



## **TRABAJO DE FIN DE GRADO**

### **“LA ESCALADA Y LESIONES: REVISIÓN”**



AUTOR: Hernández Pérez Luken

DIRECTOR: Oiarbide Goikoetxea Asier

GRADO EN CIENCIAS DE LA ACTIVIDAD FÍSICA Y DEL DEPORTE

CURSO ACADÉMICO 2016-2017

## **AGRADECIMIENTOS**

Antes de empezar, me gustaría dedicar este trabajo a Estibaliz González, quien ha creído siempre en mí a pesar de todos mis altibajos y me ha apoyado ante todas las vicisitudes.

También querría agradecer a mi familia y amigos que me han apoyado durante toda la carrera.

Siguiendo esta línea me gustaría dar las gracias a Asier López, Leire Etxegia y Xeber Iruretagoiena por toda la ayuda que me han ofrecido.

Por último, me gustaría darle las gracias a mi tutor Asier Oiarbide. A pesar de haber estado yo en Inglaterra y él en Vitoria/Gasteiz me ha ayudado a seguir adelante resolviendo sin ninguna objeción cualquier sobre este trabajo que se presentase en el camino.

**ÍNDICE**

1. Introducción.....	8
2. Orígenes y desarrollo .....	10
3. Generalidades .....	11
3.1 Modalidades.....	12
3.1.1 Clasificación de la dificultad.....	13
3.1.1.1 Tipos de agarre y movimientos .....	14
4. Fisiología de la escalada.....	15
4.1. Frecuencia cardiaca (FC) y presión sanguínea.....	17
4.2 Consumo de oxígeno .....	18
5. Antropometría .....	18
5.1. Composición corporal.....	18
5.2. Dimensiones corporales .....	19
6. Anatomía .....	19
6.1. Tren superior .....	19
6.1.1. Músculos del antebrazo.....	20
6.1.2. Anatomía de la mano.....	21
6.1.3. Anatomía del hombro.....	22
6.2. Tren inferior.....	23
6.2.1 La articulación de la rodilla.....	23
6.2.2. Anatomía pie .....	24
7. Biomecánica.....	25
8. Criterios de búsqueda .....	27
9. Factores de riesgo .....	27
9.1. Factores intrínsecos .....	29
9.1.1 Sexo.....	29
9.1.2. Edad .....	31
9.1.3. Índice de masa corporal (IMC) .....	31
9.1.4. Sobreuso.....	32
9.1.5. Grado de dificultad .....	32
9.1.6 Fuerza de agarre .....	33
9.2. Factores extrínsecos .....	33
9.2.1. Modalidad de escalada.....	33
9.2.2 Tiempo escalando .....	35

9.2.3. Intensidad de la escalada.....	36
9.2.4. “Indoors” vs “Outdoors “.....	37
9.2.5. Estación del año .....	39
9.2.6. Material utilizado.....	39
9.2.7. Factores de riesgo del asegurador .....	40
9.2.8. Las caídas.....	41
9.2.9. Consumo de drogas o alcohol.....	43
10. Cuadro de lesiones.....	43
11. Mecanismos de lesión.....	47
11.1. Según el tipo de agarre .....	47
11.1.1. Agarre en arqueo.....	47
11.1.2. Agarres en extensión .....	49
11.2. Según el gesto técnico.....	49
11.2.1. El taloneo.....	49
11.2.2. La posición de la rana.....	50
11.3. Caídas .....	50
11.4. Según el calzado .....	51
12. Medidas preventivas.....	52
12.1. Vendaje de dedos.....	52
12.2. Técnica, postura y descanso .....	53
12.3. El calentamiento .....	55
12.4. Flexibilidad .....	56
12.4. Uso de distintos tipos de agarre.....	57
13. Entrenamientos preventivos.....	57
13.1. Entrenamiento de fuerza .....	58
13.1.1. Entrenamiento de fuerza mediante suspensiones con lastre y sin lastre .....	59
13.1.2. Entrenamiento dinámico excéntrico-concéntrico de los flexores de los dedos ...	62
13.2. Entrenamiento de la flexibilidad .....	63
13.2.1. Programas de estiramientos durante el calentamiento .....	66
13.3. Entrenamiento propioceptivo .....	68
13.3.1. Movimiento escapular .....	68
13.3.2. Reducción del ángulo de bloqueo.....	69
13.3.3. Aumento de la fuerza abdominal .....	69
14. Limitaciones.....	70

15. Conclusiones .....	76
15.1. Líneas de investigaciones futuras.....	77
15.2. Requerimientos de investigación .....	78
16. Referencias.....	79
17. Addendum.....	94

**ÍNDICE DE Figuras**

<b>Fig. 1:</b> Escala internacional de los diferentes grados de escalada de la UIAA.....	13
<b>Fig. 2:</b> Representación gráfica del agarre en extensión y en arqueo.....	15
<b>Fig. 3:</b> Musculatura del antebrazo.....	20
<b>Fig. 4:</b> Representación de la estructura de la polea de los dedos.....	22
<b>Fig. 5:</b> Ligamentos de la articulación del tobillo.....	25
<b>Fig. 6:</b> Estrategia para una correcta prevención de lesiones.....	29
<b>Fig. 7:</b> Comparación de distintas lesiones entre ambos sexos.....	30
<b>Fig. 8:</b> Comparación del índice de distintos tipos de lesiones en escalada outdoors e indoors.....	38
<b>Fig. 9:</b> Técnica de aseguramiento antigua.....	41
<b>Fig. 10:</b> Posible lesión causada por el agarre del mosquetón durante la caída.....	42
<b>Fig. 11:</b> Técnica de alto riesgo de lesión de menisco.....	50
<b>Fig. 12:</b> El vendaje en forma de H aplicado al dedo de un escalador.....	52
<b>Fig. 13:</b> Proposición de distintas rutinas de ejercicios de estiramiento de isquiotibiales.....	56
<b>Fig. 14:</b> Ejemplo de ejecución del ejercicio básico del entrenamiento de fuerza con y sin lastre.....	58
<b>Fig. 15:</b> Ejemplo de la ejecución de los ejercicios a realizar en el entrenamiento dinámico excéntrico-concéntrico-.....	62
<b>Fig. 16:</b> Ejercició de estiramiento dinámico de isquitibiales.....	67
<b>Fig. 17:</b> Ejercicio de estiramiento dinámico de abductores.....	67
<b>Fig. 18:</b> Ejemplo de ejercicio a realizar en el entrenamiento propioceptivo.....	68

## **ÍNDICE DE TABLAS**

<b>Tabla I:</b> Relación entre distintos tipos de lesiones y cantidad de artículos encontrados sobre cada una.....	43
--	----

## **1.Introducción**

Los orígenes de la escalada se remontan a los siglos XVIII-XIX, cuando por motivos científicos se empezaron a ascender grandes montañas. Esta época marcó el comienzo de lo que hoy conocemos como la escalada con sus múltiples modalidades.

La escalada deportiva tal surgió en la década de los 80 y junto con el aumento en la creación de nuevos paneles de rocódromo este tipo de deporte se fue afincando. El progresivo incremento en la dificultad de las escaladas en las distintas modalidades conllevó a un cambio de perspectiva, dejando progresivamente de lado la concepción de este deporte como un deporte extremadamente peligroso. Además de ello, el desarrollo de nuevos materiales de seguridad potenció que el riesgo de muerte se redujese considerablemente.

Es por ello que el número de practicantes también creció exponencialmente a nivel internacional, ya que se empezó a contemplar la escalada como un deporte de ocio, en el que el riesgo es controlado. Esto trajo como consecuencia la creación de las federaciones de escalada, quienes empezaron a asumir la ocupación del rol de la gestión en distintos ámbitos de esta. Así, siguiendo esta tendencia incremental en la participación, en la década de los 90 surgieron las primeras competiciones internacionales.

Las competiciones han seguido una tendencia de aumento en la participación. Sin embargo, este acontecimiento también ha abierto la puerta a la investigación de un concepto común en todos los deportes, pero que hasta hace relativamente poco tiempo, ha sido considerablemente pasado por alto en la escalada: el conocimiento y la prevención de las lesiones. Este hecho ha acarreado el comienzo de distintos tipos de entrenamiento para la adquisición del nivel más alto de rendimiento posible.

Un buen entrenador debe tener nociones básicas de anatomía, fisiología y biomecánica del deporte que practica. Esto le permitirá diseñar entrenamientos, sacando el mayor provecho a cada situación y cada ejercicio.

Es por ello que en este trabajo se cubren conceptos como los ya mencionados anteriormente. Además de ello se ha añadido la descripción de la antropometría de la escalada, puesto que es un factor a tener en cuenta. La



composición corporal influirá en el riesgo de lesiones, así como las dimensiones corporales.

Para una evaluación certera de una lesión es primordial el conocimiento de la anatomía de ésta. Esta información puede proveer al médico o fisioterapeuta con las sapiencias necesarias para determinar con una mayor exactitud la ubicación de la lesión.

Junto con el conocimiento de la anatomía es importante tener nociones básicas sobre la biomecánica de la escalada. Mediante esta información se puede tener en cuenta el amplio abanico gestual de este deporte a la hora de la evaluación de la lesión. Dentro de la biomecánica se podrían incluir también los distintos tipos de agarre, puesto que cada agarre implica una posición de los dedos distinta. Es más, las diferentes posiciones y gestos realizados en la escalada pueden estar ligados a distintos tipos de lesión.

En cuanto a la cuestión de la prevención de lesiones se refiere, es importante tener en cuenta el hecho de que distintos factores afectan a esta variable. Estos factores son los denominados factores de riesgo y son de vital importancia cuando se trata de reducir el ratio de lesión en un deportista. El conocimiento de estos implicará una reducción considerable en el riesgo de lesión.

Teniendo todo esto en cuenta, es necesario plantear un entrenamiento con el que se pueda alcanzar el máximo nivel con el menor riesgo posible de caer en una lesión. Dado que, como ya se ha mencionado previamente, la escalada de competición ha seguido proliferando hasta hoy en día, dejando paso a la búsqueda del máximo rendimiento. Con los conocimientos previamente mencionados en mente, esta búsqueda puede llevarse adelante.

Una vez tenidos en cuenta estos elementos, el objetivo principal de esta revisión es el de formular distintos métodos de entrenamiento para la reducción de lesiones en la escalada. La aplicación de este tipo de entrenamientos conllevará una disminución en el riesgo de lesión.

Dado el reducido número de autores que han se han focalizado en la formulación de entrenamientos preventivos, la importancia de este trabajo es notoria.

Además de ello, este trabajo deja las puertas abiertas a investigaciones futuras sobre el área previamente mencionada.

## **2. Orígenes y desarrollo**

Los orígenes de la escalada tienen poco que ver con lo deportivo. Precisamente, los primeros escaladores pueden considerarse los científicos, que durante los siglos XVIII y XIX, descubrieron gran parte de las montañas más importantes del mundo (Canalejo Couceiro, 2010).

Sin embargo, la escalada deportiva<sup>1</sup> tal y como la conocemos hoy día surgió en la década de los 80, junto con el incremento de las vías completamente aseguradas con anclajes fijos (Antonioli, 1998; Wall, Starek, Fleck, y Byrnes, 2004). En aquél entonces, emergió una generación que para poder escalar itinerarios de mayor dificultad en la naturaleza o “outdoors”, comenzaron a entrenar en paneles de rocódromo o “indoors”(Wright, Royle y Marshall,2001).

Siguiendo esta tendencia, en 1991 se celebró la primera competición internacional de escalada en Frankfurt, Alemania. Dicha competición contó con un limitado índice de participación; aunque en el campeonato del mundo de 2005 (Munich), el número de participantes se incrementó hasta alcanzar los 500 escaladores de 55 países distintos (Schöffl y Kurepper, 2006).

A pesar de tan tempranos comienzos, no fue hasta el año 1998 cuando modalidades como el Boulder<sup>2</sup> fueron introducidas oficialmente en el ámbito de la competición internacional, según se afirma en la página oficial de la federación internacional de escalada y deportes de montaña (IFSC). Cabe destacar que desde la primera competición tanto de Boulder como de escalada deportiva, la participación femenina ha estado presente.

La competición, ha llevado a este deporte a un aumento en su práctica. Concretamente, desde hace unos años somos testigos del auge que están sufriendo los deportes que tienen la naturaleza como modo de desarrollo (García-Ferrando, 2006). Precisamente, la práctica de la escalada en roca ha experimentado un incremento considerable en las últimas décadas a nivel internacional. En el ámbito

---

<sup>1</sup> Escalada deportiva: Ver Addendum 5. **Modalidades de escalada.**

<sup>2</sup> Boulder: Ver Addendum 5. **Modalidades de escalada.**

nacional, la Federación Española de Deportes de Montaña y Escalada (FEDME) (2015), estipuló en el anuario publicado en 2010, un incremento del 47% en el número de federados en España en la última década, llegando a alcanzar los 108.145 miembros. De la misma manera, se ha registrado en toda la península un aumento del 63,4% en los clubs relacionados con este deporte desde el año 2008.

Dicha proliferación en la praxis de este ámbito puede ser atribuida a un crecimiento en la disponibilidad de rocódromos para la práctica del susodicho deporte (Mermier, Janot, Parker y Swan, 1997). Este hecho ha permitido que la gente pueda escalar incluso cuando las condiciones meteorológicas no son favorables para hacerlo en un entorno natural, atrayendo así a un mayor número de practicantes.

### **3. Generalidades**

La escalada en roca es un deporte multidisciplinar, en el que el objetivo principal es llegar al punto más alto de una pared de roca o llegar al final de una ruta establecida (Michailov, 2014). Así pues, se pueden diferenciar distintos tipos de modalidades (Schöffl, Morrison y Schwarz, 2010; Draper, Jones, Fryer, Hodgson y Blackwell, 2008) la escalada deportiva y la escalada tradicional, en la que el escalador llega al “top” de la vía para luego descender, con el matiz de que en la deportiva se usarán anclajes fijos mientras que en la tradicional el escalador deberá proteger la caída fijando él mismo los anclajes a la roca.

Ambas modalidades también pueden practicarse en “top-rope”, donde la cuerda del escalador pasa por la cadena que indica el final de la vía y por el gri-gri<sup>3</sup> del asegurador (Draper, Jones, Fryer, Hodgson y Blackwell, 2010). La escalada de largos consiste en que el escalador liderará más de un largo<sup>4</sup> y al llegar al final de cada uno, un segundo escalador escalará en top-rope<sup>5</sup>, retirando el material dejado por el anterior escalador (Draper et al., 2008).

---

<sup>3</sup> Gri-gri: material de aseguramiento utilizado para mantener la seguridad del escalador en caso de caída de este

<sup>4</sup> Largo: denominación para referirse a una vía o recorrido. Este tipo de terminología se utiliza cuando la escalada es de varios largos, es decir, varias vías seguidas una tras otra, como puede darse en paredes de grandes alturas.

<sup>5</sup> Top-rope: Modalidad de escalada en la que se realizará la escalada con la cuerda pasada previamente por la cadena que indica el final del recorrido. En este caso, la cuerda pasará por la cadena que indica el final de cada largo.

Por el contrario, el Boulder consiste en escalar una vía sin cuerda, frecuentemente corta, en la que un compañero protegerá la caída ayudado de unas colchonetas (Portela, Rico, Extremera, León y Marín, 2013). Por último, la escalada en hielo consiste en la ascensión de paredes heladas y cascadas congeladas (Schöffl et al., 2010).

### **3.1 Modalidades**

Cada modalidad requerirá una serie de requisitos propios. Así pues, en bloque, la fuerza es un requisito primordial, y cómo esta afecta a la velocidad y precisión en la ejecución de los movimientos (Caballero-Blanco y Hernandez-Hernandez, 2015). Por otro lado, en modalidades con cuerda entran en juego factores como el psicológico, la resistencia o la táctica (Watts, 2004).

En lo referente a la escalada de competición, ésta está gobernada por la “*International Federation of Sport Climbing*” (IFSC), que, a su vez, forma parte de la “*International Climbing and Mountaineering Federation*” (UIAA).

La entidad previamente mencionada determina que hay diferentes modalidades de competición: de primero, boulder, escalada de velocidad y escalada en hielo (Sheel, 2004).

En la escalada de primero, el escalador deberá escalar pasando su cuerda por las cintas<sup>6</sup> expreses fijadas a lo largo de todo el recorrido hasta llegar a la cadena que indicará el final del itinerario. Por el contrario, en la escalada de velocidad, el escalador escalará en top-rope y el objetivo será realizar el itinerario en el menor tiempo posible.

La escalada en bloque destaca por el hecho de que no se utiliza ningún tipo de cuerda en esta sino que el método de seguridad utilizado es una colchoneta en la que el escalador caerá en el caso de que se produzca una caída.

Por último, la escalada en hielo se intenta imitar la estructura del hielo con paneles hechos de madera y distintos obstáculos a superar que compondrán el itinerario. Para competir se utilizarán crampones<sup>7</sup> en sustitución de los pies de gato.<sup>8</sup>

---

<sup>6</sup> Cinta exprés: Ver Addendum: **1. Material**.

<sup>7</sup> Crampon: Ver Addendum: **1. Material**.

A su vez, también se usarán piolets<sup>9</sup> para ayudar en la ascensión. Además de ello, en esta modalidad, también habrá que pasar la cuerda por las cintas exprés colocadas a lo largo del recorrido.

De acuerdo con el reglamento de la IFSC, se diferenciarán distintas categorías dependiendo del género y la edad (14-15 años en Youth B; 16-17 años en Youth A; 18-19 años en Junior; >20 años Senior) en cada modalidad.

Las distintas modalidades también se diferencian en lo que se refiere al reglamento, tanto en el tiempo necesario para completar el circuito asignado, como en las infracciones posibles o incluso el orden de participación.

Las distintas categorías se diferenciarán principalmente por el grado de dificultad de los itinerarios. Es más, esta dificultad también será aplicable a la escalada en la naturaleza, aunque en este caso a diferencia de las competiciones, las diferentes complicidades de las vías serán accesibles a cualquier individuo de cualquier rango de edad.

### **3.1.1 Clasificación de la dificultad**

Es necesario tener en cuenta la graduación de la dificultad de la escalada, puesto que, como se verá posteriormente, ésta puede que tenga cierta relación con el índice de lesiones. Además, como ya se ha mencionado anteriormente, las distintas dificultades en la escalada de la naturaleza son accesibles a cualquier rango de edad. Siguiendo esta lógica, es un factor a tener en cuenta a la hora de

**Fig. 1.** Diferentes escalas de graduación (Sheel, 2004).

British	Australia	YDS	UIAA	French
5c	19 19/20 20	5.10a 5.10b 5.10c	VI+ VII- VII	6a 6a+ 6b
5c+	21 21/22	5.10d 5.11a	VII+ VII+/VIII-	6b+ 6c
6a+	22 23	5.11b/c 5.11d	VIII- VIII	6c+ 7a
6b	24 25	5.12a 5.12b	VIII/VIII+ VIII+	7a+ 7b
6b+	26 27	5.12c 5.12d	IX- IX	7b+ 7c
6c+	28 29	5.13a 5.13b	IX/IX+ IX+	7c+ 8a
7a	30 31	5.13c 5.13d	X- X	8a+ 8b
7a+	32 33	5.14a 5.14b	X+ XI-	8b+ 8c
7b	34 35	5.14c 5.14d	XI XI+	8c+ 9a
	36 37	5.15a 5.15b	XII- XII	9a+ 9b

YDS, Yosemite decimal system; UIAA, International Union of Alpinist Associations (Union Internationale d'Associations d'Alpinisme).

diagnosticar las lesiones.

Para la graduación de la dificultad, distintas escalas han sido desarrolladas en diferentes partes del mundo (Sheel, 2004). Por lo tanto, los sistemas métricos variarán de acuerdo con la región (inglés, francés, Yosemite...) o el tipo de escalada (escalada en hielo, escalada deportiva...). En España el sistema utilizado es una mezcla entre la graduación de la UIAA y la francesa. De esta forma, para las vías de menor dificultad se usará la escala de la UIAA, utilizando números romanos del I al V+, para empezar con la francesa a posteriori, utilizando números del 6 al 9 con subíndices de a,b,c y + (Carranza, 2013) (fig.1). Actualmente el mayor grado alcanzado es de 9b+, encadenado por primera vez por el checo Adam Ondra en el año 2013 en la cueva de Flatanger, Noruega.

La dificultad de las vías estará determinada por dos factores: tamaño de los agarres (López, 2014) y la inclinación de la pared. Ambos factores no son interdependientes el uno del otro; por lo tanto, el hecho de una pared tenga mayor inclinación no significará que la dificultad sea mayor si los agarres de ésta son grandes.

### **3.1.1.1 Tipos de agarre y movimientos**

Los distintos tipos de agarre conforman un amplio abanico de combinaciones en lo que se refiere a la posición de los dedos. En términos generales, la escalada implica el uso o la combinación de 4 técnicas de agarre distintas (Shea, Shea y Meals, 1992).

El agarre en extensión (Fig.1) es usado en agarres grandes o agarres romos, en los que las falanges distales de los dedos sufren una flexión de entre 50 y 70 grados (Vigorous, Quaine, Labarre-Vila y Moutet, 2006); en el agarre en arqueo y semi-arqueo (Fig.2) se produce una hiperextensión de los ligamentos interfalángeos y es frecuentemente utilizado cuando el escalador impulsa su cuerpo hacia arriba (Shea et al., 1992) y conforme el tamaño del agarre se va reduciendo.

El agarre tipo agujero o implica la inserción de uno, dos o tres dedos en un agujero. En esta posición los flexores de los dedos utilizados serán los encargados de sujetar el peso del cuerpo, por lo que es una posición de gran estrés para dichos

tendones. Por último, el agarre en pinza es utilizado cuando el agarre está en una posición vertical y es apretado entre el dedo gordo y los demás dedos restantes.

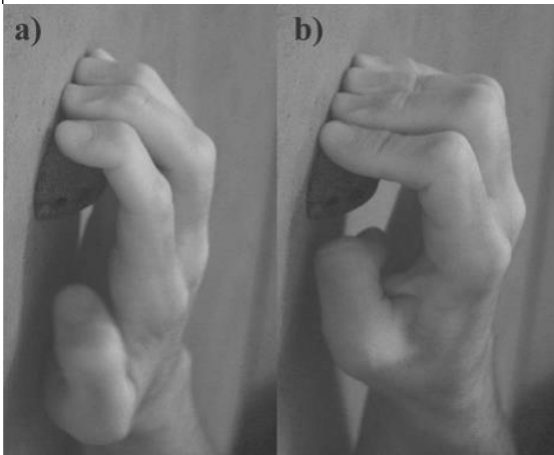
Es necesario destacar que los diferentes tipos de agarres están relacionados con distintos tipos de lesiones, englobando principalmente estructuras como las poleas de los dedos o los flexores de los dedos. Por lo tanto, son factores primordiales para tener en cuenta.

En cuanto a los movimientos del tren inferior, se pueden encontrar distintos gestos técnicos cuyo objetivo principal es el acercar el centro de gravedad a la pared. Así pues, uno de esos gestos es el del talonamiento, que consistirá en el apoyo del talón sobre una presa de pie. Por el contrario, en el gesto determinado “puntera”, se hará presión contra una presa de pie utilizando la parte dorsal del pie.

Por último, el gesto técnico denominado “bicicleta” consistirá en la flexión y rotación interna de una rodilla que hará que ésta termine orientada hacia el eje interno del cuerpo.

A pesar del hecho de que la mayoría de lesiones en escalada se detectan en las extremidades superiores, articulaciones como la rodilla también reciben un alto nivel de estrés durante la ejecución de algunos de los ya mencionados gestos técnicos.

**Fig.2.** A) Agarre en extensión. B) Agarre en semi-arqueo (López, 2014).



#### **4. Fisiología de la escalada**

De acuerdo con Bertuzzi, Franchini, Kokubun y Dal Molin Kiss (2007), los sistemas metabólicos que contribuyen en mayor medida durante el desarrollo de la escalada son el aeróbico y el anaeróbico aláctico.

Sin embargo, la contribución de los sistemas metabólicos dependerá del tipo de escalada. Así pues, De Geus y O' Driscoll (2006) concluyeron que las rutas desplomadas<sup>10</sup>, tienen una demanda fisiológica mayor puesto que la respuesta cardíaca, los valores de lactato y el VO2 max. son mayores. Seguido de esta, en una

<sup>10</sup> Desplome: Ver Addendum: **3. Vocabulario técnico**, Vías desplomadas.

escala de exigencia fisiológica de mayor a menor estarían las rutas en disposición vertical y por último las travesías<sup>11</sup>.

Por lo tanto, de acuerdo con López (2014): “la contribución del sistema oxidativo es primordial, puesto que colabora en la resíntesis de fosfágenos que ocurre durante los periodos de parada y recuperación que ocurren durante el desarrollo de la actividad”. Es por ello destacable que la escalada no entra en la clasificación tradicional de deporte aeróbico o anaeróbico, sino que tiene la contribución de ambos sistemas metabólicos.

En cuanto al tipo de contracciones, la escalada es caracterizada por la contracción isométrica intermitente de los músculos flexores del antebrazo (Giles, Rhodes y Taunton, 2006; Mermier et al., 1997).

En resumen, se podría decir que la escalada es un deporte de carácter aeróbico y anaeróbico aláctico en el que se dan principalmente contracciones isométricas intermitentes.

Es destacable hecho de que múltiples investigaciones han demostrado que la fuerza es una de las capacidades físicas principales en la escalada (Billat, Palleja, Charlaix, Rizzardo y Janel, 1995). De hecho, los escaladores de élite están considerados por tener altos niveles de fuerza en proporción a la masa corporal (Wall et al., 2004).

El foco de esta fuerza se centra principalmente en la fuerza de dedos. Así, Grant, Hynes, Whittaker y Aitchison (1996) demostraron que una de las características que diferencia a los escaladores de élite de un amateur es principalmente la fuerza de dedos. Cabe mencionar, que en su estudio no encontraron diferencias significativas entre escaladores de bajo nivel y no escaladores en lo que respecta a parámetros como la fuerza de los flexores de los dedos y músculos del manguito de los rotadores y flexibilidad de cadera. Esto puede significar que puede que la “escalada recreacional” no provoque un estímulo suficiente como para crear adaptaciones fisiológicas (Wall et al., 2004).

Sin embargo, estos valores no son completamente determinantes en el rendimiento en la escalada, dado que la mayoría de los test que han intentado medir

---

<sup>11</sup> Travesía: Ver Addendum: **3. Vocabulario técnico**.



este factor carecen de especificidad a la hora de medir el gesto deportivo (Watts et al., 2008; Fryer et al., 2014). Precisamente, uno de los errores metodológicos más populares a la hora de medir el rendimiento ha sido el uso del dinamómetro de mano para la evaluación de la fuerza máxima de agarre en escaladores (Fryer et al., 2014).

Otros autores como Fryer et al (2015) apuntan a la habilidad de enviar y procesar el oxígeno del flexor digitorum profundus (FDP) como un índice de medición del rendimiento. Dicho apunte es debido a que los escaladores de élite presentan además de un mayor riego sanguíneo en los músculos del antebrazo, una mayor habilidad para desoxigenar los mismos en comparación con escaladores *amateurs* (Fryer et al., 2014; Ferguson y Brown, 1997).

Por lo tanto, dada la naturaleza multidimensional de la escalada, factores como el rendimiento resultan difíciles de cuantificar. Así pues, agentes como la masa corporal (Wall et al., 2004), la técnica (Mermier et al., 1997), el género (Small y Schutz, 1985), la longitud de las extremidades o la flexibilidad pueden influenciar los resultados en el ámbito del rendimiento (Grant et al., 2001).

Estos factores previamente mencionados participan en lo denominado como escalada eficiente, que consiste en el ahorro máximo de energía por cada movimiento. Esto implicará un retraso en la aparición de la fatiga. Como se verá más adelante esto es un factor que tiene una relación significativa con el riesgo de lesión.

#### **4.1. Frecuencia cardiaca (FC) y presión sanguínea**

Distintos estudios han confirmado que la FC aumenta dependiendo del ángulo de inclinación de la pared y de la dificultad de la vía (Watts y Dobrish 1998; Sheel, 2004). Este hecho sucede tanto en escaladores *amateurs* como en escaladores de élite (De Geus y O' Driscoll, 2006), aunque el factor del miedo juega un papel importante en el aumento de la FC. Debido a éste se produce una mayor secreción de hormonas como adrenalina y noradrenalina (Williams, Taggart y Carruthers, 1978).

Debe añadirse además que, la naturaleza isométrica de las contracciones en la escalada tiene como consecuencia un aumento en la presión sanguínea (Booth, Marino, Hill y Gwinn, 1999), lo cual acarrea también un incremento de la FC.

De la misma manera, el llevar las manos en una posición elevada durante un periodo de tiempo prolongado tiene como consecuencia un incremento de la FC (Iruretagoiena, 2014).

## **4.2 Consumo de oxígeno**

Algunos estudios han concluido que a intensidades máximas el consumo de oxígeno alcanza un 46% con respecto al volumen máximo de oxígeno ( $VO_{2max}$ ) (Billat et al., 1995). Esto implica que este factor no puede ser utilizado como un determinante de la intensidad en escalada.

La relación entre el  $VO_{2max}$  y la FC en este deporte parece ser dispar (Draper et al., 2008; De Geus y O' Driscoll, 2006). Estos resultados se dan independientemente de la edad del deportista de acuerdo con los resultados obtenidos por Watts y Ostrowski (2014). En ese estudio se indicó que el consumo de oxígeno ( $VO_2$ ) tras escaladas de 80 a 100 segundos era de una media de 20 y 30  $ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$  y que el pico de  $VO_2$  se registraba en valores que pueden exceder ligeramente los  $30 ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$ . Es más, aunque el grado de la inclinación de la pared aumente, las alteraciones en el  $VO_2$  son mínimas (Watts y Dobrish, 1998).

Los resultados mencionados demuestran el hecho de que este parámetro fisiológico no es válido como determinante del rendimiento y/o intensidad en la escalada.

## **5. Antropometría**

### **5.1. Composición corporal**

En términos generales, los escaladores de élite son caracterizados por un bajo porcentaje de índice de grasa corporal (Giles et al., 2006; Grant et al., 1996; Watts, Joubert, Lish, Mast y Wikins, 2003; Mermier, Janot, Parker y Swan, 2000). Es más, distintas investigaciones han encontrado una correlación entre el índice de grasa corporal y el rendimiento, concluyendo que ésta es uno de los parámetros que diferencia a escaladores de élite y escaladores recreacionales o *amateurs* (Grant et al., 1996; Watts, Martiny Durtschi, 1993).

En palabras de Grant et al. (1996), “en actividades en las que el cuerpo es repetidamente elevado en contra de la gravedad, el peso adicional, en forma de grasa o masa muscular puede resultar perjudicial para el rendimiento”.

Por otro lado, es necesario decir que estos datos se registran especialmente en practicantes de escalada deportiva. Estudios como el de Macdonald y Callender (2010) han demostrado que este factor es baladí en lo que respecta al rendimiento deportivo en la escalada en bloque. Aunque cabe la posibilidad de que en niveles de rendimiento inferiores sí sea un factor considerable, ya que este estudio principalmente se centró en escaladores de alto nivel.

## **5.2. Dimensiones corporales**

Dada la naturaleza de la escalada, la imagen tradicional del escalador tiende a ser la de un individuo alto y de un somatotipo mesomorfo. Sin embargo, la realidad es que los escaladores de élite, en general, son individuos de altura relativamente baja, con un índice de masa corporal bajo y con una considerable mayor longitud de las extremidades superiores (Giles et al., 2006; Watts et al., 2003; Watts, 2004; Mermier et al., 2000).

Por el contrario, otros estudios como el de Tomaszewski, Gajewski y Lewandowska (2011) postulan que el cuerpo de un escalador no tiene por qué ser de baja estatura. Siguiendo esta línea, se pueden encontrar estudios como los de Billat et al. (1995) y Grant et al. (1996), en los que se indica que la altura media de un escalador es de 180cm. De todos modos, parece haber un consenso en lo que se refiere a la longitud los brazos en los escaladores.

## **6. Anatomía**

### **6.1. Tren superior**

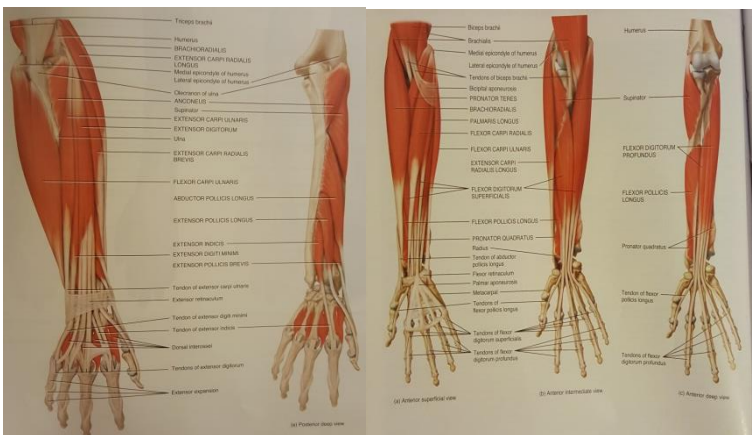
El conocimiento de la anatomía que toma parte en la escalada es básico a la hora de diagnosticar una lesión.

De acuerdo con García (2009), podemos dividir los músculos que participan en la ascensión en dos grupos: por un lado la musculatura de sostén, en la que se incluirían los músculos flexores del antebrazo y la mano; y por otro lado la

musculatura ejecutora o trepadora, en la que se incluirían los músculos flexores del brazo, el músculo dorsal y los músculos de la cintura escapular.

### **6.1.1. Músculos del antebrazo**

De acuerdo con Holtzhausen y Noakes (1996), en la gran mayoría de lesiones en escalada predominan las lesiones en codos, muñecas, manos y antebrazos. Existen múltiples músculos en el antebrazo (fig.3) cuyo rol es mover las ya mencionadas articulaciones (Tortora y Nielsen, 2009).



**Fig.3.** Músculos del antebrazo (Tortora y Nielsen, 2009).

Basándonos en la localización y función de los músculos se puede decir que éstos se dividen en dos compartimentos: el anterior y el posterior.

Los músculos del compartimento anterior tienen su origen en el húmero y se insertan en distintas partes del carpo, metacarpo y las falanges y su principal función

consiste en la flexión. Dentro de este grupo se encontrarían el *flexor carpi radialis*, *palmaris longus*, *flexor carpi ulnaris* y *flexor digitorum superficialis*. Todos ellos estarán inervados por el nervio mediano, a excepción del *flexor carpi ulnaris*, que tendrá la inervación del nervio cubital. Dentro de este compartimento también se pueden diferenciar los músculos clasificados como superficiales o profundos.

En cuanto a los superficiales, el *flexor digitorum profundus* es más profundo que los otros tres ya mencionados y cabe mencionar que es el mayor músculo del antebrazo.

Por otro lado, cuando nos referimos a los músculos del compartimento anterior se habla del *flexor pollicis longus*, el cual es el único flexor de la falange distal del dedo gordo. El *flexor digitorum profundus* podría clasificarse dentro de este grupo, ya que es más profundo que los demás músculos flexores del compartimento anterior. Es menester mencionar que este músculo tiene la inserción en las falanges distales de los dedos, por lo que es una función por antonomasia en la escalada.

El compartimento posterior –extensor- está formado por los músculos que se originan el húmero y se insertan en distintas partes del carpo, metacarpo y las falanges, y su función principal es la de la extensión. Al igual que en el compartimento anterior, estos también se subdividen en músculos superficiales y profundos.

En el primer grupo se encuentran el *extensor carpi radialis longus*, el *extensor carpi radialis brevis*, el *extensor digitorum* (el cual se divide en cuatro tendones que se insertan en las falanges distales de los dedos), el *extensor digiti minimi*, y el *extensor carpi ulnaris*. Mientras que los primeros tres mencionados estarán inervados por el nervio radial, el *extensor digiti minimi*, y el *extensor carpi ulnaris* recibirán la inervación del nervio radial profundo.

Por otro lado, los músculos del compartimento interno posterior son: el *abductor pollicis longus*, el *extensor pollicis brevis*, el *extensor pollicis longus* y el *extensor indicis*. Todos estos músculos están inervados por el nervio radial profundo.

Los músculos se insertan en tendones, que están sostenidos por la estructura denominada fascia. Además, los tendones están rodeados por lo que se conoce como vaina tendinosa.

### **6.1.2. Anatomía de la mano**

De acuerdo con Tortora y Nielsen (2009), los músculos intrínsecos de la mano producen los ligeros pero precisos movimientos de la mano que caracterizan al ser humano. Estos músculos están divididos en tres grupos: tenares, hipotenares e intermedios.

Dentro de los tenares se encuentran el *abductor pollicis brevis*, el *opponens pollicis* y el *flexor pollicis brevis*. En cuanto a la inervación, todos los músculos están inervados por el nervio mediano.

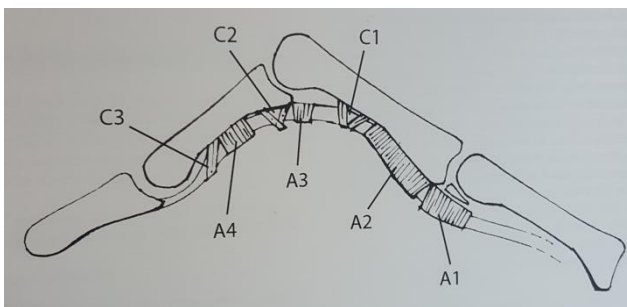
Los tres músculos hipotenares actúan en los movimientos del meñique. Estos son: el *abductor digiti minimi*, el *flexor digiti minimi brevis* y el *opponens digiti minimi brevis*. Todos estos músculos recibirán la inervación del nervio cubital.

Por último, los 11 intermedios -palmares medios- actúan en todos los dedos. Los músculos intermedios incluyen los lumbricales, palmar interóseos y dorsal

interóseos. Mientras que los lumbricales estarán inervados por el nervio mediano y el cubital, los interóseos serán inervados únicamente por el nervio cubital. Ambos interóseos están involucrados en los movimientos de precisión que se necesitan para desarrollar actividades de destreza como escribir o tocar un instrumento musical.

El refuerzo que mantiene el tendón contra el hueso se conoce como sistema de poleas anulares (fig.4). El sistema de poleas consiste en 5 poleas anulares (A1-A5) y tres poleas cruzadas (C1-C3) en cada dedo. Cabe mencionar que las más susceptibles a la lesión son las poleas anulares, concretamente la A2 (MacLeod, 2015).

Las poleas serán de gran relevancia a la hora de hablar de lesiones, ya que como se comentará posteriormente, son las estructuras con mayor índice de lesión de todo el cuerpo.



**Fig.4.** Las poleas de los dedos (MacLeod, 2005).

### **6.1.3. Anatomía del hombro**

Uno de los músculos importantes en el hombro es el deltoides, puesto que es uno de los principales abductores del hombro (Palastanga, Fiel y Soames, 1989).

Sin embargo, en el ámbito de la escalada, cobrará mayor importancia el

manguito de los rotadores. De acuerdo con distintos autores, es una localización en la que las lesiones son considerablemente frecuentes (Rooks, Johnson, Ensor, McIntosh y James, 1995; Bollen, 1988).

Según un artículo publicado por Rodríguez, García, Mena, Silió y Maqueda (S.F), son 4 los músculos que componen el manguito de los rotadores: subescapular, supraespinoso infraespinoso y redondo menor. La función de este grupo muscular es la de actuar como estabilizador dinámico de la articulación del hombro. Cabe mencionar que la posibilidad de padecer lesiones en esta articulación aumenta radicalmente en escaladores cuyos trabajos son mayormente manuales

con un importante componente de esfuerzo de hombros y movimientos repetitivos, como por ejemplo la construcción.

## **6.2. Tren inferior**

### **6.2.1 La articulación de la rodilla**

La rodilla es un ligamento condiloide doble formado por el cóndilo del fémur y la tibia, separado por el menisco, que descansa en la parte superior de ésta última (Lockhart, Hamilton y Fyfe, 1959). A diferencia de otras articulaciones, la articulación de la rodilla depende en mayor medida de tres estructuras para conseguir estabilidad: los ligamentos, los músculos y los tendones (Grey, 1980).

#### **A) Ligamentos**

La tibia y el fémur están conectados por los ligamentos cruzados. El ligamento cruzado anterior va de adelante hacia atrás lateralmente, y el cruzado posterior va de atrás hacia adelante medialmente.

El ligamento lateral medial o interno surge de la tuberosidad del cóndilo medial del fémur, terminando en la parte superior medial de la tibia. Por otro lado, el ligamento lateral externo se origina en el cóndilo externo del fémur y se inserta en la parte lateral de la cabeza del peroné. Ambos ligamentos forman lo que se denominan como los ligamentos laterales colaterales.

En la parte superior de la tibia se encuentran situados los meniscos. Estas estructuras de fibrocartilago son dos: el menisco medio y el lateral. Ambos meniscos están adheridos a la cápsula del ligamento de la rodilla y a la superficie articular de la tibia. Su función principal será la de reducir la fricción entre la tibia y el fémur durante el movimiento.

#### **B) Tendones**

Los músculos isquiotibiales tienen su inserción en la parte posterior de la articulación de la rodilla. Así el músculo semitendinoso se insertará en la parte superior de la tibia, el semitendinoso en la superficie medial de la tibia -bajo la inserción del músculo *gracilis*- y el bíceps femoral o bíceps crural en la porción lateral de la tibia.

Por otro lado, los músculos que forman el cuádriceps (vasto lateral, vasto intermedio, vasto medial y recto femoral), se insertarán en la tuberosidad de la tibia. Esto sucederá a través de la rótula, donde el tendón de los cuádriceps se convierte en el ligamento rotuliano o tendón rotuliano. La función principal de los cuádriceps será la de la extensión de la rodilla, al contrario que la de los isquiotibiales, que será la de la flexión.

### C) Músculos

Se podría hacer una división de los músculos de que pasan por la articulación de la rodilla. Por un lado estarían los anteriores. A saber: el sartorio, el tensor de la fascia lata, el *gracilis*, los cuádriceps y los aductores. Por otro lado, en la parte posterior se encontrarían los isquiotibiales.

#### **6.2.2. Anatomía pie**

Debido al hecho de que los pies de gato suelen ser pequeños para un mayor rendimiento en la escalada o por las caídas que pueden ocurrir, como se podrá ver más adelante, las lesiones en los pies son bastante frecuentes en escaladores.

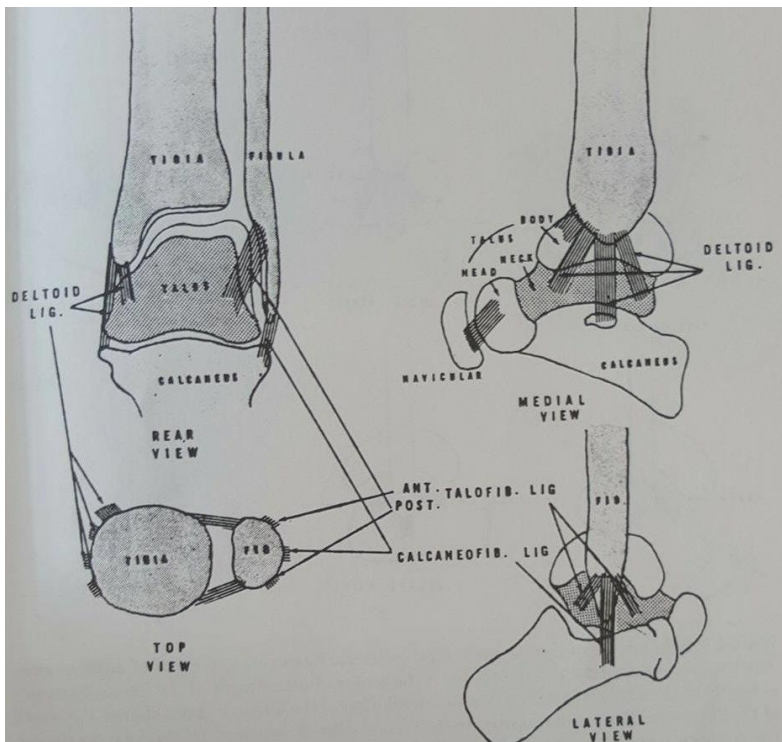
Debido al hecho de que los pies de gato son de un tallaje reducido, el tendón de Aquiles, cuya inserción se encuentra en el calcáneo soporta una gran tensión a lo largo de la escalada. Las articulaciones de las falanges de los dedos de los pies son considerablemente dañadas, puesto que se mantienen en una posición “en garra”, es decir, flexionando los dedos de los pies, a lo largo de toda la escalada (MacLeod, 2015).

Como consecuencia de este hecho también puede resultar afectada la aponeurosis plantar o fascia plantar. Esta es una estructura de tejido conjuntivo que surca la planta del pie desde el calcáneo hasta la cabeza de los metatarsianos. Por lo que la prolongada postura forzada del pie puede acarrear consigo alteraciones en ésta estructura, como la fascitis plantar.

El ligamento del tobillo es una articulación en bisagra formado por la unión de la parte porción distal de la tibia y su maléolo medio y el astrágalo. Su estabilidad depende en gran parte del ligamento tibiofemoral, que une la tibia con el fémur en una posición estable (Tortora y Nielsen, 2009).



A pesar de todo, la articulación del tobillo recibe la mayoría de su soporte de



**Fig. 5.** Ligamentos del tobillo (Cailliet, 1983).

los ligamentos colaterales del tobillo (fig. 5). Estos son el ligamento peroneoastragalino anterior, el ligamento calcaneoperoneal, el ligamento peroneoastragalino posterior.

La porción medial de la articulación está soportada por los ligamentos deltoideos del tobillo, el cual está compuesto por 4 ligamentos distintos: el tibionavicular, el tibioastragalino anterior, el calcaneotibial y el tibial posterior (fig. 4).

El pie está formado por el navicular, el calcáneo, el astrágalo, el cuboides y los cuneiformes (I, II y III). El calcáneo está unido al astrágalo mediante el ligamento astragalocalcáneo. Éste está en tensión durante la inversión del tobillo, por lo que es un ligamento susceptible a lesionarse en modalidades como en bloque, por ejemplo, tras una caída.

## **7. Biomecánica**

En los reposos durante la escalada, el escalador se mantiene en la pared debido a la fuerza de apoyo horizontal. Por el contrario, cuando éste empieza a moverse, perdiendo el contacto de una de las manos con la pared, la distribución de fuerzas vertical y horizontal cambia (Quaine y Martin, 1999). Es más, cuando se pierde uno de los puntos de apoyo el escalador debe redistribuir su peso corporal en los tres restantes apoyos para evitar la pérdida de equilibrio y por ende una subsecuente caída (Quaine, Martin y Blanchi, 1997). Al suceder esto, la distribución de la fuerza aumentará en el lado contralateral a la articulación en movimiento, mientras que se reducirá en el agarre ipsilateral (Noé, Quaine y Martin, 2001).

Los cambios en la fuerza de agarre surgen antes de la transición entre una postura tripodal (tres apoyos) a una postura cuádrupodal (cuatro apoyos). Esto ocurre como resultado de una preparación para el subsiguiente movimiento y/o cambio de postura (Quaine et al., 1997).

Según las conclusiones de un estudio realizado por Quaine et al. (1997), los escaladores han de aumentar la fuerza vertical ejercida en los agarres para poder moverse a lo largo de la pared. Además, la distribución de la fuerza en cada agarre (tanto de pies como de manos) variará dependiendo de la inclinación de la pared.

La misma conclusión fue obtenida por Noé et al. (2001) en su estudio, donde concluyeron que mientras que al escalar una pared vertical la fuerza aplicada en los pies es mayor, en paredes desplomadas la fuerza aplicada a los agarres de manos adquiere un rango de mayor importancia.

Esta es una afirmación estrictamente relacionada con el ámbito de lesiones, puesto que al hacer más fuerza en los agarres de manos, la presión sobre estructuras como las poleas aumentará. Estudios como el de Schweizer (2001) han afirmado que la fuerza aplicada en las poleas de los dedos aumenta considerablemente tras el uso de la posición de arqueo. Dado que, cuanto mayor es la dificultad de la vía menor será el tamaño de los agarres y si se añade el factor de la inclinación de la pared, el uso de este tipo de agarre aumentará proporcionalmente. Esta afirmación va acorde con lo propuesto por Quaine, Vigoroux y Martin (2003) y Vigoroux et al. (2006) los cuales confirman que el aumento de fuerza aplicada con los dedos y su ángulo de curvatura al hacerlo, aumentan las posibilidades de padecer una lesión.

A pesar de todo, la preservación del equilibrio es más fácil desde un punto de vista mecánico en escaladas desplomadas que en escaladas verticales, dado que en estas últimas, el tamaño del agarre tanto para pies como para manos es menor, lo cual reduce la superficie de apoyo. De todas maneras, hay que tener presente que en escaladas desplomadas la mayor parte del peso recae sobre las extremidades superiores, lo cual significa que, a pesar de ser más fácil mantener una postura equilibrada desde un punto de vista mecánico, el gasto energético será mayor (Noé et al., 2001).

## **8. Criterios de búsqueda**

Para la búsqueda de los artículos analizados en esta revisión se han utilizado algunos de los más prestigiosos buscadores en lo que se refiere al ámbito de la investigación científica:

- Pubmed
- Dialnet
- Google Scholar
- sciELO

Es menester señalar que al considerarse una revisión general y no una revisión sistemática, la fecha de los artículos elegidos no ha sido considerada como un criterio de exclusión. Así pues, los artículos analizados datan desde 1959 el más antiguo (Lockhart et al., 1959) a 2016 (Fryer et al., 2016) y el reglamento de la IFSC). De todas maneras, otro tipo de criterios han sido tenidos en cuenta a la hora de seleccionar la información:

- Los artículos debían ser de descarga gratuita en los ya mencionados buscadores.
- Los artículos debían estar escritos en inglés o en castellano.
- La diferencia de tipos de escalada tanto en cuanto al entorno de desarrollo de la práctica (indoors o outdoors) o a la modalidad se refiere (escalada de velocidad, bloque, deportiva, tradicional) no se ha utilizado como un criterio de exclusión.

## **9. Factores de riesgo**

Los factores de riesgo están directamente relacionados con el índice de lesiones. Esto implica que, un aumento del primero traerá consigo un aumento del segundo.

Múltiples estudios han tenido como objetivo el analizar los patrones de lesiones en la escalada (Hosaini, Atri y Kavosi, 2013; Schöffl y Kuepper, 2006; Jones, Asghar y Llewellyn, 2008; Gerdes, Hafner y Aldag, 2006; Wright, Royle y Marshall, 2001; Schöffl et al., 2010). Mientras que algunos se han centrado en analizar los patrones de lesiones en la escalada en los rocódromos (Hosani et al.

2013; Schöffl, Hoffman y Küpper 2013), otros se han centrado en las modalidades de escalada en la naturaleza (Jones et al, 2008; Gerdes et al., 2006).

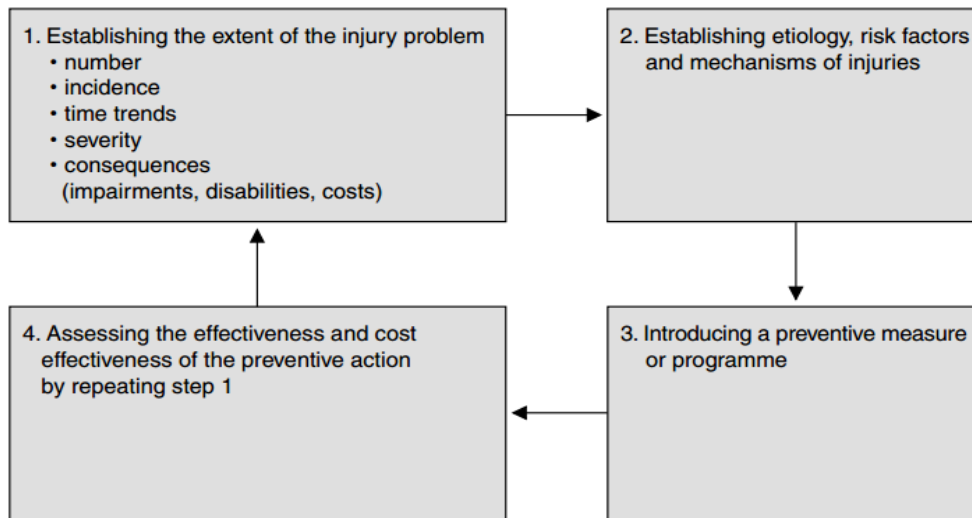
Comenzando por el riesgo de incidencia de lesión en prácticas en paneles de rocódromo, este varía según distintos estudios. Algunos afirman que es de 23 lesiones por cada 1000 horas de práctica (Hosaini et al., 2013) mientras que otros reducen ese índice a un 3 lesiones por cada 1000 horas (Schöffl y Kurepper, 2006).

Estudios como el de Schöffl y Kurepper (2006) aportan un punto de vista más global sobre las lesiones en centros de escalada. Esto es debido a que trata 3 modalidades distintas como son el Boulder, la escalada de primero o "leading", y la escalada de velocidad y hace una estimación total de las tres.

En cuanto a la escalada tradicional y la escalada deportiva, de acuerdo con una investigación realizada por Gerdes et al. (2006) el índice de lesiones es menor que en el bloque. Según estos autores, la escalada tradicional representa un significativo mayor riesgo de lesión, especialmente tras el consumo de drogas o alcohol *a priori* de la escalada. En relación con estas modalidades, es necesario subrayar que la escalada en top-rope está ligada a un menor índice de lesiones que la escalada de primero de acuerdo con los datos obtenidos de una revisión sistemática realizada por Backe, Ericson, Janson y Timpka (2009).

Los estudios citados previamente han analizado las lesiones tanto en roca como en los centros de escalada indoors. Sin embargo no se han encontrado estudios que comparen el índice de lesiones entre la competición y la escalada en roca de alto nivel.

Algunos autores como Parkkari , Kujala y Kannus (2001), han subrayado la necesidad de identificar los factores y mecanismos que pueden provocar una lesión, después de haber identificado el problema. Según este autor, tras haber definido la



**Fig.6.** Pasos a seguir para la correcta prevención de lesiones (Parkkari et al., 2001).

extensión del problema es necesario definir o conocer los factores de riesgo, etiología y los mecanismos de lesión, para en un futuro poder introducir medidas o programas de prevención con el fin de poder evitar así este tipo de incidencias (fig.5).

En palabras de Parkkari et al. (2001) “las lesiones son fenómenos en los que varios factores de riesgo interactúan entre sí en un cierto momento. En resumen, la propensión de lesiones puede ser causada por factores intrínsecos y extrínsecos”. Esta diferenciación de los factores de riesgo también se puede aplicar a la escalada.

## **9.1. Factores intrínsecos**

### **9.1.1 Sexo**

Existe una diferencia significativa en el índice de lesiones entre hombres y mujeres, especialmente en el ámbito de la competición. De acuerdo con Backe et al. (2009) la incidencia de lesiones en la competición es mayor en hombres que en mujeres (97 lesiones frente a 54 por cada 1000 horas de competición).

Curiosamente, las investigaciones hechas hasta la fecha han obtenido resultados contradictorios en cuanto a esta materia se refiere. Se puede encontrar un claro ejemplo en que mientras estudios como el de Wright et al. (2001) o el de Pieber, Angelmaier, Csapo y Herceg (2012) encontraron diferencias significativas entre ambos géneros, otros estudios como el de Schöffl et al. (2013) o Hasler et al. (2011) no pudieron emular esos resultados.

De acuerdo con Wright et al. (2001) se encuentran más lesiones en hombres que en mujeres en escalada. Esto puede ser debido a que, en su investigación, los sujetos masculinos escalaban dificultades mayores que los femeninos. Este hecho es aún hoy en día existente, puesto que el máximo grado en escalada deportiva (9b+) solo ha sido escalado por deportistas masculinos. De todas formas, hubiese sido interesante la comparación de ambos géneros en dificultades similares, lo cual podría haber arrojado más luz sobre esta cuestión.

**Table 2.** Proportion of body parts injured and diagnosis of rock climbing injuries treated in U.S. emergency departments, 1990–2007, by age, gender, and hospitalization

	National estimate (%) <sup>a</sup>	Hospitalized % <sup>a</sup> (OR; 95% CI)	Age % <sup>a</sup> (OR; 95% CI)			Gender % <sup>a</sup> (OR; 95% CI)	
			≤19 years	20–39 years	≥40 years	Male	Female
<b>Body part injured</b>	40198 (100)						
Lower extremity <sup>b</sup>	18607 (46.3)	33.3 (0.55; 0.28, 1.07)	40.7 (0.73; 0.53, 1.01)	49.7 (1.38; 1.02, 1.85)	44.0 (0.90; 0.60, 1.35)	46.0 (0.97; 0.68, 1.36)	46.8 (1.04; 0.73, 1.46)
Upper extremity <sup>c</sup>	11733 (29.2)	16.9 (0.40; 0.17, 1.25)	32.5 (1.26; 0.91, 1.74)	27.2 (0.81; 0.50, 1.18)	29.7 (1.03; 0.62, 1.73)	28.0 (0.91; 0.60, 1.40)	30.5 (1.09; 0.72, 1.67)
Head <sup>d</sup>	4910 (12.2)	24.1 (2.08; 1.04, 4.38)	15.0 (1.54; 0.95, 2.48)	10.3 (0.68; 0.40, 0.99)	12.3 (1.02; 0.52, 1.99)	12.3 (1.03; 0.65, 1.65)	11.9 (0.97; 0.61, 1.54)
Trunk <sup>e</sup>	4239 (10.5)	22.2 (2.88; 1.50, 5.43)	9.4 (0.84; 0.49, 1.43)	10.5 (1.00; 0.60, 1.54)	12.8 (1.30; 0.70, 2.42)	10.4 (0.90; 0.53, 1.70)	10.8 (1.04; 0.57, 1.90)
<b>Diagnosis</b>	37872 (100)						
Fracture	10966 (29.0)	69.0 (8.19; 5.17, 12.98)	23.8 (0.78; 0.53, 1.14)	26.0 (0.87; 0.67, 1.15)	38.9 (1.88; 1.35, 2.63)	29.5 (1.54; 1.09, 2.17)	21.4 (0.65; 0.46, 0.92)
Sprains/strains	10822 (28.6)	0.0	25.3 (0.89; 0.65, 1.24)	29.0 (1.37; 1.03, 1.82)	19.4 (0.62; 0.42, 0.90)	23.8 (0.59; 0.40, 0.88)	34.5 (1.08; 1.13, 2.51)
Laceration <sup>f</sup>	6473 (17.1)	4.1 (0.20; 0.00, 0.08)	23.1 (1.99; 1.14, 3.49)	12.9 (0.59; 0.34, 1.01)	14.0 (0.83; 0.47, 1.46)	17.8 (1.05; 1.03, 2.07)	11.0 (0.60; 0.38, 0.98)
Soft tissue <sup>g</sup>	6419 (16.9)	2.0 (0.15; 0.03, 0.02)	12.8 (0.71; 0.38, 1.32)	17.9 (1.20; 0.80, 2.00)	17.1 (1.10; 0.64, 1.89)	15.4 (0.88; 0.60, 1.17)	17.2 (1.14; 0.85, 1.52)
Dislocation	1622 (4.3)	0.0	5.0 (1.70; 0.85, 3.40)	3.0 (0.79; 0.41, 1.53)	2.4 (0.54; 0.19, 2.37)	3.9 (0.91; 0.20, 3.22)	4.3 (1.10; 0.31, 3.85)
Other	1187 (3.1)	15.3 (11.45; 6.18, 21.21)	4.2 (1.57; 0.69, 3.58)	3.2 (1.00; 0.48, 2.32)	0.7 (0.19; 0.02, 1.50)	3.2 (1.12; 0.50, 2.25)	2.9 (0.90; 0.45, 1.79)
<b>Mechanism</b>	31110 (100)						
Fall	24,124 (77.5)	81.5 (1.32; 0.75, 2.33)	75.5 (0.85; 0.61, 1.18)	79.0 (1.20; 0.83, 1.74)	76.4 (0.93; 0.50, 1.55)	76.8 (0.85; 0.49, 1.48)	79.0 (1.18; 0.68, 2.04)
Hit/strike	2,207 (7.1)	0.7 (0.08; 0.01, 0.73)	7.5 (1.10; 0.55, 2.21)	7.0 (1.18; 0.61, 2.27)	4.3 (0.55; 0.21, 1.43)	7.3 (1.12; 0.60, 2.08)	6.0 (0.90; 0.48, 1.67)
Hit/stuck by	1,981 (6.4)	15.0 (2.88; 1.53, 5.43)	10.1 (2.28; 1.27, 4.10)	3.9 (0.39; 0.23, 0.68)	7.7 (1.27; 0.39, 4.18)	8.0 (4.24; 1.03, 11.05)	2.0 (0.24; 0.09, 0.61)
Overexertion	978 (3.1)	1.4 (0.40; 0.10, 1.79)	0.7 (0.17; 0.04, 0.71)	3.9 (1.78; 0.63, 5.09)	5.5 (2.10; 0.80, 5.36)	2.4 (0.43; 0.10, 1.19)	5.5 (2.33; 0.84, 6.45)
Other	1,820 (5.9)	2.8 (0.42; 0.10, 1.78)	0.1 (1.08; 0.51, 2.28)	5.0 (0.92; 0.52, 1.02)	0.1 (1.05; 0.40, 2.78)	5.0 (0.85; 0.30, 2.40)	0.0 (1.18; 0.42, 3.34)

<sup>a</sup>Percentages may not add up to 100 because of rounding.

<sup>b</sup>Lower extremities include upper leg, knee, lower leg, ankle, foot, and toe.

<sup>c</sup>Upper extremities include shoulder, upper arm, elbow, lower arm, wrist, hand, and finger.

<sup>d</sup>Head includes neck, face, eyes, ears, and mouth.

<sup>e</sup>Trunk includes hip, groin, lower trunk, and upper trunk.

<sup>f</sup>Laceration includes lacerations, punctures, and avulsions.

<sup>g</sup>Soft tissue includes contusions, abrasions, hematomas, and crushing injuries.

**Fig. 7.** Distribución de lesiones acorde con amos sexos (Nelson y McKenzie, 2009).

Por otro lado, en un estudio realizado por Nelson y McKenzie (2009) se sitúa las mujeres como más susceptibles de padecer una lesión escalando en términos generales. Según los resultados obtenidos, las mujeres tienen un índice mayor en proporción con los hombres, en esguinces y en lesiones por hiperextensión -como por ejemplo, movimientos de arqueado de los dedos- (fig.7).

### **9.1.2. Edad**

Al igual que con el género, los efectos de la edad han mostrado resultados distintos en diferentes estudios. Algunos de investigadores apuntan a que no es la longevidad lo que afecta al riesgo de las lesiones, sino los años de práctica que se lleven. Es decir, cuanto más tiempo se lleve escalando, mayor será la posibilidad de sufrir una lesión (Mazuelos y Arismendi 2012; Wollings, McKay y Emery, 2015).

Pese a todo, este hecho parece crear cierta controversia, puesto que ha sido probado que las lesiones son mayores en un nivel de escalada intermedio, en comparación con los niveles de escalada avanzados (Schöffl, Hoffman y Küpper, 2013).

Por otro lado, otros estudios han obtenido resultados dispares según los cuales, no se niega la existencia de un mayor número de lesiones conforme los años de práctica aumentan; pero se afirma el hecho de que el índice de lesiones es disímil dependiendo de la edad (Nelson y McKenzie, 2009; Bowie, Hunt y Allen, 1988). Así pues, es interesante que el foco de mayor incidencia se centre en edades comprendidas entre los 20 y 39 años. Una razón para explicar estos resultados puede ser la de que el mayor porcentaje de practicantes de la escalada se sitúa entre esas edades.

### **9.1.3. Índice de masa corporal (IMC)**

Una de las asociaciones con el aumento del índice de lesiones y el índice de masa corporal (IMC) viene dada por parte de las caídas; cuanto mayor sea el IMC, el cuerpo caerá más pesadamente, por lo que será más fácil sufrir una lesión (Schad, 2000).

Investigaciones como la llevada a cabo por Josephsen et al. (2007) no encontraron ninguna diferencia significativa entre el IMC y la prevalencia de las lesiones. Sin embargo, es necesario hacer hincapié en el hecho de que este estudio solo se centró en la modalidad del bloque, dejando las modalidades restantes al margen.

En cuanto a las otras modalidades se refiere, no se han encontrado muchos artículos que traten la conexión entre el IMC y el riesgo de lesión. Basándonos en lo establecido por Schad (2000), y teniendo en cuenta las aseveraciones de Josephsen

et al. (2007), se podría concluir diciendo que el IMC afecta al riesgo de lesión únicamente en modalidades en las que el factor caída es una variable a tener en cuenta.

#### **9.1.4. Sobreuso**

Se ha incluido este factor dentro de los factores intrínsecos debido al hecho de que muchos escaladores realizan trabajos manuales como oficio, por lo que el control de esta variable a veces, queda fuera del alcance del deportista.

A pesar de todo, muchas de estas lesiones son también posibles en escaladores de élite en las que el trabajo del escalador se centra principalmente en la práctica de la escalada. Entre ellas se incluyen lesiones como epicondilitis o síndrome del túnel carpiano (Rohrbough, Mudge y Schilling, 1999). Estas lesiones también pueden ser debidas a los gestos repetitivos que se realizan en este deporte.

Como Bannister Y Foster (1986) pudieron afirmar, el índice de lesiones aumenta conforme el aumento de la cantidad total de horas de entrenamiento. Las lesiones previamente mencionadas son debido al aumento de gestos repetitivos. Esto implica que a medida que el tiempo escalando aumenta, también lo hace el número de movimientos realizados y por ende, el riesgo de lesión. No obstante, se dará más información sobre este contenido en apartados posteriores.

#### **9.1.5. Grado de dificultad**

Las lesiones acontecidas en escaladores de élite han sido objeto de estudio en numerosas investigaciones (Schlegel, Bücler y Kriemler, 2002; Bollen, 1988; Bollen & Gunson, 1990; Bollen, 1990).

Estadísticamente, las lesiones de la polea A2 son más comunes en escaladores involucrados en un mayor grado de dificultad (Bollen, 1990). Esto puede ser debido a que con el incremento de la dificultad el agarre en arqueo será más habitual. Como ya se ha mencionado previamente, este tipo de agarre hace que las estructuras previamente mencionadas se encuentren soportando un mayor estrés, concretamente la polea A2. Esto puede llevar a ésta se rasgue parcial o totalmente, probablemente debido a la acumulación constante de sobrecargas en esa precisa estructura.



Curiosamente, en escaladores de élite, lesiones como la tendinitis o epifisiolisis han sido también descartadas como comunes (Schlegel et al., 2002). La epifisiolisis es un trastorno del cartílago del crecimiento (Suárez, Álvarez, Gutiérrez, Fernández y Mora, 1989), por lo cual, este tipo de lesión afectará principalmente a deportistas en etapas de desarrollo.

No obstante, las incidencias sugeridas anteriormente pueden ser debidas a una adaptación de los tejidos, que se produce como adaptación fisiológica al entrenamiento de escalada (Schlegel et al., 2002).

### **9.1.6 Fuerza de agarre**

La fuerza de agarre es considerada como un factor intrínseco por Wollings et al. (2015), ya que según estos autores algunos estudios han encontrado una correlación significativa entre este factor y el riesgo de lesión ( $p < 0.05$ ).

De todas formas, estos resultados varían depende de los estudios puesto que en el estudio de Schlegel et al. (2002), por ejemplo, se afirma una relación poco significativa ( $p > 0.05$ ) entre los ya mencionados aspectos.

## **9.2. Factores extrínsecos**

### **9.2.1. Modalidad de escalada**

El grado de incidencia varía según la modalidad de escalada practicada (Schöffl et al., 2010; Josephsen et al., 2007; Nelson y McKenzie, 2009; Lack, Sheets, Entin y Christenson 2012; Paige, Fiore y Houston, 1998; Hosaini et al., 2013; Wright et al., 2001; Schad, 2000).

En proporción el número de lesiones ocurridas en cada modalidad es mayor en la escalada en bloque que en la escalada de primero o en “top rope”; ésta última tendrá incluso menor índice de incidencia que el resto (Schöffl et al., 2013).

De acuerdo con la revisión realizada por Wollings et al. (2015) el riesgo de lesión escalando de primero es de 0.29 lesiones por cada 1000 horas de práctica, mientras que en la escalada en bloque es de 1.47 por cada 1000 horas.

En cuanto a la escalada tradicional, se puede decir, basándonos en los resultados obtenidos por Paige et al. (1998), que aproximadamente el 50% de

escaladores que practican esta modalidad ha sufrido o sufrirá en un futuro alguna lesión.

En lo referente a la escalada en hielo, las caídas en esta modalidad suelen ser por lo general más largas que en la roca y suelen tener un índice de fatalidad mayor (Schöffl et al., 2013). Sin embargo, no ha habido estudios que comparen el índice de accidentes o lesiones en esta modalidad con las modalidades restantes. Únicamente se pueden tomar como referencia los resultados obtenidos por Marsigny, Lecoq-Jammes y Cauchy (1999), en los que se estima que aproximadamente el 90% de los accidentes son de una severidad moderada o grave, teniendo en cuenta que un 7% de los rescatados habían muerto para cuando el rescate se había efectuado. Aunque hay que tener en cuenta que el tema en el que se centran estos autores es la alta montaña y no la escalada en hielo en particular. Por lo cual esta información no es del todo concisa a la hora de confirmar las incidencias en la escalada en hielo.

Otro estudio realizado por Schöffl, Schöffl, Schwarz, Henning y Küpper (2009), arroja un poco de luz sobre este tema. De acuerdo con sus resultados las lesiones en la escalada en hielo se dan en un 76,9% en mujeres y un 58,7% en hombres. Es importante mencionar que la experiencia en la práctica no parece estar relacionada con el número de lesiones, puesto que las mayores cifras se encuentran en practicantes de entre 6 y 10 años de práctica. Esta información coloca a la escalada en hielo como la modalidad más peligrosa en comparación con la escalada tradicional, la escalada de primero y en top rope y la escalada en bloque.

Es interesante mencionar que dependiendo de la modalidad, la ubicación de las lesiones varía. Así, una mayor incidencia en lesiones del tren inferior se da en la escalada en bloque (Josephsen et al., 2007) mientras que en la escalada tradicional y la escalada de primero las lesiones se localizan principalmente en las articulaciones del tren superior (Paige et al., 1998). Probablemente este hecho sea debido a que en la modalidad de bloque no hay posibilidad de dinamizar una caída como la hay en la escalada de primero. Por lo tanto, en este tipo de escalada todas

las caídas acabarán en el suelo sobre un crash pad<sup>12</sup>. Por ello, es posible que una mala caída tenga como consecuencia lesiones del tobillo, pie o rodilla.

En cuanto a lo que la escalada en top rope se refiere, no se han encontrado documentos que comparen la incidencia de lesiones ni que traten sobre las mismas en la susodicha modalidad.

### **9.2.2 Tiempo escalando**

Con el tiempo escalando nos referiremos al tiempo que se ha utilizado en total en un periodo de tiempo limitado para escalar. Por ejemplo, el tiempo utilizado para completar una vía larga o la cantidad de horas que se han utilizado para entrenar en total en una semana. Así pues, también se hace alusión a la cantidad de entrenamientos realizados por semana.

De acuerdo con un estudio realizado por Lion, Van der Zwaard, Remillieux, Perrin y Buatois (2015), el hecho de realizar entrenamientos más de dos veces a la semana incrementa el riesgo de lesión significativamente. Según estos autores, la causa de ello es debido a que no hay suficiente tiempo para la adaptación de los tendones entre sesión y sesión, lo cual provoca que los microtraumas inducidos por el entrenamiento se agraven, aumentando significativamente el riesgo de lesión. Por lo cual, se podrían considerar este tipo de lesiones como lesiones por sobreuso.

Estudios como el realizado por Rohrbough et al. (1999) han descubierto un alto índice de lesiones debido a esta causa. El número de lesiones registrado era considerablemente mayor en la mano, dado que estas son las que mayor participación adquieren en la escalada.

Sin embargo, es necesario mencionar que este estudio tomó como muestra a escaladores de élite y a diferencia de Lion et al. (2015) no tuvo en cuenta la cantidad de días de entrenamiento por semana. Esta falta de información deja en evidencia los resultados de este estudio, puesto que les hubiese otorgado una mayor exactitud. Además, no se diferenció entre modalidades de escalada, lo cual también empaña ligeramente los resultados.

A medida que el tamaño de los agarres se va reduciendo es más común el uso del agarre en arqueo. Este tipo de agarre también es utilizado con mayor

---

<sup>12</sup> Crashpad: Ver Addendum: **1. Material**.

frecuencia a medida que la fatiga aumenta. Dado que en vías más largas el número de movimientos a realizar será mayor, esto implicará un aumento consecuente en la sensación de fatiga, trayendo como consecuencia un acrecentamiento en el uso del tipo de agarre en arqueo.

Como han afirmado múltiples autores, el tipo de agarre previamente señalado está directamente relacionado con un aumento en el índice de lesiones en las poleas de los dedos (Bollen, 1990; Kubiak, Klugman y Bosco, 2006; Schöffl, Oppelt, Jüngert, Schweizer, Neuhuber y Schöffl, 2009; Logan, Makwana, Mason y Dias, 2004; Schöffl, Hochlolzer, Winkelmann y Streeker, 2003). Consecuentemente, se podría decir que el tiempo que se tarda escalando una vía tiene relación con el aumento de lesiones, puesto que al ocurrir un aumento en la fatiga, el agarre en arqueo será más utilizado, aumentando así la posibilidad de lesión.

### **9.2.3. Intensidad de la escalada**

Como ya se ha mencionado anteriormente, a medida que la dificultad se incrementa el tamaño del agarre tanto para pies como para manos se reducirá, trayendo como consecuencia un aumento en el uso del agarre en arqueo.

Según afirman autores como Paige et al. (1998): “el riesgo de lesión parece especialmente elevado en niveles altos de dificultad”. Sin embargo, otros estudios como el llevado a cabo por (Bollen, 1988), encontraron una correlación negativa entre la dificultad de escalada y el índice de lesiones. Estos resultados pueden ser debidos al año en el que se realizó el susodicho estudio. En aquella época la escalada todavía no había alcanzado el nivel en el que se encuentra actualmente, por lo que, al no haber escaladores que se encontraban en dificultades tan altas como ahora, es probable que el índice de lesiones no tuviese la misma relación con el nivel de dificultad como lo tiene hoy en día.

Así pues, estudios más actuales como el llevado a cabo por Pieber et al. (2012) o Logan et al. (2014) confirmaron la relación entre el nivel de dificultad y el aumento en el riesgo de lesión. Por lo tanto se podría concluir este punto diciendo que el nivel de dificultad está relacionado con el riesgo de lesión.

#### **9.2.4. “Indoors” vs “Outdoors”**

Se han encontrado pocos estudios que comparen el riesgo de lesión entre la escalada “indoors” y “outdoors”. Según los resultados obtenidos en el estudio realizado por Josephsen et al. (2007), el porcentaje de lesiones varía según la parte del cuerpo. Así pues, se encontraron más lesiones outdoors que indoors en lo que se refiere a lesiones de dedos (61% vs 27%) y las lesiones provocadas por un mal “porteo”<sup>13</sup>.

Por otro lado se encontró que las lesiones de hombros, codos, tobillos, pies y las lesiones provocadas por caídas eran mayores en la modalidad indoors que en outdoors. La diferencia encontrada en las lesiones de codos no fue muy grande (26% outdoors y 27% indoors). Sin embargo, las diferencias entre los demás factores analizados sí que fueron mayores (fig. 8).

Por lo tanto, según este estudio se podría concluir que el riesgo de lesión es mayor escalando en gimnasios que en la naturaleza. Sin embargo, hay que destacar que este estudio centró su foco de atención en la modalidad de bloque, por lo que sus resultados no son aplicables a otras modalidades

Estudios como el de Schöffl, Popp, Küpper y Schöffl (2015) confirman resultados distintos, afirmando que las lesiones outdoors son más frecuentes y más severas que las de indoors. Aunque, este estudio habla sobre la escalada alpina, en donde el riesgo de incidencia es mayor que en modalidades como la escalada deportiva.

---

<sup>13</sup> Porteo: Ver Addendum: **2. Integrantes**.

Injury	No. of Injuries, n (%)					
	Outdoors (n = 31 respondents)		Indoors (n = 22 respondents)		Rate Difference (95% CL)*	
	Climbing	Falling	Climbing	Falling	Climbing	Falling
Any injury	25 (81)	7 (23)	17 (77)	11 (50)	-26, 19	2, 53
Any axial injury	0	0	2 (1)	3 (14)	-3, 21	-1, 28
Head	...	0	...	1	...	-5, 13
Spine	0	0	2 (1)	2 (9)	-3, 21	-3, 22
Rib	...	...	...	...	...	...
Any upper extremity injury	25 (80)	2 (6)	16 (72)	2 (10)	-31, 15	-12, 17
Shoulder	8 (26)	0	8 (36)	1 (5)	-15, 36	-5, 13
Arm	5 (16)	0	2 (1)	1 (5)	-25, 11	-5, 13
Elbow	8 (26)	1 (3)	6 (27)	1 (5)	-23, 27	-10, 12
Forearm	6 (19)	1 (3)	1 (5)	0	-31, 2	-10, 3
Wrist	4 (13)	2 (66)	7 (32)	0	-4, 42	-15, 2
Hand	4 (13)	1 (3)	3 (14)	1 (5)	-18, 19	-10, 12
Finger	19 (61)	1 (3)	6 (27)	0	-60, -9	-10, 3
Any lower extremity injury	6 (19)	7 (23)	5 (23)	9 (41)	-19, 26	-7, 44
Hip	3 (10)	1 (3)	0	0	-20, 1	-10, 3
Knee	4 (13)	1 (3)	4 (18)	1 (5)	-15, 25	-10, 12
Ankle	1 (3)	4 (13)	1 (5)	7 (32)	-10, 12	-4, 42
Foot	...	2 (6)	...	2 (10)	...	-12, 17

**Fig. 8.** Comparación de índice de lesiones entre escalada indoors y outdoors en distintas partes del cuerpo (Josephsen et al., 2007).

Investigaciones como la llevada a cabo por Wright et al. (2001), concluyeron que aproximadamente un 44% de lesiones son producidas en escaladores que practican este deporte en gimnasios. Este estudio comparó las modalidades de Boulder y escalada con cuerda (de primero y top rope), por lo que ofrece unos resultados fiables en cuanto al índice de lesiones indoor, ya que cubre todas las modalidades practicadas en los centros de escalada indoor.

Paige et al. (1998) reportaron un total del 63% de incidencias en modalidades de escalada deportiva y en escalada tradicional -outdoors-. Comparando los dos artículos mencionados previamente, sería razonable pensar que la escalada outdoors es más peligrosa que indoors, en contraste con lo afirmado por Josephsen et al. (2007).

Sin embargo, como ya se ha comentado anteriormente, la escalada tradicional es una de las modalidades más peligrosas de escalada y dado que, la modalidad de bloque no se tuvo en cuenta como variable, estos resultados no sirven para comparar el índice de riesgo de ambos tipos de escalada -indoors y outdoors-.

Por tanto, se puede considerar que esta todavía es un área en la que se necesitan más investigaciones que comparen los riesgos outdoors e indoors de acuerdo con las distintas modalidades.

### **9.2.5. Estación del año**

La estación del año en la que se escala es un factor que afecta al riesgo de lesión sobre todo en lo concerniente a la escalada en la naturaleza. Esto es debido a que, la escalada en centros deportivos ofrece un entorno estandarizado, que no se ve afectado por factores como la humedad, los agarres mojados, etc.

Así pues, Bowie et al. (1988) reportaron que un mayor índice de accidentes sucede en primavera en comparación con los ocurridos en verano y otoño. Marsigny et al. (1999) también informaron de un alto índice de rescates realizados en alta montaña durante la estación de invierno.

Curiosamente, no se han encontrado artículos que comparen el índice de lesiones durante las distintas estaciones del año. Por lo tanto, se podría concluir diciendo que esta es un área prácticamente virgen en lo que a investigaciones se refiere, pero que probablemente esté relacionada con la probabilidad de sufrir alguna lesión en la práctica de escalada.

### **9.2.6. Material utilizado**

El desarrollo de la seguridad en materiales como la cuerda, el arnés, instrumentos de asegurar y anclajes han hecho de la escalada un deporte más seguro relevando al pasado afirmaciones como “el escalador nunca se cae”, motivadas por el inminente riesgo mortal que las caídas implicaban (Schad, 2000; Rooks et al., 1995).

Por estas razones, el estado del material está estrictamente relacionado con el índice de accidentes en la escalada, puesto que un material en un estado defectuoso es propenso a fallar al detener una caída, provocando posibles lesiones de gravedad o incluso la muerte del escalador.

Estudios como el de Bowie et al. (1988) han analizado los mortales efectos de una caída cuando el material falla. Es necesario mencionar que este tipo de accidentes son más comunes en la escalada tradicional o en modalidades donde el material ha de ser colocado por el propio escalador. En la escalada deportiva, por

ejemplo, los anclajes estarán previamente anclados a la pared por un equipador, de una forma que será difícil que fallen ante una caída a no ser que se encuentren en un estado defectuoso –por ejemplo, oxidados-. Esto permitirá que las consecuencias de una caída en esta modalidad sean menos serias que en las que los anclajes han de ser posicionados por los propios escaladores a medida que realizan la ascensión (Llewellyn, Sanchez y Asghar, 2008).

Interesantemente, en las modalidades en las que los anclajes han de ser posicionados, el mayor riesgo no se encuentra cuanto más alto esté el escalador, sino al principio de la vía. De acuerdo con Wyatt, McNaughton y Grant (1996), para los escaladores tradicionales británicos es común el no poner ningún anclaje en los primeros 6 metros de escalada, por lo que las caídas desde esta altura podrían resultar en lesiones considerablemente severas, puesto que una caída implicaría un impacto directo contra el suelo. Según ellos, el principal problema es que la conceptualización del riesgo queda distorsionada, puesto que estos son los primeros metros de escalada y el escalador se siente relativamente seguro. Sin embargo, a medida que el escalador asciende, este riesgo se reduce, y debido a la protección colocada por el escalador, la probabilidad de golpear el suelo tras una caída es considerablemente menor.

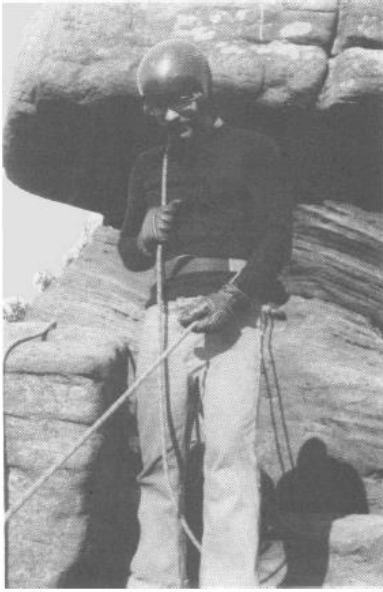
En la modalidad de bloque, al no realizarse a gran altura, el escalador no corre el mismo peligro de muerte ante una caída que en las modalidades previamente mencionadas (Carranza, 2013). Autores como Josephsen et al. (2007) no encontraron ninguna relación entre las lesiones sufridas por caídas y la calidad de los crash pads. Por lo tanto, se podría deducir, que a diferencia de otras modalidades, la calidad del material no será de gran relevancia a la hora de prevenir lesiones.

### **9.2.7. Factores de riesgo del asegurador**

A pesar de que la mayoría de factores de riesgo se centran en el escalador, el asegurador también está en peligro de sufrir algún tipo de lesión mientras el escalador está desempeñando su tarea.



Según una publicación de Butlin (1985), la mayoría de estas lesiones son quemaduras, fracturas y dislocaciones. Sin embargo hay que tener en cuenta, que este tipo de lesiones son debidas a técnicas de aseguramiento relativamente antiguas. En este tipo de técnicas el cuerpo del asegurador era usado como una polea fija; el asegurador pasaba la cuerda del escalador por su espalda, de manera que, en el supuesto caso de que una caída ocurriese, el cuerpo de éste frenase la cuerda mediante la fricción provocada entre ésta y el cuerpo del asegurador (Fig. 9).



**Fig. 9.** Técnica de aseguramiento antigua en la que el asegurador pasaba la cuerda por su espalda y se aprovechaba de la fricción provocada por su cuerpo para frenar la posible caída del escalador (Butlin, 1985)

De todas maneras con el paso del tiempo este tipo de técnicas han quedado relevadas al pasado, ya que con el desarrollo de la tecnología en este deporte nuevas herramientas fueron saliendo a la luz, convirtiendo así este tipo de lesiones del asegurador en cosa del pasado.

Aun así, hay que tener en cuenta que un mal uso de la tecnología actual puede todavía llevar a sufrir lesiones como las quemaduras por el roce de la cuerda.

Por otro lado, un riesgo común del presente es el riesgo de caída de alguna piedra de la pared, que el escalador ha hecho caer al apoyarse en ella o agarrarla. Esta, al caer sobre el asegurador puede provocarle alguna lesión o en algunas ocasiones, incluso la muerte (Montalbetti y Chamarro , 2010). Este tipo de sucesos son más probables en escaladas de varios largos, puesto que al ser las vías más largas el número de rocas sueltas aumenta. También es más probable en vías que no hayan sido escaladas por mucha gente o recién equipadas, ya que, al no haberse escalado mucho cabe la posibilidad de que algún agarre de la vía no sea lo suficientemente resistente para aguantar el peso del escalador y éste ante él.

### **9.2.8. Las caídas**

Diversos estudios han demostrado la relación entre las caídas en escalada y la posibilidad de sufrir una lesión (Terry, 2016; Warner, 2014; Wyatt et al., 1996; Rooks et al., 1995; Paige et al., 1998; Nelson y McKenzie, 2009; Schöffl et al., 2013). De todas maneras, estos estudios se han dedicado a describir las consecuencias

tras la caída sin ahondar mucho en detalles. Por ejemplo, Schöffl et al. (2013), mencionaron las posibles lesiones en los pies tras sufrir una caída, al chocar contra la pared o tras una caída larga. Otros, por otro lado hablan de las posibles caídas de distintas modalidades de escalada (Paige et al., 1998; Rooks et al., 1995).

Por el contrario, uno de los estudios que profundiza en las consecuencias de las caídas en escalada es un artículo realizado por Schöffl y Küpper (2008). De acuerdo con estos autores hay 3 formas de que el escalador se enrede con la cuerda en una caída y las consecuencias sean graves:

1.-El escalador sufre una caída y como acto reflejo agarra la cuerda. De esta manera el escalador puede sufrir severas quemaduras en la mano, quedarse atascado a la cinta exprés (fig 10.) o deschapar<sup>14</sup> la cinta anterior, provocando lesiones aún más severas como enrollársele la cuerda a la mano o dedos, provocando la posible avulsión o amputación de éstos.



**Fig. 10.** El escalador se ha aferrado al mosquetón de la cinta exprés durante la caída, provocando que ésta se le clave en la mano (Schöffl y Küpper, 2008).

2.- Durante una caída larga el escalador agarra la cuerda por encima del nudo del 8. Debido al “loop” de cuerda provocado con la caída, la cuerda puede enrollarse en los dedos o mano del escalador provocando, que cuando ésta se tense al terminar la caída, la posible amputación por avulsión de éstos.

3.- Tras una caída el escalador intentará volver a acercarse a la pared. En ese intento puede que su mano se atasque con el mosquetón de la cinta exprés, provocando posibles lesiones.

Según estos autores, un escalador que escala una media de 3 o 4 días a la semana puede llegar a tener un equivalente de 5 caídas por día. Por lo cual, el riesgo de sufrir una de las lesiones mencionadas anteriormente es un riesgo a considerar, puesto que el número de caídas es considerablemente alto, y cuanto mayor sea éste, mayor será la probabilidad de sufrir una lesión

<sup>14</sup> Deschapar: Ver Addendum: **3. Vocabulario Técnico.**

### **9.2.9. Consumo de drogas o alcohol**

A pesar de que este hecho ha sido señalado como un factor de riesgo por Wollings et al. (2015), no se han encontrado muchas referencias que indiquen su incidencia. Hasler et al. (2011) no encontraron ninguna diferencia significativa que relacionase el índice de lesiones con el consumo de drogas.

Asimismo, de los 220 escaladores tratados que analizaron Bowie et al. (1988) solo uno reportó la incidencia tras el consumo de drogas o alcohol. Por lo cual en vista de la información disponible se podría concluir que el consumo de drogas o alcohol no afecta al índice de lesiones. Sin embargo se necesitan más investigaciones en este ámbito para poder confirmar con total certeza dicha afirmación.

### **10. Cuadro de lesiones**

<b><u>LESIONES</u></b>	<b><u>NÚMERO DE ARTICULOS</u></b>
Cabeza	12
Cuello	7
Brazos	18
Manos	33
Dedos	49
Abdomen	4
Espalda	17
Cadera	6
Piernas	20
Tobillos	25
Pies	16
Hombros	16
Otros	5
Total	62

**Tabla 1.** Número de artículos que hablan de distintos tipos de lesiones.

En la tabla 1 se muestran el número total de artículos que se han revisado sobre los distintos tipos de lesiones. En el campo “brazos” se han tenido en cuenta todas las lesiones que abarcan desde la muñeca hasta la articulación del hombro (comienzo del húmero).

Por otro lado, en “manos” se ha tenido en cuenta las lesiones en todas las estructuras que iban desde la muñeca hasta las falanges de los dedos. En cuanto al campo “piernas” se ha incluido todo tipo de lesión desde el principio del fémur hasta la cabeza distal de la tibia y el peroné.

Se han encontrado un total de 62 documentos que hablasen sobre lesiones de escalada. Además, es destacable que la mayoría de artículos publicados sobre lesiones de escalada hablan de lesiones en los dedos, concretamente de las poleas de los dedos. Es más, un total de un 79% de los artículos encontrados hablaban sobre lesiones de dedos en escaladores. Esto es entendible, puesto que los dedos son la parte más comprometida del cuerpo en la escalada, ya que el escalador debe soportar gran parte de su peso corporal en éstos mientras se encuentra en la pared.

Por lo tanto, se podría decir que los resultados obtenidos en la búsqueda respaldan lo establecido por distintos autores sobre el hecho de que las lesiones en los dedos son las lesiones más comunes en escalada (Schöffl et al., 2010; Schöffl, Einwag, Strecker, Hennig y Schöffl, 2007; Logan et al., 2004; Vigoroux, Quaine, Labarre-Vila y Moutet, 2008; Folkl, 2013; Wright et al., 2001; Schöffl et al., 2015; Parellada, Balkissoon, Hayes y Conway, 1996; Schweizer, 2001; Shea et al., 1992; Rohrbough et al., 1999; Koukoubis, Cooper, Glisson, Seaber y Feagin, 1995).

Este tipo de lesiones están relacionadas principalmente con la acción de escalar, sin embargo artículos como el de Schöffl y Küpper (2008) también indicaron lesiones por caídas en la mano y los dedos, que tenían relación con la cuerda. Siguiendo esta tónica, otros autores hablan incluso de amputaciones completas de dedos provocadas por la cuerda (Jakubietz, Jakubietz y Gruenert, 2006).

Sin embargo, no todos los artículos encontrados sobre lesiones de mano hablaban sobre caídas y lesiones durante la escalada. Precisamente, un artículo publicado por Logan et al. (2005) habla de la posibilidad de sufrir la enfermedad de

Dupuytren<sup>15</sup> debido a la práctica de la escalada. Su conclusión es que la escalada aumenta el riesgo de sufrir la susodicha enfermedad, aunque, al tener una muestra mayormente formada por hombres, no se pudo afirmar esta incidencia en mujeres.

Debido a las caídas el número de lesiones por impacto en el pie o en los tobillos también parecen ser comunes (Schöffl et al., 2013; Nelson y McKenzie, 2009; Bowie et al., 1998; Schweizer, Bircher, Kaelin y Ochsner, 2005). Aunque, también hay evidencias de que las lesiones en estas partes pueden ser debidas al tipo de calzado (Van der Putten y Snijders, 2001; Peters, 2001; Killian, Nishimoto y Page, 1998; McHenry, Arnold, Wang y Abboud, 2015).

En modalidades como el bloque las lesiones en los tobillos o pies son provocadas por el hecho de que en todas las caídas se golpea el suelo, con lo que, el riesgo y el espectro de lesión en la articulación del pie y del tobillo se amplía (Josephsen et al., 2007; Heid, Popp y Schöffl, 2013). De acuerdo con Schöffl et al. (2013), la mayoría de lesiones en el pie son contusiones, fracturas de calcáneo, fracturas de astrágalo, fracturas de tobillo y esguince de tobillo con lesión en los ligamentos laterales. Por lo tanto, estos tipos de lesiones pueden ser provocadas bien por una caída escalando en modalidades con cuerda o en la modalidad de bloque.

En cuanto a las lesiones en las piernas, parece ser que los ligamentos de las rodillas son los más afectados y por consecuencia los que mayor riesgo de lesión tienen durante la práctica de este deporte. Precisamente, los ligamentos colaterales, el menisco lateral, los ligamentos posteriores cruzados, el tendón poplíteo, la cápsula del ligamento dorsal, el tracto ileotibial y los tendones de los isquiotibiales son las estructuras con más riesgo de lesión en gestos técnicos de escalada (Schöffl, Lutter y Popp, 2016).

Las lesiones en la espalda también parecen ser considerablemente frecuentes. Estas pueden ser provocadas por caídas largas en vías largas (Bowie et al., 1988) o incluso por caídas no tan largas en vías de escalada deportiva (Schöffl et al., 2015; Wright et al., 2001; Maitland, 1992; Limb, 1995).

---

<sup>15</sup> Enfermedad de Dupuytren: Ver Addendum: **6. Enfermedades**.

Patologías como la denominada en inglés “clay shoveler’s fracture”<sup>16</sup> también ha sido relacionada con la práctica de la escalada (Kaloostian, Kim, Calabresi, Bydon y Witham, 2013). Según los autores que hicieron esta relación, este tipo de patologías no se han mencionado en ningún otro estudio y apuntan como medida de cara al futuro la importancia del conocimiento de la mecánica de las lesiones de escalada, puesto que normalmente la gente que se debería ocupar de este tipo de lesiones (como los neurólogos, por ejemplo), raramente trata lesiones de este tipo provocadas por la escalada. Esto puede ser debido a que la escalada aún es un deporte por desarrollar, ya que, a diferencia de deportes como el fútbol o el baloncesto, la escalada empezó a despegar prácticamente a finales de los años 80.

En cuanto a lesiones de las rodillas, esta cuestión no ha sido ampliamente investigada, por lo que no se han podido encontrar muchas referencias específicas en cuanto a ella. De acuerdo con Schöffl et al. (2016), las lesiones de rodilla tienen una estricta relación con el gesto del taloneo, el cual es bastante común en la escalada. Probablemente sea por ello por lo que este tipo de lesiones se den más en modalidades como el bloque, en las que este gesto suele ser más agresivo que en modalidades de cuerda.

Algunos autores han documentado incluso la incidencia de ataques cardiacos en escaladores, durante la práctica de escalada (Lack et al., 2012). Sin embargo, no reporta ningún detalle que ayude a concretar el porqué de este suceso, ya que la incidencia que encuentra es de un 1%. Por lo cual en vista de los resultados y de la falta de detalle se podría deducir que la escalada no fue el principal causante de ese episodio.

Otros autores como Peters (2001), reportaron lesiones relacionadas con el sistema nervioso debido a la práctica de la escalada. Según sus resultados, este tipo de lesiones no se dan en gran medida, pero sin duda son algo a tener en cuenta especialmente a la hora de diagnosticarlas y tratarlas. El conocimiento de este tipo de lesiones puede suponer la diferencia entre un buen diagnóstico y un diagnóstico deficiente.

Por último es necesario decir que un gran número de los estudios realizados acerca de las lesiones en escalada se centra en escaladores de élite (Schöffl et al.,

---

<sup>16</sup> Clay shoveler’s fracture: Ver Addendum: **7. Lesiones**

2013; Hosaini et al., 2013; Schöffl y Kurepper, 2006; Bollen y Gunson, 1998; Schlegel et al., 2002). Esto es comprensible, ya que la escalada en competición es una modalidad en auge y es necesario un conocimiento sobre las lesiones correspondientes a esta modalidad.

Curiosamente, ambos estudios presentados por Schöffl Kurepper (2006) y Schöffl et al.(2013) no mencionan la incidencia de lesiones de dedos durante las competiciones reportadas -IFSC copa del mundo 2005 y 2012-. Únicamente hacen alusión a lesiones del tren inferior y de espalda. A su vez, Hosaini et al. (2013), tampoco comenta incidencias de este tipo de lesiones. Esto puede ser debido al mayor nivel de preparación de los escaladores actuales, ya que estos estudios son más modernos que los demás mencionados. Por lo cual, estos estudios dejan por resolver la cuestión de si una preparación de élite conlleva un menor índice de lesión de polea durante escaladas de muy alta intensidad.

## **11. Mecanismos de lesión**

Una vez analizado el cuadro de lesiones, siguiendo con lo estipulado por Parkkari et al. (2001) es oportuno realizar un análisis de los posibles mecanismos de lesión. Esto proveerá al entrenador con un área sobre la que trabajar, puesto que se sabrá que aspectos tratar con mayor ímpetu.

Con el objetivo de facilitar la comprensión, este apartado estará dividido en dos puntos principales: mecanismos de lesión según el tipo de agarre y según el gesto técnico. Esto es debido a que, ambos aspectos tienen características que los hacen estar ligados a un mayor riesgo de lesión. Por ello, estos matices han sido analizados con el fin de dar una explicación clara y concisa sobre ellos.

### **11.1. Según el tipo de agarre**

#### **11.1.1. Agarre en arqueo**

Teniendo en cuenta la afirmación de Schöffl et al. (2009), “en la posición de arqueo, el ligamento proximal interfalángico (LPI) se flexiona  $90^{\circ}$  o más y el ligamento distal interfalángico (LDI) está hiperextendido. La alta tensión creada por el FDP y el FDS, sumada a la acentuada flexión de los ligamentos, conlleva una alta tensión en el sistema de poleas anulares, provocando rupturas en éstas como consecuencia”.

Otros autores como Klauser, Bodner, Frauscher, Gabl y Nedden. (1999) también apuntan a que el agarre en arqueo conlleva que una mayor tensión recaiga sobre los LPI y el sistema de poleas de los dedos, causando un alto índice de lesiones en estos. De acuerdo con un estudio realizado por Schweizer (2001), la tensión que recae sobre la polea durante el arqueo es 20 veces mayor que durante el agarre en extensión. Estos resultados pueden ser considerablemente fiables, puesto que los elementos utilizados en este estudio para realizar las mencionadas mediciones fueron específicamente diseñados para ello. De todas maneras, algunos estudios como el de Vigoroux et al. (2006) afirmaron que la fuerza aplicada en la polea A2 es 36 veces mayor que en un agarre en extensión. Esta diferencia puede ser debido a que en el estudio de Vigoroux et al. (2006) se diferenció la tensión entre la polea A2 y A4, obteniendo así un reparto distinto de la tensión en cada una de las poleas.

El mayor índice de lesiones en las poleas de los dedos se encuentra cuando un estrés repentino es aplicado en éstas, como por ejemplo, cuando el escalador “pierde los pies” inesperadamente mientras está arqueando en un agarre o durante un movimiento dinámico a un agarre alejado (Moor, Nagy, Snedeker y Schweizer, 2009). Autores como Schweizer, Frank, Ochsner y Jacob (2003) afirman que ante estas situaciones la fricción entre los flexores de los dedos y las poleas se incrementa, aumentando así la posibilidad de lesión.

Curiosamente, algunos estudios han demostrado que el reparto de fuerza no es equitativo en todos los dedos durante el arqueo. Aunque estos resultados pueden dar lugar a la duda, ya que las conclusiones a las que llegan los autores son distintas. Por un lado, algunos postulan que el mayor peso recae sobre el dedo índice y el anular (Quaine et al., 2003), mientras que otros afirman que lo hace sobre el dedo corazón y el anular (Vigoroux et al., 2008). De todos modos, ambos estudios tienen un denominador común que es el de señalar al dedo anular como uno de los dedos más susceptibles de sufrir una lesión.

Por lo cual se podría concluir diciendo que este tipo de lesiones es provocado principalmente por la fricción entre los músculos flexores y las poleas de los dedos, ya que, durante el agarre en arqueo, la fricción aumentará y las poleas estarán aguantando una mayor tensión.



### **11.1.2 Agarres en extensión**

De acuerdo con Schöffl et al. (2009) la incidencia de lesiones en las poleas no ocurre en el agarre en extensión. Sin embargo, eso no quiere decir que este tipo de agarre esté libre de riesgo, puesto que lesiones como roturas de tendón o tenosinovitis fueron reportadas por este autor.

Por lo tanto, se podría decir que las lesiones de este tipo de agarre están relacionadas en gran parte con la estructura del tendón, en lugar de con las poleas. Esto puede ser debido a que, en este tipo de agarres, la fuerza recae sobre todo en el FDP y el FDS y la fuerza recaída en las poleas se reduce considerablemente (Vigorous et al., 2008; Schweizer, 2011). También la reducción de lesiones de poleas puede ser debida a una menor flexión del LPI y LDI, en comparación con el agarre en arqueo (Martin, Del Campo, Román, Horrillo y Navarrete, 2013).

La posición de extensión no solo comprende el agarre romo. También comprende los agarres de uno y dos dedos -monodedos y bidedos-. Además, estos también están relacionados con las lesiones previamente mencionadas.

Sin embargo, una lesión específica de este tipo de agarres parece ser la lesión en los músculos lumbricales, según lo afirmado por Schweizer (2003). De todas maneras, no se han documentado muchas lesiones de este tipo en el ámbito de la escalada, por lo cual, no se pueden considerar como frecuentes.

## **11.2. Según el gesto técnico**

A pesar de haber un gran número de lesiones en articulaciones como la rodilla (Schöffl et al., 2013; Schöffl y Kurepper 2006; Hosaini et al., 2013), no se han encontrado muchos artículos que analicen lesiones durante los gestos técnicos de escalada. Estos gestos comprenden principalmente el taloneo y la posición de la rana.

### **11.2.1. El taloneo**

De acuerdo con Schöffl et al. (2016) durante el gesto del taloneo el talón es posicionado en el apoyo y se ejerce fuerza en él para levantarse sobre este mediante la flexión de los isquiotibiales. Es durante este gesto donde se ejerce una rotación externa de la rodilla, ejerciendo una gran tensión en las estructuras posteriores y laterales de ésta.

Se podría decir que la fuerza ejercida en las estructuras previamente mencionadas, sumado a la angulación a la que es sometida la rodilla, es lo que causa este tipo de lesiones durante el gesto del taloneo.

### **11.2.2. La posición de la rana**

En esta posición las rodillas estarán completamente flexionadas y con una



**Fig. 11.** Posición de rana (Peters, 2001).

orientación lateral (fig. 11). Según afirma Peters (2001), las lesiones más comunes en este tipo de posición son los desgarros de menisco. Según sus propias palabras “la lesión ocurre cuando el escalador se desplaza desde esta posición. El menisco es puesto bajo presión y sufre en estrés ejercido por la rotación de la rodilla”.

De acuerdo con el autor previamente mencionado, un dolor repentino, acompañado de un bloqueo de la articulación de la rodilla, hinchazón y la imposibilidad de andar o soportar cargas con la pierna lesionada son los síntomas producidos por esta lesión.

### **11.3. Caídas**

Como ya se ha explicado anteriormente, las caídas pueden estar relacionadas tanto con lesiones en articulaciones del tren superior como del tren inferior.

En lo concerniente al tren superior, este tipo de lesiones normalmente son la consecuencia de una interacción con la cuerda o las cintas exprés durante el proceso de caída.

En cuanto a las lesiones de las articulaciones del tren inferior se refiere, es necesario decir que varían según la modalidad de escalada. Así, en escalada deportiva las lesiones suelen ocurrir porque el escalador golpea la pared tras caer, haciéndolo con las rodillas en extensión (Peters, 2001). Es necesario mencionar el escalador ha de ir de primero o “leading” para que se den este tipo de sucesos. Al caer, la tensión de la cuerda empuja al escalador hacia la pared, causando la colisión contra esta con una mayor fuerza (Schöffl et al., 2013). Esto provoca

lesiones por dorsiflexión y/o flexión plantar (Peters, 2001). Autores como Schöffl et al. (2013) apuntan a lesiones como contusiones, fracturas compuestas, fracturas de tibia, calcáneo y tobillo, o desgarros en los ligamentos del tobillo tras este tipo de sucesos.

Las lesiones en la espalda también parecen darse en caídas de escalada. Concretamente, Hohlieder, Lutz, Schubert, Eschertzhuber y Mair (2007) reportaron que un 7% de los sujetos presentaron algún tipo de incidencia. La incidencia parece estar relacionada con el contacto con la roca tras la caída y se localizaba principalmente en la zona toracolumbar. Además, autores como Kaloostian et al. (2013) también hablan sobre la existencia de este tipo de lesiones apoyando la idea de que las lesiones por caídas en esta zona se centran en la zona lumbar.

En la modalidad de bloque, por el contrario, el escalador caerá al suelo, que estará cubierto por el crash pad. En este caso, las lesiones estarán producidas debido a que el pie se encontrará en una posición de supinación forzada, provocada por el reducido tamaño del pie de gato, y por ello, ante la repentina posibilidad de una caída, las lesiones como esguinces de tobillo aumentan (Peters, 2001).

El mecanismo de lesión de esta articulación es diferente indoors. De acuerdo con Schöffl et al. (2013) el típico mecanismo de lesión indoor es una caída en la colchoneta y que el pie se quede atascado entre dos colchonetas. La caída puede provocar una rotación del cuerpo, causando desgarros parciales o completos en los ligamentos tanto de la rodilla como del tobillo.

#### **11.4. Según el calzado**

La razón de llevar un calzado apretado es justificada por escaladores que relacionan esto con un aumento en el rendimiento. Autores como Schöffl et al. (2013) justifican esto diciendo que esto facilita el apoyarse en salientes con mayor precisión y mejor contacto.

Sin embargo, este hecho está relacionado con desórdenes en del arco plantar (Wlodarczyk, Bieć, Sipk, Boerner y Jasińsk, 2008), dolor severo (van der Putten y Snijders, 2001), hematomas, infecciones o deformidades del hallux valgus (McHenry et al., 2015). Mediante este tipo de tallajes reducidos, el calzado fuerza al pie del

escalador a adaptarse, lo cual también provoca cambios en la biomecánica del pie (Schöffl et al., 2013).

## **12. Medidas preventivas**

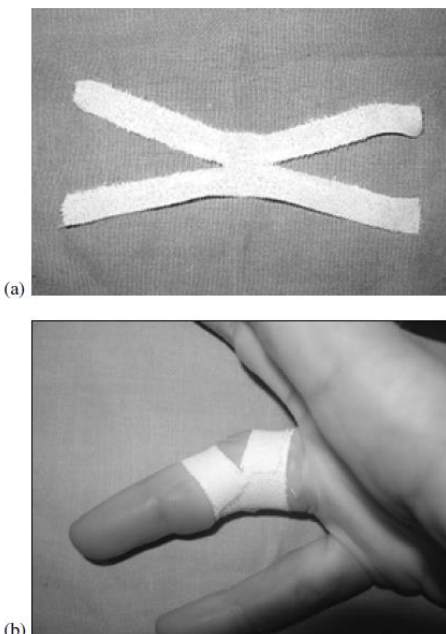
### **12.1. Vendaje de dedos**

Una vez analizados los tipos de lesiones, es de suma importancia conocer los tipos de medidas preventivas disponibles para evitar las susodichas lesiones. La combinación de estas medidas junto con un conocimiento adecuado de los mecanismos de lesión puede llegar a reducir el riesgo de incidencia considerablemente. De esta manera, ciertos comportamientos serán evitados además de que se tomarán las medidas necesarias en caso de molestia para no agravar más el daño.

Es considerablemente común entre los escaladores el uso de esparadrapo cuando se tiene una lesión en los dedos. Sin embargo, esta medida de prevención no es característica de la escalada, ya que también se puede ver en deportes como atletismo o deportes de equipo, por ejemplo.

La función del vendaje es principalmente la de proteger una lesión existente, para que esta no se agrave, promoviendo un mejor proceso de curación. Esto se consigue mediante la restricción de la movilidad de la articulación (parcial o completa) (Bandyopadhyay y Mahapatra, 2012).

De todas maneras, existen controversias en cuanto a la efectividad de los vendajes para la prevención de lesiones en la escalada. Estudios como el de Schweizer (2001) demostraron que el vendaje circular (vendaje que rodea la falange dañada) es más efectivo si es utilizado en la parte distal de la falange proximal, absorbiendo un total de un 12% del estrés que recae sobre la polea. En vista de los resultados, este autor concluyó diciendo que el vendaje inefectivo a la hora de prevenir lesiones. Esta idea es



**Fig. 12.** Vendaje en H antes de ser aplicado (a) y después de ser aplicado (Schöffl et al., 2007).

respaldada por autores como Warme y Brooks (2000) que afirman que los resultados del esparadrapo pueden ser debido al placebo.

Por otro lado, autores como Rooks et al. (1995) se posicionan a favor del uso del esparadrapo como medida preventiva. De acuerdo con estos autores el uso del esparadrapo ha de ser recomendado para la protección de los ligamentos interfalángicos. Sin embargo, no ofrece ningún detalle ni referencia que respalde su afirmación.

Otros autores como Bollen y Gunson (1990) afirman que el vendaje puede resultar beneficioso a la hora de prevenir el agravio de una lesión. Aunque, es necesario decir que estos autores no afirman nada con total seguridad, a diferencia de Rooks et al. (1995), concluyendo finalmente que se desconoce si el uso del vendaje es efectivo o no.

Otros estudios como el de Schöffl, Einwag, Strecker, Hennig y Schöffl, (2007) probaron que el vendaje sí que es efectivo a la hora de prevenir lesiones en las poleas o empeoramientos de lesiones sufridas previamente en éstas. Es necesario mencionar que estos autores recomendaron el vendaje en forma de "H" (fig. 12), y demostraron que mediante éste el estrés que recae sobre las poleas se reduce considerablemente. Por lo tanto, se podría decir que el hecho de las incongruencias en cuanto a la efectividad del esparadrapo puede ser debido al tipo de vendaje utilizado. Sin embargo, dado el reducido número de estudios en éste ámbito, la necesidad de más investigaciones en éste ámbito queda al descubierto.

En resumen, el principio del vendaje es el reducir el arco que hace el tendón en una posición de arqueo (Schöffl et al., 2007), lo cual provoca una separación del tendón del hueso (Schweizer, 2003) aumentando el estrés en estructuras como las poleas de los dedos. A pesar de ello, las investigaciones que respaldan la efectividad del vendaje como medida profiláctica son limitadas.

## **12.2. Técnica, postura y descanso**

De acuerdo con MacLeod (2015) uno de los errores técnicos más comunes es que se resbalen los pies de su apoyo repentinamente. Esto ha sido relacionado con el aumento de lesiones por varios autores distintos, ya que ante el inesperado resbalón, las estructuras de los dedos experimentan un brusco incremento en la

carga soportada, aumentando el estrés en estructuras como las poleas (Schweizer, 2003; Moor et al., 2009; Bollen, 1990).

Según MacLeod (2015) prevenir que los pies se resbalen requiere una atención constante en los pies y una concienciación de las sensaciones de estos; requiere saber en qué posición se encuentran, si están ejerciendo la presión adecuada sobre el apoyo, etc. Algunos de estos errores son debidos a la colocación errónea del pie en el apoyo. En escaladores *amateurs* es común ver el pie apoyado en el agarre, sobre el arco plantar o con el talón a una altura más baja que los metatarsianos (esto implica que la fricción del pie de gato con el agarre será peor y habrá una alta probabilidad de que el pie se resbale en el momento en el que el escalador se desplace).

Para evitar este tipo de situaciones es necesario apoyar la punta del zapato sobre el agarre. Además de eso, también es necesaria una correcta tensión corporal para que el pie se mantenga en el apoyo, tras desplazar el centro de gravedad al mover las manos. Sobre todo al estar agarrando agarres pequeños con las manos, el cerebro tiende a focalizar la mayor atención en dichos agarres, olvidándose parcialmente de los pies. La solución a esto puede ser la concienciación corporal, es decir, en todo momento tener conciencia tanto de pies como de manos, para así no dejar de hacer fuerza en unos al apretar más en otros.

Sin embargo, hay que tener en cuenta que este fallo no es únicamente del escalador a veces. Debido a la calidad del pie de gato, puede ser que la goma no ofrezca una buena adherencia, complicando el mantener los pies en malos apoyos.

Otro factor técnico descrito por MacLeod tiene que ver con el tipo de movimientos. De acuerdo con este autor, los movimientos dinámicos son menos lesivos que los estáticos. Posiciones como el bloqueo aumentan la tensión en el flexor común de los dedos, en el codo, aumentando la posibilidad de sufrir lesiones como epicondilitis medial o codo de golfista.

El rol de las posturas corporales ha sido relacionado con las lesiones por algunos autores (Hennessy y Watson, 1993). De acuerdo con estas investigaciones las malas posturas de espalda son más comunes en individuos lesionados. De acuerdo con MacLeod (2015), esta relación entre postura corporal y lesiones es la

consecuencia de una falta de alineación. Con esto se refiere a tener un reparto equitativo del tono muscular entre músculos agonistas y antagonistas. Según este autor esta alineación se ve afectada por las posturas que adoptamos a lo largo del día y por los gestos deportivos.

Descompensaciones como el acortamiento de los rotadores internos del hombro son comunes en los escaladores. Para evitar este tipo de descompensaciones, MacLeod (2015) propone distintos ejercicios en los que se trabajan los músculos antagonistas, así como una batería de estiramientos, que permitirá evitar el acortamiento de éstos músculos, reduciendo así la posibilidad de lesión.

En palabras de MacLeod (2015) “la inactividad absoluta tras una lesión puede incluso empeorar la situación”. Esto puede ser debido a que tras un periodo prolongado de actividad la pérdida de masa muscular aumenta, por lo cual, la pérdida de rendimiento es mayor.

Por lo cual, ante una lesión aguda o no muy grave, se recomienda la reducción de la intensidad y una adaptación de los protocolos de descanso; esto conllevará a prevenir el agravio de una lesión ya existente.

### **12.3. El calentamiento**

Artículos como el de Warner (2014) hablan de la importancia del calentamiento para la prevención de lesiones. De acuerdo con este autor, el calentamiento ha sido reportado como una de las medidas más eficaces para la prevención de lesiones.

Otros investigadores como Bollen (1988), también relacionaron el calentamiento previo a una sesión de entrenamiento con el riesgo de sufrir una lesión. Según este autor un calentamiento inadecuado está directamente relacionado con el aumento del riesgo de lesión.

Schöffl et al. (2016) recomendaron en su artículo un calentamiento de todas las articulaciones que se utilicen a la hora de escalar, especialmente de los músculos antagonistas como los isquiotibiales, puesto que estos están particularmente involucrados en acciones como el taloneo.

Según MacLeod (2015), el principal efecto del calentamiento es aumentar la temperatura de los músculos que van a ejercitarse. Esto otorga a estas estructuras una mayor flexibilidad y por tanto, menor susceptibilidad a que estos se rasguen ante tensiones altas. Otro de los efectos del calentamiento es el aumento de la concienciación de la posición y el movimiento de las articulaciones. Debido a que, como ya se ha comentado anteriormente, este factor es de gran importancia en cuanto al riesgo de lesión se refiere, el calentamiento adquiere una gran importancia en la prevención de éstas.

La propuesta de MacLeod (2015) de un calentamiento adecuado para un escalador es escalar vías o bloques con dificultad progresiva. Sin embargo, hay que tener en cuenta que su teoría no se apoya en ningún razonamiento científico, sino que hace esa sugerencia basado en el conocimiento empírico de su experiencia como escalador.

#### **12.4. Flexibilidad**



**Fig. 13.** Ejercicios para trabajar la flexibilidad de los isquiotibiales y la movilidad de cadera (Schöffl et al., 2016).

Varias investigaciones han apuntado al acortamiento de los músculos como una de las causas de lesión en la escalada (MacLeod, 2015; Peters, 2001; Schöffl et al., 2016; Paige et al., 1998).

Como ya se ha mencionado anteriormente, según MacLeod (2015) un acortamiento de los músculos está relacionado con la pérdida de asimetría postural, lo cual está estrechamente relacionado con el aumento de las lesiones.

Otros autores como Peters (2001) respaldan esta afirmación apoyándose en argumentos que relacionan el acortamiento del músculo pectoral y problemas de espalda como cifosis o lordosis. En su artículo, Paige et al. (1998) también relacionó la flexibilidad con el índice de lesiones, aunque sin aportar muchos detalles.



Autores como Schöffl et al. (2016) también afirman que un aumento en la flexibilidad es beneficioso a la hora de prevenir lesiones. Según éste autor, la movilidad de músculos como los isquiotibiales es esencial en la escalada, y por tanto una correcta rutina de estiramientos es necesaria (fig. 13). La conclusión final de este autor es que un entrenamiento de flexibilidad ayuda a evitar las lesiones. Sin embargo hay que tener en cuenta que en su artículo se centra en lesiones provocadas por el taloneo. Es por ello que, este artículo resulta significativamente limitado en términos de prevención general.

#### **12.4. Uso de distintos tipos de agarre**

Como ya se ha mencionado en puntos anteriores, ha quedado demostrado que el agarre en arqueo es el tipo de agarre más lesivo en escalada. Sin embargo, hay que tener en cuenta que el uso de cada tipo de agarre vendrá determinado muchas veces por el agarre al que el escalador se tenga que aferrar (MacLeod, 2015). Así, en cantos grandes se utilizará el agarre en extensión debido a la imposibilidad de utilizar el arqueo; mientras que en regletas afiladas y pequeñas habrá más predisposición de usar el agarre en arqueo.

Por lo cual, al conocer que el agarre en arqueo es el agarre más lesivo, parece razonable el educar al escalador en utilizar este agarre cuanto menos posible, apoyándose en el uso de los tipos de agarre restantes.

Según MacLeod (2015), a pesar de que algunos agarres sean más fáciles de agarrar en arqueo, es posible el acostumbrar al cuerpo a no usar este tipo de agarre constantemente a pesar de encontrarnos con el mismo agarre una y otra vez. Por lo cual, parece lógico sugerir que acostumbrar al escalador a usar distintos tipos de agarre puede reducir considerablemente la probabilidad de lesión en éste.

### **13. Entrenamientos preventivos**

Una vez analizado el cuadro de lesiones junto con los mecanismos de lesión y medidas preventivas, es conveniente realizar una investigación sobre los posibles entrenamientos preventivos. Así lo afirma Parkkari et al. (2001), quien tras un conocimiento de los elementos que toman parte en la lesión, la formulación o el planteamiento de métodos para su prevención ha de ser desarrollada.

Es necesario decir que a pesar de que los estudios hablando de la probabilidad de lesión, los mecanismos de lesión y los riesgos de lesión son abundantes en la literatura científica, las investigaciones que han examinado los efectos de distintos tipos de entrenamiento en la prevención de lesiones en el ámbito de la escalada son limitadas o nulas.

Por lo cual, es necesario subrayar que los autores que hablan de los métodos de entrenamiento preventivo analizados en esta revisión - específicamente sobre los efectos del entrenamiento de fuerza y flexibilidad- no tenían como objetivo principal la prevención *per se*, sino la mejora en el rendimiento deportivo.

### **13.1. Entrenamiento de fuerza**

Comenzando primero con los efectos del entrenamiento de fuerza, es destacable que los músculos estimulados mediante un entrenamiento de fuerza son capaces de absorber una mayor cantidad de energía antes de fallar en comparación con los que no han sufrido esta estimulación. Esto implica que, las adaptaciones que acontecen en el músculo como consecuencia del entrenamiento de fuerza, le permitirá a este tener una mayor resistencia ante un desgarro en intensidades máximas, submáximas o incluso ante situaciones de fatiga (Chandler y Kibler, 1993).



**Fig. 14.** Ejercicio de suspensión sin lastre utilizado para el entrenamiento de fuerza propuesto por López (2015).

Estructuras como la fascia, los ligamentos los tendones y el hueso también han demostrado incremento en la habilidad para absorber energía e incrementar el estrés soportable antes de sufrir un desgarro (Chandler y Kibler, 1993).

Además de ello, este tipo de entrenamiento ha probado también ser beneficioso en los procesos de rehabilitación, ya que, de acuerdo con algunos estudios, el estímulo provocado induce a un mayor abastecimiento de nutrientes mediante el bombeo de líquido sinovial a los tejidos cartilagosos durante los momentos de compresión y descompresión de los ligamentos (Chandler y Kibler, 1993).

Un estudio realizado por Hejna y Rosenberg en el año 1982 concretó que el índice de lesiones de los sujetos que habían realizado un entrenamiento de fuerza fue de un 26% frente a un 72% de los sujetos que no lo habían hecho.

Sin embargo, es necesario mencionar que la muestra utilizada para esta investigación estaba formada por alumnos de instituto que practicaban algún deporte competitivo. Por lo cual, el factor de la edad podría haber influenciado en los resultados. Además, el hecho de que fuese un deporte competitivo implica que seguían una rutina de entrenamiento, lo cual, volviendo al ámbito de la escalada, no se da en muchos casos en el ámbito de la escalada recreativa. Consecuentemente, cabe la posibilidad de que estos resultados no se adapten a todos los distintos tipos de practicantes de escalada.

### **13.1.1. Entrenamiento de fuerza mediante suspensiones con lastre y sin lastre**

Es interesante en lo referente a este tema la tesis doctoral de López (2015) donde se compararon los efectos del entrenamiento en suspensión<sup>17</sup>n con sobrecargas añadidas (lastre) y sin ellas. La conclusión a la que llegó esta autora fue a que una combinación de entrenamiento con lastre y entrenamiento sin lastre tiene como consecuencia un mayor aumento en la fuerza.

Para el diseño de su experimento utilizó el ejercicio de suspensiones, que consiste mantenerse de un agarre (esta autora utilizó el agarre en regleta<sup>18</sup>), con los brazos estirados, manteniendo una posición inmóvil (fig. 14).

El método propuesto por López (2015) consiste en un macrociclo de 8 semanas dividido en dos mesociclos de cuatro semanas. Los ejercicios realizados serán 10 segundos de suspensiones con un margen de aguante de 3 segundos. El número de repeticiones será de 3 a 5, empezando con 3 la primera semana y aumentando una repetición cada semana hasta llegar a 5 en la tercera y cuarta semana.

Según los resultados obtenidos, el entrenamiento con más eficacia a la hora de aumentar la fuerza es el que realiza suspensiones con lastre sobre una regleta

---

<sup>17</sup> Suspensión: Ver Addendum: **3. Vocabulario técnico.**

<sup>18</sup> Regleta: Ver Addendum: **3. Vocabulario técnico.**

grande (15mm) las primeras 4 semanas y luego cambia a suspensiones sin lastre sobre regleta mínima las siguientes cuatro semanas.

Al utilizar agarres en los que los dedos cargan con todo el peso, es razonable que las adaptaciones se den en las estructuras de éstos. Si tenemos en cuenta la información ya mencionada en los puntos anteriores, se podría concluir que este tipo de entrenamientos pueden resultar beneficiosos para la prevención de lesiones de los dedos.

Puesto que las lesiones de los dedos, en concreto de las poleas, son las lesiones que se dan con más frecuencia en la escalada y por tanto se podrían considerar como la lesión por excelencia de este deporte. Por ello, se puede concluir que mediante este tipo de entrenamiento, se podría disminuir la probabilidad de sufrir este tipo de lesión.

Aun así, un aspecto a tener en cuenta es que uno de los criterios de exclusión que utilizó esta autora fue el de no sufrir ni haber sufrido una lesión con anterioridad reciente. Lo cual puede sugerir que este tipo de entrenamiento no es apto para la prevención de lesiones, como concluyen Chandler y Kibler (1982).

Sin embargo, hay que tener en cuenta que el objetivo principal de este estudio era el de medir la eficacia de distintos programas de entrenamiento de fuerza; por tanto, al tener en cuenta que tras una lesión el rendimiento se ve influenciado negativamente, es comprensible la exclusión de este grupo de individuos.

Asimismo, el hecho de que la muestra sea de escaladores de niveles homogéneos evidencia la efectividad de este tipo de entrenamiento en el refuerzo de los tejidos con indiferencia del nivel de escalada. Consecuentemente, se podría afirmar que es eficaz tanto en escaladores de élite como amateurs o tanto en escaladores de competición como recreativos.

El entrenamiento propuesto por López (2015) encuentra apoyo en los resultados obtenidos por Hejna y Rosenberg (1982). En estos se relaciona el entrenamiento de fuerza con la reducción del riesgo de lesión, enfatizando que el entrenamiento ayuda a reforzar las estructuras de los dedos. Contribuyendo así, a reducir las lesiones en una de las zonas más propensas

Por otro lado, otro aspecto a tener en cuenta es que el tipo de agarre utilizado en el estudio de la autora fue el de semiarqueo. La justificación para ello es que, a su juicio, es el agarre característico de las secciones duras de las vías y el más utilizado.

Autores como MacLeod (2015), opinan que este tipo de afirmaciones variará según el sujeto y el tipo de agarres que se encuentren en las secciones intensas de la vía. Esta misma posición es adoptada por estudios como el de Amca, Vigoroux, Aritan y Berton (2012). En el experimento de estos últimos se midió la fuerza ejercida en agarres de distinta profundidad usando distintos tipos de agarre (arqueo, semiarqueo y agarre en extensión). La conclusión a la que llegaron fue que en agarres pequeños el tipo de agarre en el que más fuerza se registra es el agarre en arqueo. Por lo tanto, es comprensible que en las secciones de la vía donde el tamaño de los agarres se reduce este agarre sea el más utilizado y no el agarre en semiarqueo.

Sin embargo, los beneficios que López (2015) observó en el aumento de fuerza pueden ser atribuidos al principio de transferencia. Esto consiste en que una determinada acción tiene un efecto concreto en otra, a pesar de ser aparentemente diferente (Aguilar, Calahorra y Moral, 2009).

Por lo tanto, se podría relacionar el entrenamiento propuesto por López (2015) con una reducción en el índice de lesiones en los dedos. A pesar de que el escalador utilice más a menudo el agarre en arqueo, la fuerza obtenida en las estructuras de los dedos por este tipo de entrenamiento es transferible a este agarre. Es por ello que es razonable pensar que el entrenamiento propuesto por la ya mencionada autora puede ser utilizado como entrenamiento preventivo en todos los ámbitos de escalada y en todo tipo de escaladores.

Otro de los estudios que analizó los efectos de distintos tipos de entrenamiento de fuerza fue el estudio llevado a cabo por Cuadrado et al. (2007). Estos investigadores compararon los efectos del entrenamiento de fuerza máxima sobre el entrenamiento de fuerza resistencia. Los entrenamientos fueron de 2 horas de técnica de escalada en rocódromo 3 días a la semana durante un periodo de 10 semanas. Para el entrenamiento de fuerza máxima se sustituyó un día de trabajo en rocódromo por otra de fuerza máxima en gimnasio, que consistió en 3 series por

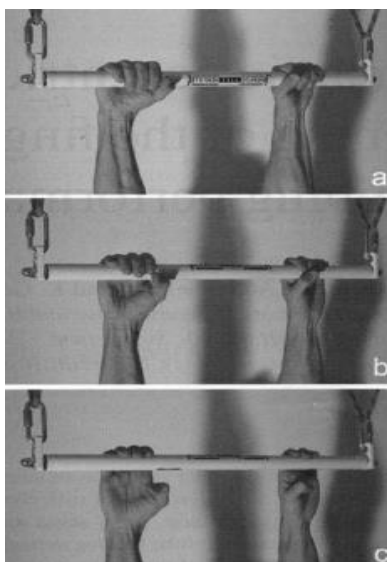
ejercicio 10 veces al 60% de la repetición máxima (RM), aumentando un 5% el peso cada dos semanas.

Sin embargo, los procedimientos de este estudio carecen de la especificidad que tiene el realizado por López (2015), puesto que se hace uso del trabajo de gimnasio para el trabajo de la fuerza. López (2015) por el contrario, utiliza una acción específica de la escalada como es la suspensión para el desarrollo de sus ejercicios.

De todas maneras, es necesario mencionar que en el estudio de Cuadrado et al. (2007) los músculos trabajados son músculos que toman parte en la acción de escalar además de que lo complementa, aunque en menor medida que López (2015), con la escalada, puesto que realiza 2 días una acción relacionada con escalar como es la técnica de escalada.

### **13.1.2. Entrenamiento dinámico excéntrico-concéntrico de los flexores de los dedos**

Otro de los entrenamientos de fuerza destacables como método de prevención de lesiones es el entrenamiento dinámico excéntrico-concéntrico de los flexores de los dedos.



**Fig.15.** Instrumento utilizado para el entrenamiento dinámico excéntrico-concéntrico (Schweizer et al., 2007).

Así, de acuerdo con Schweizer, Schneider y Goehner (2007) el entrenamiento dinámico excéntrico-concéntrico de la fuerza en la escalada está ligado con la el aumento de la fuerza de los músculos y fibras musculares que participan en la escalada. La razón de ello es que este tipo de entrenamiento se asemeja considerablemente a los movimientos realizados al escalar.

Para su experimento, Schweizer et al (2007) diseñaron un instrumento que permitía al escalador colgarse sobre éste. La herramienta diseñada consistía en un tubo de acero que rotaba en ambas direcciones (no era fijo), por lo que obligaba al escalador a mantener una tensión constante en los músculos involucrados (fig. 15). La duración del entrenamiento fue de 19 meses, sumando un total de 40

minutos por semana. Es necesario remarcar que el entrenamiento en esta barra únicamente formaba el 15% del entrenamiento en total

En cuanto al programa se refiere se dividió en 3 partes: 6-10 semanas para trabajar hipertrofia; 2-4 semanas para el trabajo de fuerza máxima y 1-3 semanas para el trabajo de resistencia. Cada fase tenía sus específicas características en cuanto al número de repeticiones. Así, en la fase de fuerza máxima se realizaban de 1 a 3 repeticiones, mientras que en la de hipertrofia eran entre 6 y 12 repeticiones.

Para el desarrollo del test el escalador tenía que colgarse de la barra durante un máximo de dos segundos. Para ello podían hacerlo con apoyo para los pies, sin ningún apoyo, usando solo una mano o usando una mano y peso añadido. El peso añadido tenía que permitirles aguantar todas las repeticiones programadas. El escalador tenía que mover el tubo hacia adelante y hacia atrás simultáneamente durante el tiempo que durase la suspensión. Como se puede observar en la fig. 12, también podían utilizar distintos tipos de agarre.

Los resultados de este estudio fueron un aumento de la fuerza de los músculos del antebrazo en forma de incremento en el grado escalado. Se debe destacar que, a diferencia del estudio de López (2015), este carecía de un grupo control, por lo que cabe pensar que los efectos podrían haber sido simplemente adaptaciones provocadas por el entrenamiento ordinario.

Sin embargo, el hecho de que se haya producido un aumento en la fuerza de los flexores lleva a pensar que puede servir como entrenamiento preventivo en la escalada. Dado que como establece Chandler y Kibler (1993), un aumento de la fuerza es equivalente a una disminución en la probabilidad de lesiones por estrés. Por lo tanto, este tipo de entrenamiento se podría concebir también como entrenamiento preventivo para las lesiones de los músculos flexores del antebrazo.

### **13.2. Entrenamiento de la flexibilidad**

El rol de la flexibilidad como prevención de lesiones en la escalada ha sido señalado por algunos autores como Schöffl et al. (2016). Según este, cabe la posibilidad de que las lesiones como las provocadas por el gesto técnico del taloneo sean debidas a un acortamiento de los músculos isquiotibiales. Al ser la flexibilidad uno de los requerimientos de la escalada (Schöffl et al., 2010) es comprensible que

la carencia de esta pueda resultar en lesiones debido al sobreestiramiento de algunos ligamentos, músculos o tendones durante algún gesto técnico.

Otros autores como Peters (2001) afirman que un adecuado nivel de flexibilidad de los músculos y estructuras ligamentosas de la mano es capaz de prevenir lesiones en estos. Para ello, enfatiza la importancia de la inserción de rutinas de estiramientos. De acuerdo con este autor, los estiramientos también actuarán como medida de prevención para evitar sobrecargas. Por tanto, dado que muchas lesiones en el ámbito del entrenamiento son causadas por este fenómeno, teniendo en cuenta lo afirmado por Peters (2001) se podría considerar que el entrenamiento de la flexibilidad es de gran importancia cuando se trata de la prevención de lesiones.

Junto a la importancia de una enfatización en el entrenamiento de fuerza, el entrenamiento de la flexibilidad también debe considerarse vital en la prevención de lesiones en escalada (Rooks et al., 1995). Además de eso, es necesario remarcar que, tras una lesión, los estiramientos también pueden ser beneficiosos para una adecuada recuperación, puesto que favorecen a la síntesis de colágeno y a la correcta alineación de las fibras (Lafuente, 2013). Esta afirmación ha sido apoyada por distintos estudios (Schweizer, 2001; Warner, 2014).

Es necesario mencionar que un aumento en la flexibilidad únicamente está relacionado con una disminución de lesiones musculares. Estas no deben ser consideradas como lesiones en términos generales, pues no se ha visto relación entre lesiones óseas y el nivel de flexibilidad (Draper, Brent, Hodgson y Blackwell, 2009).

De acuerdo con Donti, Tsolakis y Bogdanis (2014) la inserción de una rutina de estiramientos durante el calentamiento trae como consecuencia un aumento en el rango de movimiento (RDM) y la flexibilidad muscular. Según estos autores, los estiramientos han de ser estáticos y mantenidos durante un periodo de 30 segundos cada uno. Aun así, estos autores realizaron su investigación en gimnastas donde los movimientos realizados a lo largo de la sesión requieren un alto grado de flexibilidad. Lo que podría significar que el incremento en la flexibilidad previamente comentado en sus resultados fuera en parte debido a la naturaleza de los movimientos realizados durante las sesiones.



El procedimiento utilizado en el estudio de Danti et al. (2014) incluía estiramientos unilaterales del cuádriceps, de los isquiotibiales y de los gemelos sin ningún reposo entre los estiramientos de ambas piernas. Para el estiramiento de los cuádriceps se utilizó un método en el que los participantes, estando de pies, ejecutaban una flexión de la rodilla agarrando su tobillo con la mano ipsilateral y llevándolo hacia el glúteo. En cambio, para el estiramiento de los isquiotibiales los sujetos aun estando de pies, apoyaban el talón en una superficie por debajo de la altura de la cadera, haciendo que la rodilla quedase en completa extensión, y tras esto se inclinaban hacia adelante, manteniendo la alineación del torso. Por último, para estirar los gemelos, los participantes apoyaron ambas manos contra una pared y movían uno de los pies hacia atrás, a aproximadamente un metro de la pared, asegurando que la suela del pie estuviese completamente apoyada en el suelo. Tras esto, los participantes inclinaban el torso hacia la pared, ejerciendo el mismo movimiento que en el estiramiento anterior, es decir, manteniendo la alineación de éste.

Las lesiones en las extremidades inferiores juegan un papel importante en la escalada. Así lo determinan Schöffl et al. (2016), quienes reportaron que al ser el gesto del taloneo una técnica muy usada sobre todo en el bloque, las lesiones en las susodichas extremidades son considerablemente habituales en escaladores. Este autor llega a la conclusión de que una óptima flexibilidad de la musculatura del tren inferior es necesaria para la prevención de lesiones.

Por lo tanto, teniendo en cuenta lo establecido por su estudio, se podría concluir que los estiramientos propuestos por Danti et al. (2014) además de ser efectivos en el aumento de la flexibilidad y el rango de movimiento de las articulaciones trabajadas, también tiene un efecto positivo en cuanto a la prevención de lesiones se refiere. Además, al ser la musculatura implicada en los estiramientos propuestos por Danti et al. (2014) la misma implicada en la escalada, se puede considerar que este régimen de estiramientos es perfectamente aplicable a esta.

Un estudio realizado por Hunter y Marshall (2001) analizó los efectos de un programa de 10 semanas en la flexibilidad, obteniendo un aumento de esta en las extremidades trabajadas (tren inferior).

Sin embargo, es necesario mencionar que este estudio tenía como objetivo analizar la relación entre un programa de estiramientos y el rendimiento en el salto vertical (Drop Jump) y “countermovement jump” (CMJ). Por lo tanto, no ahondan en los efectos del programa de estiramientos más que para relacionarlos con el rendimiento en los mencionados ejercicios. Es necesario destacar que solo trabajaron la flexibilidad de los músculos isquiotibiales y de los cuádriceps, utilizando para estos últimos el mismo método que Donti et al. (2014).

Por el contrario, en el estudio de Hunter y Marshall (2001), para realizar el estiramiento de los isquiotibiales los sujetos se tumbaban en el suelo en posición decúbito supino, mientras otra persona les levantaba una pierna en un plano sagital (manteniendo está en completa extensión), mientras la otra pierna se mantenía extendida y en contacto con el suelo.

En lo referente al tren superior, King et al. (2000) concluyeron que el la flexibilidad aumentaba considerablemente realizando 2 clases de estiramientos a la semana con una duración de 40 minutos durante un año. Este programa centraba su atención en la flexibilidad del cuello, hombros, muñecas, manos, isquiotibiales, gemelos y espalda.

Sin embargo, considerando el hecho de que este estudio utilizó sujetos de la tercera edad como participantes, cabe la posibilidad de que en escaladores de edades inferiores, un menor tiempo empleado para esta tarea pueda concluir en resultados igualmente positivos en cuanto al incremento de la flexibilidad.

### **13.2.1. Programas de estiramientos durante el calentamiento**

Autores como Mitchell (1996) califican los estiramientos durante el calentamiento como un método preventivo de lesiones añadiendo que además, reduce el dolor muscular durante las sesiones y tras estas. Esta afirmación se ve respaldada por varios investigadores, de los cuales destacaremos Mann y Jones (1999). Estos últimos han considerado los estiramientos dinámicos como una parte primordial del calentamiento para evitar posibles lesiones. Asimismo, opinan que el realizar unos estiramientos dinámicos específicos para cada deporte durante el calentamiento ayuda a preparar al cuerpo para la actividad que se va a desarrollar.

El diseño de un programa de estiramientos dinámicos tiene que ser específico para el deporte desarrollado. El desarrollo de este tipo de estiramientos en el calentamiento puede tardar de 10 a 15 minutos. Además, estos ejercicios están relacionados con un aumento en el RDM. Es más, debido al hecho de que requieren distintas capacidades como equilibrio y coordinación, los estiramientos dinámicos se convierten en una herramienta preventiva multifacética (Mann y Jones, 1999).

El programa diseñado por Mann y Jones (1999) incluye estiramientos tanto para las extremidades superiores como inferiores. Por un lado, para el estiramiento de los isquiotibiales propone llevar la mano hacia el pie contrario mientras la pierna se encuentra extendida (fig. 16). Los estiramientos de los abductores serán realizados mediante “lunge”-s hacia adelante y hacia los lados (fig. 17).

En cuanto a los estiramientos de las extremidades superiores ejercicios como el de mover los brazos en círculos ayuda al incremento de la flexibilidad de la musculatura del hombro (Mann y Jones, 1999).

De todas maneras, hay que tener en cuenta que es recomendable realizar un ligero calentamiento antes de los estiramientos. Esto permitirá a los músculos una mayor flexibilidad reduciendo su rigidez y por tanto, reduciendo la probabilidad de lesión durante los estiramientos dinámicos (Smith, 1994).



**Fig. 165** Estiramiento dinámico de isquiotibiales (Mann y Jones, 1999).



**Fig. 17.** Estiramiento dinámico de abductores mediante “lunge” hacia los lados (izquierda) y hacia adelante (derecha) (Mann y Jones, 1999).

Al ser un tipo de estiramientos que son bastante característicos de la escalada se podría decir que la transferencia de este tipo de flexibilidad es beneficiosa para la realización de ciertos movimientos. Además de eso, al tener el

rol de prevenir lesiones esto convierte a los estiramientos dinámicos en un método práctico para escaladores tanto para el ámbito del rendimiento como para el de la prevención.

### **13.3. Entrenamiento propioceptivo**

La propiocepción es la habilidad para sentir la posición de todas las partes del cuerpo en el espacio o durante los movimientos. Además de eso, la propiocepción también está relacionada con la reducción de estrés en el cuerpo durante la escalada y con una mejora en la alineación durante ésta (MacLeod, 2015). Según Paukar (2016), la propiocepción se podría definir como la conciencia de posición y movimiento articular de todo tipo y la detección de la fuerza del movimiento ejercido por cada parte del cuerpo.

En un artículo de Schweizer et al. (2005) se estableció que el entrenamiento propioceptivo favorecía a la estabilidad funcional de los ligamentos y por tanto se podría considerar como un elemento preventivo a largo plazo. Según estos autores, con un aumento del equilibrio, provocado por este tipo de entrenamiento, el reparto del peso del cuerpo se equilibra, coincidiendo con lo establecido por MacLeod (2015) de que debido a ello se produce una reducción en el estrés.

Para el entrenamiento de la propiocepción, MacLeod (2015) propone una batería de ejercicios aplicables en cualquier sesión de entrenamiento:

#### **1.3.1. Movimiento escapular**

Según MacLeod (2015), una mayor concienciación de la movilidad escapular



**Fig. 18.** Reducción del ángulo de bloqueo mediante un mayor desplazamiento lateral del torso y una mayor aplicación de la fuerza en el pie contrario al brazo del bloqueo (MacLeod, 2015).

puede ampliar el rango de elevación y rotación de la escápula. El resultado de este tipo de entrenamiento se traduce en alivio del dolor y la inflamación del músculo supraespinoso.

### **1.3.2.Reducción del ángulo de bloqueo**<sup>19</sup>

La reducción del ángulo de bloqueo implica un mayor desplazamiento lateral del tronco sobre el pie ipsilateral del brazo que está ejerciendo el bloqueo (fig. 18). A su vez, los hombros estarán en tensión. El colectivo de estos factores implicará un alivio de del estrés soportado en la articulación del codo, previniendo dolencias como la epicondilitis medial. Además, esto requerirá al escalador mantener una alta concentración en la fuerza posicionada en el pie contrario además de un aumento de concienciación de la musculatura del torso, hombros y cintura escapular.

### **13.3.3. Aumento de la fuerza abdominal**

El aumento de la fuerza abdominal tendrá como consecuencia la reducción del estrés soportado en los músculos del antebrazo, especialmente en muros desplomados A efectos prácticos, esto implica que la fuerza que recae sobre los ligamentos de los dedos y músculos flexores del antebrazo se reducirá considerablemente en escenarios como en el que el escalador se balancea al perder el apoyo de los pies tras un desplazamiento dinámico hacia un agarre.

En el estudio realizado por Paukar (2016), quedó también patente la efectividad del entrenamiento propioceptivo como medida de prevención de lesiones. Este autor llevó a cabo un programa de entrenamiento de 8 semanas aplicando el método 10-10-10, es decir, 10 series de 10 repeticiones de ejercicios de 10 segundos. Para ello se utilizaron 2 tipos de ejercicios:

1. Test de equilibrio Stork en posición estática en superficies y plataformas inestables: el atleta se mantiene sobre un apoyo en una superficie inestable, manteniendo una angulación de 90° de la articulación de la rodilla.
2. Test de equilibrio dinámico “Y-Balance”: el atleta, manteniéndose sobre ambas piernas, realizará un movimiento voluntario de la pierna contralateral intentando alcanzar el punto más lejano de una línea que habrá marcada en el suelo previamente. Los movimientos se realizarán en 3 direcciones:

---

<sup>19</sup> Bloqueo: Ver Addendum 3. **Voocabulario técnico**.

anterior, posteromedial y posterolateral. El colectivo de las 3 líneas previamente trazadas en el suelo formarán una especie de letra “Y”.

Los sujetos analizados tenían una altura de entre 160 y 170 cm y un peso medio de 55kg. Al ser estos valores considerablemente similares a los de un escalador medio, se podría considerar que estos tipos de tests se pueden usar también en el ámbito de la escalada. Sin embargo, hay que tener en cuenta que los sujetos eran atletas de fondo y no escaladores, por lo cual cabe la posibilidad de que los ejercicios mencionados pierdan efectividad en la prevención de lesiones al ser realizados con este mismo objetivo en deportes como la escalada.

El entrenamiento propioceptivo podría aportar mayor estabilidad a los ligamentos del tren inferior. Esto puede resultar ventajoso en modalidades como el Boulder, por ejemplo, pues como se ha visto muchas lesiones son provocadas por caídas (Josephsen et al., 2007). Debido a la adquisición de una mayor estabilidad y propiocepción de las articulaciones del tren inferior, puede ser que las caídas se realicen de una manera más estable y no tan descontrolada, provocando una reducción en este tipo de lesiones.

#### **14. Limitaciones**

Debido a que las investigaciones en el ámbito de la prevención de lesiones son limitadas, las limitaciones de este estudio son considerables. Algunos estudios han informado de los factores limitantes que los estudios pueden tener, añadiendo la importancia de estos en la obtención de unos resultados fiables (Guyatt et al., 2011).

#### **Limitación de la información**

La escalada empezó a ser investigada en mayor medida cuando este deporte comenzó sus andaduras en el mundo de la competición. Hasta entonces pocos eran los autores que habían realizado algún estudio sobre este deporte (Bannister y Foster, 1986; Bollen, 1988; Bollen y Gunson, 1998; Bowie et al., 1988; Butlin, 1985). Es por ello que la información disponible en algunos de los ámbitos de la escalada aún es escasa e incluso hay algunos campos todavía por investigar como es el de métodos de entrenamiento preventivo para las lesiones de escalada.

Algunos de los autores mencionados en esta revisión han denotado la falta de referencias bibliográficas en los temas investigados (McHenry et al., 2015; Kaloostian et al., 2013; López, 2015; Cuadrado et al., 2007). Es por ello, que en algunos de los puntos cubiertos en sus investigaciones no han podido aportar mucha información que respalde sus resultados.

Sumado a esto está el caso de que algunos autores han investigado temas no investigados en absoluto previamente a que sus estudios fuesen publicados (Kaloostian et al., 2013; Schöffl et al., 2016). Esto conduce a nuevas opciones de investigación en estas materias, pero a su vez, refleja la ausencia información sobre las mismas.

Asimismo, cabe mencionar que el campo del entrenamiento preventivo en la escalada es todavía un tema sin investigar. La mayoría de investigaciones realizadas han sido para describir una lesión. De la misma forma, otros pocos estudios han intentado investigar los efectos de distintos tipos de entrenamiento en el rendimiento de escalada. A pesar de todo, no se ha encontrado ningún estudio que trate sobre métodos de entrenamiento preventivo en la escalada.

### **Herramientas**

Debido a que la escalada es un deporte relativamente nuevo, existen algunos ámbitos que han sido investigados usando herramientas que aún no han sido patentadas o validadas para una adecuada investigación.

La falta de herramientas específicas para la medición en la escalada ha provocado que muchos investigadores basasen sus resultados en especulaciones, sin una certeza total (Quaine et al., 2003; Vigoroux et al., 2006; Moor et al., 2009; Schweizer, 2011; McHenry et al., 2015). Esto implica que los resultados obtenidos podrían haber sido diferentes de haber aplicado un material del que su fiabilidad haya sido previamente investigada y probada.

Por otro lado, algunos artículos han demostrado tener unos resultados exitosos en ámbitos como la prevención de lesiones, patentando materiales ya fabricados, como por ejemplo el pie de gato (Van der Putten y Snijders, 2001). El desarrollo de estos nuevos materiales en el futuro podría conducir a un menor riesgo

de lesiones, sin embargo, no se han encontrado artículos que desarrollen esta idea más allá.

### **Definición de conceptos**

El hecho de asignar una definición específica a un concepto puede hacer que los resultados varíen. Este es el caso del concepto “crónico”.

Folkl (2013) se refirió en su estudio a las lesiones crónicas como aquellas que habían durado un año o más. De todas formas, en sus conclusiones apunta a que la variedad en la gravedad de lesiones puede haber influenciado en sus resultados, puesto que puede haber algunas lesiones más graves que otras que igualmente hayan durado más de un año. Por otro lado, Schöfl et al. (2015) entiende como lesiones crónicas aquellas provocadas por un sobreesfuerzo o excesiva tensión en el músculo sin ningún tipo de trauma agudo; entendiendo como lesiones agudas aquellas provocadas por un traumatismo.

Otros autores como Hosaini et al. (2013) definen únicamente el concepto de lesión como “un dolor físico sostenido por el deportista durante la escalada”. Por lo cual no hace ni siquiera la diferenciación entre lesiones agudas o crónicas.

Esta diferenciación en la definición de un mismo concepto puede haber provocado controversias en las investigaciones mencionadas.

### **Criterios de selección**

Los criterios de selección tienen un incuestionable efecto en los resultados obtenidos. De acuerdo con estos criterios, el resultado de la investigación puede variar, transformando esta variable en imprescindible a la hora de juzgar los resultados.

Algunos estudios se han centrado en incluir escaladores de élite en sus investigaciones (Schöfl, y Kurepper ,2006; Hosaini et al., 2013; Schöfl et al., 2013; Rohrbough et al., 1999; Schlegel et al., 2002; Bollen, 1998; Vigoroux et al., 2008). Los resultados obtenidos se pueden considerar como no aplicables a la población escaladora en general, puesto que el colectivo de deportistas de élite comprende una pequeña porción del total de escaladores a nivel mundial.



Dicho esto, se podrían tener más en cuenta otros estudios realizados en escaladores que no formen parte de la élite (Schöffl et al., 2015; Rooks et al., 1995; Bollen, 1990; Wyatt et al., 1996; Josephsen et al., 2007; Paige et al., 1998; Schöffl et al., 2009; Butlin, 1985; Schöffl et al., 2016). Sin embargo, el hecho de que el nivel de escalada está determinado por el grado hace que en ocasiones el criterio de exclusión esté determinado por elemento subjetivo. Esto es debido a que la asignación del grado de una vía en escalada está determinada por una valoración subjetiva del escalador que la escala, es decir, no existe ningún parámetro fijo que determine que una vía es más dura que otra a excepción de la sensación del escalador al realizarla. Esto puede significar que en algunos casos se encuentren escaladores más fuertes fuera de la competición de élite y con méritos apenas reconocidos. Por lo cual, se podría decir que el criterio del grado, al no ser un elemento completamente subjetivo, no es un criterio de validez absoluta para la estratificación de los escaladores en un estudio.

El estudio realizado por Josephsen et al. (2007) dejó patente que el cuadro de lesiones es diferente indoors que outdoors; al menos en la modalidad de bloque. Este aspecto es interesante, puesto que muchos de los estudios analizados únicamente han registrado la actividad de la escalada como un todo, sin tener en cuenta el espacio (Schöffl y Küpper, 2008; Peters, 2001; McHenry et al., 2015; Shea et al., 1992).

De la misma manera, también se ha podido comprobar que el cuadro de lesiones es distinto de acuerdo con la modalidad de escalada gracias a estudios como el de Paige et al. (1998) o el de Schöffl et al. (2009), por ejemplo. Sin embargo, a pesar de ello, muchos estudios utilizados para esta revisión no han utilizado este criterio para catalogar a los escaladores o sujetos implicados en el estudio. Asimismo, los estudios que comparan el riesgo de las distintas modalidades con datos objetivos (Schöffl et al., 2010) son considerablemente limitados. Por todo esto, la información aportada sobre el índice de lesiones en algunos artículos analizados puede ser difusa, puesto que dependiendo de la modalidad, los datos podrían ser diferentes.

Por otra parte, al igual que la modalidad y el entorno donde se realiza la actividad han probado tener distintos tipos de lesiones, el tipo de agarre también ha probado tener un efecto significativo en el índice de lesión. A pesar de todo, muchos estudios

no lo han considerado como una variable a tener en cuenta a la hora de determinar los criterios a seguir en el estudio (Limb, 1995; Maitland, 1992; Folkl, 2013; Bollen, 1988; Paige et al., 1998; Wright et al., 2001; Hosaini et al., 2013; Schöffl y Kurepper, 2006; Schöffl et al., 2013).

Por añadidura, una característica habitual en los artículos analizados era la falta de control sobre la variable de si la lesión se ha hecho durante la acción de escalar o asegurando. Como fue probado por Butlin (1985), las lesiones de escalada pueden ser provocadas durante la acción de asegurar. Dicho de otra manera, se pueden sufrir lesiones de escalada sin haber escalado. Es más, Schöffl y Küpper (2008) también informaron de lesiones sufridas durante las caídas provocadas por materiales como la cuerda o los anclajes. A pesar de todo, estos datos no son considerados como variables que afecten a los resultados por muchos autores.

Por último, Hohlrieder et al. (2007) fijaron como criterio el usar todas las caídas registradas que excedían los 5 metros. Esto implica que un alto número de caídas no fueron tenidas en cuenta para el análisis. Paralelamente, decidieron no incluir a los sujetos que habían muerto para cuando llegaron a las estaciones del servicio médico. Por consiguiente, una amplia gama de posibles lesiones puede haber quedado fuera del análisis de estos autores, lo cual está relacionado con la falta de credibilidad del estudio.

## **Métodos**

Algunos autores como Warne y Brooks (2000) utilizaron manos de cadáveres para medir la eficacia del esparadrapo como método profiláctico. Las manos pertenecían a donantes de una edad comprendida entre los 20 y 47 años. El hecho que sean manos de cadáveres hace que sus resultados puedan no ser aplicables a manos de escaladores vivos, puesto que los tejidos pueden haberse alterado debido al hecho de ser tejido muerto.

Otros autores como Moor et al. (2009) también utilizaron dedos de cadáveres para su investigación. Sin embargo, estos autores utilizaron muestras de dos personas de una edad de 18 y 25 años. Además de eso las muestras fueron obtenidas 24 horas después de ser amputadas y conservadas a una temperatura de -

30°C. Aun así, no se puede evitar pensar que el hecho de ser manos de cadáveres podría haber tenido cierta influencia en los resultados obtenidos.

Por último, Schöffl et al. (2009) también utilizaron manos de cadáveres. Sin embargo estos autores utilizaron la muestra más grande de entre los tres artículos comentados en este punto. Concretamente 21 dedos de 11 manos de 10 donantes distintos. Por lo cual, la variedad de la muestra podría otorgar más credibilidad a los resultados. A pesar de todo, el factor de ser manos de cadáveres sigue presente, mostrándose como una variable que podría afectar a las conclusiones obtenidas.

### **Muestras limitadas**

Estudios como el de Kaloostian et al. (2013), por ejemplo, comentan únicamente un caso. De todas maneras, es necesario mencionar que este estudio es un estudio de un caso. Aun así, dado que el índice de incidencia que reporta este autor es únicamente de una persona, no se puede considerar como una patología que se entre escaladores en múltiples casos, ni como una lesión típica de la escalada.

Otros estudios utilizaron un número de participantes considerablemente limitado (Quaine et al., 2003; Vigoroux et al., 2006; Vigoroux et al., 2008). Esto puede dar a pensar que los resultados obtenidos son de dudosa o cuestionable fiabilidad.

### **Contradicciones**

Algunos autores han determinado que las lesiones más comunes en la escalada son las lesiones en las poleas de los dedos (Schöffl et al., 2003; Schweizer et al., 2003; Warme y Brooks, 2000; Vigoroux et al., 2008). Sin embargo, otros estudios han reportado un mayor índice de lesiones en el las articulaciones del tren inferior (Nelson y McKenzie, 2009; Bowie et al., 1988).

### **Diferencias metodológicas**

El hecho de que algunos estudios hayan obtenido resultados diferentes puede ser debido a los métodos utilizados para recolectar los datos.

-Mediante encuestas: Algunos estudios han desarrollado sus conclusiones basándose en la información obtenida por encuestas (Bowie et al., 1988; Hasler et al., 2011; Bollen, 1988; Folkl, 2013; Paige et al., 1998). Estos resultados pueden no llegar a ser del todo verdaderos, ya que existe la posibilidad de que los entrevistados puedan haber sobreinterpretado su lesión o incluso haber aportado detalles falsos.

De otras fuentes: Lack et al. (2012) recogieron sus datos de los informes de rescate del cuerpo de rescate de montaña de Boulder, Colorado. De la misma manera, autores como Marsigny et al. (1999) también obtuvieron sus datos de los informes del cuerpo de montaña. Otros como Holhrieder et al. (2007) hicieron su análisis a partir de datos obtenidos tras la búsqueda de los informes de accidentes y emergencias desde el año 2000 al 2004. Por el contrario, Nelson y McKenzie (2009) de los informes de los hospitales de EEUU.

Tipo de estudio: Josephsen et al. (2007) realizaron un estudio transversal, lo cual implica que únicamente se limitaron a observar y describir lo analizado. Por otro lado, López (2015) utiliza estudios experimentales del tipo intervención para su investigación. El hecho de que estos tipos de estudio sean completamente diferentes hace imposible comparar ambos estudios.

### Factores extrínsecos

Autores como Wollings et al. (2015) mencionan el consumo de drogas como motivo de incidencia de lesiones en la escalada. Sin embargo, no se han encontrado muchos más estudios que utilicen esto como un factor a tener en cuenta. De todas maneras, cabe la remota posibilidad de que algunas lesiones reportadas por los estudios analizados en esta revisión hayan sido debido a este agente.

## **15. Conclusiones**

Según los estudios analizados se podría concluir diciendo que algunas de las lesiones de la escalada son posibles de prevenir. De todas maneras, es necesario considerar que nunca son evitables completamente.

A pesar de todo, es esencial contar con un conocimiento de las estructuras más susceptibles de sufrir una lesión. Esta revisión ha recalado las lesiones en las poleas de los dedos como la lesión por excelencia en la escalada. Empero,

estructuras como la articulación del codo, el manguito de los rotadores la rodilla o los tobillos también tienen un considerable riesgo de incidencia.

En aras de buscar una solución a esta incógnita, este estudio propone una variedad de entrenamientos preventivos. Para ello, al no haberse encontrado ningún estudio, se han contrastado opiniones sobre prevención y estudios sobre el aumento del rendimiento de las capacidades mencionadas en dichas opiniones.

Al ser los conocimientos sobre fisiología, anatomía, antropometría y biomecánica dominios de necesario conocimiento a la hora de gestionar y desarrollar un entrenamiento preventivo, se ha considerado trascendental el análisis de estos factores. Esto podrá permitir al entrenador realizar entrenamientos de mayor calidad desde la perspectiva de la prevención de lesiones.

Algunos de los ejemplos de los entrenamientos preventivos previamente citados son: el entrenamiento de la fuerza, mediante un programa de suspensiones con resistencia añadida y el entrenamiento dinámico excéntrico-concéntrico; el entrenamiento de flexibilidad, el cual abarca la inserción de programas de estiramientos durante el calentamiento; y el entrenamiento propioceptivo.

Finalmente, es necesaria una concienciación del riesgo de lesión que conlleva la escalada. Además de los riesgos tanto extrínsecos como intrínsecos de este deporte, la falta de nociones básicas de entrenamiento preventivo son notoriamente remarcables en la generalidad de practicantes de escalada. Muchos adeptos a este deporte nunca han tenido los servicios de un entrenador o incluso algunos nunca han seguido un régimen de entrenamiento riguroso. Esto implica que el desconocimiento en cuanto a los métodos preventivos de lesiones es considerablemente notable en gran parte de la población de practicantes de escalada.

Por ello, estudios como este, que ensalcen la importancia de medidas preventivas adquieren una transcendencia significativa.

### **15.1. Líneas de investigaciones futuras**

-Efectividad de programas de calentamiento y de flexibilidad para la prevención de lesiones (Schöffl et al., 2016).

-Desarrollo de nuevos tipos de pies de gato siguiendo la línea establecida por Van der Putten y Snijders (2001).

-Lesiones medulares provocadas por la escalada (Kaloostian et al., 2013).

-Entrenamiento para la escalada (López, 2015). En esta línea se podría incluir el entrenamiento preventivo, puesto que el número de investigaciones tratando este tema es nulo.

## **15.2. Requerimientos de investigación**

El hecho de que no se hayan hecho investigaciones sobre la eficacia de programas preventivos abre una línea de posibilidades de investigación en la escalada considerablemente amplia. Esto puede ser debido a que la escalada es un deporte considerablemente nuevo que ha empezado a ser investigado hace relativamente poco tiempo.

La inclusión de este deporte en los JJOO Olímpicos de 2020 subraya la importancia de más investigaciones en el campo de la prevención. Además de ello, el incremento lineal de su práctica también implicará que cada vez más escaladores exijan o quieran introducir en sus rutinas de entrenamiento métodos de entrenamiento preventivo. Por ello, se podría considerar también como un campo con un sinfín de oportunidades.

## **16. Referencias**

Aguilar, J., Calahorra, F., Moral, J. E. (2009). La condición física y el entrenamiento: objetivos y principios. *Trances: Revista de Transmisión del Conocimiento Educativo y de la Salud*, 1(5), 222-233.

Amca, M. A., Vigoroux, L., Aritan, S. y Berton E. (2012). Effect of hold depth and grip technique on maximal finger forces in rock climbing. *Journal of Sports Sciences*, 30(7), 669-677.

Antonioli, F. (1998). *Escalada Libre. Moverse con facilidad en paredes con cien ejercicios progresivos*. Barcelona: Grijalbo.

Backe, S., Ericson, L., Janson, S, Timpka, T. (2009). Rock climbing injury rates and associated risk factors in a general climbing population. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 19(6), 850-856.

Bandyopadhyay, A., Mahapatra, D. (2012). Taping in sports: a brief update. *Journal of Human Sport & Exercise*, 7(2), 544-552.

Bannister, P. y Foster, P. (1986). Upper limb injuries associated with rock climbing. *British Journal of Sports Medicine*, 20(2), 55.

Bertuzzi, M. R., Franchini, E., Kokubun, E., Dal Molin Kiss, P. M. A (2007). Energy system contributions in indoor rock climbing. *European Journal of Applied Physiology*, 101(3), 229-300. Abstract.

Billat, V., Palleja, P., Charlaix, T., Rizzardo, P., Janel, N. (1995). Energy specificity of rock climbing and aerobic capacity in competitive sport rock climbers. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 35(1), 20-24.

Bollen, S. R. (1990). Injury to the A2 pulley in rock climbers. *Journal of Hand Surgery*, 15B, 268-170.

Bollen, S. R. (1988). Soft tissue injury in extreme rock climbers. *British Journal of Sports Medicine*, 22(4), 145-147.

Bollen, S. R. y Gunson, C. K. (1998). Hand injuries in competition climbers. *British Journal of Sports Medicine*, 24(1), 16-18.

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

Bowie, S. W., Hunt, T. y Allen, A. H. (1988). Rock-climbing injuries in Yosemite National Park. *The Western Journal of Medicine*, 149(2), 172-177.

Butlin, A. P.(1985). Potential injury mechanisms to the climber's belayer. *British Journal of Sports Medicine*, 19(4), 188-191.

Cailliet, R. (1983). *Foot and ankle pain*. EEUU: F.A. Davis Company.

Canalejo Couceiro, J. (2010). *Perfil antropométrico y respuesta psico-fisiológica en escalada deportiva en roca: diferencias entre modalidades*. Facultad de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte- INEF.

Caballero-Blanco, P., Hernandez-Hernandez, E. (2015). Diseño y validación de un instrumento para evaluar la ejecución técnica en escalada en bloque del asegurador y escalador novel. *Journal of Sport and Health Research*, 7(3), 229-240.

Carranza, L. P. M. (2013). *La preparación técnica y su incidencia en el rendimiento deportivo en la disciplina de la escalada deportiva en los estudiantes del centro de educación básica Ceslao Marín* (Tesis de máster). Recuperado de: <http://redi.uta.edu.ec/bitstream/123456789/6952/1/FCHE-MCF-1057.pdf>

Chandler, J. T. y Kibler, B. W. (1993). Muscle training for injury. En Renström, H. F. A. P. *Sports injuries. Basic principles of prevention and care* (pp 252-261). USA: Blackwell Publishing.

Cuadrado, G., De Benito, A. M., Flor, G., Izquierdo, J. M., Sedano, S., Redondo, J. C. (2007). Estudio de la eficacia de dos programas de entrenamiento de la fuerza en el rendimiento de la escalada deportiva. *European Journal of Human Movement*, 19, 61-76.

De Geus, B., O' Driscoll, V. S. (2006). Influence of climbing style on physiological responses during indoor rock climbing on routes with the same difficulty. *European Journal of Applied Physiology*, 98, 489-496.

Donti, O., Tsolakis, C. & Bogdanis, G. (2014). Effects of baseline levels of flexibility and vertical jump ability on performance following different volumes of static



stretching and potentiating exercises in elite gymnasts. *Journal of Sports Science and Medicine*, 13, 105-113.

Draper, N., Brent, S., Hodgson, C y Blackwell, G. (2009). Flexibility assessment and the role of flexibility as a determinant of performance in rock climbing. *International Journal of Performance analysis of Sport*, 9, 67-89.

Draper, N., Jones, A. G., Fryer, S., Hodgson, C. & Blackwell, G. (2008). Effect of an on-sight lead on the physiological and psychological responses to rock climbing. *Journal of Sports Science and Medicine*, 7, 492-498.

Draper, N., Jones, A. G., Fryer, S., Hodgson, I. C. y Blackwell, G. (2010). Physiological and psychological responses to lead and top rope climbing for intermediate rock climbers. *European Journal of Sport Science*, 10(1), 13-20.

FEDME (2015). Anuario 2015. Material no publicado.

Ferguson, R. A., Brown, M. D. (1997). Arterial blood pressure and forearm vascular conductance responses to sustained and rhythmic isometric exercise and arterial occlusion in trained rock climbers and untrained sedentary subjects. *European Journal of Applied Physiology*, 76, 174-180.

Folkl, K. A. (2013). Characterizing the consequences of chronic climbing-related injury in sport climbers and boulderers. *Wilderness & Environmental Medicine*, 24, 153-158.

Fryer, S., Stoner, L., Scarrott, C., Lucero, A., Witter, T. Love, R., Dickinson, T. y Draper, N. (2014) Forearm oxygenation and blood flow kinetics during a sustained contraction in multiple ability groups of rock climbers. *Journal of Sports Sciences*, 33(5), 518-526.

Fryer, S., Lee, S., Dickinson, T. G., Draper, S., McCluskey, M.J., Hughes, J. D., How, S. C., Draper, N. (2015). Oxygen recovery kinetics in the forearm flexors of multiple ability groups of rock climbers. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 29(6), 1633-1639.

García-Ferrando, M. (2006). Veinticinco años de análisis del comportamiento deportivo de la población española (1980-2005). *Revista Internacional de Sociología (RIS)*, 64(44), 15-38.

García, M. D. H. (2009). *Comparación de dos programas de entrenamiento para desarrollar la fuerza máxima en manos aplicados a escaladores mexicanos*. (Tesis doctoral). Recuperado de: <http://docplayer.es/30468322-Comparacion-de-dos-programas-de-entrenamiento-para-desarrollar-la-fuerza-maxima-en-manos-aplicados-a-escaladores-mexicanos.html>

Gerdes, E. M., Hafner, J.W., Aldag, J. C. (2006) Injury patterns and safety practices of rock climbers. *The Journal of Trauma*, 61(6), 1517-1525.

Giles, V. L., Rhodes, C. E. & Taunton, E. J. (2006). Physiology of rock climbing. *Sports Medicine*, 36(6), 529-545.

Grant, S., Hasler, T., Davies, C., Aitchison, C. T., Wilson, J. y Whittaker, A. (2001). A comparison of the anthropometric, strength, endurance and flexibility characteristics of female elite and recreational climbers and non-climbers. *Journal of Sports Sciences*, 19, 499-505.

Grant, S., Hynes, V., Whittaker, A., Aitchison, T. (1996). Anthropometric, strength, endurance and flexibility characteristics of elite and recreational climbers. *Journal of Sports Sciences*, 14(4), 301-309.

Grey, M (1980). *Football injuries*. Londres: Edward Arnold.

Guyatt, H. G., Oxman, D. A., Vist, G., Kunz, R., Brozek, J., Alonso-Coello, P., Montori, V., Akl, A. E., Djulbegovic, B., Falck-Ytter, Y., Norris, L. S., Williams, W. J., Atkins, D., Meerpohl, J., Schünemann, J. H. (2011). GRADE guidelines: 4. Rating the quality of evidence-study limitations (risk of bias). *Journal of Clinical Epidemiology*, 64, 407-415.

Hasler, M. R., Bach, P., Brodmann, M., Heim, D., Spycher, J., Schotzau, A., Evangelopoulos, S. D., Zimmermann, H. & Exadaktylos, K. A. (2011). A pilot case-control study of behavioural aspects and risk factors in Swiss climbers. *European Journal of Emergency Medicine*, 19, 73-76.

Heid, A., Popp, D., Schöffl, V. (2013). Traumatic peroneal tendon dislocations in rock climbers “the climbers pulley lesion of the foot”- a case presentation. *Medicina Sportiva*, 17(4), 188-192.

Hejna, W. F. y Rosenberg, A. (1982). The prevention of sport injuries in high school students through strength training. *National Strength and Conditioning Association Journal*, 4, 28-31.

Hennesy, L. y Watson, S. W. (1993). Flexibility and posture assessment in relation to hamstring injury. *British Journal of Sports Medicine*, 27(4), 243-246.

Hohlieder, M., Lutz, M., Schubert, H., Eschertzhuber, S., Mair, P. (2007). Pattern of injury after rock-climbing falls is not determined by harness type. *Wilderness and Environmental Medicine*, 18, 30-35.

Holtzhausen, L. M., Noakes, T. D. (1996). Elbow, forearm, wrist and hand injuries among sport rock climbers. *Clinical Journal of Sports Medicine*, 6(3), 196-203.

Hosaini, S. A., Atri, A. E., Kavosi, A. (2013). Injuries at the Iranian championship in indoor rock climbing. *Wilderness & Environmental Medicine*, 24(2), 167-168.

Hunter, P. J. & Marshall, N. R. (2001). Effects of power and flexibility training on vertical jump technique. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 34, 478-486.

International Federation of Sport Climbing (IFSC) (2016). Rules 2016. Recuperado de: [https://www.ifsc-climbing.org/images/World\\_competitions/Event\\_regulations/IFSC-Rules\\_2016\\_V2\\_2.3.pdf](https://www.ifsc-climbing.org/images/World_competitions/Event_regulations/IFSC-Rules_2016_V2_2.3.pdf).

Iruretagoiena, U. X. (2014). *Eskaladako Fisiologia eta balorazio probak* (Trabajo de fin de grado). Recuperado de: <https://addi.ehu.es/bitstream/10810/13480/1/TFG%3AGAL%20XIU.pdf>

Jakubietz, G. R., Jakubietz, G. M., Gruenert, G. J. (2006). Digital amputation caused by climbing-rope entanglement. *Wilderness and Environmental Medicine*, 17, 178-179.

Jones, G., Asghar, A., Llewellyn, D. J. (2008). The epidemiology of rock-climbing injuries. *British Journal of Sports Medicine*, 42(9), 773-778.

Josephsen, G., Shinneman, S., Tamayo-Sarver, J., Josephsen, K., Boulware, D., Hunt, M., Pham, H. (2007). Injuries in Bouldering: a prospective study. *Wilderness and Environmental Medicine*, 18, 271-280.

Kaloostian, E. P., Kim, E. J., Calabresi, A. P., Bydon, A., Witham, T. (2013). Clay shoveler's fracture during indoor rock climbing. *Orthopedics*, 36(3), 81-83.

Killian, B. R., Nishimoto, S. G. y Page, C. J. (1998). Foot and ankle injuries related to rock climbing. The role of footwear. *Journal of the American Podiatric Medical Association*, 88(8), 365-374.

King, C. A., Pruitt, A. L., Phillips, W., Oka, R., Rodenburg, A. & Haskell, L. W. (2000). Comparative effects of two physical activity programs on measured and perceived physical functioning and other health –related quality of life outcomes in older adults. *Journal of Gerontology: Medical Sciences*, 55(2), 74-83.

Klauser, A., Bodner, G., Frauscher, F., Gabl, M. & Nedden, Z. (1999). Finger injuries in extreme rock climbers. Assessment of high-resolution ultrasonography. *The American Journal of Sports Medicine*, 27(6), 733-737.

Koukoubis, D. T., Cooper, W. L., Glisson, R. R., Seaber, V. A., Feagin, A. J. (1995). An electromyographic study of arm muscles during climbing. *Knee Surgery Sports Traumatology, Arthroscopy*, 3, 121-124.

Kubiak, N. E., Klugman, A. J. y Bosco, A. J. (2006). Hand injuries in rock climbers. *Bulletin of the NYU Hospital for Joint Diseases*, 64(3 & 4), 172-177.

Lack, D, Sheets, L. A., Entin, M. J., Christenson, C. D. (2012). Rock climbing rescues: causes, injuries and trends in Boulder country, Colorado. *Wilderness & Environmental Medicine*, 23, 223-230.

Lafuente, C. R. (2013). Tratamiento fisioterápico y readaptación funcional a la escalada tras una lesión del cuarto lumbrical (Trabajo de fin de grado). Extraído de:

Limb, D. (1995). Injuries on British climbing walls. *British Journal of Sports Medicine*, 29(3), 168-170.

Lion, A., Van der Zwaard, C. B., Remillieux, S., Perrin, P. P., Buatois, S. (2015). Risk factors of hand climbing-related injuries. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*

Llewellyn, J. D., Sanchez, X., Asghar, A., Jones, G. (2008). Self-efficacy, risk taking and performance in rock climbing. *Personality and Individual Differences*, 45, 75-81.

Lockhart, R. D., Hamilton, G. F. & Fyfe, F. W. (1959). *Anatomy of the Human Body*. Londres: Faber and Faber.

Logan, J. A., Makwana, N., Mason, G., Dias, J. (2004). Acute hand and wrist injuries in experienced rock climbers. *British Journal of Sports Medicine*, 38, 545-548.

Logan, J. A., Mason, G., Dias, J., Makwana, N. (2005). Can Rock climbing lead to Dupuytren's disease? *British Journal of Sports Medicine*, 39, 639-644.

López, E. (2014). *Efecto de diferentes métodos de entrenamiento de fuerza y resistencia de agarre en escaladores deportivos de distintos niveles*. (Tesis doctoral). Recuperado de: <https://ruidera.uclm.es/xmlui/bitstream/handle/10578/5402/TESIS%20L%C3%B3pez%20Rivera.pdf?sequence=1>

Macdonald, H. J., Callender, N. (2011). Athletic profile of highly accomplished boulderers. *Wilderness & Environmental Medicine*, 22(2), 140-143.

MacLeod, D. (2015). *Make or break. Don't let climbing injuries dictate your success*. Escocia: Rare Breed Productions.

Maitland, M. (1992). Injuries associated with rock climbing. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 16(2).

Mann, P. D. y Jones, T. M. (1999). Guidelines to the implementation of a dynamic stretching program. *National Strength and Conditioning Journal*, 21(6), 53-55.

Marsigny, B., Lecoq-Jammes, F., Cauchy, E. (1999). Medical mountain rescue in the Mont-Blanc massif. *Wilderness and Environmental Medicine*, 10, 152-156.

Martin, M. J., Del Campo, L. V., Román, L. M., Horrillo, V. G. M. J., & Navarrete, G. S. J. (2013). Description of the finger mechanical load of climbers of different levels

during different hand grips in sport climbing. *Journal of Sport Sciences*, 31(15), 1713-1721.

Mazuelos, C K., Arismendi, V. C. (2012). Estudio piloto de identificación y descripción de las lesiones más frecuentes en deportistas de escalada en Santiago de Chile. (Tesis doctoral). Recuperado de: <http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/117221/Estudio%20piloto%20de%20identificaci%F3n%20y%20descripci%F3n%20de%20las%20lesiones%20m%E1s%20frecuentes%20en%20deportistas%20de%20e.pdf?sequence=1>

McHenry, D. R., Arnold, P. G., Wang, W., Abboud, J R. (2015). Footwear in rock climbing: current practice. *The foot*, 25, 152-158.

Mermier, M. C., Robergs, A. R., Mcminn, M. S., Heyward, H. V. (1997). Energy expenditure and physiological responses during indoor rock climbing. *British Journal of Sports and Medicine*, 31, 224-228.

Mermier, M. C., Janot, M. J., Parker, L. D., Swan, G. J. (2000). Physiological and anthropometric determinants of sport climbing performance. *British Journal of Sports Medicine*, 34(5), 359-365.

Michailov, L. M. (2014). Workload characteristic, performance limiting factors and methods for strength and endurance training in rock climbing. *Medicina Sportiva*, 18(3), 97-106.

Mitchell, M. F.(1996). Stretching the content of your warm-up. *Journal of Physical Education and Dance*, 67(7), 24-25.

Montalbetti, T. y Chamarro, A. (2010) Construcción y validación del cuestionario de percepción de riesgo en escalada en roca. *Cuadernos de Psicología del Deporte*, 10(2), 43-56.

Moor, K. B., Nagy, L., Snedeker, G. J., Schweizer, A. (2009). Friction between finger flexor tendons and the pulley system in the crimp grip position. *Clinical Biomechanics*, 24, 20-25.

Nelson, G. N., McKenzie, B. L. (2009). Rock climbing injuries treated in emergency departments in the U.S., 1990-2007. *American Journal of Preventive Medicine*, 37, 195-200.

Noé, F., Quaine, F., Martin, L. (2001). Influence of steep gradient supporting walls in rock climbing: biomechanical analysis. *Gait and Posture*, 13, 86-94.

Paige, E. T., Fiore, C. D., Houston, D. J. (1998). Injury in traditional and sport rock climbing. *Wilderness and Environmental Medicine*, 9, 2-7.

Palastanga, N., Fiel, D., Soames, R. (1986). *Anatomy and human movement, structure and function. Second edition*. Gran Bretaña: Butterworth-Heinemann.

Parellada, A. J., Balkissoon, A. R. A., Hayes, W. C., Conway, F. W. (1996). Bowstring injury of the flexor tendón pulley system: MR imaging. *American Journal of Roentgenology*, 167(2),347-349.

Parkkari, J., Kujala, M. U. y Kannus, P. (2001). Is it possible to prevent sport injuries? Review of controlled clinical trials and recommendations for future work. *Sports Medicine*, 31(14), 985-995.

Paukar, C. J. B. (2016). El entrenamiento propioceptivo en la prevención de lesiones deportivas de los corredores de fondo de la federación deportiva de Tungurahua, del canton Ambato, provincia de Tungurahua. Trabajo de fin de grado. Recuperado de: <http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/24572/1/Camacho%20Paukar%20Byron%20Javier.pdf>

Peters, P. (2001). Nerve compression syndromes in sport climbers. *Orthopedics and Clinical Science*, 22, 611-617.

Peters, P. (2001). Orthopedic problems in sport climbing. *Wilderness and Environmental Medicine*, 12, 100-110.

Pieber, K., Angelmaier, L., Csapo, R., Herceg, M. (2012). Acute injuries and overuse síndromes in sport climbing and bouldering in Austria: a descriptive epidemiological study. *Wiener Klinische Wochenschrift*, 124 (11-12), 357-362.

Portela, M. P., Rico, R. S., Extremera, B. A., León, M. T. & Marín, M.M. (2013). Análisis del perfil sociodemográfico, deportivo y psicológico en una práctica de

escalada deportiva de estudiantes universitarios. *Retos. Nuevas tendencias en Educación Física, Deporte y Recreación*, 24, 9-15.

Quaine, F., Martin, L. (1999). A biomechanical study of equilibrium in sport rock climbing. *Gait & Posture*, 10, 233-239.

Quaine, F., Martin, L., y Blanchi, J. P. (1997). The effect of body position and number of supports on wall reaction forces in rock climbing. *Journal of Applied Biomechanics*, 13, 14-23.

Quaine, F., Vigoroux, L., Martin, L. (2003). Effect of simulated rock climbing finger postures on force sharing among the fingers. *Clinical Biomechanics*, 18, 385-388.

Rodríguez, M. D., García C. M. C., Mena, M. J. M., Silió, V. F., Maqueda, B. J. (S. F.) Enfermedades profesionales relacionadas con los trastornos musculoesqueléticos Patología tendinosa crónica del manguito rotador. Madrid: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

Rohrbough, J. T., Mudge, K. M., Schilling, C. R. (1999). Overuse injuries in elite rock climber. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 32(8), 1369-1372.

Rooks, D. M., Johnson, B. R., Ensor, D. C., McIntosh, B. & James, S. (1995). Injury patterns in recreational climbers. *The American Journal of Sports Medicine*, 23(6).

Schad, R. (2000). Analysis of climbing accidents. *Accident Analysis and Prevention*, 32, 391-396.

Schlegel, C., Bücler, U., Kriemler, S. (2002). Finger injuries of young elite rock climbers. *Sportmedizin und Sporttraumatologie*, 50(1), 7-10.

Schöffl, I., Einwag, F., Strecker, W., Hennig, F. y Schöffl, V. (2007). Impact of taping after finger flexor tendon pulley ruptures in rock climbers. *Journal of Applied Biomechanics*, 23, 52-62.

Schöffl, I., Oppelt, K. Jüngert, J., Schweizer, A., Neuhuber, W., Schöffl, V. (2009). The influence of the crimp and slope grip position on the finger pulley system. *Journal of Biomechanics*, 42, 2183-2187.



Schöffl, V., Burtscher, E., Coscia, F. (2013). Injuries and medical incidences during IFSC 2012 climbing world cup series. *Medicina Sportiva*, 17(4), 168-179.

Schöffl, V., Hochlolzer, T., Winkelmann, P. H., Streeker, W. (2003). Pulley injuries in rock climbers. *Wilderness and Environmental Medicine*, 14, 94-100.

Schöffl, V., Hochlolzer, T., Schöffl, I. (2010). Extensor hood syndrome- osteophytic irritation of digital extensor tendons in rock climbers. *Wilderness & environmental Medicine*, 21, 253-256.

Schöffl, V., Hoffman, G., Küpper, T. (2013). Acute injury risk and severity in indoor climbing- a prospective analysis of 515,337 indoor climbing wall visits in 5 years. *Wilderness & Environmental Medicine*, 24, 187-194.

Schöffl, V., Kurepper, T. (2006) Injuries at the 2005 World Championships in Rock Climbing. *Wilderness and Environmental Medicine*, 17, 187-190.

Schöffl, V., Küpper, T. (2008). Rope tangling injuries- How should a climber fall? *Wilderness & Environmental Medicine*, 19(2), 146-149.

Schöffl, V., Küpper, T. (2013). Feet injuries in rock climbers. *World Journal of Orthopedics*, 4(4), 218-228.

Schöffl, V., Lutter, C., Popp, D. (2016). The "heel hook"- a climbing-specific technique to injure the leg. *Wilderness & Environmental Medicine*, 27, 294-301.

Schöffl, V., Morrison, A., Schwarz, U. (2010). Evaluation of injury and fatality risk in rock and ice climbing. *Sports Medicine*, 40(8), 657-679.

Schöffl, V., Popp, D., Küpper, T., Schöffl, I. (2015). Injury trends in rock climbers: evaluation of a case series of 911 injuries between 2009 and 2012. *Wilderness & Environmental Medicine*, 26, 62-67.

Schöffl, V., Schöffl, I. (2007). Finger pain in rock climbers: reaching the right differential diagnosis and therapy. *Sport Injuries and Rehabilitation*, 47, 70-78.

Schöffl, V., Schöffl, I., Schwarz, U., Henning, F., Küpper, T. (2009). Injury-risk evaluation in water and ice climbing. *Medicina Sportiva*, 13(4), 210-218.

Schweizer, A. (2000). Biomechanical effectiveness of taping the A2 pulley in rock climbers. *Journal of Hand Surgery (British and European Volume)*, 25B(1), 102-107.

Schweizer, A. (2001). Biomechanical properties of the crimp grip position in rock climbers. *Journal of Biomechanics*, 34, 217-223.

Schweizer, A. (2003). Lumbrical tears in rock climbers. *Journal of Hand Surgery (British and European Volume)*, 28(2), 1-3.

Schweizer, A. (2011). Kinetics of crimp and slope grip in rock climbing. *Journal of Applied Biomechanics*, 27(2), 116-121.

Schweizer, A., Bircher, H-P., Kaelin, X., Ochsner, E.P. (2005) Functional ankle control of rock climbers. *British Journal of Sports Medicine*, 39, 429-431.

Schweizer, A., Frank, O., Ochsner, E. P., Jacob, C. A. H.(2003) Friction between human finger flexor tendons and pulleys at high loads. *Journal of Biomechanics*, 36, 63-71.

Schweizer, A., Schneider, A. y Goehner, K. (2007). Dynamic eccentric-concentric strength training of the finger flexors to improve rock climbing performance. *Isokinetics and Exercise Science*, 15, 131-136.

Shea, G. K., Shea, F. O. y Meals, A. R. (1992) Manual demands and consequences of rock climbing. *The Journal of Hand Surgery*, 17A (2), 200-205.

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

Smith, A. C. (1994). The warm-up procedure: to stretch or not to stretch. A brief review. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 19(1), 12-18.

Small, L. F., Schutz, W. R. (1985). Physical fitness differences between athletes and nonathletes: do changes occur as a function of age and sex? *Human Movement Science*, 4(3), 189-202. Abstract

Smoot, J. (1993). Is rock climbing really dangerous? *Rock Ice*, 58.

Stam, C.(2003). Climbing injuries in the Netherlands. *Injury Control and Safety Promotion*, 10(4), 251-252.

Suárez, V. G., Alvarez, G. C. J., Gutierrez, G. E. M., Fernández, L. P., Mora, F. V. (1989) Epifisiolisis capitis femoris. *Revista Española de Cirugía y Osteopatía*, 349-364.

Terry, S. (2016). The epidemiology and frequency of rock climbing injuries (Reportaje de investigación). Recuperado de: <https://alpineclub.org.nz/parkside/wp-content/uploads/2017/01/Research-Project-climbing-injuries-Sam-Terry-2016.pdf>

Tomaszewski, P., Gajewski, J., Lewandowska, J. (2011). Somatic profile of competitive sport climbers. *Journal of Human Kinetics*, 29, 107-113.

Tortora, J. G. y Nielsen, T. M. (2009). The muscular system. *Principles of Human Anatomy 11th Edition* (pp 309-403). USA: Wiley.

Van der Putten, E., Snijders, J. C. (2001). Shoe design for prevention of injuries in sport climbing. *Applied Ergonomics*, 32, 379-387.

Vigoroux, L., Quaine, F., Labarre-Vila, A. y Moutet, F. (2006). Estimation of finger muscle tendon tensions and pulley forces during specific sport-climbing grip-techniques. *Journal of Biomechanics*, 39, 2583-2592.

Vigoroux, L., Quaine, F., Paclet, F., Colloud, F., Moutet, F. (2008). Middle and ring fingers are more exposed to pulley rupture than index and little during sport-climbing: a biomechanical explanation. *Clinical Biomechanics*, 23, 562-570.

Wall, B. C., Starek, E. J., Fleck, J. S. y Byrnes, C. W. (2004). Prediction of indoor climbing performance in women rock climbers. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 18(1), 77-83.

Warme, J. W. y Brooks, D. (2000). The effect of circumferential taping on flexor tendon pulley failure in rock climbers. *The American Journal of Sports Medicine*, 28(5), 674-678.

Warner, G. A. J. (2014). Injury prevention and management practices amongst indoor sports climbers. Trabajo de fin de grado. Extraído de: [https://repository.cardiffmet.ac.uk/bitstream/handle/10369/6025/WARNER\\_Joni\\_20005331.doc.pdf?sequence=1](https://repository.cardiffmet.ac.uk/bitstream/handle/10369/6025/WARNER_Joni_20005331.doc.pdf?sequence=1)

- Watts, B. P., Joubert, M. L., Lish, K. A., Mast, D. J., Wilkins, B. (2003). Anthropometry of young competitive sport rock climbers. *British Journal of Sports Medicine*, 37, 420-424.
- Watts, B. P (2004). Physiology of difficult rock climbing. *European Journal of Applied Physiology*, 91(4), 361-372.
- Watts, B. P., Dobrish, K. M (1998). Physiological responses to simulated rock climbing at different angles. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 30, 1118-1122.
- Watts, B. P., Joubert, L. M., Lish, A. K., Mast, J. D., Wikins, B. (2003) Anthropometry of young competitive sport rock climbers. *British Journal of Sports Medicine*, 37(5), 420-424.
- Watts, B. P., Martin, D., Durtschi, S. (1993). Anthropometric profiles of elite male and female competitive sport rock climbers. *Journal of Sports Science*, 11, 113-117.
- Watts, B.P. & Ostrowski, L. M. (2014) Oxygen uptake and energy expenditure for children during rock climbing activity. *Pediatric Exercise Science*, 26, 49-55.
- Watts, B.P., Jensen, R. L., Gannon, E., Kobeinia, R., Jeremy, M., Sansom, J. (2008). Forearm EMG during rock climbing differs from EMG during handgrip dynamometry. *International Journal of Exercise Sciences*, 1 (1), 4-13.
- Williams, S. E., Taggart, P., Carruthers, M. (1978). Rock climbing: observations on heart rate and plasma catecholamine concentrations and the influence of oxprenolol. *British Journal of Sports Medicine*, 12(3), 125-128.
- Wlodarczyk, D. E., Bieć, E., Sipko, T., Boerner, E., Jasiński, R. (2008). Assessment of morphological architecture of feet in rock-climbers. *Biology of Sport*, 25(1), 93-98.
- Wollings, K. Y., McKay, C. D. y Emery, C. A. (2012). Risk factors for injury in sport climbing and bouldering: a systematic review of literature. *British Journal of Sports Medicine*, 49 (17), 1094-1099.
- Wyatt, P. J., McNaughton, W. G., Grant, T. P. (1996). A prospective study of rock climbing injuries. *British Journal of Sports Medicine*, 30, 148-150.

Wright, M. D., Royle, J. T., Marshall, T. (2001). Indoor rock climbing: Who gets injured? *British Journal of Sports Medicine*, 35, 181-185.

## **17. Addendum**

### **1. 1.Material**

Cinta exprés: pieza formada por la unión de dos mosquetones ligeros mediante una cinta.

Crashpad: colchoneta utilizada para la actividad de bloque sobre la que el escalador caerá en caso de caída.

Crampón: Pieza de metal con puntas afiladas que se coloca bajo la suela de la bota. Esta se clavará en el hielo para así asegura un apoyo éste.

Gri-gri: sistema de seguridad de la marca Petzl que permite asegurar a una cordada de escalada de manera semiautomática. La cuerda pasa por el gri-gri y éste usa la fricción para detenerla en caso de caída del escalador.

Mosquetón: anillo de unión comúnmente hecho de aluminio o metal que se abre y se cierra y que constituye un elemento esencial del sistema de seguridad. Uno de sus usos es el de conectar el gri-gri con el arnés del asegurador.

Parabolt: tipo de fijación mediante un tornillo contra la pared. En el extremo que aflora de la roca se colocará la cinta exprés.

Piolet: Pico de punta puntiaguda utilizado en la escalada en hielo.

Pie de gato: zapatilla de escalada caracterizada principalmente por tener una goma de gran adherencia en la suela

Químico: tipo de fijación contra la pared que no consta de ningún tornillo.

### **2. Integrantes**

Asegurador: miembro de la cordada que se ocupará de la seguridad del escalador. Para ello usando el gri-gri su principal rol será el de ceder o recoger cuerda al escalador.

Porteador: en la modalidad de bloque, se denomina así a aquél que protege la caída del escalador, es decir, que se ocupa de que caiga encima de la colchoneta. Para ello, éste mantiene sus brazos elevados en dirección al escalador, para que, en caso de caída, pueda ser ligeramente orientado hacia

la colchoneta.

### **3. Vocabulario técnico**

Bloque/crux: se denomina así a la secuencia de movimientos más dura de la vía.

Bloqueo: se utiliza esta palabra para referirse a mantener una angulación determinada de la articulación del codo.

Chapar: pasar la cuerda del escalador por el mosquetón que cuelga de la cinta express.

Chapaje: Acción de chapar.

Deschapar: Acción contraria a chapar.

Encadenar: realizar la vía sin ninguna caída.

Encadenamiento: acción de encadenar.

Ir de primero/leading: el escalador escalará sin tener la cuerda pasada por la cadena (como en top-rope). Su objetivo será llegar a la cadena y para ello deberá pasar la cuerda por las cintas exprés colocadas a lo largo de todo el recorrido.

Pegue: intento de escalada de una vía.

Perder pies: se le llama perder o volar pies a la situación en la que el escalador pierde el contacto de sus pies con la pared momentáneamente.

Regleta: Tipo de agarre característico de la escalada. Se utiliza el término regleta para referirse a los salientes planos que normalmente suelen ser de un tamaño inferior a tres falanges de los dedos.

Semi arqueo: tipo de agarre en el que los dedos se flexionan por la segunda falange para asir el agarre requerido.

Suspensión: Mantenerse colgado de las manos estáticamente sin usar los pies.

Travesía: escalada de izquierda a derecha.

Vía: itinerario de escalada

Vías desplomadas: se denomina así a los itinerarios que se encuentran en un ángulo con la horizontal menor a 90°

#### **4. Formas de escalada**

A vista: escalar sin haber recibido información ajena sobre los movimientos de la vía. Solo el primer pegue a la vía contará por escalada a vista, ya que, tras fracasar en éste los movimientos de la vía se conocerán y por tanto, no contará como a vista.

Ensayado: encadenar una vía en múltiples intentos.

Flash: encadenar una vía habiendo recibido previamente información sobre los movimientos de ésta. Solo será un encadene a flash si se consigue realizar el susodicho encadene al primer pegue, de lo contrario, ya no contará como flash.

#### **5. Modalidades de escalada**

Bloque: modalidad de escalada en la que la altura es significativamente menor que en el resto de modalidades y en la que el número de movimientos a realizar, por tanto, es también menor.

Escalada en hielo: escalar paredes heladas.

Escalada deportiva: modalidad de escalada en la que el objetivo principal es llegar a la cadena situada al final de la vía o recorrido.

Largo: denominación para referirse a una vía o recorrido. Este tipo de terminología se utiliza cuando la escalada es de varios largos, es decir, varias vías seguidas una tras otra, como puede darse en paredes de grandes alturas.

Top-rope: Modalidad de escalada en la que se realizará la escalada con la cuerda pasada previamente por la cadena que indica el final del recorrido. En este caso, la cuerda pasará por la cadena que indica el final de cada largo.

#### **6. Enfermedades**

Enfermedad de Dupuytren: enfermedad que provoca un cierre progresivo de la



mano por retracción de la aponeurosis palmar superficial.

## **7. Lesiones**

Clay shoveler's fracture: lesión caracterizada por la fractura de la apófisis espinosa de la vértebra. Normalmente suele ocurrir en las vértebras C6 y C7.