



Universidad Católica de la Santísima Concepción
Facultad de Medicina
Carrera de Kinesiología

Relación entre los índices de fatiga de la musculatura extensora de columna y la cantidad de horas en posición sedente en estudiantes de la Universidad Católica de la Santísima Concepción. Un estudio descriptivo transversal.

Tesis presentada a la Facultad de Medicina de la Universidad Católica de la Santísima Concepción para optar al grado académico de Licenciado en Kinesiología.

AUTORES: Srta. Valentina Ester Aravena Troncoso
Sr. Andrés Miguel Arévalo Arévalo
Srta. Camila Elizabeth Cáceres Barra
PROFESOR GUÍA: Sra. Laura Michelle Martínez González

CONCEPCIÓN, CHILE
Diciembre, 2018

“Las personas crecen cuando son bien amadas. Si quieres ayudar a otros a sanar, ámalos sin medida alguna”

Dedicado a mi familia por estar siempre apoyándome en cada paso, en especial a mi madre que con cada conversación podía levantarme estando a kilómetros.

Valentina

Dedicado a mi familia, Hugo y Elizabeth, que a pesar de la distancia supieron contenerme y apoyarme a través del teléfono durante todo este proceso, a mi hermano Matías quien siempre me alentó y estuvo ahí para ayudarme a solucionar cada problema y a Andrés quien me apoyo sin límite, me escucho y soporto en este camino.

Camila

Dedico la realización de este trabajo a mi madre, quien, a pesar de la distancia, en todo momento me apoyo y me hizo creer que esto era posible. En segundo lugar, a mi grupo de trabajo, Camila y Valentina porque a pesar de nuestras diferencias, siempre pudimos salir a delante y lograr terminar de buena forma este proceso de. Por último, y no menos importante a todas las personas que de alguna manera contribuyeron a la realización de esta Tesis.

Andrés

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al profesor Cristián Caparros M. de la Universidad de Talca por su importante ayuda e interés en nuestra investigación. A la profesora Sonia Sepúlveda M. por su colaboración, sin importarle el hecho de no ser nuestra profesora guía. A los profesores Luis Ramírez A. y Raúl Aguilera E. por el apoyo en los momentos de dificultad que presentamos en todo este proceso. A nuestra profesora guía Laura Martínez G. por estar junto a nosotros y aconsejarnos en todos los momentos de dificultad. Y por último agradecemos a todos los participantes de este estudio por su disposición y entusiasmo en el proceso de recolección de datos.

Contenido

INTRODUCCIÓN	5
CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO.	6
I. a) Columna vertebral	6
I. b) Anatomía de la columna vertebral	7
I. c) Tipos de fibras musculares	7
I. e) Biomecánica de la columna lumbar	10
I. f) Sedentarismo	11
I. g) Problemas sedente prolongado	12
I. h) Fatiga	12
I. i) Electromiografía	13
CAPÍTULO II: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.	15
II. a) Búsqueda bibliográfica	15
II. b) Problema de investigación	17
II. c) Pregunta de investigación	17
II. d) Objetivo General	17
II. e) Objetivos Específicos	17
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA.	19
III. a) Diseño de investigación	19
III. b) Población	19
III. c) Muestra	19
III. d) Tipo de muestreo	19
III. e) Tamaño de la muestra	20
III. f) Criterios de selección	20
(III.f.1) Criterios de inclusión	20
III. g) Obtención de la muestra	20
III. h) Recolección de datos	21
CAPÍTULO V: ANÁLISIS DE DATOS.	24
CAPÍTULO VI: RESULTADOS.	25
CAPÍTULO VII: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.	37
ANEXOS	43
Anexo 1. Cuestionario internacional de actividad física	43
Anexo 2. Consentimiento informado	46

RESUMÉN

La musculatura encargada de mantener una estabilidad y movilidad de la columna lumbar son los multifidos y erectores espinales. La fatiga es la disminución o pérdida de fuerza del músculo, si esto se hace presente se produce alteración de los patrones motores e inestabilidad de los segmentos de la columna lumbar, lo que resultan en un incremento de la contribución relativa de los tejidos pasivos para mantener el tronco erecto. **Objetivo:** Determinar la relación existente entre el índice de fatiga de los músculos longísimo, iliocostal y multifido lumbar bilateral durante la ejecución del test de Biering-Sorensen y la cantidad de horas en posición sedente acumulada de los estudiantes de la Universidad Católica de la Santísima Concepción. **Material y métodos:** Se evaluaron 30 estudiantes pertenecientes a la Universidad Católica de la Santísima Concepción, a través de la prueba de Biering-Sorensen y Electromiografía de superficie para obtener los datos de fatiga y tiempo de la prueba, y se aplicó el cuestionario IPAQ versión abreviada para obtener la cantidad de horas en posición sedente. **Resultados:** Se encontró una correlación negativa baja la cual se traduce en que si una variable aumenta la otra variable disminuye. **Conclusión:** La relación existente entre la cantidad de horas en posición sedente y los índices de fatiga de los músculos Longuísimo e Iliocostal derechos presentan una relación negativa débil y moderada respectivamente, estadísticamente significativa.

Palabras Clave: Fatiga muscular, sedente prolongado, electromiografía, test de Biering-Sorensen.

INTRODUCCIÓN.

La fatiga muscular es una disminución o pérdida en la producción de fuerza ¹. Si esto se hace presente se produce inestabilidad en los segmentos. La columna lumbar es un segmento intrínsecamente inestable producto de las curvaturas anatómicas que presenta, esto se ve incrementado por el déficit de los patrones de activación muscular y patrones de reclutamiento. Producto de esto los tejidos pasivos de la columna incrementarán su contribución relativa para mantener la estabilidad y posicionar el tronco de manera erguida.

El análisis del espectro electromiográfico (EMG) se ha utilizado ampliamente para evaluar el desarrollo de la fatiga muscular localizada. La fatiga causa una disminución del contenido de frecuencia en la señal EMG, usualmente descrita como una disminución de la potencia media. La prueba de Biering-Sorensen, una prueba de sujeción del tronco en una posición propensa a la anti-gravedad se utiliza comúnmente para medir la capacidad de resistencia de los músculos de la espalda ².

En Chile según la Encuesta Nacional de Salud existe una prevalencia de sedentarismo total de 89,4%, lo que va de la mano con mantener una posición de sedente prolongada que afecta aún más al tejido pasivo de la columna.

En la literatura no han excluido la variable de actividad física moderada o recreacional, volviéndose importante conocer los datos objetivos de la influencia de la cantidad de horas en posición sedente en la fatiga muscular, por lo que nuestro objetivo de estudio es relacionar la fatiga con el nivel de actividad física y la cantidad de horas en posición sedente en la población estudiantil de la Universidad Católica de la Santísima Concepción.

CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO.

I. a) Columna vertebral

Es un sistema mecánico que cumple tres funciones: permite los movimientos entre sus elementos, soporta cargas y protege la médula. Esto es logrado por la estabilización espinal, que a su vez está compuesto por 3 subsistemas en constante interacción ³. Primero, el subsistema pasivo lo constituyen los cuerpo vertebrales, discos intervertebrales, articulaciones facetarias, cápsulas articulares, ligamentos vertebrales y los componentes musculares no contráctiles, actuando como transductor, soportando cargas y proveyendo información sobre posición, movimiento, y cargas sobre la columna; el segundo, la unidad de control neural, se encarga de transformar la información percibida por el primero; el tercer subsistema es el activo, conformado por los músculos siendo los que proveen la acción ⁴.

Presenta curvas fisiológicas en el plano sagital, según Neumann en la región cervical una lordosis de 30-35° de curvatura con convexidad a anterior, la región dorsal una cifosis con 40° de convexidad posterior y una lordosis en la zona lumbar de 45° de convexidad anterior ⁵.

Las 5 vértebras lumbares se encuentran entre el tórax y sacro, presentan un cuerpo voluminoso para soportar el peso de la cabeza, tronco y brazos, razón por la cual inciden mayores hernias del disco intervertebral. Las apófisis espinosas son anchas y rectangulares, se proyectan hacia posterior de manera horizontal a diferencia de las torácicas que presentan una proyección postero- inferior. Sus carillas articulares superiores cóncavas cambian su orientación entre las vértebras lumbares superiores a inferiores de un plano sagital a uno frontal, las carillas articulares inferiores convexas encajan con las carillas superiores de la vértebra inferior. Las sumas de estos factores facilitan los movimientos de flexión y extensión, permite las inclinaciones laterales, e impiden la rotación ^{5,6}.

Los ligamentos reforzarán la estabilidad de la columna vertebral impidiendo movimientos excesivos. El ligamento longitudinal anterior y posterior limitan la extensión e hiperextensión en todo el largo de la columna. El ligamento amarillo evita la flexión

Formulación de proyecto

Julio-2018

brusca y ayuda a preservar las curvas fisiológicas. Los ligamentos interespinosos y supraespinosos limitan la separación de las vértebras en el movimiento de flexión. Los ligamentos intertransversos resisten las inclinaciones laterales de la columna vertebral.

I. b) Anatomía de la columna vertebral

Para obtener control de nuestros movimientos están los músculos de la columna vertebral. En términos de investigación se definen 3: dentro del grupo de erectores espinales lumbares se encuentra el músculo iliocostal (columna lateral), longísimo (columna intermedia) y espinoso (columna medial), este último no se considerará en esta de investigación ya que su inserción se encuentra al inicio de la columna lumbar. Estos forman una masa muscular común a nivel de la vértebra T12. El tercer músculo a definir es el multifido, se encuentra por debajo de los erectores espinales, transverso del abdomen y oblicuo externo del abdomen.

El músculo iliocostal se origina en la superficie anterior de la cresta medial del sacro, los procesos espinosos de las vértebras lumbares y de las 11 y 12 vértebras torácicas, el labio medial de la cresta iliaca, el ligamento supraespinoso y la cresta lateral del sacro, su inserción en el borde inferior de los ángulos de las 6 y 7 costillas. El músculo longísimo se origina en la superficie posterior de los procesos espinosos de las vértebras lumbares y la fascia toracolumbar, su inserción se encuentra en el borde de los procesos transversos de todas las vértebras torácicas. Y tercer músculo del grupo de erectores espinales, el espinoso se origina en la superficie posterior de las apófisis espinosas de L3-T10, sus fibras discurren superiormente insertándose en las apófisis espinosas de la T8-T2 ⁶. El músculo multifido, se origina en el sacro, procesos mamilares de las vértebras lumbares, apófisis transversas de las vértebras torácicas y las apófisis articulares de las últimas cuatro vértebras cervicales, su inserción es la base de las apófisis espinosas de todas las vértebras desde L5 a C2 ⁶.

I. c) Tipos de fibras musculares

Los tipos de fibras musculares se clasifican según el tiempo que tardan en lograr su tensión máxima, es por esto que se diferencian dos tipos de fibras musculares ⁷:

Fibras tipo I o fibras lentas	Fibras tipo 2 o fibras rápidas
<p>-Hidrolizan lentamente su ATP, determinando que la velocidad máxima de acortamiento de sus fibras sea lenta por ende son llamadas fibras lentas.</p> <p>-Se caracterizan por ser de color rojo debido a que poseen altos niveles de mitocondrias y mioglobina.</p> <p>-Utilizan un metabolismo aeróbico y su diámetro es intermedio, por lo tanto, su resistencia a la fatiga es alta ⁸.</p>	<p>-Alcanzan su velocidad máxima de acortamiento 5 veces más rápido que las tipo I.</p> <p>-Se caracterizan por ser de color blanco y por ser menos resistentes a la fatiga.</p> <p>-Dentro de este tipo de fibras se distinguen las fibras IIA, IID, IIX y IIB. En el ser humano solo se encuentran las de tipo I, IIA y IIX.</p> <p>-Se ha demostrado que las fibras que antiguamente se clasificaban como IIB son realmente fibras IIX ⁹.</p> <p>-Las fibras IIA se caracterizan por ser las fibras más lentas y oxidativas dentro de su subgrupo, en cambio las Fibras IIX son las fibras más rápidas y glucolíticas.</p>

Tabla comparativa creada por investigadores.

Los músculos erectores espinales poseen un mayor porcentaje de fibras tipo I (aproximadamente un 65% en hombres y un 64% en mujeres) lo que justifica su mejor tolerancia a la fatiga ¹⁰. A su vez poseen un menor porcentaje de fibras IIA (aproximadamente 24% en hombres y un 26% en mujeres) que son menos resistentes a la fatiga si se comparan con las tipo I, también se encuentran en menor cantidad fibras tipo IIB (aproximadamente 9,5% en hombres y 9% en mujeres) ¹⁰. Finalmente, el músculo longísimo tiene mayor porcentaje de fibras tipo I que el músculo multifido lumbar ¹¹.

Si se toman los valores mencionados anteriormente como normales, nos encontraremos que en personas con síndrome de dolor lumbar, existen variaciones con respecto al porcentaje del tipo de fibra que se componen los músculos erectores espinales, debido a que baja considerablemente la cantidad de fibras tipo I (de un 65% a 51% en hombres y de un 64% a 50% en mujeres) y existe un aumento significativo de fibras tipo IIb (de 9,5% a 23.5% en hombres y de un 9% a un 30% en mujeres) ¹². Estas modificaciones fisiológicas que ocurren a nivel muscular se relacionan con que dichos músculos posean una menor resistencia a la fatiga en el test de resistencia de la musculatura de tronco ¹³.

Finalmente, un estudio en ratones con dieta alta en grasas demostró que se produce infiltración de grasa extra-miocelular y en los músculos lumbares las fibras tipo 1 disminuyeron mientras que la fibra tipo 2 aumentó, en comparación al músculo tibial anterior que no hubo cambios significativos al tipo de fibra ¹⁴.

I. d) Estabilidad

La columna vertebral es intrínsecamente inestable debido a la presencia de las curvas osteoligamentosas. Para lograr la estabilidad, el control motor cumple un papel importante, la coordinación de la activación muscular produciría una rigidez segmentaria y global de la columna, que determinan la estabilidad, la generación de momento requerido y el movimiento articular deseado. Existen “patrones motores” normales y anormales, que se refiere a la forma en que se activan los músculos, generalmente con un patrón en específico, estos patrones motores llevan a los “patrones de movimientos” que se refiere a la descripción cinemática de los segmentos del cuerpo; dos patrones motores distintos pueden lograr el mismo patrón de movimiento, pero con diferentes factores a intervenir ³.

La rigidez producida por la musculatura debe ser tal para que exista una estabilidad suficiente al resistir cargas, sostener posturas y movimientos, no debe ser menor para producir inestabilidad, ni mayor para no impedir el movimiento. Esta respuesta del control motor a las cargas repentinas de la columna y movimientos constantes se basa en la retroalimentación propioceptiva de una variedad de mecanorreceptores (husos

musculares, órganos tendinosos de Golgi, receptores articulares, cutáneos y otros órganos sensoriales), si este control motor es dañado se producen distintos patrones motores y de movimiento que podría conducir a la inestabilidad de columna ³.

Oxland et al. (1991) mencionan que la integridad mecánica pérdida en cualquier tejido que soporta carga resultará en pérdida de rigidez y un mayor riesgo de comportamiento inestable, este proceso a su vez puede llevar a una lesión. La inestabilidad, entonces, puede causar y ser el resultado de una lesión ¹⁵.

Cholewicki demostró que se logra una estabilidad suficiente de la columna lumbar, en postura neutra, con la coactivación de los músculos de la pared paraespinal y abdominal ^{16,17}, pero si una articulación ha perdido rigidez pasiva por una lesión se necesita mayor co-contracción para compensar la deficiencia. En 2002, Cholewicki y Vanvliet demostraron que varios músculos son importantes en la estabilización de la columna vertebral, pero que estos varían en su contribución relativa dependiendo de la tarea a realizar, y la discusión del músculo más importante estabilizador se restringe a un instante en el tiempo ¹⁸. Últimamente se ha demostrado que los músculos multifido lumbar y erector espinal son cruciales para la estabilidad y movilidad de la columna, considerando el multifido lumbar como el músculo más extremo diseñado para estabilizar la columna lumbar contra la flexión, en lugar de generar movimiento, se estima el más importante entre los músculos extensores de la espalda para dar cuenta de la rigidez de la columna lumbar ¹⁹.

I. e) Biomecánica de la columna lumbar

En posición bípeda la columna lumbar de un adulto sano presenta 40- 45° de lordosis, siendo mayor en mujeres. Al contrario, en la posición sedente se reduce alrededor de 20-35°. Los grados de libertad de la columna en el plano sagital son en flexión hasta 50° y en extensión de 15° presentando un menor rango de movimiento, en el plano frontal la flexión lateral es aproximadamente de 20°, y por último en el plano transversal realiza 5° de rotación. Estos datos varían según los estudios y poblaciones ⁵.

El mayor grado de movimiento en el plano sagital lo permite la dirección de las carillas articulares lumbares en este mismo plano. En el movimiento de flexión de tronco y

caderas, en bípedo, veremos que la pelvis realiza una anteversión sobre los fémures, que aumenta la tensión pasiva de los músculos isquiotibiales. En la continuación del movimiento se observa que la flexión continua en la región lumbar media e inferior, lo que invierte la lordosis natural de aquella, al mismo tiempo las carillas articulares de la vértebra superior se irá hacia anterior y superior respecto a la inferior, en consecuencia, las fuerzas musculares y gravitacionales, alrededor del 20% de la carga vertebral total, se trasladan hacia los discos comprimidos y ligamentos espinosos posteriores tensos. La flexión extrema, entonces, reduciría el contacto de las carillas dañando su cápsula, provocando que no pueda generar la suficiente tensión para proteger los discos vertebrales reduciendo la carga por compresión. Si en este movimiento los isquiotibiales están tensos o acortados se limitará la anteversión compensando la falta de movimiento con la columna lumbar, disminuyendo aún más la lordosis y produciendo posibles daños y/o inestabilidad ⁵.

En la extensión de la columna lumbar ocurre lo contrario a la flexión, aumenta la lordosis natural, las carillas articulares de la vértebra inferior se desliza en sentido inferior y un poco posterior respecto a la superior. La extensión completa aumenta la carga y el área de contacto en las carillas articulares. En conjunto con la pelvis se observa que el ritmo lumbo pélvico parte con la extensión de caderas y luego la lumbar para disminuir las demandas de los músculos extensores y articulaciones cigapofisarias ⁵.

I. f) Sedentarismo

Según la Organización Mundial de la salud (OMS) el 60% de la población mundial no realiza la actividad física necesaria para obtener beneficios para la salud. En Chile la situación no es muy diferente y el panorama es bastante desalentador, ya que según cifras oficiales del gobierno chileno en la Encuesta Nacional de Salud reporta una prevalencia de sedentarismo total de 89,4%, siendo de 90,8% para mujeres y de 87,9% para hombres ²⁰. Es por esto, que las enfermedades o complicaciones que puedan surgir como consecuencia del sedentarismo se considera un problema de salud pública. Se relaciona además que mantener una posición sedente relajado durante tiempos prolongados se relaciona con una disminución de la actividad física o sedentarismo.

I. g) Problemas sedente prolongado

Al mantener una posición de sedente errónea la pelvis realiza una retroversión con una columna lumbar ligeramente flexionada, que adelanta las regiones dorsal y cervical inferior, además se asocia una protracción de la cabeza, ya que para mantener la línea de la visión horizontal la zona cervical superior debe compensar con una extensión. Con el tiempo puede causar un acortamiento adaptativo de los tejidos que mantienen la postura, estirar en exceso y debilitar el anillo fibroso posterior que limita la protrusión del núcleo pulposo, que se comprime por anterior ⁵. Conlleva a una atonicidad de los músculos y otros tejidos espinales, generando una inestabilidad de columna por una posición de flexión de tronco aumentada y una disminución de la lordosis lumbar. En trabajos como oficinistas, conductores de vehículos y estudiantes, que mantienen esta posición por tiempos prolongados, es recurrente que presenten desórdenes músculo-esqueléticos tanto en la región lumbar como en hombros y cuello, los cuales presentan síntomas subjetivos como frecuente dolor, calambres, rigidez y parestesias ²¹. Las personas que mantienen la posición sedente durante varias horas presentan un mayor factor de riesgo a desarrollar Síndrome de Dolor Lumbar (SDL) o agravarse si ha ocurrido previamente ^{22, 23, 24}.

En el año 2006 O'Sullivan, demostró que en la posición sedente relajado los músculos multifidos lumbar, erectores espinales torácico y oblicuos abdominal interno disminuyen su actividad electromiográfica, a diferencia del sedente erguido ¹. Harris en 2015 demostró que flexión lumbar total causa una disminución de la orientación de la fibra de la espina erectora que, por lo tanto, compromete su capacidad para resistir la fuerza de corte anterior ²⁵. Se ha evidenciado que en las estructuras viscoelásticas de la columna lumbar se desarrollan creep moderados, que producirán una disminución en la capacidad de generar fuerzas pasivas que mantengan la carga de la columna lumbar. Esto se asocia a un micro daño de la estructura de colágeno, lo que puede ser dañino para la salud de la columna lumbar ^{26, 27}.

I. h) Fatiga

La fatiga muscular se define como una disminución o pérdida en la producción de la fuerza ¹ y es la causa de inestabilidad en los segmentos que afecta. En el caso de la

columna vertebral, la fatiga afecta la función de estabilidad dada por patrones motores. Estas alteraciones causadas por la fatiga en los patrones de estabilidad de la columna resultan en un incremento de la contribución relativa de los tejidos pasivos para mantener un tronco erecto, si la flexión lumbar es mantenida, la rigidez de flexión pasiva de la columna lumbar disminuye, aumentando la laxitud intervertebral, asociado a pérdida de fluidos en los discos intervertebrales ^{26, 28, 29}.

I. i) Electromiografía

Una de las variables presentes en el estudio son las señales eléctricas de los músculos, que serán captados por electrodos de superficie o por electromiógrafos invasivos por medio de agujas o alambres finos. La señal que se ve reflejada en la electromiografía viene dada de la fase de despolarización de la membrana y el ciclo de repolarización, en forma de una onda de despolarización. La unidad motora se compone de muchas fibras musculares y los electrodos van a detectar la magnitud de todas las fibras inervadas dentro de esa unidad motora, lo que hace que el potencial de acción de la unidad motora difiera en forma y tamaño dependiendo de la orientación de la fibra en relación con la zona de los electrodos. Cuanto mayor sea la frecuencia de descarga de los potenciales de acción de las unidades motoras y su reclutamiento, mayor será la señal observada en el electromiógrafo.

La electromiografía de superficie tiene la utilidad de ser de fácil ubicación, puede registrarse sobre la piel utilizando electrodos, o también llamados matrices de electrodos, los cuales captan la propagación de los potenciales de acción de las unidades motoras ³⁰, debido a que esta es una forma no invasiva de aplicación de señales más reproducibles y son buenos para el estudio del movimiento. Además, solo pueden ser usados en músculos superficiales ³¹.

Para trabajar con la señal electromiográfica, esta debe ser amplificada y filtrada, ya que no solo captura la señal eléctrica del músculo sino también la de músculos contiguos, y los llamados “ruidos”, por lo que se eliminan los componentes que están bajo los 20 Hz y sobre los 500 Hz ³².

La electromiografía tiene varios usos dentro de los cuales encontramos relación con la

fuerza, la cual no puede medirse directamente, pero existe una relación lineal entre los fenómenos eléctricos y mecánicos. Otro uso de esta es la activación y desactivación de los músculos en diferentes tareas motoras y además se puede obtener el índice de fatiga de los músculos, que corresponde a la disminución de los potenciales de acción de la unidad motora, esto se ve reflejado al mostrar tendencia a frecuencias bajas.

Diversos estudios han estudiado la fiabilidad del test de electromiografía de superficie en la evaluación de la fatiga de los músculos paraespinales durante la prueba de Biering-Sorensen y demostraron que la pendiente de la frecuencia mediana es el método más confiable para observar la fatiga de los músculos paravertebrales ^{33, 34, 35}. Mediante el cálculo de frecuencia mediana podemos determinar de una forma precisa y objetiva el grado de fatigabilidad local de un músculo, ya que esta se ve minimizada la influencia por agentes externos como la emocionalidad, la motivación, etc ³⁴.

El test de Biering-Sorensen es una prueba que se usa comúnmente para medir la capacidad de resistencia de los músculos extensores de columna ², en el cual se le solicita a la persona que lo realiza que mantenga la posición horizontal del tronco fuera de la camilla el mayor tiempo posible, la variable tiempo que la persona mantenga dicha posición será la que nos indique la resistencia de la musculatura a evaluar.

CAPÍTULO II: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

II. a) Búsqueda bibliográfica

Se realizó una búsqueda en metabuscadores como Epistemonikos (<https://www.epistemonikos.org/es/>) y Trip database (<https://www.tripdatabase.com/>); bases de datos como: Medline a través de su interfaz Pubmed (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed>) utilizando como términos mesh “Muscle fatigue” y “electromyography” y “paraspinal muscles”, arrojando un total de 6 artículos llamados: “Investigation of low back and shoulder demand during cardiopulmonary resuscitation” cuyo objetivo fue comparar la demanda biomecánica de realizar una RCP de compresión torácica continua y una RCP estándar ³⁵.

“Interaction of body mass index and age in muscular activities among backpack carrying male schoolchildren.” cuyo objetivo fue investigar la interacción del índice de masa corporal (IMC) y la edad sobre las actividades musculares, la altura de la mochila y el nivel de dolor percibido al cargar diferentes pesos de mochilas ³⁶.

“Lumbar multifidus and erector spinae electromyograms during back bridge exercise in time and frequency domains”. su objetivo fue Evaluar EMG de músculos multifilares lumbares (LM) y erectores espinales (ES), en los dominios de tiempo y frecuencia, durante el ejercicio del puente trasero ¹⁹.

“Endurance and fatigue characteristics in the neck muscles during sub-maximal isometric test in patients with cervical radiculopathy”. Su objetivo fue comparar la manifestación mioeléctrica en la resistencia muscular del cuello y las características de fatiga durante la prueba de resistencia isométrica submáxima en pacientes con radiculopatía cervical y sujetos asintomáticos ³⁷.

“Reliability of surface electromyography in the assessment of paraspinal muscle fatigue: an updated systematic review”. su objetivo fue revisar la literatura para determinar si la electromiografía de superficie (EMG) es una herramienta confiable para evaluar la fatiga muscular paraespinal en sujetos sanos y en pacientes con dolor lumbar ³¹.

Por último, encontramos el artículo llamado *“Trunk extensor muscle fatigue influences trunk muscle activities”* el cual evaluó la respuesta electromiográfica de los músculos extensores y abdominales del tronco después de la fatiga de los músculos extensores del tronco inducida por la tarea de levantamiento cíclico ³⁸.

En la base de datos Lilacs (<http://lilacs.bvsalud.org/es/>) se obtuvo mediante la búsqueda con los términos “electromiografía”, “Erectores espinales” y “Fatiga” un total de 1 artículo llamado: *“Parámetros espectrales de fatiga muscular local en erectores espinales de sujetos chilenos”* ³⁹. En dicho artículo se realizó una comparación de los índices de fatiga de la musculatura extensora de columna y el tiempo de resistencia en sujetos sedentarios sanos contra sujetos deportistas durante el test de Biering-Sorensen.

En portal de tesis chilenas (<http://www.tesischilenas.cl/>) se realizó una búsqueda con los términos “Electromiografía” y “Fatiga”; arrojando como resultado 3 artículos, llamados: *“Índices de Fatiga muscular local en hombres y mujeres, determinados a través de Electromiografía de superficie, en Extensores de Rodilla”* ³⁴, *“Estudio clínico y biomecánico de la columna cervical”* ⁴⁰, ambos descartados leyendo su título y abstract debido a la localización anatómica de su objetivo de estudio, el primero en rodilla y el segundo en columna cervical. Un tercer artículo que arrojó esta búsqueda es: *“Parámetros electromiográficos de fatiga muscular local de los músculos paravertebrales en el test de biering-sorensen en estudiantes de la carrera de kinesiología de la universidad de Talca con alta frecuencia de horas sentado acumulada semanal”* ⁴¹ incluyó a Sujetos estudiantes de Kinesiología de sexo masculino y el criterio de sedentarismo incluyó a sujetos con actividades recreacionales o moderadas.

Repositorio digital de tesis de la Universidad Católica de la Santísima Concepción (<http://repositoriodigital.ucsc.cl/>), no encontrando resultados asociados a nuestro objetivo de estudio.

Un estudio encontrado en la búsqueda por medio de la base de datos SCIELO(<http://www.scielo.org/php/index.php?lang=es>), llamado *“Electromyographic analysis of the vertebral extensor muscles during the Biering-Sorensen Test”* realizado

en la Universidad Estatal de Sao Paulo, Brasil ⁴², realizó un análisis electromiográfico de los músculos extensores de columna e incluyó sujetos de sexo masculino y femenino en un sólo grupo, además incluyó sujetos sedentarios y con un nivel de actividad física recreacional.

II. b) Problema de investigación

En base a la lectura y análisis de la literatura existente, no se encontró una investigación similar en cuanto a sus variables, por lo que nuestro estudio incluyó sujetos de sexo masculino y femenino, sedentarios, con alta cantidad acumulada de horas en sedente, determinado a través del cuestionario internacional de actividad física (IPAQ) (Anexo 1), que consiste en correlacionar los índices de fatiga de los músculos extensores de columna lumbar, en estudiantes sedentarios de la UCSC con periodos prolongados en posición sedente, a través del Test de Biering-Sorensen, el cual consiste en medir el tiempo que el individuo puede mantener su tronco en posición horizontal y boca abajo contra la acción de la gravedad.

II. c) Pregunta de investigación

En adultos jóvenes, ¿La alta cantidad de horas en posición sedente y el nivel de actividad física bajo se relaciona con la fatigabilidad de los músculos extensores de columna lumbar?

II. d) Objetivo General

Determinar la relación existente entre el índice de fatiga de los músculos longísimo, iliocostal y multífido lumbar bilateral durante la ejecución del test de Biering-Sorensen y la cantidad de horas en posición sedente acumulada de los estudiantes de la Universidad Católica de la Santísima Concepción.

II. e) Objetivos Específicos

- Comparar el índice de fatiga de los músculos multífidus, longuísimo, iliocostal lumbar del hemicuerpo derecho e izquierdo en hombres y mujeres.
- Conocer los tiempos de ejecución del test de Biering-Sorensen.
- Determinar índice de fatiga en hombres y mujeres.

- Relacionar el tiempo en sedente con el índice de fatiga del músculo Longísimo, multifido, iliocostal izquierdo.
- Relacionar el tiempo en sedente con el índice de fatiga del músculo Longísimo, multifido, iliocostal derecho.

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA.

III. a) Diseño de investigación

Estudio cuantitativo en el cual se recopilan datos objetivos, aplicando el cuestionario internacional de la actividad física (IPAQ) se obtiene información acerca del nivel de actividad física y cantidad de horas en posición de sedente. Se realizarán mediciones de fatigabilidad de los músculos extensores de columna mediante electromiografía de superficie junto con los tiempos de realización del test de Biering-Sorensen. Posteriormente se realiza un análisis estadístico de la información obtenida, donde se describe el comportamiento de las variables de la población de estudio, relacionando la fatiga con la cantidad de horas en posición sedente. Tipo de investigación Correlacional, el cual determina si dos variables están correlacionadas entre sí, es decir, si un aumento o disminución de una variable, coincide con el aumento o disminución en la otra variable. Diseño transversal descriptivo, ya que se realizará una sola medición, en el tiempo sin intervenir en los participantes.

III. b) Población

La población de estudio está constituida por los estudiantes pertenecientes a la Universidad Católica de la Santísima Concepción, Chile del año 2018.

III. c) Muestra

La muestra de estudio está constituida por 30 estudiantes entre 18 y 26 años pertenecientes a la Universidad Católica de la Santísima Concepción, los cuales deberán cumplir con todos los criterios de inclusión, Chile del año 2018.

III. d) Tipo de muestreo

Se utilizó el método de muestreo no probabilístico por conveniencia ⁴³, que consiste en seleccionar a los individuos de la muestra según la conveniencia del investigador, siendo más sencillo para éste. Puede ser por proximidad geográfica, por amistad, por nivel de actividad física, etc.

III. e) Tamaño de la muestra

Para la obtención de la muestra se utilizó el teorema del límite central obteniendo un mínimo de 30 sujetos para llevar a cabo el estudio, dado que este teorema afirma que si una muestra es lo bastante grande (generalmente cuando n supera los 30), sea cual sea la distribución de la media muestral, seguirá una distribución normal. Es decir, dada cualquier variable aleatoria, si extraemos muestras de tamaño $n \geq 30$ y calculamos los promedios muestrales, dichos promedios seguirán una distribución normal. Además, la media será la misma que la de la variable de interés, y la desviación estándar de la media muestral será aproximadamente el error estándar ^{44, 45, 46}.

III. f) Criterios de selección

(III.f.1) Criterios de inclusión

- Estudiantes de la Universidad Católica de la Santísima Concepción (edades de 18- 26 años)
- Sedentarios con más de 56 horas a la semana en posición sedente.
- Clasificación de bajo nivel de actividad física según el cuestionario internacional de la actividad física (IPAQ)

(III.f.2) Criterios de exclusión

- Sujetos con alteraciones postural diagnosticado por Kinesiólogo antes de la medición (hiperlordosis, escoliosis, etc).
- Sujetos con antecedentes de cirugía en columna vertebral
- Sujetos con antecedentes de dolor lumbar dentro de los últimos 6 meses.
- Sujetos con antecedente de hernia o compresión nerviosa.
- Sujetos con IMC > 30
- Sujetos que consuman fármacos analgésicos.

III. g) Obtención de la muestra

Este estudio obtuvo una muestra de 30 sujetos jóvenes, quienes firmaron un consentimiento informado conforme a las normas de investigación biomédica, de

acuerdo con la declaración de Helsinki. La muestra seleccionada cumplió con los criterios de selección definidos para garantizar la homogeneidad de características de los sujetos.

III. h) Recolección de datos

Se realizaron dos periodos de recolección de datos. El primer periodo, los sujetos fueron citados al laboratorio de kinesiología aplicada, ubicado en el edificio Monseñor Valech de la Universidad Católica de la Santísima Concepción, donde luego de leer y firmar el consentimiento informado, se completó la ficha con sus datos y/o antecedentes, se tomaron los datos de peso y talla con una báscula de bioimpedancia OMRON HBF-514c; la que a través de la aplicación de una corriente eléctrica de baja intensidad diferencia entre masa magra y tejido adiposo, indicando además el IMC del sujeto. Luego se le entregó el cuestionario internacional de actividad física versión abreviada que posee una especificidad y sensibilidad del 75% ⁴⁷, el cual fue leído y explicado por uno de los investigadores (Anexo 2).

En el segundo periodo, se citó a los sujetos al mismo punto de encuentro que en el periodo 1, se comenzó por explicar el procedimiento de la prueba y las indicaciones sobre esta, luego se les solicitó a los participantes descubrirse el torso para rasurar y desinfectar con alcohol la zona a ubicar los 6 electrodos, según lo recomendado por SENIAM (Surface EMG for non-invasive assessment of muscles), el electrodo del músculo Longísimo izquierdo y derecho debe ubicarse a dos dedos de ancho hacia lateral al nivel del proceso espinoso de L1, para el músculo Iliocostal izquierdo y derecho se ubica a nivel de L2 a un ancho de dedo hacia medial desde la línea de la Espina Iliaca Postero Superior (EIPS) al punto más bajo de la última costilla, y para el músculo Multifido izquierdo y derecho se ubica a en una línea desde EIPS a L5 (es decir, aproximadamente 2 o 3 cm desde la línea media) ⁴⁸, utilizando un electromiógrafo de superficie marca Delsys, modelo trigno, donde evaluará la frecuencia media de fatiga de los músculos extensores de columna lumbar.

Se procede a invitar al participante que se ubique en decúbito prono con la región de la Espina Iliaca Anterosuperior (EIAS) en el borde de la camilla, brazos cruzados al pecho.

Muslos, rodillas y tobillos se fijan con correas a la camilla para evitar caer y así mantener la posición horizontal. Cuando se les indique los sujetos deben posicionarse de la manera predicha tanto como les sea posible, el tiempo comienza cuando está en posición horizontal y sin apoyo de brazos; además es alentado verbalmente para mantener esta posición el mayor tiempo posible. El investigador puede ubicar un inclinómetro en la región interescapular para observar variaciones superiores a 10° en el plano sagital, o ubicar un tallímetro adjunto a la camilla para verificar que no se produzcan variaciones, si el sujeto se deja caer bajo la posición horizontal, se le da una oportunidad adicional para recuperarla, si por segunda vez vuelve a caer bajo la horizontal, el tiempo se detiene y se registra en segundos. En Chile el test de Biering-Sorensen es muy utilizado para evaluar la resistencia de la musculatura lumbar en la extensión de tronco a través de la variable tiempo, sin embargo, no se encontraron estudios que la validen en Chile. Aun así, esta prueba ha demostrado ser válida y confiable internacionalmente arrojando un coeficiente de correlación interclase (ICC) de 0,85^{46, 49, 50} para las pruebas entre evaluadores, dicha confiabilidad se obtuvo de una muestra heterogénea, con la participación de hombres y mujeres, y de edades comprendidas entre los 20-60 años. Luego en 2009, Gruther⁵¹, llevó a cabo la prueba de confiabilidad y precisión comparando la prueba estática con la dinamometría en el isocinético, a pesar de la excelente confiabilidad encontrada con ICC de 0.93, los autores sólo adoptaron los criterios de fatiga y/o dolor por la pérdida de la posición horizontal y, por lo tanto, la interrupción de la prueba. Además de esto, el test de Biering-Sorensen podría predecir el tiempo de duración de la prueba, por lo que se respalda la validez del test para fatiga muscular².

III.i) Definición de variables

III.i.1) Duración test Biering-Sorensen: consiste en medir el tiempo que el individuo puede mantener su tronco en posición horizontal y boca abajo contra la acción de la gravedad.

III.i.2) Fatiga muscular: Disminución o pérdida en la producción de Fuerza⁵.

III.i.3) Sexo: según sexo biológico de pertenencia.

(Ver anexo 3. definición de variables)

CAPITULO IV: CONSIDERACIONES ETICAS DE LA INVESTIGACION.

La presente investigación resguarda los principios éticos de cada uno de los participantes, los cuales están regulados por la Asociación Médica Mundial (AMM) a través de la declaración de Helsinki ⁵². Los derechos, dignidad, interés y sensibilidad de cada uno de nuestros participantes fueron respetados y resguardados de forma íntegra al examinar las implicaciones que la información obtenida puede arrojar, así mismo se protegió la confidencialidad de la información y la identidad de los participantes. Los principios éticos que se garantizan en este estudio son:

El principio de no maleficencia en donde no se realiza ningún procedimiento que pudiese causar daño alguno a los estudiantes que colaboraron en el presente estudio.

El principio de la beneficencia en donde se busca obrar en función al mayor beneficio posible para el paciente y procurar el bienestar de la persona.

El principio de autonomía en donde se trabaja con estudiantes de la Universidad Católica de la Santísima Concepción entre 18 y 25 años quienes voluntariamente aceptaron participar del estudio, en donde se respetó la decisión de abandonar el estudio si ellos lo estimaban conveniente. De igual forma se respetó el principio de confidencialidad, en donde los participantes tienen derecho a la privacidad y anonimato sobre cualquier información concerniente a su persona.

El principio de la justicia que dice relación con la concepción de la salud como un derecho humano fundamental que debe ser garantizado por la sociedad o por el estado. Se realizó la lectura del consentimiento informado a todos los participantes donde fueron detallados los objetivos de la investigación, los procedimientos a los que serían sometidos, la confidencialidad de la información entregada y, además, se recalcó que podrían desistir de participar en el estudio cuando lo estimaran conveniente. Una vez aclarado esto, los sujetos y los evaluadores dieron paso a firmar el consentimiento informado, previo inicio al ingreso del estudio.

CAPÍTULO V: ANÁLISIS DE DATOS.

Una vez obtenido los datos, fueron digitalizados en el programa Excel para Office 2016 como frecuencia de la señal electromiográfica. La información se exportó al programa Igor pro 6.37 donde se le aplicó la Transformada Rápida de Fourier (TRF) según la rutina del programa, obteniendo la Frecuencia mediana (FM) describiendo su comportamiento en función del tiempo. Los datos de tiempo y FM fueron sometidos a una regresión lineal simple, para luego normalizar la FM y así ser expresados en porcentaje de ésta. Obtenido el índice de fatiga muscular local, se exportó los datos al software Stata versión 12.0 para el análisis estadístico.

En una primera fase, se efectuó el análisis exploratorio de datos, con el uso de las medidas de tendencia central y de dispersión (media aritmética y desviación estándar, respectivamente), para aquellas variables de naturaleza cuantitativa, así como frecuencias y porcentajes para aquellas variables cualitativas. Con el objeto de correlacionar las dos variables en estudio se realizó una correlación lineal simple con la Correlación de Pearson (r). Previo análisis de normalidad para las variables fatiga de los músculos extensores de columna lumbar y alta cantidad de horas en posición sedente. Para todo el análisis inferencial se usó un nivel de significancia de 0,05.

CAPÍTULO VI: RESULTADOS.

Tras aplicar los criterios de inclusión y exclusión del estudio, obtuvimos una muestra final de 30 participantes 13 mujeres y 17 hombres. La media y desviación estándar de las variables antropométricas analizadas (talla, peso e IMC) se representan en la tabla 1. La edad promedio de hombres fue de 23.7 ± 1.72 y la de las mujeres 22.38 ± 1.85 en base a esto el promedio del grupo fue de 23.13 ± 1.87 . La estatura promedio de hombres fue de 172 ± 4.47 y la de las mujeres 161.65 ± 7.82 en base a esto el promedio del grupo fue de 167.51 ± 0.079 . El peso promedio de hombres fue de 67.73 ± 6.14 y la de las mujeres 58.08 ± 7.39 en base a esto el promedio del grupo fue de $63.55 \pm 8,19$. El IMC promedio de hombres fue de 22.86 ± 1.41 y la de las mujeres $22,15 \pm 1.38$ en base a esto el promedio del grupo fue de 22.55 ± 1.42 .

Tabla 1. Establece las características antropométricas basales del total de la muestra diferenciando entre hombres y mujeres, estableciendo el promedio y la desviación estándar de las variables edad (años), estatura (cm), peso (Kg) e IMC (Kg/m²).

	Sexo		
	Hombres (n=17)	Mujeres (n=13)	Total (n=30)
Variables	Media DS	Media DS	Media DS
Edad(años)	23.7 ± 1.72	22.38 ± 1.85	23.13 ± 1.87
Estatura(cm)	172 ± 4.47	161.65 ± 7.82	167.51 ± 0.079
Peso(Kg)	67.73 ± 6.14	58.08 ± 7.39	$63.55 \pm 8,19$
IMC(Kg/m ²)	22.86 ± 1.41	$22,15 \pm 1.38$	22.55 ± 1.42

Tabla 2. La media y desviación estándar de las variables de estudio: Frecuencia mediana de músculos paravertebrales (Longuísimos, Iliocostales y Multifidos bilaterales), tiempo en sedente y tiempo de duración del test, se representan en la tabla 2.

	Hombres (n=17)	Mujeres (n=13)	Total (n=30)
Variables	Media DS	Media DS	Media DS
Tiempo de Duración de test (segundos)	118.17 ±28.06	109.92 ±33.6	114.6 ±30.34
Tiempo en Sedente (horas)	67.76 ±5.79	70.30 ±7.20	68.86 ±6.45
IF de músculo Longuísimo Izq. (%MFi/seg)	-0.286 ±0.074	-0.246 ±0.094	-0,269 ±0.084
IF de músculo Multifido Izq. (%MFi/seg)	-0.364 ±0.062	-0.266 ±0.128	-0,322 ±0.106
IF de músculo Iliocostal Izq. (%MFi/seg)	-0.228 ±0.097	-0.218 ±0.104	-0,224 ±0.99
IF de músculo Longuísimo Der. (%MFi/seg)	-0.204 ±0.055	-0.232 ±0.073	-0,213 ±0.718

IF de músculo Multífido Der. (%FMi/seg)	-0.315 ±0.094	-0.264 ±0.141	-0.293 ±0.118
---	---------------	---------------	---------------

IF de músculo Iliocostal Der. (%FMi/seg)	-0.239 ±0.143	-0.276 ±0.191	-0,255 ±0.163
--	---------------	---------------	---------------

El índice de fatiga músculo Longuísimo I° promedio de hombres fue $-0,286 \pm 0,074$ %FMi/seg, y en mujeres fue $-0.246 \pm 0,094$ %FMi/seg. La FM del músculo multífido I° en promedio en hombres fue de $-0,364 \pm 0,062$ %FMi/seg, y en mujeres fue de -0.266 ± 0.128 %FMi/seg. La FM del músculo iliocostal I° en promedio en hombres es de -0.228 ± 0.097 %FMi/seg, y en mujeres es de $-0.218 \pm 0,104$ %FMi/seg. La FM del músculo Longuísimo D° en promedio de hombre fue -0.204 ± 0.05 %FMi/seg, y de mujeres es -0.232 ± 0.073 %FMi/seg. La FM del músculo Multífido D° en promedio de hombres fue de -0.315 ± 0.094 %FMi/seg, y en mujeres fue de -0.264 ± 0.141 %FMi/seg, La FM del músculo Iliocostal D° en promedio en hombres fue de $-0,239 \pm 0.143$ %FMi/seg y en mujeres de $-0,276 \pm 0,191$ %FMi/seg. El test tuvo una duración de $118,17 \pm 28,06$ %FMi/seg segundos en promedio en hombres y $109,92 \pm 33.6$ %FMi/seg segundos en promedio en mujeres. Por otra parte, el promedio de horas en posición sedente es de $67,76 \pm 5,79$ %FMi/seg en hombres y $70,30 \pm 7,20$ %FMi/seg en mujeres. Ver gráfico 1.

Gráfico 1. Índice de fatiga de músculos Longuísimo, Multifidos, e iliocostal bilateral según sexo

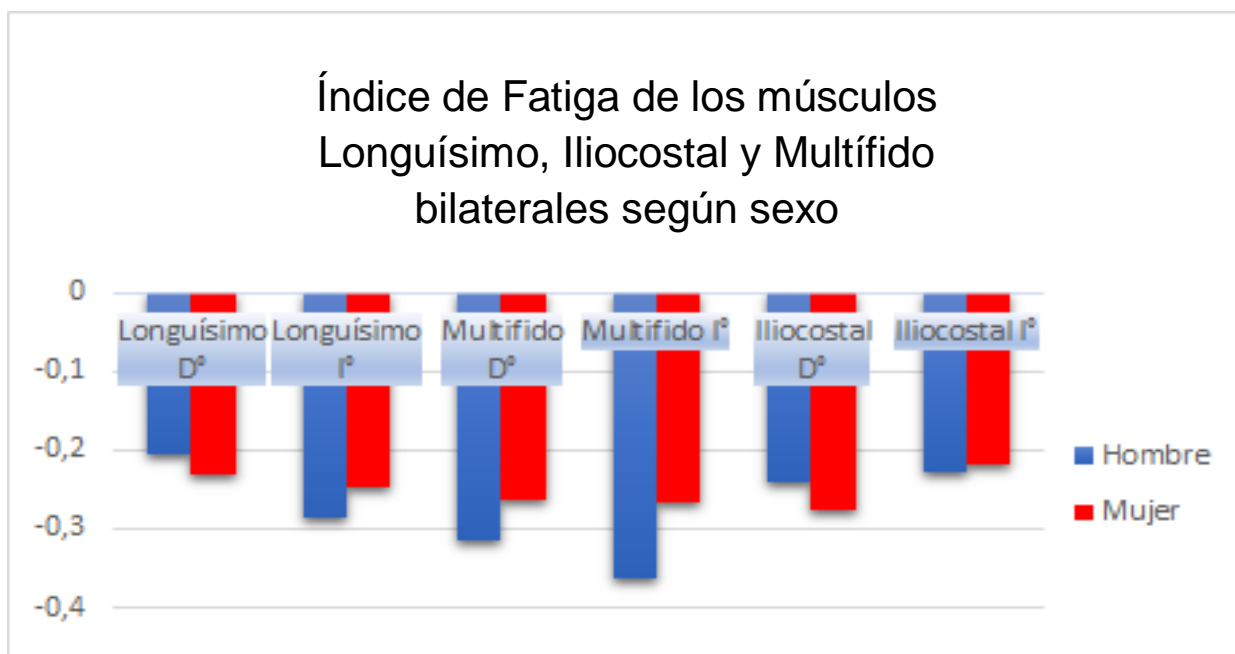


Tabla 3. Correlación de Pearson entre las variables tiempo en posición sedente y FM de músculos Longuísimo, Multifido e Iliocostal bilaterales.

Variables	Valor r	Valor p
Tiempo en posición sedente e IF del músculo Longuísimo izquierdo	-0.106	0.574
Tiempo en posición sedente e IF del músculo Multifido izquierdo	-0,033	0.861
Tiempo en posición sedente e IF del músculo Iliocostal izquierdo	-0.295	0.113

Tiempo en posición sedente e IF del músculo Longuísimo derecho	-0.394	0.030
Tiempo en posición sedente e IF del músculo Multifido derecho	-0.252	0.177
Tiempo en posición sedente e IF del músculo Iliocostal derecho	-0.458	0.010

En la tabla 3 y en el gráfico n° 2 podemos apreciar la dispersión de las variables tiempo en posición sedente y FM del músculo Longuísimo izquierdo con un $r = -0.106$ nos indica que existe una relación negativa muy baja; En el gráfico n°3 podemos apreciar la dispersión de las variables Tiempo en posición sedente y FM del músculo Multifido izquierdo con un $r = -0.033$ nos indica que existe una relación casi nula; En el gráfico n° 4 podemos apreciar la dispersión existente entre las variables tiempo en posición sedente y FM del músculo Iliocostal izquierdo con un $r = -0.295$ que nos indica que existe una relación negativa baja; En el gráfico n°5 podemos apreciar la dispersión existente entre las variables tiempo en posición sedente y FM del músculo Longuísimo derecho con un $r = -0.394$ nos indica que existe una relación negativa baja; En el gráfico n° 6 podemos apreciar la dispersión existente entre las variables tiempo en posición sedente y FM del músculo Multifido derecho con un $r = -0.252$ nos indica que existe una relación negativa baja; En el gráfico n° 7 podemos apreciar la dispersión existente entre las variables tiempo en posición sedente y FM del músculo Iliocostal derecho con un $r = -0.458$ nos indica que existe una relación negativa moderada entre dichas variables.

Gráfico 2. Diagrama de dispersión de la relación entre el tiempo en sedente y el índice de fatiga del músculo Longísimo Izquierdo.

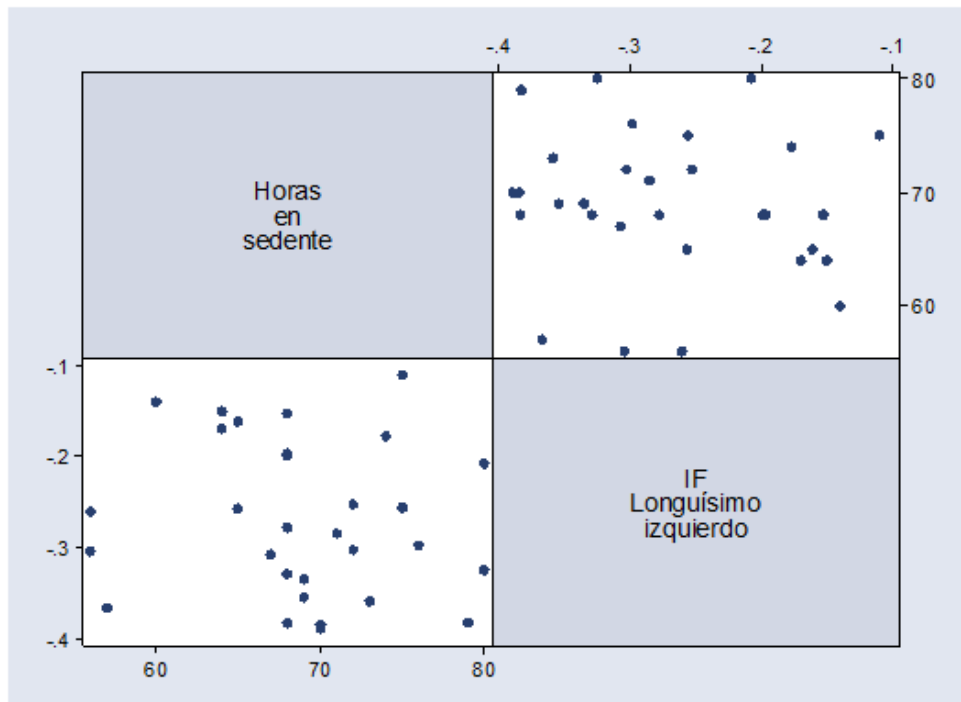


Gráfico 3. Diagrama de dispersión de la relación entre el tiempo en sedente y el índice de fatiga del músculo Multifido Izquierdo.

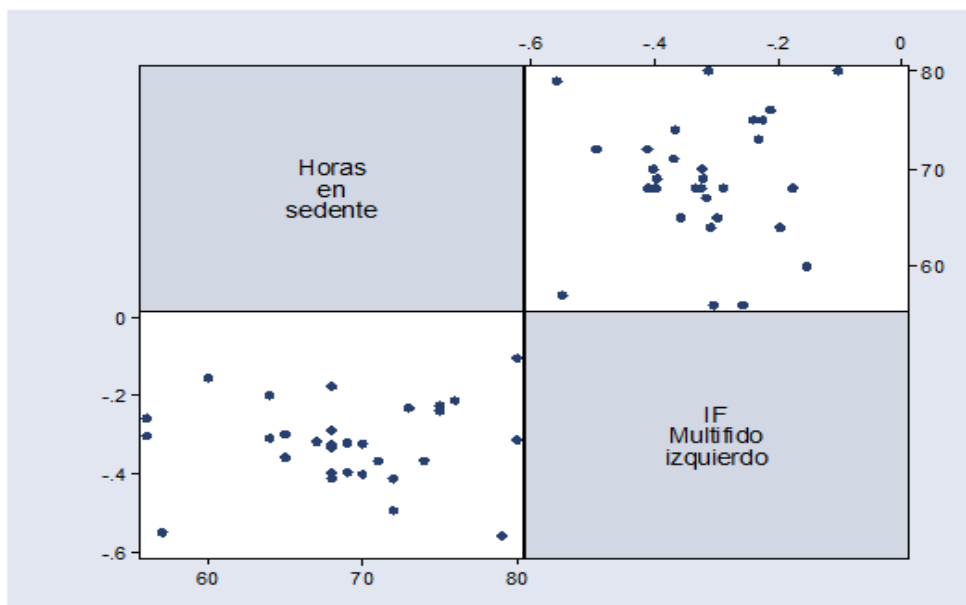


Gráfico 4. Diagrama de dispersión de la relación entre el tiempo en sedente y el índice de fatiga del músculo Iliocostal Izquierdo.

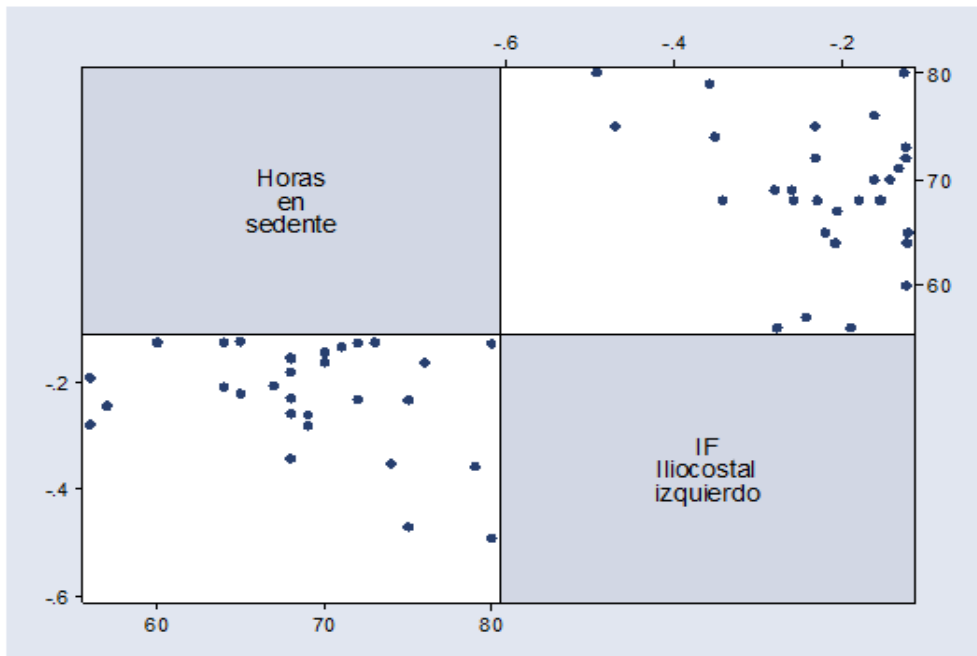


Gráfico 5. Diagrama de dispersión de la relación entre el tiempo en sedente y el índice de fatiga del músculo Longísimo Derecho.

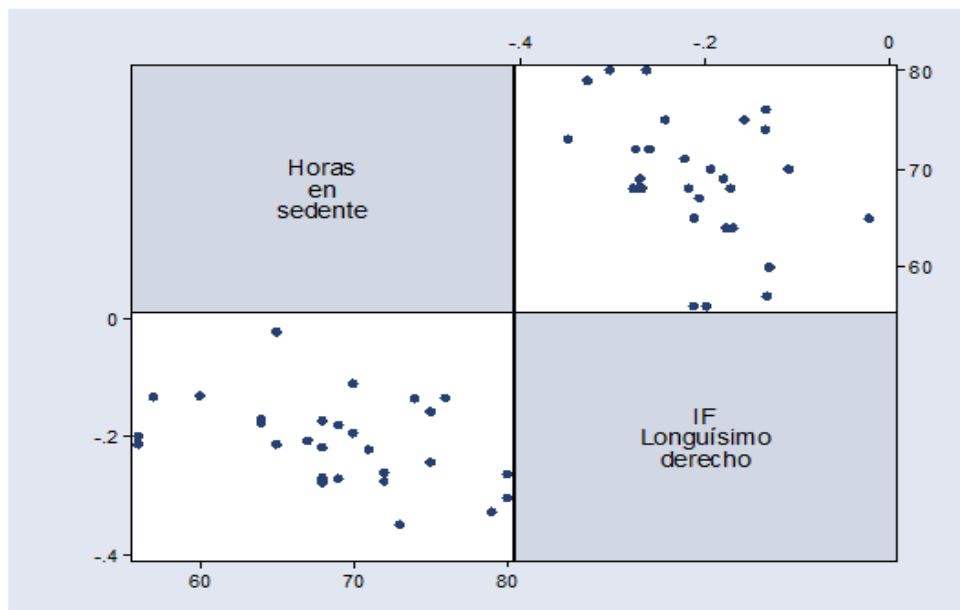


Gráfico 6. Diagrama de dispersión de la relación entre el tiempo en sedente y la frecuencia media del músculo Multifido Derecho.

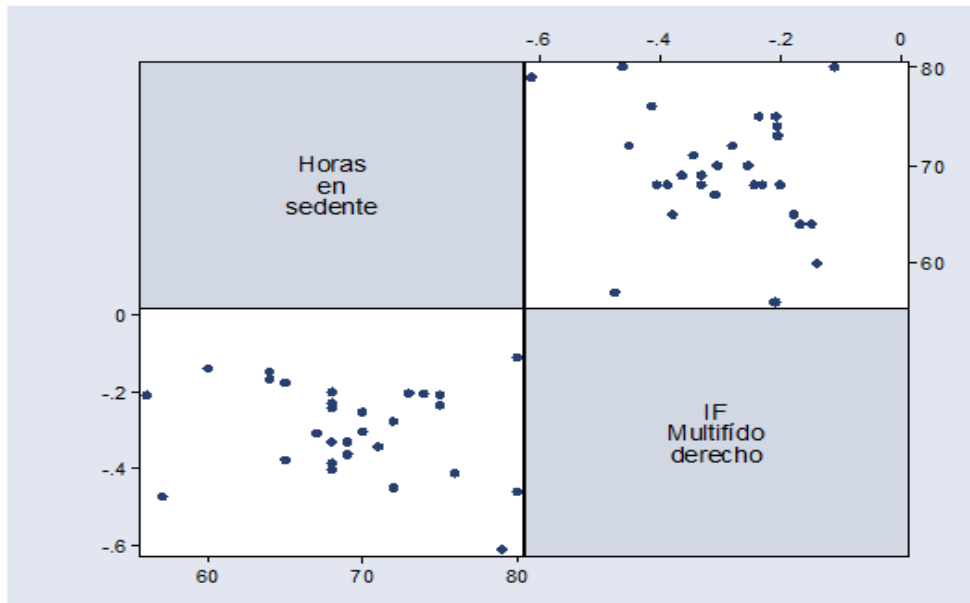
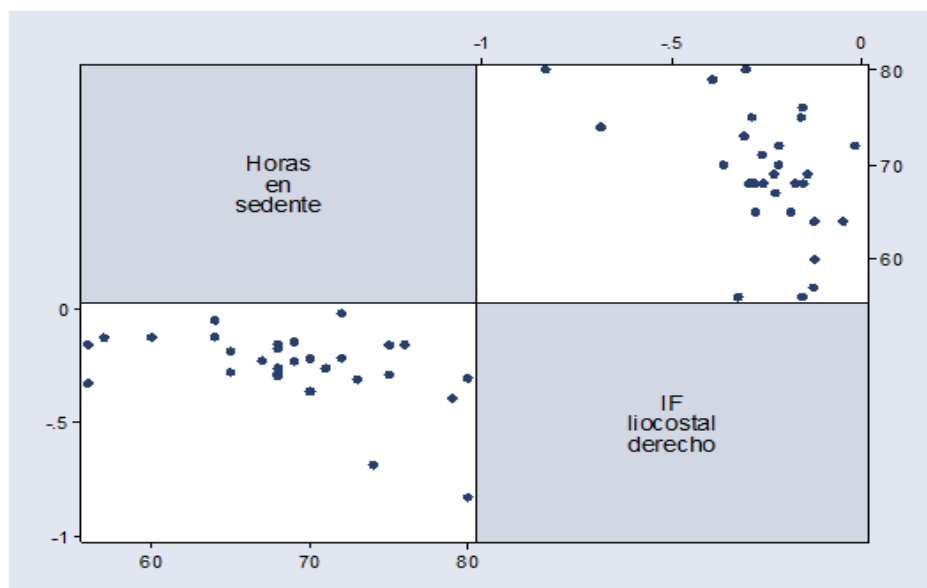


Gráfico 7. Diagrama de dispersión de la relación entre el tiempo en sedente y el índice de fatiga del músculo Iliocostal Derecho.



CAPÍTULO VII: DISCUSIÓN

Esta investigación tuvo como objetivo determinar la relación existente entre el índice de fatiga de los músculos longísimo, iliocostal y multífido lumbar bilateral durante la ejecución del test de Biering-Sorensen y la cantidad de horas en posición sedente acumulada de los estudiantes de la Universidad Católica de la Santísima Concepción.

Los resultados obtenidos en el tiempo de duración del test de Biering-Sorensen (Hombres:118,17 seg. Mujeres: 109,92 seg. Total: 114,6 seg) difieren con los resultados obtenidos por Silvestre y colaboradores en sujetos chilenos (Sujetos no deportistas: 139,3 seg. Sujetos deportistas: 133,1 seg), los resultados obtenidos por Moreira y colaboradores en sujetos brasileños (Total: 144,8 seg) así como también los resultados obtenidos por Recio y colaboradores en sujetos españoles físicamente activos (161,9 seg). En base a esto podemos inferir que los sujetos que participaron en el estudio al poseer un nivel de actividad física bajo, sumado a la alta cantidad de horas en la posición sedente que mantienen durante la semana, demuestran baja tolerancia a la fatiga durante el test de Biering-Sorensen.

Los cambios observados en la frecuencia de la señal electromiográfica de los músculos Longuísimo, Iliocostal y Multífidos lumbar, mostraron un desplazamiento de la señal EMG hacia las bajas frecuencias que a su vez se ve reflejado en la pendiente negativa del análisis de regresión entre la frecuencia mediana normalizada y el tiempo. Dicho desplazamiento es probablemente un resultado de cambios musculares intrínsecos, los que estarían influenciados por una caída en la velocidad de conducción de los potenciales de acción en la fibra muscular. A su vez la caída en la velocidad de conducción puede estar dada por la acumulación de desechos metabólicos, específicamente protones (H⁺) que disminuyen el pH intramuscular^{53, 54}.

Al observar los valores promedios de los índices de fatiga del músculo Longuísimo, podemos mencionar que difieren a los encontrados por Ruiz (-0,619 %FMi/seg -0,673 %FMi/seg para Long, izquierdo y derecho respectivamente) pero se asemejan bastante a los encontrados por Moreira y cols (-0,245 %FMi/seg y -0,205 para Long, izquierdo y derecho respectivamente). Estas diferencias y similitudes pueden estar dadas debido a

que en el estudio realizado por Ruiz se analizaron sólo los primeros 50 segundos de la señal EMG, además de la corta duración del test por parte de los sujetos nos lleva a pensar que puede estar dado por la utilización de diferentes estrategias motoras, por el esfuerzo implicado en la realización de la prueba y por la sobrecompensación de musculatura estabilizadora global.

Los valores del índice de fatiga registrado para el músculo Iliocostal (-0,224 %FMi/seg; -0,255 %FMi/seg. Izquierdo y derecho respectivamente) contrastan con los resultados obtenidos por Ruiz (-0,641 %FMi/seg; -0,755 %FMi/seg. Izquierdo y derecho respectivamente) y por Silvestre y cols (-0,148 %FMi/seg; -0,158 para deportistas y no deportistas respectivamente). Esto puede ser explicado a través de lo mencionado anteriormente para el músculo Longuísimo, debido a que Ruiz analizó solo los primeros 50 segundos de señal EMG y Silvestre y cols solo 100 segundos de la señal versus el total de la prueba analizado en nuestro estudio. A su vez nuestros resultados se asemejan a los obtenidos por Moreira y cols (-0,286 %FMi/seg; -0,246 %FMi/seg. Izquierdo y derecho respectivamente), esto puede ser debido a la similitud de la muestra como también a tiempos de ejecución del test de Biering-Sorensen similares.

Al analizar los resultados obtenidos para los músculos Multifidos (-0,322 %FMi/seg; -0,293 %FMi/seg para multifido izquierdo y derecho respectivamente) y se asemejan a los de Silvestre y cols (-0,248 %FMi/seg; -0,219 %FMi/seg para sujetos deportistas y no deportistas respectivamente). Observamos que tienden a ser más negativos, es decir, sufrió un mayor grado de fatiga que el resto de los músculos analizados. Esto puede ser una consecuencia de las diferencias funcionales que presenta, debido a que los Multifidos se le atribuye una mayor contribución a mantener la estabilidad de la columna lumbar ¹⁹; a su vez es el músculo que posee menor fibras tipo 1 entre los extensores de columna lumbar, por lo cual tiende a ser menos resistente a la fatiga ¹¹.

En base a los resultados de la relación existente entre la cantidad de horas en sedente y los índices de fatiga de los músculos extensores de columna podemos mencionar que si bien todas las correlaciones nos entregaron resultados negativos (si una variable aumenta, la otra disminuye), no necesariamente son estadísticamente significativos,

pero solo los músculos Longuísimo e Iliocostal derecho obtuvieron un valor r y p ($r = -0,394$; $p = 0,030$ y $r = -0,458$; $p = 0,010$ respectivamente) lo que nos entrega una correlación negativa baja y moderada respectivamente, ambas con un $p < 0,05$; por ende se dice que dichas relaciones si son estadísticamente significativas para encontrar una correlación entre la cantidad de horas en sedente y el índice de fatiga.

CAPÍTULO VIII: CONCLUSIÓN

En el presente estudio a través del análisis de la frecuencia de la señal EMG se corrobora el desplazamiento del índice de fatiga hacia las bajas frecuencias durante la realización del test de Biering-Sorensen, lo que indica que a menor frecuencia mayor es el índice de fatiga del músculo, además a través de este análisis, se permitió entender el comportamiento individual de cada músculo bajo estudio, corroborando un mayor índice de fatiga de los músculos Multifidos, pero que no tuvo una relación estadísticamente significativa con la cantidad de horas en sedente.

En base a los resultados obtenidos a través del índice de correlación de Pearson podemos mencionar que la relación existente entre la cantidad de horas en posición sedente y los índices de fatiga de los músculos Longuísimo e Iliocostal derechos presentan una relación negativa débil y moderada respectivamente, siendo estadísticamente significativa.

El diseño del estudio no nos permite concluir causalidad, por lo cual se requiere de un estudio posterior.

CAPÍTULO VII: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- (1) O'Sullivan Peter et al. The effect of different Standing and sitting postures on trunk muscle activity in a pain-free population. *Spine J.*2006; 27:1238-1244.
- (2) Coorevitis, P., Danneels, L., Cambier, D. Assessment of the validity of the Biering-Sorensen test for measuring back muscle fatigue based on EMG median frequency characteristics of back and hip muscles. *J Electromyogr Kinesiol.* 2008.
- (3) McGill, S., Grenier, S., Kavcic, N., Coordination of muscle activity to assure stability of the lumbar spine. *J Electromyogr Kinesiol.* 2003. 13; 4: 353-359.
- (4) Panjabi M. The stabilizing system of the spine. Part I. Function, dysfunction adaptation, and enhancement. *J Spinal Disord Tech.* 1992; 15: 383-389.
- (5) Neumann, D. *Fundamentos de la Rehabilitación Física.* Paidotribo. Badalona. 2007.
- (6) Moore, K. Dalley, A. *Anatomía con orientación clínica.* 7th. ed. Ovid Technologies: Barcelona; 201.
- (7) Bastos, T., Brandão, M., Wakamatsu, A. Muscle Fiber Type Composition, Fiber Diameter, Capillary Density in Temporalis and Masseter Muscles and Correlation with Bite Force. *Int. J. Morphol.* 2013; vol.31: no.2
- (8) López Chicharro, J. and Fernández Vaquero, A.. *Fisiología del ejercicio.* 3rd ed. Madrid: Médica Panamericana, 2006; pp.92-97.
- (9) Bottinelli R. Reggiani C. Human skeletal muscle fibres: molecular diversity. *Progress in Biophysics & Molecular Biology,* 2000; 73:195-262.
- (10) Mannion, A., Dumas, G., Cooper, R. Muscle fibre size and type distribution in thoracic and lumbar regions of erector spinae in healthy subjects without low back pain: normal values and sex differences. *J. Anat,* 1997; 190(4), pp.505-513.
- (11) Mello, R., Carri, I., da Matta, T., Nadal, J. and Oliveira, L. Lumbar multifidus and erector spinae electromyograms during back bridge exercise in time and frequency domains. *Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation,* 2016; 29(1), pp.123-133.

- (12) Mannion, A., Weber, B., Dvorak, J., Grob, D. and Mütener, M. . Fibre type characteristics of the lumbar paraspinal muscles in normal healthy subjects and in patients with low back pain. *J Orthop Res.* 1997; 15(6), pp.881-887.
- (13) Mannion AF, Dumas GA, Stevenson JM, Cooper RG. The influence of muscle fiber size and type distribution on electromyographic measures of back muscle fatigability. *Spine* 1998;23:576-84.
- (14) Hua, N., Takahashi, H., Yee, G. Influence of muscle fiber type composition on early fat accumulation under high-fat diet challenge. *PLoS One.* 2017; 12(8):e0182430.
- (15) T.R. Oxland, M.M. Panjabi, E.P. Southern, J.S. Duranceau, An anatomic basis for spinal instability: a porcine trauma model, *J.Orthop. Res.* 1991; 452–462.
- (16) J. Cholewicki, S.M. McGill, Mechanical stability of the in vivo lumbar spine: implications for injury and chronic low back pain, *Clin, Biomech* 11 (1). 1996; 1–15
- (17) J. Cholewicki, M.M. Panjabi, A. Khachatryan, Stabilizing function of trunk flexor-extensor muscles around a neutral spine posture, *Spine J.* 22 (19). 1997; 2207–2212.
- (18) J. Cholewicki, J.J. VanVliet III, Relative contribution of trunk muscles to the stability of the lumbar spine during isometric exertions, *Clin. Biomech* 17 (2) 2002; 99–105.
- (19) Gomes, R., Rodrigues, I., Torres, T. Lumbar multifidus and erector spinae electromyograms during back bridge exercise in time and frequency domains. *J Back Musculoskelet Rehabi.* 2016; 29(1):123-33.
- (20) Ministerio de Salud de Chile. Resultados I Encuesta Nacional de Salud, Chile 2003.
- (21) Markus, L. Passive rotary dynamic sitting at the workplace by office-workers with lumbar pain: a randomized multicenter study. *Spine J.* 2007; 7: 521-540.
- (22) Magnusson and Pope. A review of the biomechanics and epidemiology of working postures. *J Sound Vib.* 1998; 215 (4):965-976.

- (23) Casas AS, Patiño MS, Camargo DM. Association between the sitting posture and back pain in college students. *Rev Univ Ind Santander Salud*. 2016; 48(4): 446-454.
- (24) Beach, T., Parkinson, R., Stothart, J., Callagan, J. Effects of prolonged sitting on the passive flexion stiffness of in the vivo lumbar spine. *Spine J*. 2005; 5:145-154.
- (25) Harriss, A., Brown, S. Effects of Changes in Muscle Activation Level and Spine and Hip Posture on Erector Spinae Fiber Orientation. *Muscle Nerve*. 2015; 51 (3): 426-33
- (26) Solomonow, M. Muscular dysfunction elicited by creep of lumbar viscoelastic tissue. *J Electromyogr Kinesiol*. 2003; 13: 381-396.
- (27) Mañanas, M. Rojas, M. Electromiografía de Superficie multicanal como Herramienta no Invasiva en la Rehabilitación Neuromuscular. Centro de Investigación Biomédica en Red- CIBER BBN. 2012.
- (28) Nuin, I. Electromiografía de superficie (EMGs) en el diagnóstico y detección de la fatiga en ciclistas. (tesis de pregrado) 2015.
- (29) Hidalgo, E. La Electromiografía (EMG) como método de valoración de la Fatiga Muscular. Tesis Fin de Grado. Universidad de Valladolid. 2015
- (30) Ramirez, A. Garzón, D. Sensitivity analysis for the positioning of electrodes in surface electromyography (semg). *Rev. Fac. Ing. Univ. Antioquia*. 2008; N.º 46. pp. 70-79.
- (31) Coorevits, P., Danneels, L., Cambier, D. Test–retest reliability of wavelet – and Fourier based EMG (instantaneous) median frequencies in the evaluation of back and hip muscle fatigue during isometric back extensions. *J Electromyogr Kinesiol*. 2008; 18(5), pp.798-806.
- (32) Mohseni, M., Rahmani, N., Majdoleslam, B. Reliability of Surface Electromyography in the Assessment of Paraspinal Muscle Fatigue: An Updated Systematic Review. *J Manipulative Physiol Ther*. 2014; 37(7), pp.510-521.
- (33) Lariviere C, Gravel D, Gagnon D, Arsenault B. The assessment of back muscle capacity using intermittent static contractions. Part II: validity and

reliability of biomechanical correlates of muscle fatigue. *J Electromyogr Kinesiol* 2008; 18:1020-31

- (34) Huerta, N. Pino, R. Índices de Fatiga muscular local en hombres y mujeres, determinados a través de Electromiografía de superficie, en Extensores de Rodilla. (tesis) (Santiago, Chile) Universidad de Chile, 2003.
- (35) Dainty, R. and Gregory, D. Investigation of low back and shoulder demand during cardiopulmonary resuscitation. *Applied Ergonomics*, (2017) 58, pp.535-542.
- (36) Adeyemi, A., Rohani, J. and Rani, M. Interaction of body mass index and age in muscular activities among backpack carrying male schoolchildren. *Work* (2015) 52(3), pp.677-686.
- (37) Halvorsen, M., Abbott, A., Peolsson, A. and Dederig, Å. Endurance and fatigue characteristics in the neck muscles during sub-maximal isometric test in patients with cervical radiculopathy. *European Spine Journal*, (2013) 23(3), pp.590-598.
- (38) Hoseinpoor, T., Kahrizi, S. and Mobini, B. . Trunk extensor muscle fatigue influences trunk muscle activities. *Work*, 2015; 51(4), pp.793-797
- (39) Silvestre, R. Guzmán, R. Migueles, O. Parámetros espectrales de fatiga muscular local en erectores espinales de sujetos chilenos.
- (40) Astorga, S. Farías, J. Migueles, Ó. Estudio clínico y biomecánico de la columna cervical. (Tesis pregrado) (Talca) Universidad de Talca. 2008.
- (41) Ruiz, P. Parámetros electromiográficos de fatiga muscular local de los músculos paravertebrales en el test de Biering- Sorensen en estudiantes de la carrera de kinesiología de la universidad de Talca con alta frecuencia de horas sentado acumulada semanal. (Tesis pregrado) (Talca) Universidad de Talca. 2009.
- (42) Moreira, L. Electromyographic analysis of the vertebral extensor muscles during the Biering- Sorensen Test. *Rev educ físic*. 2014. vol 20, n.1.

- (43) Otzen, T. and Manterola, C. Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio. *Int. J.Morphol.* 2017;. 35(1), pp.227-232.
- (44) Alvarado H, Batanero C. Significado del teorema central del límite en textos universitarios de probabilidad y estadística. *Estud. Pedag.* [En línea]. 2008; 2: 7-28. Disponible en: http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-07052008000200001 [Acceso 25 de Octubre 2017]
- (45) Portuondo M^a, Martínez T, Delgado J, García P, Gil D, Mora J, cols. *Manual de Enfermería en Prevención y Rehabilitación Cardíaca.* [En línea]. 2009. Disponible en https://www.enfermeriaencardiologia.com/wp-content/uploads/cap_02_sec_03.pdf) [Acceso 25 de Octubre 2017].
- (46) Souza, C., Monteiro-Junior, R. and Silva, E. Reliability of the endurance test for the erector spinae muscle. *Fisioterapia em Movimento.* 2016; 29(2), pp.369-375.
- (47) Coral C y cols. International Physical Activity Questionnaire:12-Country Reliability and Validity. *Medicine & Science in Sport & Exercise.* [En Línea]. 2003; 35(8): 1381-1395 Disponible en:<http://www.gac-usp.com.br/resources/International%20physical%20activity%20questionnaire-%2012-country%20reliability%20and%20validity%20-%20CRAIG%20-%202003.pdf>
- (48) Stegeman D.F. and Hermens H.J., Standards for surface electromyography: the European project (SENIAM). In: Hermens H.J., Rau G., Disselhorst-Klug C., Freriks B. (Eds.), *Surface Electromyography Application Areas and Parameters.* Proceedings of the Third General SENIAM Workshop on surface electromyography, Aachen, Germany, 1998, pp. 108–112.
- (49) Latimer, J., Maher, C., Refshauge, K., Colaco, I. The Reliability and Validity of the Biering–Sorensen Test in Asymptomatic Subjects and Subjects Reporting Current or Previous Nonspecific Low Back Pain. *Spine J.* 1999; 24(20): 2085.
- (50) Pereira, C., Monteiro, R., Bezerra, E. Reliability of the endurance test for the erector spinae muscle. *Fisioter. Mov., Curitiba.* 2016; 29 (2).

- (51) Gruther, W., Wick, F., Paul, B. Diagnostic accuracy and reliability of muscle strength and endurance measurements in patients with chronic low back pain. *J Rehabil Med.* 2009; 41(8):613-9.
- (52) ASOCIACIÓN MÉDICA MUNDIAL (AMM). Declaración de Helsinki. Principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos. Nota de Clarificación del Párrafo 30, agregada por la Asamblea General de la AMM, Tokio 2004 [en línea]. [Fecha de consulta: 12 de mayo de 2018]. Disponible en: http://www.saber.ula.ve/bitstream/123456789/16099/1/declaracion_helsinki.pdf.
- (53) Gómez-Campos, R.; Cossio-Bolaños, M.A.; Brousett Minaya, M. y Hochmuller-Fogaca, R.T. . Mecanismos implicados en la fatiga aguda. *Rev. Int. Medic Cienc Act Físic y Deport.* 2010; vol. 10 (40) pp. 537-555.
- (54) Fitts, R. Rol de la Acidosis en la Fatiga: Argumentos a Favor. *Rev. entrenamiento deport.* 2017; 31(4) 33-38

ANEXOS

Anexo 1. Cuestionario internacional de actividad física

CUESTIONARIO INTERNACIONAL DE ACTIVIDAD FÍSICA

Estamos interesados en averiguar acerca de los tipos de actividad física que hace la gente en su vida cotidiana. Las preguntas se referirán al tiempo que usted destinó a estar físicamente activo en los **últimos 7 días**. Por favor responda a cada pregunta aún si no se considera una persona activa. Por favor, piense acerca de las actividades que realiza en su trabajo, como parte de sus tareas en el hogar o en el jardín, moviéndose de un lugar a otro, o en su tiempo libre para la recreación, el ejercicio o el deporte.

Piense en todas las actividades intensas que usted realizó en los últimos 7 días. Las actividades físicas intensas se refieren a aquellas que implican un esfuerzo físico intenso y que lo hacen respirar mucho más intensamente que lo normal. Piense *solo* en aquellas actividades físicas que realizó durante por lo menos 10 minutos seguidos.

1. Durante los últimos 7 días, ¿en cuántos realizó actividades físicas intensas tales como levantar pesos pesados, cavar, hacer ejercicios aeróbicos o andar rápido en bicicleta?

_____ Días por semana

Ninguna actividad física intensa

⇒

Vaya a la pregunta 3

2. Habitualmente, ¿cuánto tiempo en total dedicó a una actividad física intensa en uno de esos días?

_____ Horas por día

_____ Minutos por día

No sabe/No está seguro

Piense en todas las actividades **moderadas** que usted realizó en los **últimos 7 días**. Las actividades **moderadas** son aquellas que requieren un esfuerzo físico moderado que lo hace respirar algo más intensamente que lo normal. Piense *solo* en aquellas actividades físicas que realizó durante por lo menos **10 minutos** seguidos.

3. Durante los últimos 7 días, ¿en cuántos días hizo actividades físicas moderadas como transportar pesos livianos, andar en bicicleta a velocidad regular o jugar dobles de tenis? No incluya caminar.

_____ Días por semana

Ninguna actividad física moderada ⇒ *Vaya a la pregunta 5*

4. Habitualmente, ¿cuánto tiempo en total dedicó a una actividad física moderada en uno de esos días?

_____ Horas por día

_____ Minutos por día

No sabe/No está seguro

Piense en el tiempo que usted dedicó a caminar en los últimos 7 días. Esto incluye caminar en el trabajo o en la casa, para trasladarse de un lugar a otro, o cualquier otra caminata que usted podría hacer solamente para la recreación, el deporte, el ejercicio o el ocio.

5. Durante los últimos 7 días, ¿En cuántos caminó por lo menos 10 minutos seguidos?

_____ Días por semana

Ninguna caminata

⇒

Vaya a la pregunta 7

6. Habitualmente, ¿cuánto tiempo en total dedicó a caminar en uno de esos días?

_____ Horas por día

_____ Minutos por día

No sabe/No está seguro

La última pregunta es acerca del tiempo que pasó usted sentado durante los días hábiles de los últimos 7 días. Esto incluye el tiempo dedicado al trabajo, en la casa, en una clase, y durante el tiempo libre. Puede incluir el tiempo que pasó sentado ante un escritorio, visitando amigos, leyendo, viajando en ómnibus, o sentado o recostado mirando la televisión.

7. Durante los últimos 7 días ¿cuánto tiempo pasó sentado durante un día hábil?

_____ Horas por día

_____ Minutos por día

No sabe/No está seguro

Anexo 2. Consentimiento informado



CONSENTIMIENTO INFORMADO

Estimado(a):

Mediante el presente, queremos invitarle a participar de una tesis de pregrado, cuyo investigador responsable es Laura Martínez G., Académico de la Facultad de Medicina de la Universidad Católica de la Santísima Concepción.

Esta investigación tiene por objetivo correlacionar la resistencia de los músculos extensores de columna lumbar con periodos prolongados en posición sedente, en estudiantes universitarios de la universidad Católica de la Santísima Concepción, sedentarios, normopesos, sanos y asintomáticos. Su participación consistirá en contestar la encuesta IPAQ y en realizar el test de Biering-Sorensen.

Riesgos

La participación en la investigación no lleva riesgos para usted, debido a que realizará una encuesta anónima y un test ortopédico, que al momento de llevarlo a cabo, usted no presentará ninguna alteración postural o sintomatología que aumente o reproduzca dolor. De todas maneras, se garantiza la posibilidad de detener su participación si se sintiera afectado(a) o decidiera sin mediar explicación alguna retirarse.

Confidencialidad

Por otra parte, toda la información que se genere a partir del trabajo compartido será tratada confidencialmente y el investigador responsable actuará en calidad de custodio de los datos de la investigación de los índices de fatiga muscular lumbar y nivel de sedentarismo. Al respecto, su nombre no aparecerá en el trabajo final, ni en los informes parciales, ya que solo se utilizarán los datos o nombres ficticios si fuera necesario.

Derechos

Si ha leído y firmado este documento está señalando su voluntad y decisión de participar de esta investigación. Sin embargo, podrá poner fin a ésta cuando lo desee sin ningún tipo de perjuicio en su contra.

Si estima que no se ha respetado este acuerdo, podrá presentar una queja formal al investigador responsable, Sra. Laura Martínez G. (email: lmartinezg@ucsc.cl, fono: 961503447) y/o al Decano de la Facultad de Medicina, Sr. Marcelo Lagos S. (email: mlagoss@ucsc.cl, fono: 412345444) y/o a la presidenta del Comité de Ética de la Universidad Católica de la Santísima Concepción, Sra. Mónica Tapia Ladino, Vicerrectora Académica al fono: 412345012 o email: mtapia@ucsc.cl.

Este documento se firma en dos originales, uno para el Investigador Responsable y el otro para el participante.

Agradeciendo de antemano su disponibilidad y futura colaboración en este proyecto, le saluda el equipo de investigación.

Declaro haber leído la totalidad del documento, estoy completamente de acuerdo y acepto participar del estudio.

_____	_____	_____
Nombre del Participante	Firma	Fecha

Investigador Principal: Laura Michelle Martínez González
Rut: 18.415.945-7

E-MAIL: lmartinezg@ucsc.cl

Teléfono de contacto: 961503447

Nombre Investigador 1: Valentina Ester Aravena Troncoso

RUT: 19.596.648-6

E-MAIL: varavena@kinesiologia.ucsc.cl

Teléfono de contacto: 998328306

Nombre Investigador 2: Andrés Miguel Arévalo Arévalo

RUT: 19.088.254-3

E-MAIL: aarevalo@kinesiologia.ucsc.cl

Teléfono de contacto: 977007105

Nombre Investigador 3: Camila Elizabeth Cáceres Barra

RUT: 19.169.658-1

E-MAIL: ccaceres@kinesiologia.ucsc.cl

Teléfono de contacto: 998345554

Facultad de Medicina de la Universidad Católica de la Santísima
Concepción

Anexo 3. Definición de variables

Variable	Cómo se mide	En que se mide	Operalización de las variables
Duración test Biering-Sorensen	Cronómetro	Segundos	Cuantitativa
Fatiga muscular	Electromiografía	Hertz	Cuantitativa
Sexo		Masculino Femenino	Cualitativa nominal