



La patologia delle pulegge flessorie nei climbers

Flexor pulley injuries in rock climbers

Sandra Pfanner¹, Anna Maria Nucci², Leonardo Baroni¹, Giulio Lauri¹, Andrea Poggetti¹

¹ SODC Chirurgia e Micorchirurgia Ricostruttiva della Mano AOU Careggi, Firenze; ² SODC Ortopedia e Traumatologia Pediatrica AOU Meyer, Firenze

Riassunto

Il climbing rappresenta al giorno d'oggi uno sport sempre più diffuso. Oltre ai traumi da precipitazione, le lesioni muscoloscheletriche che più di frequente si riscontrano nella pratica di questo sport sono le lesioni delle pulegge dei tendini flessori delle dita lunghe. Infatti, nell'esecuzione dei vari gesti tecnici di presa durante l'arrampicata, le pulegge sono soggette ad importanti sovraccarichi fino a determinarne la rottura. Facendo riferimento alla letteratura attuale, questo articolo ha lo scopo di descrivere epidemiologia, fisiopatologia, indagini diagnostiche e indicazioni di trattamento delle lesioni delle pulegge nei climbers, riportando anche le principali tecniche chirurgiche di riparazione.

Parole chiave: climber, arrampicata, pulegge flessorie, lesione delle pulegge

Summary

Nowadays, rock climbing is an increasingly popular sport. In addition to traumatic injuries, the musculoskeletal injuries that are most frequently encountered in the practice of this sport are injuries of the flexor tendon pulleys of the long fingers. In fact, in the execution of the various technical gripping gestures during climbing, the pulleys are subject to significant overloads until they break. Referring to the current literature, this article aims to describe epidemiology, pathophysiology, diagnostic investigations and treatment indications of pulley injuries in climbers, also reporting the main surgical repair techniques.

Key words: climber, climbing, flexor pulleys, pulley injury

Corrispondenza

Sandra Pfanner

E-mail: sandrap@inwind.it

Conflitto di interessi

Gli Autori dichiarano di non avere alcun conflitto di interesse con l'argomento trattato nell'articolo.

Come citare questo articolo: Pfanner S, Nucci AM, Baroni L, et al. La patologia delle pulegge flessorie nei climbers. Rivista Italiana di Chirurgia della Mano 2021;58:121-125. <https://doi.org/10.53239/2784-9651-2021-18>

© Copyright by Pacini Editore Srl



OPEN ACCESS

L'articolo è OPEN ACCESS e divulgato sulla base della licenza CC BY-NC-ND (Creative Commons Attribuzione - Non commerciale - Non opere derivate 4.0 Internazionale). L'articolo può essere usato indicando la menzione di paternità adeguata e la licenza; solo a scopi non commerciali; solo in originale. Per ulteriori informazioni: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.it>

Introduzione

La pratica sportiva dell'arrampicata (o climbing in inglese) è recentemente divenuta un'attività molto in voga che persone di tutte le età e con diversi livelli di esperienza praticano quotidianamente. Infatti, mentre un tempo questo sport veniva praticato da pochi ed era considerato elitario, oggi l'arrampicata si sta sempre più diffondendo, in quanto come altri sport adrenalini viene considerata una via di fuga dalla quotidiana routine cittadina e un modo per ritrovare il contatto con la natura. Questo anche grazie alla grande pubblicizzazione da parte dei media, allo sviluppo di attrezzatura tecnica alla portata di tutti e alla diffusione di apposite palestre

con pareti artificiali che permettono allo sportivo di allenarsi anche in città. Sono nate anche diverse associazioni nazionali ed internazionali con lo scopo di regolamentare e standardizzare maggiormente questa attività sportiva che di recente è stata anche inserita nelle discipline olimpiche. Da tutto ciò consegue che il numero dei traumi tipici di questo sport è notevolmente incrementato negli ultimi anni e ciò ha permesso di studiare più accuratamente dal punto di vista epidemiologico, fisiopatologico e diagnostico-terapeutico la traumatologia del climber. La lesione più caratteristica di questo sport è la rottura delle pulegge dei tendini flessori delle dita lunghe. L'associazione tra questa patologia e l'arrampicata era già stata evidenziata e studiata in passato. I primi furono Bollen¹ e Tropet² che nei primi anni '90 descrissero dei casi di rottura chiusa traumatica delle pulegge flessorie nell'arrampicata, osservando come gli atleti autonomamente già si curassero applicando una fasciatura alla base del dito. Oggi le conoscenze riguardo questo tipo di lesione si sono molto ampliate e la ricerca scientifica ha permesso di comprendere a pieno i meccanismi traumatici alla base della rottura di una puleggia durante i movimenti tecnici di arrampicata e di elaborare nuove soluzioni terapeutiche.

Le lesioni muscoloscheletriche nell'arrampicata

La crescente popolarità dell'arrampicata ha condotto ad un consensuale incremento di una particolare tipologia di traumi dell'apparato muscolo scheletrico che potremmo considerare *climbing-related*. Durante l'arrampicata i due motivi principali di traumatismo sono la caduta, con conseguenze variabili dalla semplice distorsione di caviglia al grave politrauma, e il sovraccarico funzionale. Dovendo sostenere la maggior parte del proprio peso corporeo con le braccia, i climbers riportano una percentuale di lesioni da *overuse* agli arti superiori maggiore rispetto agli arti inferiori. Al contrario le lesioni riportate in seguito ad una caduta interessano più di frequente gli arti inferiori. Un'analisi sistematica su 1887 climbers condotta da Gerdes et al.³ ha evidenziato come complessivamente le lesioni dell'arto superiore rappresentino il 57,6% di tutte le lesioni, quelle dell'arto inferiore raggiungano il 27,6%, mentre i restanti traumi riguardino testa, collo e tronco. Gli Autori hanno studiato inoltre la distribuzione delle lesioni in base a livello di esperienza, rilevando un aumentato rischio per i climbers di livello intermedio-avanzato rispetto ai *beginners*, probabilmente a causa della sicurezza acquisita che induce a sottovalutare il pericolo. A livello dell'arto superiore le lesioni più comuni riguardano sicuramente la mano, seguite dalle lesioni capsulo-ligamentose e tendinee della spalla (17,2% di tutte le lesioni) e dalla patologia da *overuse* del gomito (9,1%)⁴. Se si prende in considerazione la mano, circa metà di tutte le lesioni

è rappresentata dalle lesioni delle pulegge. La lesione chiusa traumatica delle pulegge flessorie costituisce quindi la patologia più frequente nell'arrampicata, e d'altro canto l'arrampicata rappresenta la causa più frequente di tale patologia, in quanto essa viene osservata di rado in altre attività sportive o lavorative. Per cui potremmo definire la rottura delle pulegge flessorie come una lesione specifica di questo sport.

Diverso è il pattern di lesione nei bambini e negli adolescenti non ancora giunti a completa maturazione scheletrica e che praticano arrampicata. Infatti, in questa particolare popolazione le lesioni della mano che si ritrovano più di frequente in assoluto sono le fratture da stress a livello della fisi delle falangi⁵.

Le lesioni delle pulegge flessorie nell'arrampicata

Fisiopatologia

Il climbing è uno sport che si caratterizza per l'ingente sovraccarico degli arti superiori ed in particolare delle dita, che durante i movimenti tecnici devono supportare il peso del corpo. Tecnicamente il climber sfrutta delle particolari posizioni della mano che sceglie in base alla morfologia dell'appiglio, alla posizione del corpo rispetto all'appiglio ed alla forza necessaria in quel determinato passaggio. Le principali prese sono la presa con dita arcuate chiusa o aperta (*open o closed crimp grip*), la presa a uncino, la presa a pinza e la presa a tasca (Fig. 1).

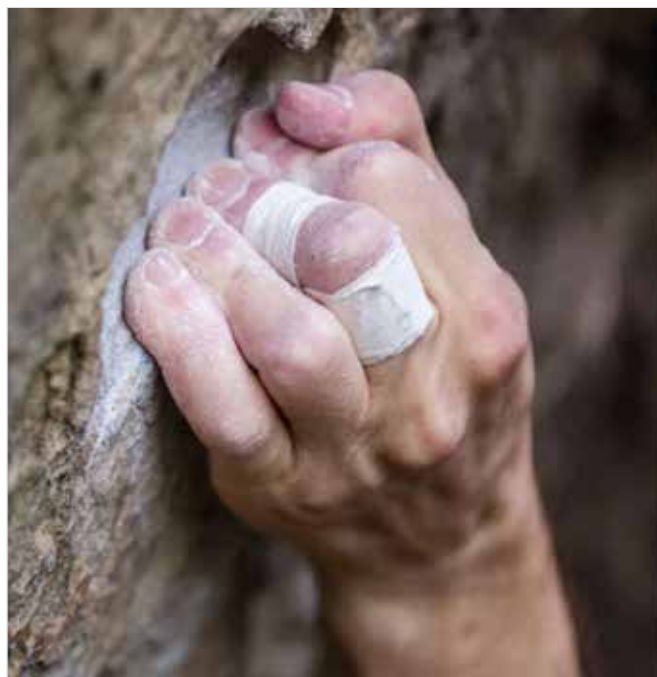


Figura 1. Esempio di presa a tasca.

Nella presa con dita arcuate le dita lunghe sono mantenute in iperestensione all'interfalangea distale (IFD) e in flessione all'interfalangea prossimale (IFP). La forma più semplice di questa presa è aperta cioè con il pollice aperto non in contatto con l'indice, mentre nei casi in cui la superficie di appoggio sia ridotta e si debba esercitare una forza maggiore si può ricorrere alla *closed crimp grip* dove il pollice si flette e preme sull'indice contribuendo alla stabilizzazione e alla forza della presa. Nella presa ad uncino sia l'IFD che l'IFP sono mantenute in flessione in grado variabile in base alle dimensioni dell'appiglio. La presa a pinza sfrutta l'opposizione pulpo-pulpare tra pollice e un altro dito e infine la presa a tasca prevede l'utilizzo di uno o più dita lunghe per appendersi in una insenatura ⁶. In ognuna di queste impugnature cambiando la posizione delle dita si modifica anche il carico sui tendini flessori e sulle pulegge. In particolare, la *crimp grip* è quella che permette di sviluppare la maggior pressione con i polpastrelli sulla superficie di appoggio producendo la presa più solida; per questo motivo viene usata molto frequentemente, soprattutto nei percorsi più impegnativi. I tendini flessori e in particolare i flessori profondi delle dita (FPD) sono in grado di sviluppare una tale forza solo mediante un incremento di carico sulle pulegge che mantengono il tendine adeso alla superficie ossea permettendo una trasmissione efficace delle forze tensive alla falange distale. Infatti quando il climber utilizza questo tipo di impugnatura, la forza che i FPD esercitano sulla puleggia A2 è circa 3-4 volte maggiore rispetto a quella che effettivamente viene prodotta a livello dell'apice digitale ⁷. Studi biomeccanici hanno evidenziato come la puleggia A2 sia di gran lunga la puleggia più resistente arrivando a sostenere carichi fino ad un massimo di circa 400 N ⁸. È stato inoltre calcolato che un climber di livello amatoriale durante la massima forza di presa sviluppa un carico di circa 380 N sulla puleggia A2 ⁹. Ne consegue che durante l'uso della *crimp grip*, le pulegge sono sottoposte a ripetuti carichi molto vicini al punto di rottura e ciò può provocare una forma di usura del sistema delle pulegge flessorie. Resta infine da sottolineare come il III e il IV dito risultino molto più frequentemente esposti alla lesione delle pulegge rispetto al II e al V dito. A tal proposito Vigouroux et al. ¹⁰ hanno condotto uno studio biomeccanico evidenziando come il dito medio e l'anulare producano una forza maggiore all'apice digitale rispetto alle altre dita lunghe, provocando quindi carichi maggiori sulle pulegge. Un'altra spiegazione della predisposizione alla rottura delle pulegge del III e del IV dito può essere data dalla particolare posizione assunta dalle pulegge in queste dita dove, secondo studi anatomici, si crea un angolo tra puleggia e traiettoria del tendine più sfavorevole con un conseguente incremento dello stress sulla puleggia stessa ¹¹.

Diagnosi

Dal punto di vista clinico il climber con una lesione di puleggia riferisce di aver provato un dolore acuto al dito e talora di aver udito un vero e proprio schiocco durante un passaggio tecnico complesso oppure a seguito di un improvviso scivolamento del piede di appoggio con conseguente repentino incremento del carico sulla mano. Spesso il dito lesso presenta ecchimosi e tumefazione; soltanto nelle lesioni gravi dove più pulegge sono coinvolte, si può riscontrare un evidente effetto "corda d'arco". Nella maggior parte dei casi risulta difficile con la semplice osservazione clinica distinguere tra distrazione, lesione parziale e lesione completa di una puleggia, per cui conviene ricorrere all'ausilio della diagnostica strumentale ^{7,12}. Gli Autori sono concordi nel richiedere in prima istanza un esame radiografico standard in due proiezioni per escludere lesioni ossee, avulsioni della placca volare e fratture epifisarie da stress nel bambino ¹³. Successivamente per poter quantificare l'entità del danno alle pulegge che rappresenta la principale indicazione al trattamento, l'indagine diagnostica più semplice e veloce è l'ecografia. Con tale metodica è possibile individuare e misurare direttamente le pulegge A2 e A4, e calcolare la distanza tendine-osso in corrispondenza della puleggia in esame. Tale misurazione si è dimostrata un ottimo indice diagnostico con una sensibilità del 98% e una specificità del 100% ¹⁴, considerando come valore limite 2 mm ¹⁵. Al contrario la puleggia A3, essendo molto più esile, risulta di difficile identificazione con le classiche sonde da 14 MHz; infatti, a seconda degli studi, è stato possibile individuarla solo nel 65-76% dei casi ^{16,17}. Inoltre, a livello di tale puleggia la distanza tra tendine e osso appare maggiore di 2 mm anche con la puleggia intatta e dopo la lesione non incrementa in maniera significativa. A tale proposito, alcuni studi sia con RM che con ultrasuoni hanno indagato la relazione tra la morfologia della placca volare e la patologia della puleggia A3, individuando una tecnica di valutazione indiretta della puleggia A3 ^{18,19}. Normalmente la placca volare si allunga e si appiattisce in estensione della IFP, mentre si accorcia e si ispessisce in flessione. A seguito della rottura della puleggia A3 è possibile osservare come la placca volare alteri la sua forma e si allontani dal tendine non essendo più tenuta in tensione dalla puleggia. Adottando 0.9 mm come valore limite della distanza placca volare-tendine misurata sull'immagine ecografica, Schöfl et al sono stati in grado di identificare una lesione di puleggia A3 con una sensibilità del 76% ed una specificità del 94% ¹⁹. Un altro strumento utile è la RM che può essere adottata a completamento della diagnostica nel caso in cui l'ecografia non abbia condotto ad una chiara diagnosi (Fig. 2). L'ecografia resta comunque il primo passo nel percorso diagnostico perché dimostra degli evidenti vantaggi rispet-

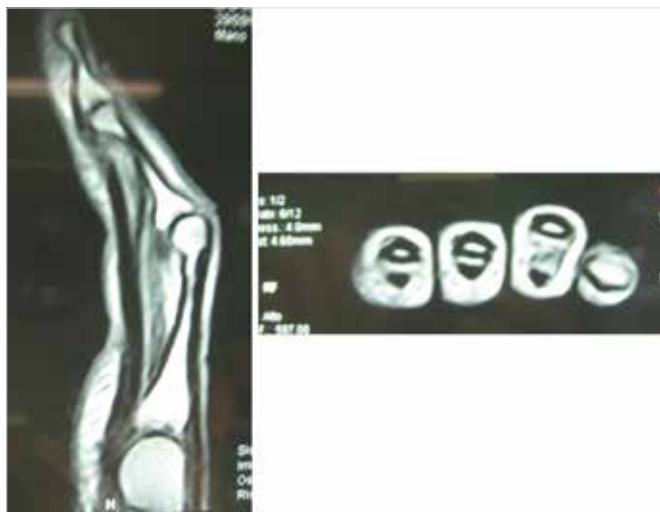


Figura 2. Immagine RM che dimostra l'effetto corda d'arco dovuto alla rottura della puleggia.

to alla RM soprattutto in termini di praticità ed economicità. Inoltre, lo studio con ultrasuoni permette di valutare dinamicamente l'apparato flessorio, rispetto alla RM standard che costituisce uno studio statico²⁰. Guardando al prossimo futuro è probabile che nuove tecnologie andranno ulteriormente ad implementare la diagnostica di cui disponiamo. Un esempio è riportato in un recente articolo che tratta dell'utilizzo della RM semi-dinamica nello studio delle pulegge flessorie dimostrando come tale tecnologia possa essere di ausilio in particolare nella diagnosi delle lesioni della puleggia A3²¹.

Trattamento

Attualmente, il trattamento delle lesioni delle pulegge flessorie si basa sulla classificazione proposta nel 2003 da Schöffl et al.¹² che prevede la distinzione di 4 gradi di lesione:

- distrazione della puleggia (distanza tendine osso < 2 mm);
- rottura completa di A4 o rottura parziale di A2 o A3;
- rottura completa di A2 o A3;
- rottura di multiple pulegge tipo A2+A3 o A2+A3+A4 o rottura completa di una singola puleggia associata a lesione dei muscoli lombricali o dei legamenti collaterali (Fig. 3).

Nei gradi I-II-III il trattamento di scelta è conservativo. Nel grado I il posizionamento di un cerotto ad anello a protezione delle pulegge ed una precoce mobilizzazione sono sufficienti per poter riprendere completamente l'attività sportiva dopo 6 settimane, mantenendo il taping di protezione per almeno 3 mesi. Nel grado II-III è invece consigliata una iniziale immobilizzazione di 10-14 giorni con stecca volante seguita da una graduale mobilizzazione indossando un sistema di protezione delle pulegge a cerotto o nel grado III



Figura 3. Immagine RM che dimostra l'effetto corda d'arco dovuto alla rottura della puleggia.

con anello termoplastico da mantenere per almeno 6 mesi. L'attività sportiva verrà ripresa dopo circa 6-8 settimane nei gradi II e dopo 3 mesi nei gradi III.

Una lesione di grado IV invece rappresenta una lesione molto grave che necessita un intervento chirurgico ricostruttivo per poter ottenere un buon recupero funzionale, dal momento che è stato dimostrato che una semplice sutura della breccia non è sufficiente^{15,22}. Negli anni sono state proposte numerose tecniche di ricostruzione, tra cui le più popolari sono la tecnica ideata da Weilby e descritta da Kleinert e Bennett²³ basata sull'utilizzo dei margini della puleggia rimasta come base d'impianto per un graft tendineo intrecciato, la tecnica "belt-loop" di Karev²⁴, la tecnica "single-loop" secondo Bunnell²⁵, la riparazione mediante il retinacolo dei flessori ideata da Lister²⁶, la tecnica "palmar plate tunnel" ideata da Doyle²⁷, la tecnica "loop and a half" proposta da Widstrom²⁷ e la tecnica "triple loop" di Okutsu²⁸. Gli studi biomeccanici di Widstrom et al.^{27,29} hanno posto a confronto varie tecniche ed hanno evidenziato come la tecnica di Weilby presenti i migliori risultati funzionali, ma la tecnica "loop and a half" con graft di palmare gracile permetta di ottenere la maggior resistenza alla rottura. Per questo motivo la tecnica "loop and a half" sembra essere la più indicata nei climbers che necessitano di sviluppare forti tensioni sulle pulegge. Per quanto riguarda la puleggia A3 Gabl et al.³⁰ sostengono che la tecnica "loop and a half" con graft tendineo crei un ingombro sul tendine estensore a livello della IFP. Per evitare tale problematica suggeriscono di utilizzare un graft di retinacolo degli estensori, anche se risulta tecnicamente più difficoltoso e meno resistente nel primo periodo postoperatorio.

In ogni caso a seguito dell'intervento ricostruttivo, si ricorre ad una immobilizzazione per 2 settimane seguita da un protocollo di progressiva mobilizzazione per 4 settimane con anello di protezione delle pulegge.

Bibliografia

- 1 Bollen SR. Injury to the A2 pulley in rock climbers. *J Hand Surg Am* 1990;15:268-270. [https://doi.org/10.1016/0266-7681\(90\)90135-Q](https://doi.org/10.1016/0266-7681(90)90135-Q)
- 2 Tropet Y, Menez D, Balmat P, et al. Closed traumatic rupture of the ring finger flexor tendon pulley. *J Hand Surg Am* 1990;15:745-747. [https://doi.org/10.1016/0363-5023\(90\)90148-K](https://doi.org/10.1016/0363-5023(90)90148-K)
- 3 Gerdes EM, Hafner JW, Aldag JC. Injury patterns and safety practices of rock climbers. *J Trauma - Inj Infect Crit Care* 2006;61:1517-1525. <https://doi.org/10.1097/01.ta.0000209402.40864.b2>
- 4 Cole KP, Uhl RL, Rosenbaum AJ. Comprehensive Review of Rock Climbing Injuries. *J Am Acad Orthop Surg* 2020;28:e501-e509. <https://doi.org/10.5435/JAAOS-D-19-00575>
- 5 Schöffl V, Lutter C, Woollings K, et al. Pediatric and adolescent injury in rock climbing. *Res Sport Med* 2018;26:91-113. <https://doi.org/10.1080/15438627.2018.1438278>
- 6 Jones G, Johnson MI. A critical review of the incidence and risk factors for finger injuries in rock climbing. *Curr Sports Med Rep* 2016;15:400-409. <https://doi.org/10.1249/JSR.0000000000000304>
- 7 Crowley T. The Flexor tendon pulley system and rock climbing. *J Hand Microsurg* 2016;04:25-29. <https://doi.org/10.1007/s12593-012-0061-3>
- 8 Lin GT, Cooney WP, Amadio PC, et al. Mechanical properties of human pulleys. *J Hand Surg* 1990;15:429-434. [https://doi.org/10.1016/0266-7681\(90\)90085-1](https://doi.org/10.1016/0266-7681(90)90085-1)
- 9 Schweizer A. Biomechanical properties of the crimp grip position in rock climbers. *J Biomech* 2001;34:217-223. [https://doi.org/10.1016/S0021-9290\(00\)00184-6](https://doi.org/10.1016/S0021-9290(00)00184-6)
- 10 Vigouroux L, Quaine F, Paquet F, et al. Middle and ring fingers are more exposed to pulley rupture than index and little during sport-climbing: a biomechanical explanation. *Clin Biomech* 2008;23:562-570. <https://doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2007.12.009>
- 11 An KN, Chao EY, Cooney WP, et al. Normative model of human hand for biomechanical analysis. *J Biomech* 1979;12:775-788. [https://doi.org/10.1016/0021-9290\(79\)90163-5](https://doi.org/10.1016/0021-9290(79)90163-5)
- 12 Schöffl V, Hochholzer T, Winkelmann HP, et al. Pulley Injuries in rock climbers. *Wilderness Environ Med* 2003;14:94-100. [https://doi.org/10.1580/1080-6032\(2003\)014\[0094:piiirc\]2.0.co;2](https://doi.org/10.1580/1080-6032(2003)014[0094:piiirc]2.0.co;2)
- 13 Gabl M, Rangger C, Lutz M, et al. Disruption of the finger flexor pulley system in elite rock climbers. *Am J Sports Med* 1998;26:651-655. <https://doi.org/10.1177/03635465980260050901>
- 14 Klauser A, Frauscher F, Bodner G, et al. Finger pulley injuries in extreme rock climbers: depiction with dynamic US. *Radiology* 2002;222:755-761. <https://doi.org/10.1148/radiol.2223010752>
- 15 Schöffl VR, Schöffl I. Injuries to the finger flexor pulley system in rock climbers: current concepts. *J Hand Surg Am* 2006;31:647-654. <https://doi.org/10.1016/j.jhsa.2006.02.011>
- 16 Boutry N, Titécat M, Demondion X, et al. High-frequency ultrasonographic examination of the finger pulley system. *J Ultrasound Med* 2005;24:1333-1339. <https://doi.org/10.7863/jum.2005.24.10.1333>
- 17 Schöffl I, Hugel A, Schöffl V, et al. Diagnosis of complex pulley ruptures using ultrasound in cadaver models. *Ultrasound Med Biol* 2017;43:662-669. <https://doi.org/10.1016/j.ultrasmedbio.2016.10.005>
- 18 Bayer T, Adler W, Schweizer A, et al. Evaluation of finger A3 pulley rupture in the crimp grip position - a magnetic resonance imaging cadaver study. *Skeletal Radiol* 2015;44:1279-1285. <https://doi.org/10.1007/s00256-015-2160-2>
- 19 Schöffl I, Deeg J, Lutter C, et al. Diagnosis of A3 pulley injuries using ultrasound. *Sportverletzung-Sportschaden* 2018;32:251-259. <https://doi.org/10.1055/a-0598-7655>
- 20 Martinoli C, Bianchi S, Cotten A. Imaging of rock climbing injuries. *Semin Musculoskelet Radiol* 2005;9:334-345. <https://doi.org/10.1055/s-2005-923378>
- 21 Schellhammer F, Vantorre A. Semi-dynamic MRI of climbing-associated injuries of the finger. *Skeletal Radiol* 2019;48:1435-1437. <https://doi.org/10.1007/s00256-019-03216-x>
- 22 Lin GT, Amadio PC, An KN et al. Biomechanical analysis of finger flexor pulley reconstruction. *J Hand Surg Am* 1989;14:278-282. [https://doi.org/10.1016/0266-7681\(89\)90081-8](https://doi.org/10.1016/0266-7681(89)90081-8)
- 23 Kleinert HE, Bennett JB. Digital pulley reconstruction employing the always present rim of the previous pulley. *J Hand Surg Am* 1978;3:297-298. [https://doi.org/10.1016/S0363-5023\(78\)80098-7](https://doi.org/10.1016/S0363-5023(78)80098-7)
- 24 Karev A. The "belt loop" technique for the reconstruction of pulleys in the first stage of flexor tendon grafting. *J Hand Surg Am* 1984;9:923-924. [https://doi.org/10.1016/S0363-5023\(84\)80082-9](https://doi.org/10.1016/S0363-5023(84)80082-9)
- 25 Bunnell S. *Surgery of the Hand*. 1944.
- 26 Lister G. Indications and techniques for repair of the flexor tendon sheath. *Hand Clin* 1985;1:85-95.
- 27 Widstrom CJ, Johnson G, Doyle JR, et al. A mechanical study of six digital pulley reconstruction techniques: Part I. Mechanical effectiveness. *J Hand Surg Am* 1989;14:821-825. [https://doi.org/10.1016/S0363-5023\(89\)80082-6](https://doi.org/10.1016/S0363-5023(89)80082-6)
- 28 Okutsu I, Ninomiya S, Hiraki S, et al. Three-loop technique for A2 pulley reconstruction. *J Hand Surg Am* 1987;12:790-794. [https://doi.org/10.1016/S0363-5023\(87\)80071-0](https://doi.org/10.1016/S0363-5023(87)80071-0)
- 29 Widstrom CJ, Doyle JR, Johnson G, et al. A mechanical study of six digital pulley reconstruction techniques: Part II. Strength of individual reconstructions. *J Hand Surg Am* 1989;14:826-829. [https://doi.org/10.1016/S0363-5023\(89\)80083-8](https://doi.org/10.1016/S0363-5023(89)80083-8)
- 30 Gabl M, Reinhart C, Lutz M, et al. The use of a graft from the second extensor compartment to reconstruct the A2 flexor pulley in the long finger. *J Hand Surg Am* 2000;25B:98-101. <https://doi.org/10.1054/jhsb.1999.0278>