

Información Importante

La Universidad Santo Tomás, informa que el(los) autor(es) ha(n) autorizado a usuarios internos y externos de la institución a consultar el contenido de este documento a través del Catálogo en línea de la Biblioteca y el Repositorio Institucional en la página Web de la Biblioteca, así como en las redes de información del país y del exterior con las cuales tenga convenio la Universidad.

Se permite la consulta a los usuarios interesados en el contenido de este documento, para todos los usos que tengan **finalidad académica**, nunca para usos comerciales, siempre y cuando mediante la correspondiente cita bibliográfica se le dé crédito al trabajo de grado y a su autor.

De conformidad con lo establecido en el Artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, la Universidad Santo Tomás informa que “los derechos morales sobre documento son propiedad de los autores, los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables.”

Bibliotecas Bucaramanga
Universidad Santo Tomás

**Caracterización de la Fuerza de Agarre de escaladores en Bucaramanga y su área
Metropolitana, 2015.**

Ezequiel David García Mantilla

**Trabajo de grado presentado como requisito para optar el título de
Profesional en Cultura Física, Deporte y Recreación**

Director

Carolina Anaya Niño

Ft. Esp. Ms(c).

Universidad Santo Tomás, Bucaramanga

División Ciencias Humanas

Facultad de Cultura Física, Deporte y Recreación

2015

Dedicatoria

El siguiente trabajo de grado va dedicado a mi madre, Diana Luz Mantilla, quien me ha ayudado y apoyado en cada segundo de mi vida. Gracias a ti mis horizontes son infinitos; gracias por siempre creer en mí. Te amo.

Tu hijo,

Ezequiel David García Mantilla.

Agradecimientos

Quiero agradecer de manera especial a mi asesora de trabajo de grado, Carolina Anaya, por apoyarme con sus conocimientos y experiencias e ir más allá de su labor para ayudarme a poder completar este trabajo. También deseo agradecer a todas las personas que participaron de manera atenta. Mis agradecimientos completos para ustedes.

TABLA DE CONTENIDO

Introducción.....	10
1. Caracterización de la Fuerza de Agarre de escaladores en Bucaramanga y su área Metropolitana, 2015.....	11
1.1. Definición del problema.....	11
1.2 Justificación	12
1.3 Objetivos	14
1.3.1 Objetivo general.....	14
1.3.2 Objetivos específicos.....	14
2. Marco Teórico	14
3. Metodología	21
3.1 Tipo de estudio.....	21
3.2 Población y muestra.....	21
Criterios de inclusión:.....	21
Criterios de exclusión:	21
3.3 Variables de Medición.....	21
3.4 Procedimiento	22
3.6 Análisis de la Información.	25
3.7 Consideraciones Eticas	25
4. Resultados	26
Me (RIC): Mediana (Rango Intercuartílico)	26
(Autor)	26
Bibliografía	35
Apéndices.....	39

Listado de tablas

Tabla 1. Características de las tablas de evaluación y entrenamiento de escaladores.....	16
Tabla 2. Características de los participantes del estudio.....	24
Tabla 3. Valores de la fuerza de agarre de los participantes según la posición del dinamómetro y del participante.....	25
Tabla 4. Valores de la fuerza de agarre de los participantes según el género.....	26
Tabla 5. Valores de la fuerza de agarre de los participantes según el máximo nivel de dificultad alcanzado.....	26
Tabla 6. Correlación de Spearman entre la fuerza de agarre y las variables Antropométricas y deportivas.....	27
Tabla 7. Límites de acuerdo de Bland y Altman de la fuerza de agarre entre las posiciones del dinamómetro y del participante.....	27

Listado de figuras

Figura 1. Tablas de evaluación y entrenamiento para escaladores.....	15
Figura 2. Nivel de dificultad de la escalada deportiva según diferentes asociaciones.....	17
Figura 3. Medición de la fuerza de agarre con el dinamómetro Takei en dos posiciones diferentes: sedente y de pie.....	22
Figura 4. Agarre óptimo en función del tamaño de la mano.....	24
Figura 5. Fuerza de agarre de los escaladores de acuerdo a la posición del Dinamómetro y posición del participante.....	25
Figura 6. Límites de acuerdo de Bland y Altman entre las mediciones.....	26

Listados de apéndices

Apéndice A. Operacionalización de las variables.....38

Apéndice B. Consentimiento Informado.....40

RESUMEN

La siguiente investigación pretende describir a través de una dinamometría, la fuerza de agarre de los escaladores en la ciudad de Bucaramanga y su Area Metropolitana, explorando la posible asociación con las características antropométricas, el nivel y tiempo de escalada. Se realizó un estudio transversal de correlación, en una muestra por conveniencia de 20 escaladores (17 hombres y 3 mujeres) que practican regularmente la escalada deportiva en Bucaramanga y su Área Metropolitana. Se tomó en consideración las siguientes variables: peso, talla, índice de masa corporal, mano dominante, tamaño de mano, tiempo de escalada, nivel de dificultad alcanzado. La fuerza de agarre (kg/F) fue determinada en el brazo dominante en la posición estándar y ajustada del dinamómetro, así como en sedente y en posición bípeda.

En las dos posiciones del dinamómetro y del participante se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre la fuerza de agarre según el género pero no según el nivel de escalada. Se encontró una correlación de Spearman positiva y significativa entre la fuerza de agarre en las diferentes posiciones y el tamaño de la mano.

Palabras claves: dinamometría, fuerza, mano.

Abstract

The following research pretends to describe the handgrip strength of the selected sport rock climbers from the city of Bucaramanga and its metropolitan area through a dynamometry test, exploring the possible association between the anthropometric characteristics, level of climbing and time in years of climbing.

A descriptive transverse study was done on 20 climbers (17 men and 3 women) that practice rock climbing regularly in Bucaramanga and its Metropolitan Area. The following variables were taken in consideration: weight, height, body mass index, dominant hand, hand size, time in years of rock climbing, level of difficulty reached. The handgrip strength (kg/F) was determined in the dominant hand in the standard and adjusted position of the dynamometer, as well as in the seated and standing position.

On both positions of the dynamometer and of the participant, there was found statistically significant differences between the handgrip strength according to the genre, but no according to the level of climbing. There was found a positive and significant Spearman correlation between the handgrip strength of the different positions and the hand size.

Keywords: Dinamometry, strength, hand.

Introducción

La descripción de la fuerza de agarre en los deportistas que practican la escalada deportiva en la ciudad de Bucaramanga podría convertirse en un punto de partida para la propuesta de entrenamiento en esta área. La práctica de la escalada deportiva ha ido en aumento en la última década en la región y en Colombia debido a la idónea geografía que fomenta ésta actividad.

En Colombia existen varios parques de escalada adaptados de forma profesional para la realización de escalada deportiva. En el departamento de Santander se cuenta con uno de los parques más visitados por escaladores locales, nacionales e internacionales, el parque “La Mojarra”, conocido así por la vereda que atraviesa un segmento del cañón del Chicamocha desde la Mesa de Los Santos. Consta de aproximadamente ciento treinta rutas construidas, de las cuales se dividen en categorías de dificultad que se rigen por un sistema americano de clasificación, desde la más fácil hasta la más difícil.

La escalada deportiva es un deporte complejo en donde el contrincante principal del deportista es la dificultad de las posibles adversidades que se presentan en las superficies de practica (tipos de roca, altura, clima, entre otras) y la capacidad de seleccionar las decisiones correctas tanto físicas como psicológicas para enfrentar los miedos principales como la altura y el agarre de las presas.

Por lo anterior, en la escalada deportiva se hace imprescindible el desarrollo de las capacidades físicas, principalmente la resistencia a la fuerza, en la cual el deportista depende totalmente de su capacidad de resistir su peso propio por un tiempo prolongado colgado y ascendiendo de forma vertical, transversa y diagonal; así mismo, la generación de fuerza en el agarre de presas con las manos y el establecimiento de los pies para el ascenso son la clave para una buena ejecución técnica.

Como antes mencionado, debido a que la escalada deportiva es relativamente nueva en Bucaramanga y su área metropolitana, existe una escasez de información y estudios acerca del tema. Por ende se propone dar a conocer como objetivo la fuerza de agarre en escaladores para fomentar el entrenamiento de este deporte que tiene tanto potencial para las nuevas generaciones deportistas en Bucaramanga y su área metropolitana.

1. Caracterización de la Fuerza de Agarre de escaladores en Bucaramanga y su área Metropolitana, 2015.

1.1. Definición del problema

Durante los últimos años, de manera subjetiva y empírica se ha notado un aumento de la práctica de deportes alternativos en el área de Bucaramanga y sus alrededores; la construcción de parques extremos y eventos como “Santander Extremo”, demuestran que existe un impulso hacia estos tipos de disciplinas, tal es el caso de la escalada deportiva. Sin embargo, hasta el momento no se han reportado datos estadísticos que validen esta información. Dentro de las principales motivaciones para la práctica de este deporte se encuentra la cercanía a uno de los parques más grandes de escalada deportiva en el territorio Colombiano, el cual cuenta con rutas desafiantes y cada vez más complejas, que requieren ser estudiadas y profundizadas.

No obstante, considerando que es una disciplina relativamente nueva, comparada con otros deportes convencionales como el fútbol, baloncesto, entre otros; la literatura en el tema es escasa y las herramientas disponibles para promover su entrenamiento en el área local son limitadas. Tal es el caso, que a pesar que existe la Federación Colombiana de Escalada, en Bucaramanga no se ha dado el reconocimiento a las actividades de montaña, como la escalada deportiva, como un deporte oficial.

Ahora bien, la práctica empírica, conlleva a escasa organización y planificación deportiva en esta disciplina, la cual ha llevado a problemas tales como caídas al momento de ejecutar las acciones motrices que demanda la escalada. Por tal motivo, la fuerza es una capacidad física, que permite al deportista aumentar las posibilidades de obtener el logro en completar una ruta, dado que los niveles de fuerza y resistencia que debe tener un escalador, en especial en los antebrazos y muñeca, son los encargados de poder realizar las contracciones musculares durante las acciones motrices al momento de la escalada.

Así, la fuerza y el agarre se convierten en una capacidad física significativa para la Población de escaladores dado que desde el punto de vista fisiológico, según lo expuesto por Sheel (2004)

La escalada requiere de contracciones isométricas sostenidas e intermitentes de los músculos del antebrazo para la propulsión ascendente. Las contracciones isométricas de los dedos de la mano influyen directamente en la resistencia de los músculos del antebrazo; por ende a mayor fuerza de agarre más resistencia (endurance) tendrán los antebrazos para resistir cargas prolongadas en un determinado “bloque o “ruta”.

Desde el punto de vista biomecánico, en el momento que el deportista realiza el agarre de una presa, las tres porciones de las falanges (distal, media y proximal), se ubican en un ángulo adecuado para sostener el cuerpo, dependiendo del ancho de la presa, el ángulo de los dedos de la mano será más abierto o más cerrado; maximizando la utilización de las articulaciones metacarpo falángicas y los músculos del antebrazo para generar mayor presión en la palanca de la muñeca (Morenas, Sabido & Leyton. 2010).

Por todo lo anterior, se encuentra necesario describir la fuerza de agarre en los practicantes de escalada deportiva, con el objetivo que los datos de ésta descripción se conviertan en el punto de partida para la creación de planes de entrenamiento que busquen mejorar esta capacidad física de la fuerza de agarre, generando puntos específicos durante la periodización del entrenamiento que posiblemente conlleven a mejorar y aumentar los niveles de escalada del individuo hasta el punto de volverse competitivo a nivel internacional, ya sea para escaladores novatos, intermedios o experimentados.

1.2 Justificación

Existen diferentes tipos de escalada deportiva, las cuales pueden corresponderse entre sí dependiendo del ambiente y los implementos que se apliquen a la práctica. En la escalada tipo Boulder artificial, la práctica se realiza en un espacio cerrado, adecuado y acondicionado para simular dificultades de roca natural, conocido como gimnasio de escalada; este espacio está conformado por piedras hechas de un material sintético, el cual se atornilla en una pared de madera que está estructurada en diferentes ángulos de verticalidad. En los gimnasios de escalada el nivel de dificultad se determina por los grados de inclinación, teniendo en cuenta que mientras más inclinación tenga la superficie mayor será el nivel de dificultad. (Green & Doolittle, 2010)

En la escalada deportiva se busca progresar de manera ascendente a través de vías o rutas, ya demarcadas, por medio de la sujeción y seguridad de un arnés y una cuerda semiflexible (cinta), la cual está atada a otra persona (biley), que previene una eventual o posible caída del escalador. El deportista deberá “enchapar” o anclar su cinta a cada chapa que se encuentre en la ruta hasta finalizar en la estación. Una vez asegurado, éste podrá ascender en forma de rappel hasta tocar el punto inicial en el piso. (Donahue & Luebben, 2014).

En la literatura revisada se encontraron reportes que evaluaron la fuerza muscular y la resistencia en escaladores en el antebrazo, la mano y los dedos de la mano por medio de un dinamómetro. (Giles, Rhodes & Taunton, 2006; Balas, Strejcova, Maly, Mala & Martin, 2009; Grant, Hynes, Whittaker & Aitchisson, 1996; Bertuzzi, Franchini, Kokubun & Kiss, 2007; Morenas et al 2010). Sin embargo, no se encuentran publicaciones que evalúen la fuerza de agarre en esta población y su posible relación con el nivel de dificultad alcanzado por el deportista.

En la práctica laboral del profesional en Cultura Física y Deporte, es necesario suplir la demanda de información de buena calidad para las exigencias de competencia con los que los deportistas se enfrentan día a día en deportes tanto convencionales como no convencionales. De esta forma, la descripción de la fuerza de agarre en los escaladores de Bucaramanga se convierte en un punto de partida para la generación de planes de entrenamiento estructurados de acuerdo a la caracterización previa de ésta población, así mismo se logra un seguimiento para mejorar el rendimiento competitivo o recreativo. Adicionalmente, a futuro será posible relacionar la fuerza de agarre con el nivel de cumplimiento de las rutas en relación con tiempo y número de intentos, como también la relación entre fuerza de agarre y variables antropométricas.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general.

- Explorar la correlación entre la fuerza de agarre y tiempo de escalada, tamaño de la mano y variables antropométricas de los escaladores de Bucaramanga y su Area Metropolitana.

1.3.2 Objetivos específicos.

- Describir la población de estudio de acuerdo a sus características antropométricas y deportivas.
- Explorar el nivel de acuerdo de las mediciones de la fuerza de agarre según la posición del participante y la posición del dinamómetro.
- Explorar la asociación entre la fuerza de agarre, el género y el nivel de escalada.

2. Marco Teórico

Dentro de las diferentes categorías deportivas que existen en el mundo, la escalada es considerada un deporte de tendencia por la International World Games Association (IWGA). La escalada deportiva se constituye como una actividad de arte y precisión, debido a la dificultad en la ejecución de los movimientos que se deben de realizar para lograr el ascenso (Booth,J; Marino, F; Hill, C; Gwinn, T, 1999).

El deporte de escalada se puede dividir en varias categorías: deportiva, boulder, tradicional, hielo, velocidad, solo, psicobloc, entre otras. Para este estudio se considero y se tomo en cuenta la escalada deportiva, la cual es una forma de escalada en cuerda, donde se utilizan tornillos y anclajes para la protección y seguridad del escalador que se va anclando a medida que va ascendiendo. Las “chapas” o puntos de anclaje se colocan relativamente

cerca, lo que permite que el escalador pueda subir con seguridad hasta completar la ruta. (Hornig & Fuss, 2002).

Escalar implica cambios rápidos en la posición de equilibrio, que depende de la situación, la fuerza, la dinámica y la técnica (Hepp, T; Gullich, W; Heidorn, G, 1996). A menudo cabe la posibilidad de superar un determinado pasaje, bien por medio de la fuerza, o bien utilizando una buena técnica; sin embargo, debe existir un correcto equilibrio entre fuerza y técnica (Eng, 2010).

En la escalada deportiva, es posible completar la ruta por dos opciones: (a) escalada a vista y (b) escalada en punto rojo. La primera se considera el estilo más puro de ascenso y consiste en completar la ruta en el primer intento, mediante el estudio de la ruta únicamente desde el suelo y sin nunca haber intentado completarla. En la escalada en punto rojo, el deportista posee un conocimiento técnico previo de dicha ruta. (Morrison & Schoffl, 2007).

Para escalar se emplean diferentes tipos de agarre: romo, romo cerrado, romo abierto y romo ligeramente abierto, en los cuales se establecen las dimensiones en cuanto a la profundidad, longitud de la superficie, ancho y separación del agarre (véase tabla 1). Por tanto, se han creado tablas de entrenamiento que asimilan el agarre o sujeción de presas que se pueden presentar durante la actividad de escalar, ya sea en roca natural o en superficies artificiales, como es el caso de la “tabla modelo Fixe” o la “tabla Top 30” (figura 1).

Los tipos de agarre, además influyen la participación de la mano dentro de la actividad, encontrando que para los agarres romo y romo cerrado es posible usar toda la mano, en tanto que en el agarre romo abierto y ligeramente abierto, solo se permite utilizar 5 dedos con apoyo de la palma de la mano o 3 dedos, respectivamente. (Palomares, 2004) véase figura 1.

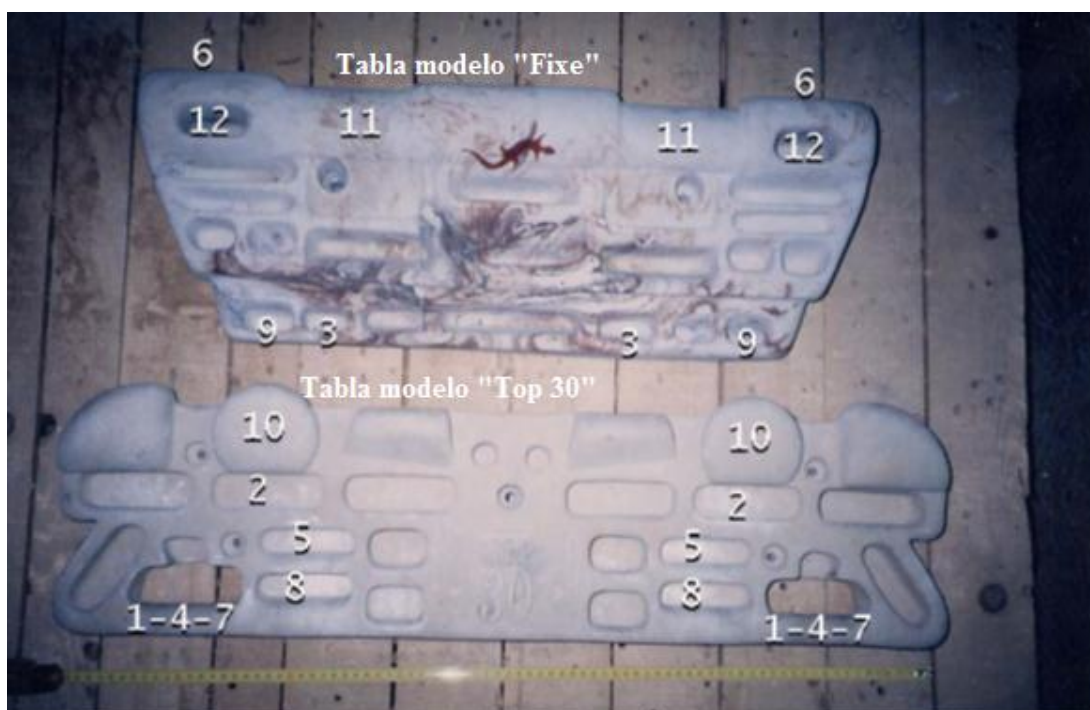


Figura 1. Tablas de evaluación y entrenamiento para escaladores. Fuente: Palomares, U. (2004). Valoración de la Fuerza de Agarre en Escaladores. [Artículo]. Recuperado de <http://cdeporte.rediris.es/revista14/artescalada.htm>

Tabla 1. Características de las tablas de evaluación y entrenamiento de escaladores.

Características de los 4 agarres utilizados en la fuerza de Agarre	Tabla	Tipo agarre	Distancia entre agarres cm.	Profundidad cm.	Longitud cm.	Anchura (Nº dedos)	Anchura cm.
6	Fixe	Romo	43	5,5	8	5	12
10	Top 30	Romo cerrado	35	3	5	5	7
11	Fixe	Romo abierto	19	9	15	5	12
12	Fixe	Romo ligeramente abierto	48	4,2	4,5	3	6

Fuente: Palomares, U. (2004). Valoración de la Fuerza de Agarre en Escaladores. [Artículo]. Recuperado de <http://cdeporte.rediris.es/revista14/artescalada.htm>

Ahora bien, dentro de la escalada deportiva diferentes asociaciones han planteado el nivel de escalada, según el estudio de Bertuzzi, et al., (2007), los modelos más utilizados en publicaciones científicas son el sistema de Yosemite, Estados Unidos de América (Sheel, et al., 2003), y el sistema francés (Mermier, et al., 1997; Mermier, et al., 2000; Billat, et al, 1995). Generalmente, estos sistemas utilizan números y letras en sus estructuras que permiten la ordenación de las dificultades de las rutas.

Aunque existen tablas oficiales donde se pueden observar los diferentes niveles de escalada que existen, según la federación o país de donde se tomen, existen estudios como el de (Grant et al 1996), donde deciden categorizar y dividir bajo la tabla Británica (Figura 2) los niveles de escalada de la siguiente manera:

1. Escaladores de elite: los escaladores experimentados que han dado lugar a un estándar mínimo de calidad “E1” dentro de los 12 meses anteriores. Grados E1- E9 son los grados más altos de escalada (Fyffe, 1990).
2. Escaladores recreativos: los escaladores de roca que han alcanzado un estándar no mayor a un HVS (una escalada de grado relativamente fácil a severa) en los 12 meses anteriores (Fyffe, 1990).
3. Los no escaladores: los individuos que no han previamente hecho ninguna escalada en roca. Los no- escaladores.

R O U T E G R A D E S				Sport Grade	UIAA	USA	Australian
BRITISH TRAD GRADE (For well-protected routes)							
Mod Moderate				1	I	5.1	4
	Diff Difficult			2	II	5.2	6
		VDiff Very Difficult		2+	III	5.3	8
			HVD Hard Very Difficult	3-	III+	5.4	8
				3	IV	5.5	10
Sev Severe	HS Hard Severe			3+	IV+	5.6	12
		4a VS Very Severe		4	V	5.7	14
				4+	V+	5.8	16
			4c HVS Hard Very Severe	5	VI	5.9	16
				5+	VI	5.10a	18
E1 5a 5c				6a	VI+	5.10b	19
	E2 5c 6a			6a+	VI-	5.10c	20
		5c E3 6a		6b	VII	5.10d	20
				6b+	VII+	5.11a	21
			6a E4 6b	6c	VIII-	5.11b	22
				6c+	VIII-	5.11c	22
			6a E5 6b	7a	VIII	5.11d	23
				7a+	VIII+	5.12a	24
				7b	IX-	5.12b	25
6b E6 6c				7b+	IX-	5.12c	26
				7c	IX	5.12d	27
				7c+	IX+	5.13a	28
	6c E7 7a			8a	X-	5.13b	29
				8a+	X-	5.13c	30
		6c E8 7a		8b	X	5.13d	31
				8b+	X+	5.14a	32
			7a E9 7b	8c	XI-	5.14b	33
				8c+	XI-	5.14c	34
			7a E10 7b	9a	XI	5.14d	35
				9a+	XI+	5.15a	36

Figura 2. Nivel de dificultad de la escalada deportiva según diferentes asociaciones. Fuente: Giles, et al. (2006). *The Physiology of Rock Climbing*.

Dentro de las capacidades físicas primordiales del escalador se encuentra la fuerza, la cual ha sido definida como la capacidad de la musculatura para deformar un cuerpo o para modificar la aceleración del mismo: iniciar o detener el movimiento de un cuerpo, aumentar o reducir su velocidad o hacerle cambiar de dirección (Gonzales & Gorostiaga, 2002). O actualmente considerada, como la capacidad neuromuscular para desarrollar la fuerza, vencer o ceder ante resistencias externas o reaccionar contra ellas, gracias a la contracción muscular. (García-Manso, 2009).

Por tanto, debido a la acción predominante de los miembros superiores, especialmente los músculos del antebrazo y la muñeca en la actividad de escalar, la fuerza de agarre se convierte en una evaluación clave en esta población. La fuerza del agarre puede ser determinada mediante dinamometría e involucra de primero una contracción isotónica de los músculos intrínsecos y extrínsecos de la mano y luego una contracción isométrica de los mismos (Manh & Romero, 2005).

Durante la fuerza de agarre se activan los músculos extrínsecos, de acuerdo al esfuerzo realizado; y los músculos intrínsecos, los cuales ajustan la posición de los dedos. Los músculos que participan durante el agarre son: el flexor común profundo de los dedos, el flexor común superficial de los dedos, el flexor largo del pulgar, y los músculos intrínsecos de la mano como los músculos de la eminencia tenar (flexor corto del pulgar, aductor del pulgar y oponente del pulgar); y de la hipotenar (flexor corto del quinto dedo), los interóseos y los lumbricales. (Miralles 1998, citado por Patiño, Llano, Gonzalez, & Martinez, 2010)

La dinamometría en la fuerza de agarre busca medir la fuerza isométrica máxima, es decir la tensión ejercida contra una resistencia mayor sin desplazar las palancas de un dispositivo que proporciona una resistencia controlada y velocidad constante y recoge el momento de fuerza ejercido por el musculo contra la misma (Patiño, et al., 2010). Esta evaluación puede ser empleada para valorar las capacidades funcionales musculares de un sujeto, estableciendo la relación con la actividad física o el deporte, además permite planificar y controlar la actividad física, así como evaluar y realizar un seguimiento de sujetos lesionados. (Patiño, et al., 2010).

Una de las herramientas que más se utiliza en los escenarios deportivos para evaluar la fuerza de agarre es el dinamómetro Takei, el cual es un dispositivo que indica análogamente el agarre de un sujeto representado en kilogramos/fuerza (kg/F). El dinamómetro Takei ha sido utilizado en otros estudios relacionados con la escalada deportiva, y ha dado resultados relevantes, como por ejemplo: Grant, et al. (1996), establecieron la predominancia de fuerza entre una mano y la otra; estos autores ajustaron el tamaño del agarre para que el individuo pudiese sostener el dinamómetro con una flexión de 90° en la articulación interfalángica proximal del tercer dedo.

En otro estudio, al igual que el anteriormente mencionado (Balas, et al., 2009), se utilizó el dinamómetro como parte de los parámetros de mediciones antropométricas de los jóvenes que participaron en un programa de 8 semanas de escalada deportiva, teniendo como hipótesis la posible mejoría o cambios en el tren superior de cada uno; en este caso las pruebas de dinamometría no arrojaron datos significativos.

Es de interés resaltar que Bertuzzi et al. (2007) estudiaron los cambios agudos en la frecuencia cardiaca y en la fuerza de agarre en deportistas brasileños de escalada deportiva, las mediciones fueron tomadas antes e inmediatamente después de las competencias, con el objetivo de evaluar si ocurría algún cambio significativo en la fuerza de agarre, sin embargo, los resultados no mostraron diferencias estadísticamente significativas.

Watts et al. (2008) sugiere que la medición de fuerza de agarre a través de la dinamometría puede carecer especificidad con las posiciones de las manos y la naturaleza de los músculos en el momento de una escalada real; el contacto con la roca solo requiere ocasionalmente una fuerza de pinzamiento que genere fuerza entre el pulgar y los dedos.

Consecuente al estudio anterior, otra investigación por (Morenas et al., 2010), utiliza la dinamometría para realizar una medición de la fuerza de agarre para describir la carga mecánica soportada por los dedos en distintos agarres de escalada deportiva en expertos; en donde los resultados refuerzan lo anterior mencionado con respecto a la poca similitud que tiene la dinamometría con los agarres de roca en situaciones reales de escalada, sin embargo, se considera que la dinamometría es la prueba de oro para valorar la fuerza en el miembro superior, específicamente de los músculos del antebrazo y la mano.

En Colombia y específicamente en Santander, es notoria la falta de estructura en cuanto a la pedagogía y metodología del entrenamiento en la disciplina de la escalada deportiva, dado que existe escasa literatura al alcance de profesionales que puedan aplicar los conocimientos a practicantes interesados en progresar para alcanzar niveles de competencia significativos. Por ende existe la necesidad de iniciar un proceso básico de entrenamiento para escaladores amateur y competitivos, cuyo punto de partida sea la determinación de la fuerza de agarre como objetivo para medir la influencia e importancia de esta variable dentro del entrenamiento de un escalador; y a consecuencia implementarlo dentro de un plan de entrenamiento para elevar el rendimiento del deportista. Tal como lo proponen (Giles et al 2006) la clave de un escalador elite para tener la habilidad de mantener el agarre de una presa mientras se escala, es el entrenamiento de la fuerza de agarre y la resistencia de los músculos del antebrazo.

3. Metodología

3.1 Tipo de estudio

Se realizó un estudio transversal de correlación. Se distingue como un estudio transversal, según Hernandez (2000), porque sólo se hace una medición en el tiempo en cada sujeto de estudio.

3.2 Población y muestra.

Se seleccionó una muestra por conveniencia de 20 escaladores, hombres y mujeres, que practican regularmente la escalada deportiva en el gimnasio Boulderhouse, en Bucaramanga y en el parque de escalada La Mojarra, en la mesa de Los Santos. Los participantes cumplieron con los siguientes criterios de selección:

Criterios de inclusión:

- Mayores de 18 años
- Practica mínima de escalada deportiva de un año.
- Tiempo de entrenamiento mínimo de 4 horas por semana cada mes.

Criterios de exclusión:

- Lesiones en dedos, manos, antebrazos.
- Mujeres embarazadas

3.3 Variables de Medición

Se incluyeron las siguientes variables (En el anexo 1 se muestra la operacionalización de las variables):

Variabes sociodemográficas: edad (años), género (masculino/femenino).

Variabes antropométricas: peso (kg), talla (cm), Índice de masa corporal (kg/cm^2), mano dominante (derecha/izquierda), tamaño de la mano (cm).

Variables deportivas: tiempo de escalada (años), nivel de dificultad alcanzado (alto/medio)

Fuerza de agarre: (kg/F) determinada en el brazo dominante en la posición estándar y ajustada del dinamómetro, así como en sedente y en posición bípeda.

3.4 Procedimiento

Los datos fueron recolectados durante los meses de marzo a abril del año 2015, en el gimnasio Boulder House y en el Parque de Escalada “La Mojarra”. Para la recolección de la información en primer lugar se convocó la población de escaladores mediante las redes sociales, quienes decidieron participar de forma voluntaria al gimnasio Boulderhouse en la ciudad de Bucaramanga y/o al parque de escalada deportiva La Mojarra, en la Mesa de los Santos. Una vez reunidos, se corroboraron los criterios de selección, a cada uno de los participantes se le explicó y leyó el consentimiento informado (Apéndice 2). Los escaladores realizaron un período de reposo de 30 minutos antes de iniciar las mediciones. Posteriormente, cada participante completó 4 evaluaciones en dos posiciones diferentes del dinamómetro (estándar y ajustada al tamaño de la mano); y, en dos posiciones del cuerpo (sedente y de pie, Figura 3) En cada una de estas posiciones el participante completo 3 repeticiones, con un período de descanso entre ellas de 1 minuto, por tanto, al final de la evaluación cada sujeto realizó 12 intentos. Para el análisis de la información, se consideró como valor aceptado de cada prueba la máxima fuerza de agarre lograda en los tres intentos.

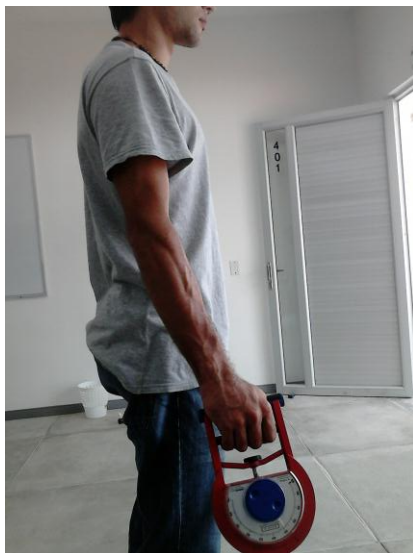


Figura 3. *Medición de la fuerza de agarre con el dinamómetro Takei en dos posiciones diferentes: sedente y de pie. (Autor)*

La medición fue realizada con un dinamómetro Takei, el cual determina la fuerza de agarre en un rango de 0 a 100 kg/F y una precisión de $\pm 2\text{Kg/F}$, con un peso aproximado de 0.62 kg (TAKEI SCIENTIFIC INSTRUMENTS CO., LTD., 2014).

Las mediciones de acuerdo a la posición del dinamómetro fueron realizadas en la posición estándar y la posición ajustada. La posición estándar corresponde a la segunda posición del dinamómetro, en tanto que, la posición ajustada tiene el agarre óptimo en función del tamaño de la mano y se establece de acuerdo a los criterios de Ruiz et al. (2006). (Figura 4)

Tamaño de la mano	Agarre óptimo	
	Niños	Niñas
10	4.5	3.6
11	4.6	3.9
12	4.8	4.1
13	4.9	4.4
14	5.0	4.6
15	5.2	4.9
16	5.3	5.1
17	5.5	5.4
18	5.6	5.6
19	5.7	5.9
20	5.9	6.1
21	6.0	6.4
22	6.2	6.6
23	6.3	6.9
24	6.4	7.1
25	6.6	7.4

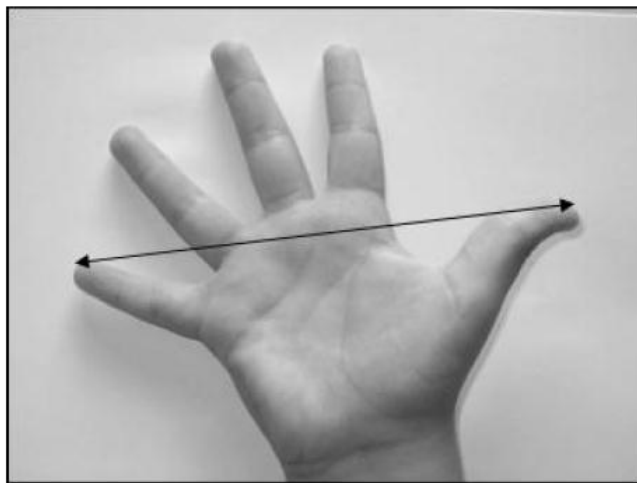


Figura 4. *Agarre óptimo en función del tamaño de la mano.* Se muestra la medición del tamaño de la mano, así como la tabla de referencia para ajustar la posición del dinamómetro. Fuente: Ruiz., et al. (2006).

En relación con la posición corporal la prueba se realizó en sedente como lo recomienda la Asociación Americana de Cirujanos de Mano y en posición bípeda como lo recomienda la Asociación Americana de Medicina Deportiva. En la posición sedente se instruyó al participante a permanecer sentado con los pies apoyados en el piso ubicados al ancho de la cadera, el brazo que se evaluó debió permanecer adosado al cuerpo, con el antebrazo en flexión de 90° y la muñeca y los dedos sujetando el agarre del dinamómetro. El evaluador sostuvo el dinamómetro durante toda la prueba. Por el contrario, en la posición bípeda el sujeto mantuvo el apoyo simétrico y bipodal, con el brazo a evaluar ligeramente separado del cuerpo (aproximadamente 30 grados de abducción de hombro) y sosteniendo el dinamómetro con la articulación interfalángica proximal y metacarpo falángica, igualmente el evaluador sostuvo el dinamómetro.

El evaluador realizó una prueba piloto previa con el objetivo de estandarizar los procedimientos de medición y así disminuir el error de medida. Cada participante realizó su esfuerzo máximo en cada intento y debió mantener una contracción isométrica por 3 segundos.

3.5 Control de Calidad de la Información.

El sesgo de clasificación fue disminuido por la utilización de un dinamómetro de agarre (Takei Kiki Loyo, Japon), calibrado por la suspensión de pesas, el cual ha sido utilizado para medir la fuerza de agarre en diferentes condiciones y ha demostrado valores aceptables de reproducibilidad. (Grant, et al., 2014). El dinamómetro Takei, mide en unidades de Kg/F, tiene una precisión de (+-) 2.0 kgf, el rango de medición esta entre 5.0 a 100 kfg y determina la fuerza de los músculos flexores de los dedos de la mano. El sesgo de

confusión se disminuye incluyendo las posibles co-variables que influyen en los resultados, las cuales serán tenidas en cuenta en la exploración de las posibles asociaciones. (Grant et al., 2014)

3.6 Análisis de la Información.

Después de verificar la normalidad de las variables y debido al tamaño de muestra, se describieron las características de los participantes con medidas de tendencia central (mediana) y dispersión (rango intercuartilico). Se exploró el nivel de acuerdo entre las mediciones mediante los límites de acuerdo de Bland & Alman, adicionalmente se exploró la correlación de la fuerza de agarre con las variables antropométricas y deportivas mediante la correlación de Spearman. Para evaluar la diferencia entre los resultados de la fuerza de agarre entre las posiciones del dinamómetro y los participantes se realizó una prueba de Kruskal-Wallis, así mismo se establecieron las diferencias de acuerdo al género y al nivel de escalada aplicando un test de Wilcoxon. La base de datos se elaboró en Microsoft Excel 2010 y el análisis estadístico con el software STATA 12.0. Se consideró un nivel de significancia de $p < 0.05$.

3.7 Consideraciones Éticas

Según la resolución 8430 de 1993, esta investigación se clasifica con un riesgo mínimo, dado que los procedimientos empleados no son invasivos y son comúnmente empleados en la práctica del profesional de cultura física. Para evitar posibles riesgos con la evaluación se garantizará que todos los participantes cumplan con los criterios de inclusión y exclusión. Así mismo, los participantes desarrollarán un calentamiento inicial para evitar lesiones osteomusculares. Se garantizará el respeto a los principios éticos básicos de autonomía, beneficencia, no maleficencia y justicia. Los deportistas participaran voluntariamente y firmarán el consentimiento informado, en el cual se garantiza la autonomía para participar y la confidencialidad de los datos.

4. Resultados

En el estudio participaron 20 sujetos que practican la escalada deportiva en Bucaramanga y su área metropolitana, así como en el Parque la Mojarra de la Mesa de los Santos. Las características de los participantes, diferenciados por género se muestran en la tabla 2.

Tabla 2. Características de los participantes del estudio.

VARIABLE	Mujeres (n=3)	Hombres (n=17)
Edad (años) Me (RIC)	28 (22-30)	27 (25-30)
Peso (kg) Me (RIC)	65 (52-68)	72 (68-78)
Talla (m) Me (RIC)	1,63 (1,60-1,76)	1,79 (1,75-1,80)
IMC (kg/m ²) Me (RIC)	20,98 (19,57-26,56)	23,25 (21,60-24,30)
Tamaño mano (cm) Me(RIC)	19 (18-19,5)	21 (20-22,5)
Tiempo de escalada (años) Me (RIC)	3 (2-8)	4 (3-8)

Me (RIC): Mediana (Rango Intercuartílico)

(Autor)

La fuerza de agarre fue determinada por posición del dinamómetro (estándar y ajustada) y posición del participante (sedente y bípedo), al realizar la prueba de Kruskal-Wallis no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre las diferentes mediciones ($p=0,92$). Los resultados de la fuerza de agarre en los participantes se muestran en la tabla 3 y figura 5.

Tabla 3. Valores de la fuerza de agarre de los participantes según la posición del dinamómetro y del participante.

FUERZA DE AGARRE (Kg/f)	Total escaladores (n=20)
Posición 2 Sedente Me (RIC)	51 (45,5-56)
Posición 2 Bípedo Me (RIC)	50 (47-60)
Posición ajustada Sedente Me (RIC)	49 (44,5-57)
Posición ajustada Bípedo Me (RIC)	51,5 (46,5-59)

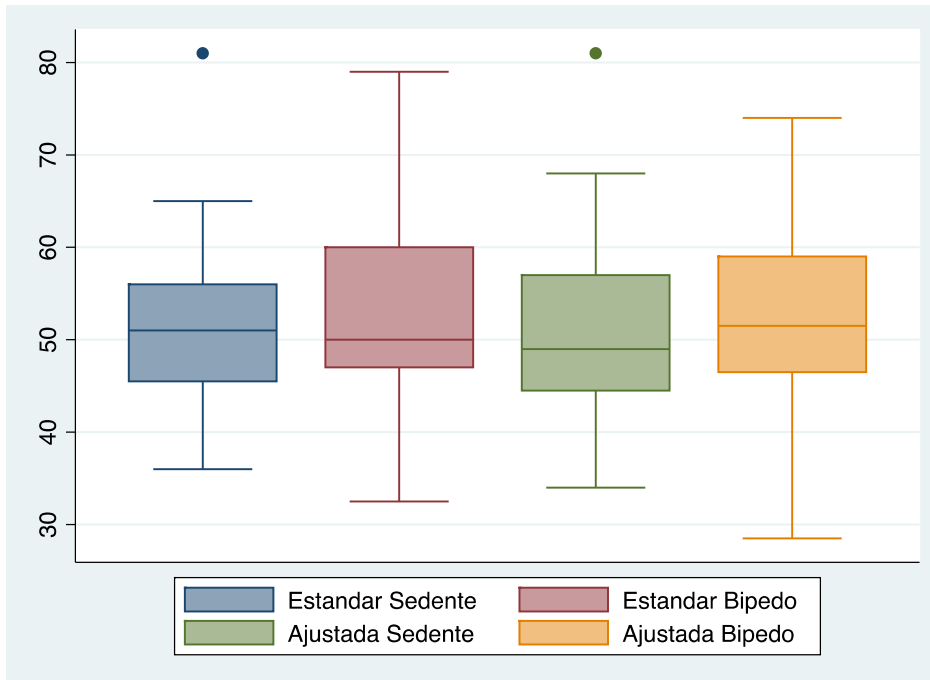


Figura 5. Fuerza de agarre de los escaladores de acuerdo a la posición del dinamómetro y posición del participante. (Autor)

Se estableció la fuerza de agarre según el género y el nivel de escalada, encontrando diferencias estadísticamente significativas para todas las posiciones según el género. Para el nivel de escalada, la variable fue dicotomizada en nivel medio (correspondiente a los niveles 10-12) y alto (niveles 13 y 14), en donde no se encontraron diferencias estadísticamente significativas. (Tabla 4 y 5)

Tabla 4. Valores de la fuerza de agarre de los participantes según el género.

FUERZA DE AGARRE (kg/f)	Mujeres (n=3)	Hombres (n=17)	Valor de p
Posición 2 Sedente Me (RIC)	39,5 (36,5-45)	51 (49,5-58)	0,0226
Posición 2 Bípedo Me (RIC)	39 (32,5-46)	51 (47-60)	0,0125
Posición ajustada Sedente Me (RIC)	36,5 (34-44)	50 (46-57)	0,0128
Posición ajustada Bípedo Me (RIC)	35 (38,5-42)	52 (48-61)	0,0094

Tabla 5. Valores de la fuerza de agarre de los participantes según el máximo nivel de dificultad alcanzado.

FUERZA DE AGARRE (kg/f)	Nivel medio (n=8)	Nivel escalada alto (n=12)	Valor de p
Posición 2 Sedente Me (RIC)	50,25 (41,25-53)	51 (47-59)	0,2790
Posición 2 Bípedo Me (RIC)	51,5 (43,5-59,25)	49 (47-61)	0,9691
Posición ajustada Sedente Me (RIC)	49 (41,25-56)	48,5 (44-61,75)	0,6711
Posición ajustada Bípedo Me (RIC)	48,5 (40,5-59)	52 (47,65-59)	0,3150

Se encontró una correlación de Spearman positiva y significativa entre la fuerza de agarre en las diferentes posiciones y el tamaño de la mano (Tabla 6). (Autor)

Tabla 6. Correlación de Spearman entre la fuerza de agarre y las variables antropométricas y deportivas.

Medición	Peso (kg/f)	Talla (m)	IMC (kg/m²)	Tamaño de la mano	Tiempo de escalada
Posición 2 Sedente	0,55*	0,58*	0,20	0,51*	0,67*
Posición 2 Bípedo	0,68*	0,59*	0,36	0,56*	0,49*
Posición ajustada Sedente	0,66*	0,65*	0,27	0,64*	0,62*
Posición ajustada Bípedo	0,73*	0,72*	0,31	0,69*	0,50*

**p<0,05*

(Autor)

Se exploró el nivel de acuerdo entre las mediciones con los límites de Bland y Altman, los resultados se muestran en la tabla 7 y figura 6. Se observa que el promedio de las diferencias es cercano a cero y los límites de acuerdo estrechos.

Tabla 7. Límites de acuerdo de Bland y Altman de la fuerza de agarre entre las posiciones del dinamómetro y del participante.

	Promedio de las diferencias	Desviación estándar	Límite inferior	Límite superior
Posición estándar sedente-bípedo	0,80	4,97	-8,94	10,54
Sedente posición estándar-ajustada	-0,27	4,82	-9,72	9,17
Posición ajustada sedente-bípedo	0,40	3,97	-7,38	8,18
Posición bípeda estándar-ajustada	-0,67	4,33	-9,17	7,82

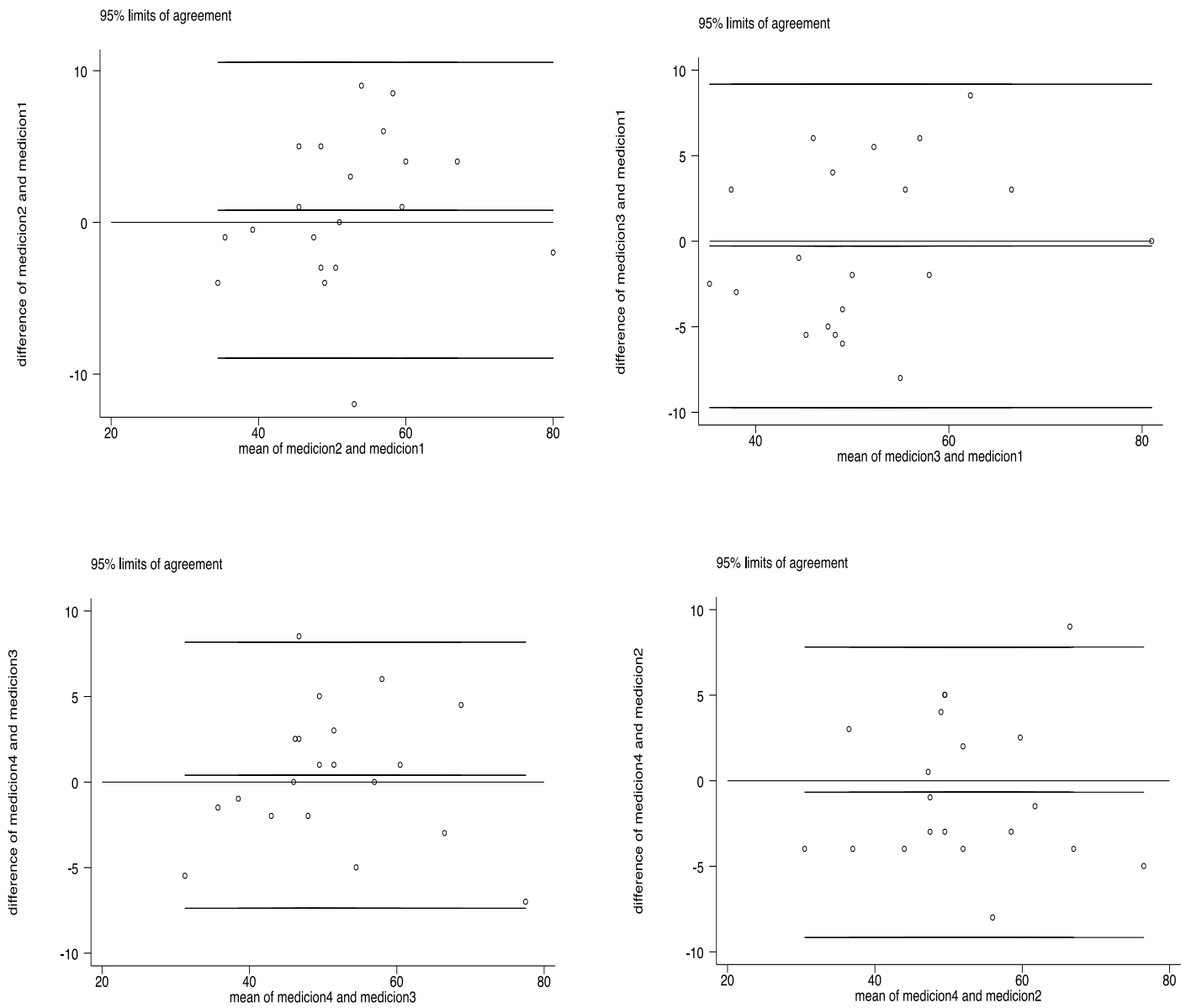


Figura 6. Límites de acuerdo de Bland y Altman entre las mediciones. *Medición 1: posición estándar en sedente; Medición 2: posición estándar de pie; Medición 3: posición ajustada en sedente; Medición 4: posición ajustada de pie. (Autor).*

5. Discusión

La escalada deportiva es una disciplina que requiere de varios factores, acentuando el uso de las extremidades superiores y de forma más específicas los flexores y extensores de la mano como lo indica Giles et al (2006), la cual en este estudio fue determinada mediante la fuerza de agarre y, de esta forma poder realizar aproximaciones a la fuerza de la extremidad superior.

En primer lugar, se determinó la fuerza de agarre tanto en hombres como mujeres, encontrando que la mediana en cada una de las posiciones del dinamómetro y del participante, están un poco por encima de los valores de referencia para hombres y mujeres según la edad (entre 35 y 39,5 Kg/F para mujeres y de 50 a 52 Kg/F para hombres), dado que según lo establecido por la casa comercial del dinamómetro los valores según la edad de nuestra población para hombres están comprendidos entre 49,8 a 50 Kg/F y para mujeres 28 a 30,5 kg/F.

Como en todas las investigaciones publicadas en relación con la fuerza de agarre en nuestro estudio se encontró que existen diferencias significativas según el género. Sin embargo, al establecer diferencias según el máximo nivel de escalada logrado por el deportista no se encontraron diferencias significativas, pues existió la necesidad de dicotomizar la variable en nivel alto y medio, pues las categorías son demasiadas y por el poco tamaño de muestra no fue posible analizarlas.

A pesar, se encontró que la fuerza de agarre de los escaladores está por encima del promedio normal, no fue posible confrontar los datos con otros estudios, pues en la literatura revisada no se utilizó el mismo instrumento de medición.

Palomares (2004), valoró la fuerza de agarre en escaladores analizando 12 agarres diferentes y como cada uno influye de forma específica en la correlación del uso de los dedos y manos en el agarre de las presas. Morenas, Sabido y Leyton (2010), además resaltan el uso de las falanges y la mano para ciertos agarres más que en otros y sugiere que

el dinamómetro Takei, empleado en nuestro estudio es útil cuando se requiere determinar los agarres de arco, semi-extensión y agarre en extensión, al igual que lo establecen Bertuzzi, et al., (2007) quienes demostraron que la fuerza de agarre y la prensión de mano en general contribuyen directamente a los resultados favorables de un escalador.

En este estudio, al igual que otros (Watts, 2004; Grant et al., 1996; Schweizer, 2001. Citado de Morenas et al 2010) existe la falencia de no poder realizar la transición real entre la prueba de dinamómetro y una situación real de escalada, ya que los agarres y prensiones de mano en las rutas de roca natural o artificial varían de formas muy diferentes a las de un dinamómetro. No obstante, como bien se sabe la dinamometría puede apoyar procesos de entrenamiento y realizar un seguimiento objetivo en los logros obtenidos en la fuerza de agarre en esta población, así mismo, puede servir como instrumento de práctica.

Aunque la fuerza de agarre determinada entre los escaladores estuvo en un rango estrecho, los valores máximos fueron observados en los participantes que han logrado los niveles de dificultad más altos en conjunto con el mayor tiempo de experiencia, lo cual puede sugerir y reforzar que la fuerza de agarre es una capacidad física que puede cambiar debido al entrenamiento y la practica constante en los escaladores elite de alto nivel (Grant, et al., 1996). Sin embargo, el hecho de dicotomizar la variable de nivel de escalada en este estudio pudo ser la causa de no encontrar diferencias estadísticamente significativas.

Un hallazgo imprevisto dentro de la medición producto de la observación, dejo en claro que los escaladores con mayor período de práctica de la escalada deportiva han desarrollado deformidades en sus dedos. Dichos cambios han sido descritos en la literatura como adaptaciones de la extremidad superior producto de la práctica de inicio temprano (pre-pubertad) y pueden incluir patologías, cambios y adaptaciones tales como: fracturas epifisiales, engrosamiento de tendones, hipertrofia cortical, entre otras. (Morrison & Schoffl 2007; Morrison & Schoffl, 2011). Así mismo, como una medición más específica podría sugerirse para próximos estudios determinar la circunferencia del antebrazo, como una variable antropométrica que puede relacionarse con la fuerza de agarre.

De otro lado, este es el primer estudio que busca comparar la fuerza de agarre determinada en la posición estándar y la posición ajustada de acuerdo al tamaño de la mano, así como en la posición sedente y de pie. Sin embargo, como lo revela el análisis de Kruskal-Wallis no existen diferencias estadísticamente significativas entre las diferentes mediciones. No obstante, en términos de evaluación se sugiere el uso de la medición en la posición estándar del dinamómetro y con el paciente sentado, pues resulta más fácil estandarizar el procedimiento y así evitar sustituciones con otras regiones del cuerpo.

Estos resultados también confrontan con la exploración del nivel de acuerdo de las mediciones según los límites de acuerdo a Bland y Altman, donde fue posible notar que el promedio de las diferencias entre las mediciones fue mínimo.

Al establecer la asociación de la fuerza de agarre con las variables antropométricas y deportivas se encontró una asociación directa y significativa con el peso, la talla, el tamaño de la mano y el tiempo de escalada. Lo cual puede obedecer a la práctica continua y repetitiva, la cual logra adaptaciones al ejercicio permanentes.

Como en otras investigaciones, la población de estudio fue muy diversa en cuanto al tiempo de escalada (entre 2 y 18 años), así como el máximo nivel de dificultad alcanzado en una ruta (10a - 14b), por tanto, en futuros estudios podría existir la necesidad de ajustar los resultados por estas variables.

Dentro de las limitaciones de este estudio se encuentra el pequeño tamaño de muestra, lo cual obedece a ser un deporte relativamente nuevo en Colombia. Así mismo, se incluyeron muchas mediciones en un solo momento del tiempo, en el cual podrían influir factores como la aparición de fatiga o la familiarización con la prueba, por tanto, para próximas investigaciones se sugiere elegir de manera aleatoria el orden de las mediciones con el fin de disminuir un posible sesgo de clasificación. En el análisis estadístico no fue posible realizar la diferenciación por género, debido a que sólo participaron 3 mujeres.

Es de interés reconocer que este estudio es de suma importancia para el desarrollo de disciplinas alternas a los deportes convencionales, tal como es la escalada deportiva; ya

que en Bucaramanga, su área metropolitana y en general el departamento de Santander, no existen estudios, o entidades, a parte del parque de escalada La Mojarra y el gimnasio de escalada BoulderHouse, que apoyen esta disciplina que rápidamente está creciendo.

6. Conclusión

Al determinar la fuerza de agarre en la población de escaladores de Bucaramanga y su área metropolitana, se determinó que su fuerza está por encima de los valores de referencia establecidos. Existen diferencias significativas entre hombres y mujeres y no se encontraron diferencias relacionadas con el nivel de escalada. Se encontró una relación directa y positiva entre la fuerza de agarre y el peso, la talla, el tamaño de la mano y el tiempo de escalada. De otro lado, a pesar que se realizaron las mediciones en dos posiciones del dinamómetro (estándar y ajustada) y dos posiciones del participante (sedente y de pie) no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre ellas.

Bibliografía

Booth J, Marino F, Hill C, Gwinn T. (1999). Energy cost of sport rock climbing in elite performers. *Br J Sports Med* (33), 14-18.

Balas, J., Strejcova, B., Maly, T., Mala, L. & Martin, A. (2009). Changes in upper body strength and body composition after 8 weeks of indoor climbing in youth. *Isokinetics and Exercise Science*, 17 (3), 173-179.

Bertuzzi, R. C., Franchini, E., Kokubun, E., & Kiss, M. A. (2007). Energy system contributions in indoor rock climbing. *European journal of applied physiology*, 101(3), 293-300.

Billat, V., Palleja, P., Charlaix, T., Rizzardo, P., & Janel, N. (1995). Energy specificity of rock climbing and aerobic capacity in competitive sport rock climbers. *The Journal of sports medicine and physical fitness*, 35(1), 20-24.

Donahue, T. & Luebben, C. (2014). *Rock Climbing: Mastering Basic Skills*. (Second Edition) Seattle, Washington: The Mountaineers Books.

Eng, R. (2010). *Mountaineering: The freedom of the hills*. Seattle, Washington: Swan Hill Press. p. 592.

Fyffe, A. and Peter, I. (1990). *The Handbook of Climbing*. London: Pelham Books.

Garcia-Manso, J.M. (1999). *La fuerza: fundamentacion, valoracion y entrenamiento*. (1ª ed.). Madrid.: Ed. Gymnos.

- Giles, V., Rhodes, C., Taunton E. (2006). The Physiology of Rock Climbing. *Sports Med.* 36 (6): 529-545.
- Gonzalez Badillo, J.J., Gorostiaga, E. (2002). Fundamentos del entrenamiento de la fuerza: Aplicación al alto rendimiento. (3ª ed.). Universidad Autonoma de Madrid: Ed. INDE.
- Grant, S., Hynes, V., Whittaker, A. & Aitchison, T. (1996) Anthropometric, strength, endurance and flexibility characteristics of elite and recreational climbers. *Journal of Sports Sciences*, 14 (4), 301-309.
- Green, S. & Doolittle, M. (2010). Knack rock Climbing, a Beginner's Guide: from the Gym to the Rocks. Longmont, Colorado: Globe Pequot Press.
- Hepp T., Güllich W., Heidorn G. (1996). *La escalada deportiva*. Barcelona. Paidotribo.
- Hong, Y.Y. & Fuss, F.K. (2002). Dynamic of Sport Climbing. Singapore: School of Mechanical and Production Engineering.
- Manh Arteaga, J.K. & Romero Dapuetto, C.P. (2005) Evaluación de la fuerza de puño en sujetos adultos sanos mayores de 20 años de la región metropolitana. Santiago de Chile: Universidad de Chile.
- Mermier, C. M., Janot, J. M., Parker, D. L., & Swan, J. G. (2000). Physiological and anthropometric determinants of sport climbing performance. *British Journal of Sports Medicine*, 34(5), 359-365; discussion 366.
- Mermier, C. M., Robergs, R. A., McMinn, S. M., & Heyward, V. H. (1997). Energy expenditure and physiological responses during indoor rock climbing. *British*

Journal of Sports Medicine, 31(3), 224-228.

Morenas, J., Sabido, R. & Leyton, M. (2010). Descripción de la carga mecánica soportada por los dedos en distintos agarres de escalada deportiva en expertos. *Kronos*, 18, 85-91.

Morrison, A. B., & Schoffl, V. R. (2007). Physiological responses to rock climbing in young climbers. *British Journal of Sports Medicine*, 41(12), 852-861; discussion 861.

Morrison, A. B., & Schoffl, V. R. (2011). Review of the physiological responses to rock climbing in young climbers (vol 41, pg 852, 2007). *British Journal of Sports Medicine*, 45(3).

Palomares, U. (2004). Valoración de la Fuerza de Agarre en Escaladores. *Revista Internacional de Medicina de Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*, 4 (14), 122-143.

Patiño, J., Llano, L., Gonzalez, S. & Martinez, C. (2010). Caracterización de la Fuerza de Agarre en la Población entre 18 y 62 años de la Ciudad de Medellín. (Tesis de pregrado). Medellín: Universidad Autónoma de Manizales.

Ruiz, J.R., España-Romero, V., Ortega, F.B., Sjöström, M., Castillo, M.J. & Gutierrez, A. (2006). Hand span influences optimal grip span in male and female teenagers. *Journal of hand surgery*, 31(8), 1367-1372.

Sheel, A. W. (2004). Physiology of sport rock climbing. *British Journal of Sports Medicine*, 38(3), 355-359.

Sheel, A. W., Seddon, N., Knight, A., McKenzie, D. C., & DE, R. W. (2003). Physiological responses to indoor rock-climbing and their relationship to maximal cycle ergometry. *Medicine and science in sports and exercise*, 35(7), 1225-1231.

Takei Scientific Instruments Co.,Ltd. (14 de octubre de 2014). *TAKEI Scientific Instruments Co.,Ltd.* Obtenido de <http://www.takei-si.co.jp/en/>

Watts, P.B., R.L. Jensen, S.M., Avena, J.A., Majchrzak, R.A., Schellinger, C. S., (2008). Changes in EMG and finger force with repeated hangs from the hands in rock climbers. *International Journal of Exercise Science*, 1(2):62-70.

Apéndices

Apéndice A. Operacionalización de las variables

Variable	Definición	Definición Operacional	Instrumento de Medición	Unidad de medida	Escala
TALLA	Altura, medida de una persona desde los pies a la cabeza.	Estatura del individuo, distancia entre el piso y el vertex.	Cinta métrica	Metros	Cuantitativa continua Razón
PESO	Fuerza con que la Tierra atrae a un cuerpo.	Es una magnitud física determinada por la masa y la fuerza gravitacional	Bacula	Kilogramos	Cuantitativa continua Razón
EDAD	Años cumplidos al momento de ingresar al estudio consignado en la historia clínica	Tiempo de existencia desde el nacimiento:	Hoja de vida del deportista	Años	Cuantitativa discreta. Razón
GENERO	Hombre o mujer	Femenino o masculino	Hoja del deportista	Femenino o masculino	Razón
INDICE DE QUETELET (IMC)	.Es una medida de asociación entre el peso y la talla de un individuo ideada por el estadístico belga Adolphe Quetelet, por lo que también se conoce como índice de Quetelet	Relación del peso sobre la talla al cuadrado, al momento de ingresar al estudio.	Formula	Mts ² / kg	Cuantitativa continua Razón

BRAZO DOMINANTE	Es una medida de diferenciación entre el brazo de la persona que tiene más fuerza que el otro.	Relación de fuerza entre el brazo izquierdo y el derecho.	Dinamómetro Takei	Kilogramos de fuerza	Cuantitativa
FUERZA DE AGARRE (manos)	Se determinará mediante el dinamómetro Takei en Kg/F, se determinará en el brazo dominante y no dominante.	Fuerza de agarre con dinamómetro representado en kilogramos de fuerza	Dinamómetro Takei	Kilogramos de fuerza	Cuantitativo
NIVEL DE DIFICULTAD	Define el nivel de escalada según la ruta completada que haya realizado en su vida	Define el nivel en que se encuentra el escalador	Grado de conversión UIAA = Union Internationale des Associations d'Alpinisme.	USA 5.	Cuantitativa continua Razón

Apéndice B

Consentimiento Informado

Con base en los principios establecidos en la Resolución 008430 del 4 de octubre de 1993 por la cual se establecen las normas para la investigación en salud en Colombia, específicamente en el artículo 15, en lo relacionado con el Consentimiento Informado usted deberá conocer acerca de esta investigación y aceptar participar en ella si lo considera conveniente.

POR FAVOR LEA CON CUIDADO Y HAGA LAS PREGUNTAS QUE DESEE HASTA SU TOTAL COMPRENSIÓN.

Usted practica habitualmente la escalada deportiva, realizando entrenamientos periódicamente. Por tanto, se le invita a participar en este proyecto para conocer la fuerza de agarre de su mano dominante y con base en esto, tomar decisiones para prescribir adecuadamente el entrenamiento en esta modalidad deportiva.

Para iniciar, es necesario realizar una prueba piloto para estandarizar los procedimientos de evaluación. Usted ha sido convocado para participar en este proyecto por cumplir con los requisitos de inclusión- exclusión y su participación es ***absolutamente voluntaria***.

Si acepta participar, inicialmente se registrará su peso, talla y tamaño de la mano. A continuación descansará en posición sentado por 5 minutos. Inicialmente realizará un calentamiento general durante 10 minutos, después se registrará la fuerza de sus manos y brazos mediante la inclusión de tres pruebas. Entre cada una de las pruebas se dará un tiempo de descanso de 1 minuto para evitar que la fatiga condicione el resultado.

No se han descrito riesgos durante los procedimientos, a parte del dolor muscular por el esfuerzo físico. Por esta razón, para prevenir estos riesgos al final se realizarán ejercicios de estiramiento de los músculos que han sido evaluados.

Usted puede preguntar hasta su complacencia todo lo relacionado con el estudio y su participación. A usted se le ha aclarado que puede abandonar el estudio en cuanto así lo decida, sin que ello genere ninguna represalia. Si usted autoriza la publicación de los resultados de este estudio, en todo momento se mantendrá el secreto profesional y no se publicará su nombre ni se revelará su identidad.

En caso que se presente algún malestar debido al procedimiento, se suspenderá la aplicación de la prueba o usted podrá abandonar el estudio. Los gastos de todos los procedimientos experimentales serán cubiertos por el proyecto, dado que son requeridos por el estudio.

Está usted en libertad de autorizar o no que los datos obtenidos en este estudio, puedan ser utilizados en otros estudios y laboratorios.

Con fecha _____, habiendo comprendido lo anterior y una vez se aclararon todas las dudas que surgieron al respecto a su participación en la investigación, usted acepta participar en la investigación titulada:

Caracterización de la fuerza de agarre en escaladores en Bucaramanga.

Nombre del participante

Firma

En caso de cualquier duda puede comunicarse con Ezequiel Garcia Mantilla al correo electrónico ezequiel.davidgarcia@gmail.com