

V. Schöffl^{1,4}, Th. Hochholzer^{2,4}, A. Karrer³, S. Winter⁵, A. Imhoff³

Fingerschäden jugendlicher Leistungskletterer – Vergleichende Analyse der deutschen Jugendnationalmannschaft sowie einer gleichaltrigen Vergleichsgruppe von Freizeitkletterern

Finger problems in adolescent top level climbers – A comparison of the German junior national team with recreational climbers

(1) II.Chirurgische Klinik, Klinikum Bamberg, (2) Privatklinik Triumpfpforte, Innsbruck, (3) Sportorthopädie TU München, (4) Kaderbetreuung Deutsche Sportkletternationalmannschaft und (5) Referat Spitzensport, Deutscher Alpenverein, München

Zusammenfassung

Sportklettern findet immer mehr Anhänger, dabei wird das Durchschnittsalter im Spitzenbereich zunehmend jünger. Während eine mögliche Arthroseentstehung an den Fingergelenken durch die hohen Belastungsreize im Erwachsenenbereich bereits untersucht wurde, fehlt hierzu jede Datenlage für Jugendliche. Dieser Fragestellung soll in dieser Arbeit nachgegangen werden. **Methoden:** Im Rahmen einer Quer- und Längsschnittuntersuchung werden die Mitglieder der deutschen Jugendnationalmannschaft Sportklettern sowie eine gleichstarke Gruppe an Freizeitkletterern anhand eines standardisierten Frage- und Untersuchungsbogen sowie mittels radiologischer Untersuchung der rechten Hand (ap) und des rechten Ringfingers (seitlich) untersucht. Zur Beurteilung einer adaptiven Verdickung der Fingermittegelenkscapsel wird ein Kapsel-Index bestimmt, ebenso radiologisch der Barnett Nordin Index zur Frage einer Kortikalishypertrophie. **Ergebnisse:** Verletzungen und Überlastungserscheinungen konzentrierten sich auf die obere Extremität und waren in der Kadergruppe häufiger als in der Vergleichsgruppe. Einen sign. Unterschied bezüglich der Gelenkkapselhypertrophie des PIP-Gelenkes (Kapselindex) gab es nicht ($p=0,18$). 6 Sportler des Jugendkaders zeigten geringe Bewegungseinschränkungen der kleinen Fingergelenke. 8 (42%) Mitglieder des Jugendkaders und 4 (22%) der Vergleichsgruppe berichteten über gelegentliche Schwellungszustände der Fingermittegelenke. 47% der Jugendkaderkletterer zeigten radiologische Stressreaktionen, 28% der Vergleichsgruppe. Eine sign. Kortikalishypertrophie fand sich nicht (Barnett Nordin Index). In beiden Gruppen trat eine veraltete Epiphysenfraktur des Fingermittegelenkes auf. **Schlussfolgerung:** Insgesamt zeigte sich ein guter Gesundheitszustand unserer Jugendkaderathleten. Inwieweit die erwarteten radiologischen Stressreaktionen zur Entstehung einer Früharthrose der kleinen Fingergelenke disponieren wird erst die Fortführung der Studie im Längsschnitt zeigen. Der Gefahr von Epiphysenfrakturen muss weiter Rechnung getragen werden. **Schlüsselwörter:** Sportklettern, Fingerverletzung, Fingergelenksarthrose

Summary

Introduction: As competition climbing is becoming more and more popular, younger people are entering the sport. While radiographic changes in long time climbers are known, few data are available for adolescent climbers. The question arises whether climbing on high levels at young age leads to an early onset of osteoarthritis of the finger joints. **Methods:** 19 members of the German Youth National Team and 18 recreational climbers are examined clinically as well as through radiographs of the right hand in ap. view and of the right ring finger in lateral view. To evaluate physiologic response to the high stress a joint capsular index for the middle finger is analysed. The Barnett Nordin Index is recorded for analysis of cortical hypertrophy. **Results:** Injuries and overuse syndromes were concentrated on the upper extremity in both groups. A significant difference of the joint capsular index ($p = 0.18$) and Barnett Nordin Index ($p = 0.89$) was not present. 6 climbers (32%) of the youth national team presented a decreased range of motion for the small finger joints none of the recreational climbers. 8 (42%) of youth national team and 4 (22%) of recreational climbers complained about occasional swelling of the proximal interphalangeal joint. In 47% of the youth national team and 28% of the spare time climbers stress reactions could be found in radiographs. In each group one climber presented with an old epiphyseal fracture. **Conclusion:** We could demonstrate a good health situation of our junior national team. Whether the stress reactions in the radiographs may result in a higher risk of osteoarthritis in the future will be clarified by continuing the study with radiographic re-evaluation after 3 and 5 years. The risk of epiphyseal fractures must be observed closely.

Key words: Rock climbing, finger injury, osteoarthritis finger joints

Einleitung und Problemstellung

Nachdem sich Sportklettern über die letzten Jahre hindurch als Freizeit- und Leistungssport etablierte nahm auch das Klettern mit Jugendlichen seinen Aufschwung. So gibt es,

ausgehend von der Jugendarbeit des Deutschen Alpenvereins, zahlreiche Kinder- und Jugendklettergruppen, sowie Klettern im Rahmen des differenzierten Sportunterrichtes an deutschen Schulen sowie in der Arbeit mit körperlich und geistig behinderten oder schwererziehbaren Kindern. Auch

das Klettern als Wettkampfsport hat sich im Jugendbereich ausgedehnt. Nicht nur im Rahmen von nationalen und internationalen Veranstaltungen, wie zum Beispiel dem Europäischen Jugendcup (EYC), sondern zunehmend auch auf städtischem und regionalem Niveau. Das teilweise sehr hohe Niveau der jugendlichen Leistungskletterer, so gewann beispielsweise 2002 ein 16-jähriger einen Kletterweltcup in der Erwachsenenwertung, ist dabei nicht unkritisch zu sehen. Ein 16-jähriger Kletterer des Jugendkaders kletterte zum Zeitpunkt der Untersuchung ebenfalls bereits im zehnten Grad. Sind die Belastungsnormativen im Sportklettern dem des Leistungsturnens nicht weit entfernt, bleibt eine weitere Verjüngung des Durchschnittsalters im Hochleistungsbereich zu befürchten. Inwieweit dies gesundheitliche Risiken birgt bleibt offen.

Während sich bisher einige Untersuchungen mit dem Risiko der Entstehung einer Fingerarthrose bei erwachsenen Kletterern befassten (4-11,13,15,19-26,31) sind die Angaben bezüglich jugendlicher Leistungskletterer spärlich. 1997 (17) berichteten wir erstmals über Epiphysiolysen der kleinen Fingergelenke jugendlicher Sportkletterer ohne eigentliches Trauma (im Sinne von Ermüdungsfrakturen). *Chel et al.* (7) berichteten 1999 ebenfalls von einem 15-jährigen Kletterer mit beidseitiger Epiphysiolysis ohne Trauma. In den folgenden Jahren häufte sich dieses Krankheitsbild, so dass wir bis 2002 (18) bereits 22 Fälle atraumatischer Aitken-II-Frakturen sahen. Diese teils alarmierenden Zahlen werfen die Frage auf, inwieweit jugendliches Leistungsklettern zur Entstehung einer Fingergelenksarthrose disponiert.

Innerhalb der vorliegenden Arbeit soll der Fragestellung nachgegangen werden, ob jugendliche Hochleistungskletterer im Vergleich zu gleichaltrigen Freizeitkletterern häufiger klinische und radiologische Veränderungen im Bereich der Fingergelenke aufweisen.

Probanden und Methoden

Das Gemeinschaftsprojekt "Sportklettern im Kindes- und Jugendalter" des Deutschen Alpenvereins und der Technischen Universität München umfasst vier Schwerpunkte: I. "Erzieherische und bildende Wirkungen" (kulturelle und soziokulturelle Aspekte), II. "Belastungen und Beanspruchungen" (Sportmedizin, Physiotherapie), III. "Sportgeräteentwicklung" (Kinderklettergurt nach orthopädischen, biomechanischen sowie unfallpräventiven Aspekten, Kindergerechtes Sicherungsgerät) und IV. "Lehren und Lernen" (Entwicklungspsychologie, Sportförderung, Talentdefinition, Sportmethodik). Innerhalb des Schwerpunktes II soll folgender Fragestellung nachgegangen werden: Begünstigt Sportklettern im Kindes- und Jugendalter die Arthroseentwicklung an Fingergelenken?

Der Probandenpool setzte sich aus 19 Mitgliedern der Deutschen Jugendnationalmannschaft Sportklettern (15 männlich, 4 weiblich, $16,2 \pm 1,7$ Jahre) sowie einer Vergleichsgruppe von 18 jugendlichen Freizeitkletterern (16 m., 2 w., $14,7 \pm 1,9$ Jahre) zusammen. Bei allen Teilnehmern wurde anhand eines standardisierten Fragebogens eine ausführliche Sportanamnese, körperliche Untersuchung, Erhebung an-

thropometrischer Daten sowie eine radiologische Untersuchung der rechten Hand in der a.p.Ebene und des rechten Ringfingers im lateralen Strahlengang durchgeführt. Eine schriftliche Einwilligung der Erziehungsberechtigten lag vor.

Während der allgemeinen sportmedizinischen Untersuchung wurden sportkletterspezifische Probleme gesondert abgefragt und evaluiert. Insgesamt wurden erfasst: Medizinische und sportliche Anamnese, körperlicher Untersuchungsbefund, Spezieller Befund Hände und Füße (Fingerlänge, Breite PIP-Gelenk, Handumfang, Handspanne, Fingerbeweglichkeit, Hypermobilität) (in Anlehnung an den Untersuchungsbogen "Hand" der Berufsgenossenschaften) und die sportliche Anamnese zu Trainingsintensität, Verletzungen, Aufklärung usw. (Fragebogen mit 67 Unterpunkten zu den Themenkomplexen: Sportartspezifische Anamnese, Leistungsniveau und Leistungsniveauentwicklung über die letzten Jahre, Trainingsmethodik, Trainingsmittel, Auf- und Abwärmen, Stretching, Ausgleichssport, bisherige Verletzungen, Therapie dergleichen, Ernährung, sowie Trainingsbetreuung). Innerhalb dieses Fragebogens konnte teils Freitext eingefügt werden, spezielle Fragestellungen wurden altersangepasst zum "Ankreuzen" formuliert (z.B. "Hast du folgende Beschwerden bereits gehabt? Taubheitsgefühle der Finger ja/nein). Mit der genauen Analyse der Trainingsmethoden sollte eine mögliche Korrelation zwischen hochintensiven Belastungen, wie Leisten- und Campusboardtraining und radiologischen Veränderungen erfasst werden. Um das Ausmaß einer noch physiologischen oder bereits pathologischen Verstärkung des Kapsel-Bandapparates an den Fingergelenken (PIP, DIP) zwischen beiden Gruppen vergleichen zu können wurde die Breite des PIP-Gelenkes des rechten Ringfingers zu dessen Länge ins Verhältnis gesetzt (sog. Kapselindex). Die Röntgenaufnahmen wurden unter Verwendung eines standardisierten Fragebogens ausgewertet. Zur Fragestellung einer Kortikalishypertrophie wurde der Barnett Nordin Index (1) ermittelt. Dieser stellt zwar ursprünglich einen reinen Osteoporose Index dar, spiegelt aber auch sehr gut das Verhältnis Kortikalis zu Spongiosa wieder. Für die Einstufung des Schwierigkeitsniveaus beim Sportklettern wurde der Wert des angegebenen Schwierigkeitsgrades nach der UIAA Skala in die metrische Skala umgesetzt, d.h. UIAA 9- = 8,7, UIAA 9=9,0, UIAA 9+ = 9,3 (33). Für die statistische Auswertung kam Microsoft Excel 2000 sowie SPSS 10.0.7 (SPSS Inc. Chicago, Illinois) zur Anwendung. Zur beschriebenen Statistik dienten Mittelwert (MW) und Standardabweichung ($\pm S$). Zur Signifikanzprüfung wurde bei normalverteilten Parametern der T-Test (Levene Test) und bei nicht normalverteilten Parametern der Wilcoxon-Test verwendet. Als Signifikanzschranke wurde $p \leq 0,05$ = signifikant (*) festgelegt.

Ergebnisse

Da die Ausfüllung der Fragebögen unter Aufsicht durch die jeweiligen Jugendtrainer bzw. die Betreuer durchgeführt wurde konnten alle Bögen komplett ausgewertet werden. An Aussagen über Trainingsanamnese, bzw. sportausübungs-

Tabelle 1: Sportspezifischer Fragebogen zur Jugendstudie

Parameter	Jugendkader	Vergleichsgruppe
Anzahl	19 (m=15, w=4)	18 (m=16, w=2)
Seit wann betreibst du Sportklettern (Jahre)?	5,0 ± 2,6	2,0 ± 2,0
Seit wann trainierst du regelmäßig (Jahre)?	2,8 ± 1,8	1,3 ± 0,6
Wettkampfteilnahme?	19 (100%)	6(33%)
Hast du einen Trainer (ja)?	14 (74%)	12 (67%)
Hast du einen Trainingsplan (ja)?	13 (68%)	0
Trainingshäufigkeit pro Woche	3,7 ± 0,9	1,3 ± 0,7
Trainingsstunden pro Woche	11,2 ± 5,1	2,7 ± 2,6
Betreibst du andere Sportarten (ja)?	17 (89%)	17 (94%)
Schwierigkeitsniveau zur Zeit (metrisch)	9,1 ± 0,7	6,9 ± 1,0
Schwierigkeitsniveau vor 1 Jahr (metrisch)	8,3 ± 1,1	6,0 ± 0,8
Schwierigkeitsniveau vor 2 Jahren (metrisch)	7,1 ± 2,1	1,9 ± 2,4
Wie lange Erholungspausen zwischen den Routen (min)?	18,8 ± 11,1	9,41 ± 2,4
Trainingsmethodische Fragen (ja):		
Trainierst du an Leisten?	10 (53%)	3 (17%)
Trainierst du am "Campusboard"?	2 (11%)	1 (6%)
Trainierst du mit Zusatzgewichten?	2 (11%)	1 (6%)
Trainierst du Maximalkraft?	17 (74%)	1 (6%)
Welche Muskelgruppen trainierst du gesondert?		
- Oberarmmuskulatur	14	7
- Fingerbeuger	5	0
- Fingerstrecker	4	0
Wie lange wärmst du dich vor dem Klettern auf (min)?	16,4 ± 8,9	13,1 ± 8,3
Machst du ein Dehnprogramm (ja)?	16 (84%)	16 (89%)
Machst du eine spezielle Diät (ja)?	0	0
Bist du über Gefahren des Klettertrainings aufgeklärt worden (ja)?	19 (100%)	17 (94%)

spezifischen Daten werden hier nur die wichtigsten vorgestellt, da der komplette Fragebogen den Rahmen sprengt. Die Kletterer im Jugendkader kletterten seit insgesamt durchschnittlich 5 Jahren, die der Vergleichsgruppe seit 2 Jahren. Zumeist waren die Mitglieder der Vergleichsgruppe kletternd im Rahmen des differenzierten Sportunterrichtes an einer Münchner Schule tätig. Während alle Mitglieder der Jugendnationalmannschaft Wettkämpfe kletterten taten dies 6 (33%) der Vergleichsgruppe. Hier handelte es sich bei den Wettkämpfen allerdings nicht um Veranstaltungen auf nationaler und internationaler Ebene sondern um Freizeitscups, z.B. Schul- und Stadtmeisterschaften. Das mittlere Schwierigkeitsniveau aller Kaderathleten lag bei metrisch 9,1, evaluiert man nur die männlichen Athleten lag es bei 9,4. Ein Kletterer kletterte sogar Routen bis 10+ nach UIAA. Das durchschnittliche Niveau der Vergleichsgruppe lag bei metrisch 6,9. Ein wesentlicher Gruppenunterschied bestand in den Trainingsmethoden. So wurde ein spezielles Leistentraining von 53% der Jugendkaderathleten und nur von 17% der Freizeitkletterer ausgeführt, ein Maximalkrafttraining von 74% der Mitglieder des Jugendkaders und von 6% der Vergleichsgruppe. Einen Überblick über die weiteren Parameter der Fragebogenauswertung gibt Tabelle 1. Zusätzlich abgefragt bzw. untersucht wurden bisherige und aktuelle Verletzungen. Hierbei sollten die Jugendlichen bei der Frage nach bisherigen Verletzungen nur diejenigen angeben, die sie in einem Zusammenhang zum Klettern sehen. Häufigste bishe-

rige Verletzungen und Überlastungserscheinungen der Jugendkaderkletterer waren dabei geschwollene Fingergelenke (42%), gefolgt von Rückenschmerzen (26%), Knieschmerzen (21%), Epikondylitiden (21%) und Kapselzerrungen der Fingergelenke (21%). Bei den Freizeitkletterern fanden sich geschwollene Fingergelenke und Knieschmerzen bei 22%, gefolgt von Rücken- und Schulterschmerzen bei jeweils 17% (siehe Abb. 1). Bei beiden Gruppen wurde bei entsprechenden Verletzungen von allen Sportlern ein Arzt aufgesucht und eine entsprechende Therapie durchgeführt. Bewegungseinschränkungen der Finger zeigten 32% der Leistungskletterer und kein Sportler der Freizeitgruppe. In beiden Gruppen hatten drei Sportler hypermobile Fingermitelgelenke des rechten Ringfingers. Die Breite des PIP-Gelenkes war in der Gruppe Jugendkader durchschnittlich bei 17,7 mm und in der Vergleichsgruppe bei 16,8 mm. Der Kapselindex der Jugendkaderkletterer lag bei durchschnittlich 0,24 und bei 0,23 der Vergleichsgruppe, der Unterschied zwischen beiden Gruppen war nicht signifikant (p=0,18). Tabelle 2 spiegelt den speziellen körperlichen Untersuchungsbefund wieder.

6 Sportler des Jugendkaders zeigten geringe Bewegungseinschränkungen im Bereich der kleinen Fingergelenke. Die Auswahlkriterien hier waren sehr streng, so wurde schon eine Streckhemmung im PIP Gelenk von 5 Grad als positiv gewertet. Die radiologische Auswertung der ap-Aufnahme der rechten Hand sowie des rechten Ringfingers im seitlichen Strahlengang zeigt Tabelle 3. Die radiologischen Befunde wurden unterteilt in noch physiologische Stressreaktionen und eindeutig pathologische Befunde. 47% der Kletterer des Jugendkaders zeigten Stressreaktionen, 28% der Vergleichsgruppe. In der Jugendkadergruppe fanden sich am häufigsten subchondrale Sklerosierungen (47%) und Gelenkver-

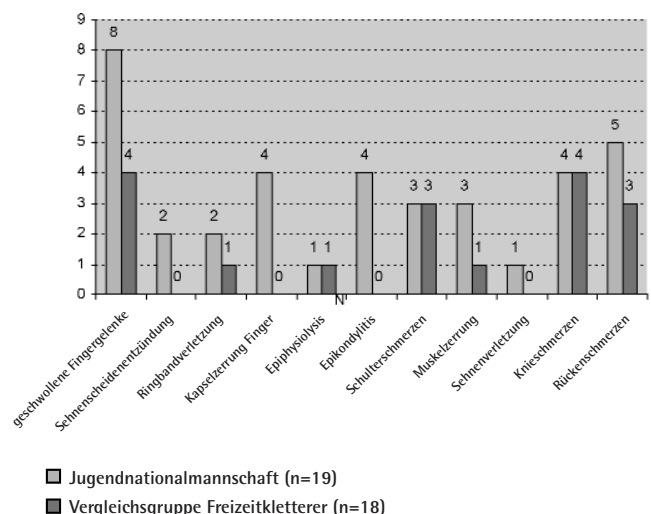


Abbildung 1: Bisherige und aktuelle Verletzungen und Beschwerden beim Klettern

breiterungen im PIP-Gelenk (42%). Als häufigste Stressreaktion fand sich bei den Freizeitkletterern eine Verbreiterung im PIP-Gelenk (28%). Als arthrotische Veränderungen zeigte sich in jeweils einem Fall pro Gruppe ein Zustand nach Epiphysenfraktur, beide Fälle waren zuvor bekannt. Der Barnett Nordin Index war $0,49 \pm 0,05$ (MW \pm SD) für den Jugendkader und $0,49 \pm 0,07$ (MW \pm SD) für die Vergleichsgruppe und damit ohne statistisch signifikanten Unterschied ($p = 0.89$).

Tabelle 2: Körperliche Untersuchungsbefunde

Parameter	Jugendkader	Vergleichsgruppe
Anzahl	19 (m=15, w=4)	18 (m=16, w=2)
Alter (Jahre)	16,2 \pm 1,7	14,7 \pm 1,9
Körpergröße (cm)	172 \pm 8,6	166 \pm 10,9
Körpergewicht (kg)	59,8 \pm 6,4	53,3 \pm 10,1
Body-Mass-Index	20,1 \pm 1,4	18,9 \pm 2,7
Fingerlänge Dig.4 re (mm)	73,3 \pm 5,1	72,0 \pm 6,4
Handspanne (cm)	20,8 \pm 1,6	21,0 \pm 1,4
Umfang Handfläche (cm)	21,5 \pm 2,7	20,1 \pm 1,4
Breite PIP Dig.4 re (mm)	17,7 \pm 1,2	16,8 \pm 1,5
Kapselindex: Breite PIP:		
Länge Finger (mm) ($p=0,18$)	0,24 \pm 0,01	0,23 \pm 0,02
Bewegungseinschränkung der Finger	6 (32%)	0
Hypermobilität der Finger	3 (16%)	3 (17%)

Diskussion

Leistungsniveau, Trainingsanalyse

Insgesamt konnten wir durch die Organisation im Rahmen der Zusammenarbeit des Deutschen Alpenvereins und der TU München eine große Gruppe an sowohl Kaderathleten als auch Freizeitkletterern rekrutieren. Bemerkenswert ist das hohe Kletterniveau im Kaderbereich, mit 8 Kletterern im zehnten Schwierigkeitsgrad, welches den Internationalen Trend widerspiegelt. Hochleistungskletterer werden immer jünger (16-18,29,33-35). Allerdings gab es auch in der Vergleichsgruppe 2 Jugendliche die bereits im oberen 8ten Schwierigkeitsgrad kletterten. Das mittlere Schwierigkeitsniveau der deutschen Erwachsenenationalmannschaft lag 1988 bei 9,3 (17), ein gleiches Niveau hat mittlerweile der Jugendkader. Nach *Bernhardt et al.* (6) korreliert das Verletzungsrisiko mit dem Schwierigkeitsniveau. *Carmeli et al.* (8) fanden ein höheres Verletzungsrisiko mit steigendem Alter, unser Jugendkader war durchschnittlich 2 Jahre älter als die Vergleichsgruppe. Als positiv zu beurteilen ist die gute Betreuung der Jugendlichen, immerhin haben 74% der Kaderathleten und 67% der Kontrollgruppe einen Trainer. Dabei war in der Kadergruppe der jeweilige Kadertrainer ausgenommen, d.h. es wurde nach einem Heimtrainer gefragt. Hoch ist auch der Trainingsaufwand der Sportler des Jugendkaders, mit durchschnittlich 11,2 Stunden pro Woche liegen sie höher als der Erwachsenenkader von 1988 mit 10,1 Stunden (17). Ein Sportler mit 25 Trainingsstunden bewegt sich dabei schon über dem Durchschnittsniveau des Kaders 1996 (17) und im professionellen Bereich. Gerade diese Leistungsexplosion und Trainingsintensivierung ruft die Fragestellungen der vorliegenden Studie auf. Während im Spitzenbereich auf ein Training an

Leistern kaum mehr verzichtet werden kann, so ist es doch gerade diese Trainingstechnik welche für atraumatische Epiphysiolysen verantwortlich gemacht wird (16-18,29,31). Immerhin 53% des Kaders führen diese Technik durch, ebenso wie 3 Jugendliche der Vergleichsgruppe, welche in jener die leistungsorientierteren darstellen. Noch gefährlicher für die kleinen Fingergelenke gilt ein Training am sogenannten "Campusboard", einem überhängenden Leistenboard für Hangel- und teilweise Sprungübungen im Sinne eines plyometrischen Trainings (16,29,31). Es ist als sehr positiv zu beurteilen dass ein solches nur kasuistisch ausgeführt wird. Beide Sportler allerdings, je Gruppe einer, welche in der Anamnese bereits eine Epiphysiolyse hatten, führten ein solches Leisten- sowie Campusboardtraining durch.

Als äußerst positiv ist allerdings die Aufklärungsarbeit durch Trainer und Betreuer in beiden Gruppen zu sehen. So waren im Kader alle und in der Vergleichsgruppe 94% über gefährliche Trainingsformen, sowie über die Bedeutung eines Aufwärm- und Dehnprogramms informiert. Hier fruchtet die Aufklärungs- und Schulungsarbeit des Deutschen Alpenvereins. Als weiterer Ansatzpunkt im Jugendkader muss allerdings das vernachlässigte Zusatztraining der Unterarmbeuger und -strecker gesehen werden. Ein Missverhältnis zugunsten der Strecker ist eindeutig prädisponierend für die Entwicklung von Epikondylitiden (16). Nachdem in den letzten Jahren das Thema Anorexia nervosa unter Hochlei-

Tabelle 3: Radiologische Befunde

Parameter	Jugendkader	Vergleichsgruppe
Anzahl	19 (m=15, w=4)	18 (m=16, w=2)
Stresssymptome:		
Kortikalisverdickung	9 (47%)	5 (28%)
Subchondrale Sklerosierung / Epiphysenverdichtung	5 (26%)	2 (11%)
Ansatzverkalkung SF/PF Sehne	9 (47%)	1 (6%)
Gelenkbasisverbreiterung PIP	0	0
Gelenkbasisverbreiterung DIP	8 (42%)	5 (28%)
	3 (16%)	0
Arthrotische Veränderungen:		
Osteophyten PIP	1 (5%)	1 (6%)
Osteophyten DIP	0	0
Gelenkspaltverschmälerung	0	0
Gelenknahe Zysten/Entkalkungen	0	0
Epiphysenverletzungen	1 (5%)	1 (6%)
Barnett Nordin Index:		
	0,49 \pm 0,05 (mean \pm sd)	0,49 \pm 0,07 (mean \pm sd)

stungsathleten leider aktueller wurde (16,33,36) ist es als sehr positiv zu beurteilen, dass keiner der befragten Kletterer eine entsprechende leistungsfördernde Diät durchführt.

Verletzungen

Erwartungsgemäß konzentrieren sich Verletzungen und Überlastungsprobleme in unserem Klientel auf die obere Extremität. Dies deckt sich mit Literaturangaben (2-11,13,15,19-26,30,31). Natürlich sind Überlastungserscheinungen, die direkt mit Trainingsintensität und -umfang korrelieren (6,23,26,27), wie z.B. Tendovaginitiden und Epikondylitiden in

der Leistungsgruppe häufiger vertreten. Eher unspezifischere Probleme wie Knie- und Rückenschmerzen sind über beide Gruppen gleichverteilt. Hierbei ist zu bedenken, dass fast alle Studienteilnehmer noch weitere Freizeitsportarten ausüben und die Beschwerden damit nicht isoliert auf den Klettersport zu sehen sind. Mit Ausnahme der zwei Jugendlichen mit Z.n. Epiphysiolyse sind schwerwiegende Probleme selten.

Untersuchungsbefund

Schwerpunkt bei der körperlichen Untersuchung bildete die Untersuchung der Finger und Hände. Die sonstige allgemeine körperliche Untersuchung, auch im Rahmen der jährlichen Kaderuntersuchung, ergab keine wesentlichen Auffälligkeiten. Nach *Heuck et al.* (12) sowie *Hochholzer et al.* (14) kommt es durch langjähriges Klettern zu einer radiologisch nachweisbaren Hypertrophie der Gelenkkapsel der kleinen Fingergelenke, einer adaptiven Verdickung der Kollateralbänder sowie zu einer bis zu 50 %igen Verdickung der Beugesehnen, einer Muskelhypertrophie der Handinnenmuskulatur (*Mm.interossei*, *Mm.lumbricales*) und einer Kortikalishypertrophie des Knochens. All dies ist noch als adaptativ und nicht unbedingt pathologisch zu sehen. Um die bei allen Kletterern gemessene Dicke des PIP-Gelenkes des rechten Ringfingers entsprechend werten zu können, wurde sie zur Fingerlänge ins Verhältnis gesetzt. Der somit ermittelte "Kapselindex" ist innerhalb der Gruppen sowie zwischen den Gruppen vergleichbar. Dieser war zwischen beiden Gruppen nicht signifikant unterschiedlich ($p=0,18$), was wohl durch die fehlende Adaptationszeit begründet ist. Nachdem auch die Jugendkaderathleten erst durchschnittlich seit 2,8 Jahren regelmäßig trainierten, ist der Zeitraum für eine signifikante Kapselverbreiterung zu kurz. Allerdings muss eine solche auch nicht zwingend auftreten, so kennen wir auch Spitzenkletterer, die den Sport seit über 20 Jahren ausüben ohne eine entsprechende Gelenkverdickung (16,29). Die bei immerhin 6 von 19 (32%) Kaderjugendlichen schon vorhandene Bewegungseinschränkung der kleinen Fingergelenke regt zur Besorgnis an. Allerdings waren dies Bewegungseinschränkungen bei 3/6 Kletterern minimal (5 Grad Streckdefizit), und bei den anderen gering. Diese Bewegungseinschränkung sollte reversibel sein, die Jugendlichen wurden in ein entsprechendes Dehnprogramm eingewiesen sowie eine Fingergymnastik eingeleitet. *Rotman et al.* (26,27) untersuchten die Progredienz der chronischen Fingerüberlastungsschäden bei 50 Sportkletterern. Hierbei stellten sie im Ausgangstest bei 74% und im Retest nach 3 Jahren von 90% Fingerdeformitäten fest. Diese zunächst alarmierenden Zahlen von 1987 müssen mittlerweile etwas relativiert werden. Einerseits änderten sich die Trainingsmethoden sowie auch das Design der Kunstgriffe beträchtlich (16), andererseits wird eine Gelenkkapselverdickung (ohne chron. Erguss!) mittlerweile als noch physiologisch und nicht unbedingt als Deformität angesehen (12,14).

Radiologischer Befund:

Schwerpunkt der Untersuchung war die Fragestellung, ob jugendliche Hochleistungskletterer im Vergleich zu gleichaltri-

gen Freizeitkletterern häufiger klinische und radiologische Veränderungen im Bereich der Fingergelenke aufweisen. *Leal et al.* (23) berichteten erstmals 1987 von radiologischen Auffälligkeiten im Bereich der Finger bei Sportkletterern. So beschrieben sie eine vermehrte Sklerosierung im Bereich der Insertion der Beugesehnen, eine Kortikalisverdickung, eine Vermehrung der Trabekel der Metakarpalköpfchen und Mikrofrakturen. *Heuck et al.* (12) sowie *Hochholzer et al.* (14) konnten radiologische Anpassungserscheinungen an langjähriges Klettern mittels MRT-Untersuchungen darstellen. So kommt es adaptiv zu einer radiologisch nachweisbaren Hypertrophie der Gelenkkapsel der kleinen Fingergelenke, einer adaptiven Verdickung der Kollateralbänder sowie zu einer bis zu 50 prozentigen Verdickung der Beugesehnen, einer Muskelhypertrophie der Handinnenmuskulatur (*Mm.interossei*, *Mm.lumbricalis*) und einer Kortikalishypertrophie des Knochens. Auch im konventionellen Röntgenbild lassen sich bereits Stressreaktionen (12,14) wie z.B. Sehnenansatzverkalkungen und arthrotische Veränderungen gut differenzieren. *Rohrbough et al.* (28) untersuchten ebenfalls 65 langjährige Kletterer radiologisch an der Hand. Sie konnten keine signifikante Prävalenz einer Osteoarthrose gegenüber dem Vergleichsklientel nachweisen. Wir führten in den Jahren 1988-98 bei insgesamt 140 Sportkletterern Röntgenaufnahmen der Hände und Finger durch (29). Es wurde der Versuch unternommen, zwischen eindeutig arthrotischen Veränderungen (osteophytäre Ausziehungen, Gelenkspaltverschmälerungen, Cysten) und Stresssymptomen (Kortikalisverdickung, subchondrale Sklerosierungen, Verkalkungen der Sehnenansätze, Gelenkbasisverbreiterungen) zu unterscheiden. Hierbei zeigten in der Gruppe "2-5 Kletterjahre" 32% keine radiologischen Änderungen, 43% Stresssymptome und 11% arthrotische Veränderungen. Die Zahl an arthrotischen Veränderungen nahm in der Gruppe "-10 Kletterjahre" auf 20% zu, in der Gruppe "-15 Kletterjahre" bis auf 28%. Diese Unterscheidung zwischen noch physiologischen Anpassungserscheinungen und bereits arthrotischen Veränderungen wurde auch in die vorliegende Auswertung übernommen.

Bollen et al. (4) berichten über radiologische Veränderungen von 36 Kletterern im Vergleich zu einem nichtkletternden Klientel. Sie sahen bei 17/36 (47%) der Kletterer subchondrale Zysten, Osteophyten bei 14/36 (39%) und 2 Fälle mit schwerer Arthrose. Ihr Klientel waren allerdings erwachsene Kletterer mit langjähriger Sportausübung. Die Kortikalisdicke der Mittel- und Grundphalanx war bei den Kletterern signifikant größer als bei der Vergleichsgruppe ($p<0,01$) (3). Innerhalb unserer Auswertung fand sich ein solch statistisch signifikanter Unterschied, repräsentiert durch den Barnett Nordin Index (1), nicht. Bedingt ist dies wohl durch die noch fehlende Adaptationszeit, kletterten unsere Kaderathleten im Durchschnitt erst seit 2,8 Jahren regelmäßig. Erwartungsgemäß zeigten sich im Jugendkader allerdings häufiger Stressreaktionen, in wieweit diese einen Risikofaktor für die Entstehung einer Arthrose darstellen, wird sich erst im Längsschnitt zeigen. Die Häufigkeit der Stressreaktionen mit 47% bei durchschnittlich 2,8 Trainingsjahren liegt im gleichen Bereich wie in der von uns vorgestellten

Analyse von 140 Sportkletterern (29) in der Gruppe 2-5 Trainingsjahre (43%).

Alarmierend waren 1997 erste Hinweise atraumatischer Epiphysenfrakturen jugendlicher Leistungskletterer durch *Hochholzer et al.* (17). Auch *Chel et al.* (7) berichteten 1999 von einem Fall (bilateral). Diese zunächst nur kasuistisch aufgetretene Pathologie konnte leider zunehmend häufig gesehen werden (18). Im vorliegenden Klientel sind 2 Fälle, je Gruppe einer enthalten. Der Befund des Kadersportler war dabei schon zuvor bekannt und ist auch in der Publikation von *Hochholzer et al.* (18) enthalten. Das gleiche gilt für den Sportler der Vergleichsgruppe, welcher auf Wunsch der Eltern in die Studie und damit in die weitere Nachbeobachtung aufgenommen wurde. Tendenziell hat sich die Problematik in den letzten Jahren nicht weiter vergrößert, sicher auch bedingt durch intensive Aufklärungsarbeit. So sahen wir unter 604 verletzten Kletterern innerhalb der Jahre 1998-2002 nur 2 Fälle (32). Die Problematik ist sehr von regionalen Umständen abhängig. Sind die Fälle in Deutschland selten, so sieht Koautor *Hochholzer* sie in Österreich in größerer Häufigkeit. Hier muss ein direkter Zusammenhang zu trainingsmethodischen Ansätzen postuliert werden! Letztendlich ist es auch Ziel dieser Studie, solche Problematiken zu erfassen, wissenschaftlich zu dokumentieren und Lösungswege einzuleiten.

Schlussfolgerung

Insgesamt zeigte sich ein guter Gesundheitszustand unserer Jugendkaderathleten mit nur gelegentlich endgradigen Bewegungseinschränkungen der kleinen Fingergelenke. Inwieweit die erwarteten radiologischen Stressreaktionen zur Entstehung einer Früharthrose der kleinen Fingergelenke disponieren, wird erst die Fortführung der Studie im Längsschnitt zeigen. Der Gefahr von Epiphysenfrakturen muss weiter Rechnung getragen werden.

Danksagung: Die Studie wurde mit finanzieller Unterstützung des Deutschen Alpenvereins sowie der Technischen Universität München durchgeführt.

Literatur

1. Barnett E, Nordin BEC: The radiological diagnosis of osteoporosis: A new approach. *Clin Radiol* 11 (1959) 166-174.
2. Bannister P, Foster P: Upper Limb injuries associated with rock climbing. *Brit J Sports Med* 20 (1986) 55.
3. Bollen SR: Upper limb injuries in elite rock climbers, *J R Coll Surg Edinb* 35 (1990) 18-20.
4. Bollen SR, Wright V: Radiographic changes in the hands of rock climbers. *Brit J Sports Med* 28 (1984) 185-186.
5. Bökenkamp R: Blessered leed on der sportklimmers. *Berggids* 2 (1995).
6. Bernhardt M, Banzer W, Weipert H: Trainingsbedingte Risikofaktoren in der Entstehung von Fingergelenksbeschwerden beim Sportklettern. *Dtsch Z Sportmed* 50 (1999) 78 - 82.
7. Chell J, Stevens K, Preston B, Davis T: Bilateral fractures of the middle phalanx of the middle finger in an adolescent climber. *Am J Sports Med* 27 (1999) 817-819.
8. Carmeli E, Wertheim M: Handverletzungen bei jugendlichen und erwachsenen Sportkletterern. *Dtsch Z Sportmed* 52 (2001) 285 - 288.
9. Della Santa DR, Kunz A: Stress syndrome of the fingers related to rock climbing. *Schweiz Z Sportmed* 38 (1990) 5-9.
10. Gabl M, Rangger C, Lutz M, Fink C, Rudisch A, Pechlaner S: Disruption of the finger flexor pulley system in elite rock climbers. *Am J Sports Med* 26 (1998) 651-655
11. Haas CJ, Meyers CM: Rock climbing injuries. *Sports Med* 20 (1995) 199-205.
12. Heuck A, Hochholzer Th, Keinath Ch: Die MRT von Hand und Handgelenk bei Sportkletterern. Darstellung von Verletzungen und Überlastungsfolgen. *Radiologe* 32 (1992) 248-254.
13. Hochholzer T, Heuck A, Hawe W, Keinath C, Bernett P: Verletzungen und Überlastungssyndrome bei Sportkletterern im Fingerbereich. *Prakt Sport-Trauma Sportmed* 2 (1993) 57-67.
14. Hochholzer T, Heuck A: Verletzungen und Überlastungssyndrome bei Sportkletterern im MRT. In: Kongressband des Deutschen Sportärztekongresses in München 1990.
15. Hochholzer Th, Heuck A, Hawe W, Bernett P: MRT der Hand und Finger bei Verletzungen und Überlastungsbeschwerden von Sportkletterern, Kongressband des Deutschen Sportärztekongresses in München 1990, 380-383.
16. Hochholzer Th, Schöffl V: Soweit die Hände greifen - Sportklettern - Ein medizinischer Ratgeber, Lochner Verlag, Ebenhausen, 2001.
17. Hochholzer Th, Schöffl V, Krause R: Finger-Epiphysenverletzungen jugendlicher Sportkletterer. *Sport Orthop Traumatol* 13 (1997) 100-103.
18. Hochholzer Th, Schöffl V, Bischof B: Epiphysenfrakturen der Fingermittelgelenke bei Sportkletterern. *Sport Orthop Traumatol* 18 (2002) 87 - 92.
19. Holtzhausen LM, Noakes TD: Elbow, forearm, wrist and hand injuries among sport rock climbers. *Clin J Sport Med* 3 (1996) 6.
20. Humphries D: Injury rates in rock climbers. *J of Wild Med* 4 (1993) 281-285.
21. Krause R, Reif G, Feldmeier Ch: Überlastungssyndrome und Verletzungen der Hand und des Unterarms beim Sportklettern. *Prakt Sporttraum Sportmed* 2 (1987) 10-15.
22. Largiader U, Oelz O: Analyse von Überlastungsschäden beim Klettern. *Schweiz Ztschr Sportmed*. 41 (1993) 107-114.
23. Leal C, Rane A, Herrero R: Soziologie, Trainingszeit und Fingerverletzungen beim Sportklettern. *Prakt. Sporttraum Sportmed* 2 (1987) 44-47.
24. Maitland M: Injuries associated with rock climbing. *J Orthop Sportphys Ther* 16 (1992) 68-75.
25. Rooks MD: Rock climbing injuries. *Sports Med* 23 (1997) 261-270.
26. Rotman I: Überlastungssyndrome der Hand bei tschechoslowakischen Spitzenkletterern. *Praktische Sport Traum Sportmed* 2 (1987) 41-43.
27. Rotman I, Stanek M, Vesely P, Srickra T: Progredienz der chronischen Fingerüberlastungsschäden bei Sportkletterern, In: Kongressband des Deutschen Sportärztekongresses in München (1990) 384-87.
28. Rohrbough JT, Mudge MK, Schilling RC, Jansen C: Radiographic osteoarthritis in the hands of rock climbers. *A J Orthopaed* 11 (1998) 734-738.
29. Schöffl V, Hochholzer T: Sportklettern. In Klümper A. *Sporttraumatologie*. Ecomed, Landsberg; II-52.1 (2000) 1-23.
30. Schöffl V, Hochholzer Th, Winkelmann HP: Management of ruptures of finger flexor tendon pulleys in sportclimbers. *High Altitude Medicine & Biology* 3 (2002) 130
31. Schoeffl V, Hochholzer Th, Winkelmann HP, Strecker W: Differentialdiagnose von Fingerschmerzen bei Sportkletterern. *Dtsch Z Sportmed* 54 (2003) 38 - 43.
32. Schoeffl V, Hochholzer TH, Winkelmann HP, Strecker W: Pulley injuries on Climbers. *J Wild Env Med* 14 (2003) 94-100.
33. Schoeffl V, Klee S, Strecker W: Evaluation of physiological standard pressures of the forearm flexor muscles during sport specific ergometry in sportclimbers. *Brit J Sportsmed* (2003) im Druck
34. Schöffl V, Schlegel Ch: Statement competition climbing, *MedCom UIAA*, 10/2000.
35. Watts PB, Martin DT, Durtschi S: Anthropometric profiles of elite male and female competitive sport rock climbers. *J Sport Sci* 11 (1993) 113-117.
36. Zapf J, Dingerkurs M, Fichtl B, Wielgross C: Ernährung und Essverhalten beim Sportklettern. *Sportorth Sporttr* 18 (2002) 97-103.

Korrespondenzadresse:

Dr. med. Volker Schöffl

II. Chirurgische Klinik, Klinikum Bamberg

Bugerstraße 80, 96049 Bamberg

e-mail: volker.schoeffl@t-online.de