

Zusammenfassung

Anhand von 30 männlichen, leistungsorientierten Sportkletterern wurden chronische Überlastungsbeschwerden der Füße untersucht. Als Eingangskriterium galt dabei ein mindestens beherrschtes Schwierigkeitsniveau vom 9. Grad (nach UIAA) sowie eine leistungssportgerechte Klettersportausübung von mehr als 5 Jahren. 87% der Kletterer nahmen bewußt Schmerzen in Kauf, um einen guten Tritt im Kletterschuh zu erlangen. Alle Kletterer hatten Hautdruckstellen und Schwielen dorsal-seitig an den Zehen, desweiteren waren subunguale Hämatome, Nageldystrophien und Nagelbettinfekte zu verzeichnen. Ein einseitiger Hallux Valgus fand sich bei 53% der Sportler, beidseits bei 20%.

Schlüsselwörter: Sportklettern, Fußdeformitäten, Hallux Valgus

Summary

An evaluation of chronic foot-deformations was performed in 30 high level male sportclimbers. Every climber was at least climbing the level 9 (UIAA) and performing since more than 5 years. 87% of the climbers were willingly enduring pain inside the climbingshoes to get a better performance. All athletes had pressure marks and skin affections on the dorsal side of the toes; also subungual hematoma, dystrophic nails and toe nail infections were found. 53% suffered from a hallux valgus, 20% bilaterally.

Key words: Sportclimbing, foot deformation, hallux valgus

Einleitung

Bei Untersuchungen der chronischen Überlastungsschäden bei Sportkletterern stand in bisherigen Untersuchungen immer die obere Extremität im Vordergrund (2-14,16-19,21). An den Händen treten die meisten Verletzungen und Überlastungserscheinungen zutage. Untersuchungen zur unteren Extremität, vor allem hinsichtlich Überlastungserscheinungen sind seltener (12).

Fußdeformitäten bei Sportkletterern

Footdeformations in sportclimbers

II.Chirurgische Klinik, Klinikum Bamberg (Chefarzt Prof. Dr. H.J. Wiendl)

Zur Verbesserung der Trittfähigkeit und des Felskontaktes tragen Kletterer sehr eng anliegende spezielle Kletterschuhe, welche zu chronischen Fußproblemen führen können. Die vorliegende Untersuchung befaßt sich mit den chronischen Vorfußveränderungen bei Sportkletterern.

Entwicklung von Kletterschuhen

In den Anfängen des Kletterns wurde im alpinen Gelände sowie im Klettergarten ausschließlich mit klassischen, schweren Bergstiefeln geklettert. Speziellere Kletterschuhe (Kletterpatschen) waren meist Eigenentwicklungen; so wurden beispielsweise dicke Walksocken mit mehreren Lagen Stoff an der Fußsohle verstärkt um einen weichen und besseren Felskontakt-vermittelnden Kletterschuh zu ergeben. Schuhe dieser Art waren meist nach nur einem Klettertag wieder reparaturbedürftig. Andere Kletterer verzichteten ganz auf ein Schuhwerk und kletterten barfuß. Erst in den frühen 80iger Jahren kam mit dem Schuhmodell „EB“ der erste richtige Kletterschuh mit einer Reibungssohle auf den Markt. Dadurch wurde eine neue Ära von

Höchstleistungen im Sportklettern eingeleitet, Marksteine wie z.B. „Magnet“, Schwierigkeitsgrad 9 nach UIAA, konnten erstbegangen werden.

Die Entwicklung immer besserer Schuhe mit größerer Haftreibung der Schuhsohle hat seit damals entscheidend zur Weiterentwicklung des Schwierigkeitsniveaus beigetragen. Bei den jetzigen Schuhmodellen beherrschen Merkmale wie „Downturn“ (konkave Vorspannung der Schuhsohle zur Erhöhung des Anpressdruckes der Zehenspitzen) sowie „Asymmetrie“ (Schnittführung mit Konzentration der Schuhspitze auf die Großzehe) das Design (siehe Abb.8).

Während der ganzen Entwicklung ist ein Merkmal der Kletterschuhe im wesentlichen jedoch gleich geblieben. Um einen optimalen Druck auf die teils sehr kleinen



Abb.1. Hallux Valgus bei einem Kletterer (Kletterniveau: 11-, Kletterjahre: 20)

Tritte zu erreichen muß der Schuh eine sehr enge Paßform garantieren. Dabei sind im Schuh die Zehengelenke nicht gestreckt, sondern aufgestellt (siehe Abb. 5); nur dadurch kann eine gute Drucküber-

tragung auf den Tritt stattfinden. Da sich jeder Schuh im Laufe der Zeit jedoch etwas weitet, werden die Schuhe zu Beginn ma-

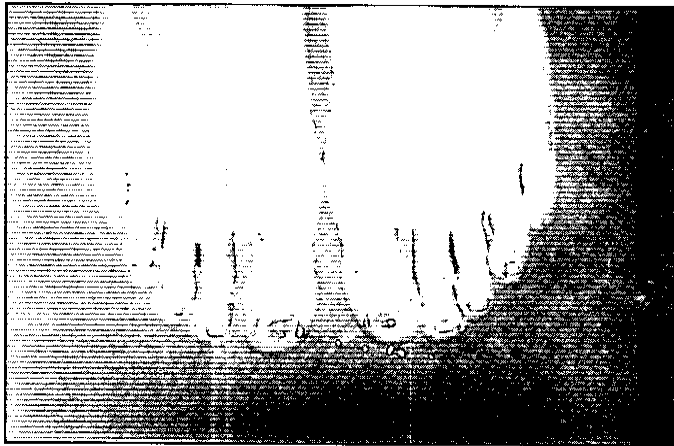


Abb.2. Subunguale Hämatome, Druckstellen und Schwielen

ximal eng gekauft und können erst nach einer schmerzhaften Eingewöhnungszeit getragen werden. Durch die beschriebenen Effekte resultieren Vorfußprobleme, auf die im weiteren eingegangen wird.

Methodik

In einem Zeitraum von 3 Monaten wurden 30 männliche Spitzenkletterer befragt und klinisch untersucht. Hierzu wurden



Abb.3. Röntgenbild a.p. (im Stehen) im Kletterschuh, Hallux Valgus Winkel 21°

standardisierte Untersuchungsbögen verwendet und feste Eingangskriterien formuliert. Als Eingangskriterium galt eine leistungsorientierte Klettersportaus-

übung über mehr als 5 Jahre und ein Schwierigkeitsniveau entsprechend mindestens dem 9. Grad (UIAA). Alle Probanden hatten anamnestisch vor Beginn des Klettersports keinerlei Vorfußdeformitäten.

Die 30 männlichen Probanden waren im Durchschnitt 29,2 Jahre alt, das durchschnittliche Körpergewicht lag bei 68,7 kg sowie die Körpergröße bei 1,80 m. Der Klettersport wurde seit durch-

schnittlich 12,8 Jahren ausgeübt, der mittlere Trainingsumfang betrug 12,3 Stunden pro Woche. Das Rotpunktniveau lag bei 10- (Bereich: 9 - 11-), das Onsigntniveau bei 9 (Bereich: 8+ - 10-). Dabei wird unter „Rotpunkt“ die Begehung einer bekannten Route ohne Zuhilfenahme künstlicher Hilfsmittel, d.h. die Haken dienen nur der Sicherung und nicht als Steighilfe oder Ruhepunkt, verstanden. Bei der „Onsight“-Begehung ist die Route dem Kletterer, zusätzlich zu den „Rotpunkt“-Kriterien, unbekannt. Dies entspricht den Kriterien des Wettkampfkletterns.

Zur Untersuchung der Hallux-Valgus-Deformität wurde in Anlehnung an den radiologischen Hallux-Valgus Winkel (1,15,20) der klinische Hallux-Valgus Winkel (Winkel zwischen Grundphalanx I und Metatarsale I, beim stehenden Probanden) bestimmt. Der Normbereich für den radiologischen Hallux-Valgus-Winkel wird in der Literatur variabel angegeben, *Wülker und Wirth* (20) definieren ihn von 5-10°, *Marcinko et al.* (15) erweitern ihn auf bis 15°.

Um die klinischen Meßfehler auszugleichen wurde in der vorliegenden Untersuchung der Grenzwinkel für die Einstufung als Hallux-Valgus mit 20° Achsabweichung zwischen Os metatarsale I und Großze-



Abb.4. Röntgenbild a.p. (gleicher Kletterer wie Abb.3) ohne Schuh, Hallux Valgus Winkel 14°

hengrundglied in der a.p. Aufsicht im Stehen festgelegt.

Ergebnisse

Die Differenz zwischen der normalen Konfektionsschuhgröße zur Kletterschuhgröße betrug durchschnittlich 2,3 Größen (Abb. 7). Dabei nahmen 87% der Kletterer bewußt Schmerzen der Füße in Kauf, um ein besseres Trittniveau im Schuh zu erreichen. Ebenfalls 87% beklagten Fußbeschwerden, oft auch in Ruhe. Alle Kletterer hatten Druckstellen und Schwielen dorsalseitig an den Zehen (Dig. ped.I: 100%,



Abb.5. Röntgenbild im lateralen Strahlengang im Kletterschuh

Dig. Ped. II: 95%, Dig. Ped. III: 85%, Dig. Ped. IV: 43%, Dig. Ped. V: 8%).

Desweiteren fanden sich avitale Nägel (10%), abgebrochene Nägel (10%), komplette Nagelverluste (3%), Nagelbettinfekte (7%), Dermatomykosen (10%), Unguis incarnatus (10%), Blasenbildung (10%),

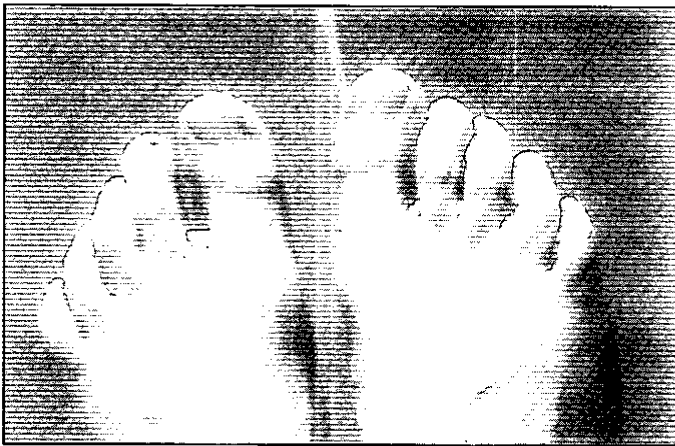


Abb.6. Typischer Fuß eines Leistungskletterers mit Druckstellen und Schwielen

Krallenzehen (3%), Achillodynie (3%) und subunguale Hämatome (30%) (s. Abb. 2 u. 6).

Hallux Valgus:

Eine mögliche Hallux-Valgus-Deformität wurde entsprechend der oben angegebenen Definition und Meßmethode untersucht. Es fand sich bei 53% (16/30) ein einseitiger Hallux-Valgus, bei 20% (6/30) ein beidseitiger Hallux-Valgus.

Diskussion

In der bisherigen Literatur (2-14,16-19,21) wurden bei Sportkletterern vor allem Verletzungen und Überlastungserscheinungen der oberen Extremität untersucht. Diese machen in einzelnen Untersuchungen bis zu 93% der Verletzungen und Überlastungserscheinungen aus (12). Hierbei überwiegen Einrisse der Sehnenscheiden, Läsionen der Beugesehnen und Rupturen des Ringbandapparates (10). Untersuchungen zur unteren Extremität finden sich nur bei *Largiader und Oelz* (12). Gerade durch die konstruktionstechnischen Merkmale der Kletterschuhe und das durch Materialermüdung bedingte Ausdehnen der Schuhe werden Kletterschuhe äußerst eng getragen. Dabei sind die Zehengelenke nicht wie im normalen Konfektionsschuh gestreckt, sondern aufgestellt (siehe Abb. 3, 5). Hieraus ergibt sich eine Vielzahl von chronischen Problemen im Vorfußbereich. Wie eng die Schuhe getragen werden zeigt sich an der durchschnittlichen Differenz zwischen normalen Schuhen und Kletterschuhen von zwei bis drei Größen. Daraus resultiert natürlich auch die große Anzahl von Kletterern

mit Beschwerden. So werden von 87% der Kletterer Schmerzen in den Schuhen bewußt in Kauf genommen um einen guten Tritt zu erlangen. Alle untersuchten Kletterer hatten Schwielen und Druckstellen auf den Zehen, diese stellen zwar keine ernsthaften Verletzungen dar, können

jedoch langfristige Probleme verursachen. Abgebrochene Zehennägel, Nagelverlust und avitale Nägel sind weitverbreitete Probleme, welche zusätzlich wegberaubend für Nagelbettinfekte sind. Die verbreiteten subungualen Hämatome (30%) demonstrieren die sehr enge Stellung der Zehen im Kletterschuh.

In der Arbeit von *Largiader und Oelz* (12) finden sich bei 28% der Untersuchten Nageldystrophien sowie Fußdeformitäten bei 21%. Diese Ergebnisse lassen sich nur tendenziell mit den vorliegenden vergleichen. Das Klientel von *Largiader und Oelz* war deutlich inhomogener, so stellte die größte Gruppe der Probanden Kletterer des 6. Schwierigkeitsgrades dar.

In dieser Gruppe sind die durchschnittlichen Trainingszeiten pro Woche und die Anzahl der Kletterjahre deutlich niedriger.

Die zentrale Fragestellung der vorliegenden Untersuchung war die Inzidenz einer Hallux-Valgus Deformität. Durch die enge Stellung der Füße im Kletterschuh wird der erste Strahl in eine vermehrte Abduktionsstellung nach lateral gedrängt. Die Röntgenbilder des gleichen Fußes (im Stehen) ohne Schuh sowie im Kletterschuh verdeutlichen dies (s. Abb. 1, 3 u. 4). Ein radiologischer Unterschied zwischen symmetrischem und asymmetrischem Kletterschuh fand sich hierbei nicht (ra-

diologischer Hallux-Valgus Winkel bei einem Probanden: symmetrischer Schuh 21°, asymmetrischer Schuh: 20°). Auch wenn die Ätiopathogenese des Hallux-Valgus vielschichtig ist, so gilt das Tragen von engen Schuhen einheitlich in der Literatur als ein wesentlicher auslösender Faktor (1,15,20). Gerade dieser Risikofaktor ist im Sportklettern weit verbreitet. Auch die mittlerweile neueren Schuhmodelle, welche durch einen asymmetrischen Schnitt besser der natürlichen Fußform angepasst sein sollen, drängen den ersten Strahl weiterhin in eine starke Hallux-Valgus Stellung. So kann die über Jahre andauernde Einengung im Kletterschuh, bei immerhin im Durchschnitt 12,3 Trainingsstunden die Woche, dann zur chronischen Hallux-Valgus Deformität führen. Dies führte auch bei noch jungen Kletterern bereits zu operationspflichtigen Befunden.

Die Bestimmung des Hallux-Valgus Winkels erfolgte durch die klinische Ausmessung des Winkels zwischen Metatarsale I und der

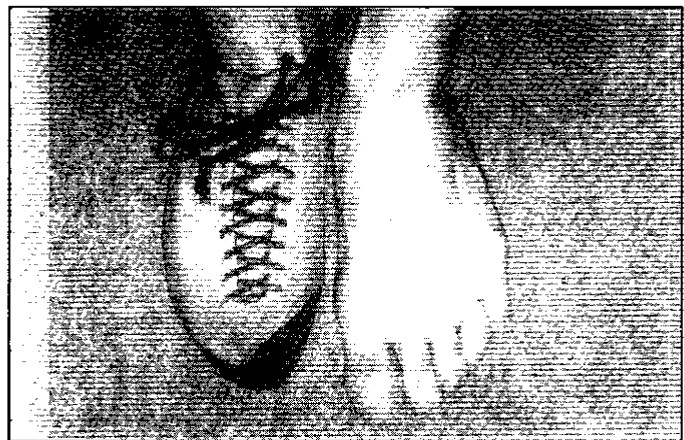


Abb.7. Vergleich: Fuß mit und ohne Kletterschuh

Grundphalanx. In der eigenen Auswertung wurde, um die Meßtoleranz anzugleichen, eine Einstufung als Hallux Valgus erst ab einem Hallux-Valgus-Winkel von 20° vorgenommen. Es fand sich bei 53% entsprechend der oben genannten Kriterien eine Hallux-Valgus Deformität, beidseits bei 20%.

Nach *Marcinko et al.* (15) ist die Inzidenz des Hallux-Valgus bei der Altersgruppe 17-44 Jahren (männlich) bei nur 4,3%. Es zeigt sich im Vergleich der beiden Daten deutlich, daß die Inzidenz des Hallux-Valgus bei Sportkletterern erhöht ist.

Weibliche Probanden wurden aufgrund anderer Hallux-Valgus Deformität auslösender Faktoren (Schuhe mit hohen

Absätzen, Ballett, Turnen usw.) nicht mit in die Studie aufgenommen.

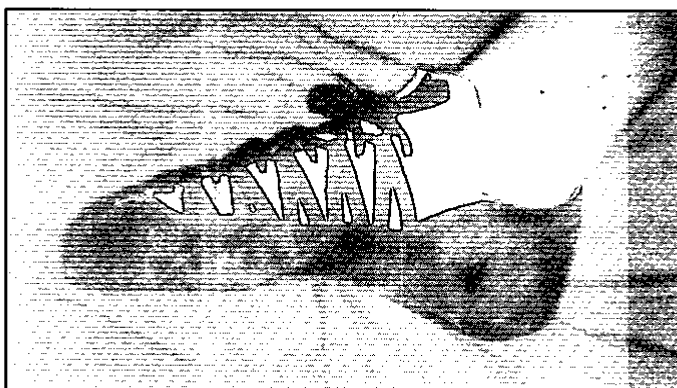


Abb.8. „Downturn“ bei einem modernen Kletterschuhmodell

Ausblick

Zur Reduktion der oben genannten Überlastungserscheinungen ergeben sich folgende Überlegungen. Auch wenn in extrem schweren Trittklettereien (wenig überhängende Routen mit hohem Anspruch an exakte Tritttechnik) enge Schuhe entscheidend sind, so spielt bei dem Großteil der Routen dies keine so große Rolle. Es bietet sich somit an, zumindest ein zweites Paar Kletterschuhe zu benutzen, welches etwas weniger eng sitzt und es bedarfsgerecht einzusetzen. Vor allem in der Hallensaison ist ein bequemer Trainingsschuh von großem Nutzen. Konstruktionstechnische Merkmale der Schuhe sowie die verwendeten Materialien müssen weiter verbessert werden. Hierzu zeigen sich in den letzten Jahren jedoch schon deutliche Verbesserungen. Konstruktionstechnisch läßt sich durch eine konkave Vorspannung des Schuhs (Downturn) die mögliche Druckkraft durch die Zehenspitzen auf den Tritt verstärken, wenn mit der Fußspitze angetreten wird. Wird der ganze Vorfuß auf den Tritt aufgesetzt zieht es den Fuß im Schuh etwas nach hinten, so daß der Vorfußbereich entlastet wird. Schuhe mit „Downturn“ können weniger eng sitzend getragen werden, da durch die Konstruktionsform der Effekt erzielt wird, welcher ansonsten durch die extrem kleine Schuhgröße erreicht wird. Ein ähnlicher Effekt wird durch den seit einigen Jahren verwendeten „sling-shot“ erreicht. Dies ist ein in den Schuh eingearbeitetes Gummiband, welches distal auf Höhe der Meta-

tarsale-Köpfchen I und V plantar beginnt und schräg ansteigend cranial des Calcaneus um den Rückfuß zieht. Auch hierdurch wird beim Anreten auf der Schuhspitze der Druck auf die Zehenspitzen erhöht, beim Stehen auf der ganzen Fußfläche der Vorfuß- und Zehenbereich entlastet. Auch die verwendeten Materialien haben sich bereits um einiges gebessert. So wird statt Standard-Leder bevorzugt nichtweitendes Kunstleder oder bereits vorgedehntes Leder verwendet. Dadurch läßt sich ein Ausweiten des Schuhs vermindern und neue Schuhe müssen nicht mehr so eng angepaßt werden.

Diese Entwicklungen, welche für den kletternden Athleten bereits einiges mehr an Komfort gebracht haben gilt es auch unter medizinischen Gesichtspunkten weiter voranzubringen.

Literatur

- (1) *Blauth W.*: Hallux Valgus. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, Tokyo, 1986
- (2) *Bollen S.R., C.K. Gunson*: Hand Injuries in competition climbers. *Br.J.Sports Med.* 24 (1990), 16-18
- (3) *Bollen S.R.*: Injury to the A2 Pulley in Rock Climbers. *J. Hand Surg.* 15B (British Volume, 1990), 268-270
- (4) *Bollen S.R.*: Soft Tissue Injury in Extreme Rock Climbers. *Brit. J. Sports Med.* 22 (1988), 145-147
- (5) *Bollen S.R.*: Upper limb injuries in elite rock climbers. *J.R.Coll.Surg.Edinb.* 35 (Suppl.) (1990), 18-20
- (6) *Burtscher M., E.Jenny*: Häufigste trainingsbedingte Beschwerden und Verletzungen bei Sportkletterern. *Prakt. Sporttraumatol. u. Sportmed.* 2 (1987), 15-21
- (7) *Fetz F., M.Burtscher, W.Nachbauer*: Spezielle sportmotorische Leistungsfähigkeit von Sportkletterern. In: *Burtscher M., Nachbauer W.*: Motorische Leistungsfähigkeit und Gesundheitszustand von Sportkletterern. Innsbruck 1989, 38-72
- (8) *Fetz F., W.Nachbauer, M.Burtscher*: Sportmotorisches Eigenschaftsprofil des Sportkletterers. *Prakt. Sporttraumatol. u. Sportmed.* 2 (1987), 4-9.
- (9) *Hochholzer Th., A.Heuck, W.Hawe, P.Bernett*: MRT der Hand und Finger bei Verletzungen und Überlastungsbeschwerden von Sportkletter-

ern, in *Bernett P, Jeschke, D*: Sport und Medizin - Pro und Contra. Kongressband des Deutschen Sportärztekongresses in München 1990, Zuckschwerdt Verlag München-Bern-Wien-San Francisco, 1991, 380-383

- (10) *Hochholzer Th., A.Heuck, W.Hawe, C.Keinath, P.Bernett*: Verletzungen und Überlastungssyndrome bei Sportkletterern im Fingerbereich. *Prakt Sporttraumatol. u. Sportmed.* 2 (1993), 57-67
- (11) *Hochholzer Th., V.Schöffl, R.Krause*: Finger-Epiphysenverletzungen jugendlicher Sportkletterer. *Sportorthop. - Sporttraumatol.* 13 (1997), 2, 100-103.
- (12) *Largadier U., O.Oelz*: Analyse von Überlastungsschäden beim Klettern. *Schweiz. Ztschr. Sportmed.* 41 (1993), 107-114
- (13) *Leal C., A.Rune., R.Herrero*: Soziologie, Trainingszeit und Fingererletzungen beim Prakt. *Sporttraumatol. u. Sportmed.* 2 (1987), 44-47
- (14) *Limb D.*: Injuries on British climbing walls. *Br.J.Sports Med* 29 (1995), 168-170.
- (15) *Marcinko D.E.*: Hallux valgus; Morphologie, Klinik, operative Therapie. Ullstein Mosby, Berlin 1994, 13
- (16) *Öttl G., T.Hochholzer, A.B.Imhoff*: Verletzungen und Überlastungen bei Sportkletterern. *Sportorthop. - Sporttraumatol.* 13 (1997), 2, 94-98
- (17) *Rooks M.D.*: Rock Climbing Injuries. *Sports.Med.* 23 (1997), 261-270
- (18) *Shea K.G., O.F.Shea, R.A.Meals*: Manual damands and Consequences of Rock Climbing. *J. Hand Surg* 17A (1992), 200-205
- (19) *Tropet, Y., D.Menez, P.Balmat, R.Pem, Ph.Vichard*: Closed traumatic rupture of the ring finger flexor tendon pulley. *J. Hand Surg* 15A (1990), 745-747
- (20) *Wülker N., C.J.Wirth*: Differenzierte Therapie des Hallux Valgus. *Dtsch. Ärzteblatt* 93 (1996), 881-885
- (21) *Wyatt J.P., G.W.McNaughton, P.T.Grant*: A Prospektive study of rock climbing injuries. *Brit. J. Sports Med.* 30 (1996), 148-150

Anschrift für die Verfasser:

Dr. Volker Schöffl
II. Chirurgische Klinik
Klinikum Bamberg
Bugerstr.80
96049 Bamberg

M. Bernhardt, W. Banzer, H. Weipert

Trainingsbedingte Risikofaktoren in der Entstehung von Fingergelenksbeschwerden beim Sportklettern

Injuries at interphalangeal joints in freeclimbers and its related risk factors

Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt
 Institut für Sportwissenschaften, Abt. Sportmedizin (Prof. Dr. Dr. W. Banzer)

Zusammenfassung

Problemstellung: Fingerverletzungen gehören zu den häufigsten Beschwerdebildern im Klettersport, für deren Vermeidung die Identifikation von Risikofaktoren eine hilfreiche Information sein kann. Ziel dieser Studie ist die Bestimmung der Prävalenz von Beschwerden an den Fingergelenken bei Klettersportlern sowie der Einfluß verschiedener Trainingsmethoden auf deren Entstehung.

Methodik: In einer retrospektiven Fragebogenuntersuchung von 115 Klettersportlern wurden Daten über den Verletzungsstatus, Leistungsniveau und Trainingsgewohnheiten erhoben.

Ergebnisse: Von den 115 befragten Personen klagten 42 (36,5%) Kletterer mindestens einmal während der Laufbahn über Beschwerden an den Fingergelenken, die eine Beeinträchtigung des Klettersports zur Folge hatten. Das Kletterniveau dieser Sportler ist signifikant höher gegenüber dem beschwerdefreier Kletterer (6,3 vs. 7,7; $p < 0,05$). Sportler mit einem Kletterniveau von über 7+, die häufiger als 2 Trainingseinheiten pro Woche an stark überhängenden künstlichen Trainingswänden oder regelmäßig an Einfingerlöchern trainieren, haben ein erhöhtes Risiko ($OR=5,9; OR=4,9$) an Fingergelenksbeschwerden zu leiden ($p < 0,05$).

Schlußfolgerung: Beschwerden an den Fingergelenken im Klettersport können

durch eine Reduzierung des Trainings an stark überhängenden künstlichen Kletterwänden sowie geringeren Belastungen des ersten Fingergliedes vermieden werden.

Schlüsselwörter: Fingergelenksbeschwerden, Sportklettern, Risikofaktoren, Training

Summary

Introduction: Injuries of the distal and proximal interphalangeal joints are frequent in freeclimbing. The purpose of this study was to assess the prevalence of these injuries and its related risk factors.

Methods: In a retrospective study design 115 freeclimbers (70 males, 45 females) were questioned about their injuries, performance level and their training habits.

Results: A total of 42 (36,5%) athletes suffered at least of one injury at the interphalangeal joints during their climbing career. Injured freeclimbers have a significant

higher performance level than athletes without finger injury (6.3 vs. 7.7; $p < 0.05$). High performance athletes who practise a boulder training at steep artificial climbing walls more than twice a week or use one finger pockets as a training method have an increased risk ($OR=5.9; OR=4.9$) to get an injury at the interphalangeal joints ($p < 0.05$).

Conclusions: A training reduction on steep artificial bouldering walls and one finger pockets may decrease the risk of interphalangeal joint injuries.

Keywords: Interphalangeal injuries, freeclimbing, risk factors, training

Einleitung

Das Sportklettern hat sich im letzten Jahrzehnt zu einer speziellen Form des Bergsteigens und somit zu einer eigenständigen Spielart des Alpinismus entwickelt. Standen beim herkömmlichen Bergsteigen noch die Abenteuerlust und die Gefährlichkeit einer Bergtour im Vordergrund, so spielt beim Sportklettern fast ausschließlich der Schwierigkeitsgrad einer Kletterroute eine wesentliche Rolle, wodurch sich diese Sportart zu einem Leistungssport mit eigenen Regeln entwickelt hat. Nach einer Definition von *Güllich und Kubin* (2) beinhaltet die Hauptregel beim Sportklettern das Überwinden von Felsstrukturen ohne Verwendung von künstlichen Hilfsmitteln und wird im Allgemeinen als „freies Klettern“ oder „Freiklettern“ bezeichnet. Seil und Haken dienen hierbei nur zur Sicherung nicht je-

Schwierigkeitsgrad	Zielgruppe	Trainingsaufwand	Vergleichbares Niveau im Fußballsport
1-3	Anfänger	Kein Training	Hobymannschaft
4-6	Fortgeschrittene	Kein od. wenig Training	Hobymannschaft
7-8	Köner	1-3 TE/Woche	Kreisliga
9	Hohes Niveau	3-4 TE/Woche	Landes-/Oberliga
10	Sehr hohes Niveau	5 TE/Woche	Bundesliga
11	Spitzenniveau	5-6 TE/Woche	Nationalmannschaft

Tab. 1: Schwierigkeitsgrade im Sportklettern mit Zielgruppe, Trainingsaufwand und vergleichbarem Niveau im Fußballsport. Die obere Grenze eines Schwierigkeitsgrades wird zusätzlich mit einem „+“, die untere Grenze mit einem „-“ unterteilt. TE = Trainingseinheit.



Abb. 1: Trainingsmethode 1: Klettern an kurzen, stark überhängenden Kletterwänden (Bouldertraining).

doch zur Fortbewegung. Eine weitere Regel besagt, daß eine Kletterroute nur dann als durchstiegen gilt, wenn diese im Rotpunktstil erklommen wurde.

ist eine Zunahme von Erkrankungen an den Fingergelenken zu beobachten (1,7), die zumeist auf trainingsbedingte Fehl- bzw. Überbelastungen zurückzuführen sind (4).

	Kletterniveau		
	P25	MED	P75
Sportler ohne Beschwerden	6,3	5,7	7,3
Sportler mit Beschwerden	7,7	7,0	8,7

Tab. 2: Kletterniveau nach Fingergelenksbeschwerden (n = 115). MED = Median, P25 = 25. Perzentil, P75 = 75. Perzentil.

Dieser Kletterstil beinhaltet das sturzfreie Durchsteigen einer Sportkletterroute gemäß der bereits erwähnten Definition des Freikletterns mit Seilsicherung von unten. Dies impliziert, daß der Kletterer das sichernde Seil in die im Abstand von 2-6 Metern fest installierten Sicherungshaken einhängen muß, um sich gegen einen Sturz auf den Boden zu schützen.

Man betreibt das Sportklettern hauptsächlich an natürlichen Felsen im Mittelgebirge deren Höhe zwischen 5 und 50 Metern variieren. Um unabhängig von der Witterung zu sein, wird seit kurzer Zeit zunehmend an künstlichen, z.T. selbstkonstruierten Wänden geklettert.

Sowohl ständig steigende Preisgelder beim Wettkampfklettern als auch der sportliche Ehrgeiz, schwierigste Routen zu klettern, lassen das Niveau beim Sportklettern beständig ansteigen. Das derzeitige Können einiger Spitzenkletterer

Das Training an Boulderwänden findet ohne Seilsicherung statt, da deren Höhen in der Regel zwischen 2 und 3 Metern betragen und demzufolge in Absprunghöhe geklettert werden kann. Der Boden unterhalb der Wände ist üblicherweise mit Matten bzw. Matratzen ausgelegt, was ein gefahrloses Training ermöglicht. Boulderwände sind rasterförmig mit einer Vielzahl von Griffen und Trittpunkten bestückt, woraus sich durch definierte Griff- und Trittfolgen kurze und äußerst schwierige Kletterpassagen ergeben. Kennzeich-

reicht mittlerweile bis zu einem Schwierigkeitsgrad von 11, wobei in meist überhängendem Gelände winzige Ein- bis Zweifingerlöcher festgehalten werden müssen (zur Einschätzung der Schwierigkeits-

gradbereiche beim Sportklettern siehe Tab. 1). Parallel zur Leistungssteigerung

Für das kletter-spezifische Training kommen vor allem zwei Methoden zum Einsatz:

Trainingsmethode 1:

Klettern an stark überhängenden, kleingriffigen Kletterwänden (Boulderwände; siehe Abb. 1).

nend für das Training an Boulderwänden ist das Überwinden von Kletterstellen mit großen Griffabständen an möglichst kleinen Griffen, welches hohe Anforderungen an die Maximal- und Explosivkraft stellt. Bedingt durch die geringe Höhe der Wände müssen einige Kletterstellen im Abstieg bewältigt werden, so daß darüber hinaus z.T. sehr hohe exzentrische Belastungen auf die Finger- und Armbeugemuskulatur wirken.

Trainingsmethode 2:

Training an Einfingerlöchern deren Tiefe nicht über das distale Interphalangealgelenk reicht (siehe Abb. 2), und das insbesondere für das Training der Maximalkraft der Fingerbeugemuskulatur empfohlen wird (6). Je nach Niveau des Sportlers beinhaltet diese Trainingsmethode Hänge-, Klimmzug- oder Hangelübungen an Einfingerlöchern, mit und ohne Gewichtsreduktion durch Abstützen der Beine auf diversen Trittmöglichkeiten. Diese Übungsformen beinhalten einen hohen Anteil statischer Muskelkontraktionen der Unterarmbeugemuskulatur und werden von einigen Kletterern ergänzt durch dynamische einfingerige Beugeübungen an Zugmaschinen.

Fragestellung

Um in der Zukunft die Anzahl und Schwere von Erkrankungen an den Fingergelenken zu reduzieren, befaßt sich die vorliegende Studie mit der Fragestellung, ob die beschriebenen Trainingsmethoden einen Einfluß auf die Entstehung von Fingergelenksbeschwerden beim Sportklettern haben.

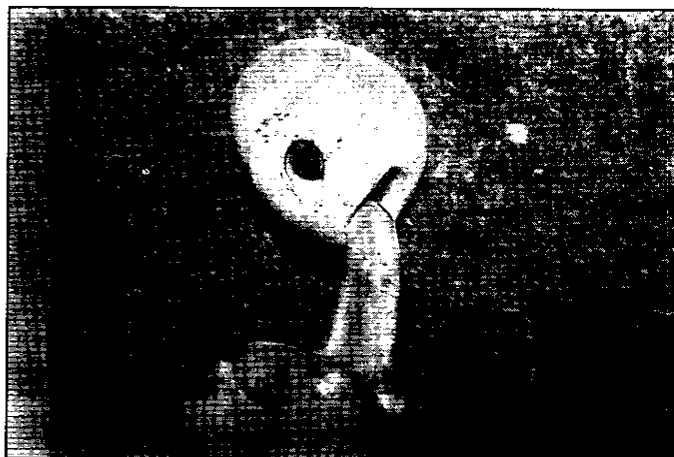


Abb. 2: Trainingsmethode 2: Training an Einfingerlöchern, deren Tiefe nicht über das distale Interphalangealgelenk reicht.

Methodik und Stichprobe

Im Rahmen einer Fragebogenuntersuchung wurde die Prävalenz von Fingergelenksbeschwerden bei einer Stichprobe

	Niveau <=7		Niveau >=7	
	Sportler mit Beschwerden	Sportler ohne Beschwerden	Sportler mit Beschwerden	Sportler ohne Beschwerden
Training an Boulderwand	6	26	24	11
Kein Training an Boulderwand	7	28	3	8
	ODSS Ratio = 0,92 KI = 0,27-3,11		ODDS Ratio = 5,82 KI = 1,29-26,25	
	Chiquadrat = 0,02 (p=0,857)		Chiquadrat = 5,89 (p=0,015)	

Tab. 3: Häufigkeiten, ODDS-Ratio und Chiquadrat trainierender Sportler an Boulderwänden nach Fingergelenksbeschwerden und Kletterniveau (n = 113; 2 fehlende Werte).

von n = 115 Sportkletterern im Alter zwischen 16 und 39 Jahren (Median: 26 Jahre) erfaßt. In der vorliegenden Studie wurden Fingergelenksbeschwerden definiert als akute und chronische Leiden im Bereich der Hand und der Finger, die den Sportler in der Ausübung des Klettersports beeinträchtigen (z.B. Verzicht auf spezielle Kletterrouten, Trainings- bzw. Kletterpause etc.). Fingertraumen, deren Ursache auf äußere Gewalteinwirkungen, Sturz o.ä. zurückzuführen waren, waren ausgeschlossen.

Die Befragung fand im Zeitraum zwischen Juli und November des Jahres 1996 statt und wurde an Kletterfelsen in der freien Natur (Frankenjura und Südpfalz) und in kommerziell betriebenen Kletterhallen durchgeführt. Es wurden Kletterer aller Leistungsklassen befragt, die über mindestens ein Jahr Klettererfahrung verfügen.

Für die Beantwortung der o.a. Fragestellung wurden die Sportler in eine Gruppe von Kletterern mit und ohne Fingergelenksbeschwerden eingeteilt und bezüglich der Höhe des Kletterniveaus und der angewendeten Trainingsmethoden befragt. Das Kletterniveau wurde definiert als der höchste, bisher erreichte Schwierigkeitsgrad, wobei mindestens 10 Kletterrouten in diesem Schwierigkeitsgrad im Rotpunktstil durchstiegen sein mußten.

Für die Frage nach den eingesetzten Trainingsmethoden wurden die befragten Personen aufgefordert anzugeben, ob sie ein zusätzliches Klettertraining nach Trainingsmethode 1 durchführen und ob Sie häufiger als zwei mal pro Woche Trainingsmethode 2 anwenden.

Die statistische Analyse beruht auf der Berechnung des Mann-Whitney-U-Tests für ordinal skalierte Daten, sowie auf der Berechnung des ODDS-Ratios mit Konfidenzintervallen (95%) und der statistischen Maßzahl Chiquadrat für nominal skalierte Daten.

Ergebnisse

42 (36,5%) der 115 befragten Sportler gaben an, mindestens einmal während ihrer Kletterkarriere Beschwerden an den Fingergelenken gemäß der oben erwähnten Definition erlitten zu haben. Bei 31 (73,8%) der Kletterer aus dieser Gruppe traten diese Leiden plötzlich auf, während 11 (26,2%) Sportler von einem schleichenden Beginn der Beschwerden berichteten. 73 (63,5%) Kletterer gaben an, bis zum Zeitpunkt der Befragung beschwerdefrei zu sein.

Fingergelenksbeschwerden nach Kletterniveau

Tabelle 2 zeigt die Mediane des Kletterniveaus innerhalb der Gruppe mit und ohne Fingergelenksbeschwerden. In der Gruppe der Kletterer mit Fingergelenksbeschwerden liegt der Median des Kletterniveaus bei 7,7, was dem Schwierigkeitsgrad 8- entspricht. 50% der Sportler innerhalb dieser Gruppe beherrscht einen Schwierigkeitsgrad von 7 bis 9-.

In der Gruppe der beschwerdefreien Kletterer liegt der Median des Kletterniveaus bei 6,3, was dem Schwierigkeitsgrad 6+ entspricht. 50% der Sportler innerhalb dieser Gruppe beherrscht einen Schwierigkeitsgrad von 6- bis 7+ (siehe Abb. 3).

Der Unterschied bezüglich des Kletterniveaus ist signifikant (p < 0,05).

Da aufgrund dieser Ergebnisse das Kletterniveau eine entscheidende Rolle bei der Entstehung von Beschwerden an den Fingergelenken zu spielen scheint, erfolgt bei den folgenden Fragestellungen stets eine Unterteilung der Gesamtstichprobe in Personen mit Kletterniveau von 7 und weniger bzw. Sportler mit Kletterniveau von 7+ und mehr. Diese Unterteilung ergibt sich aus dem Mittelwert der Mediane des Kletterniveaus beider Gruppen und bildet somit den Trennpunkt für die vorgenommene Einteilung. Dadurch werden allerdings die Zahlen in den einzelnen Gruppen teilweise sehr klein, was die statistische Aussagekraft schmälert.

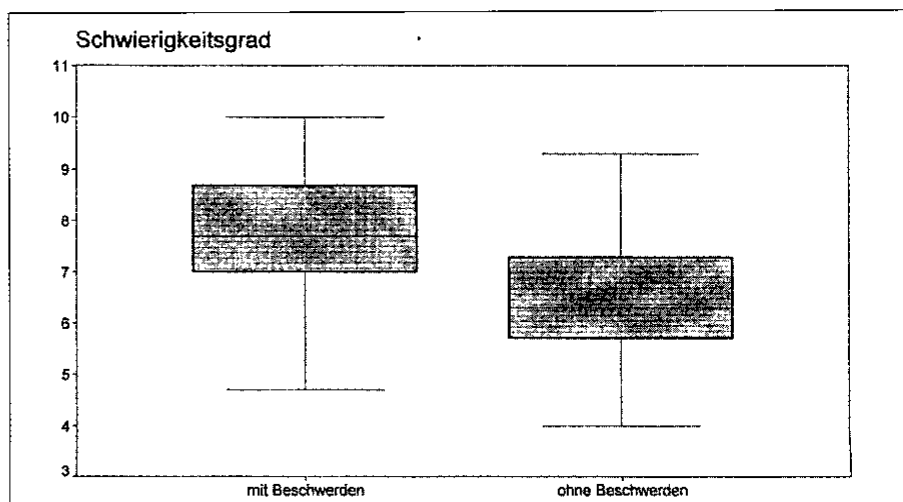


Abb. 3: Boxplot Kletterniveau nach Beschwerden. Der rotmarkierte Balken entspricht dem Interquartiltbereich mit Median, die horizontalen Linien begrenzen das 10. und das 90. Perzentil.

Fingergelenksbeschwerden nach Trainingsmethode

Training an Boulderwänden

Tabelle 3 zeigt die Häufigkeiten von an Boulderwänden trainierenden Sportlern in Abhängigkeit des Vorhandenseins von Fin-

7+ und mehr steigt das Risiko, an Fingergelenksbeschwerden zu erleiden um den Faktor 5,82 (KI 95% = 1,29 - 26,25), wenn ein zusätzliches Klettertraining an Boulderwänden durchgeführt wird (siehe Tab. 3).

Training an Einfingerlöchern

In der Gruppe der Kletterer mit einem Niveau von einem Schwierigkeitsgrad von 7+ und mehr steigt das Risiko, Beschwerden an den Fingergelenken zu bekommen um den Faktor 4,43 (KI 95% = 1,13 - 17,34), wenn mindestens zweimal pro Woche an Einfingerlöchern trainiert wird (siehe Tab. 4).

	Niveau <=7		Niveau >=7	
	Sportler mit Beschwerden	Sportler ohne Beschwerden	Sportler mit Beschwerden	Sportler ohne Beschwerden
Training an Einfingerlöchern	2	4	13	4
Kein Training an Einfingerlöchern	9	40	11	15
	ODSS Ratio = 2,23 KI = 0,35-14,06		ODDS Ratio = 4,43 KI = 1,18-17,34	
	Chiquadrat = 0,75 (p=0,387)		Chiquadrat = 4,87 (p=0,027)	

Tab. 4: Häufigkeiten, ODDS-Ratio und Chiquadrat von Sportlern, welche an Einfingerlöchern trainieren nach Fingergelenksbeschwerden und Kletterniveau (n = 98; 17 fehlende Werte).

gerbeschwerden und des Kletterniveaus. Innerhalb der Gruppe der Kletterer mit einem Kletterniveau von 7+ und mehr (n = 46) führen 35 Sportler (76,1%) ein zusätzliches Training an Boulderwänden durch, wovon 24 (68,6%) mindestens einmal

Training an Boulderwänden und an Einfingerlöchern

Innerhalb der Kletterer mit einem Niveau von 7+ und mehr (n = 43) führen 13 Sportler (30,2%) sowohl ein Training an Boulderwänden als auch ein Training an Einfingerlöchern

durch. Hiervon gaben 11 Kletterer (84,6%) an, mindestens einmal Beschwerden an den Fingergelenken gehabt zu haben.

Innerhalb der Gruppe der Kletterer mit einem Niveau von einem Schwierigkeitsgrad von 7+ und mehr steigt das Risiko,

Fingergelenksbeschwerden zu bekommen um den Faktor 7,19 (KI 95% = 1,35 - 38,24), wenn Trainingsmethode 1 und 2 angewendet wird (siehe Tab. 5).

	Niveau <=7		Niveau >=7	
	Sportler mit Beschwerden	Sportler ohne Beschwerden	Sportler mit Beschwerden	Sportler ohne Beschwerden
Boulderwand u. Einfingerlöcher	1	3	11	2
Keine Boulderwand oder Einfingerlöcher	10	41	13	17
	ODSS Ratio = 1,37 KI = 0,13-14,56		ODDS Ratio = 7,19 KI = 1,35-38,24	
	Chiquadrat = 0,07 (p=0,8)		Chiquadrat = 6,27 (p=0,012)	

Tab. 5: Häufigkeiten, ODDS-Ratio und Chiquadrat von Sportlern, welche an Boulderwänden und an Einfingerlöchern trainieren nach Fingergelenksbeschwerden und Kletterniveau (n = 98; 17 fehlende Werte).

während ihrer Kletterkarriere über Fingergelenksbeschwerden klagten. Innerhalb der Gruppe mit einem Kletterniveau von 7 und weniger (n = 67) führen 32 (47,8%) Sportler ein Training an Boulderwänden durch, wovon 6 (18,8%) Personen angaben, mindestens einmal Beschwerden an den Fingern gehabt zu haben (siehe Tab. 3).

In der Gruppe der Kletterer mit einem Niveau von einem Schwierigkeitsgrad von

genden Untersuchung das Kletterniveau als bedeutendster Risikofaktor in der Entstehung von Fingergelenksbeschwerden im Klettersport.

Dieser Sachverhalt läßt sich dahingehend begründen, daß mit steigendem Schwierigkeitsgrad die Haltegriffe kleiner werden, was ein Aufstellen der Finger zur Folge hat, um sich an den Felsstrukturen festhalten zu können (siehe Abb. 4). Der Mechanismus, der möglicherweise für die Entstehung von Fingergelenksbeschwerden verantwortlich ist, wird in Anlehnung an Öttl *et al.* (8) und Hochholzer *et al.* (4) dadurch erklärt, daß beim Aufstellen der Finger extreme Spannungsbelastungen auf die Beugesehne wirken, wodurch ein starker Zug auf das A2 Ringband an der Grundphalanx der Finger ausgeübt wird.

Mit zunehmendem Schwierigkeitsgrad wachsen die Abstände zwischen den Haltegriffen, so daß eine dynamische Klettertechnik gewählt werden muß, wobei oftmals nur zwei Punkte des Kletterers Kontakt zum Fels haben. Bei Anwendung dieser Klettertechnik erhöht sich der Zug auf die Ringbänder und somit die Gefahr einer Zerreißung derselben um ein Vielfaches.

Das Training an stark überhängenden, kleingriffigen Wänden scheint nur für Kletterer höheren Niveaus eine entscheidende Rolle in der Entstehung von Fingergelenksbeschwerden zu spielen. In dieser Gruppe (n = 46) ist die Beschwerderate mit 58,7% wesentlich größer gegenüber der Gruppe von Sportlern, deren Niveau unter dem Schwierigkeitsgrad 7+ (n = 67) liegt (19,4%). Mit steigendem Leistungsniveau kommt es bei dieser Trainingsmethode ebenfalls zu einer vermehrten Anwendung des dynamischen Kletterstils bei aufgestellten Fingern mit den bereits genannten Folgen.

Kletterer mit niedrigerem Niveau verfügen möglicherweise nicht über das notwendige Kraftniveau, um im überhängenden Gelände die Finger aufzustellen bzw. weite Griffabstände zu überwinden. Demzufolge trainiert diese Gruppe von Sportlern an größeren Griffen, wobei die Belastungsspitzen an Ringbändern der Finger auf ein tolerierbares Maß gehalten wird. Eine Reduzierung der Anwendung der dynamischen Klettertechnik an stark überhängenden, kleingriffigen Kletterwänden

Diskussion

Wie bereits *Largiadier und Ötz* (7) zeigen konnten, erweist sich auch in der vorlie-

könnte die Prävalenz von Fingergelenksbeschwerden verringern.

Weiterhin ist das Training an Einfingerlöchern, deren Tiefe nicht über das distale Interphalangialgelenk reicht, in der Gruppe der leistungsfähigeren Kletterer als Risikofaktor in der Entstehung von Fingerbeschwerden identifiziert worden. Hier (n = 43) beträgt die Beschwerderate bei Anwendung der Trainingsmethode 55,8%, während in der Gruppe von Sportlern mit einem Niveau von 7 und weniger (n = 55) lediglich 20,0% über Fingergelenksbeschwerden klagten.

Die Ursache dieser Beschwerden erklärt sich zum einen durch das extreme



Abb. 4: Aufstellen der Fingergelenke bei kleinen Haltegriffen.

Beugen im peripheren Interphalangialgelenk, wodurch maximale Druck- und Umlenkkräfte an der Sehne des m. flexoris digitorum profundus auftreten und die Gefahr von Tendiniten wächst. Zum anderen entstehen beim Training an Einfingerlöchern hohe Reibungskräfte zwischen Sehne und Schnenscheide der Beugesehnen, was somit zu einer Tendovaginitis führen kann (8).

Das von *Köstermeyer und Weineck* (6) empfohlene einfingerige Maximalkrafttraining ist auf der Basis der vorliegenden Ergebnisse nur mit äußerster Vorsicht durchzuführen, und sollte nicht häufiger als zweimal pro Woche durchgeführt werden. Darüber hinaus

sollte das Training an Einfingerlöchern keine exzentrischen Übungselemente mit kurzzeitigen extrem hohen Kraftspitzen enthalten.

Das Risiko, Fingerbeschwerden zu bekommen, steigt bei Sportlern mit einem Leistungsniveau von mehr als 7+ auf einen Wert von 7,19 an, wenn sowohl an Boulderwänden als auch an Einfingerlöchern trainiert wird. In dieser Gruppe, die Trainingsmethode 1 und 2 anwenden, klagten 11 von 13 Kletterern (84,6%) mindestens einmal während ihrer sportlichen Karriere über Fingerbeschwerden. In der Gruppe der Kletterer mit einem Niveau von 7 und weniger, welche beide Trainingsmethoden anwenden (n = 4) berichtete nur ein Sportler über Fingergelenksbeschwerden.

Nicht untersucht wurde in dieser Studie, welches Training möglicherweise einen protektiven Schutz für Verletzungen darstellt und welche Beziehungen zwischen Trainingsintensität und -umfang sowie Art und Anzahl von Verletzungen im Klettertraining bestehen. Nicht auszuschließen ist, daß die hier vorgenommene statistische Abschätzung des Risikos teilweise zu Verzerrungen führt, da die Probandenzahl für einige Untergruppen zu gering war.

Dennoch deuten die Ergebnisse daraufhin, daß bei Anwendung beider Trainingsmethoden sämtliche erwähnten Verletzungsmechanismen auf die Strukturen der Finger bzw. der Hand wirken, wodurch die Belastung und somit auch die Verletzungsgefahr wächst.

Zusammengefaßt kann gesagt werden, daß das Kletterniveau die entscheidende Rolle bei der Entstehung von Fingergelenksbeschwerden zu spielen scheint. Wie andere Studien bereits feststellten besteht ein hoher Zusammenhang zwischen dem Kletterniveau und der Trainingsintensität (3,7). Demzufolge scheinen Sportler höheren Niveaus verletzungssträchtigen Belastungen nicht nur öfter sondern auch intensiver ausgesetzt zu sein gegenüber Kletterern mit niedrigerem Niveau.

Literatur

- (1) *Burtscher M., Jenny E.*: Häufigste trainingsbedingte Beschwerden und Verletzungen beim Sportklettern. *Prakt. Sporttraumatol. u. Sportmed.* 2 (1987), 15-21

- (2) *Güllich W., Kubin A.*: Sportklettern heute. Bruckmann, München 1986
- (3) *Haas J. C., Meyers M. C.*: Rockclimbing injuries. *J Sports Med* 20 (1995), 199-205
- (4) *Hochholzer T., Eisenhut A.*: Sportklettern: Verletzungen - Prophylaxe - Training. Lochner-Verlag München 1993
- (5) *Hochholzer T., Schöffl V., Krause R.*: Finger-Epiphysenverletzungen jugendlicher Sportkletterer. *Sportorthopädie - Sporttraumatologie* 13 (1997) 2, 100-103
- (6) *Köstermeyer G., Weineck J.*: Notwendigkeit eines einfingerigen Trainings der Fingerbeugemuskulatur zur Leistungssteigerung im Sportklettern. Vergleich der Kraftentwicklung bei ein- und vierfingeriger Maximalkontraktion. *Dtsch Z Sportmed* 46 (1995), 356-362
- (7) *Largiader U., Oelz O.*: Analyse von Überlastungsschäden beim Klettern. *Schweizer Zeitschrift für Sportmedizin* (1993), 107-114
- (8) *Öttl G., Hochholzer T., Imhoff A. B.*: Verletzungen und Überlastungen beim Sportklettern. *Sportorthop. - Sporttraumatol.* 13, (1997) 2, 94-98
- (9) *Schäfer J., Gaulrapp I-I, Pfföringer W.*: Verletzungen und Überlastungssyndrome beim extremen Sportklettern. *Sportverl. Sportschad.* 12 (1998) 21-25

Anschrift für die Autoren:

Michael Bernhardt
Diplom-Sportwissenschaftler
Wissenschaftlicher Mitarbeiter der
Johann Wolfgang Goethe-Universität
Institut für Sportwissenschaften
Abteilung Sportmedizin
Ginnheimer Landstr. 39
60487 Frankfurt
Tel.: 069 / 798 24586
Fax: 069 / 798 24592