



**ESCUELA
DE ENFERMERÍA
Y FISIOTERAPIA**



SAN JUAN DE DIOS

Máster Universitario en Biomecánica y Fisioterapia Deportiva

Trabajo Fin de Máster

Título:

Variaciones biomecánicas del cuádriceps, en futbolistas, tras la aplicación de masaje con "Foam Roller".

Alumno: Héctor Jimeno González

Tutor: Dr. Néstor Pérez Mallada

Madrid, junio de 2019

0 ÍNDICE

0	ÍNDICE.....	2
1	GLOSARIO DE TERMINOS.....	4
2	REFERENCIA DE LAS IMÁGENES.....	5
3	REFERENCIA DE LAS TABLAS.....	6
4	REFERENCIA DE LAS GRAFICAS.....	7
6	RESUMEN.....	8
6.1	Palabras claves:.....	8
7	ABSTRACT.....	9
7.1	Keywords:.....	9
8	ANTECEDENTES Y ESTADO ACTUAL DEL TEMA.....	10
9	OBJETIVOS DEL ESTUDIO.....	20
10	HIPÓTESIS.....	22
11	METODOLOGÍA.....	23
11.1	DISEÑO.....	23
11.2	SUJETOS DE ESTUDIO.....	24
11.3	VARIABLES.....	26
11.4	HIPOTESIS OPERATIVA.....	27
11.5	RECOGIDA, ANALISIS DE DATOS, CONTRSTE DE LA HIPOTESIS. 31	
11.6	LIMITACIÓN DEL ESTUDIO.....	33
	EQUIPO INVESTIGADOR.....	33
11.7	33
12	PLAN DE TRABAJO.....	34
12.1	DISEÑO DE LA INTERVENCION.....	34
12.2	ETAPAS DEL DESARROLLO.....	36
12.3	DISTRIBUCIÓN DE TAREAS DE TODO EL EQUIPO INVESTIGADOR.....	36
12.4	LUGAR DE REALIZACIÓN DEL PROYECTO.....	37
13	RESULTADOS.....	38
14	DISCUSIÓN.....	47
15	CONCLUSIONES.....	53
16	LISTADO DE REFERENCIAS.....	54
17	ANEXOS.....	62

17.1	ANEXO 1	62
17.2	ANEXO 2	68
17.3	ANEXO 3	70
17.4	ANEXO 4	71

1 GLOSARIO DE TERMINOS

ABREVIATURAS	SIGNIFICADO
AFC	Confederación asiática de futbol
CAF	Confederación africana de futbol
CMJ	Salto contra movimiento
CONCACAF	Confederación norte, centro americana y caribe de futbol
CONMEBOL	Confederación sudamericana de futbol
EMG	Electromiografía
EMGs	Electromiografía de superficie
FIFA	Federación internacional de futbol asociada
N	Newton
OFC	Confederación Oceanía de futbol
PGM	Puntos gatillo miofasciales
ROM	Rango óptimo de movimiento
UEFA	Confederación europea de futbol
W/cm2	Vatios centímetro cuadrado

2 REFERENCIA DE LAS IMÁGENES

Fotografía 1	Distintos tipos de “Foam Roller” (14)	Página 12
Fotografía 2	Posición del paciente durante la prueba de dinamometría. Imagen propia	Página 34
Fotografía 3	Posición de electrodos. Imagen propia	Página 35
Fotografía 4	Colocación del paciente para aplicación del “Foam Roller”. Imagen propia	Página 35

3 REFERENCIA DE LAS TABLAS.

Tabla 1	Variables	Página 27
Tabla 2	Etapas del desarrollo del estudio.	Página 36
Tabla 3	Estadísticos descriptivos	Página 38
Tabla 4	Prueba de normalidad de las variables dependientes	Página 42
Tabla 5	Prueba de Wilcoxon para muestras relacionadas	Página 43
Tabla 6	Prueba T-Student para muestras relacionadas	Página 45

4 REFERENCIA DE LAS GRAFICAS

Gráfica 1	Caja de bigotes FM120	Página 40
Gráfica 2	Caja de bigotes FMI	Página 40
Gráfica 3	Caja de bigotes EMG_despegue_RF	Página 41
Gráfica 4	Caja de bigotes EMG_despegue_VL	Página 41

6 RESUMEN

Introducción: actualmente, el “Foam Roller” está siendo utilizado en el mundo del deporte como parte del calentamiento y además, en algunas disciplinas deportivas, también se utiliza para finalizar las sesiones de entrenamiento y ayudar al deportista a tener una mayor recuperación de dicha sesión. Existe una cierta controversia en los tiempos y formas de aplicación de este dispositivo, es por ello que el objetivo del presente estudio pretende analizar la efectividad de la aplicación de “Foam Roller” en el cuádriceps del futbolista previa al entrenamiento.

Metodología: el presente estudio piloto cuantitativo cuasiexperimental prospectivo recoge un total de 10 sujetos, futbolistas amateurs federados por la Comunidad de Madrid durante la temporada 2018 - 2019. Dichos sujetos realizaron una medición del rango óptimo de movimiento (ROM) de flexo-extensión de rodilla, seguido de un salto CMJ, donde se recogen los valores de activación muscular y, para finalizar tres pruebas de fuerza; isométrica, isocinética a 60°/s e isocinética a 120°/s en un dinamómetro isocinético. Todas las mediciones se hicieron previa y posterior a una aplicación de “Foam Roller” en dos series de 1 minuto con un descanso de 30 segundos entre dichas series.

Resultados: en la prueba de Wilcoxon donde se relaciona el pre – post de las variables dependientes, se encuentra significancia en las variables FM120 (0,022), en la variable FMI (0,005) y en la variable EMG_despegue_RF (0,037).

Conclusiones: la aplicación de “Foam Roller” previa a la realización de la actividad deportiva presenta un aumento del rendimiento del atleta, aumentando los valores de fuerza y sin ninguna repercusión negativa a nivel del ROM y de la actividad electromiográfica de la musculatura del cuádriceps, tras dos minutos de rodamiento.

6.1 Palabras claves:

fuerza, electromiografía, Foam Roller, salto, rango de movimiento.

7 ABSTRACT

Introduction: currently, the “Foam Roller” is being used in the world of sports as a part of the warm – up and also, in some sports disciplines, it is also used to end the training sessions and help the athlete to have a better recovery from that session. There is a certain controversy in the times and forms of application of this device. That is why the objective of this study aims to analyze the effectiveness of the application of “Foam Roller” in the quadriceps muscle of the player prior to training.

Methods: the present quantitative quasi – experimental prospective pilot study includes a total of 10 subjects. These are amateur football players federated by the Community of Madrid during the 2018 – 2019 season. These subjects made a measurement of the optimal range of motion (ROM) of knee flexion and extension, followed by a CMJ jump, where muscles activations values are collected and three strength tests too; isometric, isokinetic at 60°/second and isokinetic at 120°/second with a dynamometer. All measurements were made before and after a “Foam Roller” application in two series of one minute with rest of 30 seconds between series.

Results: in the Wilcoxon test the pre – post of the dependent variables are related. The significances are found in the variables FM120 (0,022), in FMI (0,005) and EMG_despegue_RF (0,037)

Conclusions: the “Foam Roller” application prior to the performance of the sports activity presents an increase in the performance of the athlete, increasing the strength values and without any negative repercussions at optimal range of motion and the electromyographic activity of the quadriceps muscle, after two minutes of rolling.

7.1 Keywords:

strength, electromyography, Foam Roller, jump, range of motion

8 ANTECEDENTES Y ESTADO ACTUAL DEL TEMA.

El fútbol es uno de los deportes más practicados a nivel mundial, con un 4% de la población participando de forma activa. Es decir, 265 millones de personas, aproximadamente, lo practican. Desglosando este último dato, se observa que el 90% son varones y el 10% restante hembras, según un censo realizado por la Federación Internacional de Fútbol Asociación (FIFA) en el año 2006. (1)

Tras este estudio se apreciaron diferencias entre las seis confederaciones miembro, estas son: Confederación Africana de Fútbol (CAF), Confederación Asiática de Fútbol (AFC), Confederación Europea de Fútbol (UEFA), Confederación Norte y Centro Americana y Caribe de Fútbol (CONCACAF), Confederación de Oceanía de Fútbol (OFC) y Confederación Sudamericana de Fútbol (CONMEBOL). AFC, es la confederación con mayor un número de jugadores adscritos, 85 millones, seguido de la UEFA con 62. Mediante una estimación de la población total del territorio, se encuentra que las confederaciones que tienen un mayor número de población activa adscrita a ellas son las de CONCACAF y CONMEBOL, ambas con un 7,4%, seguidas por la UEFA con un 7,3% de la población (1)

Centrándonos en la UEFA, es decir a nivel europeo, más concretamente en España, durante el transcurso de la temporada anterior, 2017 – 2018, se expidieron 1.027.907 licencias federativas, siendo así el deporte español con más federados en activo, 27,33% (2).

El fútbol, según Espinoza-Navarro, O. y Villa, S. (3) es considerado un deporte de alta intensidad, sobre todo de los miembros inferiores ya que son los que tienen que soportar la mayor carga física. Esto se ve reflejado mediante las lesiones, ya que el tipo de lesión más frecuente se localiza en el muslo, tanto por la parte anterior, cuádriceps 31,7%, como por la posterior, isquiotibiales 17% (semitendinoso, semimembranoso y bíceps femoral), siendo el bíceps femoral (53%) el más prevalente.

Dentro del mundo del fútbol hay dos divisiones, el fútbol profesional a partir de 2ª división Nacional B y el fútbol amateur este va desde el fútbol base hasta 3ª división Nacional. Tanto a nivel profesional como a nivel amateur, las lesiones

mencionadas anteriormente del muslo son las más frecuentes, pudiendo crear una verdadera epidemia. A nivel profesional, un futbolista lesionado tiene un 2,6% de posibilidades de reincidir en una misma lesión, frente a un 50% de posibilidades que se encuentran a nivel amateur. Analizando estos datos, y viendo la diferencia entre las diferentes divisiones del fútbol, se han implantado nuevas medidas de prevención y tratamiento para evitar la reincidencia en este tipo de lesiones. (3)

Para poder prevenir la aparición de cualquier tipo de lesión, es importante tener una buena salud musculoesquelética, por lo que se necesita un rango óptimo de movimiento (ROM) adecuado (4). Los déficits de ROM pueden deberse a múltiples factores, aunque el más destacado son las restricciones fasciales (5,6)

Sabiendo que la fascia es un tejido conjuntivo fibroso, elástico y compacto, el cual envuelve todas las estructuras anatómicas, sin origen e inserción y distribuida de forma tridimensional a lo largo de todo el cuerpo en forma de tela de araña. Una pequeña restricción a nivel fascial, puede afectar a todo un complejo articular, pudiéndolo volver más vulnerable a sufrir lesiones. Además, este tejido se encuentra íntimamente ligado al músculo, por lo tanto, tal y como se ha mencionado anteriormente, una restricción fascial puede afectar al correcto funcionamiento del sistema muscular. Cuando la restricción fascial se asocia a diversos factores lesionales, puede crear una alteración estructural fibrosa y provocar una deformación patológica. (7)

A nivel anatómico, se encuentra que los músculos, los nervios y los vasos sanguíneos conectan las estructuras corporales mediante la fascia, ya que esta los envuelve. (8) Cualquier alteración corporal, ya sea por una lesión, pudiendo provocar una inactividad física o inflamación, o una enfermedad, pueden provocar una restricción fascial. Dichas restricciones pueden alterar la flexibilidad, la coordinación, el dolor, entre muchas otras. (9)

Para poder mejorar las diferentes alteraciones provocadas por una posible restricción fascial, y poder aliviar los síntomas, históricamente se utilizaban los estiramientos, más concretamente los estiramientos estáticos. Estos han sido utilizados a lo largo de los años por diferentes deportistas de numerosas disciplinas para poder mantener y aumentar la flexibilidad, principalmente, ya sea

antes o después de cualquier evento deportivo, cómo el entrenamiento o la competición. (9)

Sullivan, K et al (10) establecen que, para poder aliviar los síntomas provocados por una alteración a nivel de la fascia, en lugar de utilizar los estiramientos estáticos como forma de tratamiento única, se centraban más en utilizar técnicas de liberación miofascial manual.

Mediante estas técnicas se favorecían cambios histológicos en el tejido muscular modificando las restricciones fasciales y así pudiendo disminuir el dolor y llegando a aumentar el ROM. (11)

Más recientemente, algunos estudios hacen hincapié a una alternativa a los estiramientos y las técnicas de liberación manuales, comentadas anteriormente, estos introducen el concepto del rodillo de espuma, conocido también como Foam Roller. El “Foam Roller” es un dispositivo cilíndrico, de goma – espuma rígida, aunque la rigidez puede variar según el tamaño del dispositivo al igual que la textura y la dureza. Siendo fácil de transportar y de manejar en cualquier localización y situación. (9,12,13)



fotografía 1: Distintos tipos de “Foam Roller” (14)

Actualmente este dispositivo se está utilizando en el mundo del deporte a nivel de preentrenamiento, como parte del calentamiento del deportista, y en algunas

disciplinas, también se utiliza al final de las sesiones deportivas, ya sea entrenamiento o competición para obtener una mayor y veloz recuperación. (12,14)

Este dispositivo se utiliza para realizar un tipo específico de técnica de auto liberación fascial, conocido como "Foam Rolling". Esta técnica consiste en colocar el dispositivo, "Foam Roller", sobre el vientre muscular a tratar teniendo que estar el sujeto tumbado encima de este y deslizarse suavemente sobre el rodillo de espuma en sentido de las fibras musculares. (15)

McDonald, G et al, mencionan que al aplicar un deslizamiento del peso corporal sobre un rodillo de espuma, antes de realizar un ejercicio físico, aumenta la flexibilidad corporal sin provocar ningún cambio significativo en la fuerza ni en la activación muscular. El aumento de la flexibilidad es provocado por la fricción que hace la fascia en el momento de deslizarse sobre el rodillo de espuma, provocando un aumento de la temperatura corporal y modificando su viscosidad. Además de poder romper así las adherencias fibrosas creadas en el músculo y mejorar la extensibilidad de los tejidos. (6)

Se ha demostrado que el "Foam Roller", el cual es un rodillo de espuma rígido multinivel, induce una auto liberación miofascial mayor que el rodillo de bio-espuma, ya que se genera una mayor presión focalizada sobre un área de contacto aislado. (16)

Un estudio de la universidad de Oregón, intentó determinar los efectos del rodillo de espuma multinivel en ciertos parámetros del rendimiento deportivo, y así poder determinar si el uso de estos dispositivos es eficaz y en caso afirmativo cuando y como deberían usarlo, entrenadores y deportistas. Para ello diseñaron un protocolo de aplicación sobre ambas piernas durante cuatro minutos en cada pierna alternando la aplicación sobre gemelos, isquiotibiales, cuádriceps y glúteo mayor. Concluyeron que, aunque no se generaron cambios significativos en fuerza y potencia, sí que se observó cambios en el ROM que podría mejorar el rendimiento deportivo. (12)

Otro estudio, realizado en futbolistas chinos, con el objetivo de saber si el “Foam Roller” produce efectos sobre la contracción muscular y medido con tensiomiografía no apreciaron diferencias significativas en las variables estudiadas. (18)

Aunque, la bibliografía no refiere mucha evidencia, ya que el número de investigaciones sobre el uso de “Foam Roller”, es poco, este va en aumento. Actualmente, aún no existen unas directrices específicas sobre las recomendaciones de uso y sus beneficios específicos para el deportista. (17,19)

Centrándonos en el tipo de dolencias de un deportista amateur, aparece en primera instancia el dolor muscular de aparición tardía (DOMS), conocido comúnmente por la población con el nombre de agujetas, las cuales pueden aparecer después de una práctica deportiva, tanto de alta como de baja intensidad. (19,20)

Durante este tipo de dolencia, algunos de los deportistas prefieren parar la práctica deportiva, aunque la literatura, en contraposición aboga por el ejercicio de baja intensidad como el método analgésico predilecto ante estos dolores. Diversos autores, han hecho investigaciones acerca de los efectos de uso del “Foam Roller” durante este proceso de DOMS. (21,22) Han observado que la auto liberación miofascial, es eficaz para poder reducir la sensación dolorosa subjetiva y poder aumentar el umbral de dolor a la presión pasadas 48 horas des de la aparición del DOMS (22)

McDonald G et al (21) realizaron un estudio para observar la eficacia de la aplicación del “Foam Roller” de alta intensidad en el proceso de recuperación del DOMS provocado después de realizar una actividad física de alta intensidad. Para llevar a cabo el estudio aplicaron dos series de 60 segundos de uso del rodillo de espuma. Los resultados, demostraban que el uso del “Foam Roller” mejora y atenúa la sensación de dolor muscular, además de mejorar otros valores de influencia biomecánica, como la altura en el salto vertical, el rango articular pasivo, el activo y la activación muscular.

Además, también estudiaron la relación entre el rendimiento muscular y el uso del rodillo de espuma, para poder determinar si existía liberación miofascial, si

había una mejora en los valores de fuerza y en el rango articular en la articulación de la rodilla. Dicho estudio reportó que el ROM de rodilla tuvo un aumento significativo sin efectos perjudiciales sobre los valores de fuerza tras la aplicación de “Foam Roller” en el cuádriceps. (21)

Pearcey et al (22) publicaron en 2015 sobre el efecto del “Foam Roller” como herramienta de recuperación. En este estudio evaluaron el umbral de presión-dolor, el tiempo de carrera, cambios de dirección, potencia y fuerza-resistencia dinámica. Utilizaron la aplicación de “Foam Roller” durante 45 segundos de trabajo, seguido de 15 segundos de descanso entre cada grupo muscular, a una frecuencia de 50 latidos por minuto. En las conclusiones, los autores mencionan que la recuperación muscular reforzada con “Foam Roller”, provoca un alivio del dolor y una mejora de la activación muscular. Como consecuencia, la disminución del rendimiento físico asociado al DOMS, durante la realización de movimientos dinámicos se redujo. Sin embargo, las medidas isométricas e isocinéticas del muslo sobre una articulación aislada no se vieron afectadas. (22)

Relacionando el uso del “Foam Roller” con la aplicación previa y posterior a realizar una acción deportiva y así poder evitar lesiones o cualquier tipo de dolencias es importante realizar un exhaustivo calentamiento o recuperación. Para ello, es necesario poder modificar la temperatura corporal del deportista. Para poder aumentar la temperatura corporal y así reducir la resistencia viscosa y aumentar la velocidad de transmisión del impulso nervioso se requiere un calentamiento eficiente. Se entiende como calentamiento las acciones musculares previas a soportar altas demandas de cargas, combinando, ejercicios aeróbicos y estiramientos para mejorar el rendimiento muscular y evitar lesiones. (23)

Dentro del campo del calentamiento, y de la pre-activación para el entrenamiento o la competición se encuentra una línea de investigación donde se utiliza la variable rendimiento físico para medir los efectos del “Foam Roller”. (24)

Bradbury-Squires et al (2015) llevaron a cabo una investigación donde tras dos sesiones de aplicación de “Foam Roller” mostraron una mayor eficiencia muscular durante un fondo de piernas. (24)

La disminución de la fatiga y el dolor muscular producido por un entrenamiento intenso previo, sugiere que tras la aplicación de "Foam Roller", como forma de calentamiento, genera un efecto positivo en el rendimiento del deportista. Además, en deportes donde la mejora de la flexibilidad y la recuperación muscular sean fundamentales, este puede ser un método útil, ya que como se ha mencionado anteriormente, los datos obtenidos en valores de ROM y flexibilidad son alentadores. (25)

Además de un buen calentamiento, los deportistas, en este estudio futbolistas, que están en el banquillo, pueden mantener los efectos beneficiosos producidos durante el calentamiento mediante el rodillo de espuma y así no requerir de un calentamiento tan específico en el momento de ingresar en el terreno de juego. Ya que el calentamiento previo a ingresar en el terreno de juego, se ha demostrado no ser lo suficientemente eficiente para poder entrar en el mismo con la intensidad requerida del encuentro. (26)

Actualmente, el uso del "Foam Roller", se relaciona con el incremento en la elasticidad y el ROM, aunque los estudios realizados recientemente mencionan sus beneficios a corto plazo en aspectos como activación muscular y reducción del dolor que podrían mejorar la eficacia deportiva. (11-13,22)

Aunque el uso del rodillo de espuma es beneficioso para la mayoría de los deportistas, la liberación miofascial producida mediante su uso está contraindicada para personas que tengan insuficiencia cardíaca congestiva, insuficiencia renal, trastornos hemorrágicos o enfermedades cutáneas contagiosas. (25)

La dinamometría computarizada de valoración es mencionada por distintos autores, ya que confirman que es una herramienta fiable para la obtención de valores objetivos para la fuerza muscular, (26,27) al tener la posibilidad de realizar la medición de cualquier tipo de contracción ya sea isotónica, isométrica o isocinética en la mayoría de las articulaciones, es una de las ventajas del dinamómetro isocinético. Además de poder analizar el rango articular. En contraposición a la medición del rango articular, la dinamometría computarizada obtiene valores más representativos que no el goniómetro tradicional. (28, 29)

El estudio del comportamiento isocinético se considera la exploración más representativa y fiable de la función muscular. (29)

Algunos autores utilizan la modalidad isocinética concéntrica a velocidades de 60°/seg y 120/seg. Estos parámetros permiten conocer datos como: el momento máximo de fuerza, la relación isquiotibiales - cuádriceps, el trabajo y la potencia máxima. (30,31)

En los valores de fuerza máxima se ha observado que en el movimiento de extensión no hay diferencias significativas entre ambos miembros. (32)

En cuanto al parámetro isquiotibiales - cuádriceps se ha demostrado que la fuerza máxima generada isquiotibial en sujetos sanos equivale entre un 50 o 60% a la fuerza del cuádriceps aumentando este desequilibrio proporcionalmente a la velocidad angular. (30)

Durante más de cincuenta años, se lleva usando el goniómetro tradicional para medir el rango articular, el cual tiene descritos posiciones de medida, marcadores y protocolos estandarizados para cada articulación. La goniometría consiste en medir la posición articular o el rango de movimiento de una articulación concreta o de un grupo de ellas. Actualmente, el goniómetro clásico se sigue utilizando, principalmente por motivos económicos o por falta de accesibilidad a otros instrumentos de medida, como sería la dinamometría computarizada. (33) Aunque no es muy recomendable, ya que se puede producir un error inter e intra examinador. Este es el principal problema de esta herramienta ya que las referencias de medida se realizan con las referencias anatómicas, lo que hace que estas mediciones sean tediosas y de larga duración. (34)

Hay controversia en la fiabilidad del goniómetro tradicional, para Milanese et al el goniómetro tradicional posee una fiabilidad alta intra e inter observador, aunque reconoce que la fiabilidad puede verse afectada junto a una mala utilización de dicha herramienta. (35)

Ockendon et al (36) llevan a cabo un estudio donde compara el uso de un goniómetro tradicional con una aplicación para dispositivos de la marca comercial Apple de un goniómetro digital. En el que obtiene una variación intraobservador de $\pm 9,6^\circ$ e interobservador de $\pm 8,4^\circ$ en el goniómetro universal,

y recogen una fiabilidad con la aplicación de $\pm 4,6^\circ$ intraobservador y de un $\pm 2,7^\circ$ interobservador, lo que le hace apreciar una gran diferencia entre las dos herramientas.(36)

El avance tecnológico ha permitido desarrollar nuevos aparatos de medición, haciendo cada vez más accesibles los goniómetros digitales, más sencillos, económicos y fáciles de usar. (37)

Dentro de estos goniómetros digitales encontramos el Goniómetro Hawk, dicho goniómetro en un estudio se puso en contraposición con un sistema de análisis de movimiento, ya que este, está considerado como “Gold estándar” para analizar el movimiento. En dicho estudio quisieron comprobar las mediciones del goniómetro digital frente el análisis de movimiento y observar si estas eran fiables. Se encontraron con que el índice de correlación entre las dos medidas era muy alto, concluyendo que el Goniómetro Hawk es una herramienta muy fiable para la recogida de datos en el rango de movilidad. (34)

El sistema de medición Goniómetro Hawk ha sido certificado por el Laboratorio de Metrología Dimensional de FREMAP, tras más de 1000 mediciones, con una incertidumbre de 3° en los tres planos de movimiento. (37)

La electromiografía (EMG), es una herramienta biomecánica que mediante un análisis preciso y objetivo nos permite conocer el comportamiento eléctrico muscular. Dentro de la técnica de medición de la actividad mioeléctrica, se encuentra la EMG de superficie (EMGs), esta es una técnica no invasiva que mediante la grabación de diferencias de potencial expresadas en la piel registra la actividad eléctrica muscular. (38)

Al conocer esa actividad eléctrica y ese comportamiento electrofisiológico del músculo, se ha podido cuantificar la gravedad de la disfunción muscular. Este hecho sumado al carácter no invasivo ha hecho que esta herramienta sea utilizada en diversos estudios para conocer distintos fenómenos bioeléctricos de las fibras musculares. (39)

También se considera la EMGs como herramienta de medición de la activación muscular puede ser muy útil para generar un diagnóstico preciso, según Baisotto – González, Ap et al (40)

La EMG ha sido ampliamente utilizada gracias al desarrollo tecnológico y a la alta sensibilidad como una herramienta fiable en la evaluación de la fatiga muscular local. (40,41)

Pessoa DR, et al (43) utilizan diferentes protocolos de movimiento, ya sea isométrico, isocinético e isotónico, además de uno de reposo para observar una posible variación de la señal eléctrica y de esta forma poder cuantificar una variación eléctrica de la región corporal analizada. (43)

El salto contra movimiento (CMJ) se realiza mediante un salto con flexo-extensión de rodillas. La posición de partida de este ejercicio consiste en que el deportista se coloca en bipedestación, con las manos apoyadas sobre las crestas ilíacas. Seguidamente, este deberá de realizar una flexión de rodillas hasta los 90°. Al obtener esta posición, y sin parar, el deportista irá hacia la extensión máxima de rodillas a máxima potencia, haciendo despegar los pies del suelo. Dicho salto tiene en cuenta el componente elástico y el reflejo de estiramiento del cuádriceps, es decir, este tipo de salto valora la fuerza máxima elástico-explosiva. (44)

Se ha demostrado que, comparando el salto CMJ con otros diez tipos de saltos, el CMJ obtiene las medidas más fiables de potencia del tren inferior, así como que tiene una estrecha relación con el rendimiento en velocidad, fuerza máxima y las pruebas de fuerza explosiva. (45,46)

La habilidad del salto vertical es considerada de importancia en muchos deportes, ya que este tipo de salto representa la fuerza de reacción y el ángulo de movimiento de las rodillas. (47)

En 1986 Bobbert M, et al (48) realizaron un estudio comparando el “drop jump” respecto el CMJ. El “drop jump” es un salto desde una superficie elevada a 40 centímetros del suelo. Para ello midieron hasta trece variables del desempeño del salto donde incluían la activación muscular de la musculatura implicada, es decir, cuádriceps y gastrocnemios. (48)

Chen Chung-Yu C, et al (49) utilizaron la EMGs para registrar la activación muscular durante un CMJ, y evidenciar si el tai- chi en personas adultas mejora la eficiencia del salto. (49)

9 OBJETIVOS DEL ESTUDIO.

Objetivo general:

Analizar la efectividad de la aplicación de “Foam Roller” en el cuádriceps del futbolista previa al entrenamiento.

Objetivos específicos:

- Comparar la fuerza isométrica mediante la extensión de rodilla previa y posterior a la aplicación de “Foam Roller”, en el cuádriceps del futbolista.
- Comparar la fuerza concéntrica isocinética a 60°/s mediante la extensión de rodilla previa y posterior a la aplicación de “Foam Roller”, en el cuádriceps del futbolista.
- Comparar la fuerza concéntrica isocinética a 120°/s mediante la extensión de rodilla previa y posterior a la aplicación de “Foam Roller”, en el cuádriceps del futbolista.
- Comparar el ROM de flexión - extensión de rodilla previo y posterior a la aplicación del “Foam Roller” del futbolista.
- Comparar la activación muscular durante el despegue del salto CMJ previo y posterior a la aplicación del “Foam Roller”, en el vasto medial del futbolista.
- Comparar la activación muscular durante la recepción del salto CMJ previo y posterior a la aplicación del “Foam Roller”, en el vasto medial del futbolista.
- Comparar la activación muscular durante el despegue del salto CMJ previo y posterior a la aplicación del “Foam Roller”, en el recto femoral del futbolista.
- Comparar la activación muscular durante la recepción del salto CMJ previo y posterior a la aplicación del “Foam Roller”, en el recto femoral del futbolista.
- Comparar la activación muscular durante el despegue del salto CMJ previo y posterior a la aplicación del “Foam Roller”, en el vasto lateral del futbolista.

- Comparar la activación muscular durante la recepción del salto CMJ previo y posterior a la aplicación del “Foam Roller”, en el vasto lateral del futbolista.

10 HIPÓTESIS.

El uso del masaje con “Foam Roller” sobre el cuádriceps mejora los parámetros de fuerza, ROM y la activación muscular.

11 METODOLOGÍA.

11.1 DISEÑO.

Este estudio es cuantitativo cuasiexperimental prospectivo, ya que incorpora con la intervención de aplicar el “Foam Roller”.

La primera medición será previa a la intervención del “Foam Roller” y la segunda posterior a ello.

Se respetarán las recomendaciones éticas de la última actualización de la Declaración de Helsinki y Tokio de la Asamblea Médica Mundial, sobre investigación clínica en seres humanos.

Este proyecto está aprobado por la comisión de investigación de la Escuela de Enfermería y Fisioterapia San Juan de Dios de Comillas el día 15 de noviembre de 2018. (Anexo 1)

El estudio “Variaciones biomecánicas en el cuádriceps, de futbolistas, tras la aplicación de masaje con “Foam Roller” ha pasado el comité de Investigación de la Escuela de Enfermería y Fisioterapia San Juan de Dios, a través de la presentación en dos ocasiones del proyecto; Noviembre 2018 y Enero 2019. A su vez, el trabajo se enmarca en el objetivo:

Analizar la efectividad de la aplicación de “Foam Roller” en el cuádriceps del futbolista previa al entrenamiento.

Más específicamente, la fuerza, el ROM y la activación muscular.

Del proyecto " Variaciones biomecánicas en el cuádriceps, de futbolistas, tras la aplicación de masaje con “Foam Roller ". Que cuenta con el Informe Dictamen Protocolo Favorable. C.P. - C.I. 15/416-E. 11 de septiembre de 2015. CEIC Hospital Clínico San Carlos

Los sujetos del estudio reciben una hoja de información al paciente y un consentimiento informado. (Anexo 1) Donde se explican todos los detalles de la intervención, y determinar de manera autónoma si desean colaborar. Se asegura el anonimato de los datos y respeto a la intimidad del paciente a través de la aplicación de la Ley Orgánica 15/1999, de 13 de diciembre, de Protección de

Datos de Carácter Personal, modificada el día 6 de diciembre de 2018. Para el cumplimiento de este requisito, y asegurar la anonimización de los datos, se contará con dos bases de datos: una con el nombre completo del paciente y un código asignado a cada uno de ellos, a la que sólo tendrá acceso el investigador principal, y otra segunda con el código de cada paciente y sus datos personales y clínicos.

El centro en el que se realizarán las intervenciones y las mediciones, cuenta con Seguro de Responsabilidad Civil, y las correspondientes licencias y permisos, por parte de la Comunidad de Madrid. (Anexo 1)

11.2 SUJETOS DE ESTUDIO.

Este estudio va dirigido a futbolistas amateurs federados por la Comunidad de Madrid durante la temporada 2018 – 2019.

Criterios de inclusión:

- Futbolistas amateurs federados de la Comunidad de Madrid
- Mayores de edad
- Sexo masculino
- Haber firmado el consentimiento informado

Criterios de exclusión:

- Haber recibido tratamiento, por un profesional de la salud, en las 24 horas previas a la medición.
- Haber realizado una actividad deportiva en las 12 horas previas a la medición.
- Tener una lesión en estado agudo o crónico musculoligamentosa en el miembro inferior.
- Padecer insuficiencia cardiaca congestiva, insuficiencia renal, trastornos hemorrágicos o enfermedades cutáneas contagiosas. (22)

Para determinar el tamaño muestral de las variables dependientes del presente estudio utilizaremos la Calculadora GRANMO (50) con los valores de las variables con resultado significativo. (Anexo 2)

Para ello asumiremos un riesgo α del 0,05 y un riesgo β del 0,20, mediante un contraste bilateral y con una proporción de pérdidas del 15%. Con estos criterios, hemos obtenido que:

Para la variable FM120, aceptando un riesgo α de 0,05 y un riesgo β de 0,20 en un contraste bilateral y con una desviación estándar de 257,55 (valor obtenido del análisis descriptivo, de la variable FM120 Tabla 3), se precisan 30 sujetos para poder llevar a cabo el estudio. Además, para poder detectar la diferencia mínima y obtener de esta forma la precisión del estudio, se ha obtenido la media de la variable, esta es: 628. Este resultado es la diferencia mínima a detectar.

También observamos el tamaño muestral para las variables FMI y EMG_pre_despegue_RF

En cuanto a la variable FMI teniendo en cuenta los valores del riesgo y la tasa de pérdidas mencionados anteriormente, y con una desviación estándar de 75,61 (valor obtenido del análisis descriptivo, de la variable FMI Tabla 3), se precisan 26 sujetos para poder llevar a cabo el estudio. Además, para poder detectar la diferencia mínima y obtener la precisión del estudio, se ha obtenido la media de la variable analizada, esta es 469,22. Este resultado es la diferencia mínima a detectar.

Para la variable EMG_pre_despegue_RF, teniendo en cuenta las variables mencionadas anteriormente, y con una desviación estándar de 0,083 (valor obtenido del análisis descriptivo, de la variable EMG_pre_despegue_RF Tabla 3) se precisan 6 sujetos para poder llevar a cabo el estudio. También se ha obtenido la media de la variable, la cual es 0,275, para poder detectar la diferencia mínima y obtener la precisión del estudio.

11.3 VARIABLES.

Variables dependientes	Tipo: - Dependiente o independiente - Categorica (nominal u ordinal) o cuantitativa (discreta o continua)	Unidad	Forma de medirla
FM60	Dependiente cuantitativa continua	N	dinamómetro
FM120	Dependiente cuantitativa continua	N	dinamómetro
FMI	Dependiente cuantitativa continua	N	dinamómetro
EMG_pre_despegue_VM	Dependiente cuantitativa continua	Hz	EMG
EMG_pre_despegue_RF	Dependiente cuantitativa continua	Hz	EMG
EMG_pre_despegue_VL	Dependiente cuantitativa continua	Hz	EMG
EMG_pre_recepción_VM	Dependiente cuantitativa continua	Hz	EMG
EMG_pre_recepción_RF	Dependiente cuantitativa continua	Hz	EMG
EMG_pre_recepción_VL	Dependiente cuantitativa continua	Hz	EMG
ROM	Dependiente cuantitativa continua	°	Goniómetro digital

FM60 post	Dependiente cuantitativa continua	N	dinamómetro
FM120 post	Dependiente cuantitativa continua	N	dinamómetro
FMI post	Dependiente cuantitativa continua	N	dinamómetro
EMG_post_despegue_VM	Dependiente cuantitativa continua	Hz	EMG
EMG_post_despegue_RF	Dependiente cuantitativa continua	Hz	EMG
EMG_post_despegue_VL	Dependiente cuantitativa continua	Hz	EMG
EMG_post_recepción_VM	Dependiente cuantitativa continua	Hz	EMG
EMG_post_recepción_RF	Dependiente cuantitativa continua	Hz	EMG
EMG_post_recepción_VL	Dependiente cuantitativa continua	Hz	EMG
ROM post	Dependiente cuantitativa continua	°	Goniómetro digital

Tabla 1. Variables.

11.4 HIPOTESIS OPERATIVA.

Hipótesis operativa para el objetivo: “Comparar la fuerza isométrica mediante la extensión de rodilla previa y posterior a la aplicación de “Foam Roller”, en el cuádriceps del futbolista.”

- Hipótesis nula (H_0): No hay diferencias significativas entre la fuerza isométrica mediante la extensión de rodilla previa y posterior a la aplicación de “Foam Roller”, en el cuádriceps del futbolista.
- Hipótesis alternativa (H_1): Hay diferencias significativas entre la fuerza isométrica mediante la extensión de rodilla previa y posterior a la aplicación de “Foam Roller”, en el cuádriceps del futbolista.

Hipótesis operativa para el objetivo: “Comparar la fuerza concéntrica isocinética a 60°/s mediante la extensión de rodilla previa y posterior a la aplicación de “Foam Roller”, en el cuádriceps del futbolista.”

- Hipótesis nula (H_0): No hay diferencias significativas entre la fuerza concéntrica isocinética a 60°/s mediante la extensión de rodilla previa y posterior a la aplicación de “Foam Roller”, en el cuádriceps del futbolista.
- Hipótesis alternativa (H_1): Hay diferencias significativas entre la fuerza concéntrica isocinética a 60°/s mediante la extensión de rodilla previa y posterior a la aplicación de “Foam Roller”, en el cuádriceps del futbolista.

Hipótesis operativa para el objetivo: “Comparar la fuerza concéntrica isocinética a 120°/s mediante la extensión de rodilla previa y posterior a la aplicación de “Foam Roller”, en el cuádriceps del futbolista.”

- Hipótesis nula (H_0): No hay diferencias significativas entre la fuerza concéntrica isocinética a 120°/s mediante la extensión de rodilla previa y posterior a la aplicación de “Foam Roller”, en el cuádriceps del futbolista.
- Hipótesis alternativa (H_1): Hay diferencias significativas entre la fuerza concéntrica isocinética a 120°/s mediante la extensión de rodilla previa y posterior a la aplicación de “Foam Roller”, en el cuádriceps del futbolista.

Hipótesis operativa para el objetivo: “Comparar el ROM de flexión – extensión de rodilla previo y posterior a la aplicación del “Foam Roller” del futbolista.”

- Hipótesis nula (H_0): No hay diferencias significativas entre el ROM de flexión – extensión de rodilla previo y posterior a la aplicación del “Foam Roller” del futbolista
- Hipótesis alternativa (H_1): Hay diferencias significativas entre el ROM de flexión – extensión de rodilla previo y posterior a la aplicación del “Foam Roller” del futbolista

Hipótesis operativa para el objetivo: “Comparar la activación muscular durante el despegue de un salto CMJ previo y posterior a la aplicación del “Foam Roller”, en el vasto medial del futbolista.”

- Hipótesis nula (H_0): No hay diferencias significativas en la activación muscular durante el despegue de un salto CMJ previo y posterior a la aplicación del “Foam Roller”, en el vasto medial del futbolista.
- Hipótesis alternativa (H_1): Hay diferencias significativas en la activación muscular durante el despegue de un salto CMJ previo y posterior a la aplicación del “Foam Roller”, en el vasto medial del futbolista.

Hipótesis operativa para el objetivo: “Comparar la activación muscular durante la recepción de un salto CMJ previo y posterior a la aplicación del “Foam Roller”, en el vasto medial del futbolista.”

- Hipótesis nula (H_0): No hay diferencias significativas en la activación muscular durante la recepción de un salto CMJ previo y posterior a la aplicación del “Foam Roller”, en el vasto medial del futbolista.
- Hipótesis alternativa (H_1): Hay diferencias significativas en la activación muscular durante la recepción de un salto CMJ previo y posterior a la aplicación del “Foam Roller”, en el vasto medial del futbolista.

Hipótesis operativa para el objetivo: “Comparar la activación muscular durante el despegue de un salto CMJ previo y posterior a la aplicación del “Foam Roller”, en el recto femoral del futbolista.”

- Hipótesis nula (H_0): No hay diferencias significativas en la activación muscular durante el despegue de un salto CMJ previo y posterior a la aplicación del “Foam Roller”, en el recto femoral del futbolista.
- Hipótesis alternativa (H_1): Hay diferencias significativas en la activación muscular durante el despegue de un salto CMJ previo y posterior a la aplicación del “Foam Roller”, en el recto femoral del futbolista.

Hipótesis operativa para el objetivo: “Comparar la activación muscular durante la recepción de un salto CMJ previo y posterior a la aplicación del “Foam Roller”, en el recto femoral del futbolista.”

- Hipótesis nula (H_0): No hay diferencias significativas en la activación muscular durante la recepción de un salto CMJ previo y posterior a la aplicación del “Foam Roller”, en el recto femoral del futbolista.
- Hipótesis alternativa (H_1): Hay diferencias significativas en la activación muscular durante la recepción de un salto CMJ previo y posterior a la aplicación del “Foam Roller”, en el recto femoral del futbolista.

Hipótesis operativa para el objetivo: “Comparar la activación muscular durante el despegue de un salto CMJ previo y posterior a la aplicación del “Foam Roller”, en el vasto lateral del futbolista.”

- Hipótesis nula (H_0): No hay diferencias significativas en la activación muscular durante el despegue de un salto CMJ previo y posterior a la aplicación del “Foam Roller”, en el vasto lateral del futbolista.
- Hipótesis alternativa (H_1): Hay diferencias significativas en la activación muscular durante el despegue de un salto CMJ previo y posterior a la aplicación del “Foam Roller”, en el vasto lateral del futbolista.

Hipótesis operativa para el objetivo: “Comparar la activación muscular durante la recepción de un salto CMJ previo y posterior a la aplicación del “Foam Roller”, en el vasto lateral del futbolista.”

- Hipótesis nula (H_0): No hay diferencias significativas en la activación muscular durante la recepción de un salto CMJ previo y posterior a la aplicación del “Foam Roller”, en el vasto lateral del futbolista.
- Hipótesis alternativa (H_1): Hay diferencias significativas en la activación muscular durante la recepción de un salto CMJ previo y posterior a la aplicación del “Foam Roller”, en el vasto lateral del futbolista.

11.5 RECOGIDA, ANALISIS DE DATOS, CONTRASTE DE LA HIPOTESIS.

Para la recogida de datos, se ha elaborado una hoja de resultados (Anexo 3) que se rellenará con los datos de las mediciones iniciales y las mediciones finales de cada sujeto. Se recogerá el código de anonimización, los grados de flexo-extensión, fuerza isométrica, fuerza isocinética 60°, fuerza isocinética 120° y activación muscular.

Los resultados de fuerza obtenidos, serán los valores medios de la fuerza máxima de cada repetición. Tomados en cada una de las variables de fuerza medidas.

Para las variables de EMGs se realizó un rectificado de señal, seguido de un filtro de baja frecuencia, esto se realiza con la finalidad de limpiar la señal de los registros de baja frecuencia. A continuación se realizará lo mismo con las señales de alta frecuencia aplicando un filtro para esta señal. Seguidamente, se realizará un RMS, este es una integral que se produce en los puntos de frecuencia en el registro de la EMGs. Por último, se llevará a cabo un autoescalado para poder observar los resultados en las mismas unidades.(51)

Toda esta información quedará recogida en una hoja Excel para facilitar el posterior análisis estadístico realizado con el programa estadístico IBM SPSS statistics®.

En este estudio se realizará un análisis estadístico descriptivo, en el cual se analizará datos de dispersión (desviación estándar, media, mínimo, máximo) que permitirán conocer la variabilidad de los datos y como se alejan de la distribución normal. También se realizará un análisis inferencial, que permitirá probar las hipótesis, así como hacer predicciones, con el fin de sacar las conclusiones para la población a través del estudio de la muestra.

Se buscará conocer si la intervención que se va a realizar presenta efectos estadísticamente significativos, por lo que se realizara un contraste de hipótesis bilateral, mediante los valores medios obtenidos en las mediciones pre y post intervención de las variables dependientes. Para ello realizaremos una prueba de normalidad, Shapiro Wilk, para estudios con el número de sujetos inferior a 30.

Obteniendo dos opciones:

- Si $p > 0,05$ significa que se acepta la normalidad de la muestra
- Si $p < 0,05$ significa que no existe una distribución normal de la muestra

Posteriormente al análisis de normalidad, para las diferentes muestras del estudio, cuyas son relacionadas, si la distribución es normal se utilizará la prueba T- Student para muestras relacionadas. En caso que la estimación sea no normal se realizará la prueba de Wilcoxon.

De esta forma se obtendrán los datos de significancia para las variables del estudio:

Para la variable ROM medida con el goniómetro HAWK:

Si hay normalidad ($p > 0,05$) se realizará una prueba T-Student para muestras relacionadas.

Si no hay normalidad ($p < 0,05$) se realizará la prueba de Wilcoxon.

Para la variable Activación muscular medida con EMGs:

Si hay normalidad ($p > 0,05$) se realizará una prueba T-Student para muestras relacionadas.

Si no hay normalidad ($p < 0,05$) se realizará la prueba de Wilcoxon.

Para la variable Fuerza medida con el dinamómetro isocinético:

Si hay normalidad ($p > 0,05$) se realizará una prueba T-Student para muestras relacionadas.

Si no hay normalidad ($p < 0,05$) se realizará la prueba de Wilcoxon.

11.6 LIMITACIÓN DEL ESTUDIO.

- Tiempo:
Debido a las fechas establecidas para la realización del diseño de estudio, impide realizar una búsqueda más exhaustiva y prolongada.

- Financiación:
El estudio carece de financiación por lo que somos incapaces de acceder a los sistemas de medición, sin ayuda de entidades colaboradoras.

- Muestra analizada:
La dificultad para obtener un número suficiente de sujetos dentro de la población elegida ha sido elevada, encontrándose que no se ha podido alcanzar la n mínima necesaria para realizar el estudio y por ello se ha realizado un estudio piloto.

11.7 EQUIPO INVESTIGADOR.

Investigador principal:

- Héctor Jimeno González, graduado en Fisioterapia.

El investigador principal es graduado en fisioterapia y con máster en biomecánica y fisioterapia deportiva. Este sabe interpretar los datos del dinamómetro isocinético, del goniómetro Hawk y de la EMGs.

12 PLAN DE TRABAJO.

12.1 DISEÑO DE LA INTERVENCION.

Para comenzar el estudio, se realizará una solicitud de aprobación al comité de investigación de la Escuela universitaria de Enfermería y Fisioterapia “San Juan de Dios” (Universidad Pontificia Comillas). Donde se obtuvo respuesta afirmativa los días 15 de noviembre de 2018 pasando el CINV – 17 y 25 de enero de 2019 pasando el CINV – 18.

Se le asignará un código a cada sujeto y se le entregará el consentimiento informado (Anexo 1) con una hoja explicativa del estudio.

Posteriormente se realizaran las mediciones de fuerza, ROM y activación muscular, llevadas a cabo por el fisioterapeuta experto en biomecánica en el laboratorio de biomecánica de la Escuela de Enfermería y Fisioterapia “San Juan de Dios” (Avenida de San Juan de Dios, 1. 28350 Ciempozuelos, Madrid) Procediendo primero a medir el ROM de flexo-extensión de rodilla, con el paciente en posición monopodal con el cuádriceps de la pierna homolateral a la medición apoyado en una superficie estable, colocando el Goniómetro Hawk a dos traveses de dedo superiores del maléolo peroneo, realizaremos tres repeticiones de cada movimiento y se realizará la media de las tres medidas.

Posteriormente se procederá a realizar las mediciones de fuerza isométrica realizadas con el dinamómetro isocinético (Primus RS, BTE-technologies), se colocará al paciente en sedestación, libre de ataduras, con el respaldo del asiento a noventa grados, el eje del dinamómetro en línea con el cóndilo femoral y el accesorio de sujeción en una posición cómoda por encima de los maléolos. (fotografía 2) Mediremos el movimiento de



fotografía 2: posición del paciente durante la prueba de dinamometría. Imagen propia

flexo-extensión de rodilla. Se realizarán tres repeticiones de cada movimiento y se calculará la media de las tres medidas.

En esta misma posición mediremos la fuerza isocinética a 60° y a 120° cogiendo solo los valores del momento de extensión de rodilla. Realizando este ejercicio mediante 10 repeticiones en cada una de las fuerzas. Para analizar los datos, cogeremos el pico máximo de cada repetición y haremos la media de estas en cada una de las fuerzas realizadas.

Para medir la activación muscular realizaremos un salto CMJ, donde recogeremos el pico máximo de despegue y el pico máximo de bajada, en vasto interno, recto anterior y vasto externo (fotografía 3). Para ello realizaremos tres saltos y cogeremos la media de las tres mediciones.



fotografía 3: Posición de electrodos. Imagen propia

Todos los datos obtenidos se recogen en la tabla de datos. (Anexo 3)

Todos los sujetos del estudio realizarán una aplicación de "Foam Roller" de 2 series de 60 segundos con una cadencia de 50 ciclos por minutos y un descanso de 30 segundos entre las dos series (fotografía 4). (21)

Retest:

Pasado el minuto de descanso, posterior a la aplicación del "Foam Roller" colocaremos al paciente en la posición inicial de las mediciones anteriormente nombradas y se volverán a llevar a cabo siguiendo el mismo orden que en la medición pre-test.



fotografía 4. Colocación del paciente para aplicación del "Foam Roller".

A medida que vamos obteniendo los diferentes datos de las mediciones, el equipo investigador nos encargaremos de hacer una recogida de estas y ponerlos en las tablas creadas (Anexo 3) para poder proceder a su análisis.

Una vez obtenidos todos los resultados, el investigador realizará el análisis de los datos, mediante el programa estadístico IBM SPSS statics®, con el fin de aportar los resultados del estudio.

El investigador principal interpretará dichos resultados y redactará el estudio, con el fin de difundirlo por la comunidad científica.

12.2 ETAPAS DEL DESARROLLO.

	1	2	3
Diseño del estudio	X		
Coordinación con el centro de alto rendimiento	X		
Selección de sujetos	X		
Mediciones pretest		X	
Tratamiento		X	
Mediciones post-test		X	
Recogida y análisis de datos			X
Redacción y publicación			X

Tabla 2. Etapas del desarrollo del estudio.

12.3 DISTRIBUCIÓN DE TAREAS DE TODO EL EQUIPO INVESTIGADOR.

Investigador principal: Héctor Jimeno González, graduado en Fisioterapia.

- Gestionará el reclutamiento de la muestra, la identificación de los sujetos y supervisará que todos cumplan los criterios de inclusión y exclusión.
- Realizará la intervención, así como las mediciones biomecánicas.
- Se encargará de rellenar los datos obtenidos en el Excel anteriormente nombrado.
- Será responsable de realizar los análisis estadísticos y analizar los resultados.
- Será el encargado de redactar los hallazgos, y dar difusión a los resultados.

12.4 LUGAR DE REALIZACIÓN DEL PROYECTO.

El proyecto de investigación se realizará en:

Universidad Pontificia Comillas. *Escuela Universitaria de Enfermería y Fisioterapia “San Juan de Dios”* (Av. San Juan de Dios, 1, 28350 Ciempozuelos, Madrid)

Lugar donde se realizarán las mediciones y la intervención.

13 RESULTADOS.

Se ha realizado un estudio piloto cuasi experimental prospectivo, con un total de 10 sujetos.

Inicialmente hemos llevado a cabo un análisis descriptivo de las variables dependientes, del que se han obtenido los siguientes datos de las variables mencionadas; mínimo, máximo, media y desviación estándar.

Estadísticos descriptivos

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
ROM	10	105,0	141,0	120,340	11,6972
FM60	10	363	1150	674,00	257,223
FM120	10	362	1125	628,00	257,548
FMI	10	315,2	579,0	469,220	75,6101
EMG_pre_despegue_VM	10	,117	,329	,27170	,063419
EMG_pre_despegue_RF	10	,119	,355	,27520	,083356
EMG_pre_despegue_VL	10	,136	,360	,27690	,072806
EMG_pre_recepción_VM	10	,104	,289	,19480	,063693
EMG_pre_recepción_RF	10	,096	,308	,16850	,062719
EMG_pre_recepción_VL	10	,132	,252	,19810	,051572

ROM POST	10	107,3	142,0	123,220	9,2212
FM60 POST	10	456	1154	765,40	248,302
FM120 POST	10	594	1160	771,30	218,189
FMI POST	10	430,8	718,0	567,970	83,3362
EMG_post_despe gue_VM	10	,114	,444	,27040	,088730
EMG_post_despe gue_RF	10	,049	,355	,22770	,096457
EMG_post_despe gue_VL	10	,133	,580	,29350	,119263
EMG_post_recep ción_VM	10	,089	,328	,18110	,083907
EMG_post_recep ción_RF	10	,038	,240	,12130	,067727
EMG_post_recep ción_VL	10	,103	,327	,21210	,087075
N válido (por lista)	10				

Tabla 3: Estadísticos descriptivos.

Tras analizar de forma detallada cada variable comparando el pre y el post, cabe destacar que: las variables ROM, FM60, FM120 y FMI, aumentan los valores mínimos y máximos, así como los valores medios, aunque los valores de las desviaciones estándar disminuyen.

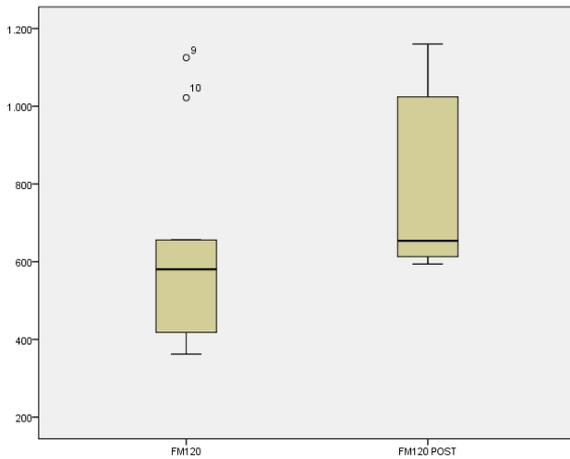


Gráfico 1: caja de bigotes FMI120

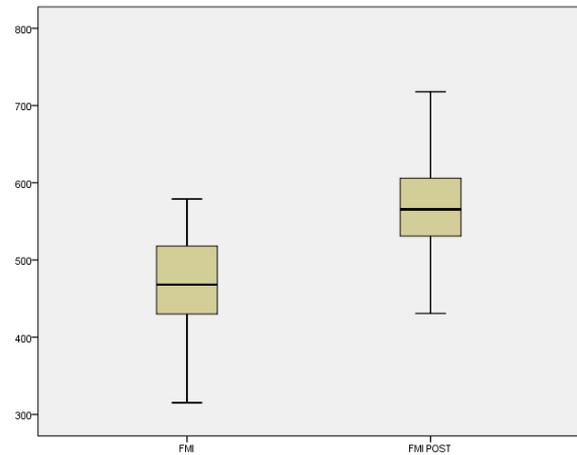


Gráfico 1: caja de bigotes FMI

Analizando la variable FM120 pre y post (Gráfico 1), se observa que hay una tendencia de distribución irregular, apreciándose grandes diferencias entre la medición previa y la posterior. En esta variable, se aprecia que, a nivel previo la fuerza muscular es menor que a nivel posterior, ya que la distribución de las cajas es distinta. Además, apreciando el tamaño de las cajas de la medición post, y al ser este de un gran tamaño nos indica que la contracción entre los diferentes sujetos es muy distinta, alejando las medidas de los diferentes cuartiles; en la medición previa equivalen a Q1 408,75, Q3 747,50 y Q2 que es la mediana equivale a 580,50. En la medición posterior, Q1 611, Q3 1031 y Q2 654

También se puede observar que aparecen dos casos atípicos (^o9 y ^o10) en la medición previa, esto quiere decir que estos sujetos tienen el número de la observación que sobrepasa los bigotes de las cajas entre un 1,5 y 3, no sobrepasando nunca el valor de 3 veces más, ya que en dicho caso pasaría a ser un caso extremo.

En el gráfico 2, para la variable FMI, se observa una distribución de la contracción muy parecida, ya que el tamaño de las cajas es muy similar. Aunque la contracción posterior es mucho mayor a la previa, ya que se aprecia una diferencia de colocación de las cajas. En este gráfico, no se aprecian ni casos atípicos ni casos extremos, esto quiere decir que todos los sujetos se han regido con contracciones que se encuentran dentro del parámetro de los diferentes cuartiles de las cajas, los cuales son: Q1 427,5, Q3 523 y Q2 468 en la medición previa y valores de Q1 516,425, Q3 616,5 y Q2 565,5 obtenidos en la medición posterior.

En las variables de EMGs, variables medidas en el vasto medial, en el recto femoral y vasto lateral, se aprecia un descenso de los valores de las dos primeras variables, respecto los valores del vasto lateral dónde su media aumenta.

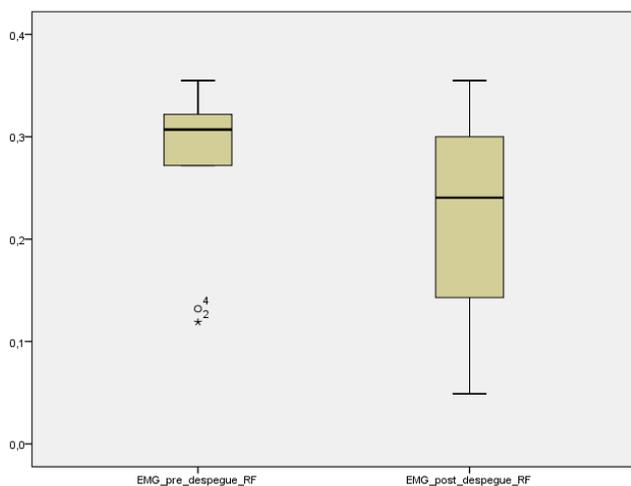


Gráfico 3: caja de bigotes EMG_despegue_RF

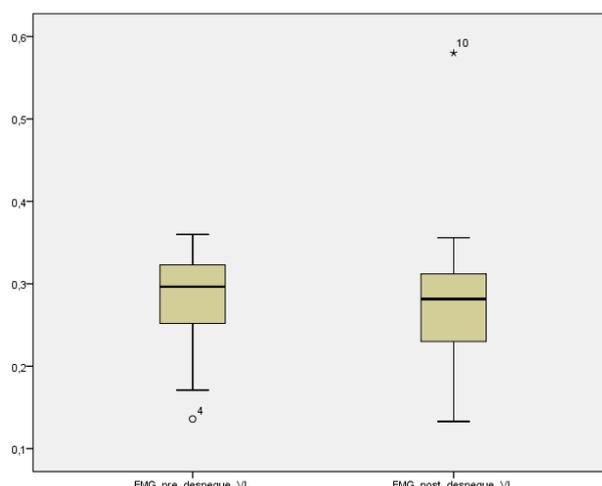


Gráfico 3: EMG_despegue_VL

En esta ocasión, en las variables medidas mediante EMGs, se encuentra que entre ambos vastos del músculo cuádriceps hay una distribución muy irregular. Hemos elegido estas dos variables por la diferencia en el comportamiento de dichos vastos, ya que el vasto medial no es significativo y tiene un comportamiento similar al del recto femoral.

En el gráfico 3, se encuentra la variable del recto femoral, vasto que ha sufrido una gran cantidad de pasadas y presiones por el “Foam Roller”, en el momento de realizar la intervención. En este gráfico se aprecia una gran diferencia entre la contracción previa en el momento de despegue de un salto CMJ y la posterior al realizar dicho movimiento, ya que el tamaño de las cajas difiere mucho. En la contracción previa, se aprecia que esta ha sido muy parecida entre los sujetos analizados, ya que entre el Q1 0,237 y el Q3 0,329 no existe una gran diferencia numérica. Y también se aprecia la mediana, es decir Q2 0,307. En esta primera variable, se aprecia un caso atípico (°4) y un caso extremo (*2). Ser un caso extremo quiere decir que sobrepasa más de 3 veces, en esta ocasión en negativo, la longitud de la caja des de los cuartiles. En la contracción posterior, la distribución de las fuerzas es muy diversa, ya que el tamaño de la caja es

mayor, sin encontrarse ni casos atípicos ni extremos, los valores de los diferentes cuartiles es: Q1 0,138, Q3 0,303y Q2 0,241.

En el gráfico 4, dónde se analiza la contracción producida por el vasto lateral, no se aprecian grandes diferencias entre la medición previa y la posterior, ya que el tamaño y la localización de las cajas es muy parecido, teniendo los resultados de los cuartiles; previo: Q1 0,23175 Q3 0,32725 y Q2 0,29650 y posterior: Q1 0,22675 Q3 0,32300 y Q2 0,28150. En la medición previa se encuentra únicamente un caso atípico (^o4) y en la medición posterior se encuentra únicamente un caso extremo (*10).

A continuación, se ha realizado la prueba de normalidad (Tabla 4) para las variables dependientes analizadas mediante los diferentes aparatos electrónicos de medición, se observa que estas tienen un comportamiento distinto. La gran mayoría de las variables obtenidas tienen un valor superior a 0,05, por lo tanto, se distribuyen de forma normal, es decir, de forma paramétrica. Pero, en las variables VM, VL y RL el valor obtenido es inferior a 0,05, distribuyéndose de forma no paramétrica.

Prueba de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
ROM_DIFERENCIA	,194	10	,200*	,863	10	,084
FM60_DIFERENCIA	,229	10	,147	,850	10	,059
FM120_DIFERENCIA	,156	10	,200*	,930	10	,446
FMI_DIFERENCIA	,232	10	,137	,852	10	,061

EMG_diferencia _despegue_VM	,246	10	,087	,840	10	,044
EMG_diferencia _despegue_RF	,147	10	,200*	,937	10	,525
EMG_diferencia _despegue_VL	,354	10	,001	,630	10	,000
EMG_diferencia _recepcion_VM	,209	10	,200*	,921	10	,365
EMG_diferencia _recepcion_RF	,135	10	,200*	,972	10	,907
EMG_diferencia _recepcion_VL	,282	10	,023	,843	10	,048

Tabla 4: Prueba de normalidad.

Al ser una muestra inferior a 30 sujetos, el análisis estadístico inferencial se llevará a cabo mediante la prueba no paramétrica para muestras relacionadas, Wilcoxon.

Esta tabla (Tabla 5) muestra los resultados de la prueba no paramétrica para variables que están relacionadas entre sí. Mediante las variables dependientes del estudio, relacionándolas con la medición previa y la posterior a la intervención realizada con el "Foam Roller".

Wilcoxon

ROM_post – ROM_pre	Z	-1,377
	Sig. asintótica (bilateral)	,169
FM60_post – FM60_pre	Z	-1,376
	Sig. asintótica (bilateral)	,169

FM120_post – FM120_pre	Z	-2,293
	Sig. asintótica (bilateral)	,022
FMI_post – FMI_pre	Z	-2,803
	Sig. asintótica (bilateral)	,005
EMG_post_despegue_VM - EMG_pre_despegue_VM	Z	-,561
	Sig. asintótica (bilateral)	,575
EMG_post_despegue_RF - EMG_pre_despegue_RF	Z	-2,090
	Sig. asintótica (bilateral)	,037
EMG_post_despegue_VL - EMG_pre_despegue_VL	Z	-1,070
	Sig. asintótica (bilateral)	,285
EMG_post_recepción_VM - EMG_pre_recepción_VM	Z	-,612
	Sig. asintótica (bilateral)	,541
EMG_post_recepción_RF - EMG_pre_recepción_RF	Z	-1,580
	Sig. asintótica (bilateral)	,114
EMG_post_recepción_VL - EMG_pre_recepción_VL	Z	-,357
	Sig. asintótica (bilateral)	,721

Tabla 5: Prueba de Wilcoxon para muestras relacionadas

Los resultados obtenidos en la prueba Wilcoxon muestran que en las variables FM120, FMI y EMG_despegue_RF existen diferencias significativas. Ya que el resultado obtenido en cada una de ellas es inferior a 0,05, siendo 0,022, 0,005 y 0,037, respectivamente, aceptando la hipótesis alternativa en estas 3 variables.

En las demás analizadas no existen diferencias significativas, ya que el resultado de significancia obtenido es superior a 0,05, por lo tanto, se acepta la hipótesis nula en cada caso.

Como las variables dependientes analizadas muestran una distribución normal y

pese a la pequeña muestra, se ha decidido analizar los resultados mediante la prueba paramétrica T-Student para muestras relacionadas. (Tabla 6)

Estadísticas de muestras emparejadas

	Media	N	Desviación estándar	Media de error estándar
ROM	120,340	10	11,6972	3,6990
ROM POST	123,220	10	9,2212	2,9160
FM60	674,00	10	257,223	81,341
FM60 POST	765,40	10	248,302	78,520
FM120	628,00	10	257,548	81,444
FM120 POST	771,30	10	218,189	68,997
FMI	469,220	10	75,6101	23,9100
FMI POST	567,970	10	83,3362	26,3532
EMG_pre_despegue_V M	,27170	10	,063419	,020055
EMG_post_despegue_V M	,27040	10	,088730	,028059
EMG_pre_despegue_R F	,27520	10	,083356	,026359
EMG_post_despegue_R F	,22770	10	,096457	,030502
EMG_pre_despegue_VL	,27690	10	,072806	,023023
EMG_post_despegue_V L	,29350	10	,119263	,037714
EMG_pre_recepción_V M	,19480	10	,063693	,020142
EMG_post_recepción_V M	,18110	10	,083907	,026534

EMG_pre_recepción_R F	,16850	10	,062719	,019833
EMG_post_recepción_R F	,12130	10	,067727	,021417
EMG_pre_recepción_VL	,19810	10	,051572	,016308
EMG_post_recepción_V L	,21210	10	,087075	,027536

Tabla 6: Prueba T-Student para muestras relacionadas

En los resultados obtenidos, en la prueba T-Student para muestras relacionadas, se observa que en las variables FM120, FMI y EMG_despegue_RF existen diferencias significativas entre las dos mediciones, ya que el resultado obtenido en cada una de ellas es inferior a 0,05, siendo 0,039, 0,001 y 0,033.

En las demás analizadas no existen diferencias significativas, ya que el resultado de significancia obtenido es superior a 0,05, por lo tanto, se acepta la hipótesis nula en cada caso.

Se observa que en ambas pruebas, no paramétrica y paramétrica, los resultados obtenidos han sido idénticos, obteniendo valores de significancia en las mismas variables, FMI, FM120 y EMG_despegue_RF.

14 DISCUSIÓN.

El “Foam Roller” se ha convertido en una técnica popular en el ambiente deportivo, ya que se cree que mejora el rendimiento muscular y el estado post-ejercicio. Por ello se crean dos corrientes de estudio sobre el “Foam Roller”, la primera es el uso pre-competición como una actividad de calentamiento y la segunda como método de recuperación después del ejercicio. (12,14)

Analizando los resultados obtenidos en el presente estudio, se observa que de forma significativa se encuentran cambios positivos tanto en la contracción muscular isométrica y en la contracción muscular isocinética a 120°. Además, a nivel electromiográfico también se encuentran diferencias significativas en la activación del recto femoral del cuádriceps durante el momento de despegue.

Pearcy et al (22) crearon un protocolo con un grupo intervención y un grupo control. Ambos grupos tenían que realizar durante 4 semanas 10 series de 10 sentadillas al 60% del 1RM, calculado previamente. Las sentadillas constaban de 4 segundos de contracción excéntrica seguidas de 1 segundo de contracción concéntrica, sin realizar ninguna pausa entre la bajada y la subida. Los participantes tenían 2 minutos de descanso entre series para poder evitar así la fatiga muscular. Además, el grupo intervención, posterior a realizar las sentadillas tenía que realizar una serie de ejercicios de masaje con el “Foam Roller”. Estos ejercicios consistían en estar 45 segundos rodando por encima del rodillo de espuma y restar 15 segundos de descanso entre grupos musculares. Los músculos solicitados para realizar el ejercicio fueron: cuádriceps, isquiotibiales, aductores, glúteos y la cintilla iliotibial. Los resultados de este estudio demuestran que el “Foam Roller” tiene efectos positivos si su aplicación es posterior a la práctica deportiva, ya que se observa de forma significativa que hay un aumento de la fuerza muscular, tanto en estático como en dinámico, un aumento de la velocidad en el momento de realizar un sprint y los sujetos analizados tienen más resistencia y tolerancia al dolor. (22)

Comparando el protocolo de intervención realizado por Pearcy et al (22) con el utilizado en este estudio, se puede apreciar diferencias metodológicas, ya que el protocolo establecido consta de dos series de un minuto de intervención con el “Foam Roller” y 30 segundos de descanso entre ellas.

En esta investigación, no se han tenido en cuenta variables que Pearcy et al (22) ha remarcado como importantes, como serían la tolerancia al dolor y la velocidad al realizar un sprint. Sin embargo, asemejando ambos estudios, sí que se ha tenido en cuenta la variable fuerza, aunque con diferentes formas de medición, ya que Pearcy et al (22) lo ha medido mediante un dinamómetro de mano y en este se ha medido mediante un dinamómetro isocinético. Se han obtenidos resultados muy parecidos en la variable de fuerza dinámica, en el caso de este estudio fue fuerza isocinética a 120ºs, siendo esta variable significativa en ambos estudios después de la aplicación del “Foam Roller”.

En la misma línea de aplicación Mc Donald et al (6), realizaron un estudio donde midieron los efectos agudos de la aplicación de “Foam Roller” en dos series de un minuto, separadas por un minuto de descanso, realizando un calentamiento previo de 5 minutos en un cicloergómetro, aunque no encontraron cambios significativos en los valores de fuerza máxima. (6) Hecho que no se relaciona con el presente estudio, ya que en este se aprecian cambios significativos positivos en referencia a la variable fuerza después de la aplicación del “Foam Roller”. Esto puede ser debido al tiempo escaso, al tamaño muestral poco representativo, las variables medidas en ambos estudios no coinciden, entre otras cosas.

Por otro lado, Mc Donald et al (21) en otro estudio, donde la aplicación del “Foam Roller” fue posterior a una actividad deportiva, asemejando esta intervención a la comentada anteriormente de Pearcy et al (22), provoca una disminución significativa de los valores de fuerza. En su estudio Mc Donald et al (21), realizan dos grupos, un grupo control y un grupo intervención. Ambos realizan 10 series de 10 repeticiones de sentadillas profundas con un 60% de la 1RM, posteriormente evaluaban la fuerza máxima, el salto vertical y el rango de flexión-extensión. El grupo intervención se aplicó la técnica de “Foam Roller”, 60s por musculatura por 5 zonas distintas del muslo, inmediatamente después de la primera medición y volvieron a medirse. (21)

Comparando estos resultados con los del presente estudio, se observa que con una medición muy parecida a la realizada por Pearcy et al (22) con una única diferencia de 15 segundos de aplicación del “Foam Roller” por músculo, se

aprecia que en el estudio de Mc Donald et al (21) hay una disminución de la fuerza muscular de forma significativa. En cambio, en este estudio, tal y como se ha mencionado anteriormente, los valores de fuerza aumentan tras la aplicación del "Foam Roller". Esta pérdida de fuerza podría ser provocada por el dolor que se genera posterior al ejercicio y no por la aplicación continua del "Foam Roller". Ya que pasadas 48 horas de la intervención, Mc Donald et al (21) volvieron a medir los valores de fuerza máxima y estos se asemejan a los del grupo control.(21) Esto puede ser posible a causa de que en este período de tiempo se encuentra una mayor disminución del DOMS

Analizando los resultados del presente estudio, se observa que a nivel electromiográfico existen diferencias estadísticamente significativas, a nivel del recto femoral en el momento de realizar el despegue, después de la aplicación del "Foam Roller" siendo este el único vasto que presenta cambios significativos.

Sin embargo, Martínez – Cabrera F y Nuñez – Sanchez, F (18) en el año 2016, no encontró cambios significativos en la contracción muscular del recto femoral posterior a la aplicación del "Foam Roller". Su estudio evaluó las propiedades mecánicas del vasto recto femoral con tensomiografía de superficie, para ello aplicó el "Foam Roller" en dos series de 15 segundos con dos minutos de descanso entre series y solo realizando la aplicación en la pierna dominante. Posteriormente, midió los parámetros musculares en ambas piernas y repitió el proceso dos veces más. En la pierna donde se aplicó "Foam Roller" no se encontraron cambios significativos ni en el desplazamiento muscular ni en el tiempo de contracción. (18)

Pearcy et al (22) en el estudio que se ha comentado anteriormente, observó que durante la realización de movimientos dinámicos se evidenciaban cambios en la activación muscular. (22) Sin embargo, Mc Donald et al (21) a las 48 horas post aplicación coincidiendo este momento con el punto de mayor tolerancia al dolor, no encontró cambios significativos en dicha variable. (21)

Estos resultados, posiblemente se pueden dar por una falta de protocolo estandarizado, ya que el proceso de aplicación del rodillo de espuma difiere en la incidencia de presión, en el abordaje y en el tiempo de aplicación de la musculatura a medir. Pudiendo alterar de esta forma los diferentes resultados.

En el presente estudio, aunque solo el recto femoral genera cambios significativos durante el momento del despegue, en detrimento de la actividad muscular, se aprecia una relación donde el vasto medial y el recto femoral, independientemente del momento del salto en el que se encuentre, se ve disminuida su activación muscular posterior a la aplicación del "Foam Roller". Sin embargo, el vasto lateral se ve aumentado en ambas fases del movimiento.

Por otro lado, Wiewelhove T, et al (52) en su metaanálisis sobre el uso del "Foam Roller", donde analizó 21 estudios, 14 de aplicación de pre-competición y 7 post competición y revisando la variable de rendimiento durante el salto, no obtuvo valores significativos en cuanto al rendimiento del salto. Sin tener en cuenta la activación muscular, ya que es una variable que no coincide en los estudios analizados por el autor. (52) Siguiendo esta dinámica, Mc Donald et al (6) realizaron otro estudio en el que evidenciaban que la aplicación del "Foam Roller" generaba cambios en la altura del salto vertical, a corto plazo. Reportaron aumentos de un 3% pasadas 24 horas y de un 4,5% pasadas las 48h, en la altura del salto. (6) En este estudio no se ha tenido en cuenta dicha variable, aunque observando los resultados mencionados por los diferentes autores, cuyos son contradictorios, podría ser una variable representativa para futuros estudios sobre el efecto del "Foam Roller".

Analizando los diferentes resultados de este estudio, en comparación de lo abordado en la literatura, se observa que hay mucha discordancia entre ellos. Esto podría ser debido a la forma de aplicación. Ya que una aplicación genérica del "Foam Roller" sobre el cuádriceps ejerce mayor presión sobre el recto femoral y el vasto medial, dejando al vasto lateral con una incidencia menor sobre dicho utensilio. Por lo tanto, este último no recibiría la misma presión de calentamiento.

Haciendo hincapié a la variable ROM, variable no significativa en el presente estudio, se encuentra en la bibliografía consultada que diversos estudios hacen referencia a la mejora significativa del ROM en momentos posteriores a la aplicación del "Foam Roller". (11 – 13,16,21) Aunque hacen mención a que los cambios obtenidos suelen ser a corto plazo y no perdurar en el tiempo, esto puede ser debido a que los protocolos de aplicación de "Foam Roller" no se extienden en el tiempo pudiendo generar efectos mayores que sí puedan

perdurar.

Siguiendo esta dinámica, Mohr et al (11) encuentran que la aplicación del “Foam Roller” combinada con un estiramiento estático produce un aumento del ROM de forma significativa comparado con diversos grupos de intervención como serían; un grupo solo de estiramiento estático, un grupo solo de “Foam Roller” y un grupo control que no realizaría ninguna de las intervenciones mencionadas anteriormente. Los resultados que Mohr et al (11) observaron en su estudio, demuestran una clara mejoría en cuanto al ROM respecto los otros grupos de estudio, pero los otros dos grupos de intervención también demuestran una mejoría en el ROM, sin llegar a ser significativa, respecto el grupo control. Pudiendo crear una hipótesis sobre si la mejora del ROM es debida a la suma de los estiramientos y el “Foam Roller” o por estos dos conceptos de forma separada. En el presente estudio, solo se ha realizado la aplicación del rodillo de espuma en una única sesión mediante dos series de un minuto, en cambio el estudio analizado se ha realizado durante 6 sesiones. (11) Esta diferencia en los tiempos de aplicación entre los estudios, puede haber creado diferencias en el resultado de los mismos.

En este estudio, como en la mayoría de la bibliografía, se han tenido en cuenta variables de rendimiento como son el salto o la fuerza. Sin embargo, Mikesky et al (53) sugieren que las medidas de capacidad de salto y fuerza son variables que se desempeñan en un espacio unidimensional y que las mejoras en estos aspectos no pueden ser comparables a los cambios que surgen en ejercicios con mayor coordinación y complejidad como puede ser un sprint. Aunque el salto es una tarea coordinada, se realiza en un tiempo de tan breve duración, que no da la oportunidad de mostrar cambios relevantes. (53)

Por otro lado, Hopkins et al (54) establecieron un coeficiente de variación que oscila entre el 0,3 - 0,4 segundos en la variable del rendimiento durante el sprint, o de un 0,8% en otras variables, se puede considerar como el mínimo cambio para que un atleta de élite aumente sus probabilidades de victoria en un 10%. (54)

Todo esto puede hacer pensar qué: aunque estadísticamente no haya grandes cambios, estos relacionados en el entorno del atleta pueden generar modificaciones relevantes para su rendimiento deportivo.

El estudio y la comparación con la literatura, hacen pensar que pequeños cambios a corto plazo sin afectar negativamente al rendimiento muscular, se podrían tener en cuenta a la hora de generar nuevos protocolos de calentamiento.

Esto produce una nueva apertura de líneas de investigación, ya sea comparando el uso del “Foam Roller” con el calentamiento clásico, o comparando distintos patrones de aplicación del “Foam Roller” en tiempo y forma para dar más luz a la aplicación de este dispositivo.

15 CONCLUSIONES.

La aplicación de “Foam Roller” durante dos series de un minuto previo a la actividad física tiene una repercusión positiva en la fuerza durante la extensión de rodilla.

El musculo recto femoral durante el momento de despegue del salto CMJ presenta una alteración significativa disminuyendo su actividad electromiográfica.

El ROM de flexo-extensión, aunque aumenta posterior a la aplicación no se aprecia una diferencia significativa.

La fuerza isométrica aumenta significativamente en comparación con la medida obtenida previa a la aplicación.

La fuerza isocinética a 120°/s se ve aumentada de forma significativa tras dicha aplicación.

Los valores de fuerza isocinética a 60°/s no generan cambios estadísticamente significativos aunque tiene una tendencia positiva.

La actividad electromiográfica del vasto medial tiene una repercusión negativa, aunque no presenta cambios significativos en ninguna de las fases del salto.

El recto femoral durante la fase de recepción del salto CMJ genera un déficit de activación no significativo.

Durante la realización del salto CMJ, el vasto lateral genera cambios positivos en su actividad electromiográfica, aunque los valores no son significativos.

La aplicación de “Foam Roller” previa a la realización de ejercicio presenta un aumento en el rendimiento deportivo de la musculatura del cuádriceps, tras dos minutos de rodamientos.

16 LISTADO DE REFERENCIAS.

1. Kunz, M. Gran censo de la FIFA 2006. FIFA Magazine. Jul 2017. Pág 14 – 15.
2. Ministerio de ciencia y deporte; Consejo superior de deportes. Licencias y clubes federados – Memoria 2017. Dec 2017.
3. Espinoza – Navarro, O. Valle, S. Composición corporal y el efecto de un programa de fuerza auxiliar para prevenir lesiones en músculos cuádriceps femoral, isquiotibiales y bíceps femoral en jóvenes universitarios futbolistas. Int. J. Morphol. Dec 2014; 32(3): 1095 – 1100.
4. Behm DG and Chaouachi A. A review of the acute effects of static and dynamic stretching on performance. Eur J Appl Physiol. 2011;111(11): 2633- 2651.
5. Barnes, M.F. The basic science of myofascial release: Morphologic change in connective tissue. J Bodyw Mov Ther. 2007;1(4): 231-238.
6. MacDonald, G., Penney, M., Mullaley, M., Cuconato, A., Drake, C., Behm, D.G., and Button, D.C. An acute bout of self myofascial release increases range of motion without a subsequent decrease in neuromuscular performance. J of Strength Cond Res. 2012.
7. Findley T, Chaudhry H, Stecco A, Roman M. Fascia research--a narrative review. J Bodyw Mov Ther. 2012 Jan;16(1):67–75.
8. Drake, M., Bittenbender, C., Boyles, R.E. The ShortTerm Effects of Treating Plantar Fasciitis With a Temporary Custom Foot Orthosis and Stretching. J Orthop Sports Phys Ther. 2011;41(4):221-231.
9. Bonjour L. El foam roller como herramienta de prevención de lesión de

isquiotibiales en futbolistas amateurs. universidad publica de navarra; 2017.

10. Sullivan KM, Silvey DBJ, Button DC, Behm DG. Roller-massager application to the hamstrings increases sit-and-reach range of motion within five to ten seconds without performance impairments. *Int J Sports Phys Ther.* 2013 Jun;8(3):228-236.
11. Mohr AR, Long BC, Goad CL. Effect of Foam Rolling and Static Stretching on Passive Hip-Flexion Range of Motion. *J Sport Rehabil.* 2014 Nov;23(4):296–9.
12. Bushell JE, Dawson SM, Webster MM. Clinical Relevance of Foam Rolling on Hip Extension Angle in a Functional Lunge Position. *J Strength Cond Res.* 2015 Sep;29(9):2397–403.
13. Behara B, Jacobson BH. Acute Effects of Deep Tissue Foam Rolling and Dynamic Stretching on Muscular Strength, Power, and Flexibility in Division I Linemen. *J Strength Cond Res* 2017 Apr;31
14. Aiflex [Internet]. Estilos de rodillo de espuma. 2 pantallas. [actualizado 2 Mayo 2018] [citado 23 Mayo 2019]. Disponible en: <http://es.aiflexsports.com/news/foam-roller-styles-15785130.html>
15. Cho S-H, Kim S-H, Park D-J. The comparison of the immediate effects of application of the suboccipital muscle inhibition and self-myofascial release techniques in the suboccipital region on short hamstring. *J Phys Ther Sci.* 2015;27(1):195–7.
16. Stevens D. Foam rolling as recovery aid for athletes. *J Aust Strength Cond* 2013.
17. Feldbauer C, Brittany A, Smith B, Van Lunen B. The effects of self-

myofascial release on flexibility of the lower extremity: A critically appraised topic. *Int J Athl Therapy Training* 2015.

18. Martínez-Cabrera F, Núñez-Sánchez F. Acute Effect of a Foam Roller on the Mechanical Properties of the Rectus Femoris Based on Tensiomyography in Soccer Players. *International Journal of Human Movement and Sports Sciences*. 2016;4(2):26-32.
19. Lewis PB, Ruby D, Bush-Joseph CA. Muscle Soreness and Delayed-Onset Muscle Soreness. *Clin Sports Med*. 2012 Apr;31(2):255–62.
20. Cheung K, Hume P, Maxwell L. Delayed onset muscle soreness: treatment strategies and performance factors. *Sports Med Auckl NZ*. 2003;33(2):145–64.
21. MacDonald GZ, Button DC, Drinkwater EJ, Behm DG. Foam Rolling as a Recovery Tool after an Intense Bout of Physical Activity: *Med Sci Sports Exerc*. 2014 Jan;46(1):131–42.
22. Pearcey GEP, Bradbury-Squires DJ, Kawamoto J-E, Drinkwater EJ, Behm DG, Button DC. Foam Rolling for Delayed-Onset Muscle Soreness and Recovery of Dynamic Performance Measures. *J Athl Train*. 2015 Jan;50(1):5–13.
23. Barnes M. The basic science of myofascial release: morphological change in connective tissue. *J Bodyw Mov Ther* 1997
24. Bradbury-Squires D, Kawamoto J, Drinkwater E, Behm D, Button D. Foam rolling of delayed-onset muscle soreness and recovery of dynamic performance measures. *J Athl Train* 2015
25. Healey KC, Hatfield DL, Blanpied P, Dorfman LR, Riebe D. The effects of myofascial release with foam rolling on performance. *J Strength*

Cond Res 2014 Jan;28(1):61-68.

26. Bottas R, Nicol C, Komi P, Linnamo V. Adaptive changes in motor control of rhythmic movement after maximal eccentric actions. *J Electromyogr Kinesiol* 2009
27. Matsuo S, Suzuki S, Iwata M, Banno Y, Asai Y, Tsuchida W et al. Acute Effects of Different Stretching Durations on Passive Torque, Mobility, and Isometric Muscle Force. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2013;27(12):3367-3376.
28. Ryan E, Beck T, Herda T, Hull H, Hartman M, Stout J et al. Do Practical Durations of Stretching Alter Muscle Strength? A Dose-Response Study. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 2008;40(8):1529-1537.
29. de la Fuente, Ana Beatriz Varas, Secunza IG. Determinación de la normalidad mediante evaluación isocinética de la musculatura del complejo articular del hombro. *Revista iberoamericana de fisioterapia y kinesiología* 2003; 6(2):81-90.
30. Anchuela Ocaña J, Gomez Pellico L. La relación isquiotibiales/cuadriceps como índice predictivo de gonartrosis. *Revista española de cirugía osteoarticular*. 1999;(197).
31. Davies GJ. A compendium of isokinetics in clinical usage and rehabilitation techniques. 4^o Ed. Wiscosin, S. and S. Publishers; 1992
32. Sanchez Ibañez JM. Dinamometria muscular isocinética. *Fisioterapia* 1993; 15:67-78
33. Milani P, Coccetta CA, Rabini A, Sciarra T, Massazza G, Ferriero G. Mobile smartphone applications for body position measurement in

rehabilitation: a review of goniometric tools. PM & R. 2014 Nov; 6(11): 1038

34. Tapia Castejon JC. Validación del goniómetro digital Hawk HCT como herramienta de medida para la flexo-extensión de rodilla [Master Tesis]. Repositorio Biblioteca Universidad Pontificia Comillas. Madrid 2017.
35. Milanese S, Gordon S, Buettner P, Flavell C, Ruston S, Coe D, et al. Reliability and concurrent validity of knee angle measurement: smart phone app versus universal goniometer used by experienced and novice clinicians. Manual ther. 2014 Dec; 19(6): 569-74.
36. Ockendon M, Gilbert RE. Validation of a novel smartphone accelerometer-based knee goniometer. J Knee Surg. 2012 Sep;25(4):341-45.
37. Precisión - Goniometro HAWK [Internet]. Goniometro HAWK. 2019 [citado 24 Mayo 2019]. Disponible en: <https://goniometro-hawk.com/precision/>
38. Huerta N, Pino R. Indices de Fatiga muscular local en hombres y mujeres, determinados a través de Electromiografía de superficie, en Extensores de Rodilla [licenciatura]. universidad de chile; 2003.
39. Lindsröm L., Kadefors R., Petersén I., "An electromyographic index for localized muscle fatigue". J Appl. Physiol.: Respirat Environ. Exercise Physiol. 43(4): 750-754, 1977.
40. Ap Biasotto-Gonzalez D, Berzin F, da Costa JM, de Gonzalez TO. Electromyographic study of stomatognathic system muscles during chewing of different materials. Electromyogr Clin Neurophysiol. 2010 Mar. 50(2):121-7.

41. de Brito – Bitencourt G, Gonçalves M, Kobayashi F, Motta L, Silva D, et al. Administration of low-level laser on muscles of mastication following the induction of initial fatigue: protocol for a randomized, controlled, clinical trial. *Medicine (Baltimore)*. 2018 Jun;97
42. Sarilho de Mendonça F, de Tarso Camillo de Carvalho, Paulo, Biasotto-Gonzalez DA, Calamita SAP, de Paula Gomes, Cid André Fidelis, Amorim CF, et al. Muscle fiber conduction velocity and EMG amplitude of the upper trapezius muscle in healthy subjects after low-level laser irradiation: a randomized, double-blind, placebo-controlled, crossover study. *Lasers Med Sci* 2018 May;33(4):737-744.
43. Pessoa D, Costa D, Prianti B, Delpasso C, Arisawa E, Nicolau R. Association of facial massage, dry needling, and laser therapy in Temporomandibular Disorder: case report. *Codas*. 2018 Nov 29;30
44. Amú Ruiz C, Antonio F. Capacidad de salto vertical en jóvenes de la Universidad del Valle Cali *Revista Científica "General José María Córdova"*, 2011, pp. 301-316
45. Markovic G, dizdar D, jukic I, cardinal M. Reliability and Factorial Validity of Squat and Countermovement Jump Tests. *Science*. 1914
46. Garrido Chamorro R, González Lorenzo M. Test de Bosco. Evaluación de la potencia anaeróbica de 765 deportistas de alto nivel. *Rev Digit - Buenos Aires*. 2004;10:78.
47. Bosco C, Luhtanen P, Komi P. A simple method for measurement of mechanical power in jumping. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*. 1983;50(2):273-282.

48. Bobbert M, Mackay M, Schinkelshoek D, Huijing P, van Ingen Schenau G. Biomechanical analysis of drop and countermovement jumps. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*. 1986;54(6):566-573.
49. CHUNG-YU C, WEI-KAI W. THE EFFECTS OF EXTERNAL LOAD ON LOWER EXTREMITY ELECTROMYOGRAPHY AMPLITUDE DURING COUNTERMOVEMENT JUMP. 34^o International Conference on Biomechanics in Sport [Internet]. TSUKUBO; 2016 [citado 4 Junio 2019]. Disponible en: <https://ojs.ub.unionstanz.de/cpa/article/view/6868/6164>
50. Calculadora de Tamaño muestral GRANMO [Internet]. GRANMO. Abril 2012 [citado 30 Junio 2019]. Disponible en: <https://www.imim.cat/ofertadeserveis/softwarepublic/granmo/>
51. Yatsenko P, Rybalov O, Yatsenko O, Novikov V, Korol D, Kindiy D, Kindy V. [Electromyographic characteristics of temporal and masticatory muscles in patients with compression-dislocation dysfunction of temporomandibular joints of different severity]. *Wiad Lek*. 2018 Dec;71 (3 pt 2):663-670.
52. Wiewelhove, Thimo & Döweling, Alexander & Schneider, Christoph & Hottenrott, Laura & Meyer, Tim & Kellmann, Michael & Pfeiffer, Mark & Ferrauti, Alexander. (2019). A Meta-Analysis of the Effects of Foam Rolling on Performance and Recovery. *Frontiers in Physiology*. 10.
53. Mikesky, Alan & Bahamonde, Rafael & Stanton, Katie & Alvey, Thurman & Fitton, Tom. (2002). Acute Effects of The Stick on Strength, Power, and Flexibility. *Journal of strength and conditioning research / National Strength & Conditioning Association*. 16. 446-50.

54. Malcata, R. M., and Hopkins, W. G. (2014). Variability of competitive performance of elite athletes: a systematic review. *Sport. Med.* 44, 1763–1774.

17 ANEXOS

17.1 ANEXO 1

DOCUMENTO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

“Variaciones biomecánicas en el cuádriceps, de futbolistas, tras la aplicación de masaje con “Foam Roller ”

Usted tiene derecho a conocer el procedimiento al que va a ser sometido y las complicaciones que pueden surgir como participante de este estudio.

Con la firma del presente documento ratifica que se le ha informado de todos los riesgos de la terapia que va a recibir y ha podido consultar todas las dudas que se le planteen. Del mismo modo, ha podido resolver las cuestiones planteadas sobre la sistemática de evaluación y los riesgos de la misma.

Le recordamos que, por imperativo legal, tendrá que firmar el consentimiento informado para que podamos realizarle dicho procedimiento.

PROCEDIMIENTO

El objetivo del estudio es Analizar la efectividad de la aplicación de “Foam Roller” en el cuádriceps del futbolista previa al entrenamiento.

Antes de comenzar el estudio y al finalizar el mismo, los pacientes serán citados en el Laboratorio de Biomecánica de la Escuela de Enfermería y Fisioterapia de San Juan de Dios (Avenida de San Juan de Dios, 1. 28350 Ciempozuelos, Madrid) para realizar una medición del momento de fuerza máxima isométrica extensión de rodilla, una medición isocinética a 60°/s, otra a 120°/s y una medición del ROM de flexo-extensión.

MEDICIÓN

Se medirá el ROM de flexo-extensión, en bipedestación, con el cuádriceps

apoyado sobre una superficie estable que permita flexionar la rodilla sin problemas, colocando el goniómetro Hawk en la parte superior del maléolo externo del tobillo, realizando tres repeticiones de cada movimiento y se realizará la media de las tres medidas.

Posteriormente se procederá a realizar las mediciones de fuerza isométrica, e isocinéticas realizadas con el dinamómetro isocinético (Primus RS, BTE-technologies) en los movimientos de flexión y extensión de rodilla.

RIESGOS Y CONTRAINDICACIONES

A continuación, se especifican los posibles riesgos y contraindicaciones implícitas en el estudio:

Riesgos específicos del uso de equipos de dinamometría isocinética

No se conocen riesgos específicos derivados de uso de dispositivos isocinéticos, salvo los derivados de cualquier actividad física como pueden ser la fatiga, dolores articulares y la aparición de dolor muscular posterior al ejercicio.

Criterios de exclusión:

- Haber recibido tratamiento, por un profesional de la salud o pseudociencias, en las 24 horas previas a la medición.
- Haber realizado una actividad deportiva en las 12 horas previas a la medición.
- Tener una lesión en estado agudo o crónico musculoligamentosa en el miembro inferior.
- Padecer insuficiencia cardiaca congestiva, insuficiencia renal, trastornos hemorrágicos o enfermedades cutáneas contagiosas.
- No haber firmado el consentimiento informado.

DERECHOS

La participación en el estudio es libre y voluntaria y usted tiene derecho a:

- Abandonar el estudio en cualquier momento, sin justificación ni perjuicio de su atención sanitaria y decidir el destino de sus datos personales.
- Contactar con el investigador cuando lo necesite.
- Acceder, rectificar y cancelar los datos de carácter personal en cualquier momento. Se garantiza la protección de datos personales mediante la creación de una base de datos anónima, en la que cada sujeto tiene una clave asignada que solo conoce el investigador principal.

Todos los datos recogidos para el proyecto serán tratados con las medidas de seguridad establecidas en cumplimiento de la “Ley Orgánica 15/1999 de Protección de Datos de carácter personal”.

CONSENTIMIENTO INFORMADO

Estudio clínico:

“Variaciones biomecánicas en el cuádriceps, de futbolistas, tras la aplicación de masaje con “Foam Roller ”

SUJETO

D./Dña. _____ con DNI

Se me ha informado sobre la terapia que voy a recibir y conozco la importancia de la firma que este documento en relación al consentimiento informado. He tenido la oportunidad de resolver mis dudas sobre los procedimientos e intervenciones del estudio. Firmando abajo consiento que se me apliquen los procedimientos que se me ha explicado de forma suficiente y comprensible.

Entiendo que tengo derecho a rehusar en cualquier momento. Comprendo mi plan de trabajo y consiento en ser tratado por un fisioterapeuta colegiado.

Declaro no encontrarme en ninguno de los casos de las contraindicaciones especificadas en este documento.

Declaro haber facilitado leal y verdaderamente los datos sobre el estado físico y salud de mi persona que pudiera afectar a los procedimientos que se me van a realizar. Así mismo, decido dar mi conformidad libre, voluntaria y consciente a los procedimientos que se me han informado.

Firma:

_____ de _____ de _____

INVESTIGADOR

Don *Héctor Jimeno González* con DNI *50483724N*.

Fisioterapeuta e investigador de la Escuela de Enfermería y Fisioterapia "San Juan de Dios" (Universidad Pontificia de Comillas, Madrid) declaro haber facilitado al sujeto y/o persona autorizada, toda la información necesaria para la realización de los procedimientos explicitados en el presente documento y declaro haber confirmado, inmediatamente antes de la aplicación de los mismos, que el sujeto no incurre en ninguno de los casos contraindicados relacionados anteriormente, así como haber tomado todas las precauciones necesarias para que la aplicación de los procedimientos sea correcta.

Firma:

_____ de _____ de _____

REVOCACIÓN

SUJETO

D./Dña. _____ con DNI

El día _____ del mes _____ del año _____ Revoco el consentimiento informado firmado el _____ en virtud de mi propio derecho. Para que conste y haga efecto, firmo el presente documento.

Firma:

_____ de _____ de _____

17.2 ANEXO 2

Calculadora de Tamaño muestral GRANMO
Versión 7.12 Abril 2012

Català Castellano English

Medias : Medias apareadas (repetidas en un grupo)

Riesgo Alfa: 0.05 0.10 Otro

Tipo de contraste: unilateral bilateral

Riesgo Beta: 0.20 0.10 0.05 0.15 Otro

Desviación estándar de las diferencias:

Diferencia mínima a detectar:

Proporción prevista de pérdidas de seguimiento:

calcula

27/06/2019 15:29:29 Medias apareadas (repetidas en un grupo) (Medias)
Aceptando un riesgo alfa de 0.05 y un riesgo beta de 0.2 en un contraste bilateral, se precisan 6 sujetos para detectar una diferencia igual o superior al 98.75 unidades. Se asume una desviación estándar de 75.61. Se ha estimado una tasa de pérdidas de seguimiento del 15%.

Proporciones

Medias

- Dos medias independientes
- Medias apareadas (repetidas en un grupo)**
- Observada respecto a una de Referencia
- Medias apareadas (repetidas en dos grupos)
- Estimación Poblacional
- Análisis de la varianza
- Potencia de un contraste

Otras

Imagen 1: cálculo tamaño muestral para la variable EMG_despegue_RF

Calculadora de Tamaño muestral GRANMO
Versión 7.12 Abril 2012

Català Castellano English

Medias : Medias apareadas (repetidas en un grupo)

Riesgo Alfa: 0.05 0.10 Otro

Tipo de contraste: unilateral bilateral

Riesgo Beta: 0.20 0.10 0.05 0.15 Otro

Desviación estándar de las diferencias:

Diferencia mínima a detectar:

Proporción prevista de pérdidas de seguimiento:

calcula

27/06/2019 15:35:49 Medias apareadas (repetidas en un grupo) (Medias)
Aceptando un riesgo alfa de 0.05 y un riesgo beta de 0.2 en un contraste bilateral, se precisan 26 sujetos para detectar una diferencia igual o superior al 0.048 unidades. Se asume una desviación estándar de 0.08. Se ha estimado una tasa de pérdidas de seguimiento del 15%.

Proporciones

Medias

- Dos medias independientes
- Medias apareadas (repetidas en un grupo)**
- Observada respecto a una de Referencia
- Medias apareadas (repetidas en dos grupos)
- Estimación Poblacional
- Análisis de la varianza
- Potencia de un contraste

Otras

Imagen 2: cálculo tamaño muestral para la variable FMI

Calculadora de Tamaño muestral GRANMO
 Versión 7.12 Abril 2012

Català Castellano English

Medias : Medias apareadas (repetidas en un grupo)

Riesgo Alfa: 0.05 0.10 Otro

Tipo de contraste: unilateral bilateral

Riesgo Beta: 0.20 0.10 0.05 0.15 Otro

Desviación estándar de las diferencias:

Diferencia mínima a detectar:

Proporción prevista de pérdidas de seguimiento:

calcula Limpia resultados Limpia todo Selecciona todo Imprimir

27/06/2019 15:36:23 Medias apareadas (repetidas en un grupo) (Medias)

Aceptando un riesgo alfa de 0.05 y un riesgo beta de 0.2 en un contraste bilateral, se precisan 30 sujetos para detectar una diferencia igual o superior al 143.3 unidades. Se asume una desviación estándar de 257.55. Se ha estimado una tasa de pérdidas de seguimiento del 15%.

Proporciones

Medias

- Dos medias independientes
- Medias apareadas (repetidas en un grupo)
- Observada respecto a una de Referencia
- Medias apareadas (repetidas en dos grupos)
- Estimación Poblacional
- Análisis de la varianza
- Potencia de un contraste

Otras

Imagen 3: cálculo tamaño muestral para la variable FM120

17.3 ANEXO 3

TABLA DE RECOGIDA DE DATOS.

	A	B	C	U	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	U	P	U	H	S	I	U	Y
1	ID	ROM	FM60	FM120	FMI	VMPRE	VFPRE	VLPRE	RMPRE	RFPRE	RLPRE	ROMPOST	FM60POS	FM120POS	FMIPOST	VMPOST	VFPOST	VLPOST	RMPPOST	RFPOST	RLPOST	
2	HJG001	105	646	362	538	0,329	0,313	0,36	0,243	0,178	0,132	107,3	842	731	718	0,301	0,218	0,312	0,255	0,24	0,227	
3	HJG003	115,6	421	520	315,2	0,237	0,119	0,287	0,148	0,169	0,252	120,3	531	640	430,8	0,236	0,049	0,232	0,117	0,038	0,109	
4	HJG004	126	614	656	430	0,297	0,316	0,272	0,289	0,191	0,236	122	657	668	530,9	0,304	0,245	0,253	0,108	0,084	0,131	
5	HJG005	105,3	363	635	438	0,117	0,132	0,136	0,104	0,115	0,242	114	1029	1160	473	0,114	0,123	0,133	0,125	0,079	0,23	
6	HJG006	119	629	381	443	0,275	0,355	0,34	0,272	0,308	0,24	122,3	668	594	589	0,294	0,236	0,31	0,244	0,119	0,327	
7	HJG007	114,2	631	550	493	0,328	0,272	0,252	0,121	0,102	0,134	124	563	624	648	0,296	0,143	0,23	0,109	0,055	0,144	
8	HJG008	141	695	418	420	0,3	0,301	0,323	0,221	0,175	0,242	142	456	607	601	0,304	0,296	0,312	0,328	0,115	0,327	
9	HJG009	136	504	611	579	0,271	0,274	0,306	0,209	0,212	0,21	123	664	613	606	0,239	0,312	0,356	0,259	0,233	0,296	
10	HJG010	122	1150	1125	518	0,243	0,348	0,322	0,144	0,096	0,151	130	1154	1024	542	0,172	0,3	0,217	0,089	0,133	0,103	
11	HJG011	119,3	1087	1022	518	0,32	0,322	0,171	0,197	0,139	0,142	127,3	1090	1052	541	0,444	0,355	0,58	0,177	0,117	0,225	
12																						

17.4 ANEXO 4

Descriptivos

		Estadístico	Error estándar
FM120	Media	628,00	81,444
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior Límite superior	443,76 812,24
	Media recortada al 5%	615,17	
	Mediana	580,50	
	Varianza	66331,111	
	Desviación estándar	257,548	
	Mínimo	362	
	Máximo	1125	
	Rango	763	
	Rango intercuartil	339	
	Asimetría	1,131	,687
	Curtosis	,421	1,334
	FMI	Media	469,220
95% de intervalo de confianza para la media		Límite inferior Límite superior	415,132 523,308
Media recortada al 5%		471,678	
Mediana		468,000	
Varianza		5716,884	
Desviación estándar		75,6101	
Mínimo		315,2	
Máximo		579,0	
Rango		263,8	
Rango intercuartil		95,5	
Asimetría		-,639	,687
Curtosis		,680	1,334
EMG_pre_despegue_RF		Media	,27520
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior Límite superior	,21557 ,33483
	Media recortada al 5%	,27944	
	Mediana	,30700	
	Varianza	,007	
	Desviación estándar	,083356	
	Mínimo	,119	
	Máximo	,355	

	Rango		,236	
	Rango intercuartil		,092	
	Asimetría		-1,346	,687
	Curtosis		,609	1,334
FM120 POST	Media		771,30	68,997
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	615,22	
		Límite superior	927,38	
	Media recortada al 5%		759,56	
	Mediana		654,00	
	Varianza		47606,456	
	Desviación estándar		218,189	
	Mínimo		594	
	Máximo		1160	
	Rango		566	
	Rango intercuartil		420	
	Asimetría		1,021	,687
	Curtosis		-,839	1,334
FMI POST	Media		567,970	26,3532
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	508,355	
		Límite superior	627,585	
	Media recortada al 5%		567,256	
	Mediana		565,500	
	Varianza		6944,916	
	Desviación estándar		83,3362	
	Mínimo		430,8	
	Máximo		718,0	
	Rango		287,2	
	Rango intercuartil		100,1	
	Asimetría		,111	,687
	Curtosis		,138	1,334
EMG_post_despegue_RF	Media		,22770	,030502
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	,15870	
		Límite superior	,29670	
	Media recortada al 5%		,23056	
	Mediana		,24050	
	Varianza		,009	
	Desviación estándar		,096457	
	Mínimo		,049	
	Máximo		,355	
	Rango		,306	

	Rango intercuartil		,165	
	Asimetría		-,634	,687
	Curtosis		-,422	1,334
EMG_pre_despegue_VL	Media		,27690	,023023
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	,22482	
		Límite superior	,32898	
	Media recortada al 5%		,28011	
	Mediana		,29650	
	Varianza		,005	
	Desviación estándar		,072806	
	Mínimo		,136	
	Máximo		,360	
	Rango		,224	
	Rango intercuartil		,096	
	Asimetría		-1,065	,687
	Curtosis		,269	1,334
EMG_post_despegue_VL	Media		,29350	,037714
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	,20818	
		Límite superior	,37882	
	Media recortada al 5%		,28650	
	Mediana		,28150	
	Varianza		,014	
	Desviación estándar		,119263	
	Mínimo		,133	
	Máximo		,580	
	Rango		,447	
	Rango intercuartil		,096	
	Asimetría		1,526	,687
	Curtosis		3,735	1,334

Tabla 1: estadísticos descriptivos de variables dependientes

		Percentiles						
		Percentiles						
		5	10	25	50	75	90	
Promedio ponderado(Definición 1)	FM120	362,00	363,90	408,75	580,50	747,50	1114,70	.
	FMI	315,200	325,680	427,500	468,000	523,000	574,900	.
	EMG_pre_despegue_RF	,11900	,12030	,23700	,30700	,32850	,35430	.
	FM120 POST	594,00	595,30	611,50	654,00	1031,00	1149,20	.
	FMI POST	430,800	435,020	516,425	565,500	616,500	711,000	.

	EMG_post_despegue_RF	,04900	,05640	,13800	,24050	,30300	,35070	.
	EMG_pre_despegue_VL	,13600	,13950	,23175	,29650	,32725	,35800	.
	EMG_post_despegue_VL	,13300	,14140	,22675	,28150	,32300	,55760	.
Bisagras de	FM120			418,00	580,50	656,00		
Tukey	FMI			430,000	468,000	518,000		
	EMG_pre_despegue_RF			,27200	,30700	,32200		
	FM120 POST			613,00	654,00	1024,00		
	FMI POST			530,900	565,500	606,000		
	EMG_post_despegue_RF			,14300	,24050	,30000		
	EMG_pre_despegue_VL			,25200	,29650	,32300		
	EMG_post_despegue_VL			,23000	,28150	,31200		

Tabla 2: Percentiles de variables dependientes.