

Arthroskopie

Organ der Deutschsprachigen Arbeitsgemeinschaft für Arthroskopie

Band 6 Heft 3 1993

Editorial

H.R. Henche 101

Originalarbeiten

M. Runkel, K. F. Kreitner, K. Wenda, J. Degreif
Kernspintomographische Untersuchungsergebnisse nach
primärer, traumatischer vorderer Schulterluxation 102

W. Klein, A. Gassen
Die endoskopische subakromiale Dekompression bei
kompletter Rotatorenmanschettenruptur. Indikation, Technik
und Nachuntersuchungsergebnisse 107

I. Berkes, H. Hempfling
Arthroskopie versus Arthrotomie. Ökonomische Aspekte
112

F. Eckstein, M. Müller-Gerbl, M. Steinlechner,
K. P. Benedetto, R. Putz
Subchondrale Mineralisierungsmuster bei Chondromalacia
patellae 116

E. Schulte
Entwicklungsgeschichte und topographische Morphologie
der Synovialmembran im Kniegelenk 121

N. P. Südkamp, P. Lobenhoffer, W. Seitz, M. Szabo,
A. Tempka, N. P. Haas
Hämostase durch Adrenalinzusatz zur Spülflüssigkeit bei
arthroskopischen Schulteroperationen. Untersuchung
systemischer Nebenwirkungen 127

Fallbeschreibungen

J. Klein, E. Zanea-Wangler, A. Gaitzsch, Th. Tiling
Aneurysma spurium mit AV-Fistel am medialen Zugang nach
Arthroskopie. Eine seltene Komplikation 132

C. Weber, J. Eulert
Ein Fall einer familiären PVS und Therapie mittels
arthroskopischer Synovektomie 135

Operationstechnik

M. Hoppert, H. J. Refior
Das sublabrale Foramen als Differentialdiagnose zur
Labrumruptur bei der Schulterarthroskopie 137

Buchbesprechung 134

Abstracta arthroscopica

Zusammengestellt von K. B. Brühlhart 140

Kongreßkalender 143

AGA-Mitteilungen 3/1993

ARTREX 6(3) 101-144 (1993) Juni 1993
Gedruckt auf säurefreiem Papier



Springer-Verlag

Mit der Annahme eines Beitrags zur Veröffentlichung erwirbt der Verlag vom Autor alle Rechte, insbesondere das Recht der weiteren Vervielfältigung zu gewerblichen Zwecken mit Hilfe fotomechanischer oder anderer Verfahren. Die Zeitschrift sowie alle in ihr enthaltenen einzelnen Beiträge und Abbildungen sind urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsgesetz zugelassen ist, bedarf der vorherigen schriftlichen Zustimmung des Verlags. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Jeder Autor, der Deutscher ist oder ständig in Deutschland lebt oder Bürger Österreichs, der Schweiz oder eines Staates der Europäischen Gemeinschaft ist, kann unter bestimmten Voraussetzungen an der Ausschüttung der Bibliotheks- und Fotokopiertantiemen teilnehmen. Nähere Einzelheiten können direkt von der Verwertungsgesellschaft WORT, Abteilung Wissenschaft, Goethestr. 49, W-8000 München 2, eingeholt werden.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in dieser Zeitschrift berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, daß solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Für Angaben über Dosierungsanweisungen und Applikationsformen kann vom Verlag *keine Gewähr* übernommen werden. Derartige Angaben müssen vom jeweiligen Anwender im Einzelfall anhand anderer Literaturstellen auf ihre Richtigkeit überprüft werden.

Bezugspreis: Jährlich (6 Hefte) DM 224,- zuzüglich Versandkosten (Inland DM 11,24 inkl. MwSt., Ausland DM 21,-). Einzelheftpreis DM 44,80 zuzüglich Versandkosten. *USA und Kanada:* ca. US \$ 174,50 einschließlich Versandkosten. Bezieher in Japan, Indien, Australien und Neuseeland werden per SAL (Surface Airmail Lifted) beliefert. Die Versandkosten können beim Verlag erfragt werden. Der Bezugspreis ist im voraus zahlbar.

Bestellungen (ISSN 0933-7946) nehmen jede Buchhandlung oder der Verlag entgegen. Die Lieferung der Zeitschrift läuft weiter, wenn sie nicht bis zum 30.9. eines Jahres abbestellt wird.

Springer-Verlag, Heidelberger Platz 3,
1000 Berlin 33, Tel. (0)30/8207-0,
Telex 183319, FAX (0)30/8207448.

Bei *Adressänderungen* muß neben dem Titel der Zeitschrift die neue und alte Adresse angegeben werden. Adressänderungen sollten mindestens 6 Wochen vor Gültigkeit gemeldet werden.

Hinweis gemäß § 4 Abs. 3 der Postdienst-Datenschutzverordnung: Bei Anschriftenänderung des Bezieher kann die Deutsche Bundespost POSTDIENST dem Verlag die neue Anschrift auch dann mitteilen, wenn kein Nachsendeantrag gestellt ist. Hiergegen kann der Bezieher innerhalb von 14 Tagen nach Erscheinen dieses Heftes bei unserer Berliner Verlagsanschrift widersprechen.

Microform-Ausgaben können bezogen werden von University Microfilm International, 300 N. Zeeb Road, Ann Arbor, MI 48106, USA.

Für Vertriebsfragen zuständig: Springer-Verlag Berlin, Helga-Beate Pohl, Tel. (030) 8207-273, FAX (030) 8207448.

Herstellung:

Springer-Verlag, Jutta Daum
Zeitschriftenherstellung I
Postfach 105280
W-6900 Heidelberg 1
Tel. (0)6221/487-632
Telex 461723
FAX (0)6221/487624

Anzeigen:

Springer-Verlag
Heidelberger Platz 3
1000 Berlin 33
Tel. (0)30/8207-0
Telex 185411
FAX (0)30/8207300

Verantwortlich für den Textteil: Priv.-Doz. Dr. H.R. Henche, Kreiskrankenhaus Rheinfelden, W-7888 Rheinfelden/Baden
Für den Anzeigenteil: E.Lückermann, B.Maaß, Springer-Verlag, Heidelberger Platz 3, 1000 Berlin 33, FAX (0)30/8207300

Gesamtherstellung: Schneider Druck GmbH, Rothenburg ob der Tauber

Printed in Germany - © Springer-Verlag Berlin Heidelberg 1993 - Springer-Verlag GmbH & Co. KG, 1000 Berlin 33

Arthroskopie



Organ der Deutschsprachigen
Arbeitsgemeinschaft
für Arthroskopie

Die Zeitschrift *Arthroskopie* befaßt sich hauptsächlich mit der endoskopischen Untersuchung und Chirurgie der Gelenke, aber auch mit den Problemen der Diagnostik und Therapie der angrenzenden Methoden. Die Mehrzahl der Hefte hat jeweils ein Leitthema, hinzu kommen Originalarbeiten, Kurzmittellungen, Fallberichte und die Beschreibung neuer Operationstechniken. Die Zeitschrift ist das aktuelle Forum für alle arthroscopisch tätigen Ärzte.

Herausgeber

W. Glinz, Zürich
H. R. Henche, Rheinfelden
H. Hofer, Salzburg
J. Krämer, Bochum

Schriftleiter

H. R. Henche, Rheinfelden

Beiräte

K. F. Benedetto, Innsbruck
J. Eulert, Würzburg
A. Gächter, Basel
P. Hertel, Berlin
H. Hertz, Salzburg
W. Klein, Düsseldorf
F. Landsiedl, Wien
G. Muhr, Bochum
H. J. Refior, München
H. Resch, Innsbruck
R. Reschauer, Linz
K.-P. Schulitz, Düsseldorf
H. U. Stäubli, Bern
M. Strobel, Straubing
C. J. Wirth, Hannover



Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York
London Paris Tokyo Hong Kong Barcelona
Budapest

Arthroskopie

Hinweise für Autoren

Voraussetzung für die Einreichung eines Manuskriptes ist, daß die Arbeit noch nicht publiziert oder an anderer Stelle zur Publikation eingereicht wurde. Ferner wird vorausgesetzt, daß die Publikation von allen beteiligten Autoren einer Arbeitsgruppe genehmigt und daß die Arbeit, wenn sie zur Publikation angenommen wurde, nicht an anderer Stelle in gleicher Form, ohne die Genehmigung des Copyright-Inhabers, publiziert wird, weder in derselben noch in einer anderen Sprache.

1. Allgemeines

Das Manuskript ist in *dreifacher Ausfertigung* einzureichen (davon ein Manuskript-Exemplar einseitig beschrieben, zusätzliche Exemplare bitte zweiseitig kopieren, um die Versandkosten niedrig zu halten). Neben den Bildvorlagen sind auch *zwei Sätze* mit für die Gutachter interpretierbaren Fotoabzügen beizulegen.

Abgelehnte Manuskripte werden künftig nicht mehr an die Autoren zurückgesandt, ausgenommen sind Originalabbildungen.

Adresse für die Einreichung von Manuskripten: Diese sind an den koordinierenden Herausgeber zu senden, z. Z. an

Priv.-Doz. Dr. H. R. Henche
Orthopädische Abteilung
Kreiskrankenhaus
W-7888 Rheinfelden.

Jedes Manuskript wird durch mindestens zwei unabhängige Gutachter beurteilt werden.

Das Manuskript muß formal wie inhaltlich so durchgearbeitet sein, daß spätere Änderungen nicht notwendig werden, da die Beiträge sofort nach dem Satz auf Seitenformat umbrochen werden. Nachträgliche, vom Manuskript abweichende Änderungen müssen dem Autor berechnet werden. Die Gliederung soll übersichtlich sein: Kurze, informierende Einleitung, Methodik, Technik oder Kasuistik (für Kleindruck anmerken), Ergebnisse, Diskussion (Besprechung der Ergebnisse und Vergleich mit der Literatur).

Übersichtsarbeiten sollen nur nach vorheriger Kontaktaufnahme mit einem der Herausgeber eingereicht werden. Sie werden in der Regel von den Herausgebern angefordert.

Originalarbeiten sollen 10 Manuskriptseiten nicht überschreiten.

Fallberichte, Beiträge zur Operationstechnik: Maximal 3 Manuskriptseiten.

„Aus der Trickkiste“, Leserbriefe, Mitteilungen: Maximal 2 Manuskriptseiten.

Um die Kommunikation zwischen Autor, Herausgeber und Verlag zu erleichtern und zu

beschleunigen, sollte der Autor seine Telex- oder Fax-Verbindung auf der Titelseite des Manuskriptes angeben.

2. Gliederung

Manuskript mit Maschine, einseitig und mit breitem Rand schreiben (1½zeilig). Blätter einschließlich Literaturverzeichnis und Legenden durchnummerieren.

Erstes Manuskriptblatt: 1. Kurzer, klarer Titel der Arbeit, 2. Name aller Autoren, 3. Klinik- bzw. Institutsangabe, 4. Kolumnentitel (Seitenüberschrift) mit nicht mehr als 70 Anschlägen, 5. Fußnoten zum Titel (mit Sternchen bezeichnen), 6. Korrespondenzadresse.

Zweites Manuskriptblatt: 1. Englische Titelübersetzung, 2. Zusammenfassung in Deutsch und Englisch. Die Verantwortung für den korrekten englischen Text liegt primär beim Autor; notfalls erfolgen sprachliche Korrekturen durch die Herausgeber.

Danksagungen sind an das Ende der Arbeit vor die Literatur zu stellen.

Das *Literaturverzeichnis* soll nur wirklich relevante Zitate enthalten.

Vollständige Anschrift und Telefonnummer des federführenden Autors am Schluß des Beitrages angeben.

Tabellen unabhängig von den Abbildungen arabisch nummerieren und mit Überschriften versehen.

Abbildungen arabisch nummerieren, auf der Rückseite mit Autorennamen versehen und „oben“, „unten“ angeben; getrennt vom Text halten.

Legenden auf gesonderten Blättern anführen.

3. Auszeichnungen für den Satz

Im Umbruch sind die Abbildungen und Tabellen bereits enthalten. Die gewünschten Einschaltstellen sind am Rand des Manuskriptes anzugeben.

Auszeichnungen im Text erfolgen durch *Kursivschrift*. Durch Unterstreichen kennzeichnen.

Kleindruck (Kasuistik, evtl. Methodik) am linken Rand durch senkrechte Linien und „p“ kennzeichnen.

Fußnoten, die nicht zum Beitragskopf gehören, sind durchzunummerieren.

4. Literatur

Nur wesentliche, zum Thema relevante Arbeiten aufzuführen, nach erstem Autorennamen

alphabetisch ordnen und durchnummerieren. Im Text nur Zitatnummern verwenden (in Klammern setzen).

Zeitschriftenbeiträge: 1. Sämtliche Autorennamen mit nachgestellten Initialen der Vornamen; 2. Jahreszahl in Klammern; 3. vollständiger Titel der Arbeit; 4. nach den internationalen Regeln (Index Medicus) abgekürzter Titel der Zeitschrift; 5. Bandzahl (arabische Ziffer); 6. Anfangs- und Endseitenzahl der Arbeit.

Beispiel:

13. Morgan CD, Casscells WS (1986) Arthroscopic meniscus repair: a safe approach to the posterior horns. *Arthroscopy* 2: 3–12

Bücher: 1. Sämtliche Autorennamen mit *nachgestellten* Initialen der Vornamen; 2. Erscheinungsjahr in Klammern; 3. vollständiger, nicht abgekürzter Buchtitel; 4. Verlag; 5. Verlagsort.

Beispiele:

4. Hehne HJ (1985) Die Biomechanik des Femoropatellargelenks. In: Hofer H (Hrsg) Fortschritte in der Arthroskopie. Enke, Stuttgart

7. Henche H-R (1978) Die Arthroskopie des Kniegelenks. Springer, Berlin Heidelberg New York

5. Abbildungen

Die beste Wiedergabe von Abbildungen wird erreicht, wenn die Vorlage bereits in der für die Publikation gewünschten Größe geliefert wird; die Breite einer Spalte beträgt 8,6 cm, der Satzspiegel mißt 17,8 × 24 cm.

Patienten können durch genaue Beschreibungen oder Fotografien identifiziert werden. Einzelheiten sollten daher nur dann angegeben werden, wenn sie für die wissenschaftliche Aussage erforderlich sind. Das Abdecken der Augenpartie auf Fotografien ist möglicherweise nicht immer ausreichend, um die Anonymität zu gewährleisten. Unerwünscht sind Veränderungen von Patientendaten. Im Falle einer unvermeidbaren Identifizierung des Patienten muß der Autor garantieren, daß die Zustimmung des Patienten oder seines gesetzlichen Vertreters zur Reproduktion der Abbildung(en) eingeholt wurde.

Strichabbildungen: Gute scharfe Fotoabzüge in der gewünschten Endgröße mit klar lesbare Beschriftung (2 mm Schriftgröße).

Halbtonabbildungen: Kontrastreiche, gute Bildvorlagen sowie zwei Sätze mit für die Gutachter interpretierbaren Fotoabzügen. Beschriftungen (Letraset, 3 mm Schriftgröße), Pfeile usw. auf den Vorlagen bzw. Fotoabzügen anbringen.

Farbabbildungen: „Arthroskopie“ wird die Kosten einer beschränkten Anzahl von Farbabbildungen übernehmen, sofern solche für das Verständnis wirklich notwendig sind. Der Entschaid dafür liegt bei den Herausgebern. Über diese beschränkte Anzahl hinausgehende Farbabbildungen können nur publiziert werden, wenn der Autor sich an den Kosten beteiligt. Als Abbildungsvorlagen sollen die Originaldiapositive eingereicht werden und zusätzlich zwei Sätze mit farbigen Papierabzügen.

6. Sonderdrucke

Sonderdrucke können bei Rücksendung der Korrekturabzüge gegen Berechnung bestellt werden.

Arthroskopie

Volume 6 Number 3 1993

H. R. Henche
Editorial 101

M. Runkel, K. F. Kreitner, K. Wenda, J. Degreif
MRI evaluation of primary traumatic shoulder
dislocation 102

W. Klein, A. Gassen
Endoscopic subacromial decompression in full-thickness
rotator cuff tears. Indication, techniques and results of
follow up 107

I. Berkes, H. Hempfling
Arthroscopy vs arthrotomy. Economic considerations
112

F. Eckstein, M. Müller-Gerbl, M. Steinlechner,
K. P. Benedetto, R. Putz
Subchondral mineralisation patterns in patients with
chondromalacia patellae 116

E. Schulte
Development and distribution of various types of synovial
membrane in the knee 121

N. P. Südkamp, P. Lobenhoffer, W. Seitz, M. Szabo,
A. Tempka, N. P. Haas
Control of bleeding in shoulder arthroscopy with
epinephrine in the irrigation fluid. Investigation of
systemic side effects 127

J. Klein, E. Zanea-Wangler, A. Gaitzsch, Th. Tiling
False aneurysm with AV fistula at the medial incision
after arthroscopy. An unusual complication of knee
arthroscopy 132

C. Weber, J. Eulert
A case of familial PVS and arthroscopic treatment with
synovectomy 135

M. Hoppert, H. J. Refior
Sublabral foramen: differential diagnosis from labral
detachment on shoulder arthroscopy 137

Book review 134

K. B. Brühlhart
Abstracta arthroscopica 140

Announcements 143

AGA-News 3/1993



Springer International

Arthroskopie

Themenübersicht

Erschienene Hefte

Freie Gelenkkörper
Band 2, Heft 4, 1989

Kreuzbandersatz
Band 3, Heft 1, 1990

Re-Arthroskopie
Band 3, Heft 2, 1990

**Arthroskopie im
Kindesalter**
Band 3, Heft 3, 1990

Schulter
Band 3, Heft 4, 1990

Sprunggelenk
Band 4, Heft 1, 1991

OSG
Band 4, Heft 2, 1991

Anästhesie für die AS
Band 4, Heft 3, 1991

**Nachbehandlung
nach arthroscopischen
Operationen**
Band 4, Heft 4, 1991

**Osteochondrosis
dissecans**
Band 5, Heft 1, 1992

Freie Beiträge
Band 5, Heft 2, 1992

**AS und die nichtinva-
siven, bildgebenden
Methoden**
Band 5, Heft 3, 1992

**Dokumentation
der AS**
Band 5, Heft 4, 1992

Die ambulante AS
Band 5, Heft 5, 1992

**Wirbelsäule und
Endoskopie**
Band 6, Heft 1, 1993

Meniskusnaht
Band 6, Heft 2, 1993

Einzelhefte können über
jede Buchhandlung
oder den Verlag bezogen
werden.

Geplante Themen

**Arthroscopische
Kreuzbandoperation**
Redaktion abgeschlossen

Arthrose
Redaktion abgeschlossen

Patellaluxation
Redaktion abgeschlossen

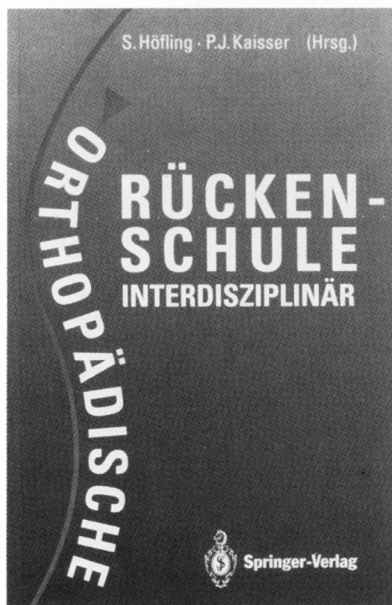
Ellenbogen
Manuskripte bis zum
15. 7. 1993 an
K. P. Benedetto, Innsbruck

**AS bei
Gelenkinfektionen**
Manuskripte bis zum
15. 9. 1993 an
H. R. Henche, Rheinfelden

**Endoskopie in nicht-
präformierten Räumen**
Manuskripte bis zum
15. 1. 1994 an
J. Krämer, Bochum

Vorderer Knieschmerz
Manuskripte bis zum
15. 3. 1994 an
W. Glinz, Zürich

**So erziehen Sie Ihre Patienten zu
wirbelsäulenfreundlichem Verhalten!**



1992. X, 213 S.
23 Abb.
Brosch. DM 48,-
ISBN
3-540-54858-0

Angesichts der alarmierenden Zahl von Personen mit Rückenleiden kann die sinnvolle gesundheitspolitische Entscheidung nur lauten: Prävention!

Die orthopädische Rückenschule ist eine aktive Maßnahme, die – wenn sie interdisziplinär konzeptualisiert und durchgeführt wird – den Anspruch einer ganzheitlichen Präventionsstrategie erfüllen kann. Dieses Buch von **S. Höfling** und **P.J. Kaiser** versteht sich als theoretische und praktische Hilfestellung hierzu.

Ausgehend von den anatomischen Grundlagen und der Pathophysiologie der Wirbelsäule sowie der krankengymnastischen Funktionslehre wird gezeigt, wie durch psychologische Didaktik dieses orthopädische und krankengymnastische Wissen im Denken und Wissen von Rückenschuleteilnehmern verankert werden kann. Hilfen zur Selbstmotivation werden ebenso vorgestellt wie psychologische Methoden der Schmerzlinderung. Zusammenhänge zwischen Wirbelsäulenleiden und psychischen Problemen bzw. alltäglichen Fehlverhaltensweisen werden beispielhaft erläutert. Der Einsatz der Feldenkrais-Methode ist hier von besonderer Bedeutung.

Der Stellenwert der Ernährung für die Gesundheit des Rückens wird ebenso besprochen wie die wirbelsäulengerechte Gestaltung des Arbeitsplatzes. Die Rückenschule soll auch Freude an der Bewegung vermitteln.



Springer

Prices are subject to change without notice.
All prices for books and journals include 7% VAT.
In EC countries the local VAT is effective.

tm. 197/MPP/V/2ha

Springer-Verlag □ Heidelberger Platz 3, W-1000 Berlin 33, F.R. Germany □ 175 Fifth Ave., New York, NY 10010, USA
□ 8 Alexandra Rd., London SW 19 7JZ, England □ 26, rue des Carmes, F-75005 Paris, France □ 37-3, Hong-o 3-chome,
Bunkyo-ku, Tokyo 113, Japan □ Room 701, Mirror Tower, 61 Mody Road, Tsimshatsui, Kowloon, Hong Kong
□ Avinguda Diagonal, 468-4^o C, E-08006 Barcelona, Spain □ Wesselyi u. 28, H-1075 Budapest, Hungary

**The world's opinion leaders
are brought together**

P. M. Aichroth/W. D. Cannon Jr. (Hrsg.)

**Knee Surgery
Current Practice**

Clinical research by D.V. Patel

1992, 802 pp, 123 four-colour and 425 black-and-white illustrations, 325 line drawings, clothbound, DM 480,- ISBN 3-7691-0278-9

Many areas in knee diagnosis and treatment are controversial. In this book each chapter includes an overview on its topics to guide the reader: experts from North America, Europe, Japan and Australia then contribute up-to-date views on, and their own current practice in, contentious areas. There is full coverage of the role and use of arthroscopy, magnetic resonance imaging and bone scans.

95 contributors, experts in their field, record their current thoughts, approaches and technique on difficult problems in knee surgery. Each chapter includes a review by a contributor or an overview, by one of the editors in an effort to find a central channel through the stormy, and at times very contentious, writings of world experts.

- Treatment of infection
- Current concepts in knee joint and ligament instability
- Arthrometer instrument development
- Knee replacement arthroplasty
- Pediatric knee surgery
- Problems of congenital abnormalities and growth malignment
- Documentation and assessment of results

V. Chassaing/J. Parier

**Arthroskopie des Kniegelenkes
Diagnostik und operative Therapie**

Deutsche Ausgabe herausgegeben und bearbeitet von M. Strobel und J. Eichhorn

Geleitworte von J. Krämer und E. Brug

1988, 192 S., 199 Abb. in 413 Teilabb.,

davon 201 vierfarbig, 4 Tab., geb.,

DM 89,- ISBN 3-7691-0159-6

Irrtümer und Preisänderungen vorbehalten.

(259a)

 **Deutscher
Ärzte-Verlag**

Postfach 40 02 65

5000 Köln 40

Tel. (02234) 7011-316

Subchondrale Mineralisierungsmuster bei Chondromalacia patellae*

F. Eckstein¹, M. Müller-Gerbl¹, M. Steinlechner², K. P. Benedetto³ und R. Putz¹

¹Anatomische Anstalt, München

²Institut für Anatomie, Innsbruck

³Universitätsklinik für Unfallchirurgie, Innsbruck

Subchondral mineralisation patterns in patients with chondromalacia patellae

Summary. In 20 patients aged between 16 and 65 years the femoropatellar joint was investigated by means of arthroscopy and CT osteoabsorptiometry (CT-OAM), and with regard to the degree and the localization of chondromalacia patellae these patients were allocated to different groups. After assessing the individual density patterns the average distribution of subchondral mineralisation was established for each group by superimposing these patterns graphically in a computer. The patellar and the femoral density distribution can be interpreted as a measure of the load supported in joint function. A considerably higher mineralisation of the patella suggests that there is more stress on this bone than on the opposing femur, and this is considered a major cause of the much more frequent degeneration on the patellar joint surface. For the different groups different mechanical conditions leading to cartilage degeneration are assumed to be at work. In patients with medially situated chondromalacia the degeneration may be caused by short infrequent stress peaks with relative underusage of the cartilage in between. In patients with central and lateral cartilage lesions, however, cartilaginous damage can be seen as the result of long-term overusage of the joint.

Zusammenfassung. An 20 Patienten im Alter von 16–65 Jahren wurde das Femoropatellargelenk arthroskopisch und mittels CT-Osteoabsorptiometrie (CT-OAM) untersucht. Entsprechend dem Grad und der Lokalisation einer Chondromalacia patellae wurden die Patienten verschiedenen Gruppen zugeordnet. Nach Darstellung der individuellen Dichtemuster wurden über eine computergraphische Bildanalyse Durchschnittsverteilungen für die subchondrale Mineralisierung jeder Gruppe bestimmt. Neben den patellaren lassen sich auch die femoralen Mineralisierungsmuster als Ausdruck einer Beanspruchungsverteilung im Femoropatellargelenk interpretieren. Die deutlich höhere Mineralisierung der Patella spricht für deren stärkere Beanspruchung verglichen mit der Facies patellaris femoris und macht eine höhere Prävalenz patellarer Knorpelschäden plausibel. Für die verschiedenen Gruppen lassen sich anhand der Dichtemuster unterschiedliche mechanische Bedingungen ableiten, welche zur Knorpeldegeneration führen. Bei Patienten mit einer engumschriebenen medialen Chondromalazie scheinen selten einwirkende Spitzenbelastungen bei relativer Unterforderung des Gelenkknorpels eine Schädigung zu verursachen. Dagegen läßt sich eine Knorpeldegeneration bei den Gruppen mit zentralen und lateralen Schäden auf eine langfristige Überbeanspruchung des Knorpels zurückführen.

verteilung im Femoropatellargelenk interpretieren. Die deutlich höhere Mineralisierung der Patella spricht für deren stärkere Beanspruchung verglichen mit der Facies patellaris femoris und macht eine höhere Prävalenz patellarer Knorpelschäden plausibel. Für die verschiedenen Gruppen lassen sich anhand der Dichtemuster unterschiedliche mechanische Bedingungen ableiten, welche zur Knorpeldegeneration führen. Bei Patienten mit einer engumschriebenen medialen Chondromalazie scheinen selten einwirkende Spitzenbelastungen bei relativer Unterforderung des Gelenkknorpels eine Schädigung zu verursachen. Dagegen läßt sich eine Knorpeldegeneration bei den Gruppen mit zentralen und lateralen Schäden auf eine langfristige Überbeanspruchung des Knorpels zurückführen.

Nach Müller-Gerbl et al. [13, 14] ermöglicht das Verfahren der CT-Osteoabsorptiometrie (CT-OAM) eine Darstellung der flächenhaften Verteilung der Mineralisierung unter Gelenkflächen. Diese läßt Rückschlüsse auf die hauptsächliche [16] und längerfristige Beanspruchungssituation (loading history [1]) in Gelenken zu und ermöglicht eine wiederholte und wenig invasive Untersuchung der subchondralen Knochendichte am lebenden Individuum.

Eigene Untersuchungen an anatomischen Präparaten [4] ergaben, daß die subchondrale Mineralisierung der Patella eine regelhafte Verteilung aufweist, die mit den bestehenden Vorstellungen zur Druckübertragung im Femoropatellargelenk [10] in Einklang steht. Eine Gegenüberstellung dieser Dichtemuster mit makroskopisch sichtbaren Knorpelschäden [5] hat gezeigt, daß sich schwere Knorpelläsionen überwiegend Arealen sehr hoher oder sehr geringer Mineralisierung zuordnen lassen; sie weist darüber hinaus auf eine unterschiedliche Pathogenese der lateralen und der medialen Knorpeldegeneration hin.

Eine noch offene Frage ist allerdings, wie sich die Mineralisierungsmuster der Facies patellaris femoris im Vergleich zur Facies articularis patellae darstellen und in-

* Auszugsweise als Vortrag gehalten beim 7. Kongreß der Deutschsprachigen Arbeitsgemeinschaft für Arthroskopie in Wien, 11.–13. Oktober 1990

wieweit diese mit Untersuchungen zur Biomechanik und Pathologie des Femoropatellargelenks in Übereinstimmung zu bringen sind. Ebenfalls ungeklärt ist, ob sich bei engumschriebenen medialen, zentralen oder lateralen Knorpelschäden im individuellen Fall Aussagen zu einer unterschiedlichen Pathogenese dieser Läsionen machen lassen.

Aus diesem Grund wurde eine Untersuchung an 20 Patienten durchgeführt (zunächst arthroskopisch und dann mittels CT-Osteoabsorptiometrie) und in jedem Einzelfall die Lokalisation solcher Knorpelläsionen dem entsprechenden subchondralen Mineralisierungsmuster gegenübergestellt.

Material und Methode

Wir untersuchten 20 Patienten mit einer Altersverteilung von 16–65 Jahren (Durchschnittsalter 31 Jahre, 9 weiblich und 11 männlich). Sie stellten eine Auswahl aller Patienten dar, die innerhalb eines Zeitraums von 2 Monaten an der Universitätsklinik Innsbruck einer Arthroskopie zugeführt wurden. Indikation für den Eingriff war in allen Fällen der Verdacht auf eine Meniskusläsion. Patienten mit klinisch oder radiologisch ersichtlicher Pathologie des Femoropatellargelenks (konstitutionelle Bandlaxität, Patella-lateralisation oder -subluxation, außergewöhnlicher Patella-stand und pathologisch zu wertende Patellaform) wurden nicht berücksichtigt. Daher lag keine Indikation für die Anfertigung von konventionellen Tangentialaufnahmen vor. Ebenso wurden Patienten mit Beinachsenfehlstellungen, femorotibialen Knorpelschäden, Kreuzbandläsionen und ausgedehnten Meniskusläsionen aus der Studie ausgeklammert. Einschlusskriterium war ein engumschriebener Knorpelschaden, wobei die Patienten je nach Ort und Grad des Schadens (Klassifikation nach Gschwend und Bischoffsberger [9] und Outerbridge [15]) verschiedenen Gruppen zugeteilt wurden (Tabelle 1).

Nach der Arthroskopie wurden die Patienten innerhalb von maximal 48 h der CT-osteabsorptiometrischen Untersuchung [13, 14] zugeführt. Die Kniegelenke wurden in 30° Beugstellung in einem Computertomographen (Siemens Delta Scan 50 FS 2) axial zwischen dem Tibiaplateau und dem oberen Patellapol geschichtet. Anschließend wurden an den im Abstand von 4 mm gewonnenen Schnittbildern mittels Highlighting Isodensiten, d. h. Linien gleicher Hounsfield-Dichte von 300, 450, 600, 750, 900 und 1050 Hounsfield-Einheiten (HU), zur Darstellung gebracht. Die CT-Dichte in 1,5 mm Tiefe unter der Knorpel-Knochen-Grenze wurde auf die Oberfläche übertragen und aus den jeweiligen Schnittbildern die subchondrale Dichteverteilung flächenhaft in einer Schablone der Facies patellaris femoris und der Facies articularis patellae (Abb. 1a) rekonstruiert. Die entstehenden 7 Bereiche von <300 bis >1050 HU wurden mit Hilfe eines Graphikprogramms

Tabelle 1. Einteilung in verschiedene Untergruppen nach Lokalisation und Grad des Knorpelschadens bei Arthroskopie. Zentrale Lokalisation: Hauptfirstbereich, *n* Anzahl der Patienten pro Gruppe

Gruppe 1:	Keine Knorpelschäden	<i>n</i> = 6
Gruppe 2a:	Mediale Knorpelschäden, Grad 1	<i>n</i> = 2
Gruppe 2b:	Mediale Knorpelschäden, Grad 2	<i>n</i> = 2
Gruppe 3a:	Zentrale Knorpelschäden, Grad 1	<i>n</i> = 4
Gruppe 3b:	Zentrale Knorpelschäden, Grad 2	<i>n</i> = 4
Gruppe 4a:	Laterale Knorpelschäden, Grad 1	<i>n</i> = 1
Gruppe 4b:	Laterale Knorpelschäden, Grad 2	<i>n</i> = 1

(Studio 8/Appel Macintosh PC) mit genormten Graustufen belegt. Anschließend erfolgte zur Bestimmung von Durchschnittsverteilungen die Übereinanderschichtung der Dichtemuster jeweils aller einer Gruppe zugehörigen Patienten in einer Schwarzweißmischfunktion des gleichen Programms. Für jedes Summationsbild wurden die entstandenen Mischgraustufen wiederum den nächstliegenden ursprünglichen Grauwerten zugeordnet und so die angegebenen Isodensiten für jedes Durchschnittsbild wiederhergestellt. Zur besseren Anschaulichkeit wurden die Graustufen schließlich durch Falschfarben ersetzt.

Ergebnisse

Die Maxima der subchondralen Mineralisierung finden sich an der Patella ausnahmslos im Bereich der proximalen lateralen Facette. Sie betragen zwischen 450 und 1100 HU. Von hier nehmen die Dichtewerte zur Peripherie hin ab.

Die Dichtemaxima in der korrespondierenden femoralen Gelenkfläche betragen zwischen 300 und 750 HU und liegen im Vergleich zur Patella in jedem Einzelfall um 150–300 Hounsfield-Einheiten niedriger. Die höchsten Dichtestufen sind stets im distalen Bereich der Facies patellaris femoris lokalisiert. Von dort verringern sich die Dichtewerte nach proximal und zu den Randbereichen hin.

Gruppe 1 (keine Knorpelschäden)

An den Patellae dieser Gruppe findet sich neben einem Dichtemaximum an der proximalen lateralen Facette im Summationsbild ein markantes Nebenmaximum, d. h. ein inselförmiger Dichteanstieg, im Bereich des Sekundärfirstes (Abb. 1b). Am Femur ist das deutlich ausgeprägte Mineralisierungsmaximum zentral distal lokalisiert. Die zweithöchste Dichtestufe breitet sich in Richtung beider Femurkondylen bogenförmig nach distal aus (Abb. 1b).

Gruppe 2 (mediale Knorpelschäden)

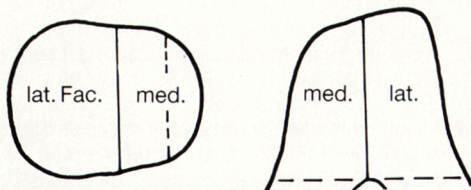
Bei Gruppe 2a (Abb. 1c, Schäden Grad 1) und Gruppe 2b (Abb. 1d, Schäden Grad 2) liegen an der Patella keine inselförmigen Dichteanstiege im Bereich des Sekundärfirstes vor.

Am Femur sind die höchsten Dichtestufen medial distal gelegen und breiten sich bei beiden Gruppen anschließend in Richtung des medialen Femurkondylus aus (Abb. 1c, d). Bei Gruppe 2b (Abb. 1d) liegt eine geringere Gesamtmineralisierung des Gelenks vor als bei allen anderen Gruppen.

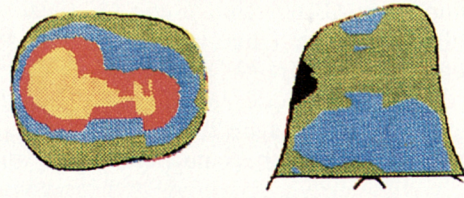
Gruppe 3 (zentrale Knorpelschäden)

Gruppe 3a weist ein weit nach medial reichendes, breites Dichtemaximum an der Patella auf (Abb. 1e, Schäden Grad 1). Bei Gruppe 3b fehlt ein Nebenmaximum am Sekundärfirst (Abb. 1f, Schäden Grad 2).

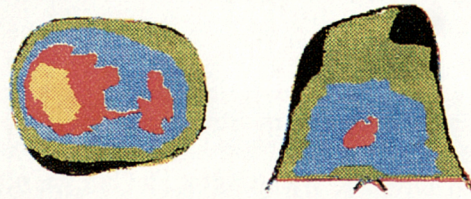
Am Femur dehnen sich bei beiden Gruppen (Abb. 1e, f) die höchsten Dichtestufen nur lateral in den Bereich des Femurkondylus nach distal aus.



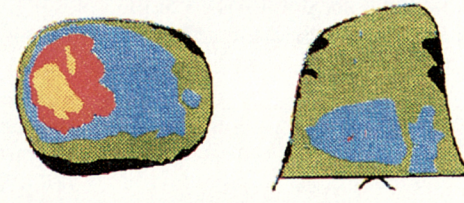
a Gelenkschablone Femoropatellargelenk



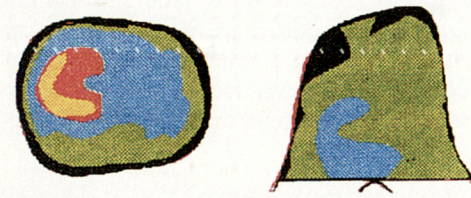
e Zentraler Knorpelschaden Grad 1



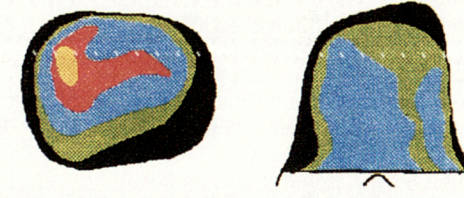
b Kein Knorpelschaden



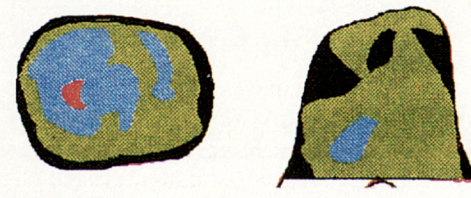
f Zentraler Knorpelschaden Grad 2



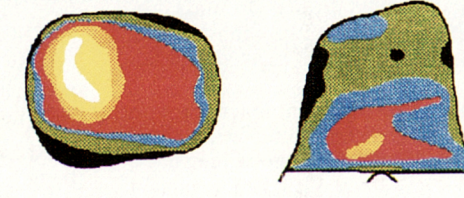
c Medialer Knorpelschaden Grad 1



g Lateraler Knorpelschaden Grad 1



d Medialer Knorpelschaden Grad 2



h Lateraler Knorpelschaden Grad 2

Abb. 1a-h. Subchondrale Mineralisierungsmuster (CT – Dichte 1,5 mm unter der Knorpel-Knochen-Grenze) für verschiedene Patientengruppen in Hounsfield-Einheiten (HU): je linke Seite: Facies articularis patellae in der Ansicht von dorsal, je rechte Seite: Facies patellaris femoris in der Ansicht von ventral

Farblegende

■	150 - 300 HU
■	300 - 450 HU
■	450 - 600 HU
■	600 - 750 HU
■	750 - 900 HU
■	900 - 1050 HU
□	>1050 HU

Gruppe 4 (laterale Knorpelschäden)

Bei Gruppe 4a (Abb. 1g, Schäden Grad 1) sind an Femur und Patella breitverteilte Dichtemaxima zu beobachten, die am Femur besonders weit nach proximal reichen.

Bei Gruppe 4b (Abb. 1h, Schäden Grad 2) liegt eine deutlich erhöhte Gesamtmineralisierung des Gelenks vor.

Diskussion

Die mittels der CT-Osteoabsorptiometrie am Lebenden ermittelten Dichtemuster stehen an der Patella, sowohl was die Höhe der Maxima wie auch der Verteilung der Mineralisierung betrifft, in Übereinstimmung mit röntgendensitometrischen Untersuchungen von Tillmann und Brade [18] und eigenen Befunden an 30 anatomischen Präparaten [4]. Das Dichtemaximum im proximalen Anteil der lateralen Patellafacetten läßt sich unter Berücksichtigung

der in der Literatur beschriebenen Ausdehnung der Kontaktfläche [10] als Ausdruck einer häufigen Kontaktflächenbeteiligung unter hohen Anpreßdrücken [11] bei einem Kniebeugewinkel von 90–140° interpretieren. Da sich die Dichteverteilung bei dem untersuchten Kollektiv mit einem Durchschnittsalter von 31 Jahren nicht wesentlich von zuvor erhobenen Befunden an 30 anatomischen Präparaten mit einem Durchschnittsalter von 64 Jahren [4] unterscheidet, vermuten wir, daß an der Patella dem Lebensalter kein entscheidender Einfluß auf die Höhe und Verteilung der subchondralen Mineralisierung zukommt.

An der Facies patellaris femoris entspricht das Dichtemaximum im distalen Gelenkbereich ebenso wie an der Patella der Kontaktfläche bei einem Kniebeugewinkel von 90–120° [10]. Diese wird, bedingt durch den sich schließenden Quadrizepswinkel, einem höheren Anpreßdruck ausgesetzt als der proximale Gelenkteil [11], was an dieser Gelenkfläche wiederum auf eine enge Beziehung zwischen der subchondralen Mineralisierung und der Verteilung der Gelenkbeanspruchung hinweist.

Daß in allen untersuchten Fällen die Dichtemaxima der Patella die der korrespondierenden Facies patellaris femoris um 150–300 HU übertreffen, könnte damit zusammenhängen, daß sich die Gesamtbeanspruchung am Femur im Ablauf der Bewegungsexkursion auf eine größere Knorpeloberfläche verteilt als an der wesentlich kleineren Patella. Dies steht in Übereinstimmung mit Ausführungen von Tillmann [17], wonach die Beanspruchung einer Gelenkfläche nicht nur von der Höhe der einwirkenden Kraft und der Größe der kraftaufnehmenden Fläche bestimmt wird, sondern auch von der mittleren Verweildauer der Resultierenden in den verschiedenen Gelenkflächenteilen abhängig ist. Eine Bedeutung könnte diesem Zusammenhang bei der Interpretation der im Verhältnis zur Patella sehr viel seltener auftretenden Knorpelschäden an der Facies patellaris femoris [2, 12] zukommen. In unserem Untersuchungsgut ließ sich trotz patellarer Knorpelläsionen in 14 von 20 Fällen kein einziger Fall einer femoralen Knorpeldegeneration nachweisen. Wir führen die höhere Prävalenz von patellaren Knorpelschäden auf eine stärkere Beanspruchung der Patella zurück, welche in ihrer höheren Mineralisierung zum Ausdruck kommt.

Gruppe 1 (keine Knorpelschäden)

Den bei dieser Gruppe deutlich hervortretenden inselförmigen Dichteanstieg im Bereich des Sekundärfirstes führen wir auf dessen häufige „punktförmige“ Auflage beim Kontaktflächenwechsel vom Paramediansegment auf die „odd facet“ bei 120° Kniebeugewinkel zurück [10, 19]. Wir leiten daher für die von uns untersuchten Probanden ohne Knorpelschäden ab, daß tiefe Kniebeugstellungen regelmäßig eingenommen wurden. Dafür spricht auch das markante Dichtemaximum im distalen Bereich der Facies patellaris femoris.

Bei der vorangehenden Untersuchung von patellaren Mineralisierungs- und Knorpeldegenerationsmustern an anatomischen Präparaten [5] äußerten wir die Vermutung, daß eine häufige, intermittierende Beanspruchung des Gelenkknorpels einen protektiven Faktor vor einer Schädigung darstellt. Wir sehen diesen Zusammenhang auch in der vorliegenden Untersuchung bestätigt, da die auf häufiges Kniebeugen hinweisenden Charakteristika der subchondralen Dichteverteilung (deutliches Nebenmaximum im Bereich des Sekundärfirsts der Patella und markant ausgeprägtes Maximum im distalen Bereich der Facies patellaris femoris) nur in der Gruppe ohne Knorpeldegeneration deutlich werden. Die bogenförmige Ausbreitung der zweithöchsten Dichtestufe nach distal auf beide Femurkondylen könnte die Dissoziation der Kontaktflächen bei > 120° Kniebeugewinkel widerspiegeln [10], wobei deren gleichmäßige Verteilung nach medial und lateral auf eine ausgeglichene Aktivität des M. vastus medialis und des M. vastus lateralis hinweisen mag.

Gruppe 2 (mediale Knorpelschäden)

Die bei dieser Gruppe auftretenden Knorpelschäden sind im Bereich von Sekundärfirst und „odd facet“ lokalisiert.

Nach Ansicht der Mehrzahl der Autoren sind dies die häufigsten Orte patellarer Knorpelläsionen [3, 15].

Die im Vergleich zu Gruppe 1 fehlenden Dichtemaxima am Sekundärfirst und die gering ausgeprägten Dichtemaxima im distalen Femurbereich legen nahe, daß von dieser Gruppe tiefe Kniebeugstellungen seltener eingenommen werden. Die weit unterdurchschnittliche Mineralisierung in der Gruppe mit zweitgradigen Knorpeldegenerationen läßt in diesen Fällen eine reduzierte Gesamtbeanspruchung des Femoropatellargelenks vermuten. Schon Goodfellow et al. [8] sehen in der seltenen Beanspruchung der medialen Patellafacette einen ursächlichen Faktor der Knorpelschädigung. Wir formulierten in früheren Arbeiten [4, 5] die Hypothese, daß eine nur selten einwirkende intermittierende Beanspruchung medial zu einer mangelnden funktionellen Anpassung der Knorpeldicke an dieser Facette führen könnten, so daß hohe Beanspruchungsspitzen einen quasi untrainierten Knorpel treffen und eine Knorpelschädigung bedingen. Die hier beschriebenen Dichtemuster der Gruppe mit engumschriebenen medialen Knorpelschäden unterstützen die Vorstellung einer relativen Unterforderung des Gelenkknorpels. Darüber hinaus mögen die nach medial abweichenden femoralen Dichtemaxima auf eine funktionelle Dominanz der medialen Zugverspannung der Patellae bei einer tiefen Kniebeugung in dieser Gruppe hinweisen. Dies könnte zu dem beschriebenen Schädigungsmodus in der Form beitragen, als bei selten eingenommenen tiefen Beugstellungen der Gelenkdruck vermehrt im medialen Bereich übertragen wird.

Gruppe 3 (zentrale Knorpelschäden)

Die in dieser Gruppe vorliegenden Knorpelläsionen im Bereich des patellaren Hauptfirsts entsprechen der von Ficat et al. [6] beschriebenen „zone critique“ der Knorpeldegeneration, von der nach diesen Autoren laterale Knorpelschäden häufig ihren Ausgangspunkt nehmen.

Breitverteilte patellare und femorale Dichtemaxima, die sich an der Facies patellaris femoris nur lateral auf den Femurkondylus ausdehnen, lassen eine hohe zentrale und laterale Gelenkbeanspruchung vermuten. Ficat und Hungerford [7] beschreiben anhand klinischer und röntgenologischer Befunde ein laterales Hyperpressionssyndrom der Kniescheibe mit einer vom Hauptfirst ausgehenden Knorpelschädigung durch Überbeanspruchung, für die sie eine Dominanz der lateralen Zugverspannung der Patella verantwortlich machen. Ein solcher Zusammenhang von Überbeanspruchung und Knorpeldegeneration wird auch durch die von uns ermittelten Mineralisierungsmuster nahegelegt.

Gruppe 4 (laterale Knorpelschäden)

Isolierte Knorpelschäden der lateralen Facette sind relativ selten. Cascells [2] gibt ihre Häufigkeit mit 12% an, was in etwa dem Vorkommen in unserem Untersuchungsgut entspricht.

Weit nach proximal reichende, breite femorale Dichtemaxima bei der Gruppe mit einer Schädigung 1. Gra-

des und die deutlich erhöhte Gesamtmineralisierung der Gruppe mit zweitgradigen Läsionen sprechen für eine kontinuierliche und sehr hohe Beanspruchung im Femoropatellargelenk dieser Patienten. Dies steht in Übereinstimmung mit unseren eigenen Ergebnissen [5], daß über hochmineralisierten Arealen Knorpelschäden häufiger anzutreffen sind und diese möglicherweise auf eine starke Dauerbeanspruchung zurückgeführt werden können.

Schlußfolgerung

Wir folgern aus den vorliegenden Ergebnissen, daß die mittels CT-Osteoabsorptiometrie gewonnenen subchondralen Mineralisierungsmuster Aufschluß über die biomechanische Situation des Femoropatellargelenks am lebenden Individuum geben können. Es lassen sich unterschiedliche mechanische Bedingungen ableiten, die zu verschiedenen lokalisierten patellaren Knorpelschäden führen.

Es muß jedoch festgestellt werden, daß sich im konkreten Einzelfall Grad und Lokalisation des Knorpelschadens nicht mit Sicherheit aus dem individuellen Dichtemuster vorhersagen lassen, was mit der relativ komplizierten Mechanik und den sich stark verschiebenden Kontaktflächen des Femoropatellargelenks zusammenhängen mag. Darüber hinaus muß angenommen werden, daß für die Pathogenese der Chondromalacia patellae eine Vielzahl von Faktoren, darunter auch solche nicht-mechanischer Natur, in Betracht kommen.

Vielversprechend erscheint uns allerdings ein zukünftiger Einsatz der CT-Osteoabsorptiometrie vor und nach Operationen, die die Mechanik des Femoropatellargelenks beeinflussen oder verändern.

Herrn Prof. Platzer, Vorstand des Instituts für Anatomie Innsbruck, sei für die freundliche Zurverfügungstellung des institutseigenen Computertomographen (Siemens Delta Scan 50 FS 2) gedankt.

Literatur

1. Carter DR (1984) Mechanical loading histories and cortical bone remodelling. *Calcif Tissue Int* 36:519–524
2. Cascells SW (1978) Gross pathological changes in the knee joint of the aged individual. A study of 300 cases. *Clin Orthop* 132:225–232
3. Dashefsky JH (1987) Arthroscopic measurement of chondromalacia of patella cartilage using a microminiature pressure transducer. *Arthroscopy* 3:80–85
4. Eckstein F, Müller-Gerbl M, Putz R (1992) Distribution of subchondral bone density and cartilage thickness in the human patella. *J Anat* 180:425–433
5. Eckstein F, Müller-Gerbl M, Putz R (1992) Die Verteilung der Knorpeldegeneration an der menschlichen Patella in Beziehung zur individuellen subchondralen Mineralisierung. *Z Orthop* (eingereicht)
6. Ficat P, Ficat C, Bailleux A (1975) Syndrome d'hyperpression externe de la rotule (SHPE). Son intérêt pur la connaissance de l'arthrose. *Rev Chir Orthop* 61:39–59
7. Ficat P, Hungerford DS (1977) Disorders of the patellofemoral joint. Masson, Paris
8. Goodfellow J, Hungerford DS, Woods C (1976) Patellofemoral joint mechanics and pathology. 2. Chondromalacia patellae. *J Bone Joint Surg [Br]* 58:291–299
9. Gschwend N, Bischofberger RJ (1971) Die Chondropathia patellae. *Schweiz Rundsch Med Prax* 60:562–571
10. Hehne HJ (1983) Das Patellofemoralgelenk. Enke, Stuttgart
11. Maquet PGJ (1976) Biomechanics of the knee. Springer, Berlin Heidelberg New York
12. Mitrovic D, Stankovic A, Borda-Iriarte O, Uzan M, Quintero M, Ryckewaert A (1987) Résultats de l'examen autopsique des cartilages de genoux chez 120 sujets décédés en milieu hospitalier. 1. Articulation fémoro-patellaire. *Rev Rhum Mal Osteoartic* 54:15–21
13. Müller-Gerbl M, Putz R, Hodapp N, Schulte E, Wimmer B (1989) Computed tomography-osteabsorptiometry for assessing the density distribution of subchondral bone as a measure of long term mechanical adaptation in individual joints. *Skeletal Radiol* 18:507–512
14. Müller-Gerbl M, Putz R, Hodapp N, Schulte E, Wimmer B (1990) Die Darstellung der subchondralen Dichtemuster mittels der CT-Osteoabsorptiometrie (CT-OAM) zur Beurteilung der individuellen Gelenkbeanspruchung am Lebenden. *Z Orthop* 128:128–133
15. Outerbridge RE (1961) The etiology of chondromalacia patellae. *J Bone Joint Surg [Br]* 43:752–757
16. Pauwels F (1965) Gesammelte Abhandlungen zur funktionellen Anatomie des Bewegungsapparates. Springer, Berlin Heidelberg New York
17. Tillmann B (1978) Funktionelle Morphologie und Beanspruchung der Gelenke. *Verh Anat Ges* 72:47–63
18. Tillmann B, Brade H (1980) Morphologische und biomechanische Untersuchungen an der Facies articularis patellae. *Orthop Prax* 6:462–467
19. Wilberg G (1941) Roentgenographic and anatomic studies on the femoropatellar joint. With special reference to chondromalacia patellae. *Acta Orthop Scand* 12:319–410

Dr. F. Eckstein
Anatomische Anstalt
Pettenkofersstraße 11
W-8000 München 2