



Efecto del Estiramiento Activo de 30 Segundos Sobre la Fuerza de Prensión Manual en Adultos Jóvenes

Melissa Echeverría Rueda

Marlyn Estefany López Páez

Programa de Fisioterapia

Facultad de Salud, Universidad de Pamplona

Cúcuta

Noviembre, 2022



SC-CER96940



“Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz”

Universidad de Pamplona

Pamplona - Norte de Santander - Colombia

Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750

www.unipamplona.edu.co



**Efecto del Estiramiento Activo de 30 Segundos Sobre la Fuerza de Presión Manual en
Adultos Jóvenes**

Melissa Echeverría Rueda

Marlyn Estefany López Páez

Trabajo de grado presentado como requisito para optar por el título de Fisioterapeuta

Tutor: Oscar Eduardo Mateus

Programa de Fisioterapia

Facultad de Salud, Universidad de Pamplona

Cúcuta

Noviembre, 2022



SC-CER96940



"Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz"
Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750
www.unipamplona.edu.co



Tabla de Contenido

Resumen.....	7
Palabras Clave.....	7
Abstract.....	8
Key Word.....	8
Introducción.....	9
Planteamiento Del Problema.....	11
Justificación.....	13
Objetivo.....	14
Objetivo general.....	14
Marco Teórico.....	15
El estiramiento.....	15
Mano.....	18
Fuerza muscular.....	23
Dinamometría Manual.....	26
Metodología.....	28
Sujetos.....	28



SC-CER96940



“Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz”

Universidad de Pamplona

Pamplona - Norte de Santander - Colombia

Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750

www.unipamplona.edu.co



Procedimientos de Medición y Resultados	29
Evaluación de la Fuerza Prensil	29
Evaluación de Estiramiento.....	30
Protocolos de Intervención.....	30
Análisis estadístico.....	33
Resultados	34
Discusión.....	37
Conclusiones	41
Bibliografía	42



SC-CER96940



“Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz”
 Universidad de Pamplona
 Pamplona - Norte de Santander - Colombia
 Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750
www.unipamplona.edu.co



Lista de Ilustraciones

Figura 1. Músculos extrínsecos.....	21
Figura 2. Músculos intrínsecos de la mano.....	22
Figura 3. Distribución aleatoria y asignación a grupo de intervención	32
Figura 4. Flujograma asignación, seguimiento y análisis de los sujetos.	34



SC-CER96940



“Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz”
 Universidad de Pamplona
 Pamplona - Norte de Santander - Colombia
 Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750
www.unipamplona.edu.co



Lista de Tablas

Tabla 1. Características antropométricas y lateralidad de la muestra por sexo 35

Tabla 2. Medición de la FPM por sexo, antes y después del estiramiento. 36



Resumen

La fuerza de agarre es un indicador importante de la buena salud, la resistencia muscular, la destreza y la fuerza general. Los estiramientos disminuyen significativamente las capacidades de producción de fuerza de los músculos. Este estudio tuvo como objetivo determinar el efecto del estiramiento activo sobre la fuerza de presión manual en adultos jóvenes. Como metodología se realizó un ensayo clínico aleatorizado, cruzado, paralelo de dos brazos y doble ciego, desarrollado en 80 voluntarios adultos jóvenes con edades entre 20 y 37 años. Se midió peso, talla e índice de masa corporal. Los sujetos fueron asignados aleatoriamente a dos secuencias de intervención. Cada grupo realizó una de las dos intervenciones y después de un periodo de lavado de 24 horas, se realizaba la siguiente. Este periodo de lavado fue establecido teniendo en cuenta que debía ser lo suficientemente largo como para que hayan desaparecido los efectos de la primera intervención. La fuerza prensil manual fue medida por medio de dinamometría, utilizando como instrumento el dinamómetro manual electrónico Camry. Se encontraron diferencias entre el momento de post estiramiento vs sin estiramiento en la muestra en general (Diff -1,66 IC95% -2,66 a -0,67), sin embargo, al realizar análisis estratificados se encontraron diferencias en los hombres (Diff -3,04 IC95% -4,75 a -1,32), pero en las mujeres no (Diff -0,29 IC95% -1,21 a 0,63). Se pudo evidenciar una disminución inmediata de la fuerza muscular después de estirar los músculos flexores de la mano y un aumento de dicha fuerza después de 10 minutos de reposo posteriores al estiramiento.

Palabras Clave

Dinamómetro de fuerza muscular; Fuerza de la mano; Ejercicios de estiramiento muscular.



Abstract

Grip strength is an important indicator of good health, muscular endurance, dexterity and overall strength. Stretching significantly decreases the force-producing capabilities of muscles. This study aimed to determine the effect of active stretching on manual grip strength in young adults. As methodology, a randomized, crossover, parallel two-arm, double-blind clinical trial was performed in 80 young adult volunteers aged 20 to 37 years. Weight, height and body mass index were measured. Subjects were randomly assigned to two intervention sequences. Each group performed one of the two interventions and after a 24-hour washout period, the next intervention was performed. This washout period was established taking into account that it should be long enough for the effects of the first intervention to have disappeared. Manual prehensile strength was measured by means of dynamometry, using the Camry electronic manual dynamometer as an instrument. Differences were found between the post-stretching moment vs no stretching in the sample in general (Diff -1.66 CI95% -2.66 to -0.67), however, when stratified analysis was performed, differences were found in men (Diff -3.04 CI95% -4.75 to -1.32), but not in women (Diff -0.29 CI95% -1.21 to 0.63). There was an immediate decrease in muscle strength after stretching the flexor muscles of the hand and an increase in muscle strength after 10 minutes of rest following stretching.

Key Word

Muscle strength dynamometer; Hand strength; Muscle stretching exercises.



Introducción

La fuerza de prensión manual (FPM) se puede definir como una medida objetiva en la evaluación de la funcionalidad de la extremidad superior (Tonak, Kaya Kara, & Sahin, 2021), refleja la fuerza máxima derivada de la contracción combinada de los músculos extrínsecos e intrínsecos de la mano que conducen a la flexión de las articulaciones de la mano (Norman, Stobäus, Gonzalez, Schulzke, & Pirlich, 2011). La medición de dicha fuerza se puede utilizar como indicador de la función muscular (Bobos, Nazari, Lu, & MacDermid, 2020), es esencial en la predicción de la salud, que se utiliza para el seguimiento de las personas durante el crecimiento, el envejecimiento, las lesiones, la rehabilitación, el entrenamiento o los ensayos terapéuticos (Ramlagan, Peltzer, & Phaswana-Mafuya, 2014); además, juega un papel importante en las actividades de la vida diaria (Stessman, Rottenberg, Fischer, Hammerman-Rozenberg, & Jacobs, 2017). La FPM de la mano se utiliza a menudo para medir el progreso y para evaluar los resultados después de los tratamientos quirúrgicos o no conservadores en las lesiones de la mano, reflejando el estado funcional del miembro superior. (Bobos et al., 2020; Hogrel, 2015).

La medición de la FPM requiere un dinamómetro, este es un instrumento utilizado para medir la potencia o la fuerza; junto con un método para cuantificar y registrar los valores obtenidos. (Higgins, Adams, & Hughes, 2018)

Algunas variables pueden afectar la medición de la FPM tales como el género, la edad, el estado nutricional, realizarlo con la mano dominante y la posición en que se ejecuta la medición, entre otros. (Alrashdan, Ghaleb, & Almobarek, 2021).



El estiramiento estático es un tipo de estiramiento usado en las rutinas de calentamiento. Ha demostrado ser más fácil y seguro de ejecutar que otras técnicas, se emplea llevando al músculo a su rango final y manteniendo la posición durante un determinado tiempo (Amiri-Khorasani, Abu Osman, & Yusof, 2011). El estiramiento es realizado habitualmente antes de evento deportivo con el fin de mejorar el rendimiento, reducir el riesgo de lesiones y como parte de la rehabilitación posterior al ejercicio. Algunos informes indican que los estiramientos pueden contribuir a disminuir el riesgo de tensión muscular, mientras que otros ponen duda su efecto por una posible pérdida de fuerza muscular (Balle, Magnusson, & Mchugh, 2015). Por lo mencionado anteriormente, algunos ensayos clínicos que utilizan mediciones de la fuerza prensil manual, al no existir una estandarización sobre los protocolos y equipos de medición se ha generado una dificultad en la comparación de los resultados. (Higgins et al., 2018). La variación entre los métodos y/o protocolos utilizados no ha permitido determinar cuál es más efectivo. Como muestra de esto, al realizar una actividad previa ya sea de calentamiento para facilitar la activación muscular o estiramiento se puede disminuir dicha activación, pero todavía no se sabe si se usa en protocolos y, de ser así, qué representará el estiramiento muscular cuando se mida.



Capítulo I

Planteamiento Del Problema

La FPM es un indicador importante de buena salud, resistencia muscular, destreza y fuerza general (Vaidya & Nariya, 2021). Esta se usa comúnmente para medir la fuerza de la mano con precisión y es un resultado clínico importante en la evaluación de los déficits de las extremidades superiores, es útil para ayudar a elegir el tratamiento, y determinar la eficacia de las intervenciones a realizar y evaluar los resultados después de un tratamiento quirúrgico supervisando el progreso a lo largo del tiempo (Bobos, Nazari, Lalone, Grewal, & MacDermid, 2018; Shin et al., 2012). Las medidas de FPM se caracterizan por completar una tarea de fuerza de prensión isométrica máxima, en la que los individuos aprietan un dinamómetro de empuñadura con el máximo esfuerzo durante un período breve y luego relajan la musculatura que se contrae. (McGrath et al., 2020). La FPM baja se asocia a una mayor duración de las estancias hospitalarias (Hossain Parash, Khazri, Mustapha, & Shimmi, 2022), y aumento en la tasa de mortalidad en personas que desarrollan enfermedades cardiovasculares o no cardiovasculares (Leong et al., 2015). Se ha recomendado el uso rutinario de la FPM como signo vital y como herramienta de cribado en la atención primaria y en la práctica hospitalaria (Wang, Bohannon, Li, Sindhu, & Kapellusch, 2018). De esta forma, se conoce que se requiere un nivel mínimo de FPM para realizar las actividades de la vida diaria (Fortunato, da Silva, & Mazo, 2020).

Para la medición de la FPM existen diferentes tipos de protocolos los cuales varían considerablemente en lo que respecta a la elección del dinamómetro y el protocolo de medición



(Sousa-Santos & Amaral, 2017). Esta variabilidad en las metodologías contribuyen a una falta de valores estándar para evaluar la FPM, esto se debe a que no existen criterios universales para dicha evaluación (Martínez-Torres, Gallo-Villegas, & Aguirre-Acevedo, 2022). Aquellas diferencias en los protocolos y las medidas utilizadas en diferentes estudios se basan principalmente en la posición del brazo y codo las cuales podrían generar lecturas significativamente diferentes a los valores medidos (Vargas-Pinilla & Rodríguez-Grande, 2021), el número de repeticiones (Reijnierse et al., 2017) o el tipo de dinamómetro (Huang et al., 2022), pero aún no existe un método estandarizado para medir la FPM (Y.-C. Ha, Yoo, Park, Lee, & Park, 2018; Vermeulen et al., 2015). Por otro lado, algunas otras características o parámetros de medición como el estiramiento, y sus posibles repercusiones dentro de estos protocolos aún no se han estudiado.

El estiramiento estático es un tipo de ejercicio incluido dentro de los procesos de calentamiento (Silva, Lott, Wickrama, Mota, & Welk, 2011) y, es usado también para la prevención de lesiones musculares (Shrier, 2008) y dentro de los procesos de rehabilitación (Kim, Kim, Kim, & Kim, 2018). Algunos autores han sugerido que el estiramiento previo al ejercicio puede comprometer la capacidad de un músculo para producir su fuerza máxima (McHugh & Cosgrave, 2010; Witvrouw, Erik; Mahieu, Nele; Danneels, Lieven; McNair, 2004). Sin embargo, no se ha encontrado evidencia de cómo el estiramiento puede influir en la FPM. Por lo tanto, se plantea la siguiente pregunta de investigación ¿Cuál es el efecto del estiramiento activo de 30 segundos sobre la fuerza de prensión manual en adultos jóvenes?



Justificación

La presente investigación se enfoca en el efecto del estiramiento de 30 segundos en la FPM. La fuerza de prensión se puede medir cuantitativamente usando un dinamómetro de mano (Higgins et al., 2018; Roberts et al., 2011). Esta es una herramienta importante en los procesos de evaluación fisioterapéutica (Weber, Thai, Neuheuser, Groover, & Christ, 2015). Sin embargo, la falta de estandarización en los protocolos de medición de la FPM y sus diferentes variaciones como el tipo de dinamómetro, la posición del sujeto a medir, sus segmentos corporales, y el número de repeticiones anudado a otros elementos que no se han tenido en cuenta tales como el estiramiento podrían alterar los resultados de la medición de la FPM (Innes, 1999) (Y. C. Ha et al., 2018). Es probable que la estandarización de las pruebas llegue a mejorar las evaluaciones de FPM y generar valores pronósticos y diagnósticos de las patologías que se correlacionan con este, por ende, se hace necesario revisar otros posibles aspectos tales como el estiramiento.

El estiramiento es un tipo de ejercicio que se ha venido utilizando durante los procesos de calentamiento, la literatura explica la probabilidad de que este disminuya la fuerza muscular posterior a su aplicación. (Amiri-Khorasani et al., 2011; Jahanmahin, Nasiri, Farzaneh, Arani, & Ezedin, 2014; McHugh & Cosgrave, 2010; Witvrouw, Erik; Mahieu, Nele; Danneels, Lieven; McNair, 2004) Por lo tanto, los subsiguientes valores de las pruebas de FPM podrían verse comprometidos, y generar datos erróneos que comprometan los resultados finales (Sousa-Santos & Amaral, 2017).



El efecto del estiramiento sobre la fuerza prensil es relevante en la elaboración de protocolos de medición, así también como en la rehabilitación de la funcionalidad de la mano, por dicha razón, surge la necesidad de realizar, este estudio con el propósito de determinar la influencia de una actividad de estiramiento estático durante 30 segundos en el rendimiento de la fuerza de agarre en la mano dominante de hombres y mujeres, para poder establecer si es recomendable o no realizar estiramiento previo a ejercicios de fortalecimiento, así como un parámetro donde se excluya el estiramiento previo a un protocolo de medición de FPM.

Objetivo

Objetivo general

Determinar el efecto del estiramiento activo sobre la fuerza de presión manual en adultos jóvenes.



Capítulo II

Marco Teórico

El estiramiento

El estiramiento es la aplicación consecuente y sistemática de diferentes técnicas terapéuticas para mejorar la movilidad, la elasticidad y la flexibilidad de nuestro cuerpo y las funciones fisiológicas relacionadas con ello. A su vez, mejora la capacidad de elongación de tejido blando, como músculos, tendones, ligamentos, cápsulas articulares que están acortados patológicamente (Blum, 1998; Kisner, C. y Colby, 2010).

Clasificación en Función a la Técnica de Estiramiento Realizada

Entre las técnicas de estiramiento aplicadas, el método estático es más de los ejercicios recreativos, probablemente por su facilidad y seguridad. A menudo se utilizan otras técnicas, como como el estiramiento dinámico y el balístico. Otra técnica de técnica que se ha propuesto recientemente se conoce como de la facilitación neuromuscular propioceptiva (FNP), que se aplica más a menudo a los deportistas cuyo rendimiento requiere flexibilidad (Franco, Signorelli, Trajano, & De Oliveira, 2008).

Estiramiento Estático. El estiramiento estático es un tipo de estiramiento usado en las rutinas de calentamiento (Behm & Chaouachi, 2011). Es la acción muscular del ejecutante la que efectúa el estiramiento pudiéndose valer, si es necesario, de algún medio material de asistencia (picas, bancos, espaldaras, etc.). En este estiramiento, se mantiene la posición de máximo estiramiento durante unos segundos y luego se procede a retirar la tensión. Este es el método más



utilizado por cuanto no precisa de la asistencia de ningún compañero y goza, prácticamente, de las mismas ventajas que cualquier método estático (Arrieta, 2006).

Estiramiento Dinámico. Este tipo de estiramiento dinámico implica un movimiento controlado a través del rango activo de movimiento activo para cada articulación (Behm & Chaouachi, 2011)

El estiramiento dinámico busca aumentar la flexibilidad mediante la elongación de la musculatura, la cual es permitida por la contracción del antagonista y el consecuente movimiento de la articulación a través de todo el rango de movimiento permitido por la articulación; se debe realizar de manera lenta y controlada. La activación de los antagonistas causa la elongación de los agonistas a través de la inhibición recíproca.

Ésta técnica puede incrementar la temperatura, debido al trabajo muscular que permite una rápida contracción muscular; un incremento del trabajo muscular y aumento de la velocidad de impulsos nerviosos; así mismo incrementa el flujo sanguíneo en la zona logrando con ello eliminar el ácido láctico y reducir la magnitud del dolor (Del Carpio, 2018).

Estiramiento Balístico. La técnica de estiramiento balístico consiste en la realización de movimientos rítmicos de rebote, lanzamientos o balanceos en los cuales se produce un gran aumento de la longitud muscular por unidad de tiempo. El músculo sometido a estiramiento es trasladado hacia el final del rango de movimiento por una fuerza externa o por la musculatura agonista al movimiento. Una vez alcanzado el máximo ROM o próximo a éste, se realizan varios



movimientos rítmicos de rebote, balanceos o lanzamientos a alta velocidad (Ayala, Sainz De Baranda, & Cejudo, 2012).

Facilitación Neuromuscular Propioceptiva. Los términos 'contraer relajar', 'sostener relajar' y 'contraer relajación agonista contraer' se mencionan comúnmente en la literatura de estiramiento FNP. Por lo general, 'contraer relajar' y colocar el músculo objetivo “target muscle(s)” (TM) en una posición de estiramiento, seguida de una contracción estática del músculo objetivo. Luego, la TM se mueve pasivamente a una posición más amplia de estiramiento. En contracción y relajación del agonista a menudo se refiere a una técnica similar a la de "contraer relajar" y "mantener relajado", salvo que, tras la contracción estática del MT, se utiliza una contracción de acortamiento de los músculos opuestos para colocar el músculo objetivo en una nueva posición de estiramiento, que culmina en un estiramiento pasivo adicional (Sharman, Cresswell, & Riek, 2006).

Clasificación en función a la persona que lo realiza

Estiramiento Pasivo. Se realiza en todo momento con ayuda del fisioterapeuta.

Estiramiento Asistido. Se realiza con ayuda del fisioterapeuta y colaboración de la persona a la que se le realiza el estiramiento.

Estiramiento Activo. La persona que hace el estiramiento lo realiza sin ayuda. (Del Carpio, 2018)

Efectos del Estiramiento

Los efectos de los estiramientos pueden ser clasificados en efectos viscoelásticos y neurales.



Efectos Viscoelásticos. Se pueden observar cambios en el rango de movilidad articular y en la resistencia al estiramiento.

Efectos Neurales. Con respecto a los efectos neurales, al aplicar un estiramiento en una población sana, se aprecia una mínima actividad contráctil y disminución de la excitabilidad de las neuronas motoras como respuesta (Sharman et al., 2006)

Mano

La mano se localiza distal del antebrazo y comprende a su vez tres regiones anatómicas: el carpo, metacarpo y las falanges. En la región dorsal de la mano la piel es más delgada, elástica y poco adherida a planos profundos. Se caracteriza por la presencia de vello y la red venosa dorsal cuya impresión cutánea se evidencia más en hombres y personas de contextura delgada. Al cerrar la mano se aprecian los nudillos correspondientes a las articulaciones metacarpofalángicas y al extender se visualizan los tendones extensores recorriendo longitudinalmente el dorso. La piel de la región palmar es más gruesa, glabra (sin vello) adherida a las estructuras subyacentes (lo que es funcionalmente relevante para conseguir el agarre). Se aprecian con facilidad los característicos pliegues palmares, además de dos prominencias en la parte proximal.

La más grande es la eminencia tenar que se encuentra en la base del pulgar y aloja los músculos que permiten la oposición y el pinzamiento. Por otro lado, la eminencia hipotenar se encuentra en la base del meñique; estas prominencias se corresponden con los músculos subyacentes. (Sharman et al., 2006)



Biomecánica de la Mano.

El esqueleto óseo de la mano consiste en 8 huesos carpianos divididos en dos filas: la fila proximal articulada con las porciones distales del radio y el cúbito, a excepción del pisiforme que se encuentra en disposición palmar y se articula con el triquetrum; los cuatro huesos carpales distales están articulados con los cinco metacarpianos. Los 8 huesos carpales interpuestos entre el antebrazo y los huesos metacarpianos forman la compleja articulación de la muñeca. (Amparo, López, Segundo, Maestría, & Departamento, 2012)

Articulaciones de la Mano

Articulación Metacarpofalángica. La articulación metacarpofalángica de los dedos es una articulación condílea triaxial. El rango de movilidad habitual es desde 15° de hiperextensión hasta 90° de flexión. La forma trapezoidal de las cabezas de los metacarpianos crea un efecto de leva sobre los ligamentos colaterales, que se tensan durante la flexión de la articulación y se destensan en la extensión. Por lo tanto, la articulación metacarpofalángica es estable en flexión e inestable en extensión.

En el pulgar, al contrario que en los demás dedos, la cabeza del metacarpiano es un único cóndilo ancho. En la cara palmar están los huesos sesamoideos. La articulación metacarpofalángica del pulgar tiene un amplio rango de movilidad. El ligamento colateral cubital incluye el ligamento propiamente dicho y el accesorio. El ligamento colateral cubital va desde la falange proximal a la cabeza del metacarpiano, mientras que el ligamento colateral accesorio se origina en la cabeza del metacarpiano y se inserta en la placa palmar.



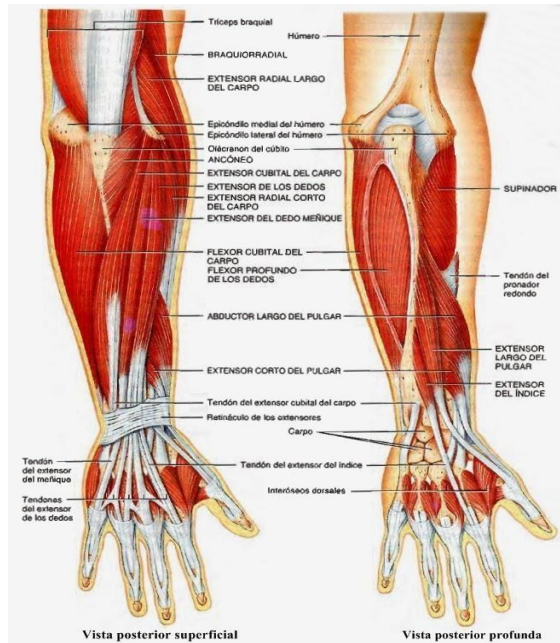
Articulación Interfalángica Proximal. La articulación interfalángica proximal es una articulación troclear. La cabeza de la falange proximal tiene dos cóndilos separados por la escotadura intercondílea. Esta escotadura proporciona cierta estabilidad intrínseca mediante su articulación con la cresta roma en la base de la segunda falange. b. Los ligamentos colaterales en la articulación interfalángica proximal están en tensión durante todo el arco de movimiento.

- Ligamento colateral propiamente dicho: se origina en la cabeza de la falange proximal; se inserta en el tubérculo lateral de la base de la segunda falange.
 - Ligamento colateral accesorio: se inserta en la placa palmar.
 - Placa palmar: es una base fibrocartilaginosa gruesa situada entre la polea A2 y la zona rugosa de la base de la segunda falange. La placa palmar sirve de punto de inserción del ligamento colateral accesorio e impide la hiperextensión de la articulación interfalángica proximal.
- (Rodríguez, Eduardo, Ángel Nieto, Alejandro, & Ángel Gómez, 2017)

Músculos de la Mano

Músculos Extrínsecos. Son los encargados de los movimientos de gran amplitud y potencia de los dedos, se encuentran situados en el antebrazo en el tercio superior. En la parte anterior se sitúan el flexor profundo de los dedos, los cuales intervienen en la flexión de la unión de la articulación radio carpiana y de los dedos, además está el flexor superficial de los dedos que se inserta en la falange media, actuando en la flexión interfalángica proximal y en las demás articulaciones que le preceden (Figura 1)

Figura 1. Músculos extrínsecos



Músculos Intrínsecos. Mientras que los músculos extrínsecos se originan fuera de la mano, los intrínsecos se originan en la propia mano y se dirigen hacia los dedos. Incluyendo los siguientes grupos musculares (ver figura 2):

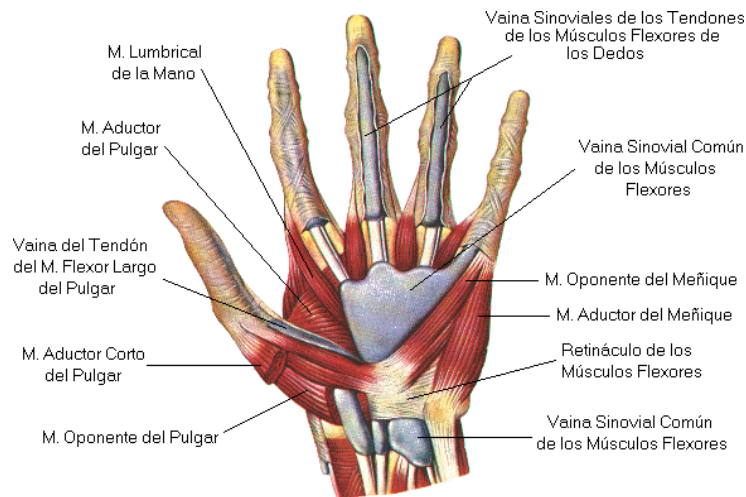
- Tenar: Lleva a cabo las funciones del pulgar.
- Hipotenar: Lleva a cabo las funciones del quinto dedo.
- Músculos interóseos y lumbricales: Ejecutan la aducción y la abducción de los dedos y se combinan con los tendones extensores para extenderlos.

En términos funcionales se pueden describir los músculos interóseos dorsales y lumbricales de la siguiente forma: el interóseo se podría considerar un “músculo yacente a cada lado de los dedos”, más que dorsal o palmar; el primer interóseo dorsal puede producir la separación radial y



la rotación de la primera articulación metacarpiana; el primer interóseo dorsal se considera un “extensor de la falange media y distal del dedo medio”; los interóseos de los otros dedos pueden considerarse “flexores y rotadores” de los mismos; los interóseos del segundo, tercer y cuarto dedos son extensores de la falanges medias y distales; los músculos lumbricales se pueden describir como “extensores de las falanges”.

Figura 2. Músculos intrínsecos de la mano



Cinemática de la Mano

Los movimientos de la mano son acciones que surgen del enredo intrauterino bajo un impulso en el cerebro. En la vida cotidiana, cuando realizamos gestos de movimiento muy complejos con nuestras manos, como tocar la guitarra, todos los músculos y huesos de la guitarra se activan para realizar estos movimientos. El rango y el tipo de movimientos realizados por una extremidad son de gran importancia al realizar el análisis cinemático. Estos datos se detallan a continuación.



Rango de Movimiento de los Dedos

El movimiento de las articulaciones de los dedos de la mano, excepto el pulgar, se realiza fundamentalmente en el plano de flexión-extensión. La abducción y la aducción son limitadas, y se producen tan sólo en las articulaciones MF. La flexión constituye la mayor parte del movimiento de las articulaciones de los dedos. La artrosis afecta a menudo a las articulaciones IFD e IFP en las mujeres de edad avanzada, por lo que los varones adultos mayores presentan a menudo una amplitud de movimiento mayor en las articulaciones de los dedos. En comparación con adultos varones jóvenes, las mujeres jóvenes tienen un arco de movilidad de las articulaciones de los dedos superiores, debido fundamentalmente a la mayor amplitud de extensión de la articulación MF. En los adultos jóvenes, la flexión de los dedos no depende del sexo. (Amparo et al., 2012)

Habilidad Manual

La habilidad manual es la capacidad que tiene el niño para poder realizar de manera autónoma las diferentes actividades de su vida diaria (comer, jugar, vestirse, desvestirse, actividades escolares, entre otras) con las manos, independientemente del uso de una o ambas manos para ello. Es decir, se valora la independencia de la ejecución de la tarea y cómo lo hace, NO si usa una mano o las dos manos para lograr la ejecución (Palomo, 2015).

Fuerza muscular

La fuerza muscular se define como la máxima fuerza voluntaria realizada por los músculos esqueléticos, así como la capacidad de un músculo para producir o resistir un esfuerzo físico.(Jones



& Comfort, 2020) (Ortega, Silventoinen, Tynelius, & Rasmussen, 2012) (Bohannon, 2015) La fuerza muscular es una parte importante de la salud y el estado físico. (Volaklis, Halle, & Meisinger, 2015) Cada vez se reconoce más el papel de la fuerza muscular en la realización del ejercicio y las actividades de la vida diaria, así como en la prevención de enfermedades (Ruiz et al., 2008) y se considera que es el predictor más fuerte de la función y mortalidad (Volaklis et al., 2015). Además, la debilidad muscular está asociada con la discapacidad. Por lo tanto, la fuerza muscular es un hallazgo muy importante y valioso cuando se trata de la salud en general. (Benfica et al., 2018) (Buckley & Hughes, 2008)

Es importante recordar que la mejora del movimiento y la funcionalidad, más que la fuerza/resistencia muscular, es el resultado más importante de cualquier programa de entrenamiento o rehabilitación. A menudo, la evidencia informa una mejora en la fuerza muscular, pero esto solo tiene valor si se traduce en un mejor funcionamiento o rendimiento. (Buckley & Hughes, 2008)

Valoraciones De La Fuerza

Fuerza Máxima. Para definir la fuerza máxima estática o isométrica se pueden utilizar los llamados dinamómetros isométricos, donde es valorada la fuerza de los grupos musculares de una articulación en una determinada angulación en base al análisis de los picos de fuerza producidos a velocidad cero. No obstante, también pueden utilizar los dinamómetros de cable, tensiómetros o máquinas de musculación adaptadas a los diferentes grupos musculares con aumento progresivo de la carga hasta llegar a la ausencia total de movimiento en la contracción muscular.



Los métodos de valoración que se pueden utilizar para tomar la fuerza máxima estática o isométrica son los llamados dinamómetros isométricos, No obstante, también pueden ser utilizados los dinamómetros de cable, tensiómetros o máquinas de musculación adaptadas a los diferentes grupos musculares con incremento progresivo de la carga hasta llegar a la ausencia total de movimiento en la contracción muscular. Para la valoración de la fuerza máxima dinámica se establece una determinada carga en una única repetición máxima (1 RM), se pueden realizar por test por medio de máquinas o pesos libres, para el tren inferior la prueba de flexión de rodillas con peso o “sentadilla máxima” y para tren superior “press de banco máximo

Fuerza Explosiva. Para la valoración de la fuerza explosiva han utilizados las pruebas muy representativas como el de salto vertical (test de Bosco), destacando una gran variedad y modificaciones para diferenciar la fuerza explosiva propiamente dicha del tren inferior y la intervención de fuerzas elástico reactivas de la musculatura

Fuerza Resistencia. Dadas las condiciones de variedad en las diferentes formas de manifestación de la fuerza resistencia, podemos encontrar un amplio abanico de pruebas de valoración, en las cuales, la relación intensidad, tiempo o número de repeticiones se adapta a las características de dichas manifestaciones. Señalaremos a continuación los modelos más usuales en la valoración de la fuerza resistencia para tren superior e inferior: Test de fuerza-resistencia abdominal, test de extensiones de brazos en suelo o “fondos en el suelo”, test de flexión de brazos en barra o “dominadas” y test de flexo-extensiones de pierna. (Buckley & Hughes, 2008)



Fuerza de Agarre. La fuerza de agarre es la fuerza de contracción de los músculos de la mano y el antebrazo (Piñeda, Cabrera, Esguerra, Grajales, & González, 2016); utilizando la mano para apretar o suspender objetos en el aire. La muñeca debe estar en una posición adecuada para evitar el desarrollo de los trastornos de trauma acumulativo (CTD's). La caracterización biomecánica del agarre supone la determinación de las diferentes variables cinemáticas y dinámicas que afectan a las distintas fases del agarre: transporte, formación del agarre y manipulación, así como su relación con las características antropométricas del sujeto y las propias del objeto manipulado y la tarea de manipulación. Durante las fases de contacto entre mano y objeto, un parámetro clave para esta caracterización es la presión de contacto y las zonas de contacto en las diferentes partes de la mano. Esta información, aparte de su interés desde el punto de vista ergonómico, también es necesaria como dato de entrada en modelos biomecánicos de la mano para el estudio de los esfuerzos musculares implicados en el agarre. (CASBEE Technical Manual, 2014)

Dinamometría Manual

Es un parámetro o marcador simple no invasivo que mide la fuerza muscular estática máxima. Refleja el componente magro, el contenido mineral de los huesos; sirve como estimador de la condición física y el estado nutricional de un individuo. Se ve afectada en diversas patologías de origen músculo cardiorrespiratorio y puede ser predictor de morbilidad esquelético, neurológico. Es una prueba fácil y rápida de utilizar, lo que la convierte en una de las más utilizadas en la práctica clínica. (García López et al., 2017)



Dinamometría Como Método De Evaluación

Para la evaluación de la fuerza prensil hay varios dispositivos disponibles utilizados tanto en la práctica clínica como en investigación. Los dinamómetros principales son hidráulicos, neumáticos o digitales; entre ellos el más mencionado en la literatura es el de tipo hidráulico considerado como el Gold Standard; debido a que permite la adaptación o ajuste del asa al tamaño de la mano del usuario lo que determina el rendimiento de la fuerza de agarre. (Shiratori, Iop, Júnior, Domenech, & Gevaerd, 2014)

En cuanto a los dinamómetros neumáticos, éstos miden presión y no fuerza, además carece del ajuste del agarre, por lo que el tamaño de la mano puede afectar la medición. E dinamómetro digital, por su parte, permite la evaluación de la curva fuerza vs tiempo, proporcionando así otros parámetros de medición para el análisis de la fuerza como por ejemplo el tiempo para alcanzar la fuerza máxima, la tasa de fatiga, entre otros ; esta forma de análisis de la fuerza resulta importante en la evaluación de trastornos de la mano.(Shiratori, Iop, Gomes, et al., 2014)

Diferentes Protocolos de Medición

En cuanto al protocolo de evaluación utilizado, este varía entre los investigadores, algunos documentan tres intentos, otros, dos repeticiones; el análisis de las mediciones también contiene discrepancias, ya que puede hacerse a partir de un solo ensayo, del mejor valor obtenido o promedio de los valores. Sin embargo, para evaluación clínica del usuario e investigación se sugiere utilizar el mejor valor de mano dominante entre tres intentos y este fue el protocolo elegido para nuestro estudio. (Shiratori, Iop, Gomes, et al., 2014)



Metodología

Ensayo clínico aleatorizado, cruzado paralelo de dos brazos y doble ciego (se cegaron los evaluadores y el encargado del análisis). Está se realizó mediante un generador de números aleatorios (Random.org; Randomness and Integrity Services), la persona encargada de la aleatorización no hacía parte de la investigación.

Sujetos

80 jóvenes adultos sanos fueron reclutados (hombres: $n=40$; altura = 171 DE 16,3 cm; peso corporal = 73,6 DE 20,6 kg; mujer: $n=40$; altura = 159,3 DE 4,9 cm; peso corporal = 61,5 DE 10,4 kg) (ver Tabla 1) a conveniencia para participar en esta investigación, antes de cualquier prueba experimental todos los sujetos leyeron una hoja informativa y dieron su consentimiento informado por escrito. Se asignaron de manera aleatoria al grupo 1 ($n=40$), y grupo 2 ($n=40$) (ver Figura 3).

Sujetos aparentemente sanos fueron reclutados de la Facultad de Salud de la Universidad de Pamplona sede Cúcuta entre mayo y junio 2022. Dentro de la muestra seleccionada los criterios de inclusión fueron: Adulto joven entre 18 a 30 años aparentemente sanos que quisieran participar de manera voluntaria en el estudio firmando el consentimiento informado; se excluyeron sujetos que hayan presentado lesiones musculoesqueléticas en los últimos 6 meses y estén participando en actividades como deportes competitivos, que presenten discapacidad física y/o antecedentes cardiovasculares.



Procedimientos de Medición y Resultados

Todas las mediciones fueron realizadas por el mismo evaluador que estaba cegado a la aleatorización. Previa iniciación de la valoración se instruyó a los sujetos para que se abstuvieran de realizar actividad física vigorosa durante dos días antes del examen y durante el tiempo de duración de la investigación. La recopilación de los datos se realizó en el laboratorio de fisiología de la facultad de salud de la Universidad de Pamplona, Colombia sede Cúcuta.

Se registró edad y sexo de cada sujeto, así como medidas antropométricas que fueron evaluadas con el mínimo de ropa posible y descalzos. Los instrumentos de medición fueron previamente calibrados.

El peso se obtuvo mediante un bioimpedanciómetro marca Tanita segmental Body Composition FitScan BC-601F, con pantalla lcd de fácil lectura, memoria para 4 personas, función de recordatorio y capacidad de 150 kilogramos. La talla se midió con tallímetro marca health o meter, en posición bípeda, con los talones juntos y los pies formando un ángulo de 45°. Los talones, glúteos, espalda y región occipital estaban en contacto con la superficie vertical del tallímetro.

Evaluación de la Fuerza Prensil

La FPM se evaluó con un dinamómetro digital de mango electrónico Camry, ajustable a la palma de la mano para diferentes edades, con capacidad de 90 kg/198lb. Los sujetos recibieron previa indicación de permanecer en posición de pie, evitando realizar algún movimiento compensatorio que afectara la prueba, la posición utilizada fue hombro en aducción y rotación



neutra, el codo extendido, antebrazo en posición neutra. Los sujetos mantuvieron la contracción voluntaria máxima durante al menos 3 segundos.

Evaluación de Estiramiento

Para el estiramiento se pidió a los sujetos que tiraran pasivamente de los dedos de la mano dominante con la mano opuesta y que se mantuvieran justo antes del punto de molestia para así estirar los músculos flexores de muñeca. (Molouki, Hosseini, Rustaee, & Tabatabaee, 2016)

Protocolos de Intervención

Después de la evaluación inicial, los sujetos fueron asignados aleatoriamente a dos secuencias de intervención: primero se realizó medición de la fuerza prensil manual y la otra fue estiramiento activo de flexores de muñeca por 30 segundos seguido de medición de fuerza prensil manual con un periodo de lavado de 24 horas entre las dos intervenciones. No se llevó a cabo ningún tipo de calentamiento antes de la intervención.

En la primera intervención para el grupo 1: Estiramiento 30 segundos – fuerza prensil manual

- Estiramiento estático (SS): el protocolo SS consistía en un auto-estiramiento donde el sujeto estaba en bipedestación, erguido, con los pies separados a lo ancho de los hombros, su miembro superior dominante a 90° de flexión de hombro, en supinación, con la muñeca en extensión máxima, y con la mano contraria realizó el estiramiento sujetando la mano dominante durante 30 segundos, inmediatamente después del estiramiento realizó la prueba de la fuerza prensil manual.



- Fuerza prensil manual: En posición bípeda, hombro 0° de flexión, aducido al tronco, codo extendido y antebrazo en posición neutra. El sujeto tomó el dinamómetro previamente ajustado según el tamaño de su mano y se le indicó que realizara su máxima fuerza en un periodo de tiempo que no supere los 5 segundos. Durante la prueba no podía realizar ningún movimiento compensatorio que cambiara la posición inicial; después de un período de descanso de 10 minutos, se realizó nuevamente la evaluación de la FPM.

Grupo 2: fuerza prensil manual

- La intervención consistió en realizar la evaluación de fuerza prensil manual, ejecutado en posición bípeda, con el hombro 0° de flexión, aducido al tronco, codo extendido y antebrazo en posición neutra. El sujeto tomó el dinamómetro previamente ajustado según el tamaño de su mano y se le indicó que realizara su máxima fuerza en un periodo de tiempo que no superara los 5 segundos. Durante la prueba no se podía realizar ningún movimiento compensatorio que cambiara la posición inicial; después de un período de descanso de 10 minutos, se realizó nuevamente la evaluación de la FPM.

Al siguiente día, en la segunda intervención (24 horas después)

Grupo 1:

- Se realizó la evaluación de fuerza prensil manual, es decir, En posición bípeda, hombro 0° de flexión, aducido al tronco, codo extendido y antebrazo en posición neutra. El sujeto tomó el dinamómetro previamente ajustado según el tamaño de su mano y se le indicó



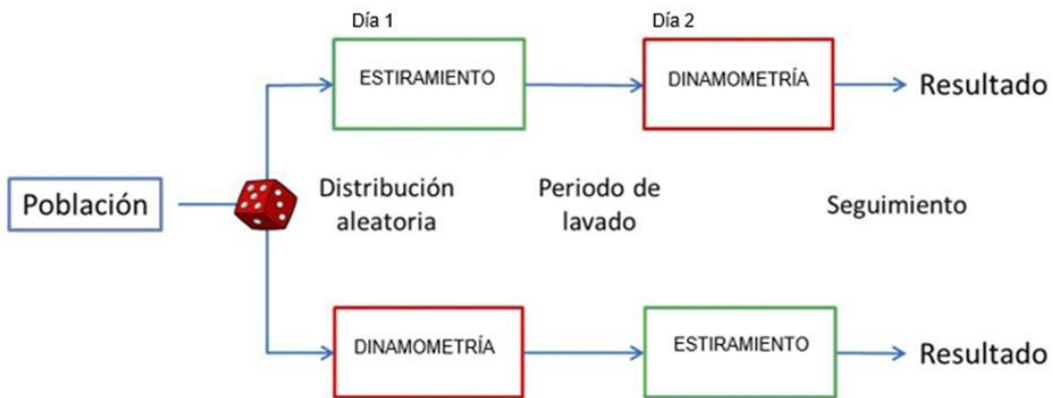
que realizara su máxima fuerza en un periodo de tiempo que no supere los 5 segundos. Durante la prueba el sujeto no podía realizar ningún movimiento compensatorio.

Grupo 2:

- Realizó el protocolo SS consistía en un auto-estiramiento donde el sujeto estaba en bipedestación, erguido, con los pies separados a lo ancho de los hombros, su miembro superior dominante a 90° de flexión de hombro, en supinación, con la muñeca en extensión máxima, y con la mano contraria realizó el estiramiento sujetando la mano dominante durante 30 segundos, inmediatamente después del estiramiento realizó la prueba de la FPM. Después de un período de descanso de 10 minutos se realizó nuevamente la evaluación de la FPM.

Cada sujeto realizó en momentos distintos las dos intervenciones, tanto los del grupo 1 como el grupo 2.

Figura 3. Distribución aleatoria y asignación a grupo de intervención





Análisis estadístico

En primer lugar, se realizó un análisis exploratorio para las variables cuantitativas, en el que se determina la distribución de las variables (valores extremos, simetrías, curtosis, tipos de distribución); para las variables cualitativas se analizarán frecuencias relativas (moda, datos erróneos y erróneos). Después de eso se realizó una descripción por sexo de las variables sociodemográficas; cuando las variables sean cualitativas se reportará su frecuencia absoluta y porcentual. Para el caso de las variables cuantitativas se describirá su media y desviación estándar (Tabla 1.)

Para estimar el efecto de las dos “intervenciones” se usó un modelo jerárquico de dos niveles (familia: normal, link: identidad nivel 1: los tres tipos de mediciones de la fuerza prensil; nivel 2 cada individuo), el cual se modelo de la siguiente manera:

$$y_{ij} = \beta_{0j} + \beta_{1i}X_{1iEst} + \beta_{2i}X_{2i10mEst} + e_{ij}$$

Donde, y_{ij} : puntaje de la escala, β_0 el intercepto, β_{1i} coeficiente de la FPM con estiramiento, β_{2i} : coeficiente de la FPM con estiramiento 10 minutos después.

Posteriormente se ajustó por sexo, talla, peso, sexo y lateralidad.

$$y_{ij} = \beta_{0j} + \beta_{1i}X_{1iEst} + \beta_{2i}X_{2i10mEst} + \beta_{3j...6j}X_{3j...6j} + e_{ij}$$

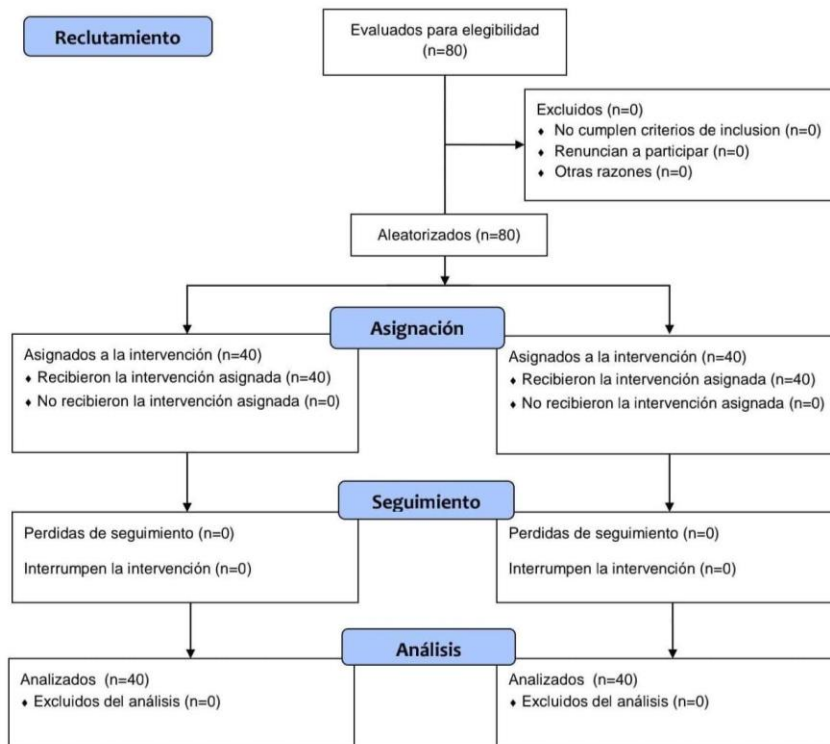
Donde $\beta_{3j...6j}$, son los coeficientes de cambio de para las variables sexo, talla, peso, sexo y lateralidad, pertenecientes del individuo. Finalmente, se desarrolló el modelo 2 estratificado por sexo



Resultados

Se incluyeron 80 adultos jóvenes elegibles, los cuales fueron aleatorizados en dos grupos: 40 en el grupo 1, 40 en el grupo 2, a quienes se les hizo seguimiento en donde no se encontraron perdidas ni interrupciones de la intervención, por lo tanto, se realizó el análisis a 80 sujetos en total. Este proceso se muestra en la figura 4.

Figura 4. Flujoograma asignación, seguimiento y análisis de los sujetos.



En la tabla 1, se muestran las características antropométricas y la lateralidad de los individuos según el sexo, se observa que tanto en hombres como en mujeres hay mayor cantidad de sujetos diestros. En las demás variables se observa un balanceo en la distribución de los datos (ver Tabla 1).



Tabla 1. Características antropométricas y lateralidad de la muestra por sexo

	Femenino	Masculino	Total
Lateralidad	<i>n (%)</i>	<i>n (%)</i>	<i>n (%)</i>
Diestro	36 (90,0%)	35 (87,5%)	71 (88,8%)
Zurdo	4 (10,0%)	5 (12,5%)	9 (11,3%)
	<i>x (de)</i>	<i>x (de)</i>	<i>x (de)</i>
Peso (kg)	61,5 (10,4)	73,6 (20,6)	67,5 (17,3)
Talla (cm)	159,3 (4,9)	171,0 (16,3)	165,1 (13,4)

x: promedio, *de*: desviación estándar; *n*: frecuencia absoluta; %: frecuencia porcentual.

En la tabla 2 se presentan los valores de la línea base (FPM sin estiramiento) y posterior al estiramiento, tanto para hombres como para mujeres. Se encontró que los hombres vs mujeres mostraban diferencias significativas en la fase “Post-estiramiento comparada sin estiramiento” en hombres Df (-3,04 IC95% (-4,75 a -1,32) y en mujeres Df (-0,29 IC95% (-1,21 a 0,63), para el caso la medición 10 min después de estirar no se encontraron diferencias significativas (ver Tabla 2).



Tabla 2. Medición de la FPM por sexo, antes y después del estiramiento.

Sin estiramiento		Post Estiramiento		10min Post Estiramiento		Post Estiramiento vs Sin estiramiento	10min Post Estiramiento vs Sin estiramiento	ICC
						Df(IC95%)	Df(IC95%)	
Muestra general								
<i>x</i>	<i>de</i>	<i>x</i>	<i>de</i>	<i>x</i>	<i>de</i>	<i>Df (IC 95%)</i>	<i>Df (IC 95%)</i>	<i>ICC</i>
						-1,66 A (-2,66 a -0,67)	0,57 A (-0,42 a 1,57)	0,90
35,9	10,9	34,3	10,5	36,5	11,5	-1,66 B (-2,66 a -0,67)	0,57 B (-0,42 a 1,57)	0,81
Femeninas								
<i>x</i>	<i>de</i>	<i>x</i>	<i>de</i>	<i>x</i>	<i>de</i>	<i>Df (IC 95%)</i>	<i>Df (IC 95%)</i>	<i>ICC</i>
						-0,29 A (-1,21 a 0,63)	0,70 A (-0,22 a 1,61)	0,83
27,5	4,7	27,2	5,3	28,2	5,4	-0,29 C (-1,21 a 0,63)	0,69 C (-0,22 a 1,61)	0,84
Masculinos								
<i>x</i>	<i>de</i>	<i>x</i>	<i>de</i>	<i>x</i>	<i>de</i>	<i>Df (IC 95%)</i>	<i>Df (IC 95%)</i>	<i>ICC</i>
						-3,04 A (-4,75 a -1,32)	0,45 A (-1,27 a 2,17)	0,82
44,4	8,4	41,3	9,5	44,8	9,8	-3,04 C (-4,75 a -1,32)	0,45 C (-1,27 a 2,17)	0,83

x: promedio, *de*: desviación estándar; *df*: Diferencia de promedios; *IC95%*: Intervalo de confianza del 95%; *ICC*: Coeficiente de correlación intraclase.

A. Modelo bivariado.

B. Modelo ajustado, por sexo, lateralidad, masa y talla.

C. Modelo ajustado, por lateralidad, masa y talla.



Discusión

El objetivo principal de nuestro estudio fue determinar el efecto del estiramiento activo de 30 segundos sobre la FPM. Gran parte de la literatura informa acerca del efecto de la realización de ejercicios de estiramiento posteriormente en el desarrollo de fuerza disminuyéndola (Behm, Kay, Trajano, & Blazevich, 2021; Ferreira-Júnior et al., 2021; Ieira, 2019; Okoi, Suchida, Anno, & Sai, 2017). Nuestros resultados demuestran que un solo estiramiento activo de 30 segundos sobre la musculatura de muñeca y mano en adultos jóvenes sanos, produce una disminución inmediata de la fuerza al ser medida posteriormente con dinamometría, esto va en la misma línea de lo encontrado con Lima et al., quienes hallaron disminución de la fuerza muscular de isquiotibiales en bailarinas de ballet en comparación con mujeres entrenadas en fuerza al usar estiramiento estático en un protocolo de 3 series de 30 segundos con 15 segundos de descanso entre series (Lima et al., 2016); a su vez Pereira et al., al realizar un estiramiento pasivo de musculatura de la mano en 11 hombres sanos durante 30 y 60 segundos encontraron que la fuerza muscular disminuía en los sujetos estirados durante 60 segundos, pero no así en los de 30 segundos, por otra parte, hallaron que después de 45 segundos de mantener el estiramiento habría riesgo de disminución de la fuerza muscular (Gustavo Pereira de Paula et al., 2005). Por el contrario, un estudio evidenció aumento de algunas medidas de la fuerza muscular al estudiar el efecto de un programa de estiramiento estático de alto volumen sobre la fuerza y la arquitectura muscular de 16 adultos jóvenes sanos por un periodo de 5 semanas, los ejercicios se realizaron 2 veces por semana, 6 series de 5 min con 60 segundos de intervalo, en total 30 min por sesión (Yahata et al.,



2021). Por otro lado en el estudio de (Chtourou et al., 2013) se encontró que al realizar un protocolo de estiramiento estático de 3 veces por 20 segundos en cuádriceps de futbolistas, la fuerza fue afectada posteriormente para la realización de los ejercicios de salto. De la misma forma en un meta-análisis de 104 estudios realizado por (Simic, Sarabon, & Markovic, 2013) identificaron que el estiramiento estático previo al ejercicio induce efectos agudos negativos significativos y prácticamente relevantes sobre la fuerza muscular máxima. Por su parte, (Nakamura et al., 2022), encontraron que posterior a realizar estiramiento estático en tres intervenciones de 60s podían disminuir la contracción isométrica voluntaria máxima.

Otro hallazgo de nuestra investigación fue que al medir la fuerza 10 minutos posterior al estiramiento, esta se vio aumentada de manera significativa a la comparación con la línea de base, en ese mismo orden de ideas se halló que en el estudio de (Nakamura et al., 2022) la fuerza se vio recuperada 10 minutos después de la aplicación estiramiento estático en tres intervenciones de 60s de estiramiento en flexores de rodilla, pero la tasa de desarrollo de la fuerza permaneció significativamente disminuida hasta 20 min después de la intervención del estiramiento estático, de igual manera, (Reid et al., 2018) hallaron en su estudio disminución significativa de la contracción isométrica voluntaria máxima (MVIC) después de realizar estiramiento estático del cuádriceps durante 120s permaneciendo disminuida después del periodo de descanso de 10 minutos.

A su vez, los resultados de nuestro estudio demostraron que la disminución de fuerza posterior al estiramiento fue más significativa en hombres que en mujeres, esto va de la misma



línea con lo observado por (Unick, Kieffer, Cheesman, & Feeney, 2005) en donde midieron la fuerza de la musculatura involucrada en el salto vertical de 16 mujeres entrenadas después de 15 y 30 minutos de estiramiento, e indicaron que no hubo diferencia significativa ($p < 0,05$) como resultado del estiramiento estático, lo cual sugiere que el estiramiento previo a la competencia puede no afectar negativamente el desempeño de las mujeres entrenadas, esto puede ser debido a que la medición de la fuerza se realizó posterior a 15 minutos de llevado a cabo el estiramiento y no inmediatamente después de estirar. Así mismo, (Pulverenti, Trajano, Kirk, & Blazevich, 2019) investigaron los efectos agudos del estiramiento estático de larga duración, 5 repeticiones de 60 segundos, de los músculos flexores plantares en hombres sanos, los autores hallaron una disminución significativa en el torque máximo de la flexión plantar isométrica voluntaria posterior al estiramiento estático. Contrario a nuestros resultados, en el estudio realizado por Samuel et. al, afirman que el desempeño de los hombres fue considerablemente más alto que el desempeño de las mujeres en 3 condiciones de estiramiento realizado durante 30 segundos. Sin embargo, encontraron que el estiramiento previo a la actividad no afecta a los sexos de manera diferente cuando se utiliza una duración practica de 90 segundos de estiramiento (Samuel, Holcomb, Guadagnoli, Rubley, & Wallmann, 2008).

Una posible explicación de la disminución en la fuerza muscular posterior al estiramiento estático es debido al reflejo tendinoso de Golgi, este a su vez se encarga de detectar la fuerza combinada con el alargamiento del músculo. Los órganos tendinosos de Golgi están inervados por fibras aferentes del grupo Ib; pueden desempeñar un papel en la pérdida de fuerza muscular por el



estiramiento debido a que las fibras Ib provocan una inhibición autógena disminuyendo la excitabilidad de la motoneurona homónima. La retroalimentación de los órganos tendinosos de Golgi inhibe la activación del agonista para disminuir la producción de fuerza y reducir la tensión en el músculo. Sin embargo, es necesario un estiramiento para activar los órganos tendinosos de Golgi; además, la descarga de los órganos tendinosos de Golgi rara vez persiste durante el estiramiento muscular mantenido, y los efectos inhibitorios son momentáneos (Fowles, Sale, & Macdougall, 2000; Trajano, Taylor, Orssatto, McNulty, & Blazeovich, 2020). Otra teoría propone la idea de que esta disminución de la potencia está relacionada con el reflejo miogénico, refiriéndose a la reducción de la contracción natural cuando los músculos pasan por rangos de movimiento muy rápidamente (Unick et al., 2005). Una hipótesis adicional sustenta que los efectos dependientes de la longitud del músculo en la pérdida de fuerza inducida por el estiramiento se han atribuido al aumento de la distensibilidad en la unidad músculo-tendón que permite un mayor acortamiento de las fibras musculares durante las contracciones isométricas en un ángulo articular determinado. (Balle et al., 2015).



Conclusiones

Gran parte de la literatura refiere que los estiramientos que son usados durante el calentamiento previo a los trabajos de fuerza muscular podrían llegar a disminuir la capacidad del músculo para contraer y generar fuerza

Los estiramientos previos a trabajos de desarrollo de fuerza de la mano en este estudio demostraron pérdidas de la fuerza de forma significativa después de un estiramiento de 30 segundos. Por lo tanto, se puede concluir que el uso de trabajos de estiramiento previos a protocolos de evaluación de la fuerza de agarre prensil podría afectar los valores finales y dar por ende resultados que no son los adecuados.



Bibliografía

- Alrashdan, A., Ghaleb, A. M., & Almobarek, M. (2021). Normative static grip strength of saudi arabia's population and influences of numerous factors on grip strength. *Healthcare (Switzerland)*, 9(12). <https://doi.org/10.3390/healthcare9121647>
- Amiri-Khorasani, M., Abu Osman, N. A., & Yusof, A. (2011). *ACUTE EFFECT OF STATIC AND DYNAMIC STRETCHING ON HIP DYNAMIC RANGE OF MOTION DURING INSTEP KICKING IN PROFESSIONAL SOCCER PLAYERS*. Retrieved from www.nsca-jscr.org
- Amparo, L., López, A., Segundo, M., Maestría, S., & Departamento, H. (2012). *Biomecánica y patrones funcionales de la mano*. 4(1), 14–24. Retrieved from <https://revistas.unal.edu.co/index.php/morfologia/article/view/31373/31379>
- Arrieta, J. H. (2006). Los Estiramientos: Ejercicio Fundamental para Estar Bien. *Revista Científica General José María Córdova*, 4(4), 41–43. Retrieved from <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=476259067012>
- Ayala, F., Sainz De Baranda, P., & Cejudo, A. (2012). Flexibility training: Stretching techniques El entrenamiento de la flexibilidad: técnicas de estiramiento. *Rev Andal Med Deporte*, 5(3), 105–112. Retrieved from www.elsevier.es/ramdhttp://http://zl.elsevier.esel05/09/2013.Copiaparausopersonal,seprohíbelatransmisióndeestedocumentoporqualquiermediooformato.
- Balle, S. S., Magnusson, S. P., & Mchugh, M. P. (2015). Effects of contract-relax vs static stretching on stretch-induced strength loss and length-tension relationship. *Scandinavian*



Journal of Medicine and Science in Sports, 25(6), 764–769.

<https://doi.org/10.1111/sms.12399>

Behm, D. G., & Chaouachi, A. (2011). A review of the acute effects of static and dynamic stretching on performance. *European Journal of Applied Physiology*, Vol. 111, pp. 2633–2651. <https://doi.org/10.1007/s00421-011-1879-2>

Behm, D. G., Kay, A. D., Trajano, G. S., & Blazevich, A. J. (2021). Mechanisms underlying performance impairments following prolonged static stretching without a comprehensive warm-up. *European Journal of Applied Physiology*, 121(1), 67–94. <https://doi.org/10.1007/s00421-020-04538-8>

Benfica, P. do A., Aguiar, L. T., Brito, S. A. F. de, Bernardino, L. H. N., Teixeira-Salmela, L. F., & Faria, C. D. C. de M. (2018). Reference values for muscle strength: a systematic review with a descriptive meta-analysis. *Brazilian Journal of Physical Therapy*, 22(5), 355–369. <https://doi.org/10.1016/j.bjpt.2018.02.006>

Blum, B. (1998). Los estiramientos. In *Serie Fitness y condición física* (Hispano Eu). Retrieved from <http://www.colimdo.org/media/4277993/estiramientos.pdf>

Bobos, P., Nazari, G., Lalone, E. A., Grewal, R., & MacDermid, J. C. (2018). Recovery of grip strength and hand dexterity after distal radius fracture: A two-year prospective cohort study. *Hand Therapy*, 23(1), 28–37. <https://doi.org/10.1177/1758998317731436>

Bobos, P., Nazari, G., Lu, Z., & MacDermid, J. C. (2020). Measurement Properties of the Hand Grip Strength Assessment: A Systematic Review With Meta-analysis. *Archives of Physical*



- Medicine and Rehabilitation*, 101(3), 553–565. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2019.10.183>
- Bohannon, R. W. (2015). Muscle strength: Clinical and prognostic value of hand-grip dynamometry. *Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care*, 18(5), 465–470. <https://doi.org/10.1097/MCO.0000000000000202>
- Buckley, J. P., & Hughes, A. R. (2008). Introduction. *Exercise Physiology in Special Populations: Advances in Sport and Exercise Science*, 1–19. <https://doi.org/10.1016/B978-0-443-10343-8.00001-9>
- CASBEE Technical Manual. (2014). *ANÁLISIS BIOMECÁNICO DE LAS FUERZAS DE AGARRE DE LA MANO MEDIANTE UN DISPOSITIVO QUE SIMULA LAS LESIONES DE AMPUTACIONES DE FALANGES*.
- Chtourou, H., Aloui, A., Hammouda, O., Chaouachi, A., Chamari, K., & Souissi, N. (2013). Effect of Static and Dynamic Stretching on the Diurnal Variations of Jump Performance in Soccer Players. *PLoS ONE*, 8(8), 1–6. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0070534>
- Del Carpio, N. (2018). *El estiramiento terapéutico manual*. 51. Retrieved from <http://repositorio.uigv.edu.pe/handle/20.500.11818/3032>
- Ferreira-Júnior, J. B., Benine, R. P. C., Chaves, S. F. N., Borba, D. A., Martins-Costa, H. C., Freitas, E. D. S., ... Bottaro, M. (2021). Effects of Static and Dynamic Stretching Performed Before Resistance Training on Muscle Adaptations in Untrained Men. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 35(11), 3050–3055. <https://doi.org/10.1519/JSC.00000000000003283>



- Fortunato, A. R., da Silva, R. E. L., & Mazo, G. Z. (2020). Handgrip strength accuracy as discriminator of functional independence in centenarian women. *Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano*, 22, 1–11. <https://doi.org/10.1590/1980-0037.2020v22e57447>
- Fowles, J. R., Sale, D. G., & Macdougall, J. D. (2000). Reduced strength after passive stretch of the human plantarflexors. *Journal of Applied Physiology*, 89(3), 1179–1188. <https://doi.org/10.1152/jappl.2000.89.3.1179>
- Franco, B. L., Signorelli, G. R., Trajano, G. S., & De Oliveira, C. G. (2008). ACUTE EFFECTS OF DIFFERENT STRETCHING EXERCISES ON MUSCULAR ENDURANCE. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22(6), 1832–1837. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31818218e1>
- García López, M., González Montero De Espinosa, M., Romero-Collazos, J. F., Prado Martínez, C., López-Ejeda, N., Villarino Marín, A., & Marrodán Serrano, M. D. (2017). Referencias para dinamometría manual en función de la estatura en edad pediátrica y adolescente. *Nutricion Clinica y Dietetica Hospitalaria*, 37(4), 135–139. <https://doi.org/10.12873/374glopez>
- Gustavo Pereira de Paula, Koch, A. J., Cerqueira, M. S., Rocha, Santos, J. A. dos, & Lucio Santos Borges, Ludmila Schettino, Marco Machado, R. P. (2005). Time Course Effect of Static Stretching on Maximum Grip Strength. *Journal of Exercise Physiology*, 8(1), 11–25.
- Ha, Y.-C., Yoo, J.-I., Park, Y.-J., Lee, C. H., & Park, K.-S. (2018). Measurement of Uncertainty



- Using Standardized Protocol of Hand Grip Strength Measurement in Patients with Sarcopenia. *Journal of Bone Metabolism*, 25(4), 243. <https://doi.org/10.11005/jbm.2018.25.4.243>
- Ha, Y. C., Hwang, S. C., Song, S. Y., Lee, C. H., Park, K. S., & Yoo, J. Il. (2018). Hand grip strength measurement in different epidemiologic studies using various methods for diagnosis of sarcopenia: a systematic review. *European Geriatric Medicine*, 9(3), 277–288. <https://doi.org/10.1007/s41999-018-0050-6>
- Higgins, S. C., Adams, J., & Hughes, R. (2018). Measuring hand grip strength in rheumatoid arthritis. *Rheumatology International*, 38(0), 707–714. <https://doi.org/10.1007/s00296-018-4024-2>
- Hogrel, J. Y. (2015). Grip strength measured by high precision dynamometry in healthy subjects from 5 to 80 years. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 16(1). <https://doi.org/10.1186/s12891-015-0612-4>
- Hossain Parash, M. T., Khazri, H. Bin, Mustapha, Z. A., & Shimmi, S. C. (2022). Predicting handgrip power of young adult population among major ethnic groups of Sabah: a multivariate analysis. *Journal of Physiological Anthropology*, 41(1), 1–16. <https://doi.org/10.1186/s40101-022-00297-x>
- Huang, L., Liu, Y., Lin, T., Hou, L., Song, Q., Ge, N., & Yue, J. (2022). Reliability and validity of two hand dynamometers when used by community-dwelling adults aged over 50 years. *BMC Geriatrics*, 22(1), 1–8. <https://doi.org/10.1186/s12877-022-03270-6>



- Ieira, W. O. H. B. R. V. (2019). CHRONIC EFFECTS OF STATIC AND DYNAMIC STRETCHING ON HAMSTRINGS ECCENTRIC STRENGTH AND FUNCTIONAL PERFORMANCE: A RANDOMIZED CONTROLLED TRIAL. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 00(00), 1–9.
- Innes, E. (1999). Handgrip strength testing: A review of the literature. *Australian Occupational Therapy Journal*, 46(3), 120–140. <https://doi.org/10.1046/j.1440-1630.1999.00182.x>
- Jahanmahin, M., Nasiri, R., Farzaneh, E., Arani, H. K., & Ezedin, N. (2014). The Acute Effects of Dynamic and Static Stretching on Muscular Strength, Power and Endurance of Lower Body in Untrained Men. *International Journal of Basic Sciences & Applied Research.*, 3(9), 586–591. <https://doi.org/10.1007/s00421-011-1879-2>
- Jones, P., & Comfort, P. (2020). Strength and conditioning: scientific aspects including principles of rehabilitation. In *A Comprehensive Guide to Sports Physiology and Injury Management*.
- Kim, G., Kim, H., Kim, W. K., & Kim, J. (2018). Effect of stretching-based rehabilitation on pain, flexibility and muscle strength in dancers with Hamstring injury: A single-blind, prospective, randomized clinical trial. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 58(9), 1287–1295. <https://doi.org/10.23736/S0022-4707.17.07554-5>
- Kisner, C. y Colby, L. A. (2010). Ejercicio terapéutico: fundamentos y técnicas. In *Ejercicio terapéutico: fundamentos y técnicas*. Retrieved from <http://books.google.es/books?id=udY-AAAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=therapeutic+exercise+foundation+and+techniques+pdf&hl=es&sa=X&ei=VrZXVLCNOs7->



sASH74CIBA&ved=0CCAQ6AEwAA#v=onepage&q=therapeutic exercise foundation and techniques pdf&f=false

Leong, D. P., Teo, K. K., Rangarajan, S., Lopez-Jaramillo, P., Avezum, A., Orlandini, A., ... Yusuf, S. (2015). Prognostic value of grip strength: Findings from the Prospective Urban Rural Epidemiology (PURE) study. *The Lancet*, 386(9990), 266–273. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(14\)62000-6](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(14)62000-6)

Lima, C., Brown, L. E., Wong, M. A., Leyva, W. D., Pinto, R. S., Cadore, E. L., & Cassio V. Ruas. (2016). Acute effects of static vs. ballistic stretching on strength and muscular fatigue between ballet dancers and resistance-trained women. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 30(11), 3220–3227.

Martínez-Torres, J., Gallo-Villegas, J. A., & Aguirre-Acevedo, D. C. (2022). Normative values for handgrip strength in Colombian children and adolescents from 6 to 17 years of age: estimation using quantile regression. *Jornal de Pediatria*. <https://doi.org/10.1016/j.jpmed.2022.02.004>

McGrath, R., Johnson, N., Klawitter, L., Mahoney, S., Trautman, K., Carlson, C., ... Hackney, K. J. (2020). What are the association patterns between handgrip strength and adverse health conditions? A topical review. *SAGE Open Medicine*, 8, 205031212091035. <https://doi.org/10.1177/2050312120910358>

McHugh, M. P., & Cosgrave, C. H. (2010). To stretch or not to stretch: The role of stretching in injury prevention and performance. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*,



20(2), 169–181. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2009.01058.x>

Molouki, A., Hosseini, S. M., Rustae, M., & Tabatabaee, S. M. (2016). The Immediate Effects of Manual Massage of Forearm on Power-Grip Strength and Endurance in Healthy Young Men.

Journal of Chiropractic Medicine, 15(2), 112–120.

<https://doi.org/10.1016/j.jcm.2016.02.013>

Nakamura, M., Suzuki, Y., Yoshida, R., Kasahara, K., Murakami, Y., Hirono, T., ... Konrad, A.

(2022). The Time-Course Changes in Knee Flexion Range of Motion, Muscle Strength, and Rate of Force Development After Static Stretching. *Frontiers in Physiology*, 13(June), 1–8.

<https://doi.org/10.3389/fphys.2022.917661>

Norman, K., Stobäus, N., Gonzalez, M. C., Schulzke, J. D., & Pirlich, M. (2011). Hand grip strength: Outcome predictor and marker of nutritional status. *Clinical Nutrition*, 30(2), 135–

142. <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2010.09.010>

Okoi, K. A. Y., Suchida, W. A. T., Anno, Y. A. B., & Sai, Y. U. J. I. A. (2017). *Acute Effects Of*

The Different Intensity Of Static Stretching On Flexibility And Isometric Muscle Force. 31(12), 3403–3410.

Ortega, F. B., Silventoinen, K., Tynelius, P., & Rasmussen, F. (2012). Muscular strength in male adolescents and premature death: Cohort study of one million participants. *BMJ (Online)*,

345(7884), 1–12. <https://doi.org/10.1136/bmj.e7279>

Palomo, R. (2015). Sistema de Clasificación de la habilidad manual. Retrieved November 17,

2022, from Hemiweb Copyright website: <https://hemiweb.org/news/sistema-de->



SC-CER96940



“Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz”

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750
www.unipamplona.edu.co



clasificacion-de-la-habilidad-manual/

Piñeda, A., Cabrera, Lady, Esguerra, C., Grajales, J., & González, C. (2016). *Variables antropométricas y su relación con la fuerza-presión de mano, para el uso ergonómico de herramientas manuales*. 3, 71–78.

Pulverenti, T. S., Trajano, G. S., Kirk, B. J. C., & Blazevich, A. J. (2019). The loss of muscle force production after muscle stretching is not accompanied by altered corticospinal excitability. *European Journal of Applied Physiology*, 119(10), 2287–2299. <https://doi.org/10.1007/s00421-019-04212-8>

Ramlagan, S., Peltzer, K., & Phaswana-Mafuya, N. (2014). Hand grip strength and associated factors in non-institutionalised men and women 50 years and older in South Africa. *BMC Research Notes*, 7(1), 1–7. <https://doi.org/10.1186/1756-0500-7-8>

Reid, J. C., Greene, R., Young, J. D., Hodgson, D. D., Blazevich, A. J., & Behm, D. G. (2018). The effects of different durations of static stretching within a comprehensive warm-up on voluntary and evoked contractile properties. *European Journal of Applied Physiology*, 118(7), 1427–1445. <https://doi.org/10.1007/s00421-018-3874-3>

Reijnierse, E. M., de Jong, N., Trappenburg, M. C., Blauw, G. J., Butler-Browne, G., Gapeyeva, H., ... Maier, A. B. (2017). Assessment of maximal handgrip strength: how many attempts are needed? *Journal of Cachexia, Sarcopenia and Muscle*, 8(3), 466–474. <https://doi.org/10.1002/jcsm.12181>

Roberts, H. C., Denison, H. J., Martin, H. J., Patel, H. P., Syddall, H., Cooper, C., & Sayer, A. A.



- (2011). A review of the measurement of grip strength in clinical and epidemiological studies: Towards a standardised approach. *Age and Ageing*, 40(4), 423–429. <https://doi.org/10.1093/ageing/afr051>
- Rodríguez, D., Eduardo, C., Ángel Nieto, M., Alejandro, S., & Ángel Gómez, M. (2017). Aspectos anatómicos I. Generalidades, osteología y artrología. *Morfología*, 12(1), 2020. Retrieved from <https://www.studocu.com/es-mx/document/universidad-nacional-autonoma-de-mexico/osteologia/la-mano-aspectos-anatomicos-i-generalidades-osteologia-y-artrologia/17426281>
- Ruiz, J. R., Ortega, F. B., Wärnberg, J., Moreno, L. A., Carrero, J. J., Gonzalez-Gross, M., ... Sjöström, M. (2008). Inflammatory proteins and muscle strength in adolescents: The AVENA study. *Archives of Pediatrics and Adolescent Medicine*, 162(5), 462–468. <https://doi.org/10.1001/archpedi.162.5.462>
- Samuel, M. N., Holcomb, W. R., Guadagnoli, M. A., Rubley, M. D., & Wallmann, H. (2008). Acute Effects of Static and Ballistic Stretching on Measures of Strength and Power. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22(5), 1422–1428. Retrieved from <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18714248/>
- Sharman, M. J., Cresswell, A. G., & Riek, S. (2006). Proprioceptive neuromuscular facilitation stretching: Mechanisms and clinical implications. *Sports Medicine*, Vol. 36, pp. 929–939. <https://doi.org/10.2165/00007256-200636110-00002>
- Shin, H., Ph, D., Moon, S. W., Kim, G., Ph, D., Park, J. D., ... Oh, M. (2012). Reliability of the



Pinch Strength with Digitalized Pinch Dynamometer. *Annals of Rehabilitation Medicine*, 36, 394–399. <https://doi.org/10.5535/arm.2012.36.3.394> Annals

Shiratori, A. P., Iop, R. da R., Júnior, N. G. B., Domenech, S. C., & Gevaerd, M. da S. (2014). Evaluation protocols of hand grip strength in individuals with rheumatoid arthritis: A systematic review. *Revista Brasileira de Reumatologia*, Vol. 54, pp. 140–147. <https://doi.org/10.1016/j.rbre.2014.03.009>

Shiratori, A. P., Iop, R., Gomes, N., Júnior, B., Domenech, S. C., & Gevaerd, S. (2014). Evaluation protocols of hand grip strength in individuals with rheumatoid arthritis : A systematic review Review article Evaluation protocols of hand grip strength in individuals with rheumatoid arthritis : a systematic review. *Revista Brasileira de Ortopedia (English Edition)*, 54(2), 140–147. <https://doi.org/10.1016/j.rbre.2014.03.009>

Shrier, I. (2008). Warm-up and stretching in the prevention of muscular injury. *Sports Medicine*, 38(10), 879. <https://doi.org/10.2165/00007256-200838100-00006>

Silva, P., Lott, R., Wickrama, K. a S., Mota, J., & Welk, G. (2011). Acute effects of foam rolling, static stretching and dynamic stretching during warm-ups on muscular flexibility and strength in young adults. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 26(6), 469–477.

Simic, L., Sarabon, N., & Markovic, G. (2013). Does pre-exercise static stretching inhibit maximal muscular performance? A meta-analytical review. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 23(2), 131–148. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2012.01444.x>



- Sousa-Santos, A. R., & Amaral, T. F. (2017). Differences in handgrip strength protocols to identify sarcopenia and frailty - A systematic review. *BMC Geriatrics*, 17(1). <https://doi.org/10.1186/s12877-017-0625-y>
- Stessman, J., Rottenberg, Y., Fischer, M., Hammerman-Rozenberg, A., & Jacobs, J. M. (2017). Handgrip Strength in Old and Very Old Adults: Mood, Cognition, Function, and Mortality. *Journal of the American Geriatrics Society*, 65(3), 526–532. <https://doi.org/10.1111/jgs.14509>
- Tonak, H. A., Kaya Kara, O., & Sahin, S. (2021). Correlation of hand functionality and grip strengths with anthropometric measurements. *Work (Reading, Mass.)*, 69(1), 187–195. <https://doi.org/10.3233/WOR-213468>
- Trajano, G. S., Taylor, J. L., Orsatto, L. B. R., McNulty, C. R., & Blazevich, A. J. (2020). Passive muscle stretching reduces estimates of persistent inward current strength in soleus motor units. *Journal of Experimental Biology*, 223(21). <https://doi.org/10.1242/jeb.229922>
- Unick, J., Kieffer, H. S., Cheesman, W., & Feeney, A. (2005). The acute effects of static and ballistic stretching on vertical jump performance in trained women. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 19(1), 206–212. <https://doi.org/10.1519/R-14843.1>
- Vaidya, S. M., & Nariya, D. M. (2021). Handgrip Strength as a Predictor of Muscular Strength and Endurance: A Cross-sectional Study. *Journal of Clinical and Diagnostic Research*, (December). <https://doi.org/10.7860/jcdr/2021/45573.14437>
- Vargas-Pinilla, O. C., & Rodríguez-Grande, E. I. (2021). Reproducibility and agreement between



- three positions for handgrip assessment. *Scientific Reports*, 11(1), 1–6.
<https://doi.org/10.1038/s41598-021-92296-8>
- Vermeulen, J., Neyens, J. C. L., Spreeuwenberg, M. D., Van Rossum, E., Hewson, D. J., & De Witte, L. P. (2015). Measuring grip strength in older adults: Comparing the grip-ball with the Jamar dynamometer. *Journal of Geriatric Physical Therapy*, 38(3), 148–153.
<https://doi.org/10.1519/JPT.0000000000000034>
- Volaklis, K. A., Halle, M., & Meisinger, C. (2015). Muscular strength as a strong predictor of mortality: A narrative review. *European Journal of Internal Medicine*, 26(5), 303–310.
<https://doi.org/10.1016/j.ejim.2015.04.013>
- Wang, Y. C., Bohannon, R. W., Li, X., Sindhu, B., & Kapellusch, J. (2018). Hand-grip strength: Normative reference values and equations for individuals 18 to 85 years of age residing in the United States. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 48(9), 685–693.
<https://doi.org/10.2519/jospt.2018.7851>
- Weber, C., Thai, V., Neuheuser, K., Groover, K., & Christ, O. (2015). Efficacy of physical therapy for the treatment of lateral epicondylitis: A meta-analysis. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 16(1). <https://doi.org/10.1186/s12891-015-0665-4>
- Witvrouw, Erik; Mahieu, Nele; Danneels, Lieven; McNair, P. (2004). Stretching and injury prevention: An obscure relationship. *Sports Medicine*, 34(7), 443–449.
<https://doi.org/10.2165/00007256-200434070-00003>
- Yahata, K., Konrad, A., Sato, S., Kiyono, R., Yoshida, R., Fukaya, T., ... Nakamura, M. (2021).



Effects of a high-volume static stretching programme on plantar-flexor muscle strength and architecture. *European Journal of Applied Physiology*, 121(4), 1159–1166.
<https://doi.org/10.1007/s00421-021-04608-5>