

Haupt C, Holch M, Heineck J, Zwipp H

Komplette Ruptur der tiefen Beugesehne des Ringfingers in Zone 2 beim Felsklettern – Fallbericht

Complete Rupture of the Flexor Digitorum Profundus in Zone 2 during Rock Climbing – Case Report

Universitätsklinikum „Carl Gustav Carus“ der TU Dresden,
Klinik und Poliklinik für Unfall- und Wiederherstellungschirurgie

ZUSAMMENFASSUNG

Geschlossene Beugesehnenrupturen kommen gelegentlich vor als Folge gewaltsamer Hyperextension des Fingerendglieds oder aktiver Flexion gegen Widerstand. Eine Häufung dieser Läsionen wurde bei Rugbyspielern beobachtet. Beim zunehmend Verbreitung findenden Klettersport wurden derartige Verletzungen bisher kaum beschrieben. Im vorliegenden Fall handelt es sich um eine Ruptur auf Höhe des proximalen Interphalangealgelenkes durch eine akute Krafteinwirkung auf einen einzelnen Finger auf dem Boden überlastungsbedingter, degenerativer Vorschädigung.

Schlüsselwörter: Geschlossene Beugesehnenruptur, Sportklettern

SUMMARY

Closed flexor tendon ruptures occur occasionally as a result of forced hyperextension of the end phalanx of a finger or resisted flexion. These lesions were rather frequently observed in rugby players. Rock climbing which is gathering popularity has rarely led to any such injuries. Our case describes a flexor tendon rupture at PIP joint level due to sudden force acting upon one single finger on the basis of degenerative changes through overuse.

Key words: Closed flexor tendon rupture, rock climbing

EINLEITUNG

Verletzungen und Überlastungsschäden bei Kletterern betreffen zum großen Teil Hände und Finger. Die typische Handverletzung des Kletterers ist die Ringbandruptur, meist in den Bereichen A2 und A4 (Grund- bzw. Mesophalanxbereich) (3,23), mit Mittel- und Ringfinger als meistbetroffenen Strahlen (24). Seltener sind Zerrungen oder gar Einrisse der Beugesehnen (8,20,22). Über vollständige Rupturen der Beugesehnen beim Klettersport ist bislang wenig bekannt geworden.

In anderem Zusammenhang wurden immer wieder geschlossene Beugesehnenrupturen beobachtet. Eine Rupturhäufung der tiefen Fingerbeugesehnen wurde bei Rugby-Spielern beschrieben, man spricht auch vom Rugby- oder Jersey-Finger (13,27). Ursächliches Trauma ist immer die gewaltsame Hyperextension des Fingerendglieds bei kraftvoll vorgespannter Sehne des Flexor digitorum profundus (FDP) oder eine plötzliche Flexion gegen Widerstand.

Die eigentlichen Avulsionen des Sehnenansatzes am Fingerendglied treten häufiger auf als Rupturen zwischen proximaler Mesophalanx und Metacarpaleköpfchen (Zone 2 nach Nigst). Über letztere existieren meist Einzelfallberichte (16,18). Selten sind Fälle von gleichzeitiger Ruptur beider Beugesehnen (4,16,17).

Eine Beziehung zum Klettersport kann nur in einem von Banister beschriebenen Fall hergestellt werden: Beim Training eines einfingerigen Klimmzugs kam es zur Avulsion des FDP am Ansatz ohne ossäre Läsion (2).

Die Einteilung der geschlossenen distalen Beugesehnenrupturen durch Leddy und Packer von 1977 beurteilt Ausmaß der Re-

traktion und Durchblutungssituation des proximalen Sehnenendes sowie das Vorhandensein eines ossären Fragmentes (10). Sie wurde später modifiziert und erweitert. Eigentliche Sehnenrisse ohne knöcherne Verletzung sind hiernach Typ-1-Verletzungen (1).

Anhand des vorliegenden Falles soll das Zustandekommen der beim Klettersport bislang selten beobachteten geschlossenen Beugesehnenruptur erörtert werden.

FALLBERICHT

Zur Vorstellung kam ein 29-jähriger Kletterer, Rechtshänder, mit den typischen klinischen Zeichen einer Ruptur der tiefen Beugesehne des linken Ringfingers. Der Patient war bei kaltem Wetter eine Route der Schwierigkeit IXb geklettert (entspricht Grad VIII in der Klassifikation der Union Internationale des Associations d'Alpinisme). Bei dieser Schwierigkeit hält sich der Sportler oft nur mit den Fingerspitzen an winzigen Haltepunkten in senkrechter oder überhängender Felswand, was zu erheblichen Kraftspitzen im Beugesehnen- und Ringbandbereich führt. Beim Versuch der nochmaligen Durchsteigung im Rotpunkt-Stil (ohne Ruhepausen) fixierte er den linken Ringfinger in einem Fingerloch; bei weiterer Belastung hörte er plötzlich einen Knall und verlor den Halt. Zunächst glaubte der Patient an einen Griffausbruch, erst im Verlauf bemerkte er – bei unversehrter Felsoberfläche – die Funktionsbeeinträchtigung des linken Ringfingerendgliedes. Die Vorstellung erfolgte am Unfalltag. Frühere Traumen der Hand oder systemische Allgemeinerkrankungen bestehen nicht. Klinisch zeigte sich ein aktives



Abbildung 1: Ringfinger im seitlichen Strahlengang mit Kortikalishypertrophie und verknöcherten Sehnenansätzen

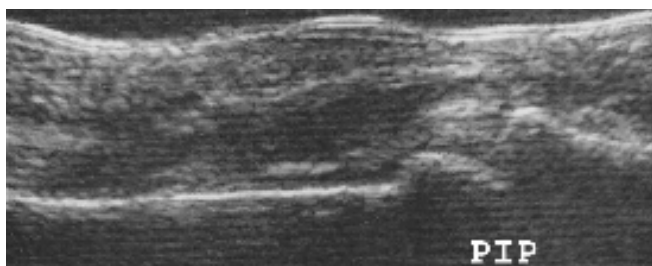


Abbildung 2: Sonografisch fehlende Nachweisbarkeit des FDP auf Grundphalanxhöhe

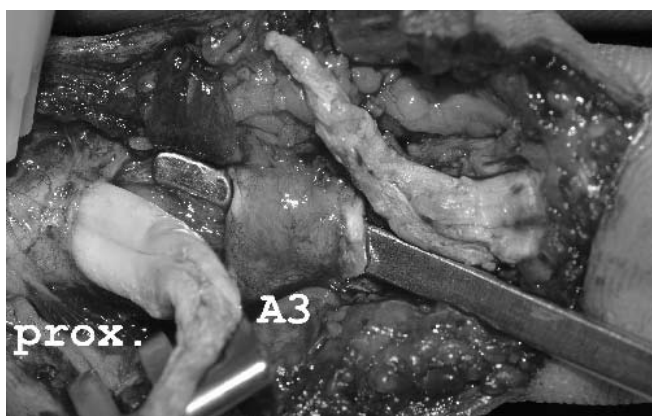


Abbildung 3: FDP-Sehnenstümpfe und erhaltenes A3-Ringband

Beugedefizit des Endgliedes D4 links bei nahezu völliger Schmerzfreiheit. Es bestand die typische Hautabnutzung der Fingerbeeren, offene Verletzungen, ein Hämatom, Schwellung oder eine palpable Resistenz in der Hohlhand fanden sich nicht. Durchblutung und Sensibilität waren unbeeinträchtigt. Im konventionellen Röntgenbild in zwei Ebenen wurden keine frischen ossären Läsionen nachgewiesen. Es fand sich eine Kortikalishypertrophie der Phalangen; die Ansatzzonen bei der Flexoren zeigten knöcherne Randleisten (Abb. 1).

Sonografisch fand sich auf Höhe der Grundphalanx knochenah ein echoärmeres Areal, einem Hämatom entsprechend, bei fehlendem Nachweis der Sehne. Die Sehnenstümpfe selbst konnten nicht sicher identifiziert werden (Abb. 2).

Die Folgen einer Ausheilung in Dehiszenz bzw. als Defekt sind Beugeunfähigkeit des Endgelenkes mit allfälliger Versteifungsoperation zur Funktionsoptimierung und druckschmerzhaft verdickte Vernarbung des bis in die Hohlhand retrahierten Stumpfes mit späterer Revisionsnotwendigkeit. So ergab sich die Indikation zur Rekonstruktion durch Naht, wobei dem erhöhten Adhäsionsrisiko um eine nicht primär versorgte Beugesehne im sog. „Niemandland“ des osteofibrösen Fingerkanals die aktive Beübbarkeit mittels übungstabiler Nahttechnik entgegenzusetzen war. Dies erfordert vermehrten Nahtmaterialeinsatz gegenüber der Standardversor-

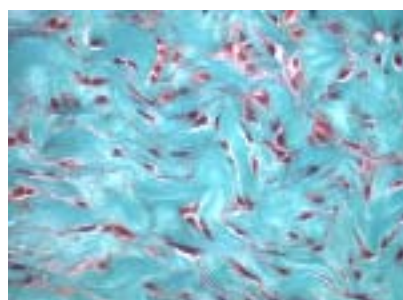


Abbildung 4: Aufgefaserter Sehnenendstück mit welligen Kollagenfasern. Abgerundete Fibrozyten im oberen Bildteil. Goldner, 400fache Vergr.



Abbildung 5: Ringbandplastik über der genähten FDP-Sehne



Abbildung 5: Sonografische Kontrolle am 14. postop. Tag

gung, die auf Mobilisation durch aktive Anspannung einer zarten Naht verzichtet und auf die dynamische Schienenbehandlung nach Kleinerts Prinzipien setzt.

Die Versorgung erfolgte postprimär sechs Tage nach dem Ruptureignis in Plexusanästhesie des linken Armes: Freilegung der Beugesehnen Scheide D4 über den zick-zack-förmigen Zugang nach Bruner. Die Sehnenruptur befand sich in Zone 2 auf Höhe des A3-Ringbandes bei völliger Intaktheit der Ringbandstrukturen A2 bis A4 (Abb. 3). Der proximale Stumpf hatte sich retrahiert und wurde auf Höhe des A1-Ringbandes mittels Sehnenfasszange (nach Kleinert-Kutz) geborgen. Eine Erweiterung des Hautschnitts nach proximal war dabei nicht erforderlich. Makroskopisch fand sich eine pathologische Veränderung des Sehngewebes mit Verkümmern der Vincula, Einblutung des Epitendineums und Rauigkeit der Sehnenoberfläche über eine Strecke von etwa 2 Zentimetern. In diesem Bereich war es zum aufgefaserten Riss der Sehne gekommen in Form zipfelig-ausgedünnter Stümpfe, was die schlechte sonographische Darstellbarkeit erklärt. Ein kleiner Teil wurde zur histologischen Untersuchung asserviert (Abb. 4).

Nach treppenförmiger Eröffnung des A3-Ringbandes erfolgten die primäre Sehnennaht mit zwei parallelen Tsuge-Schlingennähten der Stärke 4-0 (Kernnähte) sowie Epitenonnähte der Stärke 6-0 in Criss-Cross-Technik und erweiternde Ringbandplastiken (Abb. 5). Hand und Unterarm wurden mittels dorsaler Castlonguette in Intrinsic-plus-Position der Finger und Neutralstellung des Handgelenks ruhig gestellt. Angesichts der übungstabilen Naht wurde ab dem 2. postoperativen Tag mit vorsichtiger aktiver Bewegung begonnen.

Es wurde eine Kletterabstinenz über 12 Wochen verordnet. Nachuntersuchungen fanden statt nach 2, 4, 10, 14, 28 und 40 Tagen

mit geplanten Verlaufskontrollen im Vierteljahresabstand. Sonografisch (13-MHz-Schallkopf) erfolgten die Kontrolle des Gleitverhaltens und der Gleitamplitude der Sehne, der Lage des Nahtmaterials sowie der Dehnung der Ringbandplastiken (Abb.6).

DISKUSSION

Beim Klettern werden verschiedene Griffpositionen angewandt, die eine unterschiedliche Belastung der Flexorsehnen und Ringbandstrukturen bedingen. Beim offenen Griff (open grip) werden größere Felsgriffe gehalten, die Finger befinden sich etwa in Funktionsstellung. Beim Klettern mit aufgestellten Fingern (brit. crimp grip, amerik. cling grip, franz. position archée oder prise en graton) werden schmale Haltepunkte mit aufgestellten Fingern bei Hyperextension des DIP-Gelenks und etwa 90° Flexion im PIP-Gelenk gehalten. Kubiak et al. differenzieren noch zwischen offenem und geschlossenem crimp grip, wobei beim geschlossenen Griff der Daumen als zusätzliche Stütze für den Zeigefinger verwendet wird, was einen erheblichen Zugewinn an Kraft bedeutet (9).

Beim Hängegriff (slope grip, auch hanging grip; position tendue) werden Leisten oder Löcher vor allem durch das Endglied mit Beugung im DIP-Gelenk gehalten. PIP- und MCP-Gelenk sind hierbei fast vollständig gestreckt. Der Zangengriff (pinch grip) hält hervorstehende Felsstrukturen durch kräftige Opposition des Daumens gegenüber den Langfingern. Eine Sonderform ist das Verklemmen von Fingern oder der Hand in Rissen. Wesentlich erscheint die Unterscheidung zwischen aufgestellter Fingerposition und Hängeposition (crimp und slope), die sich aus dem Winkel der Fingerphalangen zur Krafrichtung ergibt.

Interessant ist die Überlegung von Shea et al. (28), dass es mit der Bewegung des Kletterers am Fels nach oben zu einer Änderung des Winkels zwischen Fingern und gehaltenem Griff kommt, der Kletterer anfangs also zunächst am Griff hängt, sich dann aber – sobald die Schulter auf Handhöhe ist und er den Griff beibehält – zunehmend auf die Finger stützt. Dadurch wird aus jedem offenen bzw. Hängegriff ein „Aufgestellte-Finger-Griff“.

Die Maximalkraft aller vier Langfingerspitzen gemeinsam unterscheidet sich bei aufgestellter Fingerposition und Hängeposition nicht (19). Unterschiedlich und griffabhängig ist jedoch die Belastung von Ringbändern sowie beider Flexoren: Die Belastung der Ringbänder ist bei aufgestellten Fingern besonders hoch (26), mit entsprechend hoher Prävalenz von Ringbandverletzungen (11,20,24). Prophylaktische, stabilisierende Tapeverbände im Bereich der prädisponierten Ringbänder werden häufig getragen, obwohl der Nutzen dieser Maßnahme angezweifelt wurde (25). Spezielle Taping-Techniken wurden vorgeschlagen (21).

Wahrscheinlich bringt bereits der äußerliche Schutz der Weichteile Linderung während der starken mechanischen Beanspruchung. Mehrere Untersuchungen stützen die These, dass die Belastung des Flexor digitorum profundus (FDP) bei aufgestellten Fingern abnimmt (5, 19, 26). Hingegen wurde beim Hängegriff eines einzelnen Langfingers eine etwa 20% höhere Belastung als beim aufgestellten Einzelfinger gemessen (26). Allerdings stehen dem die Untersuchungen von Vigouroux (30) entgegen: Hier wurden deutliche höhere Belastungen des FDP gerade in der „Aufgestellte-Finger-Position“ ermittelt. Ein weiterer Aspekt ist

die maximale Kraftspitze am isolierten Finger, für deren Entstehung auch der bereits früher beschriebene Quadriga-Effekt (29) von Bedeutung sein mag.

Die Ansatzzone der tiefen Beugesehne ist wesentlich schwächer als die eigentliche Sehnensubstanz selbst (7,14). Somit ist für eine Ruptur der kräftigeren Sehnensubstanz eine Vorschädigung erforderlich. Bei biomechanischer Testung kommt es erst zu konsekutiven Rupturen der Ringbänder A4, A2 und A3, bevor die Beugesehnen, zuletzt die tiefe, vom Ansatz abreißen (15). Die häufigen Läsionen der Ringbänder des Kletterers bestätigen diese als schwächstes Glied. Stumpfe, auch repetitive Traumen wurden bereits als ätiologischer Faktor für die geschlossene Beugesehnenruptur in Betracht gezogen (6,16) und könnten auch im vorliegenden Fall eine Rolle spielen. Klauser et al. (8) beschreiben im MR nachweisbare degenerative Veränderungen der Flexorsehnen von Kletterern v.a. in dem Bereich der Finger, wo unmittelbarer Kontakt mit dem Klettergriff besteht, also auch Druckkräfte auf die Sehne wirken. Hinsichtlich ihrer Vaskularisierung ist die tiefe Beugesehne auf PIP-Gelenk-Niveau nicht unproblematisch (12). Auch eine Kompromittierung von nutritiven Diffusionsvorgängen durch wiederholte mechanische Belastung ist in Betracht zu ziehen. Schließlich sind Tendovaginitiden nach Ringbandrupturen und -zerrungen die dritthäufigste pathologische Entität der Finger bei Sportkletterern (22). Es darf vermutet werden, dass über eventuell asymptomatische, chronisch entzündliche Vorgänge der Sehnen-scheide einer Beeinträchtigung der Beugesehne Vorschub geleistet wird, was zur Ruptur prädisponiert, wie in einem Fall von Prosser et al. beschrieben (18).

Im vorliegenden Fall existieren keine Vorerkrankungen oder vorausgegangene Verletzungen der betroffenen Hand (keine Ringbandverletzung!), jedoch fassbare pathologische Veränderungen des Sehngewebes. Angesichts der klettersportlichen Betätigung sind repetitive Mikrotraumen mit Zug- und Druckbeanspruchung der Beugesehnen sicher. Die im konventionellen Röntgenbild nachweisbaren knöchernen Randleisten im Ansatzbereich beider Flexoren sind Ausdruck der wiederholten, hohen lokalen Belastung.

Offensichtlich kann beim Kletterer eine Kraftspitze bei Hänge-Position eines isolierten Fingers auf dem Boden chronischer Überlastung zu einer Ruptur der tiefen Beugesehne führen. Dies geschah im vorliegenden Fall in einem Bereich der Sehne, der sonst nicht für Rupturen prädisponiert ist. Die zunehmende Verbreitung der Sportart könnte in der Zukunft zu einem Anstieg der Inzidenz des Verletzungsmusters führen. Auch könnte eine gesteigerte diagnostische Aufmerksamkeit eine größere Zahl möglicherweise unerkannter Fälle geschlossener Beugesehnenrupturen an den Tag bringen.

DANKSAGUNG

Die Autoren danken Frau Suzanne Manthey für die histologische Aufarbeitung der Präparate und Herrn Thomas Albrecht für die Anfertigung der intraoperativen Fotografien.

Angaben zu finanziellen Interessen und Beziehungen, wie Patente, Honorare oder Unterstützung durch Firmen: Keine.

LITERATUR

1. AL-QATTAN MM: Type 5 avulsion of the insertion of the flexor digitorum profundus tendon. *J Hand Surg (Br)* 26 (2001) 427-431.
2. BANNISTER P, FOSTER P: Upper limb injuries associated with rock climbing. *Br J Sports Med* 20 (1986) 55.
3. BOLLEN SR, GUNSON CK: Hand injuries in competition climbers. *Br J Sports Med* 24 (1990) 16-18.
4. CHEUNG KM, CHOW SP: Closed avulsion of both flexor tendons of the ring finger. *J Hand Surg (Br)* 20 (1995) 78-79.
5. DENNERLEIN JT, DIAO E, MOTE CD, JR., REMPEL DM: Tensions of the flexor digitorum superficialis are higher than a current model predicts. *J Biomech* 31 (1998) 295-301.
6. HOFMEISTER EP, CRAVEN CE, JR.: Zone I rupture of the flexor digitorum profundus tendon caused by blunt trauma: a case report. *J Hand Surg (Am)* 33 (2008) 247-249.
7. HOLDEN CEA, NORTHMORE-BALL MD: The strength of the profundus tendon insertion. *Hand* 7 (1975) 238-240.
8. KLAUSER A, FRAUSCHER F, HOCHHOLZER T, HELWEG G, KRAMER J, ZUR NEDDEN D: Diagnostik von Überlastungsschäden bei Sportkletterern. *Radiologe* 42 (2002) 788-798.
9. KUBIAK EN, KLUGMAN JA, BOSCO JA: Hand injuries in rock climbers. *Bull NYU Hosp Jt Dis* 64 (2006) 172-177.
10. LEDDY JP, PACKER JW: Avulsion of the profundus tendon insertion in athletes. *J Hand Surg (Am)* 2 (1977) 66-69.
11. LOGAN AJ, MAKWANA N, MASON G, DIAS J: Acute hand and wrist injuries in experienced rock climbers. *Br J Sports Med* 38 (2004) 545-548.
12. LUNDBORG G, MYRHAGE R, RYDEVIK B: The vascularization of human flexor tendons within the digital synovial sheath region-structural and functional aspects. *J Hand Surg (Am)* 2 (1977) 417-427.
13. LUNN PG, LAMB DW: "Rugby finger" – avulsion of profundus of ring finger. *J Hand Surg (Br)* 9 (1984) 69-71.
14. MANSKE PR, LESKER PA: Avulsion of the ring finger flexor digitorum profundus tendon: an experimental study. *Hand* 10 (1978) 52-55.
15. MARCO RA, SHARKEY NA, SMITH TS, ZISSIMOS AG: Pathomechanics of closed rupture of the flexor tendon pulleys in rock climbers. *J Bone Joint Surg Am* 80 (1998) 1012-1019.
16. MATTHEWS RN, WALTON JN: Spontaneous rupture of both flexor tendons in a single digit. *J Hand Surg (Br)* 9 (1984) 134-136.
17. ÖGÜN TC, ÖZDEMİR HM, SENARAN H: Closed traumatic avulsion of both flexor tendons in the ring finger. *J Trauma* 60 (2006) 904-905.
18. PROSSER GH, STERNE GD, NANCARROW JD: Intratendinous rupture of flexor digitorum profundus caused by non-specific synovitis. *Br J Plast Surg* 55 (2002) 77-79.
19. QUAINÉ F, VIGOUROUX L: Maximal resultant four fingertip force and fatigue of the extrinsic muscles of the hand in different sport climbing finger grips. *Int J Sports Med* 25 (2004) 634-637.
20. ROHRBOUGH JT, MUDGE MK, SCHILLING RC: Overuse injuries in the elite rock climber. *Med Sci Sports Exerc* 32 (2000) 1369-1372.
21. SCHÖFFL I, EINWAG F, STRECKER W, HENNIG F, SCHÖFFL V: Impact of taping after finger flexor tendon pulley ruptures in rock climbers. *J Appl Biomech* 23 (2007) 52-62.
22. SCHÖFFL V: Handverletzungen beim Klettern. *Dtsch Z Sportmed* 59 (2008) 85-90.
23. SCHÖFFL VR, EINWAG F, STRECKER W, SCHÖFFL I: Strength measurement and clinical out-come after pulley ruptures in climbers. *Med Sci Sports Exerc* 38 (2006) 637-643.
24. SCHÖFFL VR, SCHÖFFL I: Finger pain in rock climbers: reaching the right differential diagnosis and therapy. *J Sports Med Phys Fitness* 47 (2007) 70-78.
25. SCHWEIZER A: Biomechanical effectiveness of taping the A2 pulley in rock climbers. *J Hand Surg (Br)* 25 (2000) 102-107.
26. SCHWEIZER A: Biomechanical properties of the crimp grip position in rock climbers. *J Biomech* 34 (2001) 217-223.
27. SHABAT S, SAGIV P, STERN A, NYSKA M: Avulsion fracture of the flexor digitorum pro-fundus tendon ('Jersey finger') type III. *Arch Orthop Trauma Surg* 122 (2002) 182-183.
28. SHEA KG, SHEA OF, MEALS RA: Manual demands and consequences of rock climbing. *J Hand Surg (Am)* 17 (1992) 200-205.
29. VERDAN C: Syndrome of the quadriga. *Surg Clin North Am* 40 (1960) 425-426.
30. VIGOUROUX L, QUAINÉ F, LABARRE-VILA A, MOUTET F: Estimation of finger muscle tendon tensions and pulley forces during specific sport-climbing grip techniques. *J Biomech* 39 (2006) 2583-2592.

Korrespondenzadresse:

Dr. med. Cornelius Haupt

Universitätsklinikum „Carl Gustav Carus“

Klinik und Poliklinik für Unfall-

und Wiederherstellungschirurgie

Fetscherstraße 74

01307 Dresden

E-Mail: cornelius.haupt@uniklinikum-dresden.de