



FUNDACION H.A.BARCELO
FACULTAD DE MEDICINA

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

TRABAJO FINAL DE INVESTIGACIÓN

EFFECTO SOBRE LA SALTABILIDAD LUEGO DE REALIZAR EJERCICIOS EXCÉNTRICOS DE SENTADILLA Y ELONGACION EN JUGADORES DE BARCELO.

AUTOR/ES: Ledo, Nicolás Oscar

TUTOR/ES DE CONTENIDO: Lic. Ponthot, Simón

TUTOR/ES METODOLÓGICO: Lic. Ronzio, Oscar

FECHA DE LA ENTREGA: 10-06-2014

CONTACTO DEL AUTOR: niicco.l@hotmail.com

RESUMEN

Introducción: El objetivo de este trabajo fue comparar la variabilidad de las fuerzas máximas de despegue (F_{\max} Desp.) realizando un ejercicio excéntrico de tipo *eccentric squat*, luego practicaron dos clases de salto *Maximal counter movement jump* (CMJ) salto contra-movimiento y Squat Jump (SQJ) en jugadores de Barceló, con elongación (E) y sin (S/E).

Material y métodos: Fueron evaluados 14 jugadores de fútbol amateur haciendo una comparación en la fuerza ejecutando 2 tipos de saltos con elongación y sin, en la cual se empleo una plataforma de fuerza para obtener los datos. La muestra incluyó pacientes masculinos, de entre 20 y 35 años que realicen fútbol en forma amateur, estudien en Barceló, entrenen 2 veces por semanas, sin lesiones osteomioarticulares en los últimos 6 meses, que no realicen otros deportes simultáneamente y fueran capaces de realizar los protocolos de evaluación.

Resultados: Para analizar los datos se utilizó el software GraphPad InStat 3.01. La diferencia entre S/E Pre CMJ F_{\max} Desp vs S/E Post CMJ F_{\max} Desp; E Pre CMJ F_{\max} Desp vs E Post CMJ F_{\max} Desp; S/E Pre SQJ F_{\max} Desp Vs S/E Post SQJ F_{\max} Desp; E Pre SQJ F_{\max} Desp Vs E Post SQJ F_{\max} Desp; dio como resultado el aumento de la fuerza máxima de despegue después de realizar una elongación estática.

Discusión y Conclusión: Como se ve en los resultados, hay diferencias antes y después de la elongación. Esto impulsa a realizar nuevos trabajos de investigación utilizando, por ejemplo, un número mayor de N, nuevas variables como el aumento del volumen superior a 30 segundos, elongación dinámica u otras herramientas de medición, para así ver si los resultados resultan significativos.

Palabras Claves: “musculo”, “glucolisis”, “tendón”, “salto”, “ejercicio”, “elongación”, “ATP”, “fuerza”, “actina”, “miosina”, “plataforma de fuerza”, “cuádriceps”.

ABSTRACT

Introduction: *The aim of this study was to compare the variability of maximum peel forces (F_{\max} Desp.) Performing an eccentric type exercise eccentric squat, then practiced two kinds of jump Maximal counter movement jump (CMJ) jump counter-movement and Squat Jump (SQJ) in Barceló players with elongation (E) and without (S / E).*

Material and methods: *We evaluated 14 amateur soccer players making a comparison in force running 2 types of jumps elongation without, in which a force platform was employed to obtain the data. The sample included male patients, aged 20 to 35 who made amateur football shape, studying at Barceló, train 2 times per week, without osteomioarticular injuries in the last six months, but not on other sports simultaneously and were able to make evaluation protocols.*

Results: *To analyze the data GraphPad InStat 3.01 software was used. The difference between S / E Pre CMJ Fmax Desp vs S / E Post CMJ Fmax Desp; E Pre Fmax CMJ Post E vs Desp Desp Fmax; S / E Pre SQJ Fmax Desp Vs S / E Post SQJ Fmax Desp; E Pre SQJ Fmax Vs E Desp Desp Post SQJ Fmax; resulted in increased maximum takeoff power after performing a static elongation.*

Discussion and conclusion: *As seen in the results, no difference before and after elongation. This encourages conduct further research using, for example, a greater number of N, new variables such as increased volume greater than 30 seconds, dynamic elongation or other measurement tools, so see if the results are significant.*

Keywords: *"Muscle", "glycolysis", "tendon", "jump", "exercise", "stretching", "ATP", "strength", "actin", "myosin", "force platform", "quads".*

INTRODUCCIÓN

Durante la contracción del musculo estriado, la cabeza globular de la molécula de miosina que se extiende desde el filamento grueso se conecta cíclicamente al sitio de actina en el filamento delgado y se somete a una carrera de trabajo estructural representada por la energía liberada por una molécula de ATP. El trabajo de estas consiste en el ligero dominio de la cabeza de miosina (el brazo de palanca), firmemente unido a la actina, que corresponde a un movimiento axial entre el dominio catalítico y la unión del brazo de palanca para el filamento de miosina. Una cantidad similar de deslizamiento de los filamentos se ha encontrado en las fibras musculares.(1)

ATP es la molécula de energía primaria dentro de las células vivas. También actúa como señalizador para coordinar las respuestas a la condición de la energía, en parte, por la modulación de canales de iones y la activación de cascadas de señalización. La producción y el consumo de ATP se han sugerido en algunos casos ser espacialmente restringidas las células.(2)

La generación de ATP en las células se divide en dos vías principales: la glucólisis anaeróbica y la fosforilación oxidativa mitocondrial. Sobre la base de las cambiantes demandas de energía, y la necesidad de limitar la producción de especies reactivas del oxígeno mitocondrial, se podría esperar que la contribución sea relativa de estas dos vías.(3)

La capacidad de realizar un trabajo muscular depende de la disposición de energía, otorgada mediante la hidrólisis de adenosintrifosfato (ATP) y fosforilación de las proteínas contráctiles.(4)

La existencia constante del ATP que se consume rápidamente depende de su permanente producción por la recombinación de adenosindifosfato (ADP) y fosfatos (re síntesis de ATP). Dependiendo de la duración e intensidad del ejercicio, se activa una vía metabólica específica.(4)

El sistema anaeróbico glucolítico es utilizado para actividades de corta a moderada duración de alta intensidad.(4)

Si la duración del ejercicio aumenta con una intensidad moderada, se requiere una transferencia de energía rápida que supere a la que aportan los fosfágenos, de esta forma se activa la síntesis de ATP a partir de la glucólisis anaeróbica, con la producción consecuente de lactato. Los efectos de la fatiga producen respuestas cardio respiratorias, alteran el rendimiento deportivo y producen la acumulación de varios metabolitos, como ser del ácido láctico. De esta manera, ya que el músculo estriado utiliza distintas vías metabólicas, genera una variedad de enzimas musculares que traducen los fenómenos metabólicos que pueden estar relacionados con la fatiga muscular. De esta manera la Creatinfosfoquinasa (CPK) y la Lactato deshidrogenasa (LDH) dan una indicación del grado de adaptación metabólica al entrenamiento físico a nivel muscular. Ambas enzimas están involucradas en el metabolismo muscular y sus valores séricos son normalmente muy bajos, pero se incrementan posterior al ejercicio intenso lo cual provoca el dolor.(4)

Los tendones son componentes tejidos conectivos densos esenciales del sistema esquelético y se requieren sus propiedades mecánicas para la locomoción eficiente, estos se encuentran entre el vientre muscular y el hueso, proporcionando de este modo una conexión mecánica entre el músculo y el hueso. La principal función de los tendones es transmitir la fuerza generada por la contracción del músculo esquelético al esqueleto óseo, que por lo general resulta en el movimiento de una articulación. Algunos tendones tienen una función similar a un resorte y contribuyen a reducir el costo energético de alta velocidad. Estos tendones de almacenamiento de energía se estiran bajo carga y, a continuación retroceden, volviendo a una gran proporción de la energía elástica almacenada y reduciendo así el esfuerzo muscular necesario para volver la extremidad a la posición de partida, Además, como material visco elástico, es capaz de absorber la energía cinética y actuar como un amortiguador de la fuerza.(5)

En particular, el ejercicio excéntrico realizado con la fuerza del paciente, ayudada por la gravedad, produce daños en los tejidos, los cuales son identificados por el sistema linfático. Este sistema los analiza y define, por medio de señales originadas en los ganglios linfáticos cuáles receptores deben ser activados en el sistema endotelial para producir las células de repuesto.(6)

Una característica única del ejercicio excéntrico es que sujetos no entrenados se vuelven rígidos y adoloridos, debido al daño en las fibras musculares. Se considera dos posibles eventos iniciales como responsables de los daños resultantes, daños al sistema de acoplamiento excitación-contracción y la alteración en el nivel de los sarcómeros. Otros cambios que se ven después del ejercicio excéntrico, un descenso de la tensión activa, cambio en la longitud óptima de la tensión activa y aumento de la tensión pasiva, se consideran, en general, a favor de la interrupción del sarcómero como punto de partida para el daño.(7)

La influencia de las intervenciones en las propiedades mecánicas del tendón es importante, ya que la rigidez del tendón puede reducir la tasa de desarrollo de la fuerza y la longitud del músculo activo y aumentar el retardo neuromecánico. Curiosamente, reducciones similares en la rigidez del tendón se han reportado después de las contracciones repetidas. La duración y la intensidad de la tensión impuesta por el tejido, ya sea estirando o fuertes contracciones musculares pueden determinar si se producen cambios en la rigidez del tendón.(8)

Atletas realizan ejercicios de estiramiento como parte de un plan de calentamiento antes de la actividad física con el fin de prevenir lesiones y mejorar su rendimiento a través de un aumento de la flexibilidad. Sin embargo, investigaciones recientes han informado que el estiramiento puede reducir el rendimiento deportivo mediante la disminución de la fuerza muscular, la resistencia muscular, el salto vertical. El rendimiento muscular y su mejora, tales como los cambios en la fuerza, la velocidad de la contracción, tienen cierto interés para los que investigan el estiramiento y sus efectos en los músculos. En cuanto a los deportes y el rendimiento deportivo, de las acciones de dinámica muscular suelen ser los más observados.(9)

La frecuencia y la duración de estiramiento muscular pueden interferir con la mejora de la flexibilidad. Tratando de optimizar estas variables, varios autores han investigado el efecto de la duración del estiramiento y el número de repeticiones diarias en la flexibilidad, lo que sugiere que 30 segundos de duración para aumentar la flexibilidad muscular. (9)

La fuerza contráctil se transmite al esqueleto a través de estructuras de tejido conectivo tales como tendones y aponeurosis, y, aunque se apreciará que las propiedades mecánicas del tejido conectivo juegan un papel importante para el movimiento de rendimiento con respecto al almacenamiento y liberación de energía. Los métodos para cuantificar el rendimiento contráctil son abundantes, pero se pueden clasificar en función del tipo de contracción, por ejemplo, las acciones musculares isométricas o dinámicas. La tasa de aumento de la fuerza contráctil (tasa de desarrollo de la fuerza o la velocidad de desarrollo) medido en condiciones dinámicas se ha identificado como un parámetro clave que cuantifica la capacidad del sistema neuromuscular para ejercer llamados acciones musculares explosivas.(10)

Las propiedades musculares, como el tamaño, el área relativa de las fibras de contracción rápida, y la miosina composición de isoformas de cadena pesada, también los factores neuronales, como la magnitud de la producción de las neuronas motoras eferentes en la fase inicial de la contracción, ejerce una fuerte influencia, positiva a la hora de este.(10)

El salto vertical sobre una plataforma de fuerza se ha aplicado ampliamente como un enfoque funcional para evaluar el rendimiento contráctil durante acciones musculares máximas debido a la participación de contracciones musculares dinámicas.(10)

El objetivo de este trabajo fue comparar la variabilidad de las fuerzas realizando un ejercicio excéntrico de tipo *eccentric squat*, luego practican dos clases de salto *Maximal counter movement jump* (CMJ) salto contra-movimiento y Squat Jump (SQJ) en jugadores de Barceló, con elongación y sin.

MATERIAL Y MÉTODOS

Fueron evaluados 14 jugadores de fútbol amateur capaces de realizar los protocolos de, ejercicio sentadilla de tipo *eccentric squat* en el que se debieron colocar con la espalda en posición vertical y rodillas flexionadas a un máximo de 60°, efectuando 3 series de 10 repeticiones cada una. Luego de éste, parte de la población hizo la elongación de cuádriceps de manera que el talón llegue al glúteo sosteniendo durante 30 segundos haciéndolo en ambas piernas, se ejecutaron 2 saltos de cada tipo sobre una plataforma

de fuerza Ciso Move modelo Fisio Jumper, obteniendo los datos a través del software Fisio move, el cual registró los valores de cada salto. Los tipos de saltos a realizar fueron *Maximalcountermovementjump* (CMJ) salto contra-movimiento, el cual los sujetos iniciaron el salto desde una extensión de rodilla, para descender a una posición de cuclillas, luego produjeron el salto buscando la altura máxima. Los participantes saltaron con los brazos en la cadera para minimizar la lateralidad. La modalidad de activación muscular será una contracción concéntrica precedida de una fase muy breve de contracción excéntrica necesaria para la inversión del movimiento, con la reutilización de la energía elástica y el aprovechamiento del reflejo miotático.

Squat Jump (SJ), se ejecutó el salto partiendo de flexión de 90° sin contramovimiento pero con los brazos fijados a la cadera evitando la lateralización, evaluando la fuerza de despegue (el rendimiento contráctil en las acciones musculares dinámicas máximas) cuantificados por la fuerza de contracción (contracción voluntaria), la potencia mecánica de los músculos extensores de las piernas durante el salto vertical máximo determinado por el tiempo de vuelo. La potencia muscular y las variables antes y después de la elongación fueron cuantificadas con la plataforma de fuerza. La muestra incluyó pacientes masculinos, de entre 20 y 35 años que realicen fútbol en forma amateur, que estudien en Barceló, que entrenen 2 veces por semanas sin lesiones osteomioarticulares en los últimos 6 meses, que no realicen otros deportes simultáneamente y que fueran capaces de realizar los protocolos de evaluación. Los criterios de exclusión serán para personas que no realicen dicho deporte, pacientes con lesiones mio articulares, lesiones óseas, y exentos de otras lesiones al momento de realizar el test.(11-14)

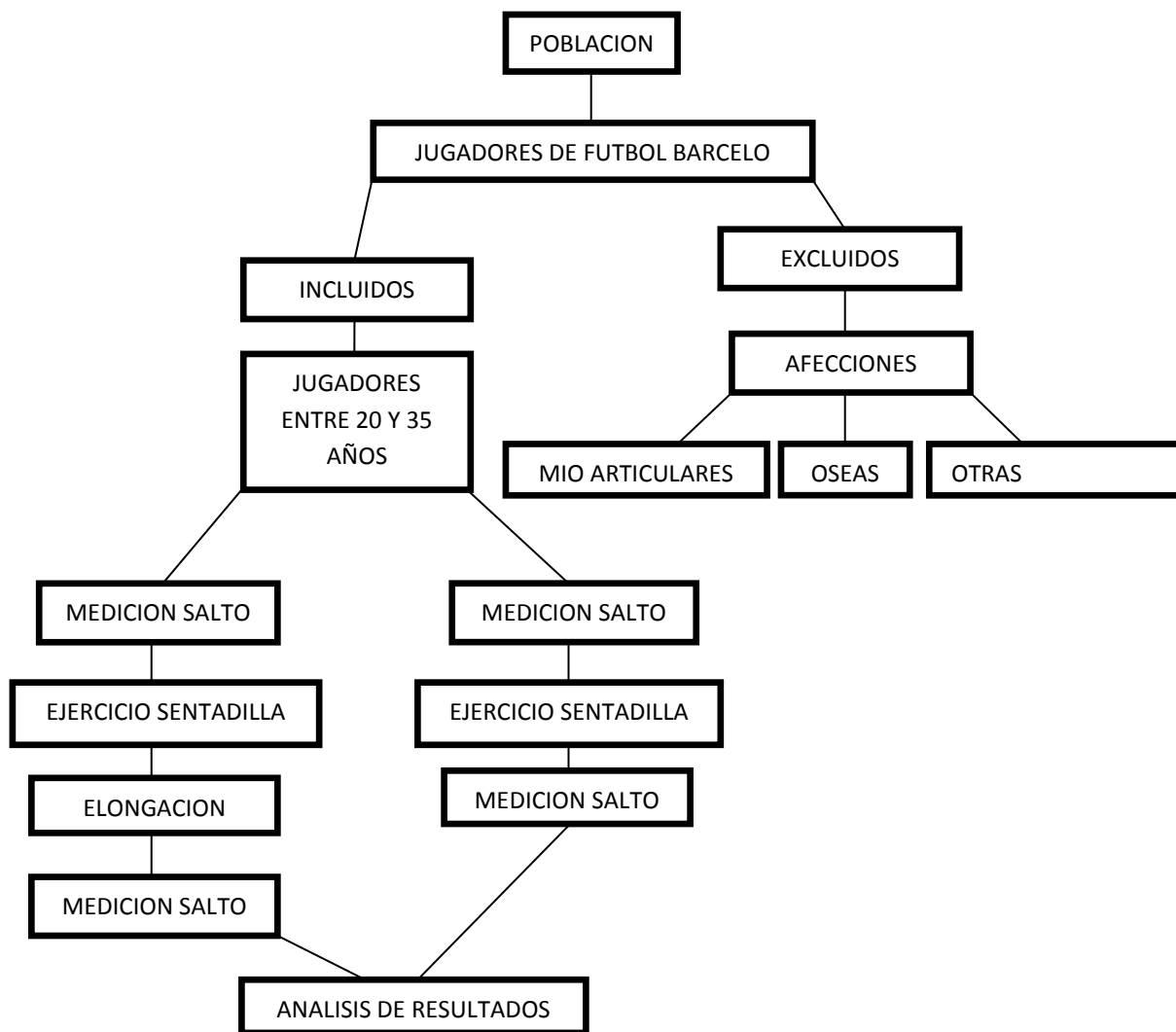
Posición inicial CMJ.



Posición inicial SQJ

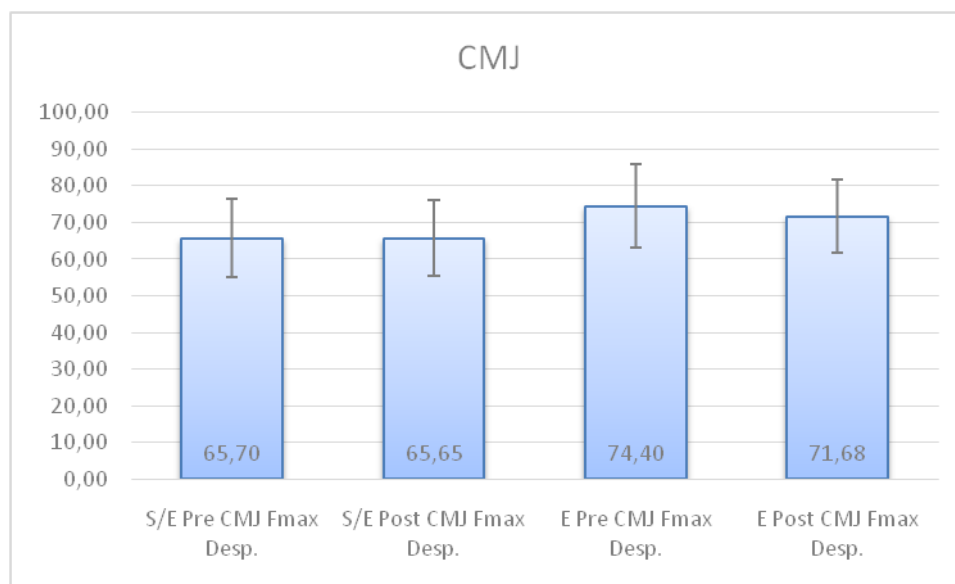
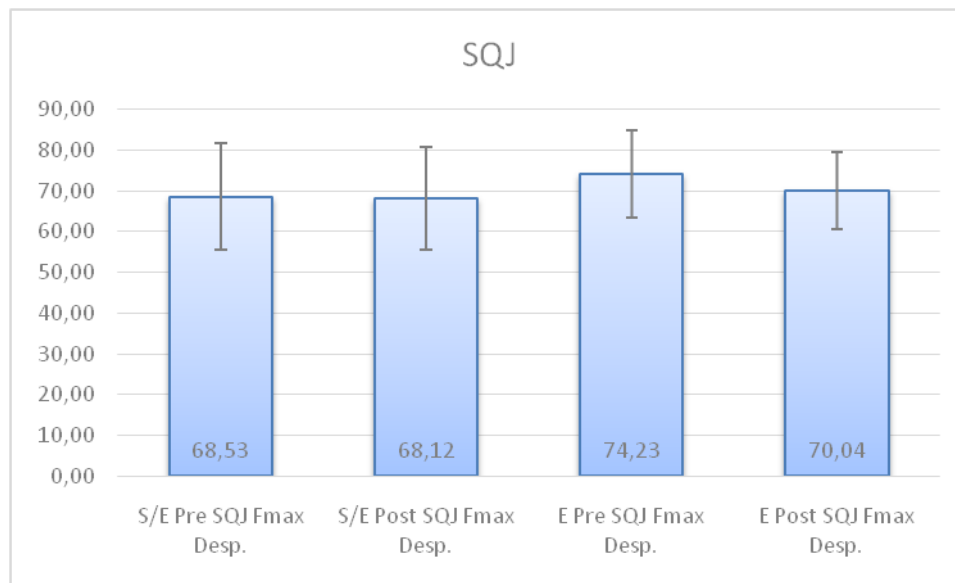


Diagrama de flujo.



RESULTADOS

Para analizar los datos se utilizó el software GraphPad InStat 3.01. La comparación entre S/E Pre CMJ Fmax Desp vs S/E Post CMJ Fmax Desp; E Pre CMJ Fmax Desp vs E Post CMJ Fmax Desp; S/E Pre SQJ Fmax Desp Vs S/E Post SQJ Fmax Desp; E Pre SQJ Fmax Desp Vs E Post SQJ Fmax Desp; dio como resultado el aumento de la fuerza máxima de despegue después de realizar una elongación estática sostenida durante 30 segundos en ambos saltos.



DISCUSIÓN Y CONCLUSIÓN

El objetivo fue hacer una comparación de la variación de la fuerza entre elongados y no elongados realizando SQJ y CMJ luego de ejercicio excéntrico. Para medir éstas se utilizó la plataforma de fuerza, realizaron tres repeticiones de cada modalidad, y se tomó el valor más alto, para evaluar la fuerza máxima de despegue.(11)

En el análisis de los gráficos, se evidencia la disminución de la potencia muscular en SQJ y CMJ cuantificada por la Fmax Desp sin elongación. Después de la elongación, tanto en SQJ y CMJ llegó a mejorar las condiciones musculares permitiendo referenciar un aumento de la Fmax de Despegue.

La disminución de la fuerza máxima de despegue en la población que realizó SQJ y CMJ S/E se cree que es por una acumulación del ácido láctico luego del ejercicio excéntrico de tipo *eccentric squat*, no así en los que si realizaron la elongación sostenida durante 30 segundos.(6)

No obstante investigaciones recientes han informado que las rutinas de estiramientos estáticos presentan un efecto negativo provocando un descenso significativo del rendimiento en las pruebas isométricas (con volúmenes superiores a los 60-90 segundos por grupo muscular), de ser así la fuerza muscular, la resistencia y el rendimiento disminuiría.(9, 15)

En la mayoría de estudios leídos muestran una mayor cantidad de N, por este motivo se puede deducir, que no se puede llegar a lograr una evidencia significativa, para esto habría que aumentar el número de N.

Como se ve en los resultados, hay diferencias antes y después de la elongación. Esto impulsa a realizar nuevos trabajos de investigación utilizando, por ejemplo, un número mayor de N, nuevas variables como el aumento del volumen superior a 30 segundos, elongación dinámica u otras herramientas de medición, para así ver si los resultados resultan significativos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Linari M, Caremani M, Lombardi V. A kinetic model that explains the effect of inorganic phosphate on the mechanics and energetics of isometric contraction of fast skeletal muscle. *Proceedings Biological sciences / The Royal Society*. 2010;277(1678):19-27.
2. Berg J, Hung YP, Yellen G. A genetically encoded fluorescent reporter of ATP:ADP ratio. *Nature methods*. 2009;6(2):161-6.
3. Birket MJ, Orr AL, Gerencser AA, Madden DT, Vitelli C, Swistowski A, et al. A reduction in ATP demand and mitochondrial activity with neural differentiation of human embryonic stem cells. *Journal of cell science*. 2011;124(3):348-58.
4. Claros N, Torres J, Navia P, Rojas L, Espinoza S, Pinilla R. COMPORTAMIENTO DE LAS ENZIMAS MUSCULARES SÉRICAS ASOCIADO AL ASCENSO DE 3428 MSNM EN BICICLETA. *Revista Médica La Paz*. 2013;19(1):27-34.
5. Birch HL, Thorpe CT, Rumian AP. Specialisation of extracellular matrix for function in tendons and ligaments. *Muscles, ligaments and tendons journal*. 2013;3(1):12.
6. MD¹ JM-R, Husain-Talero S. citoprotección y reparación mediadas por encefalinas en el ejercicio físico. *Rev Fac Med*. 2014;62(1):91-9.
7. Proske U, Morgan D. Muscle damage from eccentric exercise: mechanism, mechanical signs, adaptation and clinical applications. *The Journal of physiology*. 2001;537(2):333-45.
8. Kay AD, Blazevich AJ. Concentric muscle contractions before static stretching minimize, but do not remove, stretch-induced force deficits. *Journal of Applied Physiology*. 2010;108(3):637-45.
9. 1 BLF. Acute effects of three different stretching protocols on the Wingate test performance.
10. Jens Bojsen-Møller SPM, Lars Raundahl Rasmussen, Michael Kjaer and Per Aagaard. Muscle performance during maximal isometric and dynamic contractions is influenced by the stiffness of the tendinous structures.
11. Wikstrom EA, Tillman MD, Smith AN, Borsa PA. A new force-plate technology measure of dynamic postural stability: the dynamic postural stability index. *Journal of athletic training*. 2005;40(4):305.
12. Vaverka F, Jakubsova Z, Jandacka D, Zahradnik D, Farana R, Uchytel J, et al. The Influence of an Additional Load on Time and Force Changes in the Ground Reaction Force During the Countermovement Vertical Jump. *Journal of human kinetics*. 2013;38:191-200.
13. García-López J, Rodríguez-Marroyo J, Pernía R, Ávila M, Villa J. The type of contact mat affects vertical jump height estimated from flight time. *European Journal of Human Movement*. 2010;21:1-15.
14. Del Coso J, Gonzalez-Millan C, Salinero JJ, Abian-Vicen J, Soriano L, Garde S, et al. Muscle damage and its relationship with muscle fatigue during a half-iron triathlon. *PloS one*. 2012;7(8):e43280.
15. Marek SM, Cramer JT, Fincher AL, Massey LL, Dangelmaier SM, Purkayastha S, et al. Acute effects of static and proprioceptive neuromuscular facilitation stretching on muscle strength and power output. *Journal of Athletic Training*. 2005;40(2):94.



CARRERA DE LIC. EN KINESIOLOGÍA Y FISIATRÍA

SEDE BUENOS AIRES

TÉRMINOS DEL CONSENTIMIENTO INFORMADO LIBRE Y ESCLARECIDO

Usted está siendo invitado a participar de una investigación que se realizará en La fundación H.A Barceló, a cargo de Ponto, Simón MN: 12710 Luego de haber sido esclarecidas todas sus dudas y en caso de aceptar participar deberá firmar al final de éste documento por duplicado. Una de las copias será suya y la otra del investigador responsable. En caso de que usted no acepte participar no será penado de ninguna manera.

La participación en éste estudio es voluntaria, no ofrece riesgo ni costo alguno. La privacidad de sus datos personales y clínicos estará asegurada por las garantías que ofrece la Ley de Hábeas Data N° 25.326.

En el caso de haber dado su consentimiento para participar del estudio, tiene derecho a abandonarlo en el momento que lo desee previa comunicación al investigador, sin resultar su decisión en ningún perjuicio.

DECLARACIÓN DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

Buenos Aires,..... De..... De 201....

Yo,, de..... años de edad, fecha de nacimiento/...../..... y, con DNI nº, declaro libre y voluntariamente que se me han aclarado todas las dudas que me han surgido y acepto participar en el estudio **“EFECTO SOBRE LA SALTABILIDAD LUEGO DE REALIZAR EJERCICIOS EXCÉNTRICOS DE SENTADILLA Y ELONGACION EN JUGADORES DE BARCELO.”**, cuya metodología consiste en:

- El fin del proyecto es comprobar cuanto influye la elongación estática post realización al ejercicio excéntrico de sentadilla, esto será evaluado a través de 2 saltos previos a la elongación y sentadilla y 2 posteriores, el cual se obtendrá una media de las pruebas. La metodología a utilizar es un protocolo de ejercicio sentadilla excéntric squat de 10 repeticiones por 3 series, elongación estática de cuádriceps llevando el talón al glúteo y sosteniendo 30 segundos, y los saltos a realizar sobre una plataforma de fuerza (Fisio Jumper, Modelo Fisio Move) son, Squat-Jump (SQJ) y Maximal counter movement-jump (CMJ). Se obtendrán los datos a través de un software (Fisio Move) el que evidenciará, el tiempo de vuelo, la fuerza máxima de despegue y fuerza máxima de contacto la que proporcionarán la potencia mecánica de los músculos extensores de las piernas durante el salto vertical, expresando una comparación de las fuerzas de despegue antes y después de la elongación.

Entiendo que del presente estudio derivará un mayor conocimiento sobre la incidencia de dicha patología. Estoy consciente sobre los riesgos y beneficios que podrían acontecer sobre mi bienestar y salud y he sido también informado de que mis datos personales y clínicos serán protegidos e incluidos en una base de datos que estará sometido a las garantías de la Ley de Hábeas Data N° 25.326. Por lo tanto estoy de acuerdo de que los resultados del presente estudio (sin incluir información personal) sean publicados en libros, revistas, artículos y otras formas de divulgación.

Tomando ello en consideración, OTORGO mi CONSENTIMIENTO para que se me contacte y así realizar el procedimiento para cubrir los objetivos especificados en el proyecto.

Es de mi conocimiento que seré libre de retirarme de la presente investigación en el momento que yo así lo desee. También que puedo solicitar información adicional acerca de los riesgos y beneficios de mi participación en éste estudio. En caso de que decidiera retirarme, la atención que como paciente recibo en esta institución no se verá afectada.

Nombre del informado:..... Firma:.....

Dirección:.....

Teléfono de contacto.....

Nombre del informante:..... Firma.....