

Zeitschrift:	Physiotherapie = Fisioterapia
Herausgeber:	Schweizerischer Physiotherapeuten-Verband
Band:	33 (1997)
Heft:	9
 Artikel:	Möglichkeiten der Arthrosefrüherkennung mit Magnetresonanztomographie
Autor:	Kladny, B. / Swoboda, B. / Elbracht, T. / Willauschus, W.
DOI:	https://doi.org/10.5169/seals-929232

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 03.02.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Möglichkeiten der Arthrosefrüherkennung mit Magnetresonanztomographie

B. Kladny, B. Swoboda, T. Elbracht, W. Willauschus

Abteilung für orthopädische Rheumatologie (Leiter: Prof. Dr. G. Weseloh), Orthopädische Universitätsklinik Erlangen-Nürnberg (Direktor: Prof. Dr. D. Hohmann)

Korrespondenzadresse: Dr. Bernd Kladny, Orthopädische Universitätsklinik Erlangen im Waldkrankenhaus St. Marien, Rathsbergerstrasse 57, D-91054 Erlangen

EINLEITUNG

Die enorme sozialmedizinische und volkswirtschaftliche Bedeutung der Arthroserkrankung begründet intensive Bemühungen, dieses Krankheitsbild in einem möglichst frühen Stadium zu erfassen. Eine allgemein gültige Definition einer «Früharthrose» existiert bisher nicht, sie lässt sich aber durch makroskopisch erkennbare Knorpelveränderungen wie Erweichung des Knorpels und folgender Knorpelfibrillation ohne radiologisch diagnostizierbare Knochenveränderungen charakterisieren. Vergleichende Untersuchungen zwischen Röntgendiagnostik und Arthroskopie zeigen auf, dass Knorpelveränderungen arthroskopisch nachweisbar sind, bevor es zu radiologisch diagnostizierbaren Knochenveränderungen gekommen ist (4, 21). Die Gelenkspaltweite in Röntgenaufnahmen unter Belastung gilt gemeinhin als Mass für die Dicke des Gelenkknorpels, und eine Verschmälerung des Gelenkspaltes wird vielfach als radiologisches Zeichen einer beginnenden Arthrose interpretiert. Zur Erfassung früher Formen der Arthrose scheint die Beurteilung der Gelenkspaltweite allerdings ungeeignet. Bereits kleine Veränderungen in der Positionierung des Kniegelenkes und des Röntgenstrahles führen zu deutlichen Veränderungen in der Gelenkspaltweite (8). Weiterhin unterschätzen Röntgenaufnahmen in der Regel das Ausmass eines Knorpelschadens erheblich (5, 8). Eine radiologisch nachweisbare Verminderung

des Gelenkspaltes ist nicht immer mit einem arthroskopisch nachweisbaren Knorpelschaden verbunden (8). Die Magnetresonantomographie ist das derzeit einzige verfügbare nicht-invasive bildgebende Verfahren, das in der Lage ist, den hyalinen Gelenkknorpel abzubilden. Die folgenden Ausführungen sollen einen Überblick über die Möglichkeiten der Magnetresonantomographie (MRT) in der Arthrosefrühdiagnostik geben.

MRT – ANFORDERUNGEN

In der Kernspintomographie finden verschiedene Messsequenzen Anwendung. Bisher gibt es keinen Konsens darüber, welche Messsequenz mit welchen Messparametern die am besten geeignete ist (6, 7). Allgemein wird für die Knorpeldarstellung mit Hilfe der Kernspintomographie gefordert, dass die verwendeten Sequenzen das zu untersuchende Gelenk mit einer hohen Ortsauflösung und geringer Schichtdicke lückenlos abbilden, um auch kleine Knorpeldefekte nachweisen zu können. Die gewählten Messparameter müssen eine gute Abgrenzung des Knorpels gegen benachbarte Strukturen (subchondraler Knochen, Gelenkflüssigkeit, Meniskus) ermöglichen. Weiterhin wird gefordert, dass die Darstellung des Knorpels in einer Weise erfolgt, die den Nachweis intracartilaginärer Signalveränderungen erlaubt (14).

MRT – OBERFLÄCHEN-VERÄNDERUNGEN DES KNORPELS

Die Beurteilung des Knorpels erfolgt anhand von Oberflächenveränderungen. Normaler Knorpel hat eine glatte Oberfläche. Arthroskopisch finden sich bei der Prüfung mit einem Tasthaken keine Anzeichen einer Erweichung. Bezüglich pathologischer Knorpelveränderungen existieren verschiedene Klassifikationssysteme, die sich im wesentlichen am Grad der Knorpelerweichung und der Tiefe der Knorpelläsionen orientieren. Abhängig von den Untersuchungsbedingungen lassen sich bei experimentellen Untersuchungen künstlich gesetzte Knorpeldefekte von 0,8 mm (12) bis zu einer Grösse von 3 mm kernspintomographisch nachweisen (11, 22, 34). Zur Erfassung von kleinen Knorpeldefekten wird die Bedeutung von 3D-Gradienten-Echo-Sequenzen hervorgehoben (1, 32). Die Defektdarstellung wird durch intraartikuläre Flüssigkeitsapplikation verbessert (7, 11). Hierdurch verliert allerdings die Untersuchung einen ihrer Hauptvorteile, nämlich die Nicht-Invasivität. Es wird auch betont, dass die gute Nachweisbarkeit künstlich gesetzter Läsionen nicht vergleichbar ist mit dem Nachweis von Knorpelläsionen im natürlichen Verlauf einer Arthrose oder Chondromalazie (13). Vergleichende Studien zwischen Arthroskopie und Kernspintomographie zeigen, dass tiefe Knorpelläsionen, insbesondere Vollschichtdefekte, mit hoher Präzision in der Kernspintomographie nachgewiesen werden können (Abb. 1).

Die Untersuchungen zeigen aber auch, dass geringgradige Knorpelläsionen wie oberflächliche Fibrillationen und oberflächliche Einrisse mit Hilfe der Kernspintomographie (Abb. 2) nicht zuverlässig zu diagnostizieren sind (3, 10, 15, 30, 31, 33, 35). Diese Beobachtungen werden gestützt durch experimentelle Untersuchungen (1) und widersprechen Angaben, bei denen an der Patella mittel- und hochgradige Knorpelläsionen in 100% richtig erkannt wurden (13). Unauffälliger Knorpel wird in über 90% richtig positiv eingestuft (6, 10). Werte für Sensitivität und Spezifität der Kernspintomographie für die Knorpeldiagnostik werden zwischen 50 und 100% (2, 3, 12, 29) angegeben. Es bleibt einschränkend zu erwähnen, dass die arthroskopische Einstufung von Knorpelveränderungen als «gold standard» nicht kritiklos hingenommen werden kann (30). Die Arthroskopie ermöglicht nur eine Oberflächencharakterisierung des Knorpels und kann Informationen über eine mögliche Erweichung geben. Diese Parameter scheinen aber zur vollständigen Beschreibung des Knorpelzustandes und möglicher Veränderungen im Verlauf einer Arthrose nicht ausreichend (6). Zusammenfassend scheint die Diagnostik von

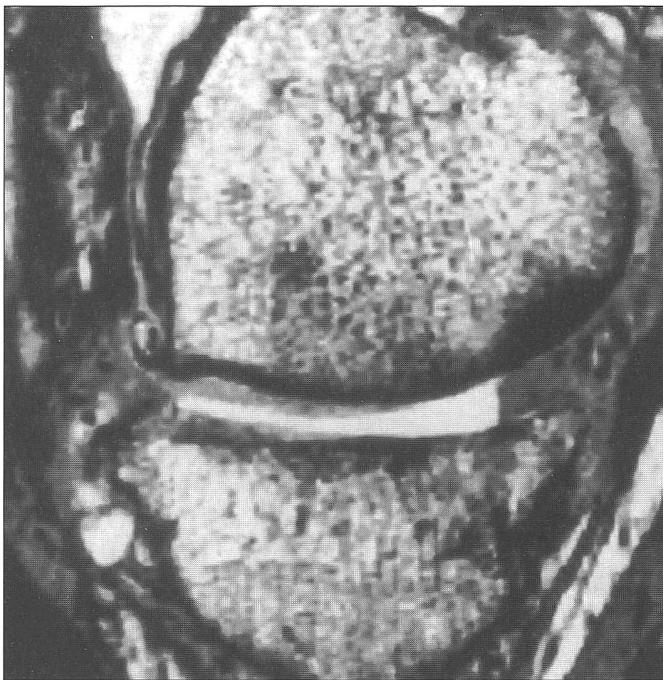


Abb.1: MRT Kniegelenk mediales Kompartiment, FISP 3D, Arthrographieeffekt durch Ergussbildung, deutlich erkennbare Vollschichtdefekte des Knorpels auf Femur und Tibia, arthroskopisch gesichert.

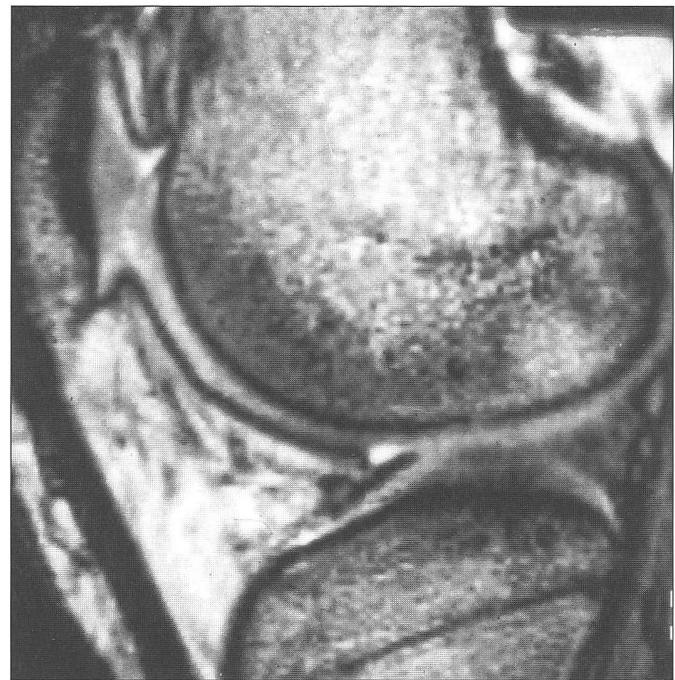


Abb.2: MRT Kniegelenk laterales Kompartiment, FISP 3 D, inhomogenes Signal Tibiaplateau, arthroskopisch Chondromalazie mit tiefen Fibrillationen.

Früharthrosen mit der Kernspintomographie anhand von Oberflächenveränderungen nur bedingt möglich.

MRT – VERÄNDERUNGEN DER T₁- UND T₂-ZEIT

Die Kernspintomographie ermöglicht einen Einblick in den Knorpel und liefert daher unter Umständen mehr Informationen als eine reine Oberflächenbeurteilung. Im Verlauf einer Arthrose kommt es in frühen Phasen zu einem Proteoglykanverlust und einer Zunahme des Wassergehaltes. Die sogenannte «T₁-» und «T₂-Zeit» stellt einen gewebespezifischen Parameter dar, der Einfluss auf die kernspintomographische Bildgebung hat. Die exakte Bestimmung der T₁- und T₂-Zeit eines Gewebes in der Routinediagnostik ist aus methodischen Gründen als äußerst schwierig zu betrachten. Im Tierexperiment zeigte sich eine Zunahme der T₁-Relaxationszeit des Knorpels bei mäßigen und schweren osteoarthrotischen Veränderungen, im Verlauf der Erkrankung nehmen auch die T₂-Zeiten zu. Die Veränderungen der Relaxationszeiten werden als Ausdruck einer Zunahme des Wassergehaltes und einer Abnahme des Proteoglykangehaltes interpretiert (9). Ein durch Papain-Injektion induzierter Proteoglykanverlust war kernspintomographisch durch eine Veränderung der T₁- oder T₂-Relaxationszeit nicht nachzuverfolgen (27), lediglich eine mit dem Proteoglykanverlust einhergehende Abnahme der Knorpeldicke konnte

diagnostiziert werden (26, 27). Der unterschiedliche Wassergehalt in der oberflächlichen und tiefen Schicht bei Rinderpatellae zeigte sich in unterschiedlichen T₁- und T₂-Zeiten (20). Unterschiedliche T₁-Relaxationszeiten in Abhängigkeit der Ausprägung von Knorpelläsionen konnten bei arthroskopisch entnommenen Proben bestätigt werden (24). Es bleibt aber festzustellen, dass über die Auswirkungen von freiem Wasser und biologisch gebundenem Wasser im Knorpel auf die kernspintomographische Bildgebung nur wenig Kenntnisse bestehen.

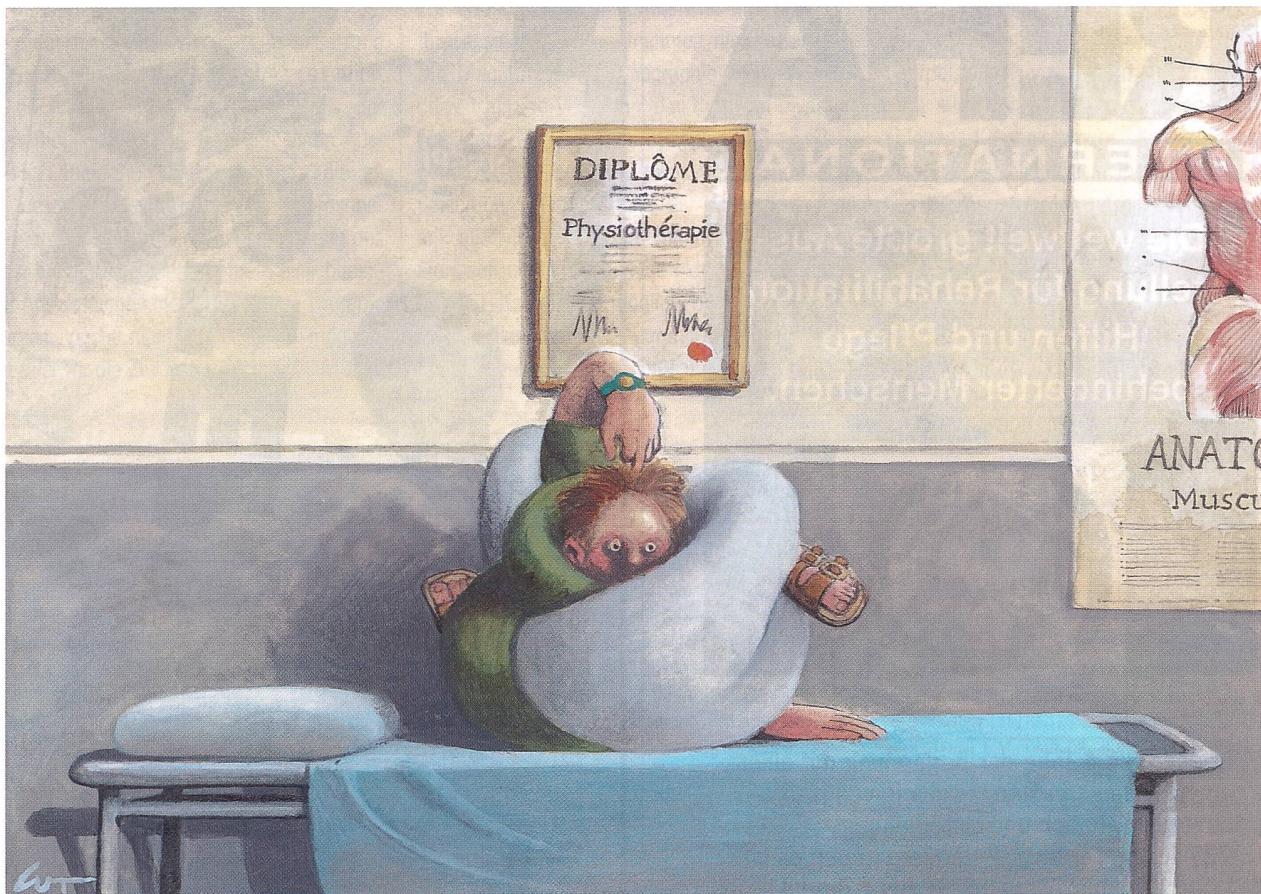
MRT – SIGNALVERÄNDERUNGEN DES KNORPELS

Auch ohne die methodisch schwierige Bestimmung der T₁- und T₂-Zeiten ist zu erwarten, dass biochemische Veränderungen im Verlauf einer Arthrose Einfluss auf die T₁- und T₂-Zeiten von Knorpel haben und sich in einem veränderten Signalverhalten des Knorpels in der Bildgebung niederschlagen. Reiser (30) konnte zeigen, dass eine Knorpelerweichung in der Arthroskopie mit Signalinhomogenitäten des Knorpels in der Kernspintomographie einhergingen, während Oberfläche und Dicke des Knorpels gleich blieben. Weiterhin fand sich, dass eine Signalerhöhung in der oberflächlichen Knorpelzone korrespondierend zu makroskopischen Fibrillationen zu beobachten ist, bevor es zu einem Verlust der Knorpeldicke kommt (20). Ein Signalverlust wird mit einer Erniedrigung des Proteoglykangehaltes

in Zusammenhang gebracht (18). Signalminderungen in der Kernspintomographie korrelieren mit histologisch nachweisbaren degenerativen Knorpelveränderungen im Tiermodell (16). Unterschiedliche Signalintensitäten werden auch mit dem zonalen Aufbau der Knorpelschicht in Zusammenhang gebracht (20, 25). Manche Autoren heben die bessere diagnostische Wertigkeit von Signalveränderungen im Vergleich zur morphologischen Beurteilung der Knorpeloberfläche hervor (17, 23). Allerdings ist eine topographische Abhängigkeit von Signalveränderungen auch bei normalem Knorpel in Rechnung zu stellen (28). Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass sich statistisch signifikante arthrosegadabhängige Unterschiede im Signalverhalten des Knorpels in der Kernspintomographie nachweisen lassen, die Überlappung der einzelnen Grauwerte lassen allerdings bis jetzt noch keine sichere Diagnostik zu. Aufgrund der dargelegten Unsicherheiten der MRT-Diagnostik überzeugen bisher Studien nicht (19), die mit Hilfe der MRT auf eine Therapiekontrolle medikamentöser Behandlung abzielen. Die Einflüsse der biochemischen Veränderungen des Knorpels auf das MRT-Signal des Knorpels sind noch nicht hinreichend geklärt und begründen weitere Forschungsarbeiten.

AUSBLICK

Eine verbesserte Anlagentechnik und optimierte Sequenzen verbessern die Ortsauflösung und damit die Detailerkennbarkeit in MRT-Bildern.



Si vous êtes de ces physiothérapeutes aussi habiles à dénouer les problèmes financiers que les lombalgies, dorsalgies et autres maux sans accalmies, nous ne vous serons d'aucun secours. En revanche, si votre administration vous donne du fil à retordre et si votre esprit rêve de liberté, vous êtes, sans conteste, à la bonne adresse. Tout ce qui grippe la machine est lubrifié par la Caisse des Médecins qui vous délivre ainsi de tout souci. Son éventail de solutions – informatiques, manuelles, comptables et administratives – est conçu d'emblée pour optimiser votre gestion. Que diriez-vous d'une petite cure de remise en forme budgétaire?

ÄRZTEKASSE



CAISSE DES MÉDECINS



CASSA DEI MEDICI



REHA[®] INTERNATIONAL

Die weltweit größte Ausstellung für Rehabilitation, Hilfen und Pflege behinderter Menschen.



Erleben Sie 4 Tage der Begegnung mit einer abwechslungsreichen Mischung von praxisnaher Information und Unterhaltung.

737 Aussteller aus 22 Ländern geben einen Überblick über Alltagshilfen, neue Produkte zur Rehabilitation und Pflege.

Aber ebenso erwarten den Besucher staatliche und soziale Organisationen, Selbsthilfegruppen und ein internationaler Informationsaustausch.

Der begleitende Kongress, Sonderschauen und diverse Fachforen runden das Programm ab. Das behindertengerechte Messegelände mit optimalen Verkehrsanbindungen erleichtert den Besuch.

Kommen Sie zur REHA INTERNATIONAL, dem Treffpunkt Nr. 1 für Fachbesucher und Betroffene.

Herzlich Willkommen in Düsseldorf.



Partner Nation Italy

22.-25.10.97

10 – 18 Uhr

Messe Düsseldorf

Basis for Business

INTERMESS DÖRGELOH AG
Obere Zäune 16, 8001 Zürich
Tel. (01) 252 99 88, Fax. (01) 261 11 51
Internet <http://www.tradefair.de>

Sissel[®]
Das Original.

Im Schlaf optimal entspannen.

Gesund massieren.

Fit sein – fit bleiben.

Dynamisch sitzen.

Entspannung für die Beine.

... und vieles mehr.

Fachinformation

RUHEWOHL[®]

Original ist Qualität

Nackenkissen und weitere Therapieprodukte

MEDIDOR

MEDIDOR AG, Eichacherstrasse 5
CH-8904 Aesch b. Birmensdorf
Telefon 01-7373 444, Telefax 01-7373 479

Hiermit ist eine verbesserte Diagnostik von Oberflächenveränderungen des Knorpels zu erwarten. Weiterführende Untersuchungen über die Auswirkung der biochemischen Zusammensetzung des Knorpels auf das Signalverhalten des Knorpels in der MRT könnten eine Früherfassung der Arthrose möglich machen. Dies gibt einen Ausblick auf Längsschnittuntersuchungen, die zu einem besseren Verständnis der arthrosebedingten Prozesse beitragen. Die Beurteilung des Effektes präventiver Massnahmen einschließlich der Auswirkungen medikamentöser Therapie ist derzeit noch nicht zuverlässig möglich, scheint aber für die Zukunft erreichbar.

KURZFASSUNG

Zur Erfassung früher Formen der humanen Arthrose sind Röntgenaufnahmen nicht geeignet. Die Magnetresonanztomographie (MRT) ist das derzeit einzige Verfahren, das die nicht-invasive Abbildung des Knorpels ermöglicht. Die vorliegende Arbeit spiegelt zusammenfassend den derzeitigen Kenntnisstand der Arthrosediagnostik mit MRT wider. Die Diagnostik von tiefen Einrissen und Vollschichtdefekten des Knorpels ist mit Hilfe der MRT möglich, bevor es zu radiologisch sichtbaren Veränderungen gekommen ist. Eine Differenzierung leichter und mittelgradiger

Knorpelläsionen ist derzeit kernspintomographisch nicht durchführbar. Es finden sich arthrosegradabhängige Veränderungen der T₁- und T₂-Relaxationszeiten und Signalveränderungen im Knorpel, eine ausreichend sichere Diagnostik lässt sich hieraus derzeit allerdings noch nicht ableiten. Kernspintomographische Signalveränderungen korrelieren mit biochemischen Parametern der Knorpels. Über den Einfluss der biochemischen Zusammensetzung des Knorpels auf die MRT-Signalgebung bestehen insgesamt noch unzureichende Kenntnisse.

(Quelle: Akt. Rheumatol. 21 (1996) 17–20, Abdruck mit freundlicher Genehmigung des Georg Thieme Verlages, Stuttgart)

Literaturverzeichnis

- 1) ADAM G., NOLTE-ERNSTING C., PRESCHER A., BÜHNE M., BRUCHMÜLLER K., KÜPPER W., GÜNTHER RW.: Experimental hyaline cartilage lesions: two-dimensional spin-echo versus three-dimensional gradient-echo MR imaging. *J. Magn. Res. Imaging* 1 (1991) 665–672.
- 2) ADAMS M.E., LI D.K.B., MCCONKEY J.P., DAVIDSON R.G., DAY B., DUNCAN C.P., TRON V.: Evaluation of cartilage lesions by magnetic resonance imaging at 0.15 T: comparison with anatomy and concordance with arthroscopy. *J. Rheumatol.* 18 (1991) 1573–1580.
- 3) BARRONIAN A.D., ZOLTAN J.D., BUCON K.A.: Magnetic resonance imaging of the knee: correlation with arthroscopy. *Arthroscopy* 5 (1989) 187–191.
- 4) BLACKBURN W.D., BERNREUTHER W.K., ROMINGER M., LOOSE L.L.: Arthroscopic evaluation of knee articular cartilage: a comparison with plain radiographs and magnetic resonance imaging. *J. Rheumatol.* 21 (1994) 675–679.
- 5) BRANDT K.D., FIFE R.S., BRAUNSTEIN E.M., KATZ B.: Radiographic grading of the severity of knee osteoarthritis: relation of the Kellgren and Lawrence grade to a grade based on joint space narrowing, and correlation with arthroscopic evidence of articular cartilage degeneration. *Arthritis Rheum.* 34 (1991) 1381–1386.
- 6) BRODERICK L.S., TURNER D.A., RENFREW D.L., SCHNITZER T.J., HUFF J.P., HARRIS C.: Severity of articular cartilage abnormality in patients with osteoarthritis: evaluation with fast spin-echo MR vs arthroscopy. *AJR* 162 (1994) 99–103.
- 7) CHANDNANI V.P., HO C., CHU P., TRUDELL D., RESNICK D.: Knee hyaline cartilage evaluated with MR imaging: a cadaveric study involving multiple imaging sequences and intra-articular injection of gadolinium and saline solution. *Radiology* 178 (1991) 557–561.
- 8) FIFE R.S., BRANDT K.D., BRAUNSTEIN E.M., et al.: Relationship between arthroscopic evidence of cartilage damage and radiographic evidence of joint space narrowing in early osteoarthritis of the knee. *Arthritis Rheum.* 34 (1991) 377–381.
- 9) GAHUNIA H.K., LEMAIRE C., CROSS A.R., BABYN P., KESSLER M.J., PRITZKER K.P.: Osteoarthritis in rhesus macaques: assessment of cartilage matrix quality by quantitative magnetic resonance imaging. *Agents Actions Suppl.* 39 (1993) 255–259.
- 10) GLÜCKERT K., KLADNY B., BLANK-SCHÄL A., HOFMANN G.: MRI of the knee joint with a 3-D gradient echo sequence. *Arch. Orthop. Trauma Surg.* (1992) 112 5–14.
- 11) GYLYS-MORIN V., HAJEK P.C., SARTORIS D.J., RESNICK D.: Articular cartilage defects: detectability in cadaver knees with MR. *AJR* 148 (1987) 1153–1157.
- 12) HANDELBERG F., SHAHABPOUR M., CASTELEYN P.P.: Chondral lesions of the patella evaluated with computed tomography, magnetic resonance imaging, and arthroscopy. *Arthroscopy* 6 (1990) 24–29.
- 13) HAYES C.W., SAWYER R.W., CONWAY W.F.: Patellar cartilage lesions: in vitro detection and staging with MR imaging and pathologic correlation. *Radiology* 176 (1990) 479–483.
- 14) HAYES C.W., CONWAY W.F.: Evaluation of articular cartilage: radiographic and cross-sectional imaging techniques. *RadioGraphics* 12 (1992) 409–428.
- 15) HERON C.W., CALVERT P.T.: Three-dimensional gradient-echo MR imaging of the knee joint: comparison with arthroscopy in 100 patients. *Radiology* 183 (1992) 839–844.
- 16) HO C., CERVILLA V., KJELLIN I., HAGHIGHI P., AMIEL D., TRUDELL D., RESNICK D.: Magnetic resonance imaging in assessing cartilage changes in experimental osteoarthritis of the knee. *Invest. Radiol.* 27 (1992) 84–90.
- 17) HODLER J., BERTHIAUME M.J., SCHWEITZER M.E., RESNICK D.: Knee joint hyaline cartilage defects: a comparative study of MR and anatomic sections. *Comput. Assis. Tomogr.* 16 (1992) 597–603.
- 18) KÖNIG H., SAUTER R., DEIMLING M., VOGT M.: Cartilage disorders: comparison of spinecho, CHESS, and FLASH sequence MR images. *Radiology* 164 (1987) 763–766.
- 19) KÖNIG H., SAAL J.: Quantitativ ausgewertete Kernspintomographie als Therapiemittel des nicht-steroidalen Antirheumatikums Ademetionin: Pilotstudie bei Gonarthrose-Patienten. *Fortschr. Röntgenstr.* 152 (1990) 214–219.
- 20) LEHNER K.B., RECHL H.P., GMEINWIESER J.K., HEUCK A.F., LUKAS H.P., KOHL H.P.: Structure, function, and degeneration of bovine hyaline cartilage: assessment with MR imaging in vitro. *Radiology* 170 (1989) 495–499.
- 21) LYSHOLM J., HAMBERG P., GILLQUIST J.: The correlation between osteoarthritis as seen on radiographs and on arthroscopy. *Arthroscopy* 3 (1987) 161–165.
- 22) MAH E.T., LANGLOIS S.P., LOTT C.W., LEE K.C., BROWN G.: Detection of articular defects using magnetic resonance imaging: an experimental study. *Aust NZ J. Surg.* 60 (1990) 977–981.
- 23) MC CAULEY T.R., KIER R., LYNCH K.J., JOKL P.: Chondromalacia patellae: diagnosis with MR imaging. *AJR* 158 (1992) 101–105.
- 24) MCKEAG D., SMITH B.W.H., EDMINSTER R., LAIRD T., CLARK J., HERRON S.: Estimating the severity of osteoarthritis with magnetic resonance spectroscopy. *Seminars Arthritis Rheumatism* 21 (1992) 227–238.
- 25) MODL J.M., SETHER L.A., HAUGHTON V.M., KNEELAND J.B.: Articular cartilage: correlation of histologic zones with signal intensity at MR Imaging. *Radiology* 181 (1991) 853–855.
- 26) O'BYRNE E.M., PAUL P.K., ROBERTS E.D., BLANCUZZI V., WILSON D., GOLDBERG R.L., DIPASQUALE G.: Comparison of magnetic resonance imaging (MRI) and histopathology in rabbit models of osteoarthritis and immune arthritis. *Agents Actions* 39 (1993) 157–159.
- 27) PAUL P.K., O'BYRNE E., BLANCUZZI V., WILSON D., GUNSON D., DOUGLAS F.L., WANG J.Z., MEZRICH R.S.: Magnetic resonance imaging reflects cartilage proteoglycan degradation in the rabbit knee. *Skeletal Radiol.* (1991) 20 31–36.
- 28) PAUL P.K., JASANI M.K., SEBOK D., RAKHIT A., DUNTON A.W., DOUGLAS F.L.: Variation in MR signal intensity across normal human knee cartilage. *J. Magn. Res. Imaging* 3 (1993) 569–574.
- 29) RECHT M.P., KRAMER J., MARCELIS S., PATHRIA M.N., TRUDELL D., HAGHIGHI P., SARTORIS D.J., RESNICK D.: Abnormalities of articular cartilage in the knee: analysis of available MR techniques. *Radiology* 187 (1993) 473–478.
- 30) REISER M.F., BONGRATZ G., ERLEMANN R., STROBEL M., PAULY T., GAEBERT K., STOEBER U., PETERS P.E.: Magnetic resonance in cartilaginous lesions of the knee with three-dimensional gradient-echo imaging. *Skeletal Radiol.* 17 (1988) 465–471.
- 31) SPIERS A.S.D., MEAGHER T., OSTLER S.J., WILSON D.J., DODD C.A.F.: Can MRI of the knee affect arthroscopic practice? *JBJS* 75-B (1993) 49–52.
- 32) TERVONEN O., DIETZ M.J., CARMICHAEL S.W., EHMAN R.L.: MR imaging of the knee hyaline cartilage: evaluation of two-and three-dimensional sequences. *J. Magn. Res. Imaging* 3 (1993) 663–668.
- 33) TYRELL R.L., GLÜCKERT K., PATHRIA M., MODIC M.T.: Fast three-dimensional MR imaging of the knee: comparison with arthroscopy. *Radiology* 166 (1988) 865–872.
- 34) WOJTYNS E., WILSON M., BUCKWALTER K., BRAUNSTEIN E., MARTEL W.: Magnetic resonance imaging of knee hyaline cartilage and intraarticular pathology. *Am. J. Sports Med.* 15 (1987) 455–463.
- 35) YULISH B.S., MONTANEZ J., GOODFELLOW D.B., BRYAN P.J., MULOPULOS G.P., MODIC M.T.: Chondromalacia patellae: assessment with MR imaging. *Radiology* 164 (1987) 763–766.

Physiomed Elektromedizin – Ultraschall – Reizstrom – Vakuum – Tiefen-Oszillation

IONOSON Multifunktionsgerät – unvergleichlich in Preis und Leistung

Breites Therapiespektrum für wenig Geld

- ◆ Reizstrom-Therapie mit 16 Stromformen
- ◆ Ultraschall mit Impuls- und Dauerschall
- ◆ I/T Diagnostik
- ◆ Simultantherapie möglich
- ◆ einfach und sicher zu bedienen
- ◆ tausendfach bewährt

Neu-SAN



Mietkauf ab Fr. 175.– monatlich

Vita Concept, Hadwigstr. 6A, 9000 St. Gallen, Tel. 071/244 01 75, Fax 071/245 45 51

New!

- ✓ top-modernes Design
- ✓ leicht und wendig
- ✓ müheloses Aufstehen
- ✓ Qualität im Stehen und Sitzen
- ✓ steigert die Unabhängigkeit
- ✓ Integration in den Alltag

LEVO AG DOTTIKON
CH-5605 Dottikon
Tel. 056/624 37 82
Fax 056/624 31 15

Vertrieben durch:
Bimeda AG Bachenbülach
01/860 97 97, Fax 01/860 95 45

Theo Frey AG Bern
031/991 88 33, Fax 031/992 20 21

Gelbart Reha-Center Luzern
041/360 00 12, Fax 041/360 16 30

Gelbart Reha-Center Adliswil
01/771 29 92, Fax 01/771 29 94

Meditec J. Dubuis Bercher
021/887 80 67, Fax 021/887 81 34

LEVO®

Sooo easy, der neue...

LEVO active-easy LAE

ot

M.J. REHAB Colombier
032/841 22 90, Fax 032/841 42 90

Reha Hilfen AG Zofingen
062/751 43 33, Fax 062/751 43 36

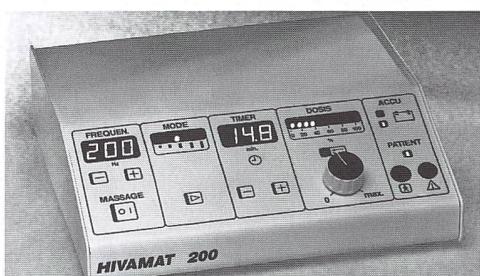
Roll-Star Sementina
091/857 67 33, Fax 091/857 68 00

Trend Reha AG Wünnewil
026/497 92 10, Fax 026/497 92 14

1

Physiomed Elektromedizin – Ultraschall – Reizstrom – Vakuum – Tiefen-Oszillation

HIVAMAT 200 Tiefen-Oszillation – bevor das Trauma zum Alptraum wird



Bewährt zur Behandlung von

- ◆ akuten Schmerzzuständen (Schleudertrauma)
- ◆ Myogelosen
- ◆ Wundheilungsstörungen – auch im offenen Wundbereich einsetzbar (Verbrennungen, Ulcus, Decubitus)
- ◆ Ödemen und Stauungen
- ◆ Narben

*Besuchen Sie
unsere
Fachseminare*

Kürzere Behandlungszeit – schmerzfreie Behandlung – schnelle Regeneration

Vita Concept, Hadwigstr. 6A, 9000 St. Gallen, Tel. 071/244 01 75, Fax 071/245 45 51