



FUNDACION H.A.BARCELO
FACULTAD DE MEDICINA

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

TRABAJO FINAL DE INVESTIGACIÓN

**ACTIVACIÓN ELECTROMIOGRÁFICA DEL CUADRICEPS CON CINTURÓN RUSO CON Y SIN
PLANO INCLINADO: ESTUDIO PILOTO**

AUTOR/ES: Molina Gabriel

TUTOR/ES DE CONTENIDO: Lic. De Renzis, Gustavo

TUTOR/ES METODOLÓGICO: Lic. Ronzio, Oscar

FECHA DE LA ENTREGA: 13-03-2018

CONTACTO DEL AUTOR: gabimolina8@hotmail.com

RESUMEN

Introducción: La presente investigación tendrá como objetivo determinar si el uso o no de un plano inclinado para la realización del ejercicio squat con cinturón ruso (SCCR) genera una diferencia de activación electromiográfica del vasto medial oblicuo. **Material y métodos:** Se reclutaron 12 sujetos masculinos de entre 21 y 45 años que realizan una práctica deportiva tres veces por semana en ausencia de patologías musculoesqueléticas o dolor en miembros inferiores, de los cuales 5 personas pudieron ser evaluadas. Todos los participantes realizaron 3 repeticiones del ejercicio SCCR con y sin plano inclinado de 25°. En el estudio se realizó una medición electromiográfica del músculo Vasto Medial Oblicuo (VMO) en contracción isométrica de 10 segundos con dos minutos de descanso entre repeticiones. **Resultados:** En los datos obtenidos de la medición electromiográfica se encontraron diferencias en la actividad del músculo VMO en el ejercicio entre el plano inclinado y el plano horizontal con parámetros mayores en el plano inclinado. **Discusión y Conclusión:** Se considera que hubo diferencias en la actividad del VMO con el uso del plano inclinado de 25°. Se sugiere profundizar en el estudio de este trabajo, aumentando el número de muestras y establecer mediante estudio estadístico si las diferencias son significativas.

Palabras Clave: Síndrome Patelofemoral, Tendón Rotuliano, Vasto lateral, Vasto medial oblicuo, Squat, Ejercicios excéntricos, Electromiografía superficial, Escalas subjetivas.

ABSTRACT

Introduction: The present investigation will have as objective to determine if the use or not of an inclined plane for the realization of the squat exercise with Russian belt (SCCR) generates a significant difference of electromyographic activation of the vast oblique medial. **Material and methods:** Recruited 12 male subjects between 21 and 45 years of age who practice sports three times a week in the absence of musculoskeletal conditions or pain in lower limbs, of which 5 people could be evaluated. All the participants performed 3 repetitions of the SCCR exercise with and without a 25° inclined plane. In the study, an electromyographic measurement of the Vast Medial Oblique Muscle (VMO) was performed in 10-second isometric contraction with two minutes of rest between repetitions. **Results:** In the data obtained from the electromyographic measurement, differences were found in the activity of the VMO muscle in the exercise between the inclined plane and the horizontal plane with greater parameters in the inclined plane. **Discussion and conclusion:** It is considered that there were no significant differences in VMO activity with the use of the 25° inclined plane. It is suggested to deepen the study of this work, increasing the number of samples and establish by statistical study if the differences are significant.

Keywords: Patellar Tendinopathy, Tendon patellar, Vast lateral, Vast medial oblique, Squat, Eccentric exercises, Surface Electromyography, Subjectives Scales.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad en diversos estudios se ha investigado sobre los diferentes ejercicios de fortalecimiento selectivo del músculo vasto medial oblicuo (VMO) como método preventivo y rehabilitador de patologías rotulianas. Entre los factores más importantes que predisponen a una tendinopatía rotuliana se destaca una lateralización de la rótula causado por un desequilibrio entre el músculo VMO y el vasto lateral (VL). Se cree que en la articulación femorrotuliana el VMO es el encargado de equilibrar medialmente la rótula, asegurando que el desequilibrio de la misma puede ser consecuencia de la debilidad del VMO. (1)

Entre los ejercicios estudiados se destaca el entrenamiento excéntrico como método beneficioso para el tratamiento de las tendinopatías. En este tipo de ejercicios el músculo realiza una contracción mientras las inserciones proximales y distales se separan, generando un crecimiento longitudinal de las fibras musculares, un aumento en la elasticidad y en la fuerza muscular, disminuyendo la carga sobre el tendón. (2-5)

Actualmente se suele indicar el ejercicio squat con cinturón ruso (SCCR) como ejercicio preventivo y rehabilitador en la tendinopatía rotuliana, basados en la premisa de la estimulación selectiva del VMO como eje del tratamiento, con el objetivo de lograr una alineación de la rótula. (6, 7)

El cinturón ruso como herramienta de entrenamiento y rehabilitación se encuentra ampliamente difundido, es simple, portátil, económico, permite el trabajo de distintos grupos musculares y disminuye las probabilidades de lesión como beneficio relevante. Es habitual el uso de este material en el ejercicio de squat como método para la activación del músculo cuádriceps, haciendo hincapié en su fase excéntrica. (8)

Existen diferentes estudios en donde se realizaron evaluaciones electromiográficas para establecer si es posible o no el reclutamiento motor selectivo del VMO. Según estas investigaciones, algunos autores consideran que es posible la activación selectiva del VMO mediante el uso de un plano inclinado en un ángulo de 25° en el SCCR estableciendo diferencias electromiográficas significativas. Sin embargo otros autores aseguran que no es factible reclutar selectivamente el VMO, tanto en ejercicios de cadena cerrada como en los de cadena abierta. (1, 9)

La utilización del estudio electromiográfico como método de medición es empleada y descrita por muchos autores con el fin de comprender y demostrar el valor de la actividad muscular en cada ejercicio, como así también el uso del mismo como herramienta diagnóstica en las patologías neuromusculares. (10, 11)

La electromiografía superficial (EMGS) ofrece la ventaja de realizar estudios de la actividad muscular en acciones dinámicas, utilizando electrodos de superficie siendo estos más cómodos y menos invasivos en relación a los de aguja o alambre fino. Las desventajas de la EMGS son que no es posible efectuar estudios de músculos profundos y proporciona menos especificidad que la electromiografía de aguja. La colocación de los electrodos de superficie debe ser en la línea media del vientre muscular a una distancia interelectrodo de dos centímetros y realizar una previa preparación de la piel para evitar la impedancia y conseguir una señal de calidad. (12-14)

Para el correcto registro electromiográfico se debe extraer la información útil de las señales, realizando una amplificación, un filtrado y una cuantificación de las mismas. Las señales electromiográficas son muy débiles, es por eso que se aplica el proceso de amplificación de las mismas para que puedan ser inteligibles. El filtrado de la señal se realiza con el objetivo de establecer el rango de las frecuencias registradas por el amplificador en el cual se establece un límite inferior de entre 5 y 20 Hertz (Hz) para desechar los artefactos de baja frecuencias y evitar una contaminación de la señal y un límite superior de 400 Hz para impedir la distorsión de la señal. Con respecto a la cuantificación de la señal se utilizan las variables de amplitud y de frecuencia. En el análisis de amplitud se busca transformar una señal electromiográfica de elevada variabilidad en una señal constante, que sea cercana a la activación muscular. Se realiza una rectificación de la señal, obteniendo el valor absoluto de la misma sin valores positivos y negativos, la aplicación del root mean square (RMS) para obtener un valor constante de una señal de intensidad variable y la normalización de los datos en donde se busca tomar un valor de referencia de la señal en relación a la actividad mediante una prueba de máximo esfuerzo para poder relacionar datos entre distintas pruebas y sujetos. En las variables de frecuencia se analizan las frecuencias con las que se activan las diferentes unidades motoras durante la acción que se evalúa. (12-14)

El objetivo de este estudio es determinar mediante la medición electromiográfica si el uso de un plano inclinado al realizar SCCR influye significativamente sobre el reclutamiento motor del VMO.

MATERIAL Y MÉTODOS

Tipo, diseño y características del estudio:

Se realizó un estudio descriptivo de corte transversal.

Población y muestra:

El estudio se llevó a cabo en el área de rehabilitación funcional del establecimiento Sinergya kinesiología & Performance ubicado en avenida del libertador 1995, Olivos, partido de Vicente López.

La población de estudio estuvo conformada por 12 integrantes de sexo masculino entre 21 y 45 años, que realizan una práctica deportiva tres veces por semana.

Tamaño de la muestra:

La investigación se realizó con un total de cinco integrantes, con el fin de efectuar las mediciones electromiográficas sobre el VMO del miembro dominante en contracción isométrica a cada uno de los participantes.

Tipo de muestreo:

Se seleccionó una muestra aleatoria simple.

Criterios de inclusión: Fueron incluidos participantes masculinos, que realizaban una práctica deportiva de tres veces por semana, dentro de un rango etario de 21 a 45 años, en ausencia de patologías musculoesqueléticas o dolor en miembros inferiores. (1)

Criterios de exclusión: Fueron excluidos los sujetos con patologías musculoesqueléticas en miembros inferiores o bien aquellos que presentaron dolor patelofemolar frente al ejercicio entre 4 y 9 según EVA. (1, 15-17)

Criterios de eliminación: Se eliminaron aquellos participantes que no se presentaron el día de la prueba, quienes no siguieron el protocolo como se les indicó y los que no pudieron continuar con el ejercicio por presencia de dolor durante la prueba.

Aspectos éticos:

El presente proyecto fue evaluado por el Comité de Ética del Instituto Universitario De Ciencias De La Salud, Fundación H. A. Barceló.

Se le entregó a los participantes un documento escrito titulado “Carta de información y consentimiento escrito de participación del voluntario” y otro denominado “Consentimiento informado” explicando los objetivos y propósitos del estudio, los procedimientos experimentales, cualquier riesgo conocido a corto o largo plazo, posibles molestias; beneficios de los procedimientos aplicados; duración del estudio; la suspensión del estudio cuando se encuentren efectos negativos o suficiente evidencia de efectos positivos que no justifiquen continuar con el estudio y, la libertad que tienen los sujetos de retirarse del estudio en cualquier momento que deseen. En ese documento también se indicó cómo será mantenida la confidencialidad de la información de los participantes en el estudio ante una eventual presentación de los resultados en eventos científicos y/o publicaciones. En caso de aceptación el sujeto firmará dichos documentos.

Procedimiento/s

Instrumento(s)/Materiales:

Para el estudio se utilizará un electromiógrafo de superficie marca Neurotrac modelo MyoPlus 2 con el *software* NeuroTrac, goniómetro, superficie de plano inclinado con ángulo de 25°, cinturón ruso, cronómetro y la escala visual analógica para la medición del dolor.

Método:

Para la reproducción del estudio se invitó de forma verbal a los voluntarios a participar. Mediante una charla informativa se les explicó los conceptos de criterio de inclusión y exclusión. Aquellos que calificaron para la muestra fueron filtrados según los criterios de exclusión para determinar a los participantes. Los integrantes seleccionados se les otorgó un consentimiento informado en donde se detallaban los datos y procedimientos a efectuarse en dicha prueba. Los datos de cada participante (nombre, apellido, edad, peso, IMC y los obtenidos de la prueba electromiográfica) fueron registrados a través del programa Excel. (6)

Para el estudio electromiográfico se utilizaron 3 electrodos autoadhesivos, dos cuadrados y uno rectangular. Los electrodos cuadrados se colocarán entre el punto motor y la unión miotendinosa del VMO del miembro dominante, mientras que el electrodo neutro se ubicará en la tuberosidad de la tibia. Previo a la colocación de los electrodos se realizará un afeitado y limpieza de la zona de adherencia para reducir la impedancia. (7, 13)

Los sujetos seleccionados realizaron el ejercicio SCCR con plano inclinado de 25° y sin plano. La aplicación de ambos ejercicios se realizó en forma aleatoria mediante el software Randomization.com. La colocación del cinturón ruso se ubicó 2 centímetros por debajo del pliegue del hueso poplíteo, alineado con la tuberosidad de la tibia perpendicular al soporte en tensión máxima.(8)

Según el plan de aleatorización con el software Randomization.com se invitó a los integrantes a la realización de la prueba.

Previo al comienzo de la medición electromiográfica se solicitó a los participantes que no utilicen calzado con el objetivo de homogeneizar la muestra y realizar un ejercicio de prueba para la adaptación del mismo. En esta instancia se utilizó el goniómetro con cada uno de los sujetos para medir los 90° de flexión de rodilla, marcando esta posición con el uso de una base con altura regulable ubicada por detrás de los sujetos utilizada como referencia para cada uno de los integrantes. Para la medición electromiográfica se solicitó a los integrantes que inicien el ejercicio desde la extensión máxima de rodilla hasta la flexión de 90°. Se ordenó mantener la posición de 90° de rodilla durante diez segundos y luego volver a la posición inicial de extensión máxima de rodilla. Los cinco participantes realizaron tres repeticiones con un descanso de dos minutos entre cada repetición para minimizar los efectos de la fatiga muscular, midiendo electromiográficamente los diez segundos de contracción isométrica con y sin plano inclinado del musculo VMO. Todos los participantes realizaron el ejercicio tanto en plano inclinado como en plano horizontal. (18-21) (Figura 1.) (Figura 2.)

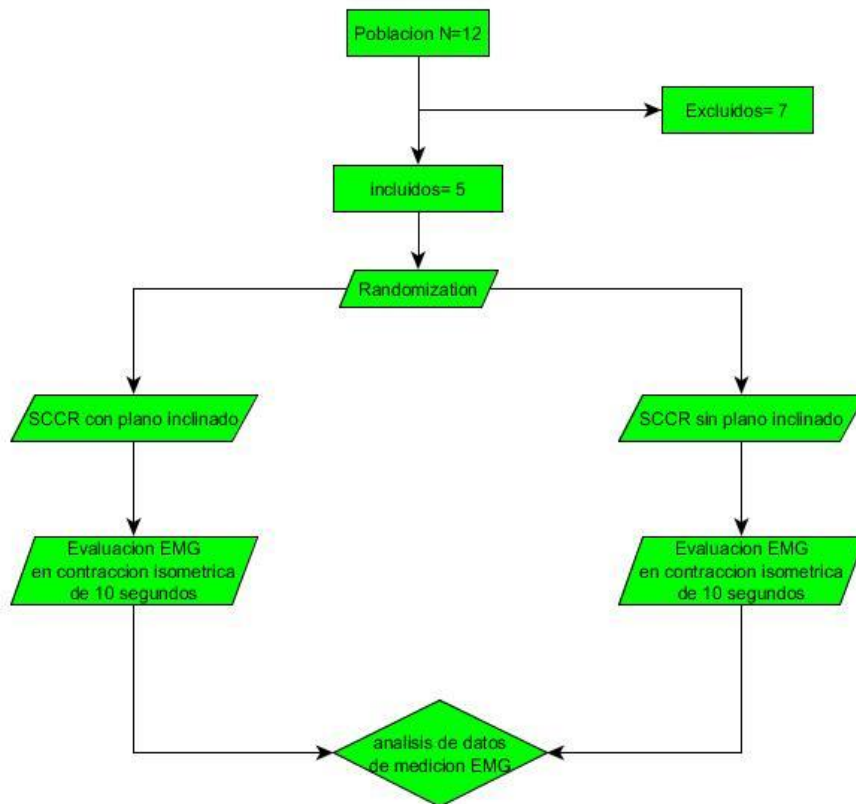
Para la medición electromiográfica se utilizaron las variables de amplitud máxima, mínima y media. Para la base de datos se tomó la variable máxima de la mayor contracción de las tres repeticiones en cada plano. Se utilizó el RMS, máximo, mínimo de las 3 contracciones isométricas máximas de 10 segundos. (22)



Figura 1. SCCR plano inclinado



Figura 2. SCCR plano horizontal



Tratamiento estadístico de los datos:

Los datos fueron volcados al Microsoft Excel, con el que se realizarán tablas y gráficos. Para describir a las variables cuantitativas se calculará promedio, desvío estándar, mínimo y máximo.

RESULTADOS

De los doce voluntarios sujetos al estudio, solo cinco cumplieron con los criterios de inclusión. De este estudio se excluyeron a siete participantes, debido a que no se presentaron el día de la prueba. A quienes finalmente conformaron el total de las muestras se les realizó la medición electromiográfica sobre el VMO del miembro dominante en contracción isométrica de 10 segundos arrojando un n=5.

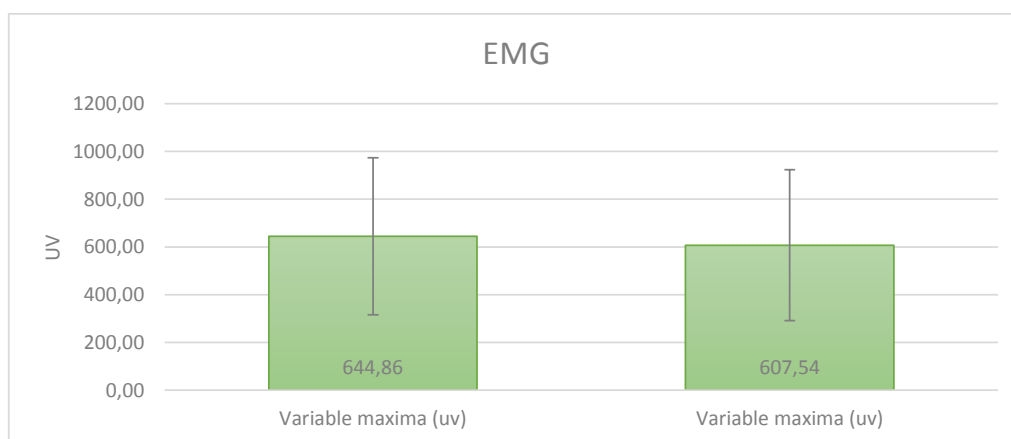
En la tabla número 1 se detallan los resultados de la diferencia entre el uso del plano inclinado y el del plano horizontal de todos los sujetos contemplando las variables media, desvío estándar, máxima y mínima.

Tabla 1

	PLANO INCLINADO	PLANO HORIZONTAL
Media	644,86	607,54
Desv. Est	328,57	316,02
Máx	1146,00	1070,00
Mín	260,30	216,10

Los datos obtenidos de la medición electromiográfica expresados en microvoltios (uv) marcan una mayor actividad del VMO en el ejercicio SCCR con el uso del plano inclinado de 25°. En la evaluación del SCCR con plano inclinado la media fue de 644.86 uv, mientras que con el uso del plano horizontal el valor obtenido de la media fue de 607.54 uv. (Grafico 1).

Grafico 1



DISCUSIÓN Y CONCLUSIÓN

En este estudio se buscó evaluar mediante la medición electromiográfica si existe una diferencia en la actividad del VMO con el uso de un plano inclinado con un ángulo de 25° realizando el ejercicio SCCR.

Existen diversas investigaciones en donde se estudió la posibilidad de reclutar selectivamente el VMO, mediante ejercicios de cadena cerrada como el SCCR. Algunos consideraron que los ejercicios de cadena cerrada son más efectivos que los de cadena abierta. Sin embargo, en el ejercicio SCCR no consideraron que existió una diferencia significativa en la actividad del VMO con la utilización de los distintos planos y agregan que con el uso del plano inclinado tanto el VMO como el Vasto Lateral tienen mayor actividad, pero sin el uso del mismo existe una mayor diferencia en la actividad entre los dos músculos, con un mayor reclutamiento del VMO. Otros autores sugieren que el ejercicio squat con cadera en aducción puede fortalecer selectivamente el VMO, así como también la utilización de un plano inclinado de 30°. (1-3, 6, 8-10)

Los resultados de este estudio muestran una diferencia en la actividad del VMO con el uso de un plano inclinado de 25° en el SCCR. En el registro electromiográfico la variable de amplitud máxima marca valores mayores en todos los casos para el uso del plano inclinado en relación al plano horizontal. Sin embargo, se sugiere profundizar sobre esta investigación, ya que se trató un estudio piloto y el número de muestras no son suficientes para realizar una estadística y establecer si las diferencias son significativas. Se considera que para investigaciones futuras sobre este estudio se agregue a la evaluación electromiográfica, la medición del Vasto Lateral para establecer diferencias con el VMO, estudiar la influencia de la posición de la cadera sobre el VMO, analizar si existe traslación del centro de gravedad entre el uso o no del plano inclinado y si tiene influencia sobre la actividad el VMO.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Lee T-k, Park S-m, Yun S-b, Lee A-r, lee Y-s, Yong M-s. Analysis of vastus lateralis and vastus medialis oblique muscle activation during squat exercise with and without a variety of tools in normal adults. 2016;28(3):1071-3.
2. Nishikawa K. Eccentric contraction: unraveling mechanisms of force enhancement and energy conservation. The Journal of experimental biology. 2016;219(Pt 2):189-96.
3. Hoppeler H, Herzog W. Eccentric Exercise: Many questions unanswered. J Appl Physiol. 2014;116:1405-6.
4. Sharifnezhad A, Marzilger R, Arampatzis A. Effects of load magnitude, muscle length and velocity during eccentric chronic loading on the longitudinal growth of the vastus lateralis muscle. The Journal of experimental biology. 2014;217(Pt 15):2726-33.
5. Rezaei M, Takamjani IE-, Jamshidi AA, Vassaghi-Gharamaleki B, Hedayatpour N, Havaei N. Effect of eccentric exercise-induced muscle damage on electromyographic activity of quadriceps in untrained healthy females. MJIRI. 2014;154(28):1-8.
6. Cunha RAd, Dias AN, Santos MB, Lopes ad. Comparative study of two protocols of eccentric exercise on knee pain and function in athletes with patellar tendinopathy: randomized controller study. Rev Bras Med Esporte. 2012;18(3):168-70.
7. Grossi DB, Felicio LR, Simões R, Coqueiro KRR, Pedro VM. Electromyographic activity evaluation of the patella muscles during squat isometric exercise in individuals with patellofemoral pain syndrome. Rev Bras Med Esporte. 2005;11(3):155-8.
8. Silva Med, Padullés JM, Álvarez VN, Vaamonde D, Montaner BV, Puerto JRG, et al. Análisis electromiográfico y de percepción de esfuerzo del tirante musculador con respecto al ejercicio de medio squat. apunts EDUCACIÓN FÍSICA Y DEPORTES 2005;82(4):45-52.
9. L. Spairani P, M. Barbero P, C. Cescon M, PhD, F. Combi B, T. Gemelli B, G. Giovanetti B, et al. an electromyographic study of the vastii muscles during open and closed kinetic chain

- submaximal isometric exercises. *The International Journal of Sports Physical Therapy*. 2012;7(6):617-26.
10. Barton CJ, Lack S, Malliaras P, Morrissey D. Gluteal muscle activity and patellofemoral pain syndrome: a systematic review. *British journal of sports medicine*. 2013;47(4):207-14.
11. Gila L, Malanda A, Carreño IR, Falces JR, Navallas J. Métodos de procesamiento y análisis de señales electromiográficas. *An Sist Sanit Navar*. 2009;32(3):27-43.
12. Ramírez A, Garzón DA. Análisis de sensibilidad por la colocación de los electrodos en la emg de superficie.pdf. *Rev Fac Ing Univ Antioquia*. 2008;46:70-9.
13. Massó N, Rey F, Romero D, Gual G, Costa L, Germán A. Aplicaciones de la electromiografía de superficie en el deporte. *Apunts Med Esport*. 2010;165(45):127-36.
14. APARICIO MAV. Electromiografía cinesiológica. *Rehabilitación (Madr)*. 2005;39(6):255-64.
15. Almeida GP, Silva AP, Franca FJ, Magalhaes MO, Burke TN, Marques AP. Q-angle in patellofemoral pain: relationship with dynamic knee valgus, hip abductor torque, pain and function. *Revista brasileira de ortopedia*. 2016;51(2):181-6.
16. Almeida FdJF, Araújo AERdAe, Carvalho CA, Fonsêca PCdA, Nina VJdS, Mochel EG. Application of kinesiotherapy and electrothermotherapy in the treatment of elderly with knee osteoarthritis: a comparative study. *Fisioterapia em Movimento*. 2016;29(2):325-34.
17. Stan Grant P, Tom Aitchison B, Esther Henderson B, Jim Christie B, Sharam Zare P, John McMurray M, et al. A Comparison of the Reproducibility and the Sensitivity to Change of Visual Analogue Scales, Borg Scales, and Likert Scales in Normal Subjects During Submaximal Exercise. *CHEST*. 2009;116(5):1208-17.
18. FSM A, FS O, CHBF J, BMS A, VC D. Analysis of electromyographic patterns.pdf. *Rev Bras Fisioter*. 2009;13(2):164-72.
19. Daehee Lee, Lee S, Park J. Impact of decline-board squat exercises and knee joint angles on the muscle activity of the lower limbs. *J Phys Ther Sci*. 2015;27(8):2618-9.
20. Marchetti PH, Jarbas da Silva J, Jon Schoenfeld B, Nardi PS, Pecoraro SL, D'Andrea Greve JM, et al. Muscle Activation Differs between Three Different Knee Joint-Angle Positions during a Maximal Isometric Back Squat Exercise. *Journal of sports medicine*. 2016;2016:3846123.
21. Felício LR, Dias LA, Silva APMC, Oliveira AS, Bevilaqua-Grossi D. Muscular activity of patella and hip stabilizers of healthy subjects during squat exercises. *Rev Bras Fisioter*. 2011;15(3):206-11.
22. Vázquez CT, Z RC, G MdPD, C REE, A DC, H SRL. Determinación del equilibrio muscular del cuádriceps en la osteoartrosis del compartimento patelofemoral. *Revista Mexicana de Medicina Física y Rehabilitación*. 2002;14(1):15-9.