los programas de tratamiento para el dolor lumbar. Se analizan sus fortalezas y debilidades con respecto a la eficacia de los diversos tipos de tratamiento orientados a la estabilidad lumbar	(Lederman, 2010)
Revisión de la literatura	Incluye artículos con investigaciones descriptivas, randomizadas controladas y revisiones de literatura	Se analiza la relación entre los subsistemas estructural, muscular y neural para la generación de la estabilidad lumbar y la génesis del dolor lumbar por inestabilidad o secundaria a la misma.	(Panjabi, 2003)
Revisión de la literatura	Incluye artículos con investigaciones descriptivas, randomizadas controladas y revisiones de literatura	Se analizan los elementos musculares relacionados con la estabilidad lumbar, diferencias de activación muscular de sujetos con dolor lumbar frente a sujetos sanos y cómo la evidencia demuestra la existencia de estas alteraciones en sujetos con dolor lumbar.	(Faries & Greenwood, 2007)
Estudio descriptivo comparativo	12 sujetos sanos y 17 con dolor lumbar	Los sujetos con dolor lumbar tienen un menor consumo de oxígeno de los músculos extensores de columna y, por ende, mayor fatigabilidad	(Kankaanpaa et al., 2005)

4.4 MARCO JURIDICO:

La presente investigación se enmarca dentro del Plan Nacional de Salud Pública, específicamente, en la Ley 1151 de 2007 (CONGRESO DE LA REPÚBLICA DE COLOMBIA, 2007) la cual define las prioridades en salud, los objetivos, metas y estrategias para su cumplimiento, y declara las competencias de todos los actores involucrados conforme a los recursos disponibles.

El plan y la ley se articulan con la investigación en cuanto a la declaración de los propósitos, entre los cuales se incluyen:

- Mejorar el estado de salud de la población Colombiana
- Evitar la progresión y los desenlaces adversos de la enfermedad.

Se circunscriben también a esta investigación, las guías de promoción de la salud y prevención de la enfermedad que se estipulan en la resolución 412 de 2000 (MINISTERIO DE SALUD DE LA REPÚBLICA DE COLOMBIA, 2000), en su artículo 9 de detección temprana y atención de enfermedades de interés en salud pública del joven de 10 a 29 años y del adulto sano mayor de 45 años. Esta resolución, dirige sus esfuerzos directamente a todas aquellas actividades que propendan por el mejoramiento del potencial de salud de acuerdo a los perfiles epidemiológicos del país y sus diferentes regiones

Se enmarca también dentro de esta investigación, la ley 528 del ejercicio de la profesión del fisioterapeuta (CONGRESO DE LA REPÚBLICA DE COLOMBIA, 1999), que en su artículo 3 regula y otorga la facultad del diseño, ejecución y dirección de investigación científica, disciplinar o interdisciplinar, destinada a la renovación o construcción de conocimiento que contribuya a la comprensión del objeto de estudio en fisioterapia. Igualmente, reglamente el desarrollo del quehacer profesional, desde la perspectiva de las ciencias naturales y sociales. A su vez, hace parte de la presente investigación el diseño, ejecución, dirección y control de programas de intervención fisioterapéutica para: la promoción de la salud y el bienestar cinético, la prevención de las deficiencias, limitaciones funcionales, discapacidades y cambios en la condición física en individuos y comunidades en riesgo, la recuperación de los sistemas esenciales para el movimiento humano y la participación en procesos interdisciplinarios de habilitación y rehabilitación integral, siendo este un punto muy importante para la realización del presente trabajo de grado en dolor lumbar.

5. METODOLOGÍA

5.1 TIPO Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

La presente investigación es de tipo no experimental, de corte, de tipo empírico-analítica y de carácter observacional analítica, porque pretende determinar las diferencias en el balance dinámico y la resistencia muscular del tronco entre mujeres que practican el método pilates versus féminas que realizan ejercicio físico convencional.

5.2 HIPÓTESIS

Hipótesis de investigación (Hi): El balance dinámico y la resistencia muscular del tronco de mujeres que practican pilates es diferente al de mujeres que practican ejercicio físico convencional.

Hipótesis nula (Ho): El balance dinámico y la resistencia muscular del tronco de mujeres que practican pilates es igual al de mujeres que practican ejercicio físico convencional

5.3 POBLACIÓN Y MUESTRA

La población objeto de estudio de esta investigación corresponde a mujeres practicantes del método pilates y mujeres que realizan ejercicio físico convencional, con edades comprendidas entre los 18 y 60 años de edad, que se encuentren realizando sus programas de pilates y ejercicio físico en centros especializados y gimnasios de las ciudades de Pereira y Cartago. El muestreo será de tipo no probabilístico intencionado completando un total de 16 mujeres practicantes de pilates y 16 mujeres que realicen ejercicio físico convencional.

5.3.1 Criterios de Inclusión: Para la presente investigación se tendrán en cuenta los siguientes criterios de inclusión:

- Pertenecer al género femenino
- Tener una edad comprendida entre 18 y 60 años
- Tener experiencia en la práctica del método pilates o en ejercicio físico convencional durante los últimos 6 meses

- Firmar el consentimiento informado indicando su voluntad explícita de participación en la investigación y tener un riesgo bajo o moderado para el ejercicio de acuerdo a la estratificación de riesgo para el ejercicio del Wisconsin Affiliate of the American Heart Association (Balady et al., 1998)

5.3.2 Criterios de exclusión: Para la presente investigación se tendrán en cuenta los siguientes criterios de exclusión:

- Haber sufrido de dolor lumbar inespecífico durante los últimos 12 meses anteriores a la investigación
- Haber sufrido de ciática durante los últimos 12 meses anteriores a la investigación
- Tener diagnóstico de espondiloartrosis o discopatía degenerativa
- Tener diagnóstico de hipertensión arterial o enfermedad cardiovascular
- Tener diagnóstico de diabetes mellitus tipo I o II
- Tener un índice de masa corporal mayor a 25
- Sufrir de algún tipo de enfermedad reumática
- Sufrir de dolor articular en codo, hombro, cadera, rodilla o tobillo o alguna condición ortopédica específica que impida el normal desarrollo de los test en la investigación
- Tener diagnóstico de fibromialgia

5.4 VARIABLES INDICADORES E ITEMS

Las variables objeto de estudio en la presente investigación son todas de tipo continuo a excepción de la variable edad que es de tipo nominal. En el cuadro número 4, se presentan las variables, sus definiciones, indicadores e ítems.

Cuadro 4. Presentación de las variables, su definición, indicadores e ítems

VARIABLE	DEFINICIÓN	INDICADOR	ITEM
Edad	Tiempo transcurrido desde el momento del nacimiento hasta el momento actual	Manifestación subjetiva de los sujetos de investigación expresada en años de vida	Código numérico arábigo
Sexo Biológico	Características específicas cromosómicas, hormonales y de constitución de genitales internos y externos que	Manifestación subjetiva de los sujetos de investigación con respecto a su configuración sexual	Masculino Femenino

	configuran los distintos roles en la reproducción		
Masa corporal	Cantidad de materia que contiene el cuerpo en el conjunto de sistemas orgánicos que lo constituyen	Kilogramos	Código numérico arábigo
Talla	Distancia que existe entre el vértex y el plano de sustentación del cuerpo	Centímetros	Código numérico arábigo
Índice de masa corporal	Cociente entre el peso corporal expresado en kilogramos y la talla corporal en centímetros elevada al cuadrado que permite clasificar a un sujeto, de acuerdo a los criterios de la OMS, en estado de bajo peso, peso normal, sobrepeso u obesidad	Kilogramos/metros ²	Código numérico arábigo
Dominancia lateral	Preferencia en la distribución de funciones que se establece entre los dos hemisferios cerebrales de cuya determinación dependerá la utilización predominante de uno de los dos hemicuerpos en el ser humano	Preferencia espontánea de uno de los miembros inferiores para el pateo de un balón	Derecho Izquierdo
Resistencia de la musculatura anterior del tronco a 60° sobre la horizontal	Capacidad del grupo muscular anterior del tronco, principalmente el recto abdominal, para mantener una contracción isométrica contra una resistencia submáxima a 60° sobre	Segundos	Código numérico arábigo

	la horizontal durante el mayor tiempo posible (Stuart McGill, 2007)(Harman & Garhammer, 2008)		
Resistencia de la musculatura anterior del tronco a 45° sobre la horizontal	Capacidad del grupo muscular anterior del tronco, principalmente el recto abdominal, para mantener una contracción isométrica contra una resistencia submáxima a 45° sobre la horizontal durante el mayor tiempo posible (Chen et al., 2003)(Harman & Garhammer, 2008)	Segundos	Código numérico arábigo
Resistencia de la musculatura posterior del tronco	Capacidad del grupo muscular posterior del tronco, principalmente multifidos e iliocostal, para mantener una contracción isométrica contra una resistencia submáxima durante el mayor tiempo posible (Stuart McGill, 2007)(Harman & Garhammer, 2008)	Segundos	Código numérico arábigo
Resistencia de la musculatura lateral del tronco	Capacidad del grupo muscular lateral del tronco, principalmente el cuadrado lumbar, para mantener una contracción isométrica contra una resistencia submáxima durante el mayor tiempo posible (Stuart McGill,	Segundos	Código numérico arábigo

	2007)(Harman & Garhammer, 2008)		
Cociente flexión/extensión	División del resultado entre la resistencia muscular anterior del tronco a 60 grados y 45 grados de flexión sobre la resistencia muscular posterior del tronco, cuyo cociente debe ser superior a 1 manifestándose como un parámetro de equilibrio de la resistencia muscular antero-posterior del tronco (Stuart McGill, 2007)	Cociente	Código numérico arábigo
Cociente resistencia lateral/extensión	División del resultado entre la resistencia muscular lateral del tronco derecha e izquierda y la resistencia muscular posterior del tronco (Stuart McGill, 2007)	Cociente	Código numérico arábigo
Cociente resistencia muscular lateral derecha/izquierda	División del resultado entre la resistencia muscular lateral derecha del tronco sobre la resistencia muscular lateral izquierda del tronco (Stuart McGill, 2007)	Cociente	Código numérico arábigo
Balance dinámico	Habilidad para mantener el centro de gravedad o retornar el mismo dentro de la base de soporte corporal después de ejecutar un	Centímetros	Código numérico arábigo

	movimiento oscilante realizado por un sujeto sobre una base estable.(Grant, 1996)		
--	-----------------------------------------------------------------------------------	--	--

5.5 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS

Para la medición de las diferentes variables presentadas en el cuadro número cuatro se utilizaron los test que a continuación se presentan con sus respectivas validaciones, nivel de objetividad y confiabilidad:

Tanto la edad como el sexo biológico se determinaron por la manifestación subjetiva de los sujetos con respecto a pregunta escrita formulada en el instrumento de recolección de datos que se encuentra como documento anexo 1.

La masa corporal fue determinada en una báscula marca OMRON que señala el resultado de dicha variable en pantalla digital. La medición de la talla de los sujetos se efectuó con tallímetro portátil adosado a pared.

La determinación del índice de masa corporal se realizó mediante la realización del cociente de la masa corporal expresada en kilogramos sobre la talla corporal expresada en centímetros y elevada al cuadrado.

La determinación de la dominancia lateral se realizó mediante la preferencia subjetiva para patear un balón con uno de los miembros inferiores, criterio éste, ampliamente utilizado en la literatura para la definición de la dominancia lateral (Rodney, Elizabeth, & Joshua, 2007)

5.5.1 Resistencia de la musculatura anterior del tronco a 60° sobre la horizontal. Para determinar la resistencia de la musculatura anterior del tronco a 60° se utilizó el test de resistencia adoptado por Stuart McGill (2007). Este test, ha mostrado una estimación de su objetividad entre 0,97 y 0,98 y de su confiabilidad de 0,95 utilizando coeficientes de correlación interclase e intraclase respectivamente (Evans et al., 2007). La actividad electromiográfica normalizada del músculo recto abdominal es alta en la posición de sit-up a 60 grados de flexión del tronco con respecto a la horizontal, alcanzando un 55% de la actividad mioeléctrica de una contracción máxima voluntaria, demostrando así la validez de este test para demandar la resistencia de la musculatura anterior del tronco (S McGill et al., 1996)

5.5.2 Resistencia de la musculatura anterior del tronco a 45° sobre la horizontal. Para determinar la resistencia de la musculatura anterior del tronco a 45°, se utilizó una variación del test de resistencia de la musculatura anterior del tronco a 60° introducido inicialmente por McGill (2007), modificando la flexión del tronco a 45° de flexión. Según Chen Lu Wen y colaboradores (2003), este test refleja mejor la resistencia del recto abdominal y los oblicuos externos localizando el fulcro articular a nivel de L4-L5 y alargando la musculatura abdominal anterior aumentando así la fuerza requerida para mantener la posición de flexión del tronco a 45°.

5.5.3 Resistencia de la musculatura posterior del tronco. Para determinar la resistencia de la musculatura posterior del tronco se utilizó la propuesta de McGill (2007) basada en el test original de Biering-Sorensen (Stuart McGill, 2007). Este test ha mostrado una estimación de su confiabilidad con valores entre 0,82 y 0,96 utilizando coeficiente de correlación intraclase (Moreau et al., 2001). La actividad electromiográfica normalizada de los músculos iliocostal lumbar y multífidos en este test alcanzan un 64,76% y 77,53% de la actividad mioeléctrica de una contracción máxima voluntaria respectivamente, indicando su validez para la medición de la resistencia de la musculatura posterior del tronco (J. K. Ng et al., 1997); igualmente, la confiabilidad de la medición de la actividad eléctrica muscular, expresada como la frecuencia media inicial, arroja un coeficiente de correlación intraclase de 0,93 para el iliocostal lumbar y 0.80 para los multífidos, mostrando la consistencia de las mediciones para evocar la actividad mioeléctrica de estos músculos (J. K.-F. Ng & Richardson, 1996)

5.5.4 Resistencia de la musculatura lateral del tronco. Para determinar la resistencia de la musculatura lateral del tronco, se adoptó también la propuesta de McGill y colaboradores (2007), utilizando la posición de puente lateral. Este test ha arrojado una estimación de su objetividad entre de 0,82 a 0,91 y de su confiabilidad entre 0,82 y 0.85 utilizando coeficientes de correlación interclase e intraclase respectivamente (Evans et al., 2007). La actividad electromiográfica normalizada del músculo cuadrado lumbar es especialmente alta en la posición de soporte lateral utilizada en este test, llegando a alcanzar un 54% de la actividad mioeléctrica de una contracción máxima voluntaria, mientras que el oblicuo externo alcanza el 40% de una contracción máxima voluntaria, demostrando estos datos la validez de la medición de la resistencia de la musculatura lateral del tronco con este método de testeo (S McGill et al., 1996)

5.5.5 Balance dinámico. Para la determinación del balance dinámico se utilizó el forward reach test, utilizado ampliamente en investigación científica aunque su relación con el desplazamiento del centro de presión es baja, sólo del 15%, indicando que la tarea de alcanzar adelante puede ser influenciada por otros movimientos del tronco. Sin embargo, recientemente se ha encontrado que la realización del forward reach test, efectuando el alcance con un solo miembro superior, consigue un coeficiente de correlación de 0,72 comparado con la excursión del centro de presión medido con análisis cinemático tridimensional (Kage et al., 2009), indicando su validez y utilidad en el ambiente clínico (Reiman & Manske, 2009)

El instrumento de recolección de información se presenta en el Anexo 1

5.5.6 Protocolo de medición. Para la medición de las diferentes variables, se utilizó un espacio aireado, bajo techo con temperatura ambiente cómoda que permitió el normal desarrollo de los test. Los implementos necesarios para el desarrollo de los test se listan a continuación:

- Camilla con bandas de velcro para sostener tobillos, rodillas y cadera en decúbito prono
- Triángulo de madera con una inclinación de 60° sobre la horizontal
- Triángulo de madera con una inclinación de 45° sobre la horizontal
- Colchoneta tipo Mat con un grosor de 2,5 cm
- Cronómetro manual
- Cinta métrica que permita la lectura horizontal
- Báscula
- Tallímetro
- Balón de caucho
- Escala de percepción del esfuerzo de Borg de 1-10

El protocolo a seguir para la medición consistió de las siguientes fases:

- Citación telefónica o personal de los sujetos de estudio indicando hora, fecha y lugar de realización de los test
- Estratificación de riesgo pre-participación para el ejercicio de acuerdo a los criterios del Wisconsin Affiliate of the American Heart Association (Balady et al., 1998) con el diligenciamiento del instrumento insertado como anexo 4, y verificación de los criterios de inclusión y exclusión de los sujetos.
- Explicación, lectura y firma del consentimiento informado personal
- Explicación y orientación general con respecto a los diferentes test que realizaron los sujetos de estudio

- Medición del peso, talla corporal y tensión arterial
- Calentamiento general y estiramiento específico de la musculatura implicada consistente en:
 - 6 minutos de bicicleta o elíptica a una intensidad entre el 40 y 50% del esfuerzo máximo percibido subjetivamente y controlado con escala de percepción del esfuerzo de Borg
 - Estiramiento de isquiotibiales 25"
 - Estiramiento de recto abdominal 25"
 - Estiramiento de erector espinal 25"
 - Estiramiento de oblicuos mayor, menor y cuadrado lumbar 25"
- Determinación de la dominancia lateral registrando la preferencia de miembro inferior utilizada para patear un balón de caucho (Rodney et al., 2007)

5.5.6.1 Realización del test de resistencia de la musculatura posterior del tronco: Biering-Sorensen modificado. Test que ha mostrado consistentemente su confiabilidad y validez como medida de la resistencia de la musculatura erectora de la columna. Para su realización se siguieron los siguientes pasos:

- Se solicitó a los sujetos ubicarse en posición decúbito prono en la camilla de testeo
- Seguidamente, se sujetó la pelvis, rodillas y tobillos a la camilla por medio de bandas de velcro con el objeto de fijar estos sitios anatómicos y evitar así su desplazamiento. El tronco de los sujetos testeados se dejó apoyado por debajo del nivel de la camilla, evitando el esfuerzo de los músculos paraespinales antes del testeo. Para tal efecto, la altura de la camilla se ubicó a 25 cm por encima de dos cajones de pilates que permitieron precisar dicha distancia.
- Para iniciar el test, se solicitó a los sujetos llevar sus brazos al pecho asegurando que la mano derecha tocara el hombro izquierdo y la mano izquierda tocara el hombro derecho formando así una cruz
- Seguidamente, se solicitó el levantamiento del tronco a nivel de la camilla y el sostenimiento de dicha posición por el mayor tiempo posible
- Durante el desarrollo del test no se dio ningún tipo de estímulo verbal que pudiera mejorar el desempeño de los sujetos.
- El tiempo de resistencia fue tomado con un cronómetro manual desde el momento en que los sujetos asumieron la posición horizontal a nivel de la camilla y se terminó una vez los sujetos tomaron contacto con el piso. Posteriormente, se registró en el instrumento de recolección de datos.
- Seguidamente, se soltaron los velcros de la pelvis, rodillas y pies de los sujetos y se los dejó en descanso en posición erecta durante 5 minutos, tiempo después del cual se pudo iniciar el siguiente test de resistencia muscular

5.5.6.2 Realización del test de resistencia de la musculatura anterior del tronco a 60°:

Para la ejecución de este test se siguieron los siguientes pasos:

- Se ubicaron los sujetos en sedente en la camilla de testeo
- Posteriormente, se ubicó un triángulo de madera en la espalda de los sujetos. Este triángulo tuvo una inclinación de 60° desde la horizontal de la camilla y aseguró, por tanto, una flexión del tronco en sedente con esta misma angulación. Las rodillas y caderas de los sujetos se flexionaron a 90°. Los brazos se cruzaron en el pecho asegurando que la mano derecha tocara el hombro izquierdo y la mano izquierda el hombro derecho.
- Seguidamente, se aseguraron los pies de los sujetos a la camilla con una banda de velcro para evitar su desplazamiento.
- Una vez en esta posición, se retiró el soporte triangular a 10 cm de la espalda del paciente mientras se le solicitó mantener la posición asumida con el triángulo durante el mayor tiempo posible. Se utilizó un goniómetro universal con su fulcro en el trocánter mayor del fémur, con un eje localizado a lo largo de la proyección del fémur y el otro eje a lo largo de la línea axilar media para verificar la angulación del tronco a 60° sobre la horizontal.
- Durante el desarrollo del test no se dió ningún tipo de estímulo verbal con el objetivo de mejorar el desempeño de los sujetos
- El tiempo de resistencia fue tomado con un cronómetro manual desde el momento en que se retiró el triángulo y se asumió la posición a 60° de flexión del tronco y se terminó cuando el evaluado fue incapaz de mantener la posición del tronco a 60°, posteriormente se registró en el instrumento de recolección de datos.
- Seguidamente, se soltó la banda de velcro de los pies de los sujetos y se los dejó en descanso en posición erecta durante 5 minutos, tiempo después del cual se pudo iniciar el siguiente test de resistencia muscular.

5.5.6.3 Realización del test de resistencia de la musculatura lateral del tronco (lateral bridge): Para la ejecución de este test, se siguieron los siguientes pasos:

- Se ubicaron los sujetos en una colchoneta tipo mat de 2,5 cm de espesor en decúbito lateral con los miembros inferiores extendidos. El miembro inferior ubicado arriba, se cruzó por encima del otro miembro inferior de modo que ambos pies tomaran contacto con el piso; al mismo tiempo, el codo del hemicuerpo apoyado tomó una flexión de 90° de tal forma que sirviera como tercer apoyo al piso conjuntamente con el antebrazo y la mano, tal como se puede apreciar en la figura 1.

- Seguidamente, se solicitó a los sujetos levantar la pelvis del piso de forma tal que el tronco tomara una alineación paralela al piso. El brazo que no tuvo contacto con el piso, cruzó el pecho y la mano tomó contacto con el hombro contralateral
- Posteriormente, se solicitó el mantenimiento de esta posición por el mayor tiempo posible
- El tiempo de resistencia fue tomado con un cronómetro manual desde el momento en que la pelvis subió formando con el tronco posición paralela con el piso, hasta el momento en que la pelvis tocó de nuevo el piso y se perdió la posición paralela del tronco al piso.
- Acto seguido, los sujetos cambiaron de lado y repitieron el mismo procedimiento.
- Al terminar el test, los sujetos asumieron posición bípeda y descansaron por 5 minutos antes de continuar con el siguiente test.

5.5.6.4 Realización del test de balance dinámico (forward reach test – test de alcanzar adelante): Para la realización de este test, se siguieron los siguientes pasos:

- Los sujetos iniciaron el test en posición erguida, al lado de una pared, la cual llevó adherida a nivel de los hombros de los sujetos una cinta métrica ubicada de forma horizontal al piso. Los sujetos realizaron una flexión de hombro de 90° con el miembro superior más cercano a la pared y, con el codo en extensión, se marcó el punto cero de la medición indicado por la cabeza del tercer metacarpiano con la mano empuñada.
- Los pies de los sujetos estuvieron ubicados a la amplitud de los hombros y se encontraron delimitados anteriormente por una línea horizontal en el piso que indicó el sitio de partida para el avance del tronco.
- A los sujetos se les solicitó avanzar tan adelante como pudieran con su miembro superior, sin permitir el levantamiento de los talones y sin perder la angulación de hombros y codos
- La distancia que los sujetos alcanzaron se registró tomando como cero el punto de inicio de alcance sin avance del tronco, tomando como referencia el sitio de la cinta de medición coincidente con la cabeza del tercer metacarpiano con la mano empuñada y como punto final el sitio de coincidencia de la cinta métrica con la cabeza del tercer metacarpiano con la mano empuñada después de generarse el desplazamiento anterior del tronco.
- Seguidamente, se registró la marca y los sujetos regresaron a posición vertical y terminaron así la realización de los test en el primer día de medición después de verificar estado estable de los sujetos participantes en la investigación.

5.5.6.5 Realización del test de resistencia de la musculatura anterior del tronco a 45°:

Este test se realizó en un día posterior a la realización de los demás test para impedir que la fatiga muscular modificara los resultados, especialmente por la demanda a esta misma región con el test de resistencia muscular de la región anterior del tronco a 60°. Para la ejecución de este test se siguieron los siguientes pasos:

- Se ubicaron los sujetos en sedente en la camilla de testeo
- Posteriormente, se ubicó un triángulo de madera en la espalda de los sujetos. Este triángulo tuvo una inclinación de 45° desde la horizontal de la camilla y aseguró, por tanto, una flexión del tronco en sedente con esta misma angulación. Las rodillas y caderas de los sujetos se flexionaron a 90°. Los brazos se cruzaron en el pecho asegurando que la mano derecha tocara el hombro izquierdo y la mano izquierda el hombro derecho.
- Seguidamente, se aseguraron los pies de los sujetos a la camilla con una banda de velcro para evitar su desplazamiento.
- Una vez los sujetos estuvieron en esta posición, se retiró el soporte triangular a 10 cm de la espalda del paciente y se solicitó mantener la posición asumida con el triángulo durante el mayor tiempo posible. Se utilizó un goniómetro universal con su fulcro en el trocánter mayor del fémur, con un eje localizado a lo largo de la proyección del fémur y el otro eje a lo largo de la línea axilar media para verificar la angulación del tronco con la horizontal a 45°
- Durante el desarrollo del test no se dió ningún tipo de estímulo verbal que pudiera mejorar el desempeño de los sujetos.
- El tiempo de resistencia fue tomado con un cronómetro manual desde el momento en que se retiró el triángulo y se asumió la posición a 45° de flexión del tronco, se terminó cuando el evaluado fue incapaz de mantener la posición del tronco a 45°. Posteriormente se registró el dato del tiempo obtenido en el instrumento de recolección de datos.
- Seguidamente, se soltó la banda de velcro de los pies de los sujetos y se los dejó en descanso en posición erecta durante 5 minutos, tiempo después del cual se dió como terminado el desarrollo del test, verificando el estado estable del sujetos participantes en la investigación.

5.6 EVALUACIÓN BIOÉTICA:

El dolor lumbar constituye uno de los mayores problemas de salud pública en la sociedad occidental industrializada, provocando alteraciones en la vida personal, social, laboral y económica. Adicionalmente, se ha reportado una asociación real del dolor lumbar con alteraciones del balance dinámico, la resistencia muscular del tronco y el equilibrio de la

resistencia muscular del tronco. Por tal razón, se hace necesario identificar aquellas estrategias que, por medio del movimiento y el ejercicio, puedan mejorar las condiciones antes descritas de manera eficiente y efectiva, para lograr implementar metodologías que no sólo mejoren el dolor lumbar una vez se ha instalado, sino que pueden prevenir la aparición del mismo. En este enfoque se enmarca y justifica el presente trabajo investigativo.

Los procedimientos que se van utilizar durante el desarrollo de la investigación tienen un alcance de riesgo mínimo ya que incluyen test específicos de resistencia muscular y de balance corporal dinámico concebidos como un tipo de ejercicio moderado que además se realizará en voluntarios sanos de acuerdo a las disposiciones contenidas en el artículo 11, título 1 de la resolución 008430 de 1993 del Ministerio de Salud de la República de Colombia.

Los test de resistencia muscular del tronco y de balance dinámico han demostrado ser procedimientos seguros, sin reportes de lesión ni efectos adversos colaterales; a lo sumo, se espera que aparezca dolor muscular de aparición tardía asociado al esfuerzo muscular efectuado durante los test.

Se garantizará a los voluntarios la disposición permanente de aclaración de dudas por parte de los investigadores con respecto a los procedimientos, riesgos y beneficios que de la aplicación de estos test pudieran resultar y la completa libertad de retirar su consentimiento de participación en la investigación en cualquier momento del desarrollo de la misma.

Se garantizará también a los voluntarios el total derecho a la privacidad y confidencialidad de la información, incluyendo también aquella información que de manera verbal se comunique a los investigadores y la identidad personal del voluntario.

El consentimiento informado personal e institucional que se presentará para firma de los sujetos participantes y centros de ejercicio en la investigación se presentan en el Anexo 2 y 3 respectivamente.

6. RESULTADOS

Después de terminar el proceso de realización de las diferentes pruebas de resistencia muscular y de balance dinámico con su posterior tabulación de variables, se llevó a cabo el procedimiento de análisis de datos que se ejecutó en dos niveles:

- Un primer nivel de carácter descriptivo de los dos grupos, comparando las medias de las respectivas variables estudiadas entre sí, e igualmente, con las medias de los valores normativos propuestos por McGill, Childs y Liebenson (1999) y Chen y cols (2003) en sus respectivas investigaciones. Posteriormente, un análisis descriptivo comparativo de medias entre las 16 mujeres más jóvenes y las 16 mujeres más avanzadas en edad del presente estudio.
- Un segundo nivel de estadística inferencial donde, una vez determinadas las medias de los grupos para las variables estudiadas, se calcularon sus diferencias estadísticas a partir de una T de student y se determinó, de esta manera, la existencia de diferencias significativas entre el grupo de mujeres practicante del método Pilates y el grupo de mujeres practicante de ejercicio convencional en gimnasio.

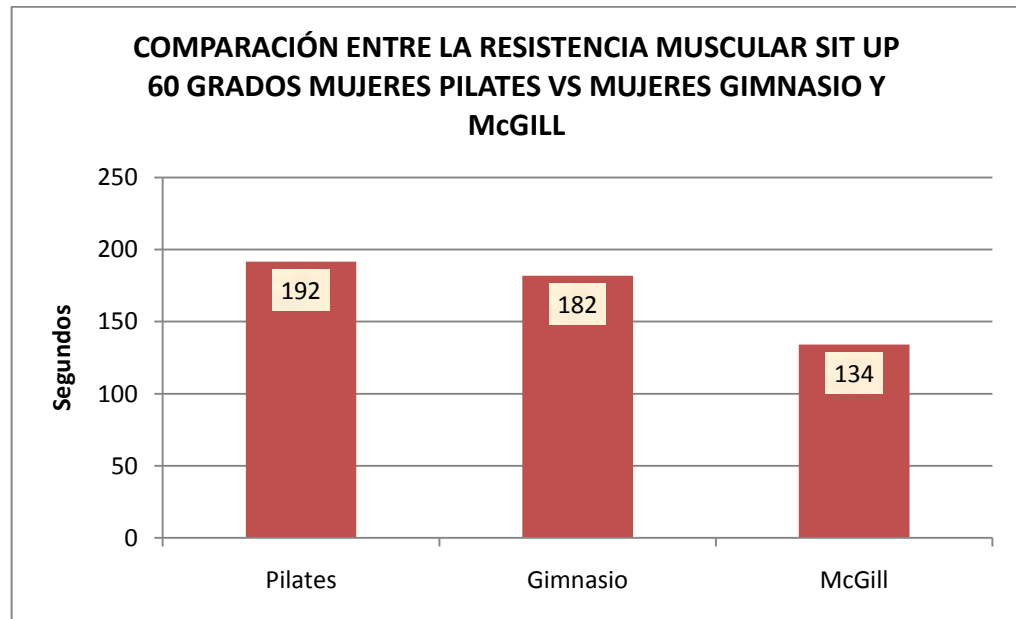
A continuación se presentan las diferentes tablas y gráficas con las comparaciones anteriormente mencionadas:

Tabla 1. Promedios y desviaciones estándar de edad e índice de masa corporal del grupo de mujeres practicantes de Pilates y ejercicio convencional en gimnasio, el grupo de dieciséis mujeres más avanzadas en edad y el grupo de dieciséis mujeres más jóvenes con su correspondiente dominancia lateral.

	PILATES		GIMNASIO	
	Media	DS	Media	DS
Edad	40.8	9.8	36.9	11.4
IMC	20.5	2.1	23.8	1.8
Dominancia Lateral	Derecha		Derecha	
	Media		DS	
Edad 16 más Jóvenes	30.4		6.4	
Edad 16 más avanzadas en edad	47.3		6.5	

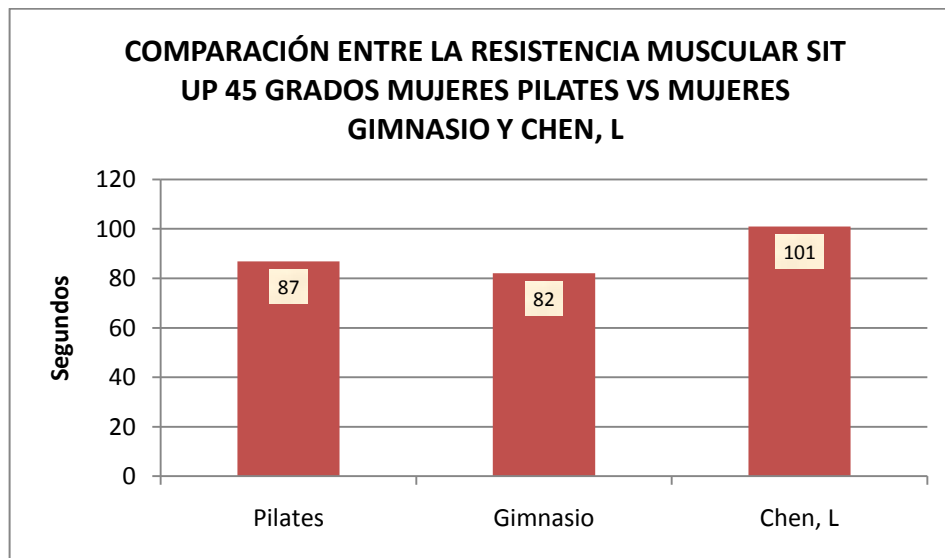
En la tabla 1, se puede apreciar cómo la media de la edad de las mujeres practicantes del método Pilates fue 3.9 años mayor a la media de las mujeres practicantes de ejercicio convencional en gimnasio. Para la variable índice de masa corporal, las mujeres practicantes de gimnasio convencional mostraron poseer una media 3.3 kilogramos por centímetro cuadrado mayor que la media de las mujeres practicantes de Pilates. La edad de las dieciséis mujeres más avanzadas en edad fue de 16.9 años mayor que la media de la edad de las dieciséis mujeres más jóvenes. Finalmente, todas las mujeres del estudio mostraron poseer una dominancia lateral derecha.

Fig. 6 Comparación de la resistencia muscular en flexión del tronco a 60 grados entre el grupo de mujeres practicante del método Pilates, el grupo de mujeres practicante de ejercicio convencional en gimnasio y el dato normativo de la investigación de McGill, Childs y Liebenson (1999) para esta variable.



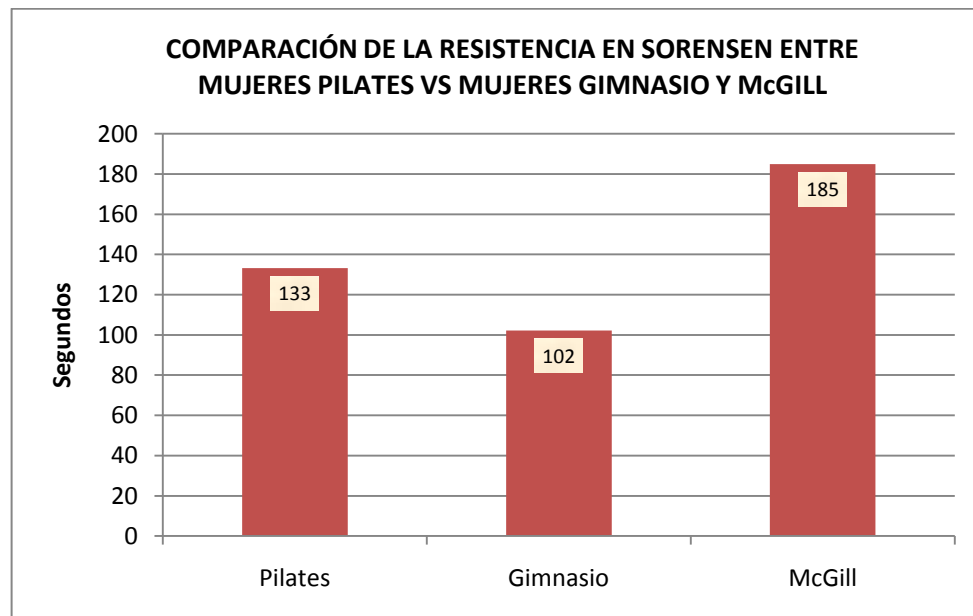
En la gráfica 6, se puede apreciar que la media de la resistencia muscular del tronco a 60 grados es mayor en las mujeres que practican el método Pilates que en las mujeres que practican ejercicio convencional en gimnasio, alcanzando una diferencia porcentual de 5%. De igual forma, la resistencia muscular del tronco en flexión a 60 grados de las mujeres que practican pilates es un 30% mayor que el dato reportado inicialmente por McGill, Childs y Liebenson (1999) en su muestra de mujeres. Sin embargo, al aplicar la T de student comparando el grupo de mujeres practicante de pilates y el grupo de mujeres practicante de ejercicio convencional en gimnasio, se obtuvo un valor T de 0.21, con un valor crítico de T de 2.0, indicando estos datos que no existen diferencias significativas en los valores de estas variables, sin embargo, de forma descriptiva, la media en segundos del grupo de mujeres practicante de Pilates fue 5% mayor que la del grupo de mujeres que practican ejercicio convencional en gimnasio.

Fig. 7 Comparación de la resistencia muscular en flexión del tronco a 45 grados entre el grupo de mujeres practicante del método Pilates, el grupo de mujeres practicante de ejercicio convencional en gimnasio y el dato preliminar de la investigación de Chen y Cols (2003) para esta variable.



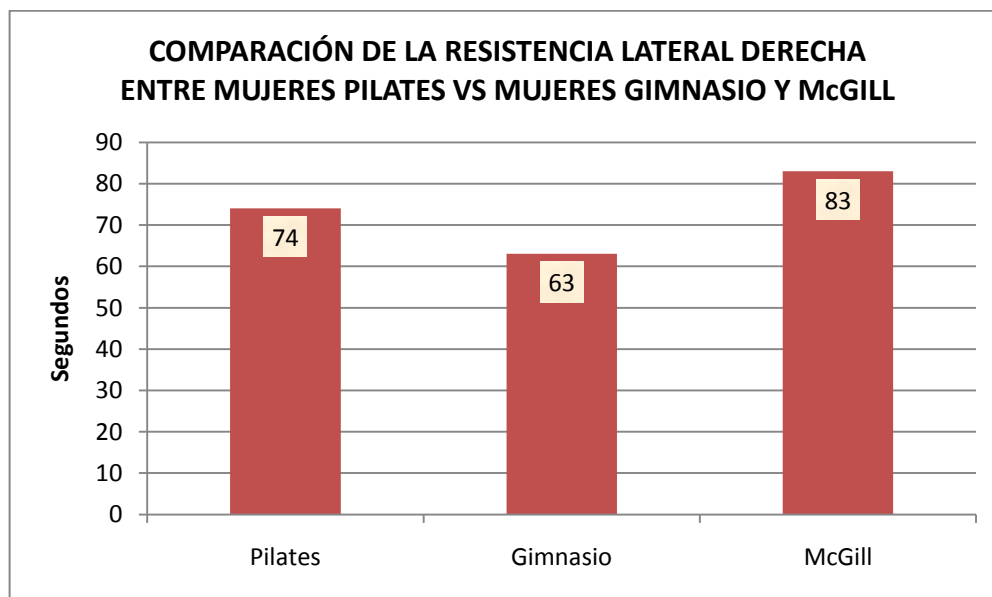
En la figura 7, se puede observar que la media de la resistencia muscular del tronco a 45 grados es mayor en el dato preliminar reportado en la investigación de Chen y Cols (2003) que en las mujeres que practican el método Pilates, llegando a tener una diferencia porcentual de 14%. Igualmente la resistencia muscular del tronco en flexión a 45 grados de las mujeres de la investigación de Chen y Cols (2003) es un 18.6% mayor que el valor encontrado para las mujeres que practican ejercicio convencional en gimnasio en esta investigación. Al aplicar la T de student comparando el grupo de mujeres practicante de pilates y el grupo de mujeres practicante de ejercicio convencional en gimnasio, se obtuvo un valor T de 0.34, con un valor crítico de T de 2.0, indicando estos datos que no existen diferencias significativas en los valores de estas variables, aunque de manera descriptiva, la media en segundos del grupo de mujeres practicante de Pilates fue 5.3% mayor que la del grupo de mujeres que practican ejercicio convencional en gimnasio.

Fig. 8 Comparación de la resistencia muscular en extensión del tronco entre el grupo de mujeres practicante del método Pilates, el grupo de mujeres practicante de ejercicio convencional en gimnasio y el dato normativo de la investigación de McGill, Childs y Liebenson (1999) para esta variable.



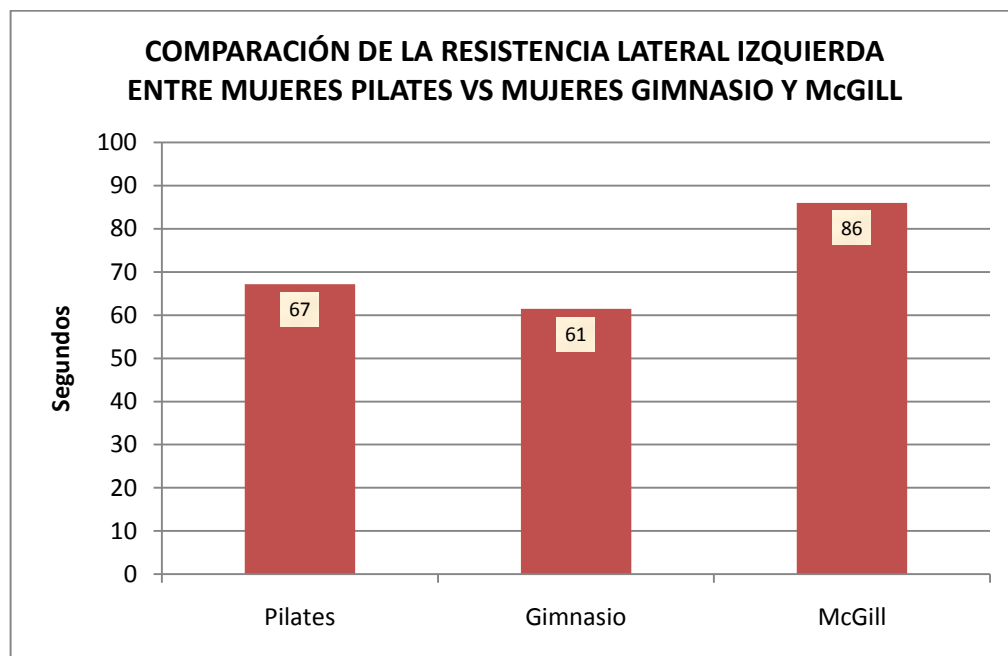
En la figura 8, se puede apreciar que la media de la resistencia muscular del tronco en extensión es mayor en el dato normativo reportado en la investigación de McGill, Childs y Liebenson (1999) que en las mujeres que practican el método Pilates, llegando a tener una diferencia porcentual de 27.9%. De igual manera, la resistencia muscular del tronco en extensión de las mujeres de la investigación de McGill, Childs y Liebenson (1999) es un 44.7% mayor que el valor encontrado para las mujeres que practican ejercicio convencional en gimnasio en esta investigación. Al realizar la T de student comparando el grupo de mujeres practicante de pilates y el grupo de mujeres practicante de ejercicio convencional en gimnasio, se obtuvo un valor T de 2.7, con un valor crítico de T de 2.0, indicando estos datos que existen efectivamente diferencias significativas en los valores de estas variables.

Fig. 9 Comparación de la resistencia muscular lateral derecha del tronco entre el grupo de mujeres practicante del método Pilates, el grupo de mujeres practicante de ejercicio convencional en gimnasio y el dato normativo de la investigación de McGill, Childs y Liebenson (1999) para esta variable.



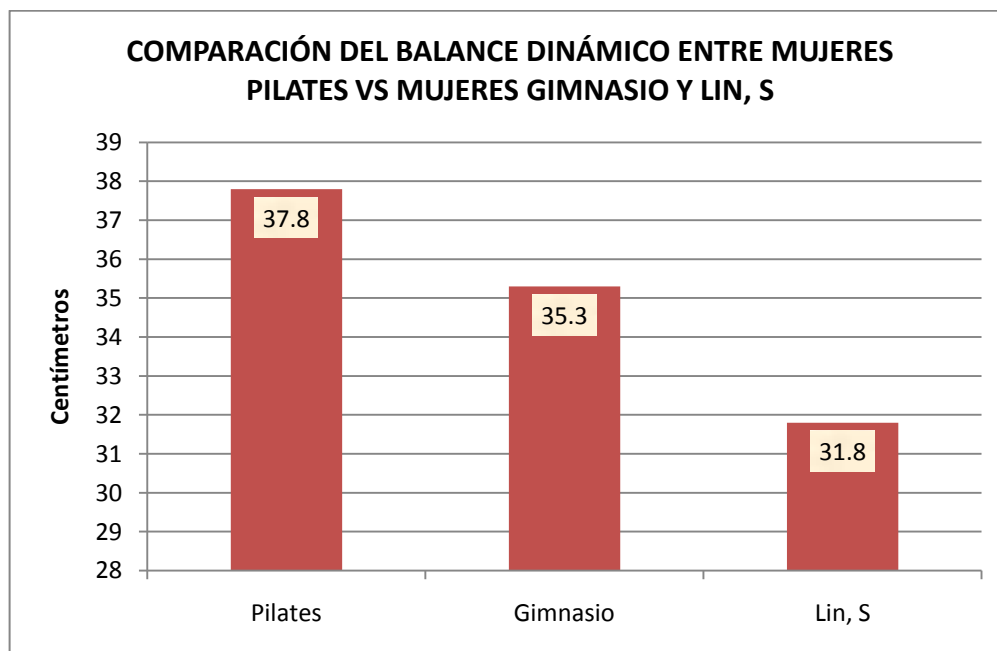
En la figura 9, se puede observar que la media de la resistencia muscular lateral derecha del tronco es mayor en el dato normativo reportado en la investigación de McGill, Childs y Liebenson (1999) que en las mujeres que practican el método Pilates, alcanzando a tener una diferencia porcentual de 10.7 %. De manera similar, la resistencia muscular lateral derecha del tronco de las mujeres de la investigación de McGill, Childs y Liebenson (1999) es un 24% mayor que el valor encontrado para las mujeres que practican ejercicio convencional en gimnasio en esta investigación. Al realizar la T de student comparando el grupo de mujeres practicante de pilates y el grupo de mujeres practicante de ejercicio convencional en gimnasio, se obtuvo un valor T de 1.4, con un valor crítico de T de 2.0, indicando estos datos que no existen diferencias significativas en los valores de estas variables, sin embargo, de forma descriptiva, la media en segundos del grupo de mujeres practicante de Pilates fue 14.8% mayor que la del grupo de mujeres que practican ejercicio convencional en gimnasio

Fig. 10 Comparación de la resistencia muscular lateral izquierda del tronco entre el grupo de mujeres practicante del método Pilates, el grupo de mujeres practicante de ejercicio convencional en gimnasio y el dato normativo de la investigación de McGill, Childs y Liebenson (1999) para esta variable.



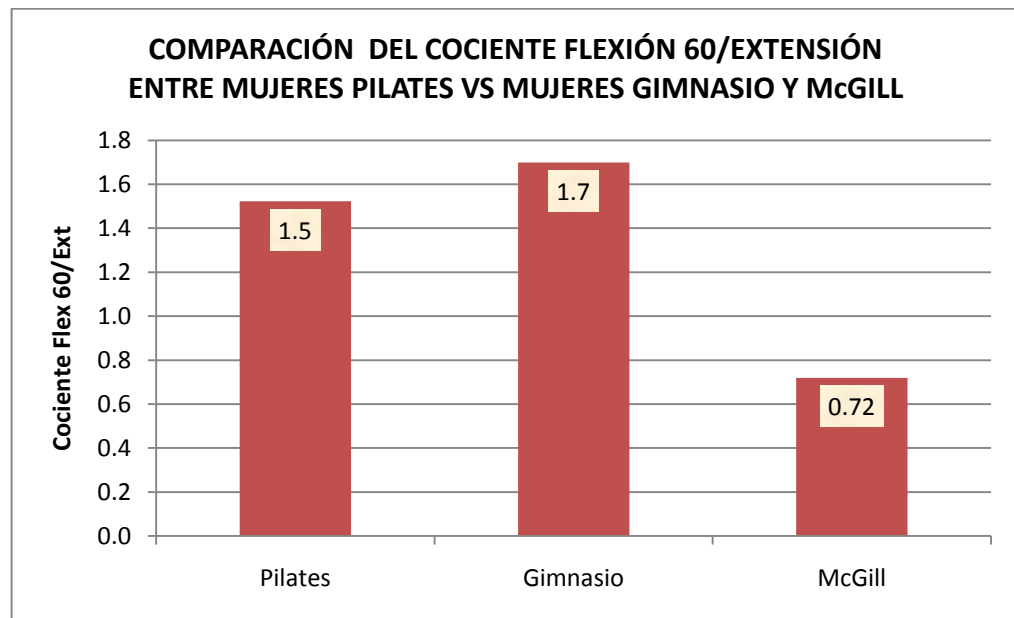
En la figura 10, se puede apreciar que la media de la resistencia muscular lateral izquierda del tronco es mayor en el dato normativo reportado en la investigación de McGill, Childs y Liebenson (1999) que en las mujeres que practican el método Pilates, alcanzando a tener una diferencia porcentual de 21.8 %. De igual manera, la resistencia muscular lateral derecha del tronco de las mujeres de la investigación de McGill, Childs y Liebenson (1999) es un 28.5% mayor que el valor encontrado para las mujeres que practican ejercicio convencional en gimnasio en esta investigación. Al realizar la T de student comparando el grupo de mujeres practicante de pilates y el grupo de mujeres practicante de ejercicio convencional en gimnasio, se obtuvo un valor T de 0.7, con un valor crítico de T de 2.0, indicando estos datos que no existen diferencias significativas en los valores de estas variables, aunque de manera descriptiva, la media en segundos del grupo de mujeres practicante de Pilates fue 8.5% mayor que la del grupo de mujeres que practican ejercicio convencional en gimnasio

Fig. 11 Comparación del balance dinámico con el test forward-reach entre el grupo de mujeres practicante del método Pilates, el grupo de mujeres practicante de ejercicio convencional en gimnasio y el dato preliminar en adultos jóvenes de la investigación de Lin y Liao (2011) para esta variable.



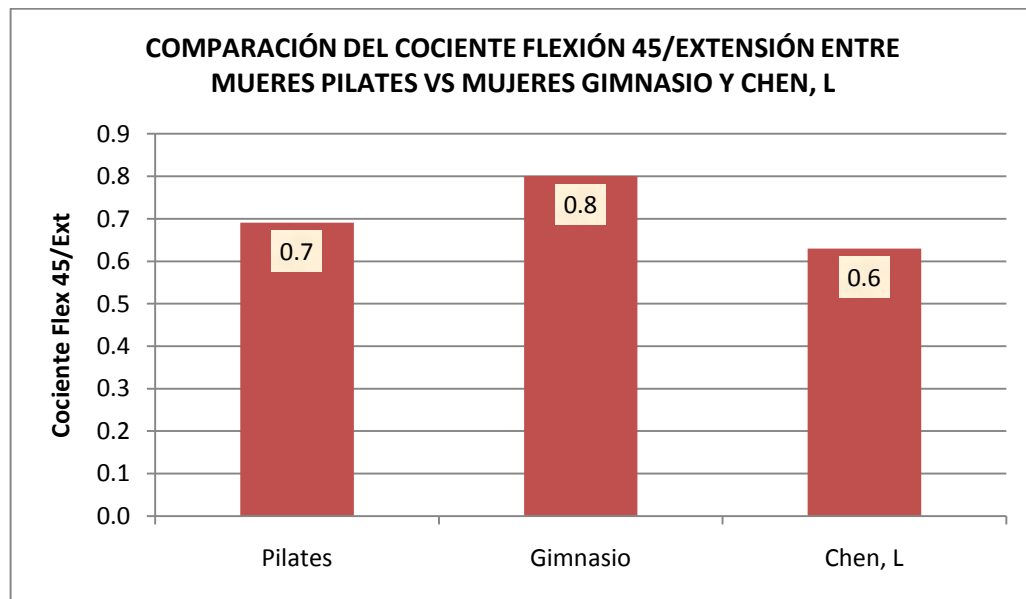
En la figura 11, se puede observar que la media del balance dinámico medida mediante el test forward reach es mayor en el grupo de mujeres practicante del método Pilates que en el grupo de mujeres practicante de ejercicio convencional en gimnasio alcanzando una diferencia porcentual de 6.6%. De forma similar, el valor del balance dinámico del grupo de mujeres practicante del método Pilates superó ampliamente aquel del grupo de adultos jóvenes de la investigación de Lin y Liao (2011), llegando a tener una diferencia porcentual de 15.8%. Al aplicar la T de student comparando el grupo de mujeres practicante de pilates y el grupo de mujeres practicante de ejercicio convencional en gimnasio, se obtuvo un valor T de 1.19, con un valor crítico de T de 2.0, indicando estos datos que no existen diferencias significativas en los valores de estas variables.

Fig. 12 Comparación del cociente de resistencia muscular en flexión de tronco a 60 grados/extensión entre el grupo de mujeres practicante del método Pilates, el grupo de mujeres practicante de ejercicio convencional en gimnasio y el dato normativo de McGill (2007) para esta variable.



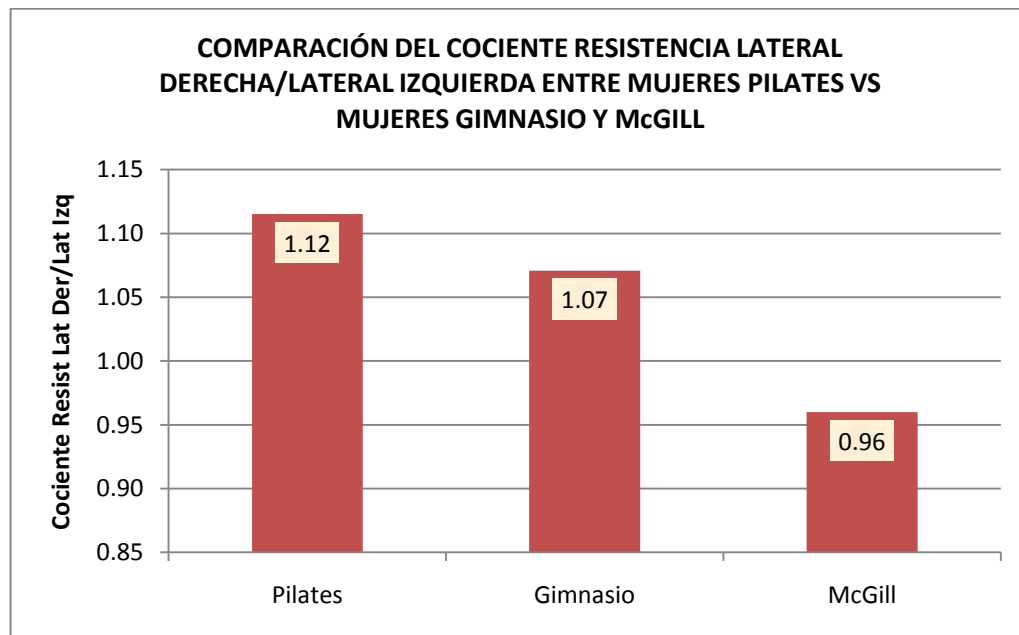
En la figura 12, se puede observar que el cociente de resistencia muscular flexión/extensión es mayor en el grupo de mujeres practicante de ejercicio convencional en gimnasio que en el grupo de mujeres practicante del método Pilates, e incluso, mucho mayor que el reportado en los valores normativos de McGill (2007), alcanzando una diferencia porcentual de 10.4% y 57.6% respectivamente. Al aplicar la T de student comparando el grupo de mujeres practicante de pilates y el grupo de mujeres practicante de ejercicio convencional en gimnasio, se obtuvo un valor T de -0.4, con un valor crítico de T de 2.0, indicando estos datos que no existen diferencias significativas en los valores de estas variables. Se debe resaltar que, de acuerdo a lo reportado por McGill (2007), un valor del cociente de resistencia muscular flexión/extensión mayor a 1, es indicativo de desequilibrio muscular.

Fig. 13 Comparación del cociente de resistencia muscular en flexión de tronco a 45 grados/extensión entre el grupo de mujeres practicante del método Pilates, el grupo de mujeres practicante de ejercicio convencional en gimnasio y el dato normativo de McGill (2007) para esta variable.



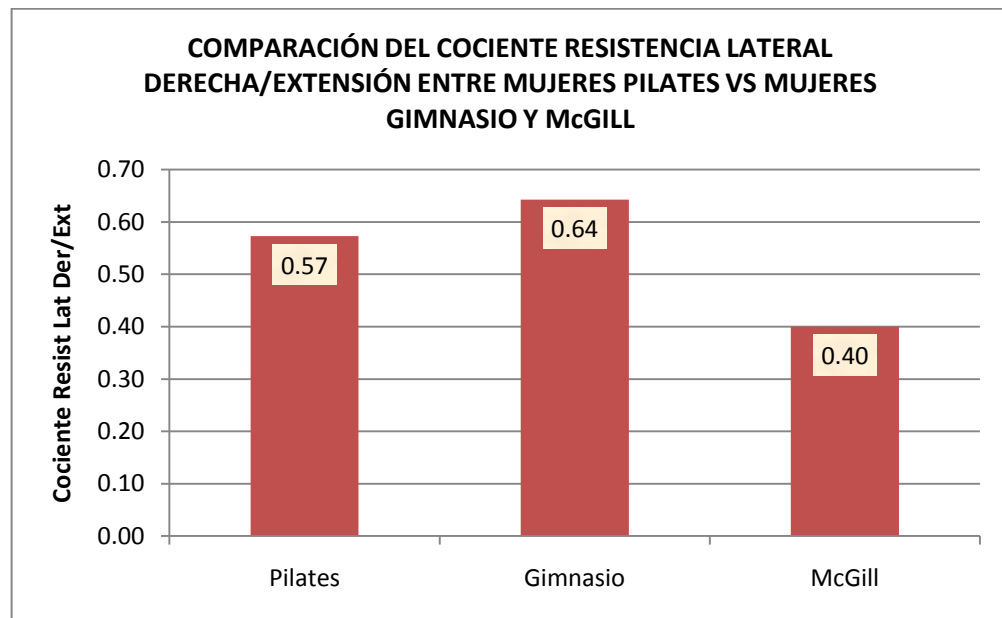
En la figura 13, se puede apreciar que el cociente de resistencia muscular flexión/extensión es mayor en el grupo de mujeres practicante de ejercicio convencional en gimnasio que en el grupo de mujeres practicante del método Pilates, y también, mucho mayor que el reportado en los valores normativos de McGill (2007), llegando a una diferencia porcentual de 13.7% y 21.3% respectivamente. Al realizar la T de student comparando el grupo de mujeres practicante de pilates y el grupo de mujeres practicante de ejercicio convencional en gimnasio, se obtuvo un valor T de -0.9, con un valor crítico de T de 2.0, indicando estos datos que no existen diferencias significativas en los valores de estas variables.

Fig. 14 Comparación del cociente de resistencia muscular lateral derecha/resistencia muscular lateral izquierda entre el grupo de mujeres practicante del método Pilates, el grupo de mujeres practicante de ejercicio convencional en gimnasio y el dato normativo de McGill (2007) para esta variable.



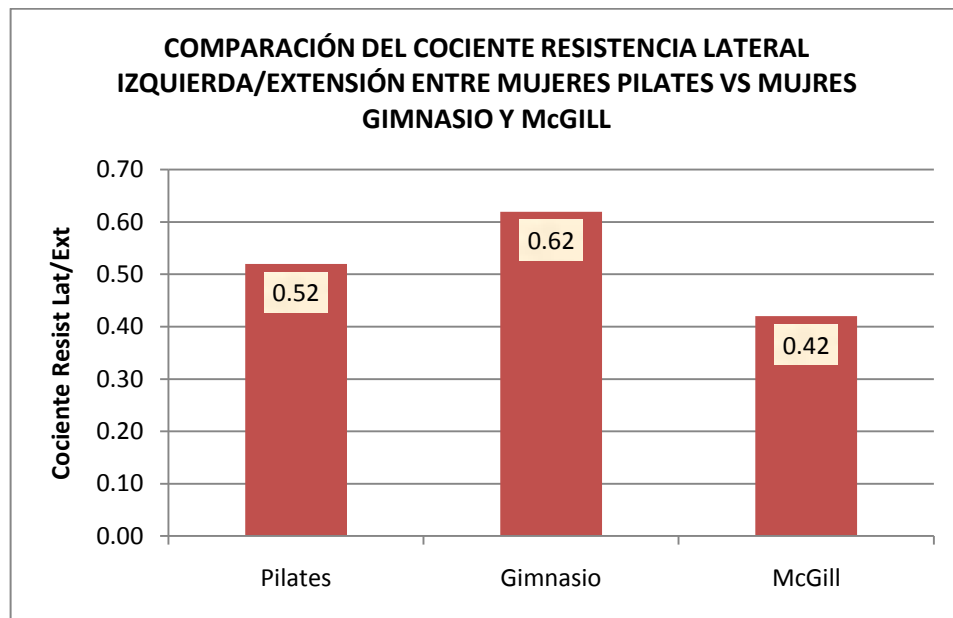
En la figura 14, se puede apreciar que el cociente de resistencia muscular lateral derecha/resistencia muscular lateral izquierda es mayor, tanto para el grupo de mujeres practicante del método Pilates como para el grupo de mujeres practicantes de ejercicio convencional en gimnasio, en comparación a los datos reportados para esta variable en los valores normativos de McGill (2007), correspondiendo, en cada caso respectivamente un 13.9% y 10.3% de diferencia porcentual. Al efectuar la T de student comparando el grupo de mujeres practicante de pilates y el grupo de mujeres practicante de ejercicio convencional en gimnasio, se obtuvo un valor T de 0.51, con un valor crítico de T de 2.0, indicando estos datos que no existen diferencias significativas en los valores de estas variables. Sin embargo, el cociente de resistencia muscular lateral derecha/resistencia muscular lateral izquierda fue porcentualmente mayor para el grupo de mujeres practicante de Pilates, en comparación con el grupo de mujeres practicante de ejercicio convencional en gimnasio, alcanzando una diferencia porcentual de 3.99%. De acuerdo con McGill (2007), un cociente en esta variable mayor a 0.05, sería indicativo de desequilibrio en la resistencia muscular lateral del tronco, como en efecto sucede en los grupos de mujeres que practican Pilates y ejercicio convencional en gimnasio.

Fig. 15 Comparación del cociente de resistencia muscular lateral derecha/resistencia muscular en extensión del tronco entre el grupo de mujeres practicante del método Pilates, el grupo de mujeres practicante de ejercicio convencional en gimnasio y el dato normativo de McGill (2007) para esta variable.



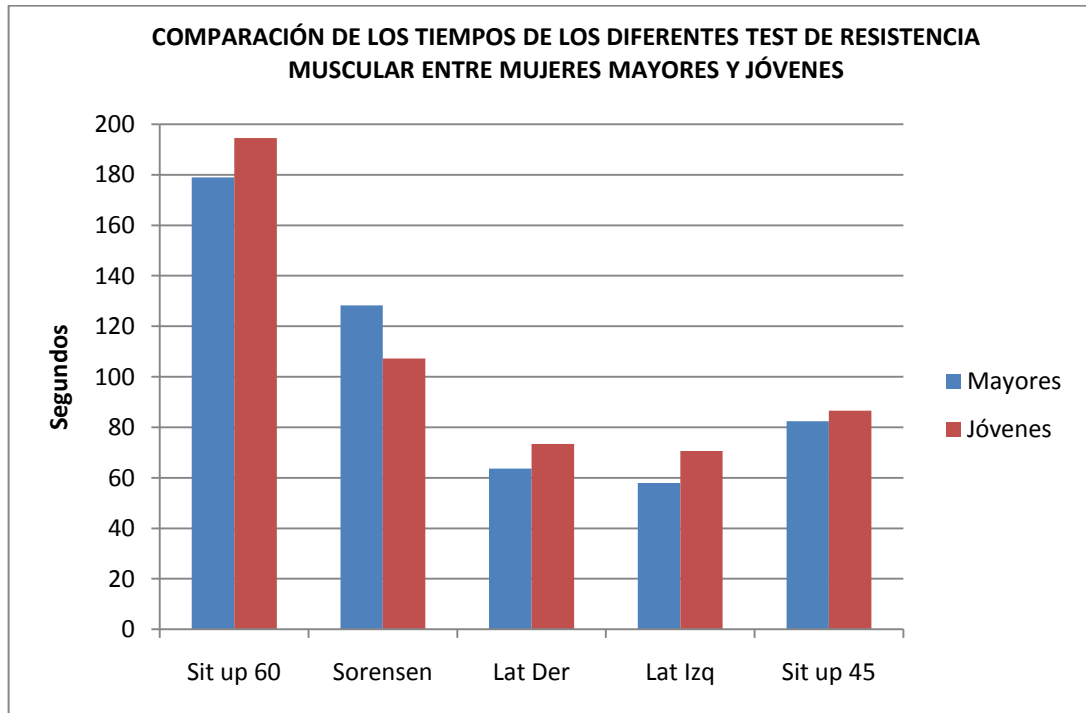
En la figura 15, se puede observar que el cociente de resistencia muscular lateral derecha/resistencia muscular en extensión del tronco es mayor, tanto para el grupo de mujeres practicantes del ejercicio convencional en gimnasio como para el grupo de mujeres practicantes del método Pilates, en comparación a los datos reportados para esta variable en los valores normativos de McGill (2007), correspondiendo, en cada caso respectivamente un 37.7% y 30.1% de diferencia porcentual. Al efectuar la T de student comparando el grupo de mujeres practicante de pilates y el grupo de mujeres practicante de ejercicio convencional en gimnasio, se obtuvo un valor T de -0.98, con un valor crítico de T de 2.0, indicando estos datos que no existen diferencias significativas en los valores de estas variables. Sin embargo, el cociente de resistencia muscular lateral derecha/resistencia muscular lateral izquierda fue porcentualmente mayor para el grupo de mujeres practicantes de ejercicio convencional en gimnasio, en comparación con el grupo de mujeres practicantes de Pilates, alcanzando una diferencia porcentual de 10.8%. De acuerdo con McGill (2007), un cociente en esta variable mayor a 0.75, sería indicativo de desequilibrio en la resistencia muscular lateral del tronco en relación a la resistencia muscular en extensión, revelando estos datos que ninguno de los grupos se encuentra en desequilibrio.

Fig. 16 Comparación del cociente de resistencia muscular lateral izquierda/resistencia muscular en extensión del tronco entre el grupo de mujeres practicante del método Pilates, el grupo de mujeres practicante de ejercicio convencional en gimnasio y el dato normativo de McGill (2007) para esta variable.



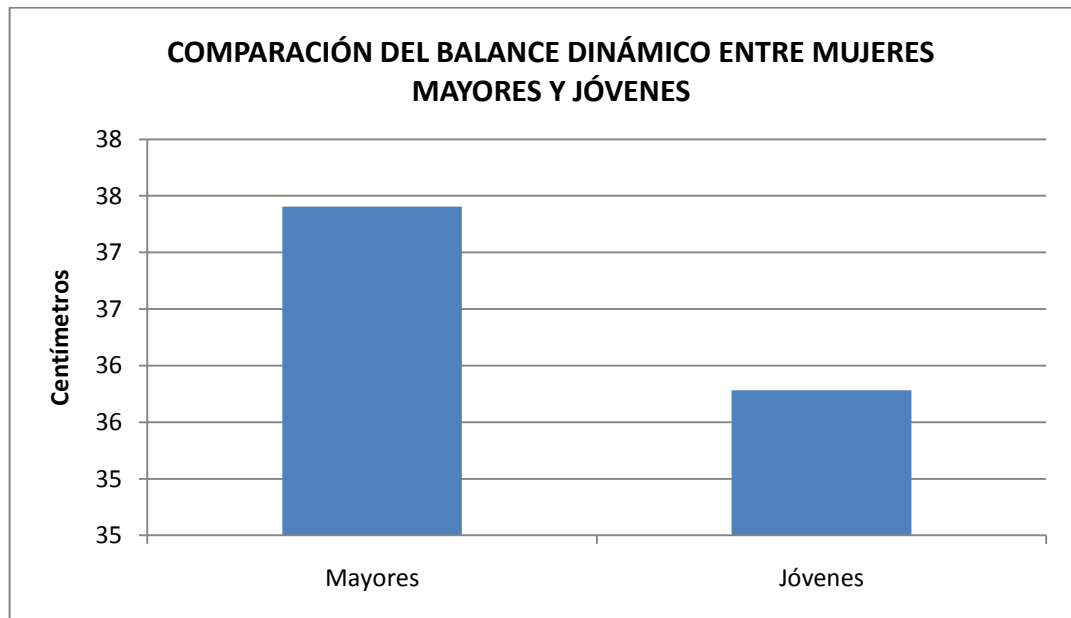
En la figura 16, se puede apreciar que el cociente de resistencia muscular lateral izquierda/resistencia muscular en extensión del tronco es mayor, tanto para el grupo de mujeres practicantes del ejercicio convencional en gimnasio como para el grupo de mujeres practicantes del método Pilates, en comparación a los datos reportados para esta variable en los valores normativos de McGill (2007), correspondiendo, en cada caso respectivamente un 32.1% y 19.1% de diferencia porcentual. Al efectuar la T de student comparando el grupo de mujeres practicante de pilates y el grupo de mujeres practicante de ejercicio convencional en gimnasio, se obtuvo un valor T de -1.4, con un valor crítico de T de 2.0, indicando estos datos que no existen diferencias significativas en los valores de estas variables. No obstante, el cociente de resistencia muscular lateral izquierda/resistencia muscular en extensión del tronco fue porcentualmente mayor para el grupo de mujeres practicantes de ejercicio convencional en gimnasio, en comparación con el grupo de mujeres practicantes de Pilates, alcanzando una diferencia porcentual de 16%. De acuerdo con McGill (2007), un cociente en esta variable mayor a 0.75, sería indicativo de desequilibrio en la resistencia muscular lateral del tronco en relación a la resistencia muscular en extensión, revelando estos datos que ninguno de los grupos se encuentra en desequilibrio.

Fig. 17 Comparación de los tiempos de los diferentes test de resistencia muscular del tronco entre las dieciséis mujeres más avanzadas en edad y las dieciséis mujeres más jóvenes sin importar modalidad metodológica de ejercicio.



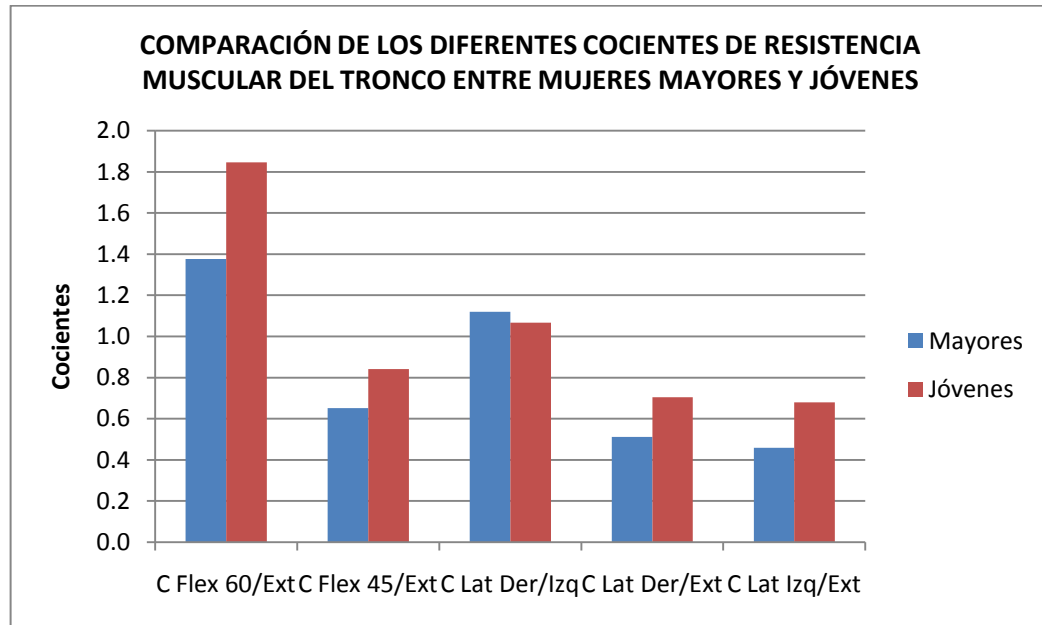
En la figura 17 se puede apreciar que las dieciséis mujeres más jóvenes calificaron mejor en todas las variables de resistencia muscular del tronco, excepto para la resistencia muscular posterior del tronco medida con el test de Sorensen, donde las dieciséis mujeres más avanzadas en edad alcanzaron un mejor desempeño. Sin embargo, al aplicar la prueba T de student, no se encontró una diferencia estadística significativa para ninguna de las variables analizadas al comparar las mujeres más avanzadas en edad versus las mujeres más jóvenes.

Fig. 18 Comparación del desempeño en balance dinámico entre las dieciséis mujeres más avanzadas en edad y las dieciséis mujeres más jóvenes sin importar modalidad metodológica de ejercicio.



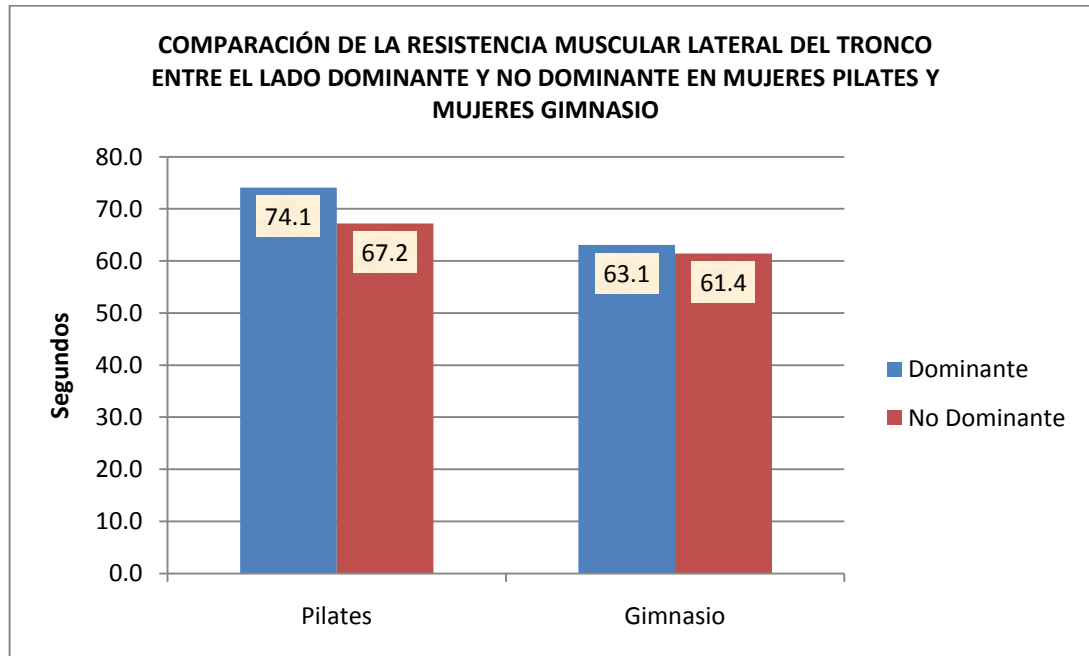
En la figura 18, se puede apreciar cómo las dieciséis mujeres más avanzadas en edad se desempeñaron mucho mejor que las dieciséis mujeres más jóvenes en la variable balance dinámico, alcanzando su media una diferencia porcentual 4.3% mayor con respecto a la de las mujeres más jóvenes. No obstante, al efectuar la T de student, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas al comparar estas variables.

Fig. 19 Comparación de los diferentes cocientes de resistencia muscular del tronco entre las dieciséis mujeres más avanzadas en edad y las dieciséis mujeres más jóvenes sin importar modalidad metodológica de ejercicio.



En la figura 19, se puede observar cómo las dieciséis mujeres más jóvenes tienen cocientes de resistencia muscular del tronco más altos que las dieciséis mujeres más avanzadas en edad de este estudio, excepto para el cociente de resistencia muscular lateral derecha/resistencia muscular lateral izquierda. Tanto las mujeres mayores como las más jóvenes obtuvieron cocientes de resistencia muscular alterados que indican desequilibrio para la relación flexión/extensión y la relación lateral derecha/lateral izquierda, los cocientes restantes se comportaron dentro de la normalidad de acuerdo a los valores normativos reportados por McGill (2007).

Fig. 20 Comparación de la resistencia muscular del tronco entre el hemicuerpo dominante y no dominante en las mujeres que practican Pilates y las que practican ejercicio convencional en gimnasio.



En la figura 20, se puede apreciar la comparación de la resistencia muscular del tronco entre el hemicuerpo dominante y el no dominante tanto en las mujeres que practican Pilates como en las mujeres que practican ejercicio convencional en gimnasio. Al aplicar la prueba T de student no se encontraron diferencias significativas entre estas variables encontrándose un valor de T de 0.97 para el grupo de pilates y de 0.91 para el grupo de ejercicio convencional en gimnasio con una T crítica para ambos de 2.04.

7. DISCUSIÓN

Dentro de los principales hallazgos de este estudio, se encontró que existen efectivamente diferencias estadísticamente significativas entre la resistencia muscular posterior del tronco de mujeres practicantes del método Pilates y mujeres que practican ejercicio convencional en gimnasio, teniendo las primeras una mayor resistencia muscular que las segundas. Al contrastar estos datos con los valores normativos de McGill, Childs y Liebenson (1999), se evidenció que los valores de resistencia muscular posterior del tronco de las mujeres que practican Pilates y ejercicio convencional en gimnasio eran mucho menores teniendo en cuenta que la muestra del estudio de McGill consistió de 44 mujeres sin antecedentes de dolor lumbar y sin práctica de alguna metodología de ejercicio específica. Estos datos sugieren una pobre resistencia muscular posterior del tronco en mujeres que practican ejercicio, sin importar la metodología de ejercicio practicada. Sin embargo, datos de otras investigaciones sugieren valores de resistencia muscular posterior del tronco muy similares a las encontradas en el presente estudio, por ejemplo, Evans y colaboradores (2005) reportaron valores en el test de Sorensen en sujetos varones sanos golfistas de 101 segundos mientras que Chan (2005) reportó valores de 114 segundos en remeros varones y Chen con sus colaboradores (2003), valores correspondientes a 158 segundos en mujeres sedentarias. El resultado del test de Sorensen en el estudio de McGill, Childs y Liebenson (1999) fue de 185 segundos; así las cosas, resulta evidente que las poblaciones deportivas parecen calificar con valores menores en este test, mientras que las mujeres sedentarias tienden a tener mayores calificaciones. Ahora bien, teniendo en cuenta que una pobre resistencia muscular posterior del tronco está asociada firmemente con la aparición de dolor lumbar (Nicolaisen & Jorgensen, 1985) (Biering-Sorensen, 1984) (Luoto et al., 1995), las poblaciones deportivas parecen estar en mayor riesgo de sufrir dolor lumbar dadas las características neuromusculares de su desempeño en este test.

Dado que el índice de masa corporal parece afectar el desempeño en el test de Sorensen, especialmente en las mujeres, según lo reportado por Kankaapaa y colaboradores (1998) y que el sobrepeso es un factor importante en el decrecimiento de los valores de la resistencia muscular posterior del tronco (Mbada, Ayanniyi, & Adedoyin, 2008), es importante resaltar que los valores de la media del índice de masa corporal de todas las mujeres que hicieron parte de este estudio fue de 22.1, indicando un valor de normalidad y, por tanto, sin influencia en los resultados en el test de Sorensen.

Por otra parte, los resultados de esta investigación mostraron que, tanto las mujeres practicantes de Pilates como las practicantes de ejercicio convencional en gimnasio, obtuvieron mejor desempeño en los test de resistencia muscular del tronco a flexión de 60 grados que las mujeres del estudio McGill, Childs y Liebenson (1999), lo cual está en concordancia con los resultados de los estudios de Chan (2005), Evans y colaboradores (2005) y Chen y sus colaboradores (2003) quienes también encontraron valores muy superiores a los de McGill, Childs y Liebenson (1999). Esta diferencia en las observaciones podría tener tres explicaciones; la primera en la línea de la especificidad del entrenamiento, debido a que las mujeres que practican ejercicio tienen una orientación primaria al entrenamiento de la musculatura abdominal, mientras que la musculatura posterior del tronco se deja generalmente en un plano secundario; por esta razón, no sorprende que en el test de flexión del tronco a 60 grados las mujeres que hacen ejercicio, sin importar la metodología utilizada, registren desempeños mejores que las sedentarias. Sin embargo, sorprende aún más que los mejores registros en este test provengan de la investigación de Chen y sus colaboradores (2003) quienes encontraron una media de 375 segundos en mujeres sedentarias sanas, superando con creces los datos encontrados en esta investigación compuesta por mujeres que practican ejercicio y en la de Chan (2005) y Evans con sus colaboradores (2005), compuestas por varones deportistas remeros y golfistas respectivamente.

De esta manera, la segunda explicación al fenómeno parece ser mucho más plausible, estando orientada a una diferencia biomecánica importante entre la realización del test de resistencia muscular anterior del tronco a 60 grados y el realizado a 45 grados. Según Chen y colaboradores (2003), en el test de resistencia muscular a flexión de 60 grados del tronco, el fulcro se localiza a nivel de L4-L5 y la relación fuerza – longitud del músculo recto abdominal y los oblicuos externos es menor que en el test realizado a 45 grados de flexión del tronco, por esta razón, se requiere mayor fuerza muscular abdominal en el test realizado a 45 grados que en el realizado a 60 grados. Así las cosas, el tiempo de resistencia muscular del test realizado a 45 grados de flexión del tronco, siempre será menor que el realizado a 60 grados y, según Chen con sus colaboradores (2003) refleja de mejor manera el desempeño de fuerza resistencia de la musculatura abdominal; aunque es posible también que estas diferencias se deban a las diferencias de las muestras en estas investigaciones, dado que McGill, Childs y Liebenson (1999) no describen detalles de las características de su muestra con respecto a su nivel de actividad física.

La tercera explicación que podría dar respuesta a la diferencia en estos datos proviene de la manera en cómo se administre el test. De acuerdo con Chan (2005),

es posible que para poder mantener la posición de testeo a 60 grados de flexión del tronco, los sujetos flexionen su columna lumbar usando primariamente sus flexores de cadera e igualmente, dado que no se controla el plano transverso, los sujetos pueden realizar pequeñas rotaciones de la columna para descansar alternativamente sus hemicuerpos y mantener de esta forma su posición de testeo. Estas modificaciones pueden conducir a tiempos más largos en la posición de flexión del tronco a 60 grados que no parecen presentarse de manera tan acentuada en la posición de flexión del tronco a 45 grados, lo que hace que este test sea más adecuado en esta última posición, según lo expone Chen y colaboradores (2003). De acuerdo con este último autor, la varianza del test a 60 grados es muy grande en comparación con la varianza obtenida con el test realizado a 45 grados de flexión del tronco, lo que hace que este test sea más apropiado para determinar la resistencia muscular anterior del tronco que el propuesto inicialmente por McGill, Childs y Liebenson (1999)

Por otro lado, la diferencia porcentual entre los valores de la media de la resistencia muscular anterior del tronco a 45 grados entre las mujeres practicantes de Pilates y la de las mujeres practicantes de ejercicio convencional en gimnasio frente al dato de la investigación de Chen y colaboradores (2003) fue de 14% y 18.6% respectivamente, indicando que, aunque las mujeres del presente estudio venían practicando ejercicio con orientaciones metodológicas distintas por al menos 6 meses, no alcanzaron el nivel de resistencia muscular anterior del tronco de las mujeres sedentarias del estudio de Chen y colaboradores (2003), indicando esto que las variaciones en el test pueden provenir primariamente de diferencias específicas en la selección muestral y no propiamente de características asociadas al entrenamiento específico de los grupos.

En cuanto a la resistencia muscular lateral del tronco, tanto las mujeres practicantes de Pilates como las mujeres que realizan ejercicio convencional en gimnasio mostraron valores menores que los reportados por McGill, Childs y Liebenson (1999) pero muy similares a los valores de la muestra de mujeres de la investigación de Chen y colaboradores (2003), sin embargo, los resultados de los varones del estudio de Chan (2005) fueron los valores más altos reportados de todas las investigaciones, alcanzando medias de 98 segundos en la resistencia muscular lateral derecha y 94 segundos en la resistencia muscular lateral izquierda, hecho que podría estar relacionado a una mayor actividad de los músculos oblicuos externos durante el gesto técnico de los remeros.

Por otro lado, todas las mujeres de la presente investigación fueron dominantes laterales derechas, sin embargo, no se encontraron diferencias estadísticamente

significativas en la resistencia muscular lateral del tronco entre el hemicuerpo dominante y el no dominante para esta variable. Parece ser que la dominancia lateral tiene un efecto mínimo en los tiempos de los test de resistencia muscular lateral del tronco, tal y como lo sugiere Chan (2005) en su investigación.

Diversas alteraciones del control motor se han asociado a la aparición del dolor lumbar, especialmente las demoras del transverso abdominal para incrementar la estabilidad espinal ante desestabilizaciones del tronco (Ebenbichler et al., 2001). Hasta el momento, no ha sido claro si estas respuestas alteradas de control motor pueden ser el resultado o la causa del dolor lumbar. Sin embargo, recientemente, se ha podido comprobar de manera preliminar en atletas, que las latencias de respuesta neuromuscular de los músculos de la región antero-posterior y lateral, están incrementadas frente a desestabilizaciones del tronco hacia todas direcciones, incrementando la probabilidad de sufrir dolor lumbar en el futuro (Cholewicki et al., 2005). De esta manera, se empieza a recolectar evidencia que sugiere la preexistencia de estos desórdenes, siendo los mismos no una consecuencia del dolor, sino su posible causa, concluyéndose entonces, al parecer, que la demora en las latencias de respuesta neuromuscular podrían ser un factor de riesgo preexistente para la aparición del dolor lumbar y no una consecuencia del mismo.

Dado que dentro de las múltiples atribuciones benéficas endilgadas al método Pilates ha sido la mejora del balance dinámico y, por ende, del control postural, es lógico que existan aseveraciones e investigaciones que hayan demostrado la efectividad del método para mejorar el balance dinámico (Johnson et al., 2007)(Guedes et al., 2010). En la presente investigación, se ha podido constatar que, en efecto, la media del balance dinámico determinada mediante el test forward reach, fue un 15.8% mayor que la del estudio en universitarios jóvenes de Lin y Liao (2011); sin embargo, no se pudo establecer que existieran diferencias estadísticamente significativas en el balance dinámico entre las mujeres que practican Pilates y las mujeres que practican ejercicio convencional en gimnasio, sugiriendo estos datos, que la importancia del ejercicio físico es capital para mantener un buen control postural, erigiéndose como estrategia fundamental de prevención del dolor lumbar, sin importar la metodología de ejercicio utilizada.

Por otro lado, la determinación de los cocientes de resistencia muscular antero-posterior y lateral del tronco dejan de manifiesto el equilibrio de la fuerza resistencia de los diversos componentes musculares de la región lumbo-pélvica. En este sentido, McGill (2007), ha sugerido valores normalizados de estos cocientes para distinguir a aquellos sujetos con desequilibrio de su resistencia muscular del

tronco. En la presente investigación, se pudo comprobar la existencia irrefutable de desequilibrio en el cociente de resistencia muscular del tronco en flexión a 60 grados en relación a la resistencia muscular en extensión del tronco. De acuerdo con McGill (2007), la fuerza resistencia en extensión siempre debe superior a la de flexión, hecho que se convertirá en factor protector para evitar la aparición de dolor lumbar, de lo contrario, se perderá la prevalencia de fuerza resistencia del grupo muscular erector espinal, facilitando la sobrecarga de la columna hacia el pilar anterior, propiciada por la dominancia de los músculos flexores del tronco y, dada la asociación entre la carga en flexión y los desórdenes musculoesqueléticos lumbares (O'Sullivan et al., 2006b), la predominancia de la fuerza resistencia extensora es fundamental para el mantenimiento de la salud musculoesquelética lumbo pélvica.

Así las cosas, la alteración del equilibrio de la resistencia muscular antero-posterior, tanto en las mujeres que practican Pilates como en las mujeres que realizan ejercicio convencional en gimnasio, es preocupante, dado que la búsqueda de ambos métodos es mejorar la salud musculoesquelética de sus practicantes y, al contrario de lo esperado, los métodos están provocando un desequilibrio mayor.

Ahora bien, no sólo en estas metodologías de ejercicio se ha reportado el desequilibrio de la resistencia muscular antero-posterior del tronco, también, Chan (2005) y Evans con sus colaboradores (2005), obtuvieron valores similares, encontrando cocientes de resistencia muscular del tronco en flexión con relación a la resistencia muscular del tronco en extensión de 1.54 y 2.6 respectivamente en poblaciones de remeros y golfistas. Este hecho deja de manifiesto la importancia de un adecuado manejo de los entrenamientos de fuerza y fuerza resistencia de los grupos musculares del eje lumbo-pélvico. Recientemente se le ha dado mucha importancia al entrenamiento de esta región corporal, designándola con el término anglosajón de "core"; sin embargo, tanto el término como su metodología de trabajo ha sido mal interpretada y es común encontrar profesionales que relacionan el trabajo core con el entrenamiento del músculo recto abdominal. Los datos de la presente investigación son el reflejo claro de la importancia primordial otorgada al entrenamiento de los músculos flexores del tronco, con la creencia errónea de que su estimulación sobredimensionada traerá beneficios a la columna lumbar, cuando en la realidad, se convierte en el principal factor de riesgo de dolor lumbar.

Sin embargo, no hay que dejar de lado la advertencia del estudio de Chen y colaboradores (2003), en cuanto a la relevancia del test en flexión del tronco a 60 grados, dado que parece proporcionar datos sobredimensionados de la fuerza

resistencia de los músculos flexores del tronco. De esta manera, el cociente de fuerza resistencia antero-posterior del tronco alcanzaría niveles adecuados en las mujeres practicantes de Pilates y ejercicio convencional en gimnasio, al efectuar el cociente con el test de flexión del tronco a 45 grados. Hace falta determinar con estudios posteriores, que incluyan mayor número de sujetos, los valores normativos del test en flexión del tronco a 45 grados en sujetos sanos, para obtener, tal vez, datos más adecuados del equilibrio de la resistencia muscular antero-posterior del tronco.

En cuanto al equilibrio de la resistencia muscular lateral del tronco, McGill (2007), ha sugerido la existencia de desequilibrio cuando al efectuar el cociente de la resistencia muscular entre el lado derecho y el izquierdo se obtienen valores superiores a 0.05. En la presente investigación tanto las mujeres practicantes de Pilates como las mujeres practicantes de ejercicio convencional en gimnasio mostraron un desequilibrio evidente en estas variables. Según Wiatt y Flanagan (2009), el desarrollo de asimetrías bilaterales, expone a los atletas a un mayor riesgo de dolor lumbar, debido a que los músculos de un lado del tronco no podrán producir la misma cantidad de tensión que los músculos contralaterales, de esta manera, el lado más débil o laxo y con menos resistencia fallará para proporcionar un adecuado control dinámico a la columna y el subsistema pasivo constituido por vértebras, ligamentos y discos, tendrá que soportar una carga mayor repetitiva de la que puede soportar, produciéndose finalmente el daño estructural (Panjabi, 1992a). Desde este punto de vista, ambas metodologías de ejercicio parecen estar provocando efectos deletéreos en la salud musculoesquelética de la región lumbopélvica de estas mujeres y se hace imperativo llevar a cabo acciones correctivas en el método para evitar que estas alteraciones del equilibrio se sigan presentando.

Con respecto a los cocientes que relacionan la resistencia muscular lateral del tronco con la resistencia muscular posterior del tronco, McGill (2007), sugiere la existencia de desequilibrio en estas variables cuando sus cocientes alcanzan valores superiores a 0.75. Ninguno de los grupos de la presente investigación obtuvo valores alterados en estos cocientes, sugiriendo estos datos un adecuado equilibrio entre la resistencia de la musculatura lateral y la musculatura posterior del tronco. De igual forma, la investigación de Chen y colaboradores (2003) mostró un adecuado equilibrio en estas variables. Sin embargo, los datos de Chan (2005) arrojaron valores de 0.83 para el cociente de resistencia muscular lateral izquierda en relación a la resistencia muscular en extensión y de 0.86 para el cociente resistencia muscular lateral derecha en relación a la resistencia muscular en extensión, sugiriendo estos datos que los remeros se encuentran en mayor riesgo de dolor lumbar que los grupos de la presente investigación.

Por otra parte, al comparar los datos de las dieciséis mujeres más avanzadas en edad y las dieciséis mujeres más jóvenes, sin importar metodología de ejercicio realizada, no se encontraron diferencias significativas en las variables de resistencia muscular del tronco antero-posterior y lateral. Según McGill, Childs y Liebenson (1999), la resistencia muscular de los músculos del tronco puede verse afectada con la edad, sin embargo, los resultados de esta investigación están en concordancia con lo encontrado por Champagne, Descarreaux y Lafond (2009) quienes reportan que la resistencia muscular extensora lumbo-pélvica no difiere de manera significativa entre sujetos jóvenes y adultos mayores, sin embargo, aclaran que el desempeño durante el test de Sorensen en la población adulta mayor parece ser modulado por factores neurofisiológicos diferentes dada la disminución de la masa muscular y el incremento de las fibras tipo I experimentado con el aumento de la edad.

Tampoco se encontraron diferencias significativas en esta investigación al comparar las dieciséis mujeres más avanzadas en edad y las dieciséis mujeres más jóvenes en la variable de balance dinámico. Estos hallazgos están en contravía de lo encontrado por Lin y Liao (2011) quienes sí encontraron diferencias significativas entre sujetos jóvenes y adultos mayores en la distancia máxima alcanzada en el test forward reach, sin embargo la media de la edad de los adultos mayores del estudio de Lin y Liao (2011) fue de 73.1 años, mientras que la media de las dieciséis mujeres más avanzadas en edad de la presente investigación fue de 47.2 años, mucho más jóvenes que el grupo de adultos mayores de de Lin y Liao (2011). Es posible que las diferencias en edad no sean lo suficientemente grandes como para encontrar diferencias significativas en esta variable.

De igual forma, tampoco se encontraron diferencias significativas en los cocientes de resistencia muscular del tronco entre las dieciséis mujeres más avanzadas en edad y las dieciséis mujeres más jóvenes de la presente investigación, hecho que refuerza lo expuesto en el párrafo anterior, en cuanto a que las diferencias de edad no fueron lo suficientemente grandes como para encontrar diferencias significativas entre estos grupos diversos en edad.

Dentro de las limitaciones de este estudio se encuentran el tamaño muestral, el cual fue de sólo 32 sujetos. Se hizo especialmente difícil la integración de mujeres que llevaran más de seis meses consecutivos adheridas a sus programas de ejercicio. En próximas investigaciones se sugiere contactar a profesionales de otras ciudades para lograr un tamaño muestral mucho más grande que logre recolectar características de estas variables de manera más representativa de la población.

De igual manera, otra de las limitantes importantes de la investigación que no hizo posible la generalización de los datos fue el sistema de selección de los sujetos para la participación en la investigación, realizado a través de una asignación a los grupos no probabilística e intencionada, lo cual también limita el alcance general de estos resultados a otros grupos específicos practicantes de estas mismas modalidades de ejercicio.

En futuras investigaciones se hace especialmente importante lograr conocer variables intrínsecas del funcionamiento muscular durante la realización de este tipo de test, utilizando, por ejemplo, sistemas electromiográficos que permitan indagar el comportamiento de músculos individuales, su grado de participación y alternancia de su reclutamiento durante los estados de fatiga muscular alcanzados en este tipo de test.

8. CONCLUSIONES

- Existen diferencias significativas en la resistencia muscular posterior del tronco entre mujeres que practican Pilates y mujeres que realizan ejercicio convencional en gimnasio alcanzando una diferencia porcentual de 27.9%.
- No existen diferencias significativas en la resistencia muscular anterior y lateral del tronco entre mujeres practicantes de Pilates y mujeres practicantes de ejercicio convencional en gimnasio.
- No existen diferencias significativas en el balance dinámico entre mujeres que realizan Pilates y mujeres que practican ejercicio convencional en gimnasio.
- Aunque los valores normativos de McGill, Childs y Liebenson (1999) indiquen que existe desequilibrio de la resistencia muscular anterior, posterior y lateral del tronco en las mujeres del presente estudio, otras investigaciones en población sedentaria y deportiva indican valores de resistencia muscular y del equilibrio de la misma muy similares a la de la presente investigación
- No existen diferencias significativas en el balance dinámico, la resistencia antero-posterior y lateral del tronco entre las dieciséis mujeres más avanzadas en edad y las dieciséis mujeres más jóvenes del presente estudio.
- No existen diferencias significativas en la resistencia muscular lateral del tronco entre el hemicuerpo dominante y no dominante de las mujeres de este estudio, indicando que la dominancia lateral tiene un efecto mínimo en los tiempos de resistencia muscular lateral del tronco.
- No existe desequilibrio entre la resistencia muscular lateral del tronco en relación a la resistencia muscular posterior del tronco en ninguno de los grupos del presente estudio.

9. RECOMENDACIONES

- Implementar, tanto en metodología Pilates y en ejercicio convencional en gimnasio, orientaciones para la mejora de la resistencia muscular posterior del tronco que logre equilibrar la relación de la resistencia a la fuerza en flexión versus extensión en poblaciones similares a las del presente estudio.
- Realizar caracterizaciones de grupos poblaciones más diversos que permitan ampliar el panorama y valores de normalidad de las variables de resistencia muscular del tronco y sus correspondientes niveles de relación en su equilibrio.
- Dado que existen diferencias descriptivas importantes en el balance dinámico entre mujeres que realizan ejercicio, sin importar la metodología empleada, y población joven sedentaria, sería interesante utilizar equipamiento de alta tecnología que permitiera determinar con mayor exactitud la presencia de estas diferencias y sus características, debido a la importancia que reviste el control postural en la génesis del dolor lumbar.
- Aunque no se encontraron diferencias en la resistencia muscular y en el balance dinámico entre las dieciséis mujeres más avanzadas en edad y las dieciséis mujeres más jóvenes en el presente estudio, es importante determinar las características de estas variables en población adulta mayor debido a las implicaciones de índole metodológico que puede tener un inadecuado direccionamiento del ejercicio muscular en esta población.
- Utilizar en futuras investigaciones sistemas de medición que permitan conocer el comportamiento intrínseco de músculos individuales, su grado de participación y reclutamiento durante los estados de fatiga muscular al momento de realizar los test de resistencia muscular.
- Realizar estudios del comportamiento de la resistencia muscular del tronco y su equilibrio en patologías de alteración de curvaturas de la columna vertebral, tanto escoliosis como hiperlordosis, dado que no se conoce la conducta de estas variables en este tipo de enfermedades.
- Efectuar estudios de caracterización y valores de normalidad del test en flexión del tronco a 45 grados, dado que, a excepción del estudio de Chen y colaboradores (2003), no existen datos normativos con poblaciones más

grandes que describan con mayor detalle el nivel de desempeño en este test y los correspondientes cocientes para determinar el equilibrio de la resistencia muscular del tronco.

BIBLIOGRAFÍA

- Adegoke, B. O. A., & Babatunde, F. O. (2007). Effect of an exercise protocol on the endurance of trunk extensor muscles - A randomized control trial. *Hong Kong Physiotherapy Journal*, 25, 2–9. doi:10.1016/S1013-7025(08)70002-2
- Airaksinen, O., Brox, J. I., Cedraschi, C., Hildebrandt, J., Klaber-Moffett, J., Kovacs, F., Mannion, A. F., et al. (2006). European guidelines for the management of chronic nonspecific low back pain. *European Spine Journal*, 15(Suppl. 2), S192–S300. doi:10.1007/s00586-006-1072-1
- Babayigit, G. Í. (2009). Pilates exercise positively affects balance, reaction time, muscle strength, number of falls and psychological parameters in 65+ year old women. *Department of Physical Education and Sports - School of Social Sciences of Middle East Technical University (Doctor of Philosophy Degree)*.
- Balady, G. J., Chaitman, B., Driscoll, D., Foster, C., Froelicher, E., Gordon, N., Pate, R., et al. (1998). Recomendaciones para el monitoreo cardiovascular, las políticas de selección de personal y procedimientos de emergencias en las instalaciones deportivas y gimnasios. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 30(6), 1009–1018.
- Barr, K. P., Griggs, M., & Cadby, T. (2005). Lumbar Stabilization: Core concept and current literature, part 1. *Am J Phys Med Rehabil*, 84, 473–480. doi:10.1097/01.phm.0000163709.70471.42
- Barr, K. P., Griggs, M., & Cadby, T. (2007). Lumbar Stabilization: A review of core concepts and current literature, part 2. *Am J Phys Med Rehabil*, 86(1), 72–80. doi:10.1097/01.phm.0000250566.44629.a0
- Biering-Sorensen, F. (1984). Physical measurements as risk indicators for low-back trouble over a one-year period. *Spine*, 9(2), 106–119.
- Boden, S. D., Davis, D. O., Dina, T. S., Patronas, N. J., & Wiesel, S. W. (1990). Abnormal magnetic-resonance scans of the lumbar spine in asymptomatic subjects . A prospective investigation. *J Bone Joint surg Am*, 72(3), 403–408.
- Bousema, E. J., Verbunt, J. A., Seelen, H. A. M., Vlaeyen, J. W. S., & Knottnerus, J. A. (2007). Disuse and physical deconditioning in the first year after the onset of back pain. *Pain*, 130, 279–286. doi:10.1016/j.pain.2007.03.024

- Brox, J. I., Sørensen, R., Friis, A., Nygaard, Ø., Indahl, A., Keller, A., Ingebrigtsen, T., et al. (2003). Randomized Clinical Trial of Lumbar Instrumented Fusion and Cognitive Intervention and Exercises in Patients with Chronic Low Back Pain and Disc Degeneration. *Spine*, 28(17), 1913–1921.
- Bush, K., Cowan, N., Katz, D. E., & Gishen, P. (1992). The natural history of sciatica associated with disc pathology . A prospective study with clinical and independent radiologic follow-up. *Spine*, 17(10), 1205–1212.
- CONGRESO DE LA REPÚBLICA DE COLOMBIA. (1999). Ley 528 Ejercicio de la Profesión del Fisioterapeuta.
- CONGRESO DE LA REPÚBLICA DE COLOMBIA. (2007). Ley 1151. Plan Nacional de Desarrollo en Salud Pública.
- Champagne, A., Descarreaux, M., & Lafond, D. (2009). Comparison Between Elderly and Young Males' Lumbopelvic Extensor Muscle Endurance Assessed During a Clinical Isometric Back Extension Test. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics*, 32(7), 521–526. doi:10.1016/j.jmpt.2009.08.008
- Chan, R. H. (2005). Endurance times of trunk muscles in male intercollegiate rowers in Hong Kong. *Arch Phys Med Rehabil*, 86, 2009–2012. doi:10.1016/j.apmr.2005.04.007
- Chen, L., Bih, L., Ho, C., Huang, M., Chen, C., & Wei, T. (2003). Endurance Times for Trunk-Stabilization Exercises in Healthy Women : Comparing 3 Kinds of Trunk Flexor Exercises. *Journal of Sport Rehabilitation*, 12, 199–207.
- Cholewicki, J., Silfies, S. P., Shah, R. A., Greene, H. S., Reeves, N. P., Alvi, K., & Goldberg, B. (2005). Delayed Trunk Muscle Reflex Responses Increase the Risk of Low Back Injuries. *Spine*, 30(23), 2614 –2620.
- Curnow, D., Cobbin, D., Wyndham, J., & Choy, S. T. B. (2009). Altered motor control , posture and the Pilates method of exercise prescription. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 13, 104–111. doi:10.1016/j.jbmt.2008.06.013
- Dorado, C., Calbet, J. A. L., Lopez-gordillo, A. N. A., Alayon, S., & Sanchis-moysi, J. (2012). Marked Effects of Pilates on the Abdominal Muscles: A Longitudinal Magnetic Resonance Imaging Study. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 44(8), 1589–1594. doi:10.1249/MSS.0b013e31824fb6ae

- Duque, N. A. (2009). Sistemas de vigilancia epidemiológica para la prevención de lesiones osteomusculares. *Congreso Seguridad y Salud Laboral*. Panamá.
- Ebenbichler, G. R., Oddsson, L. I. E., Kollmitzer, J., & Erim, Z. (2001). Sensory-motor control of the lower back: implications for rehabilitation. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 33(11), 1889–1898.
- Evans, K., Refshauge, K. M., & Adams, R. (2007). Trunk muscle endurance tests : Reliability , and gender differences in athletes. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 10, 447–455. doi:10.1016/j.jsams.2006.09.003
- Evans, K., Refshauge, K. M., Adams, R., & Aliprandi, L. (2005). Predictors of low back pain in young elite golfers : A preliminary study *Physical Therapy in Sport*, 6, 122–130. doi:10.1016/j.ptsp.2005.05.003
- Fairbank, J., Frost, H., Wilson-macdonald, J., Yu, L., Barker, K., & Collins, R. (2005). Randomised controlled trial to compare surgical stabilisation of the lumbar spine with an intensive rehabilitation programme for patients with chronic low back pain: the MRC spine stabilisation trial. *British Medical Journal*, 1–7. doi:10.1136/bmj.38441.620417.BF
- Faries, M. D., & Greenwood, M. (2007). Core Training : Stabilizing the Confusion *Strength and Conditioning Journal*, 29(2), 10–25.
- Fernández, T., & Jimenez, M. M. (2010). Revisión bibliográfica de los estudios de investigación relacionados con el método pilates. *Scientia*, 15(2), 105–124.
- Field, J. (2008). Exercises and management of lower back pain. *Clinical Chiropractic*, 11, 199–204. doi:10.1016/j.clch.2009.02.001
- Frymoyer, J. W., & Cats-Baril, W. L. (1991). An overview of the incidences and costs of low back pain. *Orthop Clin North Am*, 22(2), 263–271.
- García, P. T., Laguna, N. M., & Laín, S. A. (2011). Comparación de la capacidad de fuerza funcional entre tres grupos de ejercicio : participantes regulares de clases dirigidas de fitness , de método Pilates y sedentarios. *Apunts Med Esport, in Press*. doi:10.1016/j.apunts.2011.02.004
- Gibson, J. N. A., & Waddell, G. (2005). Surgery for Degenerative Lumbar Spondylosis : Updated Cochrane Review. *Spine*, 30(20), 2312–2320.

- Gladwell, V., Head, S., Haggart, M., & Beneke, R. (2006). Does a Program of Pilates Improve Chronic Non-Specific Low Back Pain? *J Sport Rehabil, 15*, 338–350.
- Goldby, L. J., Moore, A. P., Doust, J., & Trew, M. E. (2006). A Randomized Controlled Trial Investigating the Efficiency of Musculoskeletal Physiotherapy on Chronic Low Back Disorder. *Spine, 31*(10), 1–12.
- González-Gálvez, N., & Sainz de Baranda, P. (2011). La influencia de la práctica de 6 semanas de pilates mat sobre la resistencia de la musculatura abdominal. *Apunts Med Esport, in Press*. doi:10.1016/j.apunts.2010.11.001
- Granata, K P, Marras, W. S., & Davis, K. G. (1999). Variation in spinal load and trunk dynamics during repeated lifting exertions. *Clinical biomechanics, 14*, 367–375.
- Granata, Kevin P, Slota, G. P., & Wilson, S. E. (2004). Influence of fatigue in neuromuscular control of spinal stability. *Hum Factors, 46*(1), 81–91.
- Grant, T. (1996). Balance Retraining Following Acute Stroke: A Comparison of Two Methods. *School of Rehabilitation therapy, Queen's University (Master Degree)*, 4–24.
- Guedes, B., Rodrigues, D. S., Cader, S. A., Bento Torres, N. V. O., de Oliveira, E. M., & Dantas, E. H. M. (2010). Pilates method in personal autonomy , static balance and quality of life of elderly females. *Journal of Bodywork & Movement Therapies, 14*, 195–202. doi:10.1016/j.jbmt.2009.12.005
- Harman, E., & Garhammer, J. (2008). Administration, scoring and interpretation of selected tests. In T. Baechle & R. Earle (Eds.), *Essentials of strength training and conditioning* (3rd ed., p. 251). Champaign, Illinois: Human Kinetics.
- Hayden, J. A., van Tulder, M. W., Malmivaara, A. V., & Koes, B. W. (2005). Exercise Therapy for Nonspecific Low-back Pain : a Metaanalysis. *Annals of Internal Medicine, 142*, 765–775.
- Herrington, L., & Davies, R. (2005). The influence of Pilates training on the ability to contract the Transversus Abdominis muscle in asymptomatic individuals. *Journal of Bodywork and Movement Therapies, 9*, 52–57. doi:10.1016/j.jbmt.2003.12.005
- Ito, T., Shirado, O., Suzuki, H., Takahashi, M., Kaneda, K., & Strax, T. E. (1996). Lumbar Trunk Muscle Endurance Testing : An Inexpensive alternative to a machine for evaluation. *Arch Phys Med Rehabil, 77*, 75–79.

- Johnson, E., Larsen, a, Ozawa, H., Wilson, C., & Kennedy, K. (2007). The effects of Pilates-based exercise on dynamic balance in healthy adults. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 11(3), 238–242. doi:10.1016/j.jbmt.2006.08.008
- Jones, M. A., Stratton, G., Reilly, T., & Unnithan, V. B. (2005). Biological risk indicators for recurrent non-specific low back pain in adolescents. *British Journal of Sports Medicine*, 39, 137–140. doi:10.1136/bjsm.2003.009951
- Kaesler, D. S., Mellifont, R. B., Kelly, P. S., Physio, B., & Taaffe, D. R. (2007). A novel balance exercise program for postural stability in older adults : A pilot study *Journal of bodywork and movement therapies*, 11, 37–43. doi:10.1016/j.jbmt.2006.05.003
- Kage, H., Okuda, M., Nakamura, I., Kunitsugu, I., Sugiyama, S., & Hobara, T. (2009). Measuring Methods for Functional Reach Test : Comparison of 1Arm Reach and 2-Arm Reach. *Arch Phys Med Rehabil*, 90(12), 2103–2107. doi:10.1016/j.apmr.2009.07.021
- Kankaanpaa, M., Colier, W. N., Taimela, S., Anders, C., Airaksinen, O., Kokko-aro, S.-M., & Hanninen, O. (2005). Back extensor muscle oxygenation and fatigability in healthy subjects and low back pain patients during dynamic back extension exertion. *Pathophysiology*, 12, 267–273. doi:10.1016/j.pathophys.2005.09.013
- Kankaanpaa, M., Laaksonen, D., Taimela, S., Kokko, S., Airaksinen, O., & Hanninen, O. (1998). Age , Sex , and Body Mass Index as Determinants of Back and Hip Extensor Fatigue in the Isometric Sfirensen Back Endurance Test. *Arch Phys Med Rehabil*, 79, 1069–1075.
- Kavcic, N., Grenier, S., & McGill, S. M. (2004). Quantifying Tissue Loads and Spine Stability While Performing Commonly Prescribed Low Back Stabilization Exercises. *Spine*, 29(20), 2319 –2329.
- Keller, A., Brox, J. I., Gunderson, R., Holm, I., Friis, A., & Reikerås, O. (2003). Trunk Muscle Strength , Cross-sectional Area , and Density in Patients With Chronic Low Back Pain Randomized to Lumbar Fusion or Cognitive Intervention and Exercises. *Spine*, 29(1), 3–8.
- Keller, K. (2006). Exercise therapy for low back pain : a narrative review of the literature. *Journal of Chiropractic Medicine*, 5(1), 38–42.

- Koumantakis, G. A., Watson, P. J., & Oldham, J. A. (2005). Supplementation of general endurance exercise with stabilisation training versus general exercise only: Physiological and functional outcomes of a randomised controlled trial of patients with recurrent low back pain. *Clinical biomechanics*, *20*, 474–482. doi:10.1016/j.clinbiomech.2004.12.006
- Krismer, M., & Tulder, M. V. (2007). Low back pain (non-specific). *Best Practice & Research Clinical Rheumatology*, *21*(1), 77–91. doi:10.1016/j.berh.2006.08.004
- La Touche, R., Escalante, K., & Linares, M. T. (2008). Treating non-specific chronic low back pain through the Pilates Method. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, *12*, 364–370. doi:10.1016/j.jbmt.2007.11.004
- Lariviere, C., Bilodeau, M., Forget, R., Vadeboncoeur, R., & Mecheri, H. (2010). Poor Back Muscle Endurance Is Related to Pain Catastrophizing in Patients With Chronic Low Back Pain. *Spine*, *35*(22), E1178–E1186.
- Latash, M. L. (1998). *Neurophysiological basis of movement*. Human Kinetics.
- Lederman, E. (2010). The myth of core stability. *Journal of bodywork and movement therapies*, *14*(1), 84–98. doi:10.1016/j.jbmt.2009.08.001
- Liddle, S. D., Baxter, G. D., & Gracey, J. H. (2004). Exercise and chronic low back pain : what works? *Pain*, *107*, 176–190. doi:10.1016/j.pain.2003.10.017
- Liebenson, C. (1999). *Manual de rehabilitación de la columna vertebral*. Barcelona: Paidotribo.
- Liebenson, C. (2012). Musculoskeletal myths. *Journal of Bodywork & Movement Therapies*, *16*(2), 165–182. doi:10.1016/j.jbmt.2011.11.003
- Lin, S. I., & Liao, C. F. (2011). Age-related changes in the performance of forward reach. *Gait & Posture*, *33*(1), 18–22. doi:10.1016/j.gaitpost.2010.09.013
- Lindsay, D. M., & Horton, J. F. (2006). Trunk rotation strength and endurance in healthy normals and elite male golfers with and without low back pain. *North American Journal of Sports Physical Therapy*, *1*(2), 80–89.
- Luoto, S., Heliovaara, M., Hurri, H., & Alaranta, H. (1995). Static back endurance and the risk of low-back pain. *clinical Biomechanics*, *10*(6), 323–324.

- MINISTERIO DE SALUD DE LA REPÚBLICA DE COLOMBIA. (2000). Resolución 412. Guías de Promoción de la Salud y Prevención de la Enfermedad.
- Majid, K., & Truumees, E. (2008). Epidemiology and Natural History of Low Back Pain. *Semin Spine Surg, 20*, 87–92. doi:10.1053/j.semss.2008.02.003
- Malmivaara, A., Hakkinen, U., Aro, T., Heinrichs, M.-L., Koskenneemi, L., Kuosma, E., Lappi, S., et al. (1995). The treatment of acute low back pain — bed rest, exercises, or ordinary activity? *The New England Journal of Medicine, 332*(6), 351–355.
- Maniadakis, N., & Gray, A. (2000). The economic burden of back pain in the UK. *Pain, 84*, 95–103.
- Maribo, T., Stengaard-Pedersen, K., Jensen, D. L., Andersen, N. T., & Schiøttz-Christensen, B. (2011). Postural balance in low back pain patients : Intræssion reliability of center of pressure on a portable force platform and of the one leg stand test. *Gait & Posture, 34*(2), 213–217. doi:10.1016/j.gaitpost.2011.04.014
- Mbada, C. E., Ayanniyi, O., & Adedoyin, R. A. (2008). Influence of relative adiposity on static back extensor muscle endurance in apparently healthy adults. *Hong Kong Physiotherapy Journal, 26*(1), 2–8. doi:10.1016/S1013-7025(09)70002-8
- McGill, S, Juker, D., & Kropf, P. (1996). Quantitative intramuscular myoelectric activity of quadratus lumborum during a wide variety of tasks. *Clinical Biomechanics, 11*(3), 170–172.
- McGill, Stuart. (2007). *Low back disorders: Evidence-based prevention and rehabilitation* (Second Edi.). Champaign, Illinois: Human Kinetics.
- Mcgill, S M. (2001). Low back stability: from formal description to issues for performance and rehabilitation. *Exerc. Sport Sci. Rev., 29*(1), 26–31.
- Mcgill, Stuart M, Childs, A., & Liebenson, C. (1999). Endurance Times for Low Back Stabilization Exercises : Clinical Targets for Testing and Training From a Normal Database. *Arch Phys Med Rehabil, 80*, 941–944.
- Menacho, M. O., Obara, K., Conceicao, J. S., Chitolina, M. L., Krantz, D. R., da Silva, R. A., & Cardoso, J. R. (2010). Electromyographic effect of mat pilates exercise on the back muscle activity of healthy adult females. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics, 33*(9), 672–678. doi:10.1016/j.jmpt.2010.08.012

- Moreau, C. E., Green, B. N., Johnson, C. D., & Moreau, S. R. (2001). Isometric back extension endurance tests: a review of the literature. *Journal of manipulative and physiological therapeutics*, *24*(2), 110–22. doi:10.1067/mmt.2001.112563
- Mulhearn, S., & George, K. (1999). Abdominal Muscle Endurance and its Association with Posture and Low Back Pain. *Physiotherapy*, *85*(5), 210–216.
- Muscolino, J., & Cipriani, S. (2004). Pilates and the “powerhouse”—I. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, *8*(1), 15–24. doi:10.1016/S1360-8592(03)00057-3
- Nachemson, A. L. (1992). Newest Knowledge of Low Back Pain A Critical Look. *Clinical Orthopaedics & Related Research*, *279*.
- Ng, J. K., Richardson, C. A., & Jull, G. A. (1997). Electromyographic Amplitude and Frequency Changes in the Iliocostalis Lumborum and Multifidus Muscles During a Trunk Holding Test. *Physical Therapy*, *77*(9), 954–961.
- Ng, J. K.-F., & Richardson, C. A. (1996). Reliability of Electromyographic Power Spectral Analysis of Back Muscle Endurance in Healthy Subjects. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, *77*(March), 259–264.
- Nicolaisen, T., & Jorgensen, K. (1985). Trunk strength, back muscle endurance and low-back trouble. *Scand J Rehabil Med*, *17*(3), 121–127.
- Norris, C. M. (1995). Spinal stabilisation 2. limiting factors to end-range motion in the lumbar spine. *Physiotherapy*, *81*(2), 64–72.
- Norris, C. M. (2008). *Back Stability: Integrating science and therapy*. Champaign, Illinois: Human Kinetics.
- O’Sullivan, P. B., Mitchell, T., Bulich, P., Waller, R., & Holte, J. (2006a). The relationship between posture and back muscle endurance in industrial workers with flexion-related low back pain. *Manual therapy*, *11*(4), 264–71. doi:10.1016/j.math.2005.04.004
- O’Sullivan, P. B., Mitchell, T., Bulich, P., Waller, R., & Holte, J. (2006b). The relationship between posture and back muscle endurance in industrial workers with flexion-related low back pain. *Manual Therapy*, *11*, 264–271. doi:10.1016/j.math.2005.04.004

- O'Sullivan, P. B., Phyty, D. M. G., Twomey, L. T., & Allison, G. T. (1997). Evaluation of specific stabilizing exercise in the treatment of chronic low back pain with radiologic diagnosis of spondylolysis or spondylolisthesis. *Spine*, 22(24), 2959–2967.
- Panjabi, M. M. (1992a). The Stabilizing System of the Spine . Part I . Function , Dysfunction , Adaptation , and Enhancement. *Journal of Spinal Disorders & Techniques*, 5(4), 383–389.
- Panjabi, M. M. (1992b). The stabilizing system of the Spine part II. Neutral Zone and Instability Hypothesis. *Journal of Spinal Disorders & Techniques*, 5(4), 390–397.
- Panjabi, M. M. (2003). Clinical spinal instability and low back pain. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 13, 371–379.
- Pereira, L. M., Obara, K., Dias, J. M., Menacho, M. O., Guariglia, D. A., Pereira, H. M., & Cardoso, J. R. (2012). Comparing the pilates method with no exercise or lumbar stabilization for pain and functionality in patients with chronic low back pain: systematic review and meta-analysis. *Clinical Rehabilitation*, 26(1), 10–20. doi:10.1177/0269215511411113
- Posadzki, P., Lizi, P., & Hagner-Derengowska, M. (2011). Pilates for low back pain : A systematic review. *Complementary Therapies in Clinical Practice*, 17(2), 85–89. doi:10.1016/j.ctcp.2010.09.005
- Queiroz, B. C., Cagliari, M. F., Amorim, C. F., & Sacco, I. C. (2010). Muscle Activation During Four Pilates Core Stability Exercises in Quadruped Position. *Arch Phys Med Rehabil*, 91, 86–92. doi:10.1016/j.apmr.2009.09.016
- Radebold, A., Cholewicki, J., Polzhofer, G. K., & Greene, H. S. (2001). Impaired Postural Control of the Lumbar Spine Is Associated With Delayed Muscle Response Times in Patients With Chronic Idiopathic Low Back Pain. *Spine*, 26(7), 724–730.
- Rainville, J., Hartigan, C., Martinez, E., Limke, J., Jouve, C., & Finno, M. (2004). Exercise as a treatment for chronic low back pain. *The Spine Journal*, 4, 106–115. doi:10.1016/S1529-9430(03)00174-8
- Reiman, M. P., & Manske, R. C. (2009). *Functional testing in human performance. 39 tests for sport, fitness and occupational settings: 39 tests for sport, fitness and occupational settings*. Champaign, Illinois: Human kinetics.

- Richardson, C., Hodges, P., & Hides, J. (2004). *Therapeutic exercise for lumbopelvic stabilization: A motor control approach for the treatment and prevention of low back pain* (Second Edi.). New York: El Sevier: Churchill Livingston.
- Roche, G., Ponthieux, A., Parot-shinkel, E., Jousset, N., Bontoux, L., Dubus, V., Penneau-Fontbonne, D., et al. (2007). Comparison of a Functional Restoration Program With Active Individual Physical Therapy for Patients With Chronic Low Back Pain : A Randomized Controlled Trial. *Arch Phys Med Rehabil*, *88*, 1229–1235. doi:10.1016/j.apmr.2007.07.014
- Rodney, J., Elizabeth, A., & Joshua, P. (2007). Lower-limb dominance as a possible etiologic factor in noncontact anterior cruciate ligament tears. *Strength And Conditioning*.
- Sekendiz, B., Altun, O., Korkusuz, F., & Akin, S. (2007). Effects of Pilates exercise on trunk strength , endurance and flexibility in sedentary adult females. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, *11*, 318–326. doi:10.1016/j.jbmt.2006.12.002
- Silfies, S. P., Bhattacharya, A., Biely, S., Smith, S. S., & Giszter, S. (2009). Trunk control during standing reach : A dynamical system analysis of movement strategies in patients with mechanical low back pain. *Gait & Posture*, *29*, 370–376. doi:10.1016/j.gaitpost.2008.10.053
- Sung, P. S., Lammers, A. R., & Danial, P. (2009). Different parts of erector spinae muscle fatigability in subjects with and without low back pain. *The Spine Journal*, *9*(2), 115–120. doi:10.1016/j.spinee.2007.11.011
- Verbunt, J. A., Seelen, H. A., Vlaeyen, J. W., Heijden, G. J. V. D., Heuts, P. H., Pons, K., & Knottnerus, J. A. (2003). Disuse and deconditioning in chronic low back pain : concepts and hypotheses on contributing mechanisms. *European Journal of Pain*, *7*, 9–21.
- Verbunt, J. A., Smeets, R. J., & Wittink, H. M. (2010). Cause or effect ? Deconditioning and chronic low back pain. *Pain*, *149*(3), 428–430. doi:10.1016/j.pain.2010.01.020
- Videman, T., Nurminen, M., & Troup, J. D. G. (1990). Lumbar Spinal Pathology in Cadaveric Material in Relation to History of Back Pain , Occupation , and Physical Loading. *Spine*, *15*(8).
- Waddell, G. (1987). A new clinical model for the treatment of low back pain. *Spine*, *12*(7), 632–644.

- Weber, H. (1983). Lumbar disc herniation: A controlled, prospective study with ten years of observation. *Spine*, *8*(2), 131–140.
- Wiatt, E., & Flanagan, S. P. (2009). Lateral Trunk Flexors and Low Back Pain: Endurance and Bilateral Asymmetry. *Athletic Therapy Today*, *14*(3), 10–12.
- da Silva, R. A., Arsenault, A. B., Gravel, D., Larivière, C., & de Oliveira, E. (2005). Back Muscle Strength and Fatigue in Healthy and Chronic Low Back Pain Subjects : A Comparative Study of 3 Assessment Protocols. *Arch Phys Med Rehabil*, *86*, 722–729. doi:10.1016/j.apmr.2004.08.007

ANEXO 1

INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

Nombre: _____

ID: _____

Fecha: _____ Teléfono o celular: _____

Edad: _____ Sexo: _____ Peso: _____ Talla: _____

Tensión arterial : _____ Dominancia lateral: _____

Condiciones de participación:

- Qué tipo de ejercicio realiza y cuánto tiempo lleva realizándolo?

- Ha tenido dolor lumbar durante los últimos 12 meses? _____
- Ha sufrido de ciática durante los últimos 12 meses? _____
- Le han diagnosticado problemas de columna como artrosis o problemas de disco?

- Le han diagnosticado hipertensión, toma medicamentos para controlar la presión arterial o tiene alguna enfermedad cardiovascular? _____
- Tiene diagnóstico de diabetes o hipoglicemia? _____
- Sufre de algún tipo de enfermedad reumática o de dolores en codo, hombro, cadera, rodillas o tobillos? _____
- Le han diagnosticado fibromialgia? _____

Resistencia muscular en sit-up a 60°: _____

Resistencia muscular posición Sorensen: _____

Resistencia muscular lateral bridge derecho: _____

Resistencia muscular lateral bridge izquierdo: _____

Test forward reach sin carga:

1er intento: Registro base_____ Registro alcance_____

2º intento: Registro base_____ Registro alcance_____

3er intento: Registro base_____ Registro alcance_____

Resistencia muscular en sit-up a 45⁰: _____

Firma Evaluador: _____

ANEXO 2

CONSENTIMIENTO INFORMADO DE PARTICIPACIÓN PERSONAL EN INVESTIGACIÓN

Los estudiantes ALEJANDRO GÓMEZ RODAS, Identificado con cédula número 16.229.937 y MARITZA VERA MUÑOZ, identificada con cédula número 42.137.911 del programa de Fisioterapia y Kinesiología de la Universidad Tecnológica de Pereira, se encuentran desarrollando la investigación denominada **DIFERENCIAS EN EL BALANCE DINÁMICO Y LA RESISTENCIA MUSCULAR DEL TRONCO ENTRE MUJERES PRACTICANTES DEL MÉTODO PILATES Y FÉMINAS QUE REALIZAN EJERCICIO FÍSICO CONVENCIONAL**

El objetivo de la investigación es determinar las diferencias en el balance dinámico y la resistencia muscular del tronco entre mujeres practicantes del método pilates versus féminas que realizan ejercicio físico convencional y a usted, muy respetuosamente, bajo fórmula de declaración expresa escrita, en uso de sus plenas facultades mentales y libre albedrío, se le está invitando a participar de dicha investigación. Para tal efecto, en su capacidad de disposición, se le dan a conocer las implicaciones inherentes a la participación en la investigación:

El dolor lumbar constituye uno de los mayores problemas de salud pública en la sociedad occidental industrializada, provocando alteraciones en la vida personal, social, laboral y económica. Adicionalmente, se ha reportado una asociación real del dolor lumbar con alteraciones del balance dinámico, la resistencia muscular del tronco y el equilibrio de la resistencia muscular del tronco. Por tal razón, se hace necesario identificar aquellas estrategias que, por medio del movimiento y el ejercicio, puedan mejorar las condiciones antes descritas de manera eficiente y efectiva, para lograr implementar metodologías que no sólo mejoren el dolor lumbar una vez se ha instalado, sino que pueden prevenir la aparición del mismo. En este enfoque se enmarca y justifica el presente trabajo investigativo del cual usted puede hacer parte.

Los procedimientos que se van utilizar durante el desarrollo de la investigación tienen un alcance de riesgo mínimo ya que incluyen test específicos de resistencia muscular y de balance corporal dinámico concebidos como un tipo de ejercicio moderado que además se realizará en voluntarios sanos de acuerdo a las disposiciones contenidas en el artículo 11, título 1 de la resolución 008430 de 1993 del Ministerio de Salud de la República de Colombia

Los test de resistencia muscular del tronco y de balance dinámico han demostrado ser procedimientos seguros, sin reportes de lesión ni efectos adversos colaterales; a lo sumo, se espera que aparezca dolor muscular de aparición tardía asociado al esfuerzo muscular efectuado durante los test.

A partir de estos test, se pueden determinar el riesgo de sufrir dolor lumbar, el estado de equilibrio en la función de resistencia muscular del tronco, la capacidad de control del balance corporal y las consiguientes estrategias de intervención individual si se presentara el caso de encontrar variaciones alteradas de los valores normativos de estas pruebas.

Se garantiza al voluntario la disposición permanente de aclaración de dudas por parte de los investigadores con respecto a los procedimientos, riesgos y beneficios que de la aplicación de estos test pudieran resultar y la completa libertad de retirar su consentimiento de participación en la investigación en cualquier momento del desarrollo de la misma sin que por ello se prive del conocimiento de los resultados que puedan haber arrojado las pruebas.

Se garantiza también el total derecho a la privacidad y confidencialidad de la información, incluyendo también aquella información que de manera verbal se comunique a los investigadores y la identidad personal del voluntario. Igualmente, la comunicación permanente de los resultados que vaya arrojando la investigación, incluso si esta información pudiera, por algún motivo, llegar a afectar la voluntad de participación del voluntario

Finalmente, se declara que la investigación ha sido aprobada por el Comité de Bioética de la Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad Tecnológica de Pereira y que los test serán realizados por Profesionales en Ciencias del Deporte y la Recreación que actualmente están culminando estudios en Fisioterapia y Kinesiología

Yo _____, identificado con cédula número _____ de la ciudad de _____, acepto, por voluntad propia, realizar los test de resistencia muscular del tronco y de balance dinámico de la investigación denominada: diferencias en el balance dinámico y la resistencia muscular del tronco entre mujeres practicantes del método pilates y féminas que realizan ejercicio físico convencional. Soy consciente que los test han sido utilizados en adultos sanos y en sujetos con dolor lumbar sin ninguna clase de reacción adversa, únicamente la fatiga y dolor muscular tardío que del ejercicio moderado se puede producir, sin embargo, acepto que el riesgo de lesión y accidente funcional no pueden eliminarse totalmente. Así mismo, declaro explícitamente haber sido

informado de los riesgos y beneficios de la investigación, de la protección de identidad y confidencialidad de la información y conocer a cabalidad el contenido de este documento y no tener ninguna duda al respecto.

Nombre del voluntario

Cédula del voluntario

Nombre del testigo 1

Cédula del testigo 1

Nombre del testigo 2

Cédula del testigo 2

ANEXO 3

CONSENTIMIENTO INFORMADO INSTITUCIONAL

Los estudiantes ALEJANDRO GÓMEZ RODAS, Identificado con cédula número 16.229.937 y MARITZA VERA MUÑOZ, identificada con cédula número 42.137.911 del programa de Fisioterapia y Kinesiología de la Universidad Tecnológica de Pereira, se encuentran desarrollando la investigación denominada **DIFERENCIAS EN EL BALANCE DINÁMICO Y LA RESISTENCIA MUSCULAR DEL TRONCO ENTRE MUJERES PRACTICANTES DEL MÉTODO PILATES Y FÉMINAS QUE REALIZAN EJERCICIO FÍSICO CONVENCIONAL**

El objetivo de la investigación es determinar las diferencias en el balance dinámico y la resistencia muscular del tronco entre mujeres practicantes del método pilates versus féminas que realizan ejercicio físico convencional. Dado que dentro de sus instalaciones se encuentran personas que pueden llegar a ser parte de la muestra de esta investigación, les estamos solicitando, muy respetuosamente, su colaboración en cuanto al préstamo de instalaciones y permisos administrativos necesarios para poder llevar a cabo la realización de los test respectivos en sus usuarios y la recolección de información al interior de su centro de ejercicio. Para tal efecto, les damos a conocer las implicaciones inherentes a la participación en esta investigación:

El dolor lumbar constituye uno de los mayores problemas de salud pública en la sociedad occidental industrializada, provocando alteraciones en la vida personal, social, laboral y económica. Adicionalmente, se ha reportado una asociación real del dolor lumbar con alteraciones del balance dinámico, la resistencia muscular del tronco y el equilibrio de la resistencia muscular del tronco. Por tal razón, se hace necesario identificar aquellas estrategias que, por medio del movimiento y el ejercicio, puedan mejorar las condiciones antes descritas de manera eficiente y efectiva, para lograr implementar metodologías que no sólo mejoren el dolor lumbar una vez se ha instalado, sino que pueden prevenir la aparición del mismo. En este enfoque se enmarca y justifica el presente trabajo investigativo del cual usted puede hacer parte.

Los procedimientos que se van utilizar durante el desarrollo de la investigación tienen un alcance de riesgo mínimo ya que incluyen test específicos de resistencia muscular y de balance corporal dinámico concebidos como un tipo de ejercicio moderado que además se realizará en voluntarios sanos de acuerdo a las disposiciones contenidas en el artículo 11, título 1 de la resolución 008430 de 1993 del Ministerio de Salud de la República de Colombia

Los test de resistencia muscular del tronco y de balance dinámico han demostrado ser procedimientos seguros, sin reportes de lesión ni efectos adversos colaterales; a lo sumo, se espera que aparezca dolor muscular de aparición tardía asociado al esfuerzo muscular efectuado durante los test.

A partir de estos test, se pueden determinar el riesgo de sufrir dolor lumbar, el estado de equilibrio en la función de resistencia muscular del tronco, la capacidad de control del balance corporal y las consiguientes estrategias de intervención individual si se presentara el caso de encontrar variaciones alteradas de los valores normativos de estas pruebas.

Se garantizará a los voluntarios y a los colaboradores de su centro de ejercicio la disposición permanente de aclaración de dudas por parte de los investigadores con respecto a los procedimientos, riesgos y beneficios que de la aplicación de estos test pudieran resultar y la completa libertad de retirar su consentimiento de participación en la investigación en cualquier momento del desarrollo de la misma sin que por ello se prive del conocimiento de los resultados que puedan haber arrojado las pruebas.

Se garantizará también el total derecho a la privacidad y confidencialidad de la información tanto a los sujetos de investigación como a su centro de ejercicio.

Finalmente, se declara que la investigación ha sido aprobada por el Comité de Bioética de la Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad Tecnológica de Pereira y que los test serán realizados por Profesionales en Ciencias del Deporte y la Recreación que actualmente están culminando estudios en Fisioterapia y Kinesiología

El centro de ejercicio denominado _____

_____ de la ciudad de _____, acepta, voluntariamente y con los permisos administrativos respectivos, realizar los test de resistencia muscular del tronco y de balance dinámico de la investigación denominada: diferencias en el balance dinámico y la resistencia muscular del tronco entre mujeres practicantes del método pilates y féminas que realizan ejercicio físico convencional. El centro de ejercicio es consciente que los test han sido utilizados en adultos sanos y en sujetos con dolor lumbar sin ninguna clase de reacción adversa, únicamente la fatiga y dolor muscular tardío que del ejercicio moderado se puede producir, sin embargo, reconoce que el riesgo de lesión y accidente funcional no pueden eliminarse totalmente. Así mismo, declara explícitamente haber sido informado de los riesgos y beneficios de la investigación, de la protección de identidad y confidencialidad de la información y conocer a cabalidad el contenido de este documento y no tener ninguna duda al respecto.

Nombre del administrador o propietario

NIT o RUT

Nombre del testigo 1

Cédula del testigo 1

Nombre del testigo 2

Cédula del testigo 2

ANEXO 4

ESTRATIFICACIÓN DE RIESGO PARA EL EJERCICIO

NOMBRE: _____ **FECHA:** _____
EDAD: _____ **ID:** _____ **TEL:** _____
DIRECCIÓN: _____

Cuestionario de Monitoreo Pre-participación de la AHA/ACSM para Instalaciones Deportivas

Determine sus necesidades de salud marcando las opciones que mejor describen su condición

Historial

¿Alguna vez ha tenido:

- un ataque cardíaco
- cirugía en el corazón
- angioplastia coronaria
- marcapasos/desfibrilador cardíaco implantable/
- disturbios en el ritmo cardíaco
- enfermedad de las válvulas del corazón
- fallo cardíaco
- trasplante del corazón
- enfermedad cardíaca congénita

Si ha marcado cualquiera de las opciones de esta sección, tiene que consultar a su médico antes de empezar a realizar ejercicio. Puede que necesite ir a un lugar donde haya personal médico calificado.

Síntomas

- Siente molestias en el pecho cuando realiza esfuerzos físicos
- Le cuesta respirar sin razón alguna
- Se mareo, se desmaya o se siente desorientado
- Toma medicinas para el corazón

Otros aspectos de la salud:

- Tiene problemas músculo esqueléticos
- Se preocupa por la seguridad del ejercicio que va a realizar
- Toma medicinas que le ha prescrito el médico
- Está embarazada

Factores de riesgo cardiovasculares

- Es un hombre mayor de 45 años.
- Es una mujer mayor de 55 años o ha tenido una histerectomía o es postmenopáusica.
- Fuma
- Su presión arterial es mayor de 140/90.
- Desconoce su presión arterial.
- Toma medicinas para la presión arterial.
- Su nivel de colesterol es mayor de 240 mg/dl.
- Desconoce su nivel de colesterol.
- Tiene un familiar muy cercano que ha tenido un ataque cardíaco antes de los 55 años (papá o hermano) o de los 65 años (mamá o hermana).
- Es diabético o toma medicinas para controlar sus niveles de azúcar en la sangre.
- Es usted una persona sedentaria (es decir, no realiza por lo menos 30 minutos de actividad física al menos 3 días a la semana).
- Tiene más de 20 libras de sobrepeso.

Si ha marcado dos o más de las opciones de esta sección, debería consultar a su médico antes de comenzar a hacer ejercicio. Podría obtener beneficios si asiste a un lugar donde exista personal profesionalmente preparado para que guíe su programa de ejercicios.

Ninguna opción anterior es válida

Debería ser capaz de realizar ejercicio de manera segura sin tener que consultar a un médico en cualquier instalación deportiva que cumpla con las necesidades de su programa de ejercicios.

CLASIFICACIÓN DE RIESGO: _____

FIRMA: _____

I.D. _____

ANEXO 5

AVAL COMITÉ DE BIOÉTICA UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA



Universidad
Tecnológica
de Pereira

Pereira, 22 de octubre de 2011

Doctor
JOSÉ FERNANDO LÓPEZ.
Director del proyecto

Referencia: Proyecto *"Diferencias en el balance dinámico y la resistencia muscular del tronco entre mujeres practicantes del método Pilates y féminas que realizan ejercicio físico convencional en la ciudad de Pereira, 2012"*.

El Comité de Bioética de la Universidad Tecnológica de Pereira ubicado en la oficina H-404 en la Facultad de Bellas Artes y Humanidades, Campus Universitario La Julita, Teléfono 3137535 Pereira; en reunión ordinaria efectuada el día de hoy, según Acta No. 13 Punto 03 Numeral 02, ha acordado dar el aval bioético al proyecto de la referencia debido a que cuenta con las exigencias bioéticas necesarias para su aprobación. El Comité deja constancia de lo siguiente:

1. Los autores del proyecto, Alejandro Gómez Rodas y Maritza Vera Muñoz, están calificados para realizar el proyecto antes mencionado. Además, se rigen bajo los parámetros de las Guías de Buenas Prácticas Clínicas.
2. El proyecto contempla todas las condiciones adecuadas, tanto en sus aspectos bioéticos como científicos, quedando bien establecidos y justificados los riesgos predecibles y los inconvenientes vs. los beneficios anticipados para los participantes.
3. La información escrita que se dará a los pacientes para obtener su consentimiento informado es adecuada.
4. Los medios para la inclusión de los pacientes y para la obtención del consentimiento informado son adecuados.

Cualquier cambio substancial en el proyecto original o el desarrollo de algún evento adverso serio debe ser reportado tan pronto como sea posible por el investigador principal a este Comité para las consideraciones y pronunciamientos pertinentes.

Gloria Inés González Ramírez
Presidenta Comité de Bioética
Universidad Tecnológica de Pereira



Acreditada Institucionalmente de Alta Calidad por el Ministerio de Educación Nacional
NIT: 891.480.035-9 - Apartado Aéreo: 097 - Tel. Conmutador: (57) (6) 313 7300 - Fax: 321 3204
www.utp.edu.co - Pereira (Risaralda) Colombia