



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

RELACIÓN ENTRE FUERZA POTENCIA Y RESISTENCIA CON LA PREVALENCIA DE LESIONES MUSCULOESQUELÉTICAS EN ESCALADORES DE ROCA DE BOGOTÁ

LILIANA PATRICIA ROA GAITÁN

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
FACULTAD DE MEDICINA
MAESTRÍA EN FISIOTERAPIA DEL DEPORTE Y LA ACTIVIDAD FÍSICA
BOGOTA, COLOMBIA
2017

RELACIÓN ENTRE FUERZA POTENCIA Y RESISTENCIA CON LA PREVALENCIA DE LESIONES MÚSCULOESQUELÉTICAS EN ESCALADORES DE ROCA DE BOGOTÁ

LILIANA PATRICIA ROA GAITÁN

Trabajo de investigación presentado como requisito parcial para optar al título de:
MAGÍSTER EN FISIOTERAPIA DEL DEPORTE Y LA ACTIVIDAD FÍSICA

Directora:

(PhD) KARIM MARTINA ÁLVIS GÓMEZ

Profesora Titular

LÍNEA DE PROFUNDIZACIÓN

Deporte y Salud

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

FACULTAD DE MEDICINA

MAESTRÍA EN FISIOTERAPIA DEL DEPORTE Y LA ACTIVIDAD FÍSICA

BOGOTÁ, COLOMBIA

2017

"DE TODO, QUEDARON TRES COSAS"

*La certeza de que estaba siempre comenzando,
la certeza de que había que seguir
y la certeza de que sería interrumpido
antes de terminar.
Hacer de la interrupción un camino nuevo,
hacer de la caída, un paso de danza,
del miedo, una escalera,
del sueño, un puente, de la búsqueda... un encuentro*

FERNANDO PESSOA

Agradecimientos

A Karim Martina Alvis, mi directora de trabajo final. A quien siempre le agradeceré el tiempo que apartó de su apretada agenda para dirigir mi trabajo y estar dispuesta a seguir mi idea; por escuchar y atender mi desmesurado interés en evidenciar aspectos de la población con la que trabajé en esta investigación, por su rigor, por sus llamados a nunca decaer en ámbitos científicos, profesionales y hasta personales. Ha sido un privilegio contar con su soporte para esta tesis. Gracias por todo.

A William Benavides, su apoyo y su esfuerzo al aceptar este reto de dedicar tiempo del que seguro no disponía y brindarme el soporte en este proceso de constante aprendizaje, en el que las risas, la ciencia y la buena disposición nunca se acaban.

A mis padres, con su compañía y ejemplo de fortaleza para mi vida, por su amor, cuidado y constante apoyo desinteresado e infinito hacia mí: sin ellos este trabajo habría sido tortuoso.

A mi pareja, mis amigos, compañeros y escaladores, quienes comparten una de las pasiones más inexplicables, pero envidiadas y motivantes de nuestras vidas, como lo es la de escalada.

A cada uno de los participantes de mi investigación que soportaron mis historias y deseos de unir tres pasiones: mi profesión, la escalada y la investigación; a quienes sacaron el tiempo, pusieron toda su disposición y por quienes hoy esto es un hecho.

En general, a todos y todas con quienes he compartido mis proyectos de investigación, de escalada y de vida.

Gracias.

Resumen

Este trabajo tuvo como objetivo establecer la relación que existe entre la fuerza potencia y resistencia con la prevalencia de lesiones musculoesqueléticas en escaladores de roca bogotanos. Es un estudio de tipo descriptivo transversal que busca relacionar aspectos de fuerza potencia y resistencia con la prevalencia de lesiones derivadas de la práctica deportiva de escalada en roca. Se contó con la participación de 59 sujetos, los cuales cumplieron con los criterios para ser parte de la investigación. Se aplicaron tests de potencia: para miembro superior se utilizó el test denominado UPLT (Upper Limb Power Test), medido y analizado por software Kinovea; para potencia del miembro inferior se realizaron las pruebas de Bosco CMJ (Counter Movement Jump) y SJ (Squat Jump) en la plataforma COBS; asimismo, se realizaron pruebas de fuerza resistencia para miembro superior (*pull-ups* o dominadas), y para miembro inferior flexo-extensión en una pierna (Single Leg Test). Las pruebas fueron seleccionadas por su pertinencia según gesto técnico y fiabilidad. Se llevó a cabo una encuesta específica para escaladores que logra determinar la prevalencia de lesión y establecer posibles relaciones entre estos aspectos. Estos fueron los resultados más destacados: la lesión más prevalente fue de mano (34%), seguida de hombro (21%), codo y rodilla (8%). Además, el sexo es una variable explicativa al tener en cuenta el IMC ($p=0,0010$) y el hecho de haber sufrido o no lesiones en los últimos tres años. Por último, los siguientes factores son explicativos para la presencia de lesión y característicos en los diferentes tipos de escalada independientemente del grado de dificultad: fuerza específica en términos de potencia de miembros superiores ($p= 0.0009$); potencia de miembros inferiores ($p= 0.0312$) y ($p= 0.0382$); fuerza resistencia de miembro superior ($p= 0.0947$), así como la fuerza resistencia para pierna derecha ($p= 0.0008$) e izquierda ($p= 0.0009$). Por los resultados obtenidos en esta investigación y los encontrados en las bases de datos, se concluye que faltan más estudios sobre prevalencia de lesiones que expliquen usando factores como la fuerza potencia y resistencia de miembros superiores e inferiores en escaladores de roca.

Palabras clave (DeCS): lesiones deportivas, prevalencia, lesiones de escalada, escalada en roca, fuerza potencia, fuerza resistencia.

Abstract

This study aimed to establish the relationship between strength and resistance with the prevalence of musculoskeletal injuries in Bogota rock climbers. It is a cross-sectional descriptive study that seeks to relate aspects of strength and endurance with the prevalence of injuries derived from the sport of rock climbing. It involved 59 subjects who met the criteria to be part of the research. Power tests were applied: The Upper Limb Power Test (UPLT), measured and analyzed by Kinovea software, was used for upper limbs; for lower limbs, the power Bosco CMJ (Counter Movement Jump) and SJ (Squat Jump) tests were performed on the COBS platform; additionally, upper limb strength tests were performed (pull-ups), as well as lower limb flexion tests (Single Leg Test). The tests were chosen due to their relevance regarding technical management and reliability. A specific survey was carried out for climbers that determined the prevalence of injury and established possible relationships between these aspects. These were the most important findings: The most prevalent injuries were hand injury (34%), followed by shoulder (21%), elbow and knee injuries (8%). Also, sex is an explanatory variable when considering the BMI ($p = 0.0010$) and the fact of having suffered injuries (or not) in the last three years ($p = 0.041$). Finally, the following factors are explanatory of the presence of injury and are related to the different types of climbing regardless of the level of difficulty: Specific force in terms of upper limb power ($p = 0.0009$); lower limb power ($p = 0.0312$) and ($p = 0.0382$); upper limb strength ($p = 0.0947$) as well as resistance strength for the right leg ($p = 0.0008$) and the left one ($p = 0.0009$). According to the results obtained in this research and those found in the databases, we can conclude that there is a need of further studies on the prevalence of injuries that build their explanations using factors such as strength and resistance of upper and lower limbs in rock climbers.

Keywords (MeSH): athletic Injuries, prevalence, climbing injury, sport climbing, strength power and strength endurance

Contenido

| | |
|---|----|
| INTRODUCCIÓN..... | 13 |
| 1. CAPÍTULO 1..... | 15 |
| Marco Conceptual | 15 |
| 1.1. Antecedentes | 15 |
| 1.2. Formulación del problema | 21 |
| 1.3. Justificación..... | 23 |
| 1.4. Objetivos | 24 |
| 1.4.1. General..... | 24 |
| 1.4.2. Específicos | 24 |
| 1.5. Descripción operacional de términos..... | 25 |
| 1.6. Hipótesis De Investigación | 26 |
| 2. CAPÍTULO 2..... | 27 |
| Estrategia Metodológica | 27 |
| 2.1. Tipo de estudio | 27 |
| 2.2. Población..... | 27 |
| 2.3. Muestra | 28 |
| 2.4. FUENTES DE INFORMACIÓN..... | 29 |
| 2.5. Procedimientos durante el estudio..... | 29 |
| 2.5.1. Procedimiento para la obtención de datos | 30 |
| Fase 1: | 30 |
| Fase 2: | 32 |
| Fase 3: | 32 |
| Fase 4: | 33 |
| 2.6. Aspectos estadísticos..... | 34 |
| 2.7. Consideraciones éticas | 35 |
| 3. CAPÍTULO 3..... | 38 |
| Marco teórico | 38 |
| Lesiones frecuentes de escalada..... | 38 |
| Aspectos que influyen en el riesgo de lesión | 41 |
| Tipos de escalada..... | 42 |
| Experticia en tres niveles | 43 |
| Tipos de fuerza | 44 |
| 4. Capítulo 4 | 49 |
| Resultados, Análisis y Discusión | 49 |
| 5. Conclusiones, Sugerencias y Limitaciones | 64 |
| 5.1. Conclusiones..... | 64 |
| 5.2. Sugerencias | 66 |
| 5.3. Limitaciones del estudio | 67 |
| Anexos | 68 |
| A. Anexo 1: Consentimiento informado..... | 68 |

| | | |
|----|--|----|
| B. | Anexo 2: Encuesta de lesión en escalada* | 70 |
| C. | Anexo 3: Protocolo Upper Limb Power Test..... | 73 |
| D. | Anexo 4 Protocolo Test de Bosco CMJ y SJ | 77 |
| E. | Anexo 5: Protocolo Test de Pull ups..... | 81 |
| F. | Anexo 6: Protocolo Flexión y extensión con una sola pierna | 84 |
| | Bibliografía..... | 87 |

Lista de Figuras

Figura 1: Clasificación de experticia de escaladores (p.28)

Figura 2: Lesión de Polea A2 (p. 40)

Figura 3: Heel hook - Taloneo (p. 41)

Figura 4: Crimp grip - Agarre de dedos (p. 42)

Figura 5: Reporte de calificaciones en la investigación de escalada (p.44)

Figura 6: Sistema de poleas de los dedos (p.47)

Figura 7: Ruptura de polea A2 y A4 (p.47)

Figura 8: Prueba Upper Limb Power Test (p.74)

Figura 9: Prueba de Bosco SJ-CMJ (p.78)

Figura 10: Prueba de *Pull-up* (p.81)

Figura 11: Prueba de flexo- extensión de una pierna (p.85)

Lista de Gráficas

Gráfica 1: Distribución de muestra por sexo (p.50)

Gráfica 2: Frecuencia - tipo de escalada más practicado (p.52)

Gráfica 3: Distribución por segmento lesionado (p.53)

Gráfica 4: Frecuencia de lesión y Porcentaje de tipo de escalada (p.55)

Gráfica 5: Frecuencia de lesiones según tipo de escalada y segmento corporal lesionado (p.56)

Lista de tablas

Tabla 1: Variables Sexo vs IMC (p.50)

Tabla 2: Distribución de fuerza potencia y resistencia de miembro superior e inferior por tipo de escalada (p.54)

Tabla 3: Sexo vs número de veces lesionado vs lesión últimos tres años (p.57)

Tabla 4: IMC con Lesión últimos 3 años y número de veces lesionado (p.57)

Tabla 5: fuerzas vs Lesión últimos 3 años (p.58)

Tabla 6: Fuerza vs Parte del cuerpo más lesionado (p.59)

Lista de abreviaturas

Abreviatura Término

| | |
|-------------|---|
| <i>ULPT</i> | Upper Limb Power Test |
| <i>SJ</i> | Squat Jump |
| <i>CMJ</i> | Counter Movement Jump |
| <i>IFSC</i> | International Federation of Sport Climbing |
| <i>IMC</i> | Índice de Masa Corporal |
| <i>ICC</i> | Coefficiente de correlación intraclase |
| <i>Wat</i> | Watts |
| <i>Kg</i> | Kilogramo |

INTRODUCCIÓN

La escalada es un deporte que cada día crece en número de practicantes. Exige grandes demandas cinéticas y cinemáticas, que requieren un proceso de preparación específica. Tanto la práctica como los planes de preparación pueden conducir a lesiones (agudas o crónicas) derivadas de las características propias de este deporte.

La práctica deportiva de la escalada se subdivide en tres modalidades: 1) *la vía-dificultad en ruta*, 2) *búlder* y 3) *velocidad*, que son practicadas para competición o con fines lúdicos. Cuando se trata de la *vía-dificultad*, la práctica se caracteriza por una serie de movimientos complejos con la cuerda asegurada a medida de la progresión; en la *modalidad búlder*, los movimientos se ejecutan sin cuerda, con una altura máxima de tres metros; y en la *modalidad de velocidad*, la cuerda se asegura en el punto más alto de la vía (*top-rope*) y exige llegar en el menor tiempo posible a la cima (*top*). Es notable una similitud entre la primera y la segunda modalidad, que se rigen por el grado de dificultad, pero cada una dispone de fines, medios y métodos distintos (2).

En lo que respecta a la especificidad de la práctica de escaladores de roca, el *búlder* ha demostrado que exige más especificidad técnica y de potencia, mientras que la escalada de *vía-dificultad* está más orientada hacia la resistencia y la fatiga, dado el coste significativamente menor en *búlder* ($p < 0,05$), así como el consumo de oxígeno pico (VO_2 pico), la concentración de lactato en la sangre, la frecuencia cardiaca ($p < 0,05$) y demás aspectos fisiológicos que muestran las diferencias entre estas modalidades, de acuerdo con la evidencia científica (3).

Estas diferencias exigen abordajes adecuados en el desarrollo de la práctica, ya que existen factores que pueden llegar a determinar la eficiencia o limitación del pleno desarrollo del deporte (aparición de lesiones o déficits funcionales), según la

exigencia del tipo de fuerza que sea generada por los distintos segmentos corporales y la especificidad de cada modalidad (3,4).

En consecuencia, la motivación de este estudio es observar la relación entre la fuerza potencia y la resistencia muscular, con la prevalencia de lesiones, para responder a una demanda de intervención interdisciplinar objetiva y clara, que permita potencializar capacidades y realizar nuevos planteamientos frente al estudio de la escalada de roca en Bogotá.

1. CAPÍTULO 1

Marco Conceptual

En este apartado se presenta el estado del arte concerniente a lesiones musculoesqueléticas, y la fuerza potencia y resistencia en la práctica particular de la escalada en roca, con el fin de establecer bases para el planteamiento del problema, los objetivos y la hipótesis de investigación.

1.1. Antecedentes

La revisión de antecedentes investigativos sobre la fuerza muscular en escalada en roca no arroja referencias significativas, por lo que esta revisión se centra en aquellos estudios que hacen referencia a deportes que presentan demandas de fuerza muscular en miembros superiores, tales como el béisbol. De este modo, se encuentran estudios que reportan la importancia de evaluar la fuerza global, tal como lo plantean Noguchi y cols. (2014), quienes sugieren la necesidad de evaluar la sumatoria de la fuerza de los diferentes segmentos corporales, así como la asimetría entre hemicuerpos y segmentos corporales. De acuerdo con los autores, detectar estos déficits es de gran utilidad para generar procesos de prevención en el desarrollo de los deportistas; y este resulta ser un aspecto que se puede extrapolar a la escalada en roca, ya que se vuelve más significativo no solo observar el segmento, sino más bien el grupo muscular y la fuerza implicada.

Alizadehkhayat y cols. (2007) exponen cómo se comporta la articulación de la mano, el codo y el hombro como una cadena, no solo desde lo funcional sino desde lo fisiopatológico, ya que la alteración del hombro conduce a modificaciones de la acción de codo y mano, lo que ocasiona, además de la afección de movilidad, expresiones de dolor como el llamado “codo de tenista”, que se ha relacionado con

deficiencias de la fuerza en musculatura del hombro y estructuras adyacentes y no propiamente del codo (5). Por lo tanto, al investigar y establecer relaciones, se hace necesario realizar evaluaciones globales y no por segmento corporal.

Por otra parte, con respecto a la información sobre la evaluación de factores determinantes en la eficiencia del gesto en escaladores, se encuentran los factores relacionados con la fuerza. Hay estudios que reportan solo evaluaciones de la fuerza en la musculatura involucrada para la flexión de dedos y que se realizan con dinamometría (6)(7). Al reportar la fuerza de prensión manual, se evidencia la investigación por modalidad y con una gran similitud de fuerza entre estas (*búlder* y *vía*) (3), lo que llevaría a determinar otro tipo de evaluaciones de fuerza aparte de la dinamometría convencional. Esta no brinda datos significativamente diferenciales entre modalidades y solo se enfoca en un segmento corporal.

Ahora bien, Canalejo Couceiro (2) reporta la pertinencia de abordar y ejecutar investigaciones por modalidades de práctica de escalada aficionada más comunes, que son dos: escalada de dificultad conocida como modalidad de *vía*, y la modalidad de *búlder*, puesto que cada modalidad tiene exigencias particulares en cuanto a las cadenas cinéticas y cinemáticas empleadas, así como en cuanto a la especificidad del entrenamiento; lo que determina un ajuste a cada una de las modalidades y de una especificidad en su abordaje.

Vemos, entonces, que determinar y explorar el tipo de fuerza típico de cada modalidad va más allá de lo que se evidencia en la literatura (comúnmente enfocada solo en el tiempo de ejecución de las vías de escalada); esta literatura sugiere entrenamientos y enfoques específicos que no tienen en cuenta qué tipo de fuerza es la que se está llevando a cabo para cada modalidad (4).

Si bien se ha propuesto que existen unas características propias de fuerza de acuerdo con la modalidad en la que el escalador se especializa, y se comprende que cada una de estas tiene características diferentes (en especial en lo relativo a

la fuerza) más allá de aspectos netamente técnicos se diferencian en lo que hace referencia a fuerza muscular y capacidad de fuerza rápida. La evidencia muestra que la escalada de *vía-dificultad* requiere ajustar la fuerza aplicada para evitar la fatiga, lo cual obliga a utilizar más otras cualidades que ayuden a la resistencia, mientras que, por el contrario, en *búlder* se estimula más de fuerza máxima-potencia, por supuesto demandando unos grupos musculares más que otros (7).

De acuerdo con lo anterior, y en concordancia con la evidencia, es más preciso evaluar la escalada por modalidad que por tipo de agarre, como lo evidenció el estudio de Woollings et al. (2015), ya que las fuerzas musculares son determinantes de la eficiencia del gesto y permiten focalizar estudios de análisis y relaciones en aspectos tales como la prevalencia de lesiones que han demostrado que provocan un estrés excesivo, pero estas varían de acuerdo con la tipología de la roca o muro artificial, porque se pueden generar sobrecargas en una u otra estructura. Sin embargo, por la gran variabilidad en los tipos de roca, cobra importancia prestar más atención a la modalidad (*búlder* o *vía-dificultad*) y a las fuerzas musculares prevalentes en ellas que el enganche a las presas o agarres en una *vía-dificultad*, porque estas tienen gran diversidad y se hacen muy difíciles de controlar; es igualmente importante establecer cualquier tipo de asociación para el sustento de evidencia (7)(3)(8).

La fuerza es un factor que debe evaluarse según la modalidad, y se puede llegar a plantear una relación con la aparición o no de lesiones, puesto que la existencia de lesiones en el deporte es multifactorial. Se trata de factores internos del individuo, que lo hacen más propenso a la aparición de lesiones por características específicas referenciadas, dentro de las cuales se encuentran una cierta composición corporal (índice de masa corporal y porcentaje graso) y un determinado estado físico (que incluye la fuerza). A lo anterior se añaden la edad, el sexo, el estado de salud, la anatomía y el nivel de habilidad. Estas son características que, sumadas a factores externos (equipo, ambiente de juego, oponente, entre otros), hacen al atleta-practicante susceptible a una lesión (9,10).

La prevalencia de lesiones en escaladores de roca se encuentra distribuida de la siguiente forma: dedos y manos con un porcentaje considerable (21%), seguidos de hombros (15%), rodillas (9%) y tobillos (9%). Se ha identificado la incidencia del uso de movimientos repetitivos. En concreto, las lesiones más frecuentes son el esguince de ligamento (27%), la distensión/tensión muscular (26%), la tendinitis (13%), la inflamación de articulaciones (8%) y, en menor porcentaje, la fractura, dislocación, abrasión, contusión, entre otras (11)(12).

Por otra parte, siempre se nombran estos segmentos como los de mayor prevalencia, pero sin negar la existencia de otras lesiones en articulaciones como rodilla (por talonamiento), cuello de pie y pie (por caídas de altura) presentes en esta práctica deportiva (13). La comprensión investigativa de las lesiones presentes por tendencias actuales da cabida a lo nombrado anteriormente; las lesiones que se manifiestan en miembros inferiores, y que no son las más comunes, tienen una relación importante con la ejecución técnica de algunos gestos específicos de escalada, como es el caso del talonamiento (*heel hook*). En este gesto es necesario el uso de las piernas y se dan la extensión de cadera, flexión de rodilla y una mayor exigencia de los isquiotibiales, principales actores de esta función, que constituyen movimientos utilizados actualmente en la tendencia de las nuevas técnicas y propuestas en la escalada a la fecha (4); todo esto merece atención para el análisis en procesos de potencialización y déficit.

También se encuentran investigaciones que asocian las lesiones con el tipo de escalada, tal como lo plantea Woollings (2015), quien evidenció una mayor frecuencia de lesiones (58%) en quienes han estado practicando *búlder*, mientras que los practicantes de vía-dificultad fueron menos propensos a lesionarse (33%); sin embargo, el trabajo de Woollings pasa por alto el desencadenante de lesión en términos más objetivables (como pueden ser la fuerza potencia y resistencia implicados en la ejecución de vía o *búlder*) que son objeto de esta investigación.

Un abordaje según la modalidad de escalada (ya sea *búlder* o *vía*) cobra, entonces, gran relevancia (esta información es corroborada por Grønhaug y Norberg [2016]). Esto se justifica en que a la fecha las investigaciones que revisaron las lesiones crónicas no hacen énfasis en reportar la experiencia, nivel de habilidad ni la frecuencia de práctica (14). Por el contrario, hacen énfasis en aspectos que carecen de reporte como modalidad de preferencia para su entrenamiento y las características de fuerza de cada una de estas modalidades que genera una demanda, la cual puede ayudar o no a la aparición de lesiones. Esta premisa no ha sido puesta en evidencia.

Por lo tanto, a la fecha establecer la relación directa entre cierto tipo de fuerza con la prevalencia de lesión no es evidenciado, pero si resultan determinantes para el desempeño de la persona en el deporte, lo que le va a facilitar o a dificultar su desempeño colocan mayor o menor estrés a la parte osteomuscular, convirtiendo la fuerza muscular mayor o menor como un factor de riesgo de lesión musculoesquelética(15). Información que se corrobora con el desempeño y obtención de una mayor fuerza potencia y resistencia disminuye el riesgo de lesión musculoesquelética, como el caso reportado por los reclutas de sexo femenino y masculino, que completan menos flexiones en las pruebas cronometradas, sufren más lesiones que los que más lo hacen(16).

En relación con el abordaje especializado en personas que practican escalada, se hace necesario conocer aspectos como el rol del fisioterapeuta en cuanto facilitador de procesos de rehabilitación y de prevención (Cantero, 2007). Es notorio que no hay un direccionamiento a la prevención, habida cuenta de que el 83% de los escaladores reconocen no tomar medidas preventivas (8). De ahí la importancia de llevar a cabo procesos investigativos como el presente estudio.

Con la información anterior se plantea la práctica de escalada en roca con un importante riesgo de lesión característico de la especificidad técnica, derivada de tener o no determinadas fuerzas musculares demandadas por las modalidades de

tendencia de entrenamiento. Esto se presenta con el fin de que se pueda lograr establecer una relación medible, que aporte un cimienta más allá de lo observado, con algo más explícito como lo son pruebas que cuantifiquen y clasifiquen de manera objetiva esta información.

1.2. Formulación del problema

Actualmente, la escalada deportiva se está contemplando como deporte de exhibición en los Juegos Olímpicos, lo cual hace posible que en un futuro haga parte de este certamen. Hoy por hoy existe una federación internacional de escalada deportiva (IFSC), que se separa de las UIAA (International Climbing and Mountaineering Federation-*Union Internationale des Associationd'Alpinisme*), pero que aglutina a la misma población practicante del deporte, ya sea por la parte competitiva o por actividad de orden recreativo. Esta agremiación surge de la clara necesidad de organizar a un gran número de nuevos practicantes en el ámbito mundial y, para el caso que nos compete, en Colombia (17)(18).

El proceso del desarrollo de la escalada en Colombia es similar a como se ha dado en otros países, en los cuales quienes practican la escalada (y con el fin de aumentar el nivel de destreza) realizan esta práctica en los cada día más numerosos y frecuentados muros artificiales. La tendencia que existe actualmente es tomar la escalada como un deporte de preferencia recreativa o competitiva, requiriendo, en ambos casos, la necesidad de intervención interdisciplinar que facilite la obtención del objetivo esperado.

El pensar día a día en nuevos retos y el tomar en cuenta la complicación de trasladarse a lugares que permitan practicar la escalada, hizo que surgieran las paredes artificiales (denominadas muros, rocódromos o palestras), que en los últimos años han alcanzado gran popularidad. Estos muros prediseñados han permitido que esta práctica extrema haya tomado un nuevo impulso en el ámbito competitivo y comercial-recreativo, que se ha convertido en un espectáculo-práctica al que puede acudir el público en general(17).

Por lo tanto, al entender la escalada como un deporte extremo que se caracteriza por movimientos acíclicos-ciclicos (19) de una gran velocidad, coordinación y

precisión sobre superficies verticales y agarres variados (que contempla varias modalidades y submodalidades), se hace evidente que se trata de un deporte de riesgo, así como muy atractivo para personas con actividades sedentarias. El número de practicantes aumenta a diario (20).

La escalada deportiva es una práctica que demanda una capacidad física evidente, a saber, la fuerza; esta es una de las capacidades físicas más trabajadas y estudiadas, tanto para el entrenamiento como para la rehabilitación. Desde el punto de vista fisiológico, la fuerza se entiende como la capacidad que tiene el músculo de producir tensión al activarse, en relación con factores de tipo estructural (actina-miosina-troponina en el sarcómero) y de tipo neural (unidades motoras, frecuencia de activación, manejo del calcio iónico, entre otros). Desde el punto de vista del deporte y la actividad física, la fuerza interna generada por los músculos se traduce en fuerza aplicada sobre resistencias externas (que en el caso de la escalada, es el mismo peso del cuerpo) (19).

Además de lo anterior, se debe tener en cuenta que con la ejecución de fuerzas, ejercicios o participación en un deporte, se puede llegar a producir un daño tisular denominado *lesión* (21), una situación que sucede a los practicantes de escalada por los diferentes procesos que pueden llevar a la condición de estar “lesionado”. De acuerdo con lo anterior, se requieren estudios que revisen la relación que puede existir entre las lesiones y la fuerza potencia y resistencia en una población como la escaladora. A la fecha existen estudios enfocados en el segmento corporal más lesionado, probables factores de riesgo propios del gesto del deporte o de las condiciones del entorno, fuerzas características de cada modalidad, pero no con la relación que puede existir entre las lesiones prevalentes y los tipos de fuerza. Los resultados de estos estudios deben configurar una herramienta para la formulación de hipótesis etiológicas que acojan nuevos estudios con el fin de desarrollar planes, programas y proyectos en los cuales la fisioterapia incursione (de hecho, ya lo está haciendo). Esto beneficiará las nuevas demandas de poblaciones emergentes en el medio del deporte y la actividad física.

1.3. Justificación

La prevalencia de lesiones osteomusculares en escaladores deportivos genera la necesidad de precisar algunas relaciones que permitirán plantear nuevas hipótesis e identificar dónde focalizar los procesos de prevención o atención en practicantes de escalada. Se tiene en cuenta que la posibilidad de sufrir una lesión está siempre presente, ya sea por ocasión de la práctica recreativa o con fines competitivos en el alto rendimiento, por factores internos o externos (9,10). Además, se hace necesario que los profesionales que tienen que ver con la práctica de este tipo de actividades –especialmente el fisioterapeuta para este caso– desarrollen la habilidad de identificar los factores asociados, abriendo así nuevos espacios para su quehacer(22). Por medio de este estudio se busca beneficiar a los nuevos practicantes de la escalada de roca, así como mejorar el escaso direccionamiento hacia el fomento de la salud, más allá del resultado del nivel obtenido.

En atención a lo anterior, la presente investigación dejará explícitos elementos que permitan comprender mejor la relación entre la lesión musculoesquelética y la fuerza potencia y resistencia para dar sustento a futuras investigaciones. Asimismo, esta investigación busca ser un punto de partida para que se planteen programas y proyectos orientados al goce de este deporte. También se busca una contribución al enfoque de la fisioterapia más allá del proceso de rehabilitación; esto traería beneficios al permitir establecer cuáles parámetros se deben tener presentes para un proceso pertinente y eficaz en una de las capacidades más trabajadas (fuerza), dando un abordaje integral sobre el cual, en Colombia y en otros países del mundo, no hay estudios al respecto, o bien los existentes se centran en cuantificar el número de lesiones presentadas en escaladores de roca, sin relacionarlas con otros factores.

Asimismo, se plantea un estudio original que no se ha llevado a cabo en el territorio nacional, con una población poco estudiada (escaladores de roca) y con una

viabilidad del estudio alta por su diseño transversal. Por otra parte, es un estudio que no requiere gran inversión económica debido a los recursos con los que cuenta la Facultad de Medicina de la Universidad Nacional de Colombia, que sirven para los diferentes instrumentos que se van a utilizar en el proceso. La población objeto está cautiva en los gimnasios en Bogotá de fácil acceso, con la mayoría de practicantes del país, y se cuenta con el apoyo por el vínculo de soporte profesional a dicha población. Cabe considerar, por otra parte, que los instrumentos de evaluación no son invasivos y no generan riesgo sobre la población objeto. Finalmente, los datos servirán como base para investigaciones posteriores.

1.4. Objetivos

1.4.1. General

Determinar la relación de la prevalencia de lesiones músculoesqueléticas y la fuerza potencia y resistencia en una muestra de escaladores de roca en Bogotá.

1.4.2. Específicos

- Describir y establecer la prevalencia de lesiones músculoesqueléticas presentes en la población estudiada.
- Referir y establecer la fuerza potencia y resistencia presentes en la población estudiada.
- Proponer características de la prevalencia de lesiones musculoesqueléticas, a partir de la fuerza potencia y resistencia evaluadas

1.5. Descripción operacional de términos

Variables

| Variable | Naturaleza | Definición Operacional | Categoría | Nivel de medición |
|--|--------------|---|---------------------------------|--------------------|
| Edad | Cuantitativa | Duración de la existencia de un individuo medida en unidades de tiempo | Día ultimo de cumpleaños | Nominal |
| Sexo | Cuantitativa | Características que diferencian los hombres de las mujeres | Determinar femenino o masculino | Discreta nominal |
| Tipo de escalada practicado | Cualitativa | Modalidad de <i>Búlder</i> o vía, en roca o muro artificial | <i>Búlder</i> o vía | Ordinal Nominal |
| VARIABLES MORFOLÓGICAS | | | | |
| IMC | Cuantitativa | Medida de asociación entre peso y talla | Kilogramos por metro cuadrado | Continua |
| Talla | Cuantitativa | Medida de la estatura del cuerpo humano desde los pies hasta el techo de la bóveda del cráneo | Centímetros | Continua |
| Peso | Cuantitativa | masa del cuerpo en kilogramos | Kilogramos | Continua |
| VARIABLE DEPENDIENTE | | | | |
| Lesiones | Cualitativa | Partes del cuerpo con lesiones Musculoesqueléticas | Determinar sí o no | Discreta nominal |
| VARIABLES INDEPENDIENTES | | | | |
| FUERZA POTENCIA | | | | |
| Fuerza potencia Miembros superiores | Cuantitativa | Distancia en recorrido vertical | Watts | Numeral |
| Fuerza resistencia Miembros superiores | Cuantitativa | Numero de repeticiones/ Tiempo de flexo extensión de brazos | segundos | Numeral |
| FUERZA RESISTENCIA | | | | |
| Fuerza potencia Miembros inferiores | Cuantitativa | Altura y tiempo de vuelo | Watts | Numeral |
| Fuerza resistencia de Miembros inferiores | Cuantitativa | Numero de repeticiones/Tiempo de flexo extensión piernas | segundos | Numeral |

1.6. Hipótesis De Investigación

Pregunta de investigación:

¿Cuál es la relación de la fuerza potencia y la fuerza resistencia con la prevalencia de lesiones musculoesqueléticas en escaladores de roca de Bogotá?

HIPOTESIS TEÓRICAS

H₁: La fuerza potencia se relaciona con las lesiones musculoesqueléticas de escaladores de roca de Bogotá

H₀: La fuerza potencia no se relaciona con las lesiones musculoesqueléticas de escaladores de roca de Bogotá

H₂: La fuerza resistencia se relaciona con las lesiones musculoesqueléticas de escaladores de roca de Bogotá

H₀: La fuerza resistencia no se relaciona con las lesiones musculoesqueléticas de escaladores de roca de Bogotá

Hipótesis Estadísticas

X. La fuerza potencia

Y. La fuerza resistencia

a. Prevalencia de lesiones musculoesqueléticas

H₁: $r_{xa} \neq 0$

H₀: $r_{xa} = 0$

H₂: $r_{ya} \neq 0$

H₀: $r_{ya} = 0$

2. CAPÍTULO 2

Estrategia Metodológica

En este apartado se describe paso a paso la metodología utilizada para el desarrollo del estudio, incluyendo el tipo de estudio, la población, los procedimientos para obtención de la información y la manera en la cual se realizará el análisis estadístico.

2.1. Tipo de estudio

El estudio a realizar es de corte transversal, debido a que se busca determinar en un momento dado las condiciones a analizar. Así, se buscará la relación entre las lesiones y la fuerza potencia y resistencia, sin plantear ninguna causalidad entre los aspectos a explorar en escaladores de roca en Bogotá.

2.2. Población

Escaladores hombres y mujeres, los cuales se definen como quienes practican la escalada por lo menos una vez al mes durante un tiempo mínimo de un año. Se clasificarán en tres categorías de experticia: principiante, consumado y de élite; para la correlación con la encuesta de lesiones solo se estudiarán escaladores consumados y de élite (23)(23) (ver Figura 1).

Figura 1. Clasificación de experticia de escaladores(24)

| Principiante | Consumado/Avanzado | De élite/Alto nivel |
|--|---|--|
| < de un año escalando | >de un año escalando activamente | Mínimo de escalando activamente 3 años |
| Nivel de segundo <V+ | Nivel de segundo > V+ | Nivel de escalada a vista 6c en vías limpias y/o 7B en deportiva |
| Poca o ninguna experiencia en la escalada de primero | Escalada de primero: hasta 6ª en vías limpias y 6c en deportiva | |
| Nivel de <i>Búlder</i> <V3 | <i>Búlder</i> de V3 a V6 | <i>Búlder</i> > de V6 |

2.3. Muestra

Para la selección de muestra se incluyeron 59 participantes, con edades comprendidas entre 18 y 49 años, los cuales fueron seleccionados a conveniencia teniendo en cuenta su experticia, fuese de consumado o élite.

Se calculó un tamaño de muestra de 46 para detectar una correlación de 0.4, significancia de 0.05, poder del 80%. Dado que la eficiencia relativa de la correlación de Spearman, en comparación con la de Pearson, es de 0.91, se hizo la corrección para que la potencia se adecúe al cálculo del coeficiente de Spearman, es decir que se requieren 50 personas(25).

2.3.1. Criterios de inclusión

- Escaladores entre los 18 y 49 años.
- Tener un mínimo de 1-2 años de práctica continuada/ frecuencia de entrenamiento.
- Nivel de escalada consumada o élite.
- Haber comprendido y diligenciado el consentimiento informado.

2.3.2. Criterios de exclusión

- Sujetos que presenten situaciones de salud que agraven la realización de la prueba.
- Alguna condición detectada en examen físico que no permita la ejecución de las pruebas
- Actualmente presenten una lesión activa musculo esquelética o estén en proceso de recuperación de este tipo y no les permita ejecutar pruebas de fuerza.

2.4. FUENTES DE INFORMACIÓN

Fuentes primarias: los datos se obtendrán a partir de la información suministrada por cada uno de los individuos-escaladores participantes del proceso, una encuesta y los datos recolectados sobre las pruebas de fuerza ejecutadas en miembro superior e inferior. Al igual que los artículos de investigación relacionados con el tema.

Fuentes secundarias: por medio de la consulta en redes y bases de datos: Medline, Pubmed, Scielo, ScienteDirect, y la consulta en páginas de Internet pertinentes al tema abordado en los últimos 7 años antes de la ejecución del proyecto.

2.5. Procedimientos durante el estudio

Una vez se contó con la aprobación del comité académico de la Maestría de Fisioterapia del deporte y la actividad física y del comité de ética, se procedió a realizar una convocatoria a los escaladores de roca que asisten habitualmente a los muros - gimnasios de escalada en la ciudad de Bogotá; la convocatoria se realizó

por medio de letreros, información por redes sociales y medios de comunicación de los gimnasios de escalada ubicados en Bogotá.

Una vez registrada y seleccionada la muestra, se citaron un día y hora específicos para llevar a cabo la participación en el estudio, con la firma previa del consentimiento informado, el cual se diseñó de acuerdo con lo establecido en la resolución 008430 de 1993, artículo 15, contemplando la justificación, objetivos de la investigación, los procedimientos que se llevarán a cabo al igual que su propósito, riesgos, beneficios, procedimientos alternativos, garantía de recibir respuestas ante dudas con respecto a los parámetros mencionados, y se garantizó la confidencialidad de la identidad e información de los participantes. Adicionalmente, se precisó que los sujetos tenían la libertad de retirar el consentimiento y dejar de participar en el estudio en el momento en que lo consideraran.(26)

2.5.1. Procedimiento para la obtención de datos

Fase 1:

Para evaluar la fuerza muscular en potencia y resistencia se empleó cada una de las pruebas que serán descritas a continuación, siguiendo los procesos necesarios de ensayo y de toma de datos, hasta tener la certeza y experticia requeridas para la aplicación de la prueba en los sujetos de estudio.

Se contó con el enteramiento y participación de tres asistentes, dos estudiantes de fisioterapia de último semestre para prueba de pull up y flexo extensión de una pierna y medico fisiólogo para el Test de Bosco en la plataforma COBS bajo la guía de ejecución de CMJ y SJ por investigaciones llevadas a cabo en Ecuador(27). El entrenamiento constó de tres semanas preliminares a la convocatoria de los sujetos de estudio, en las cuales cada asistente ensayaba el protocolo de calentamiento específico con los comandos (y ensayo de protocolo establecido) para cada prueba asignada. Por otro lado, se contó con la participación de una nutricionista quien llevo a cabo la toma de datos de IMC, peso libre grasa y masa magra, con un protocolo establecido para las respectivas tomas.

Para evaluar la fuerza muscular en potencia y resistencia se empleó cada una de las pruebas de potencia y resistencia, más ajustadas al gesto técnico de la escalada, las cuales han sido validadas en otros países.

El orden de toma de datos fue el mismo para todos los participantes, 1. Realizó la encuesta, 2. Toma de datos de IMC en báscula tetrapolar, 3. Calentamiento y posterior ejecución de prueba de Upper Limb Power Testpor, 4. Calentamiento y posterior ejecución de prueba de test de fuerza resistencia para miembros inferiores: Flexoextension de una pierna, 5. Calentamiento y posterior ejecución de prueba de test de fuerza resistencia para miembros superiores (*pull-ups*).

Pruebas que tienen su protocolo, abordado, practicado y ejecutado por cada evaluador, las cuales tienen las siguientes especificaciones:

- Encuesta validada de lesión en escalada, con la cual se buscó identificar y caracterizar las lesiones más frecuentes en escaladores y determinar qué factores se encuentran asociados a la presencia de esta (ANEXO 2).
- Test de Fuerza potencia para miembros superiores: “Upper Limb Power Test”, con la cual se buscó evaluar los perfiles de escaladores en términos de potencia en miembros superiores, con una validez que muestra un sesgo sistemático bajo de -0.88 cm (-1.25%) y bajos límites de concordancia (<6%) y fiable (ICC = 0,98 y CV <5%) y es un buen predictor de la potencia relativa de las extremidades superiores ($r = 0,70$), y un ($p < 0,0001$) (28). (Ver ANEXO 3).
- Test de Fuerza potencia para miembros inferiores: el test de Bosco es uno de los más efectivos para medir tanto la capacidad anaeróbica como la potencia, fatiga anaeróbica del tren inferior (fuerza-elástico-refleja), mostrando una fiabilidad que ha sido probada en numerosos estudios obteniéndose coeficientes de correlación intraclase iguales a 0,96 y coeficientes de variación de 2,7% cuando el test se realiza sin peso. (29–31) (Ver ANEXO 4).
- Test de Fuerza resistencia para miembros superiores (*pull-ups*), con el cual se evaluó la resistencia muscular de miembro superior y cintura escapulo-humeral, mostrando una fiabilidad alta, dependiendo de los autores que van desde 0,75 a un 0,97 coeficiente de fiabilidad. (32–34) (Ver ANEXO 5).
- Test de Fuerza resistencia para miembros inferiores: flexión y extensión con una sola pierna, con la cual se observó la potencia y resistencia de una sola pierna, evidenciando 0,69 y 0,89 de coeficiente de fiabilidad (34) (ver ANEXO 6).

- Índice de Masa Corporal y porcentaje graso o libre de grasa que fue calculado de los datos obtenidos por medio del uso de la báscula tetra polar que evalúa simultáneamente los dos segmentos (superior e inferior), dando valores más independientes de la localización de los depósitos grasos (35), existiendo una mayor correlación con cierto tipo de dispositivo (OMROM) que tiene un Coeficiente de Correlación Intraclase (ICC) de 0.65 (36).

Fase 2:

Se acordaron unos días y tiempos para llevar a cabo las pruebas, se realizaron aclaraciones sobre condiciones óptimas para asistir a las pruebas el día que el sujeto disponía para hacerlo por medio de correo electrónico. Se establecieron condiciones tales como no realizar actividad física durante las 24 horas previas a las pruebas, no haber consumido ni digerido sustancias psicoactivas ni alcohólicas; y un nutricionista dio lineamientos sobre tiempos y calidad de la alimentación previa a las pruebas.

Fase 3:

Se citó un número de participantes por sesión en la Universidad Nacional de Colombia sede Bogotá; se le leyó a cada uno el consentimiento informado donde se aclaraba de qué se trataba el estudio, subrayando que no requería intervenciones que afectaran su condición, pero que podría tener alguna consecuencia derivada de las pruebas físicas (ANEXO1); asimismo, se aclaró que sus datos no serían revelados a otros ni a entidades externas, explicando que su utilización sería netamente académica.

Posteriormente, se llevó a cabo la ejecución de las encuestas. A renglón seguido se realizaron la toma de datos sobre la báscula de bioimpedancia tetra polar (ejecutada por nutricionista con su respectivo protocolo), las pruebas de fuerza uno a uno, las cuales fueron registradas en hoja de estudio individual, por lo que las pruebas fueron ejecutadas por las mismas personas (asistentes), en un mismo orden para todos los participantes y seguimiento de los mismos criterios de evaluación para cada sujeto y como fue entrenado.

Fase 4:

Una vez recogidos y diligenciados los datos, se digitaron en el programa Microsoft Excel 2017. Se diseñó una tabla de recolección de datos para agrupar las variables por temas de manera lógica, lo que facilitó la captura de la información sociodemográfica y de las variables de interés directamente relacionadas con el deporte; posteriormente, los datos fueron ingresados en el software Stata para su análisis y aplicación de t-test, Spearman y ANOVA para la relación de las variables.

2.6. Aspectos estadísticos

En cuanto a medidas de tendencia central, se utilizaron: la moda, con el objetivo de determinar el valor más frecuente o el que más se repite en las variables medidas; la mediana, para dividir los casos en dos partes iguales; la media o promedio aritmético, para determinar el punto de equilibrio de los datos. Se utilizó la desviación estándar con el objetivo de identificar cuánto se desviaron los resultados de la media o promedio. Se realizó un análisis bivariado, a través de la prueba de Chi cuadrado de Pearson, para variables categóricas, así como el coeficiente de correlación de Pearson para variables continuas, a fin de verificar la asociación entre ellas.

Se realizó análisis descriptivo de las variables demográficas, antropométricas, deportivas y de fuerza.

Para evaluar la relación entre la variable de desenlace y las demás variables medidas, se realizó la prueba de t test, ANOVA y Spearman.

Se estableció un valor de $p < 0,05$ como estadísticamente significativo para evaluar las variables que en el análisis anterior muestren relación con la variable desenlace.

Para el análisis de variables y significancia estadísticas de los resultados, se utilizó el programa Stata.

El análisis descriptivo de los datos se presenta en términos de medidas de distribución central (promedios) y probabilidades. Se fijó el nivel de confianza en 95% (p valor: $< 0,05$).

2.7. Consideraciones éticas

Con respecto a las consideraciones éticas, se toma como referencia el artículo 11 de la resolución N° 008430 de 1993 del Ministerio de Salud de Colombia, en donde la presente investigación se clasifica en la categoría de riesgo mínimo, teniendo en cuenta que para la recolección de datos se aplican procedimientos comunes no invasivos como son la encuesta y pruebas de fuerza simples sin cargas extra, instrumentos que no manipulan la conducta de los sujetos. Adicionalmente, se contemplan los principios éticos de la declaración de Helsinki para investigaciones médicas en seres humanos.

Consentimiento informado

Documento en físico del consentimiento informado que debió ser diligenciado por cada uno de los participantes del proceso de investigación como sujetos de estudio, en el cual se les informó brevemente en qué consiste la investigación, quiénes la llevan a cabo y los propósitos de la misma. Igualmente, el tipo de intervención que se iba a llevar a cabo y por qué fueron escogidos para el estudio.

Por otro lado, se resaltó y dejó en claro que la participación era voluntaria. Se realizó una descripción breve del protocolo a llevar a cabo con la opción abierta de indagar en cualquier momento sobre la totalidad del proceso; también se informó sobre el tiempo que se estima que va a durar la investigación y los efectos secundarios, así como los posibles riesgos que esta implica.

Igualmente, se estipula y rectifica la confidencialidad de los datos que se van a compartir o utilizar, así como del derecho de denegar su participación y retirarse. Por último, se brindan los datos de contacto para cualquier eventualidad o duda Ver (ANEXO 1).

Presupuesto

| Rubro | Cantidad (horas) | Valor unidad 2017 | Total |
|--|------------------|-------------------|------------------|
| Recurso humano | | | |
| Investigador Principal | 1152 | 17.955 | 20683620 |
| Director de Tesis | 96 | 46.682 | 4481451 |
| Asesor de pruebas | 24 | 28.727 | 689.454 |
| Análisis estadístico | 10 | 200000 | 2000000 |
| Total | | | 27854525 |
| Recurso Físico | | | |
| Rubro | Cantidad | Valor unidad 2016 | Total |
| 1 Computador | 1 | 2.000.000 | 2.000.000 |
| Materiales para ULPT (upper Limb Power Test) | - | 200.000 | 200.000 |
| Material bibliográfico | - | 1000000 | 1000000 |
| Video Cámara de 50 Hz de velocidad de captura* | 56 | 20.000 | 1.120.000 |
| Tanita Bioimpedancia* | 56 | 10.000 | 560.000 |
| Plataforma COBS* | 56 | 40.000 | 2.240.000 |
| Artículos de oficina | - | 30.000 | 30.000 |
| Total | | | 7.230.000 |

*Valor y cantidad por hora alquiler

| | |
|-------------------|----------------------|
| Recurso humano | 27.854.525,00 |
| Recurso Físico | 7.230.000 |
| Total | 35.084.525,00 |
| Imprevistos | 3.508.452,50 |
| GRAN TOTAL | 73.676.502,50 |

3. CAPITULO 3

Marco teórico

La revisión de la literatura permitió conocer las investigaciones que se han realizado con respecto a las lesiones más frecuentes encontradas en la escalada, los aspectos que influyen en esta práctica (tales como los diferentes tipos de escalada), la experiencia, fuerza potencia y resistencia características de cada tipo particular.

La escalada es un deporte en constante crecimiento en número de practicantes en los ámbitos nacional y mundial. Existen ciertos sucesos derivados de la práctica, como lesiones y otros aspectos, que pueden o no estar relacionados con la posible aparición de estas; este tema será desarrollado en el siguiente capítulo.

Se analizan aspectos o factores que predisponen a un deportista a una lesión, como los relacionados con el deportista: sexo, edad, crecimiento y grado de maduración, predisposición anatómica a la lesión, estado de salud y lesiones previas. Además, están las lesiones relacionadas con la práctica deportiva sobre la demanda técnica de cada deporte (19), que para el caso de la escalada son las técnicas que demanda cada modalidad: *búlder* o *vía* (4,37).

Lesiones frecuentes de escalada

Cuando se aborda el tema de lesiones frecuentes de escalada, se puede encontrar que hay diferentes procesos y situaciones que generan esta condición de estar “lesionado”. Para ello cabe mencionar que las lesiones se clasifican en agudas o por uso excesivo/sobrecarga. La lesión *aguda* es aquella en la que es claramente fácil identificar una causa o un comienzo y que, para el caso de la escalada, ocurre cuando se ejecutan

agarres muy pequeños o irregulares y se resbalan los pies. Esto puede generar una fractura o ruptura de uno de los ligamentos de los segmentos que realizaron el mayor esfuerzo; por otra parte, en la lesión de *uso excesivo* no es muy claro su inicio y se da como resultado de un proceso gradual; aunque para el clínico no es fácil detectarla, se puede deducir en el interrogatorio del sujeto (13,21).

En la categoría de lesiones agudas se encuentran las derivadas de hechos o episodios traumáticos. El 50% de estas lesiones se da en miembros inferiores (38), como contusiones o fracturas del calcáneo o tobillo, esguinces de tobillo con lesión de ligamentos, lesión del ligamento cruzado anterior, posterior y colaterales de rodilla. Están las lesiones por caídas, ya sea por escalar sin cuerda para el caso de *búlder* (escalar sin cuerda rocas no mayores a 4 metros) y caer al suelo, o por escalar *vía*/ dificultad llegando a una colisión con la pared en la caída (cuando se asegura al escalador y se golpea contra la pared por efecto de la tensión a la cuerda y ejecutada por su asegurador). También se encuentran las lesiones agudas de las poleas, ver Figura 2. en las que la A2 y A4 no son tan fáciles de detectar en el examen físico, pero tienden a presentar un dolor e inflamación considerables, que pueden identificarse con resonancia magnética (38–40).

Por otro lado, están los resultados de una carga excesiva generando una sobrecarga. Estos son los definidos por Hochholzer y Schoeffl(13), médicos expertos en lesiones de escaladores, como la inflamación crónica de los dedos (diferenciando la osteoartritis y osteofitos que pueden ser afecciones derivadas o no de la práctica de escalada), dedos en gatillo, contractura de Dupuytren, gangliones, miogelosis, síndrome compartimental funcional, epicondilitis medial y lateral, bursitis y síndrome de manguito rotador, síndrome de compresión nerviosa (síndrome de túnel del carpiano, síndrome del supinador, síndrome del surco cubital, síndrome del desfiladero torácico), lumbago, ciática, hernias discales, espondilolistesis como los síndromes de sobrecarga de los pies.

Figura 2: Lesión de Polea A2. (13)



Sobre el predominio de las lesiones en miembro superior, donde se contemplan las lesiones musculoesqueléticas autorreportadas, están las de dedos en primera instancia, seguidas por las de hombros. Esto se sustenta con varios estudios en los que se reporta que el lugar más frecuente de lesiones son los dedos y las muñecas (41–43).

Por tendencias de las nuevas técnicas de escalada, se encuentran las lesiones en miembros inferiores, lo que ocurre después de la ejecución de un talón como agarre (heel hook) (Figura 3). Estas lesiones ocurren más en *búlder*, ya que los pies y las piernas resultan teniendo igual o mayor demanda en el gesto de ascender la pared que los brazos. Esta lesión, como la ruptura de poleas, es particular de la escalada (1).

Figura 3: *Heel hook* o taloneo (1)



Aspectos que influyen en el riesgo de lesión

Existen varios aspectos que influyen en la aparición de lesiones, pero ante todo se ha evidenciado que tener un puntaje alto en el IMC aumenta el riesgo de lesión (41). En estudios realizados por el laboratorio de medicina del deporte del Instituto de Salud de Luxemburgo (44) se llevó a cabo una investigación acerca de los factores de riesgo relacionados específicamente con las lesiones en la mano. Se preparó una encuesta para 528 escaladores, donde se evidenció con un $P < 0,01$ que escaladores con mayor experticia y un IMC por encima de 20 kg/m^2 son más propensos a tener lesiones en el tendón y mayor a 21 kg/m^2 a tener lesiones de poleas. Lo anterior va de la mano con que a mayor nivel de dificultad los agarres son más pequeños, como en el caso del *crimp grip* (Figura 4), y la fuerza para subir es mayor, por lo que los segmentos corporales van a tener un mayor estrés al subir más peso. Esto con implicaciones a su vez en lo psicológico, ya que genera trastornos alimenticios (anorexia), por lo cual la familia (jóvenes) y el entrenador monitorean para evitar la aparición de estos(43).

La experticia evidencia una mayor incidencia de lesión, pues hay un mayor riesgo a medida que aumenta el nivel de dificultad en la medida en que la exigencia para los

tejidos es proporcional. Esto demuestra que los escaladores profesionales o avanzados tienen un mayor porcentaje de lesión que los que inician la práctica (45)

Figura 4: *Crimp grip*(23)



Tipos de escalada

Hay diferentes tipos de escalada, pero pueden enmarcarse en dos grandes disciplinas o tipos, como lo son la ruta o vía y boulder o bloque respaldados por los reportes de Draper et al., (2015).

Ruta- vía: escalada deportiva o libre, requiere fuerza, flexibilidad, fuerza de dedos y fuerza resistencia al subir cada ruta. El largo de la ruta puede ir desde los 10 metros hasta más de 100 metros con anclajes fijos, separados generalmente por 2 a 5 m. Existe una submodalidad que se denomina escalada tradicional, que tiene el mismo principio solo que se utiliza otro tipo elementos para asegurar la vía de escalada.

Boulder roca: es una escalada sin asegurar con arnés ni cuerdas, implica una corta secuencia de potencia y técnicas de movimiento para completar la ruta en grandes rocas, ocasionalmente hasta 8 metros de altura, lo que permite saltar al suelo.

Estos dos tipos de escalada puede ser ejecutados en roca natural o en muro artificial.

Al igual, se reporta el estilo de ascenso como: tope rope o yoyo, redpoint o punto rojo y onsight o “a vista”. Cuando se habla de los estilos de escalada, en el orden como se presentaron van de menor a mayor dificultad, lo que hace que la escalada onsight o a vista sea la más difícil de lograr, cada una con unas especificaciones y reglas que hacen “meritorio” el estilo, al no usar algunas de estos estilos de escalada se denomina libre.

Cuando se nombra la escalada de primero, que consiste en no tener nada de la ruta asegurada, se puede hacer un estilo de escalada libre, punto rojo o a vista. Por el contrario, cuando se tiene la cuerda asegurada, se denomina escalada en tope rope o yoyo que consiste en tener la cuerda a la estación o anclaje fijo, el cual fue puesto por alguien de primero.

Experticia en tres niveles

Principiante: menos de un año escalando, poca o nula experiencia en la escalada de primero, nivel de *búlder* menor a dificultad V3.

Consumado/avanzado: más de un año escalando activamente, grado escalando de primero hasta 6c en deportiva y dificultad *búlder* de V3 a V6.

De élite/muy alto nivel: mínimo de tres años de escalada activa, nivel de escalada a vista de 7b en deportiva, dificultad *búlder* mayor a V6.

En los anteriores niveles de experticia, se toma acorde a la denominación popular entre los escaladores de cada país, que para el caso de Colombia para la ruta se usa la escala norteamericana (YDS) el cual determina la dificultad desde lo más fácil 5.1 a lo más difícil que es 5.15C y para *búlder* se usa la Vermint Font, el cual determina la dificultad desde lo más fácil VB a lo más difícil que es V16. Ver Figura 5.

Figura 5: Reporte de calificaciones en la investigación de escalada (46)

| Climbing Group | Vermin Font | | IRCRA | | | | | Metric | | | |
|---|-------------|-----|-----------------|-------|--------------|--------------|--------|--------|--------|-------|-------|
| | | | Reporting Scale | YDS | French/sport | British Tech | Ewbank | BRZ | UIAA | UIAA | Watts |
| Lower Grade (Level 1) Male & Female | | | 1 | 5.1 | 1 | | 2 | 4 | I sup | I | 1.00 |
| | | | 2 | 5.2 | 2 | | | 6 | II | II | 2.00 |
| | | | 3 | 5.3 | 2+ | | | 8 | II sup | III | 3.00 |
| | | | 4 | 5.4 | 3- | | | 10 | III | III+ | 3.50 |
| | | | 5 | 5.5 | 3 | | | 12 | IV | IV | 4.00 |
| | | | 6 | 5.6 | 3+ | | | 14 | V | IV+ | 4.33 |
| | | | 7 | 5.7 | 4 | | | 16 | V | V- | 4.66 |
| | | | 8 | 5.8 | 4+ | | | 18 | V | V | 5.00 |
| | | | 9 | 5.9 | 5 | | | 20 | V sup | V+ | 5.33 |
| | VB | < 2 | 9 | 5.9 | 5 | 5a | | 22 | VI- | VI- | 5.66 |
| | | | 10 | 5.10a | 5+ | | | 24 | VI | VI | 6.00 |
| Intermediate (Level 2) Female | V0- | 3 | 11 | 5.10b | 6a | | 5b | 19 | VI | VI+ | 6.33 |
| | V0 | 4 | 12 | 5.10c | 6a+ | | | 20 | VI sup | VII- | 6.66 |
| | V0+ | 4+ | 13 | 5.10d | 6b | 5c | | 21 | VII | VII | 7.00 |
| Intermediate (Level 2) Male | V1 | 5 | 14 | 5.11a | 6b+ | | | 22 | 7a | VII+ | 7.33 |
| | V2 | 5+ | 15 | 5.11b | 6c | | 6a | 23 | 7b | VIII- | 7.66 |
| | V3 | 6A | 16 | 5.11c | 6c+ | | | 24 | 7c | VIII | 8.00 |
| Advanced (Level 3) Female | V4 | 6A+ | 17 | 5.11d | 7a | | | 25 | 8a | VIII | 8.33 |
| | V5 | 6B | 18 | 5.12a | 7a+ | 6b | | 26 | 8b | VIII+ | 8.66 |
| | V6 | 6C | 19 | 5.12b | 7b | | | 27 | 8c | IX- | 9.00 |
| Advanced (Level 3) Male | V7 | 6C+ | 20 | 5.12c | 7b+ | | | 28 | 9a | IX | 9.33 |
| | V8 | 7A | 21 | 5.12d | 7c | | 6c | 29 | 9b | IX+ | 9.66 |
| | V9 | 7A+ | 22 | 5.13a | 7c+ | | | 30 | 9c | X- | 10.00 |
| Elite (Level 4) Female | V10 | 7B | 23 | 5.13b | 8a | | | 31 | 10a | X | 10.33 |
| | V11 | 7B+ | 24 | 5.13c | 8a+ | | | 32 | 10b | X+ | 10.66 |
| | V12 | 7C | 25 | 5.13d | 8b | 7a | | 33 | 10c | XI- | 11.00 |
| Elite (Level 4) Male | V13 | 7C+ | 26 | 5.14a | 8b+ | | | 34 | 11a | XI | 11.33 |
| | V14 | 8A | 27 | 5.14b | 8c | | | 35 | 11b | XI+ | 11.66 |
| | V15 | 8A+ | 28 | 5.14c | 8c+ | | | 36 | 11c | XII- | 12.00 |
| Higher Elite (Level 5) Female | V16 | 8B | 29 | 5.14d | 9a | | 7b | 37 | 12a | XII | 12.33 |
| | V17 | 8B+ | 30 | 5.15a | 9a+ | | | 38 | 12b | XII+ | 12.66 |
| | V18 | 8C | 31 | 5.15b | 9b | | | 39 | 12c | XIII- | 13.00 |
| Higher Elite (Level 5) Male | V19 | 8C+ | 32 | 5.15c | 9b+ | | | 40 | 12c | XIII | 13.33 |
| | V20 | 8C+ | 33 | 5.15d | 9c | | | 41 | 12c | XIII+ | 13.66 |

Tipos de fuerza

Cuando se habla de *fuerza muscular*, esta se entiende como la capacidad de un músculo o grupo muscular para ejercer fuerza contra una resistencia bajo condiciones específicas (19,47); y cuando se busca evaluar la fuerza muscular en el desarrollo de un deporte, este sirve como base para muchos objetivos, dentro de los cuales está definir perfiles, necesidades de fuerza y rendimiento específico, entre otros; para el caso de la fuerza muscular, es común medir el pico máximo de fuerza (producción de fuerza en la unidad de tiempo) bajo el método isométrico, que suele fiabilidad pero su relación con los rendimientos dinámicos es pobre, por lo que se refiere a que no se puede generalizar en la función muscular; por tanto, dicho método no será tenido en cuenta en este estudio(19).

Por otro lado, se expone la importancia de realizar la diferencia por sexo a la hora de desarrollar y entrenar aspectos de fuerza (48). Al realizar evaluación de fuerza potencia hay una diferencia, en términos de ejecución y promedios, marcada entre hombres y mujeres (49)(50)(51)

En cuanto a la *resistencia muscular*, se propone que es el reflejo de la capacidad/habilidad de sostener una repetida contracción muscular, además de la capacidad de realizar el trabajo durante un período de tiempo prolongado (47,52,53). En la ejecución de un deporte o ejercicio este resulta ser determinante según si es de orden cíclico, acíclico o combinado, que para el caso de las cíclicas la resistencia resulta ser predominante en cualquiera de sus manifestaciones(19).

En esta misma línea, la *potencia muscular* definida como el trabajo producido por unidad de tiempo o el producto de fuerza y la velocidad; o bien entendida como la generación de fuerza con rapidez o en un tiempo muy corto(47). Por otro lado está la *fuerza relativa* que se entiende como la relación que existe entre la fuerza absoluta (capacidad para ejercer la fuerza máxima) y el peso del cuerpo; allí se deduce que la fuerza tiene que ser la necesaria para soportar el peso del cuerpo en la ejecución del deporte como en los

gimnastas (54). Esta posee un carácter genético y es un buen predictor de talentos, aspecto a tener en cuenta en procesos de relación entre tiempo de práctica y desempeño óptimo del individuo y deportes que demanden vencer fuerzas con el peso de su cuerpo (55).

Por otro lado, la fuerza relativa, tomada como un indicador de entrenamiento de fuerza en el deporte y reportada desde hace años, es estipulada en términos según los cuales a mayor carga/tamaño/peso corporal mayor carga puede elevar (56). A su vez, se ha logrado establecer que los escaladores de roca, por la simple práctica, generan una fuerza relativa en miembros superiores mayor que una persona que practique la cualidad de manera tradicional, demostrando un mayor rendimiento en las pruebas que implican la fuerza relativa(57).

Finalmente, está la importancia de considerar el tipo de fuerza por modalidad y la demanda de esta en ciertos grupos musculares. En la medición de las diferencias de fuerzas musculares en los miembros inferiores, el estudio de Woollings et al. (2015) evaluó la musculatura flexora y extensora de la rodilla, y a partir de ello se logró determinar la posición de juego del deportista, dependiendo del tipo de fuerza que tenga que realizar, optimizar o no el desempeño en el deporte acorde con las fuerzas desarrolladas y la influencia en la posición de juego.

Biomecánica y las lesiones

Como fue expuesto anteriormente, hay lesiones prevalentes en la escalada y aspectos que pueden generar un riesgo de lesión. Puntos, en los que la biomecánica refuerza lo descrito. En tanto que el aporte de miembros superiores en el movimiento de ascenso es mayor que de miembros inferiores, demanda técnica de la escalada que puntualiza el mayor uso de segmentos superiores en relación a los inferiores durante el gesto(4).

Acorde a lo anterior, la prevalencia de lesión de miembro superior, como consecuencia de sobreuso, se puede generar por una predisposición anatómica, como lo es el caso del sistema de poleas de los dedos (Ver figura 6) por la disposición las falanges, la fuerza

aplicada a las poleas (proximidad de falanges), pueden generar un aumento de grados entre la falange proximal, medial y metacarpiano con relación al tendón flexor del dedo, generando un mayor estrés en el sistema de poleas las cuales son las que distribuyen la tensión del tendón y el hueso, formando así el denominado signo de cuerda de arco, por el crimp grip, que genera mayor estrés a nivel de la polea A2 y A4 que como consecuencia genera la ruptura de las mismas. Ver Figura 7

Figura 6. Sistema de poleas de los dedos(39)

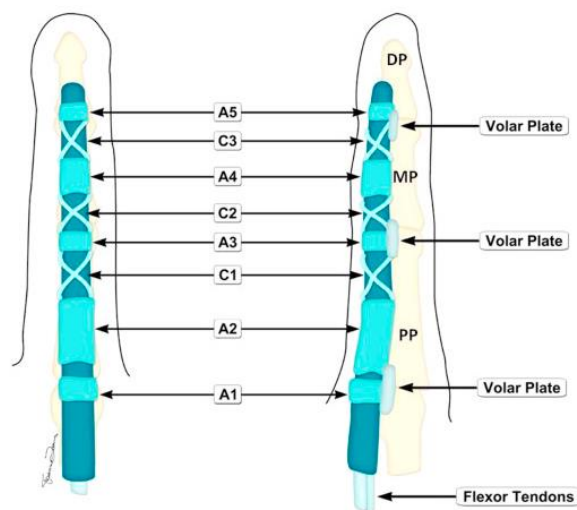
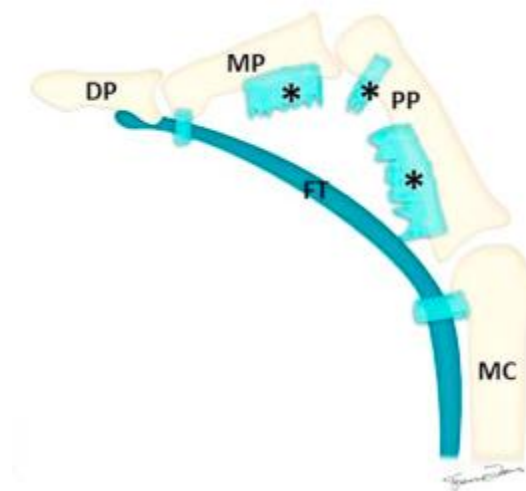


Figura 7. Ruptura de polea A2 y A4(39)



Por otro lado, esta lo relacionado con el codo. Debido a la posición que se lleva a cabo de máxima extensión a máxima flexión de la articulación de codo en pronación para el movimiento de bloqueo y posterior ascenso, el cual coloca en mayor estrés a ciertos tipos de músculos (braquial y el bíceps) para la acción, por la disposición anatómica (39,58).

Otro de los segmentos más reportados y que tienen mayor implicación es el hombro, el cual se puede determinar su predisposición debido a la posición de la escapula y su relación con el ritmo escapulo humeral, el cual es normalmente 2:1 en personas no escaladoras, el cual en personas escaladores es de 2,8:1; Diferencia que puede generar alteraciones en la biomecánica (equilibrio muscular tanto en fuerza como en flexibilidad) y provocar lesiones de hombro, debido a los episodios repetidos de contracciones isométricas, trapecio se anula por la forma en que se descansa más sobre las articulaciones y ligamentos, por lo tanto el trapecio fibras bajas junto con el serrato anterior son anulados y no logran estabilizar, con un aumento en la pronación del humero antes que la elevación de la escapula(59).

Lo anterior, refuerza el concepto de cadenas cinéticas, en las que la afectación de una de las estructuras que lo componen afectará la dinámica de todo el resto de componentes musculares, fuerzas que pueden ser transmitidas de miembros superiores a inferiores o, al contrario(60). Afectaciones tales como la discinesia escapular resultado de la falta de elasticidad de la articulación del hombro, debilidad de los músculos o un imbalance muscular(61,62).

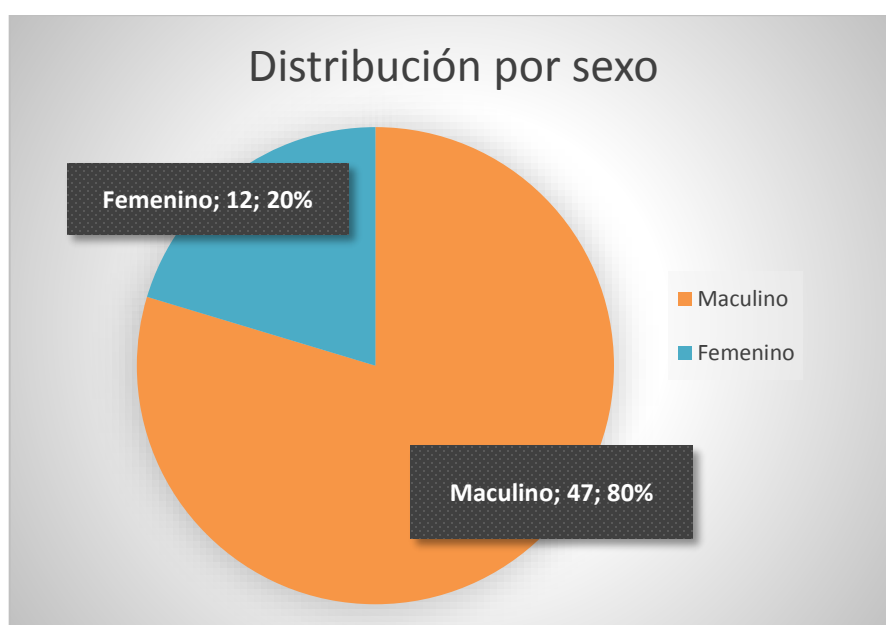
4. Capítulo 4

Resultados, Análisis y Discusión

El presente capítulo expone los resultados en los que se incluye la caracterización general de la población estudio; también muestra los resultados y la relación entre las diferentes variables junto con un análisis de las hipótesis planteadas, y finalmente se propone una discusión de las diferentes investigaciones y estudios actuales con los resultados obtenidos de este estudio.

La distribución por sexo de la población estudio está constituida por 59 sujetos, de los cuales 47 eran hombres (Edad: $29,7 \pm 7,1$ años; Peso: $63,49 \pm 7,65$; IMC: $22,83 \pm 3,2$; Talla: $169,609 \pm 6,4$) y 12 eran mujeres (Edad: $27,9 \pm 6,12$ años; Peso: $53,87 \pm 6,78$; IMC: $19,17 \pm 3,15$; Talla: $158,09 \pm 4,91$) como se observa en la Grafica 1.

Grafica 1: Distribución de muestra por sexo



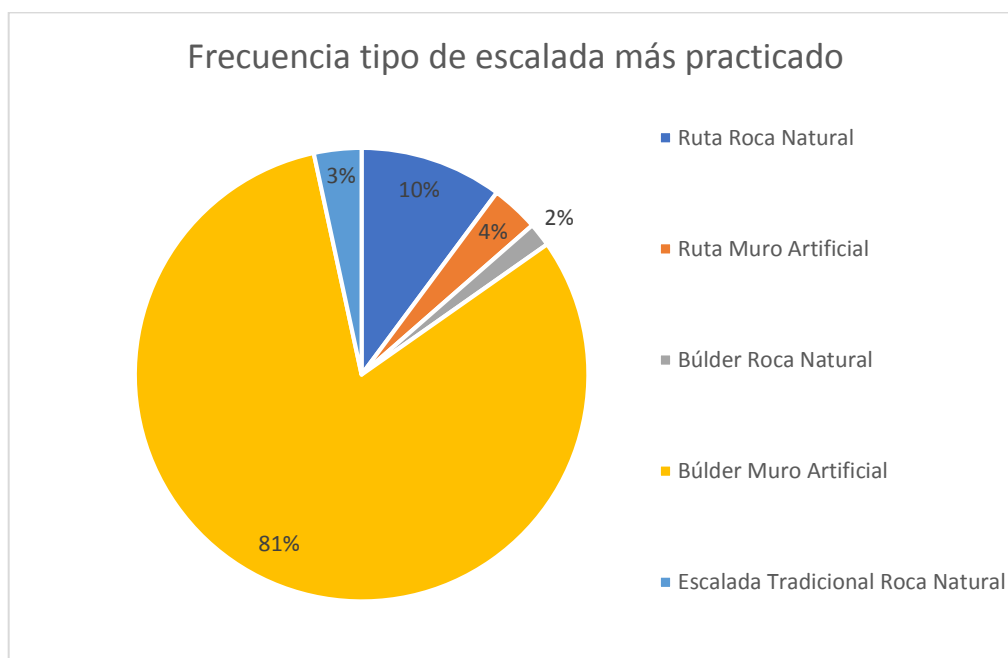
Hay una diferencia estadísticamente significativa entre la variable sexo (Hombres y Mujeres) y el IMC, con una p de 0,0010, es decir, 99,999 de seguridad y un 0,001 de margen de error, lo que hace que se rechace la hipótesis nula. Podría explicar las diferencias entre la composición de IMC y la variable sexo para esta población. (Tabla 1.)

Tabla 1: Sexo vs IMC

| SEXO VS IMC | | | | | |
|----------------------|------------------------|----------------------|--------------|------------------------------|-------|
| SEXO | Total sujetos | Promedio | Desv. Estan. | (95% Intervalo de Confianza) | |
| Hombres | 47 | 22,83 | 3,29 | 21,86 | 23,79 |
| Mujeres | 12 | 19,17 | 3,15 | 17,16 | 21,17 |
| Combinado | 59 | 22,08 | 3,56 | 21,15 | 23,01 |
| dif. | | 3,659 | | 1,54 | 5,772 |
| | dif = Hombre - Mujeres | | | | |
| Ho: diff < 0 | | Ha: diff = 0 | | Ha: diff > 0 | |
| Pr (T < t)= 0,9995 | | Pr (t) =0,0010 | | Pr (T > t) = 0,0005 | |

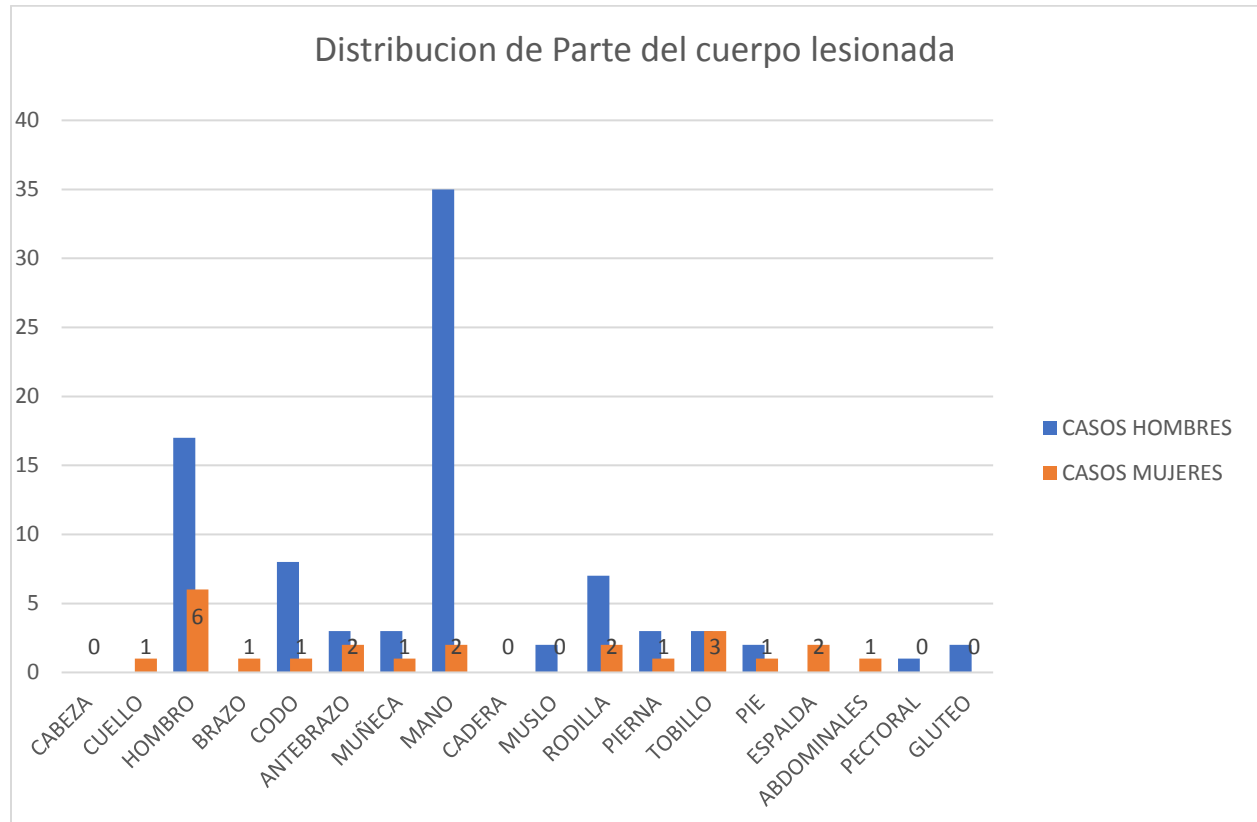
Existen varios tipos de escalada, pero la frecuencia de mayor práctica de escaladores en Bogotá es el tipo de escalada *búlder* o muro artificial (81%), seguido por ruta/vía natural (10%) y ruta vía artificial (4%), como se aprecia en la Grafica 2.

Gráfica 2. Frecuencia - tipo de escalada más practicado



La parte del cuerpo con más lesión reportada los últimos tres años, evidencia una distribución en la que de la mano hay un total de 37 reportes (34%), seguida de hombro con 23 reportes (21%), codo y rodilla con 9 reportes para cada uno (8%), y otras partes del cuerpo como muñeca y tobillo (6 casos), reportes que difieren entre hombres que evidencian su predominio en mano (41%), hombro (20%) y rodilla (9%) y en las mujeres como primera referencia está el hombro (25%), antebrazo (8%), mano (8%) y rodilla (8%) (ver Gráfica 3).

Gráfica 3. Distribución por segmento lesionado



En cuanto a la fuerza potencia de miembro superior e inferior, se establecen unos valores promedio y desviación estándar respectivamente; al exponer las fuerzas con el tipo de escalada, aparece una significancia estadística de fuerza potencia de miembro superior para todos los tipos de escalada, con diferencia en vía principiante, vía intermedio, vía avanzado y alto nivel con una $p=0,0037$; para *búlder* principiante, intermedio, avanzado y alto nivel con una $p=0,0272$; y la fuerza potencia miembro inferior evaluada por SJ presentó una significancia de $p=0,0138$ en el tipo de escalada *búlder* principiante, intermedio, avanzado y alto nivel. Por otro lado, se puede destacar que existe una diferencia en la potencia de miembros inferiores medida mediante SJ entre los practicantes de la modalidad *búlder* al compararlos con los practicantes de la modalidad vía. Tabla 2.

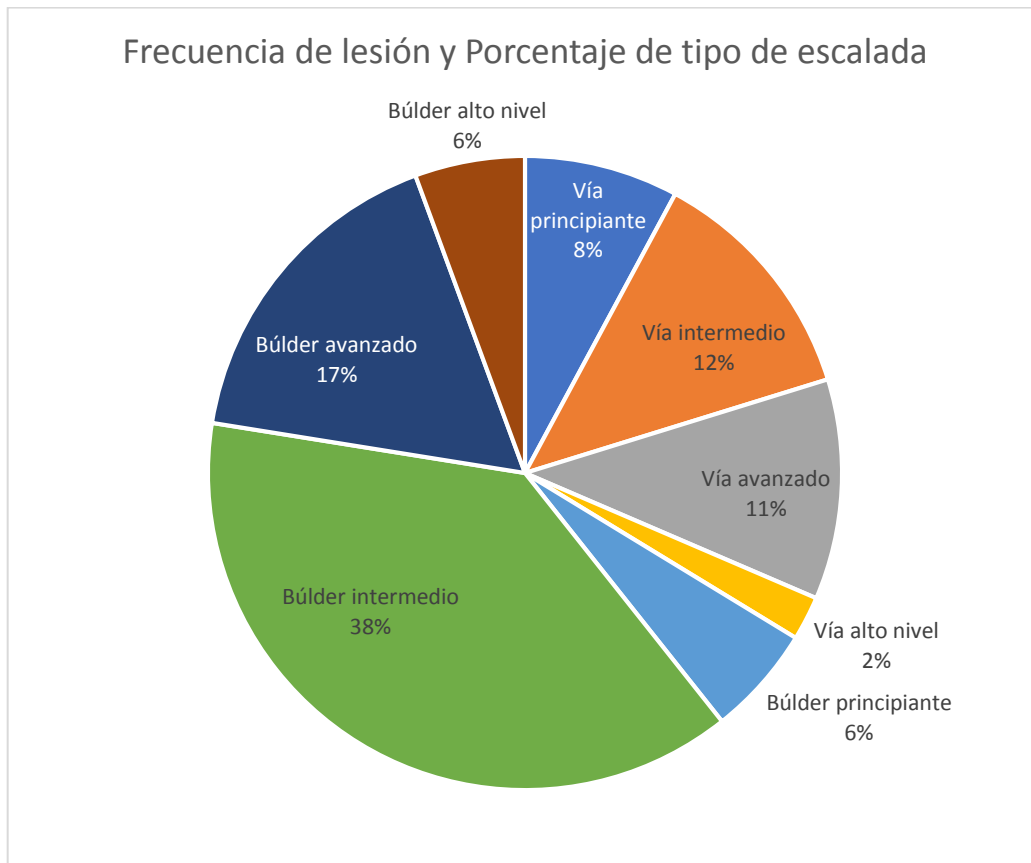
Tabla 2: Distribución de fuerza potencia y resistencia de miembro superior e inferior por tipo de escalada/experticia

| Tipo de escalada/experticia | SJ (Watts) | | CMJ(Watts) | | ULPT(Watts) | | PULL UP | | RESIT MID | | RESIS MII | |
|-----------------------------|------------|--------------|------------|--------------|-------------|--------------|----------|--------------|-----------|--------------|-----------|--------------|
| | Promedio | Desv. Estan. | Promedio | Desv. Estan. | Promedio | Desv. Estan. | Promedio | Desv. Estan. | Promedio | Desv. Estan. | Promedio | Desv. Estan. |
| Vía principiante | 388,59 | 166,24 | 505,12 | 475,02 | 562,32* | 224,46 | 26,28 | 12,06 | 33,88 | 16,03 | 39,06 | 17,01 |
| Vía intermedio | 567,62 | 270,74 | 604,78 | 288,93 | 753,88* | 410,94 | 28,63 | 11 | 26,77 | 10,24 | 28,16 | 10,47 |
| Vía avanzado | 701,2 | 127,88 | 748,62 | 132,65 | 1098* | 184,57 | 28,59 | 7,53 | 28,42 | 10,99 | 34,36 | 18,91 |
| Vía alto nivel | 657,0 | 66,14 | 656,55 | 100,2 | 1009,06* | 56,19 | 32,6 | 6,09 | 31,51 | 9,5 | 33,2 | 8,45 |
| Búlder principiante | 747,17* | 39,51 | 746,27 | 10,19 | 956,19* | 96,83 | 36,82 | 1,71 | 24,56 | 0,43 | 25,1 | 0,68 |
| Búlder intermedio | 531,89* | 277,13 | 589,57 | 314,07 | 750,78* | 436,95 | 28,12 | 11,53 | 27,97 | 11,49 | 33,01 | 16,69 |
| Búlder avanzado | 719,46* | 113,76 | 746,3 | 109,98 | 1073,2* | 151,65 | 34,03 | 8,84 | 28,17 | 10,21 | 29,44 | 12,9 |
| Búlder alto nivel | 676,75* | 92,8 | 698,8 | 142,38 | 1065,25* | 0,189 | 31,77 | 0,506 | 40,67 | 4,9 | 41,72 | 3,9 |

*p valor < 0,05

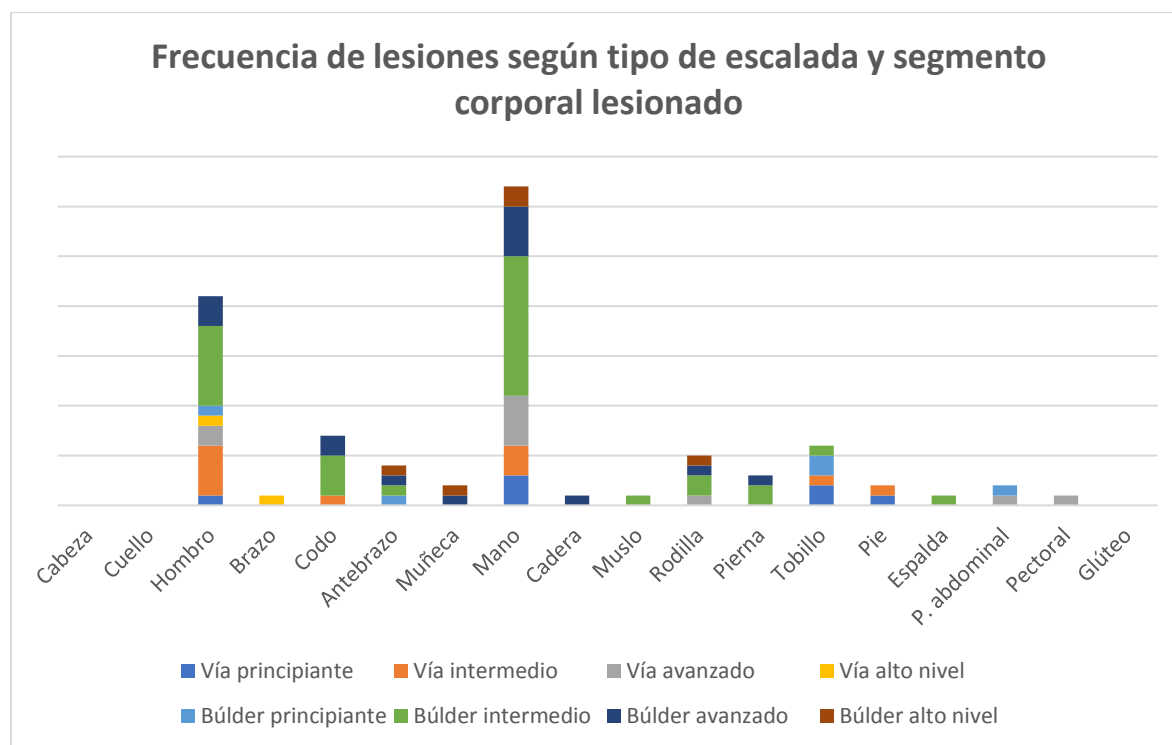
La frecuencia de lesión (número de lesiones los últimos tres años) en determinado tipo de escalada fue un 38 % de lesión cuando se practica boulder intermedio, seguido de boulder avanzado con un 16,85%, luego está la vía intermedia 12,35% y vía avanzada con 11,23 %. (Gráfica 4)

Gráfica 4: Frecuencia de lesión y Porcentaje de tipo de escalada



El tipo de escalada practicado, que en este caso sería *boulder* intermedio, podría establecerse como variable explicativa, equivalente a los porcentajes del segmento corporal más lesionado como la mano 36%, hombro 24% y codo 8% (Gráfica 5).

Gráfica 5: Frecuencia de lesiones según tipo de escalada y segmento corporal lesionado



Pearson $\chi^2(96) = 170.9723$ Pr = 0.000

| | |
|----------------------|--|
| Vía principiante: | Mano – tobillo – hombro. |
| Vía intermedio: | Hombro – mano – pie – tobillo |
| Vía avanzado: | Mano – hombro – abdominal – rodilla |
| Búlder principiante: | Tobillo – antebrazo – abdominal |
| Búlder intermedio: | Mano – hombro – codo – pierna – rodilla |
| Búlder avanzado: | Hombro – codo – antebrazo – muñeca – rodilla |

En la tabla 3 se muestra por sexo aparece como una variable explicativa con el número de veces lesionado, con un Pr= 0,041, es decir, una probabilidad alta, como la evidencia de lesión entre hombres y mujeres dado que los hombres tienen un 79,66 de probabilidad en contraste con las mujeres con un 20,34. Por esto, se deduce que los hombres se lesionan mucho más que las mujeres para este caso, en términos de porcentaje entre el

mismo grupo de sexo. Explicación que no es posible establecer con el reporte de lesión de los últimos tres años. Tabla 3.

Tabla 3: Sexo vs número de veces lesionado vs lesión últimos tres años

| Sexo | Total | Número de veces lesionado * | | Lesión últimos 3 años | |
|---------|-------|-----------------------------|--------|-----------------------|-------|
| | | Pearson | Pr | Pearson | Pr |
| Hombres | 79,66 | 79,66 | | 79,66 | |
| Mujeres | 20,34 | 20,34 | | 20,34 | |
| | | 9,94 | 0,041* | 0,6961 | 0,404 |

En términos de relación del IMC con el número de veces lesionado y presencia de lesión en los últimos años, se encontró que el IMC se puede tomar como una variable explicativa con el número de veces lesionado, al presentar probabilidad del 0,0284. Por lo que el estar más o menos veces lesionado puede estar explicado por el IMC. Tabla 4.

Tabla 4: IMC con Lesión últimos 3 años y número de veces lesionado

| | R-SQUARED | F | PROB >F |
|---------------------------|-----------|------|---------|
| Lesión últimos 3 años | 0,016 | 0,98 | 0,326 |
| Número de veces lesionado | 0,179 | 2,94 | 0,0284* |

En cuanto al número de veces lesionado se podría explicar una relación negativa con la fuerza potencia y resistencia de miembros superiores e inferiores; con datos como la resistencia en pierna derecha ($\rho = -0.2949$), y con una significancia estadística de

($p=0.0288$); para la izquierda fue de ($\rho=-0.3447$) ($p= 0.0100$), por lo que podría explicar que, cuanto mayor resistencia de miembro inferior, sin importar si es izquierdo o derecho, hay la probabilidad de que el número de veces lesionado se vea disminuido (solo se observa para miembro inferior). Tabla 5.

Tabla 5: Fuerza vs Número de veces lesión

| TIPO DE FUERZA | Anova | | | Spearman | |
|--------------------------------------|-----------|------|--------|----------|---------|
| | R-Squared | F | Pob >F | Prob > t | (rho) |
| Potencia miembro superior ULPT | 0,139 | 0,55 | 0,86 | 0,2332 | -0,1634 |
| Potencia miembro inferior SJ | 0,1099 | 0,42 | 0,94 | 0,276 | -0,1495 |
| Potencia miembro inferior CMJ | 0,152 | 0,61 | 0,82 | 0,0378* | -0,2809 |
| Resistencia miembro superior pull up | 0,21 | 0,91 | 0,55 | 0,4394 | -0,1064 |
| Resistencia miembro inferior der | 0,18 | 0,76 | 0,68 | 0,0288* | -0,2949 |
| Resistencia miembro inferior izq | 0,17 | 0,74 | 0,705 | 0,0100* | -0,3447 |

El segmento del cuerpo con lesión no podría ser explicado con los diferentes tipos de fuerza potencia y resistencia respectivos para miembro superior e inferior. No se encontró una significancia estadística para ninguna prueba. Tabla 6

Tabla 6: Fuerza vs Segmento del cuerpo más lesionado

| FUERZA | Parte del cuerpo lesionada | |
|---------------------------------|----------------------------|-----------|
| | rho | Prob > t |
| Fuerza potencia MI- SJ | -0,12 | 0,35 |
| Fuerza potencia MI- CMJ | -0,1 | 0,44 |
| Fuerza potencia pull-up | -0,05 | 0,66 |
| Fuerza resistencia ms - pull up | -0,0075 | 0,95 |
| Fuerza resistencia mi der | 0,1 | 0,45 |
| Fuerza resistencia mi izq | 0,03 | 0,77 |

Discusión

De acuerdo con nuestra investigación, este es el primer estudio que ha comparado la prevalencia de lesión teniendo en cuenta factores como sexo, IMC, parte más lesionada, número de veces lesionado, así como el tipo de escalada enmarcado por cuatro factores: la fuerza potencia y resistencia de miembros superiores e inferiores respectivamente para la población que practica escalada en roca.

Como se mencionó al principio de este documento, es poca la cantidad de estudios realizados para los escaladores de roca, en términos de establecer explicaciones de prevalencia de lesión con una cualidad física, que para este caso se tomaron la fuerza potencia y resistencia, razón por la cual los resultados de la presente investigación se comparan con los obtenidos de algunas variables de escaladores y con deportes sustitutos, con el fin de confrontar los datos obtenidos. En este apartado se tomarán en cuenta para el análisis solamente los datos resultantes que arrojaron significancia.

El índice de masa muscular se puede tomar como una variable explicativa con la diferenciación por sexo. Diferencia que es soportada por otros estudios de escalada donde exponen que los hombres pueden tener características de composición corporal con mayor masa muscular esquelética, con un componente mesomórfico marcado como una baja endomorfia y un predominio ectomórfico para las mujeres, características que se destacan en escaladores de alto nivel deportivo(63)(64). Así como su alta correlación con la eficiencia en el deporte, pero solo para el caso de las mujeres(65).

En cuanto a los *segmentos más lesionados* en escaladores, las investigaciones son muy similares y respaldadas en el predominio de las lesiones en miembro superior. Las lesiones osteomusculares autorreportadas son las de dedos-mano, en primera instancia, seguidas de las de hombros. Esto se sustenta con varios estudios, en los que se reporta que los lugares más frecuentes de lesiones son la mano, los dedos y las muñecas (41–43,66). Cabe tener en cuenta la evidencia que es respaldada por investigaciones

recientes sobre el aumento de lesión en otros segmentos, como la rodilla(1), el cual quedó expuesto en este trabajo.

La explicación de la variable sexo en la aparición de lesiones deportivas es un aspecto muy investigado, encontrándose abundantes referencias en la bibliografía (9,10,19,67). En este estudio, el grupo de hombres y mujeres reportó porcentajes diferenciales en cuanto al segmento más lesionado. Las mujeres presentan mayores lesiones en el hombro (25%), seguidas del tobillo (12%) y el antebrazo; la mano y la espalda tienen la misma proporción (8%). En hombres, las mayores lesiones son las de la mano (40%), seguidas de hombro (19%) y codo (9%), al igual que como se ha demostrado en otros estudios de segmentos y proporciones de lesión en estos segmentos corporales (66)(68).

En términos de *fuerza*, en este estudio se determinó la significancia de la fuerza potencia de miembros inferiores ($p=0,0037$) y para miembros superiores($p=0.0272$). Estas se podrían establecer como variables explicativas. Esto coincide con otros estudios, en los que también se establece que la fuerza potencia es un determinante para el rendimiento y desempeño óptimo de la práctica de escalada y que, por el contrario, la fuerza resistencia no es muy significativa (69).

Para el caso del abordaje de la evaluación y evidencia en fuerza, lo que más se encuentra es referente a la biomecánica, fuerza y lesión en dedos(6,44,66,70,71), como es el caso del estudio (7) que se centra en la fuerza muscular máxima y la capacidad de fuerza rápida de los flexores de los dedos; lo que no se ha realizado en la fuerza y abordaje desde otras cualidades como la potencia en miembro superior.

Como es de esperar, la mayor información que existe referente a fuerza (potencia y resistencia) y lesiones en escaladores, se enfoca solo en los miembros superiores; de acuerdo con la significancia que se evidencio en este estudio –de fuerza potencia de miembro inferior y la presencia o ausencia de lesiones en los últimos tres años (especialmente en la ejecución del tipo de escalada Búlder)– no hay información en la literatura que la respalde en este deporte según tipo de escalada; pero se ha planteado

que la mayoría de los movimientos deportivos comprenden una acción integrada de segmentos corporales y la transmisión y absorción de fuerzas, que debe ir acorde a la demanda funcional de la disciplina(72) que para este caso en la escalada se trabaja con todo el cuerpo tratando de vencer la gravedad y ejerciendo una fuerza relativa, que requiere un equilibrio corto de fuerza en miembro inferior, pero independientemente de cuál sea la posición del cuerpo siempre se busca la integración y equilibrio de fuerzas de miembro superior e inferior (4). Tal es el caso de los nadadores, en los que la lesión más prevalente por su demanda técnica es en miembro superior, pero que han reportado investigaciones que al mejorar la fuerza y técnica de empuje y pataleo de miembro inferior, se disminuye la lesión de hombro optimizando la técnica (73,74).

En la presente investigación, al explicar la variable de hombres y mujeres con el número de veces lesionado con la presencia o ausencia de lesión de los últimos tres años, se destacó que las mujeres son las que presentan menos número de lesiones (Pr: 0,041), información contrasta con la literatura que refiere lo contrario(12,39,41,75), Por otro lado, hay investigaciones que sustentan que el riesgo de lesión es relativo entre sexo, por ser similar entre hombres (1 lesión por 47.742 horas de deporte) y mujeres (1 lesión por 46.735 horas) (76). Al igual, exponen en otros estudios, hay una no homogeneidad de la distribución de sexo con la presencia de lesión(77). Lo que haría que la variable sexo, para este caso es explicativa con el predominio de uno u otro, pero para otras investigaciones, es nulo o diferente; diferencia que puede estar sujeta a otros aspectos, como el tamaño de muestra de esta investigación o factores asociados a los individuos que este estudio no puede controlar.

El IMC como variable explicativa al presentar o no lesión evidenció una significancia ($p=0,0284$). En contraste con otras investigaciones y con respecto a los escaladores, se ha evidenciado que hay un alto riesgo de lesión al tener alto valor de IMC(44,76,78).

Asimismo, se concluye que una combinación de peso alto, alto índice de masa corporal y alto nivel de dificultad, puede dar un aumento de probabilidad de *lesión (para este*

estudio específicamente en mano) debido al tamaño reducido de agarres, y de tener un índice de masa corporal mayor a 20 Kg/m² (44).

En este estudio mostró una significancia estadística el presentar una lesión o no en los últimos tres años con tener fuerza potencia o resistencia, en miembro superior o inferior; que, para efectos de comparar con la literatura, se encuentra esta misma explicación, pero solo en un cierto tipo de fuerza, pues refiere únicamente la importancia de fuerza de dedos, y en términos de volverse un marcador de rendimiento para la escalada no comparado con la prevalencia o incidencia de lesión (6,7,79); se encontró un estudio que menciona cómo, además de la fuerza y la movilidad de la extremidad superior, el deporte de escalada requiere también una buena movilidad de la cadera y las articulaciones de la rodilla (los cuales resultan generando otros problemas asociados con alteraciones labral antero-superior con pre-artrosis de la articulación de la cadera), resaltando la importancia de observar explicaciones fuera de miembro superior y el fuerte interés por diferentes disciplinas, el abordaje para la intervención y la prevención de esta población (80).

Con el tipo de escalada boulder y con grados de experticia intermedio, se corrobora información con la literatura de ser el más lesivo y afecta principalmente la mano. Un estudio prospectivo llevado a cabo por Josephsen et al. (2007) presenta las lesiones en practicantes de boulder en 12 áreas populares de Estados Unidos, que se llevó a cabo a 113 escaladores de boulder en roca y 48 boulder en muro con un nivel V4- V6 (intermedio), se referencio que especialmente se experimenta lesión en los dedos de la mano, seguido de lesión de hombro y codo; lesión en mano asociado a un antecedente de lesión previa. Atribuye la lesión por el tipo de fuerza del agarre crim grimp en término de la desventaja mecánica de las poleas especialmente de la A2 y descartaron aspectos del calentamiento ya que no es uniforme en todos los sujetos. Aspectos para este tipo de escalada, se refiere en términos de parte del cuerpo más lesionada y factores atribuibles, los años de experiencia en escalada, el grado de escalada más alto alcanzado (nivel de habilidad), el alto índice de intensidad de escalada y la participación en la escalada de plomo son factores de riesgo potenciales, corroborados y propuestos por varias investigaciones(7,12,78,81,82).

5. Conclusiones, Sugerencias y Limitaciones

En este capítulo se exponen las conclusiones a las que se llegó luego de la presente investigación. Adicionalmente se proponen algunas sugerencias para el lector teniendo en cuenta los hallazgos encontrados, y por último se mencionan las limitaciones del estudio.

5.1. Conclusiones

Para el caso de los escaladores de roca de Bogotá, el sexo es una variable explicativa teniendo en cuenta el IMC ($p=0,0010$), y tener o no lesiones en los últimos tres años ($p=0,041$).

El total de lesiones reportadas fue de 112, en las que se observa una mayor prevalencia en los miembros superiores, en segmentos de predominio en la mano (34%), seguida de hombro (21%), codo y rodilla (8%), con una diferencia y predominio en hombres con mayor lesión en mano (45%) y para el caso de las mujeres mayor lesión en el hombro (25%).

A pesar de que este estudio no es representativo de toda la población, se encuentran fuertes significancias que podrían explicar la presencia o no de lesión con el tipo de fuerza, ya sea potencia, resistencia demandada para miembro superior e inferior. Por lo que se destacan variables de fuerza específica en términos de potencia de miembros superiores ($p=0.0009$); potencia de miembros inferiores ($p=0.0312$) y ($p=0.0382$); fuerza resistencia de miembro superior ($p=0.0947$), así como de la fuerza resistencia para pierna derecha ($p=0.0008$) e izquierda ($p=0.0009$) que resultan ser factores explicativos para la presencia de lesión y característicos en los diferentes tipos de escalada independientemente del grado de dificultad.

Hay ciertas fuerzas como la fuerza resistencia de pierna derecha (0,0288) e izquierda (0,0100) y potencia en miembros inferiores (0,0378), que son estimables a la hora de observar el número de veces que se lesiona la persona.

En cuanto al segmento del cuerpo más lesionado, no se encontró explicación con el tipo de fuerza a partir de las pruebas que se aplicaron de fuerza potencia de MI con SJ ($p=0,35$), CMJ ($p=0,44$), potencia miembro superior (0,66), y resistencia para miembro superior ($p=0,95$) e inferior derecho (0,45) izquierdo (0,77).

Evaluar la fuerza potencia de miembro superior puede establecer explicaciones para identificar características de las diferentes modalidades y niveles de experticia. Que para el caso de evaluar además de evaluar potencia de miembros superior el evaluar en miembros inferiores para boulder resulto ser probablemente explicativa a diferencia de la vía.

Aspectos como la experticia, las horas y tipo de escalada más practicadas, tampoco arrojaron información que se pudiera explicar o relacionar con la presencia o no de lesiones como de la repetición de las mismas en un mismo sujeto.

5.2. Sugerencias

Según lo evidenciado por este trabajo, así como en estudios de literatura investigativa, se identifica la necesidad de generar mayor investigación en deportistas de élite y de todo el país, que permita (además de identificar otros factores relacionados con los niveles de lesión y la fuerza potencia y resistencia en miembros superiores e inferiores) establecer acciones desde la prevención y disminuir o anular el número de lesiones.

Se requieren estudios complementarios de correlación múltiples y longitudinales con el fin de analizar las variables de manera más precisa y descartar aquellas que no aporten información, ya que difícilmente se da el caso de que podemos atribuir a una sola variable los resultados.

Las pruebas que se utilizaron para evaluar los diferentes tipos de fuerza son pertinentes para realizar la evaluación para próximas investigaciones y seguimiento en los escenarios de práctica deportiva de escalada, y no representan mucha de demanda metodológica y logística. Esto quedó plasmado en los protocolos para una posterior réplica. Tal es el caso del test de Bosco y su aplicación a disciplinas deportivas que demandan fuerza de manera indirecta en otras cadenas musculares (miembro superior), como el uso del ULPT en disciplinas que demanden fuerza de miembro superior; esto permitirá establecer relaciones causales de lesión en otros estudios.

5.3. Limitaciones del estudio

Teniendo en cuenta el tamaño de muestra y sus criterios de selección, los resultados no pueden ser extrapolados a la población de escaladores en general; por tanto, se requieren estudios que incluyan mayor cantidad y diversidad de escaladores.

En el presente documento se estudió la prevalencia de lesión y su relación con la fuerza potencia y resistencia, en las cuales, aunque son importantes y podrían sustentar algunos de los hallazgos encontrados, su abordaje no hacía parte del objetivo de esta investigación, porque no es posible determinar ni establecer direccionalidad de asociaciones, como la de distinguir entre factores de riesgo y factores de pronóstico de las lesiones. Esto se debe al mismo tipo de estudio, por lo que solo se estableció si podía ser explicativo.

Por último, cabe mencionar el limitante de la recolección de la información que se basó en las respuestas del sujeto. Pudo haber un límite en cuanto refiere a la información que recordaban, mas no a datos recolectados directamente desde la historia clínica, lo que puede causar un sesgo en la recolección de la información, dado que algunos pueden no tener claras las lesiones que presentaron en los últimos tres años; posiblemente su diagnóstico no fue realizado o fue realizado por un profesional del área de la salud que no fue idóneo.

Anexos

A. Anexo 1: Consentimiento informado

Estimado Deportista

DESCRIPCIÓN DE LA INVESTIGACIÓN: usted está invitado a participar en un estudio de investigación sobre las lesiones en escalada y la correlación de desempeño muscular, cuyo propósito está orientado a la identificación, descripción y caracterización de las lesiones más frecuentes en deportistas de escalada para correlacionarlas con el desempeño muscular (fuerza potencia, fuerza resistencia). Usted ha sido convocado por las características que evidencia frente a su proceso de escalada.

Se le pedirá que responda preguntas en modo de un cuestionario tipo encuesta, el cual será facilitado por el investigador del estudio debidamente identificado. Estas encuestas se utilizarán de manera anónima en la construcción de categorías de análisis, junto con las de todos los otros escaladores. La investigación será conducida por Liliana Patricia Roa Gaitán bajo la tutoría de la profesora Karim Martina Álvis, y se realizará en las dependencias del Gimnasio de fisioterapia de la Universidad Nacional de Colombia.

RIESGOS Y BENEFICIOS: el riesgo posible asociado con este estudio se relaciona con la distracción de los participantes durante la toma de encuestas (los participantes tendrán la posibilidad de negarse a participar en esta actividad al no acoger la carta de consentimiento elaborada para ellos) o derivado de la ejecución de las pruebas de fuerza potencia y resistencia para miembros superiores e inferiores tales como desgarros, fracturas, esguinces y/o alteración traumática musculoesquelética. En caso de que usted no desee participar en la actividad, esto no se tendrá consecuencias. Los beneficios indirectos están relacionados con la posibilidad de que usted, a futuro, utilice la información obtenida a partir del modelo que se propone desarrollar.

Cabe destacar que **NO HABRÁ PAGO ALGUNO POR SU PARTICIPACIÓN.**

ALMACENAMIENTO DE LOS DATOS PARA LA CONFIDENCIALIDAD DEL PROYECTO: esta investigación preservará la confidencialidad de su identidad y usará los datos con propósitos profesionales, codificando la información y manteniéndola en archivos seguros.

ACTIVIDAD EN LA QUE SE PIDE COLABORACIÓN: le solicitamos que colabore en esta investigación participando en entrevistas individuales y cumpliendo con los horarios de toma de pruebas, así como llevando a cabalidad la totalidad de las mismas.

TIEMPO INVOLUCRADO: su participación en las encuestas tomará aproximadamente 5 minutos y se realizará solo una encuesta por participante. Se llevarán a cabo en un máximo de dos sesiones con previo acuerdo de fecha de tomas. La duración total del periodo de recolección de datos se estima en dos meses y medio a partir de la fecha en que se entrega este documento.

CÓMO SE USARÁN LOS RESULTADOS: Los resultados del estudio serán usados para la tesis de posgrado de la investigadora que subscribe; serán asimismo publicados en artículos científicos o usados con propósitos educativos.

FIRMA DEL CONSENTIMIENTO INFORMADO

Investigadores Principales: Liliana Patricia Roa Gaitán

Título de la Investigación: Relación entre fuerza potencia y resistencia con la prevalencia de lesiones musculoesqueléticas en escaladores de roca de Bogotá.

He leído y discutido la descripción de la investigación con la investigadora. He tenido la oportunidad de hacer preguntas acerca del propósito y procedimientos en relación con el estudio.

- Mi participación en esta investigación es voluntaria. Puedo negarme a participar o renunciar a participar en cualquier momento sin perjuicio para mi futuro cuidado médico, empleo, estatus como académico u otros derechos.
- El investigador puede eliminarme de la investigación bajo su discreción profesional.
- Si, durante el transcurso del estudio, llega a estar disponible nueva información significativa que haya sido desarrollada y se relaciona con mi voluntad de continuar participando, el investigador deberá entregarme esta información.
- Cualquier información derivada del proyecto de investigación que me identifique personalmente no será voluntariamente publicada o revelada sin mi consentimiento particular, excepto cuando sea requerido específicamente por la ley.
- Si en algún momento tengo alguna pregunta relacionada con la investigación o mi participación, puedo contactarme con la investigadora, Liliana Patricia Roa Gaitán y Karim Álvis, quienes responderán mis preguntas. Los correos electrónicos de contacto son lproag@uanl.edu.co y kmalvisg@unal.edu.co
- Recibo una copia del presente consentimiento informado.
- Los materiales escritos -
 - () Podrán ser vistos en contextos educativos fuera de la presente investigación.
 - () NO serán vistos en contextos educativos fuera de la presente investigación.
- Mi firma significa que estoy de acuerdo con participar en este estudio.

Firma del Participante: _____ Fecha: ____/____/____

Nombre: _____

Firma del Investigador: _____ Fecha: ____/____/____

Nombre: _____

B. Anexo 2: Encuesta de lesión en escalada*

Se solicita responder la encuesta con la mayor seriedad y especificidad posible, ya que los resultados obtenidos de esta encuesta serán ocupados con fines científicos.

Nombre: _____

Teléfonos de contacto: _____ / _____

Parte I: Demografía

1. Sexo: Masculino Femenino
2. Edad: ____ años.
3. Peso: ____ kgs.
4. Estatura: ____ mts.
5. Años de escalada: ____ (en números enteros)

En caso de haber suspendido un año o más, especificar hace cuantos años atrás ____

6. Número de días estimados que escalas por semana:

Entre 1 y 4 de 4

7. Tipo de escalada que haces (marca con una "X" todos los tipos que realizas)

| | Roca natural | Muro artificial |
|----------------------|--------------|-----------------|
| Ruta | | |
| Boulder | | |
| Escalada tradicional | | X |

En la pregunta anterior encierra en un círculo el tipo de escalada que MÁS practicadas.

8. ¿Qué nivel de escalada tienes en este momento?

5.6 – 5.10b (Principiante) 5.10-5.11d (Intermedio) 5.12a-5.13a (Avanzado)

+ 5.13a (Alto Nivel)

V0-V2 (Principiante) V3-V5 (Intermedio) V6-V8 (Avanzado)

V9 + (Alto Nivel) No sé

Parte II: Lesiones de escalada

1. ¿Te has lesionado durante los últimos 3 años escalando?

Sí No

2. ¿Cuántas veces te has lesionado?

1 >

Para responder las siguientes preguntas elige las 3 lesiones que te hayan marginado de la práctica de escalada.

Lesión #1

a) ¿Conoces el diagnóstico? Si ¿Cuál es? _____ No

b) ¿Por quién fue realizado?

Médico

Otro profesional de la salud ¿Cuál?

Si conoces tu diagnóstico, por favor sigue adelante:

c) Parte del cuerpo lesionada:

| | | | | | | | | | |
|-----------|--------------------------|--------|--------------------------|---------|--------------------------|--------|--------------------------|---------|--------------------------|
| Cabeza | <input type="checkbox"/> | Cuello | <input type="checkbox"/> | Hombro | <input type="checkbox"/> | Brazo | <input type="checkbox"/> | Codo | <input type="checkbox"/> |
| Antebrazo | <input type="checkbox"/> | Muñeca | <input type="checkbox"/> | Mano | <input type="checkbox"/> | Cadera | <input type="checkbox"/> | Muslo | <input type="checkbox"/> |
| Rodilla | <input type="checkbox"/> | Pierna | <input type="checkbox"/> | Tobillo | <input type="checkbox"/> | Pie | <input type="checkbox"/> | Espalda | <input type="checkbox"/> |

d) ¿Cómo te lesionaste? (describe con letra clara el gesto técnico que te encontrabas realizando)

e) Al momento de la lesión ¿te encontrabas bajo el efecto de algún medicamento, alcohol o drogas? (incluir estimulante, paracetamol, antidepresivos, etc.)

Si No ¿Cuál? _____

f) ¿Qué ruta te encontrabas practicando (nivel) en el momento que ocurrió la lesión?

5.6 – 5.10b (Principiante) 10-5.11d (Intermedio) 2a-5.13a (Avanzado)

+ 5.13a (Alto Nivel)

V0-V2 (Principiante) V3-V5 (Intermedio) V6-V8 (Avanzado)

V9 + (Alto Nivel) No sé

g) ¿Cuántas veces has tenido la misma lesión? _____

h) ¿Cumpliste con el tratamiento médico?

Si No

i) ¿Tuviste indicación de tratamiento kinésico?

Si No

j) ¿Cumpliste con el tratamiento kinésico?

Si No

k) ¿Estuviste tiempo marginado de la escalada?

Si No Cuánto tiempo _____

l) Al reincorporarte a la práctica de escalada:

Sentiste molestias que hicieron que disminuyera tu desempeño

Sentiste molestias que no influyeron en tu desempeño

No sentiste molestias

m) En el caso de sentir molestias ¿Cuánto tiempo duraron éstas? _____

*Encuesta tomada de: Castillo Mazuelos K, Vizcaíno Arismendi C. Estudio piloto de identificación y descripción de las lesiones más frecuentes en deportistas de escalada en Santiago de Chile. 2012 [citado 21 de abril de 2015]; Disponible en: <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/117221>

C. Anexo 3: Protocolo Upper Limb Power Test

| | |
|--|--|
| Título de la prueba: | Upper Limb Power Test |
| Propósito: | Se busca evaluar los perfiles de escaladores en términos de potencia, tiempo y velocidad en miembros superiores |
| Acrónimo: | ULPT |
| Descripción: | Es una prueba que consiste en marcar la máxima distancia en recorrido vertical, partiendo de unos buenos agarres de escalada, información que se corrobora con una ideocámara. Es una prueba diseñada en Francia para dar especificidad de la potencia en un gesto típico de escalada. |
| Tiempo de ejecución: | 15-20 minutos de prueba: 5 minutos de calentamiento, 3 intentos con descanso de 3 minutos entre cada uno. |
| Numero de ítems a evaluar: | Distancia de mano derecha e izquierda en metros y velocidad en m/s. |
| Equipo requerido: | Tabla con marcación centímetro a centímetro. Dos buenos agarres al inicio de la tabla con una distancia de 55 cm entre ellos; cámara de alta velocidad y magnesio para marcar punto más alto, tabla de recolección de datos. |
| Requiere entrenamiento: | Para ejecución se simuló un intento para el entendimiento de la prueba para el sujeto a evaluar. Para comandos y calentamiento, el evaluador requiere seguir el protocolo 1 ULPT. |
| Costo: | No tiene costo |
| Población a la que se le puede ejecutar: | personas aparentemente sanas |
| Criterios de finalización de la prueba: | No ejecutarlo con ambas manos de base, no iniciar suspendido en el agarre inicial. |
| Coeficiente de correlación intraclase (ICC): | 0,98 |

Figura 8: Prueba Upper Limb Power Test



FORMATO DE RECOLECCIÓN DE DATOS UPPER LIMB POWER TEST

UPPER LIMB POWER TEST

| | |
|----------------------------|--|
| NIVEL | 1.Escalador avanzado o 2.Escalador élite |
| SEXO | 1.Femenino o 2.Masculino |
| PARAMETRO A EVALUAR | Distancia en recorrido vertical (marcación en tablero) Mano derecha e izquierda |
| VALOR | Metros (m) |
| VELOCIDAD | [m/s] |

Texto de referencia:

Laffaye G, Collin J-M, Levernier G, Padulo J. Upper-limb Power Test in Rock-climbing. Int J Sports Med. 19 de febrero de 2014;35(8):670-5

PROTOCOLO ENTRENAMIENTO 1 ULPT

PRUEBA: Upper Limb Power Test

OBJETIVO: Potencia, tiempo y velocidad de miembros superiores

1. Revisar material de apoyo (lista de chequeo)
 - a. Barras o soportes bien ajustados (190 cm del suelo a los agarres, Diámetro de agarre 2,5 cm)
 - b. Banco para que el sujeto se suba
 - c. Cronómetro
 - d. Hoja de registro
 - e. Tablero con numeración de distancia en tabla de muro
 - f. Cinta métrica
 - g. Magnesio
 - h. Cámaras (posterior)
 - i. Portátil con software
 - j. Fuente de energía complementaria
 - k. Extensiones eléctricas
 - l. Colchonetas
 - m. Mesa de soporte para computador

2. TIEMPO DE EJECUCIÓN DE PRUEBA
 - a. Treinta segundos (15- minutos)
3. CALENTAMIENTO
 - a. MOVIMIENTOS
Simulación de gesto de dominada (palmas hacia afuera) a repetición en elemento de suspensión.
 - b. TIEMPOS
Un minuto (1 min) Calentamiento
Un minuto (1 min) Descanso pre prueba
Ejecución de prueba, cinco segundos (5 seg.)
Descanso entre pruebas, tres minutos (3 min.)
4. POSICIÓN INICIAL
-Antes de iniciar las pruebas se ajusta y verifica bien la cámara. -Luego el sujeto queda suspendido de los agarres de escalada. Agarre con las palmas de la mano mirando hacia adelante y separación de manos más o menos a la anchura de los hombros. Cuerpo totalmente extendido.
5. EJECUCIÓN
-Antes de iniciar los intentos se le solicita que simule suavemente el movimiento a ejecutar.
-A la señal del controlador, el ejecutante flexionará los brazos, elevando el cuerpo hasta superar con la barbilla la barra fija y tocar con las manos lo más alto de la tabla de marcación en la pared arriba de él. A continuación, descansa 3 minutos y se realiza la siguiente toma hasta completar un total de 3 intentos.
6. REGISTRO
Tiempo en minutos y segundos reales de ejecución por sujeto en tabla de registro.

Lista de chequeo ULPT

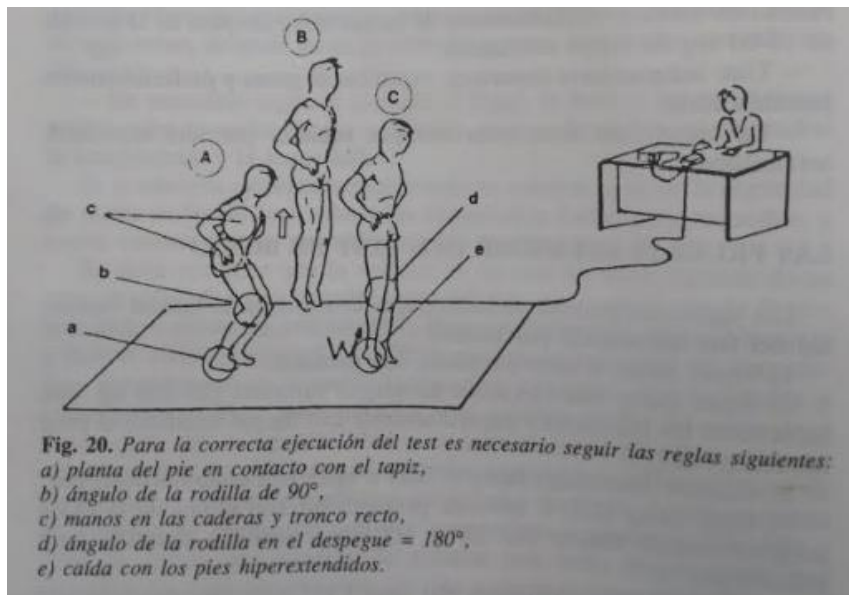
| Material | Día 1 | Día 2 | Día 3 |
|--|--------------|--------------|--------------|
| Barras o soportes | | | |
| Banco | | | |
| Cronómetro | | | |
| Hoja de registro | | | |
| Tablero con numeración de distancia en tabla de muro | | | |
| Cinta métrica | | | |
| Magnesio | | | |
| Cámaras (posterior) | | | |
| Portátil con software | | | |
| Fuente de energía complementaria | | | |
| Extensiones eléctricas | | | |
| Colchonetas | | | |
| Mesa soporte computador | | | |

D. Anexo 4 Protocolo Test de Bosco CMJ y SJ

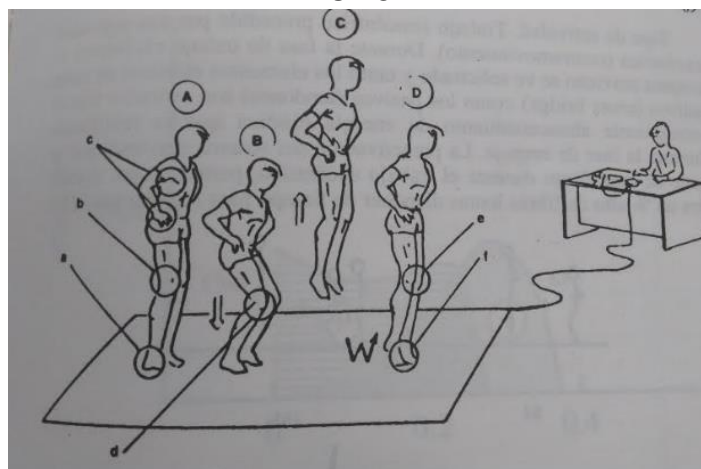
| | |
|--|--|
| Título de la prueba: | Test de Bosco: (1) Salto partiendo de “parado” y (2) Salto con contramovimiento |
| Propósito: | Determinar la potencia mecánica muscular del tren inferior (fuerza-elástico-refleja). |
| Acrónimo: | (1) SJ: Squat Jump (2) CMJ: Counter movement jump |
| Descripción: | (1) SJ: Consiste en un salto vertical partiendo de la posición de medio sentado (flexión 90° de rodilla) a realizar un salto hacia arriba con unas especificaciones de postura y ejecución de la misma donde se tomará en cuenta la velocidad vertical, evaluando una fuerza explosiva, capacidad de reclutamiento nervioso. (2) CMJ: Consiste en saltar hacia arriba con la ayuda de un ciclo de estiramiento-acortamiento, partiendo de una posición erguida de pie seguida de la ejecución de un salto hacia arriba, con unas especificaciones de postura y ejecución de la misma donde se tendrá en cuenta la velocidad vertical, evaluando una fuerza explosiva, capacidad de reclutamiento nervioso, expresión del porcentaje de fibras musculares rápidas, reutilización de energía elástica y coordinación intra e intermuscular. |
| Tiempo de ejecución: | 10 minutos cada una (Test 1 y 2) |
| Numero de ítems a evaluar: | Tiempo de vuelo y altura del centro de gravedad. |
| Equipo requerido: | Plataforma de fuerza |
| Requiere entrenamiento: | Familiarización con las ejecuciones de cada prueba al sujeto y entrenamiento acorde a protocolo 2 Bosco. |
| Costo: | No tiene costo. |
| Población a la que se le puede ejecutar: | Personas aparentemente sanas con antecedentes de práctica deportiva. |
| Criterios de finalización de la prueba: | No seguir las reglas de ejecución como iniciar en la postura incorrecta y no ejecutar cada prueba con los parámetros dados para cada caso. |
| Correlaciones de test-retest: | valores de $r=0,94-0,97$ |

Figura 9. Prueba de Bosco SJ-CMJ

SJ



CMJ



FORMATO DE RECOLECCION DE DATOS

| | |
|--|------------------|
| SUJETO | X |
| TIEMPO DE VUELO SJ | Milisegundos |
| TIEMPO DE DESPEGUE SJ | Milisegundos |
| ALTURA MAX SJ | Centímetros (cm) |
| TIEMPO DE VUELO CMJ | Milisegundos |
| TIEMPO DE DESPEGUE CMJ | Milisegundos |
| ALTURA DEL CENTRO DE GRAVEDAD CMJ | Centímetros (cm) |

Texto de referencia:

Bosco C. La fuerza muscular: aspectos metodológicos. Inde; 2000. 402 p

PROTOCOLO ENTRENAMIENTO BOSCO SJ- CMJ

OBJETIVO: Potencia de miembros inferiores

1. Revisar material de apoyo (llenar lista de chequeo)
 - a. Máquina con registros de sujetos
 - b. Escuadra
 - c. Cronómetro
 - d. Hoja de registro

2. TIEMPO DE EJECUCIÓN DE PRUEBA
 - a. Treinta segundos (30 segundos)

3. CALENTAMIENTO
 - a. MOVIMIENTOS
Sentadillas por 20 segundos
 - b. TIEMPOS
Un minuto (1min)

4. POSICIÓN INICIAL
Partiendo de la posición de medio sentado (flexión 90° de rodilla) para SJ y en posición de pie para CMJ con cada uno de los pies en la plataforma.

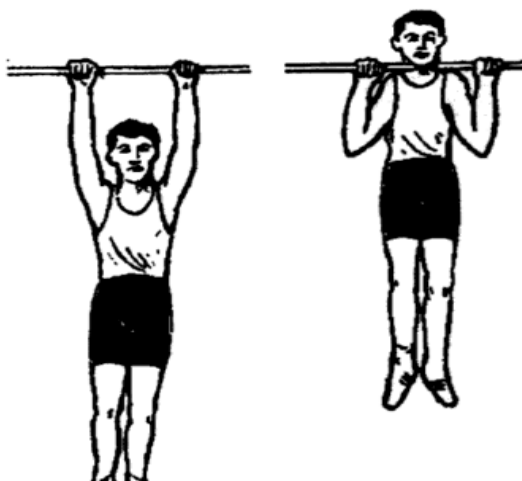
5. EJECUCIÓN
A la señal del controlador, el ejecutante realizará su mayor salto partiendo de 90 para SJ y realizando una sentadilla de 90 posterior a la postura de bipedestación para CMJ. Cada sujeto dispone de tres intentos.

6. REGISTRO
Máquina COBS guardar el registro al finalizar cada uno de los intentos.

E. Anexo 5: Protocolo Test de Pull ups

| | |
|--|--|
| Título de la prueba: | Test de <i>Pull-ups</i> . |
| Propósito: | Evaluar la resistencia muscular de miembro superior y cintura escapulo-humeral. |
| Acrónimo: | No referencia, pero también se denomina flexión de brazos sobre barra fija/Dominadas. |
| Descripción: | Es un test en que se realiza el mayor número de flexiones sobre una barra fija, con un agarre y una distancia determinada entre las manos. Siempre llega a la extensión y flexión completa de los codos. |
| Tiempo de ejecución: | 10 segundos a 1 minuto (solo hay un intento). |
| Número de ítems a evaluar: | Dos. Tiempo y Número de ejecuciones realizadas. |
| Equipo requerido: | Barra fija, cinta y cronometro. |
| Requiere entrenamiento: | No requiere. |
| Costo: | No tiene costo. |
| Población a la que se le puede ejecutar: | Personas aparentemente sanas. |
| Criterios de finalización de la prueba: | No realizar correctamente la ejecución indicada, realizar balanceos con el cuerpo o piernas o que el mentón no pase la barra fija. |
| Coeficiente de correlación intraclase (ICC): | 0,75 a un 0,97 |

Figura 10. Prueba de *Pull-up*



FORMATO DE RECOLECCION DE DATOS

| | |
|------------------------------|----------|
| SUJETO | X |
| TIEMPO | Segundos |
| NÚMERO DE EJECUCIONES | 0-100 |

Textos de referencia:

Rutherford WJ, Corbin CB. Validation of Criterion-Referenced Standards for Tests of Arm and Shoulder Girdle Strength and Endurance. Res Q Exerc Sport. junio de 1994;65(2):110-9.

Burnstein BD, Steele RJ, Shrier I. Reliability of Fitness Tests Using Methods and Time Periods Common in Sport and Occupational Management. J Athl Train. 2011;46(5):505-13.

Martínez López EJ, Hervás García J. Pruebas de aptitud física. Barcelona: Editorial Paidotribo; 2002.

CAPACITACIÓN ENTRENAMIENTO *PULL-UP*

PRUEBA: Flexión de brazos sobre barra fija- *pull-up*

OBJETIVO: resistencia de miembro superior y cinturón escápulo-humeral.

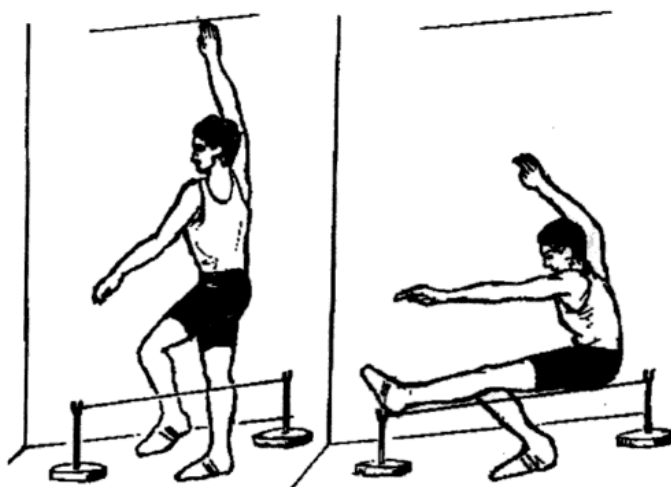
1. Revisar material de apoyo (llenar lista de chequeo)
 - a. Barras o soportes bien ajustados (190 cm del suelo a los agarres, Diámetro de agarre 2,5 cm)
 - b. Banco para que el sujeto se suba
 - c. Cronometro
 - d. Hoja de registro
 - e. Marcador para altura de pies
2. TIEMPO DE EJECUCIÓN DE PRUEBA
 - a. Treinta segundos (30 segundos)
3. CALENTAMIENTO
 - a. MOVIMIENTOS
Diagonales de Kabat uno y dos de manera dinámica bilateral.
 - b. TIEMPOS
Un minuto (1min)
4. POSICIÓN INICIAL
Sujeto suspendido de la barra fija. Agarre con las palmas de la mano mirando hacia adelante y separación de manos más o menos a la anchura de los hombros. Cuerpo totalmente extendido.
5. EJECUCIÓN
A la señal del controlador, el ejecutante flexionara los brazos, elevando el cuerpo hasta superar con la barbilla la barra fija. A continuación, volverá a la posición inicial.
Cada descenso debe observarse extensión completa de codos para llegar a la posición inicial (observar y marcar la altura inicial de los pies)
6. REGISTRO
Numero de tracciones (elevación y descenso) y tiempo por sujeto

F. Anexo 6: Protocolo Flexión y extensión con una sola pierna

| | |
|--|---|
| Título de la prueba: | Flexión y extensión con una sola pierna |
| Propósito: | Potencia y resistencia de una sola pierna |
| Acrónimo: | No refiere |
| Descripción: | Es una prueba que se ejecuta paralela a una pared y se demarca el punto máximo para tocar con manos y pies, con un control de movimiento que permita hacer la mayor cantidad de repeticiones. |
| Tiempo de ejecución: | precalentamiento y 10-20 segundos ó tiempo que demore en ejecutar la totalidad de 10 ejecuciones |
| Numero de ítems a evaluar: | Dos. Tiempo y número de repeticiones |
| Equipo requerido: | Dos postes, cinta o cuerda y cronometro. |
| Requiere entrenamiento: | Para la toma de datos no, pero si para familiarizarse con la prueba |
| Costo: | No tiene costo |
| Población a la que se le puede ejecutar: | Personas aparentemente sanas |
| Criterios de finalización de la prueba: | El ritmo de las ejecuciones se vea alterada, la pierna no se encuentre en la posición indicada, toque o pase las líneas de referencia de manos y pies. |
| Coeficiente de correlación intraclase (ICC): | 0,69 y 0,89 |

Figura 11. Prueba de flexo- extensión de una pierna

Figura 11: Prueba de flexo- extensión de una pierna



FORMATO DE RECOLECCION DE DATOS

| | |
|------------------------------|----------|
| SUJETO | X |
| TIEMPO | Segundos |
| NUMERO DE EJECUCIONES | 0-100 |

Texto de referencia:

Martínez López EJ, Hervás García J. Pruebas de aptitud física. Barcelona: Editorial Paidotribo; 2002.

PROTOCOLO ENTRENAMIENTO FLEXIÓN Y EXTENSIÓN CON UNA SOLA PIERNA

PRUEBA: Flexión y extensión con una sola pierna

OBJETIVO: resistencia de miembro superior y cinturón escápulo-humeral.

1. Revisar material de apoyo (llenar lista de chequeo)
 - a. Barras o soportes de guía bien ajustados
 - b. Marcadores
 - c. Cronometro
 - d. Hoja de registro
2. TIEMPO DE EJECUCIÓN DE PRUEBA
 - a. Treinta segundos (30-80 segundos)
3. CALENTAMIENTO
 - a. MOVIMIENTOS
Sentadilla con rotación interna y externa de cadera por 1 minuto
 - b. TIEMPOS
Un minuto (1min)
4. POSICIÓN INICIAL
Sujeto paralelo en la pared. Se pide levantar la mano del lado que se encuentra en la pared y se realizará la primera marca. Cuerpo totalmente extendido. Segunda marca con pierna en extensión de rodilla y flexión de cadera máxima de pierna contraria a la base.
5. EJECUCIÓN
A la señal del controlador, el ejecutante flexionara la pierna de base, tocando el punto marcado con la mano en todas las repeticiones del movimiento. A continuación, volverá a la posición inicial. En cada descenso debe observarse extensión completa de codos para llegar a la posición inicial (observar y marcar la altura inicial de los pies).
6. REGISTRO
Numero de tracciones (elevación y descenso) y tiempo por sujeto.

Bibliografía

1. Schöffl V, Lutter C, Popp D. The “Heel Hook”—A Climbing-Specific Technique to Injure the Leg. *Wilderness Environ Med.* junio de 2016;27(2):294-301.
2. Hoffmann M. *Manual de escalada.* Madrid: Desnivel; 1993.
3. Canalejo Couceiro J. Perfil antropométrico y respuesta psico-fisiológica en escalada deportiva en roca: diferencias entre modalidades [Internet]. [Madrid]: Universidad Politécnica de Madrid; 2010. Disponible en: http://www.upm.es/observatorio/vi/index.jsp?pageac=actividad.jsp&id_actividad=82462
4. Benito AMD, Sedano S, Redondo JC, Cuadrado G. Análisis Y Cuantificación De Las Acciones Técnicas De La Escalada Deportiva De Alto Nivel En Competición [Internet]. Motricidad. *European Journal of Human Movement.* 2012 [citado 14 de abril de 2015]. Disponible en: <http://www.redalyc.org/resumen.oa?id=274224368002>
5. Alizadehkhayat O, Fisher AC, Kemp GJ, Frostick SP. Strength and fatigability of selected muscles in upper limb: assessing muscle imbalance relevant to tennis elbow. *J Electromyogr Kinesiol Off J Int Soc Electrophysiol Kinesiol.* agosto de 2007;17(4):428-36.
6. Baláš J, Pecha O, Martin AJ, Cochrane D. Hand–arm strength and endurance as predictors of climbing performance. *Eur J Sport Sci.* enero de 2012;12(1):16-25.
7. Fanchini M, Violette F, Impellizzeri FM, Maffiuletti NA. Differences in climbing-specific strength between boulder and lead rock climbers. *J Strength Cond Res Natl Strength Cond Assoc.* febrero de 2013;27(2):310-4.
8. Cantero Téllez R. El fisioterapeuta y la mano del escalador. *Rev Iberoam Fisioter Kinesiol.* enero de 2007;10(2):65-71.
9. Bahr R. Risk factors for sports injuries -- a methodological approach. *Br J Sports Med.* 1 de octubre de 2003;37(5):384-92.
10. Bahr R, Krosshaug T. Understanding injury mechanisms: a key component of preventing injuries in sport. *Br J Sports Med.* 6 de enero de 2005;39(6):324-9.
11. Woollings KY, McKay CD, Kang J, Meeuwisse WH, Emery CA. Incidence, mechanism and risk factors for injury in youth rock climbers. *Br J Sports Med.* 1 de enero de 2015;49(1):44-50.
12. Josephsen G, Shinneman S, Tamayo-Sarver J, Josephsen K, Boulware D, Hunt M, et al. Injuries in bouldering: a prospective study. *Wilderness Environ Med.* 2007;18(4):271-80.
13. Hochholzer T, Schoeffl V. Un movimiento de más--: cómo entender las lesiones y síndromes de sobrecarga en la escalada : texto aprobado por la comisión médica de la UIAA. Madrid: Desnivel; 2006.
14. Grønhaug G, Norberg M. First overview on chronic injuries in sport climbing: proposal for a change in reporting of injuries in climbing. *BMJ Open Sport Exerc Med.* marzo de 2016;2(1):e000083.
15. Bird SP, Markwick WJ. MUSCULOSKELETAL SCREENING AND FUNCTIONAL TESTING: CONSIDERATIONS FOR BASKETBALL ATHLETES. *Int J Sports Phys Ther.* octubre de 2016;11(5):784-802.
16. Nindl BC, Jones BH, Van Arsdale SJ, Kelly K, Kraemer WJ. Operational Physical Performance and Fitness in Military Women: Physiological, Musculoskeletal Injury, and Optimized Physical Training Considerations for Successfully Integrating Women Into Combat-Centric Military Occupations. *Mil Med.* enero de 2016;181(1S):50-62.
17. admin_scrd. Escalada en Roca [Internet]. Secretaría de Cultura, Recreación y Deporte. 2010 [citado 28 de abril de 2015]. Disponible en:

- <http://www.culturarecreacionydeporte.gov.co/bogotanitos/recreacion/escalada-en-roca>
18. Climbing Competitions' History [Internet]. [citado 28 de abril de 2015]. Disponible en: <https://www.ifsc-climbing.org/index.php/about-ifsc/what-is-the-ifsc/history>
 19. Izquierdo M. Biomecánica y bases neuromusculares de la actividad física y el deporte. Madrid: Editorial Médica Panamericana; 2008.
 20. Hajkowicz S, Cook H, Wilhelmseder L, Boughen N. The future of Australian sport: Megatrends shaping the sports sector over coming decade [Internet]. Australia: CSIRO; 2013. Disponible en: https://www.ausport.gov.au/__data/assets/pdf_file/0019/523450/The_Future_of_Australian_Sport_-_Full_Report.pdf
 21. Bahr R, Maehlum S, Bolic T. Lesiones deportivas: diagnóstico, tratamiento y rehabilitación. Madrid, España: Editorial Médica Panamericana; 2007.
 22. Saragiotto BT, Di Pierro C, Lopes AD. Risk factors and injury prevention in elite athletes: a descriptive study of the opinions of physical therapists, doctors and trainers. *Braz J Phys Ther.* abril de 2014;18(2):137-43.
 23. Castillo Mazuelos K, Vizcaíno Arismendi C. Estudio piloto de identificación y descripción de las lesiones más frecuentes en deportistas de escalada en Santiago de Chile. 2012 [citado 21 de abril de 2015]; Disponible en: <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/117221>
 24. Hörst E. Entrenamiento para escalada: la guía definitiva para mejorar tu rendimiento y nivel. Madrid: Desnivel; 2006.
 25. Bonett DG, Wright TA. Sample size requirements for estimating pearson, kendall and spearman correlations. *Psychometrika.* marzo de 2000;65(1):23-8.
 26. Microsoft Word - Resolucion.dot - RESOLUCION-8430-DE-1993.PDF [Internet]. [citado 6 de junio de 2017]. Disponible en: <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/DIJ/RESOLUCION-8430-DE-1993.PDF>
 27. Aladro Gonzalvo AR, Esparza Yáñez D, Tricás Moreno JM, Lucha López MO. Validation of a force platform clinical for the assessment of vertical jump height. *J Hum Sport Exerc* [Internet]. 2017 [citado 22 de octubre de 2017];12(2). Disponible en: <http://hdl.handle.net/10045/67975>
 28. Laffaye G, Collin J-M, Levernier G, Padulo J. Upper-limb Power Test in Rock-climbing. *Int J Sports Med.* 19 de febrero de 2014;35(08):670-5.
 29. Bosco C. La fuerza muscular: aspectos metodológicos. Inde; 2000. 402 p.
 30. González Badillo JJ, Gorostiaga Ayestarán E. Fundamentos del entrenamiento de la fuerza, aplicación al alto rendimiento deportivo: texto básico del máster universitario en alto rendimiento deportivo del Comité Olímpico Español y de la Universidad Autónoma de Madrid. Barcelona: INDE; 1995.
 31. González Badillo JJ, Ribas Serna J. Bases de la programación del entrenamiento de fuerza. Barcelona: INDE; 2002.
 32. Rutherford WJ, Corbin CB. Validation of Criterion-Referenced Standards for Tests of Arm and Shoulder Girdle Strength and Endurance. *Res Q Exerc Sport.* junio de 1994;65(2):110-9.
 33. Burnstein BD, Steele RJ, Shrier I. Reliability of Fitness Tests Using Methods and Time Periods Common in Sport and Occupational Management. *J Athl Train.* 2011;46(5):505-13.
 34. Martínez López EJ, Hervás García J. Pruebas de aptitud física. Barcelona: Editorial Paidotribo; 2002.

35. Nut. marrod.n - tecnicas analíticas BIA.pdf [Internet]. [citado 28 de agosto de 2016]. Disponible en: <http://www.nutricion.org/publicaciones/pdf/antropometria/tecnicas%20anal%C3%ADticas%20BIA.pdf>
36. Manzañido JP. El método antropométrico versus diferentes sistemas BIA para la estimación de la grasa corporal en deportistas. *Federacion Espanola De Medicina Del Deporte*. mayo de 2009;26(131):187-93.
37. Christopher John L. Biomechanics of Rock Climbing Technique [Internet]. University of Leeds, School of Sport and Exercise Sciences; 2005. Disponible en: <http://theses.whiterose.ac.uk/5391/1/418786.pdf>
38. Schöffl V. Feet injuries in rock climbers. *World J Orthop*. 2013;4(4):218.
39. Chang CY, Torriani M, Huang AJ. Rock Climbing Injuries: Acute and Chronic Repetitive Trauma. *Curr Probl Diagn Radiol*. mayo de 2016;45(3):205-14.
40. Schöffl V, Popp D, Küpper T, Schöffl I. Injury Trends in Rock Climbers: Evaluation of a Case Series of 911 Injuries Between 2009 and 2012. *Wilderness Environ Med*. marzo de 2015;26(1):62-7.
41. Backe S, Ericson L, Janson S, Timpka T. Rock climbing injury rates and associated risk factors in a general climbing population. *Scand J Med Sci Sports*. diciembre de 2009;19(6):850-6.
42. Woollings KY, McKay CD, Kang J, Meeuwisse WH, Emery CA. Incidence, mechanism and risk factors for injury in youth rock climbers. *Br J Sports Med*. enero de 2015;49(1):44-50.
43. Schöll E, Hefti U. Sportkletter-Medizin. *Sport-Orthop - Sport-Traumatol - Sports Orthop Traumatol*. enero de 2010;26(2):89-93.
44. Lion A, van der Zwaard BC, Remillieux S, Perrin PP, Buatois S. Risk factors of hand climbing-related injuries: Hand injuries in climbing. *Scand J Med Sci Sports*. julio de 2016;26(7):739-44.
45. Wegner L, Pagel JE, Smit AW, Straszacker A, Swart SL, Taft SJ. Common neuromusculoskeletal injuries amongst rock climbers in the Western Cape. *South Afr J Physiother* [Internet]. 28 de abril de 2015 [citado 20 de julio de 2016];71(1). Disponible en: <http://www.sajp.co.za/index.php/sajp/article/view/227>
46. Draper N, Giles D, Schöffl V, Konstantin Fuss F, Watts P, Wolf P, et al. Comparative grading scales, statistical analyses, climber descriptors and ability grouping: International Rock Climbing Research Association position statement. *Sports Technol*. 2 de octubre de 2015;8(3-4):88-94.
47. Muscle Performance (Including Strength, Power, Endurance, and Length) — Guide to Phys. Therapist Prac. [Internet]. [citado 21 de febrero de 2016]. Disponible en: <http://guidetoptpractice.apta.org/content/1/SEC20.extract>
48. Bishop P, Cureton K, Collins M. Sex difference in muscular strength in equally-trained men and women. *Ergonomics*. abril de 1987;30(4):675-87.
49. Buško K, Gajewski J. Muscle Strength and Power of Elite Female and Male Swimmers. *Balt J Health Phys Act* [Internet]. 1 de enero de 2011 [citado 4 de junio de 2017];3(1). Disponible en: <http://www.degruyter.com/view/j/bjha.2011.3.issue-1/v10131-011-0001-9/v10131-011-0001-9.xml>
50. Salvador EP, Cyrino ES, Gurjão ALD, Dias RMR, Nakamura FY, Oliveira AR de. Comparação entre o desempenho motor de homens e mulheres em séries múltiplas de exercícios com pesos. *Rev Bras Med Esporte*. octubre de 2005;11(5):257-61.

51. Bailey CA, Sato K, Burnett A, Stone MH. Force-production asymmetry in male and female athletes of differing strength levels. *Int J Sports Physiol Perform.* mayo de 2015;10(4):504-8.
52. Hasan NAKAK, Kamal HM, Hussein ZA. Relation between body mass index percentile and muscle strength and endurance. *Egypt J Med Hum Genet* [Internet]. febrero de 2016 [citado 23 de febrero de 2016]; Disponible en: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1110863016000161>
53. Malina RM, Bouchard C, Bar-Or O. Growth, maturation, and physical activity. 2nd ed. Champaign, Ill: Human Kinetics; 2004. 712 p.
54. Bompa TO. Periodización del entrenamiento deportivo: programas para obtener el máximo rendimiento en 35 deportes. [Barcelona]: Editorial Paidotribo; 2000.
55. Ariza Romojaro DJC. La fuerza relativa como variable de pronóstico del rendimiento deportivo en gimnasia artística. *Rev Kronos.* julio de 2004;3(6):60.
56. Acero RM. La fuerza relativa (Fr) [Internet]. 1987. 70-79 p. (3-5; vol. 1). Disponible en: http://www.motricidadhumana.com/la_fuerza_relativa_rafa_martin.pdf
57. Macias K, Brown L, Coburn J, Chen D. A Comparison of Upper Body Strength between Rock Climbing and Resistance Trained Men. *Sports.* 30 de julio de 2015;3(3):178-87.
58. Holtzhausen LM, Noakes TD. Elbow, forearm, wrist, and hand injuries among sport rock climbers. *Clin J Sport Med Off J Can Acad Sport Med.* julio de 1996;6(3):196-203.
59. Roseborough A, Lebec M. Differences in static scapular position between rock climbers and a non-rock climber population. *North Am J Sports Phys Ther NAJSPT.* febrero de 2007;2(1):44-50.
60. Kaczmarek PK, Lubiowski P, Cisowski P, Grygorowicz M, Łepski M, Długosz J, et al. Shoulder problems in overhead sports. Part I - biomechanics of throwing. *Pol Orthop Traumatol.* 15 de mayo de 2014;79:50-8.
61. Jobe FW, Pink MM, editores. Operative techniques in upper extremity sports injuries. St. Louis: Mosby; 1996. 730 p.
62. Kibler WB, Livingston B. Closed-chain rehabilitation for upper and lower extremities. *J Am Acad Orthop Surg.* diciembre de 2001;9(6):412-21.
63. Alvero-Cruz JR, Giner Arnabat L, Alacid Cárceles F, Rosety-Rodríguez MÁ, Ordóñez Muñoz FJ. Somatotipo, Masa Grasa y Muscular del Escalador Deportivo Español de Elite. *Int J Morphol.* diciembre de 2011;29(4):1223-30.
64. Magiera A, Roczniok R, Maszczyk A, Czuba M, Kantyka J, Kurek P. The Structure of Performance of a Sport Rock Climber. *J Hum Kinet* [Internet]. 1 de enero de 2013 [citado 29 de septiembre de 2016];36(1). Disponible en: <http://www.degruyter.com/view/j/hukin.2013.36.issue-1/hukin-2013-0011/hukin-2013-0011.xml>
65. Watts PB, Martin DT, Durtschi S. Anthropometric profiles of elite male and female competitive sport rock climbers. *J Sports Sci.* abril de 1993;11(2):113-7.
66. Pozzi A, Pivato G, Pegoli L. Hand Injury in Rock Climbing: Literature Review. *J Hand Surg Asian-Pac Vol.* febrero de 2016;21(01):13-7.
67. Stevenson MR, Hamer P, Finch CF, Elliot B, Kresnow M. Sport, age, and sex specific incidence of sports injuries in Western Australia. *Br J Sports Med.* junio de 2000;34(3):188-94.
68. Moreno Pascual C, Rodríguez Pérez V, Seco Calvo J. Epidemiología de las lesiones deportivas. *Fisioterapia.* febrero de 2008;30(1):40-8.
69. Álvarez VMN. Estudio de la fuerza en la escalada deportiva. *Arch Med Deporte Rev Fed Esp Med Deporte Confed Iberoam Med Deporte.* 2005;(105):27.

70. Hochholzer T, Schöffl V. Degenerative Veränderungen der Fingergelenke bei Sportkletterern. *Dtsch Z Sportmed* [Internet]. 2009;60(6). Disponible en: <http://www.zeitschrift-sportmedizin.de/en/articles-online/archive-2009/heft-6/degenerative-veraenderungen-der-fingergelenke-bei-sportkletterern/>
71. Vigouroux L, Quaine F, Paclat F, Colloud F, Moutet F. Middle and ring fingers are more exposed to pulley rupture than index and little during sport-climbing: a biomechanical explanation. *Clin Biomech Bristol Avon*. junio de 2008;23(5):562-70.
72. La rehabilitación en el deporte - 974 [Internet]. [citado 8 de junio de 2017]. Disponible en: <http://arbor.revistas.csic.es/index.php/arbor/article/viewFile/967/974>
73. Leg kick contribution in the 200 m front crawl swimming [Internet]. [citado 8 de junio de 2017]. Disponible en: <https://isbweb.org/images/conferences/isb-congresses/2013/poster/ps1-03c.pdf>
74. Asymmetry of the lowerlimbss in breaststroke swimming [Internet]. [citado 8 de junio de 2017]. Disponible en: https://www.iat.uni-leipzig.de/datenbanken/iks/open_archive/bms/2_207-213_Czabanski.pdf
75. Hosaini SA, Atri AE, Kavosi A. Injuries at the Iranian Championship in Indoor Rock Climbing. *Wilderness Environ Med*. junio de 2013;24(2):167-8.
76. Schöffl VR, Hoffmann G, Küpper T. Acute Injury Risk and Severity in Indoor Climbing—A Prospective Analysis of 515,337 Indoor Climbing Wall Visits in 5 Years. *Wilderness Environ Med*. septiembre de 2013;24(3):187-94.
77. Jones G, Asghar A, Llewellyn DJ. The epidemiology of rock-climbing injuries. *Br J Sports Med*. 7 de mayo de 2008;42(9):773-8.
78. Woollings KY, McKay CD, Emery CA. Risk factors for injury in sport climbing and bouldering: a systematic review of the literature. *Br J Sports Med*. septiembre de 2015;49(17):1094-9.
79. Grant S, Hynes V, Whittaker A, Aitchison T. Anthropometric, strength, endurance and flexibility characteristics of elite and recreational climbers. *J Sports Sci*. agosto de 1996;14(4):301-9.
80. Schweizer A. Sport climbing from a medical point of view. *Swiss Med Wkly* [Internet]. 11 de octubre de 2012 [citado 18 de julio de 2016]; Disponible en: <http://doi.emh.ch/smw.2012.13688>
81. Folkl AK. Characterizing the Consequences of Chronic Climbing-Related Injury in Sport Climbers and Boulders. *Wilderness Environ Med*. junio de 2013;24(2):153-8.
82. Pieber K, Angelmaier L, Csapo R, Herceg M. Acute injuries and overuse syndromes in sport climbing and bouldering in Austria: a descriptive epidemiological study. *Wien Klin Wochenschr*. junio de 2012;124(11-12):357-62.