

**Zeitschrift:** Physiotherapie = Fisioterapia  
**Herausgeber:** Schweizerischer Physiotherapeuten-Verband  
**Band:** 34 (1998)  
**Heft:** 10

**Artikel:** Die Dynamik des Gelenkknorpels (2. Teil) : Beschädigung, Reparaturvorgänge, Arthrose  
**Autor:** Jaap de Morree, Jan  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-929290>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **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. [Voir Informations légales.](#)

### **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. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 17.03.2025

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

# Die Dynamik des Gelenkknorpels (2. Teil)

## Beschädigung, Reparaturvorgänge, Arthrose

Jan Jaap de Morree, Haagse Hogeschool, Sector GG&M, dep. Bewegingstechnologie, Johanna Westerdijkplein 75, NL-2521 Den Haag

**O**ft wird mechanische Überbelastung als Ursache für Veränderungen durch Arthrose betrachtet. Einfache Erklärungen wie Alterungsvorgänge und mechanische Abnutzung durch intensive Benützung und Überbelastung, vergleichbar mit Abnutzungsvorgängen bei Maschinen, sind jedoch keine gültige Erklärung für die Entstehung und Entwicklung der Arthrose. Die Fähigkeit der Knorpelzellen und des Gelenkknorpels, auf zunehmende Belastung zu reagieren, führt eher zu einer Qualitätsverbesserung des Gelenkes. Ausserdem verhindert die Synovialflüssigkeit mit ihren hervorragenden reibungsreduzierenden Eigenschaften ebenfalls eine mechanische Abnutzung. Als Ursache für die Entstehung der Arthrose kommen eher wiederholte Traumen, Entzündungen und Ruhigstellen in Frage, welche dazu führen, dass gewisse Personen Arthrosen entwickeln und andere nicht. Obwohl die Arthrose einen chronisch progredienten Verlauf zeigt, ist Bewegungstherapie eine wertvolle Hilfe, um den Prozess zu bremsen.

### Einführung

Arthrose ist eine chronisch progrediente Erkrankung ohne primär entzündliche Vorgänge wie bei der Polyarthrit. Arthrose macht sich bemerkbar durch Gelenkschmerzen, Einschränkung der Beweglichkeit, Schwäche und Steifigkeit. Schliesslich kann es zu Kontrakturen und Deformitäten kommen. Die Knorpelschicht wird dünner, und es treten Veränderungen des subchondralen Knochens auf. In dem Stadium, in dem die Knorpelschicht teilweise verschwunden ist, können Exostosen entstehen, welche die Gelenkfunktionen weiter beeinträchtigen. Obwohl Knorpelgewebe nicht innerviert ist und deshalb nicht direkt Schmerzen verursachen kann, sind gerade Schmerzen die wichtigsten Beschwerden der Patienten mit Arthrose. Ein arthrotisches Gelenk bewegt sich anders als ein gesundes Gelenk.

Wegen der beschädigten Gelenkoberfläche wird das Gleiten behindert und vermehrt ein Rollen auftreten. Dadurch wird die Endstellung des Gelenks zu früh erreicht, während das gewünschte Bewegungsausmass noch nicht erreicht ist. Dies führt zu übermässiger Belastung der periartikulären Strukturen wie Kapsel und Ligamente und dadurch zu Schmerzen.

In einem fortgeschrittenen Stadium der Arthrose können freie Knorpelfragmente Entzündungsvorgänge im Synovialmembran verursachen. Da die Kapsel gut innerviert ist, wird diese Entzündung und Dysfunktion als Schmerz empfunden. Ausserdem weiss man, dass die Stoffe, die an der Entzündung beteiligt sind, die Schmerzschwelle der Nozisenoren der Gelenkkapsel senken, was zu einer verfrühten Schmerzempfindung bei mechanischer Reizung führt. In einem weiter

fortgeschrittenen Stadium der Arthrose kann auch die Beschädigung des subchondralen Knochens Schmerzen auslösen. Es kommt dann zu Einbrüchen des spongiösen Knochens und zur Zystenbildung. Das Periost, welches die Trabekulae umgibt, ist reichlich innerviert. Verständlicherweise führen derart schmerzhafte Beschwerden zu intensiven Forschungsaktivitäten auf dem Gebiet der Ursachen und der therapeutischen Möglichkeiten. Eine Heilung ist bis heute nicht möglich.

### Ist Arthrose eine Form von Abnutzung?

Da die Arthrose mit dem Dünnerwerden des Gelenkknorpels einhergeht, ist es nicht erstaunlich, dass man während langer Zeit angenommen hat, dass Abnutzungs- und Abriebprozesse die Ursache der Arthrose seien. Auch die Betroffenen beschreiben ihre Krankheit als Abnutzung. Was sind aber die Ursachen? Bei vielen hochbetagten Personen können Arthrosen klinisch nachgewiesen werden, ohne dass die Patienten davon Beschwerden bekommen. Erstaunlich ist auch, dass die Beschwerden oft nur in einem einzigen Gelenk auftreten. Wenn Abnutzung die Ursache wäre, würde man hingegen erwarten, dass viele Gelenke symptomatisch werden. Als letztes kommt hinzu, dass auch junge Erwachsene oft unter Arthrosebeschwerden leiden und es zu weit führen würde zu behaupten, dass sie alle an verfrühter Alterung oder Abnutzung leiden. Das führt zum Schluss, dass die Arthrose nicht als eine spezifisch durch Alterungsvorgänge verursachte Krankheit gelten kann.

Struktur und biochemische Zusammensetzung des Gelenkknorpels zeigen bis ins hohe Alter eine bemerkenswerte Konstanz. Der Gehalt an Proteoglykane, Kollagen und Wasser, ebenso wie die Komprimierbarkeit und die Elastizität, bleiben nahezu unverändert. Ausserdem wurde experimentell nachgewiesen, dass bei einer anfangenden Arthrose die Knorpeloberfläche nicht beeinträchtigt ist. Belastung und Reibung, die wichtigsten Ursachen von Abnutzungserscheinungen bei Maschinen, kommen also als Ursache für Arthrose nicht in Betracht. Aus diesem Grund ist auch eine Veränderung der Eigenschaften der Synovialflüssigkeit als Ursache der Arthrose unwahrscheinlich. Im Anfangsstadium der Arthrose ist die Synovialflüssigkeit klar und nicht dünnflüssig wie bei entzündlichen rheumatischen Erkrankungen. Bei einer fehlerhaften Gelenkschmierung würde man grossflächige Veränderungen des Gelenkknorpels erwarten. Typisch für die Arthrose ist jedoch das Auftreten fokaler Läsionen, die sogar oft zuerst an relativ unbelasteten Stellen der Gelenkoberflächen auftreten.



Trueta, ein führender Forscher des Bewegungsapparates, machte in diesem Zusammenhang folgende Aussage: «Unsere etwas überraschenden Resultate haben uns zu folgenden Schlussfolgerungen gezwungen: Wenn eine Überbelastung schädlich ist für den hyalinen Knorpel, so ist ein Mangel an Belastung die noch schlimmere Ursache für die Knorpeldegeneration.»

Die Experten sind sich nicht einig über die Ursachen der Arthrose und nennen in der Literatur viele unterschiedliche Risikofaktoren (Tabelle 1). Obwohl diese Faktoren einander höchstwahrscheinlich beeinflussen, wird die relative Bedeutung derselben selten erwogen.

**Tab. 1: Risikofaktoren für Arthrose**

- Alter
- Geschlecht (♀)
- Rasse
- genetische Prädisposition
- Übergewicht
- mechanische Belastung, Beruf
- Trauma
- Wachstumsstörungen
- angeborene Störungen
- rheumatische Erkrankungen
- hormonale Faktoren

### Geänderte Gelenkbelastung

Nur während des Wachstums wird die Gelenkform durch die funktionelle Belastung beeinflusst. Nachher kann die Gelenkform nicht mehr verändert werden. Die Kollagensynthese im Knorpel ist bei erwachsenen Personen sehr niedrig. Auch Training führt nicht zu einer Dickenzunahme des Gelenkknorpels im Hüft- und Kniegelenk. Die tägliche Synthese der Proteoglykane hält die Qualität des Gelenkknorpels aufrecht und beinhaltet auch eine gewisse Anpassungsmöglichkeit. Innerhalb gewisser Grenzen führt vermehrte Belastung zu einer grösseren Belastbarkeit des Gelenkknorpels und der Spongiosa.

Eine Abnahme der Belastung bewirkt eine Abnahme der Belastbarkeit (Trueta). Das Spektrum der möglichen Belastung reicht von der Immobilisation (Englisch: disuse) bis zur Überbelastung (Englisch: abuse). Dazwischen befindet sich ein breites Spektrum der Belastung, bei der sich die Knorpelzellen gut an die Anforderungen anpassen können. Ausserhalb dieses Spektrums versagen die Anpassungsmechanismen. In der Folge werden nun einige Beispiele von häufigen Belastungsveränderungen gegeben.

### Strukturveränderungen

Sportler erleiden regelmässig Verletzungen der periartikulären Weichteile. Besonders bei Sportarten mit direktem Körperkontakt findet man einen Zusammenhang zwischen Sportverletzungen und Arthrose in bestimmten Gelenken. Bei Fussball- und Volleyballspielern sind Sprunggelenke und Knie sehr exponiert, bei Velorennfahrern die Kniescheibe und bei Ringern die Wirbelsäule. Einzelsportler mit niedrigen Spitzenbelastungen wie Langstreckenläufer leiden nicht häufiger unter Arthrosen als ihre inaktiven Altersgenossen.

Die wiederholten Verletzungen führen immer wieder zu Funktionsstörungen im Gelenk. Da das Gelenk im Anschluss an die Verletzung teilweise ruhiggestellt und nicht funktionell belastet wird, kann hier eine Arthrose entstehen. Präventive Massnahmen sollten sich deshalb auf die Verhinderung der Verletzungen richten. Bei Kontaktsportarten wie Fussball sollten harte Angriffe auf den Mann vom Schiedsrichter stark bekämpft werden.

Strukturelle Veränderungen in einem Gelenk führen ohne Ausnahme zu einer veränderten Gelenkmechanik und -belastung, welche adaptative Prozesse notwendig machen. Distorsionen und Rupturen verändern das Rollgleiten im Gelenk. Eine Meniskusläsion/-excision führt zu einem Verlust der führenden und druckverteilenden Eigenschaften dieser Struktur. All diese Traumen haben Funktionsbeeinträchtigungen zur Folge. Dabei kommt es gleichzeitig zu Instabilitäten (Knie: Varus oder Valgus) und Bewegungseinschränkungen durch die veränderte Gelenkmechanik (Knie: Flexion/Extension). Bisher weniger belastete Knorpelflächen müssen nach einer Verletzung plötzlich grössere Belastungen übernehmen. Um das Risiko einer Arthrose nach Menishektomie zu reduzieren, werden heute viel seltener Totalresektionen durchgeführt. Nur die angerissenen Meniskusfragmente werden entfernt, um die bewegungsführende Funktion der Menisken möglichst wenig zu beeinträchtigen.

### Ruhigstellung

Eine in der Regel unfreiwillige Immobilisation im Gipsverband verhindert Bewegung und führt zu physiologischen Anpassungen (Knorpelatrophie). Die das Gelenk überspannenden Muskeln drücken dauernd die gleichen Teile der Gelenkflächen zusammen. Eine plastische Verformung ist die Folge und führt dazu, dass die sich berührenden Oberflächen immer grösser werden. Dies wiederum vergrössert den Diffusionsabstand für die Nährstoffe auch deshalb, weil sich zwischen den Gelenkflächen nahezu keine Synovialflüssigkeit mehr befindet.

Die Nährstoffe müssen einen viel grösseren Abstand überbrücken, bevor sie die Chondrozyten erreichen. Es kommt zu einer Abnahme der Proteoglykanproduktion, und bei lang andauernden hohen Kompressionskräften können sogar Chondrozyten absterben. In Tierexperimenten konnte bereits nach vier Wochen Immobilisation ein weitgehender Verlust der Matrix bei den Kontaktflächen nachgewiesen werden. Nach zwei Monaten kam es zu Ulzerationen (Höhlenbildung) im Knorpel. Auch der subchondrale Knochen zeigt atrophische Vorgänge, die zum Entstehen einer Arthrose beitragen können.

Ein sitzender Lebensstil hat in geringerem Masse einen vergleichbaren Effekt. Ohne genügend Bewegung erhalten Chondrozyten zu wenig mechanische Reize zur Proteoglykanbildung. Der Knorpel nimmt weniger Wasser auf. Eine dauernde Unterbelastung scheint das Risiko für die Entstehung einer Arthrose nicht zu erhöhen. Patienten mit Lähmungen nach einem CVI oder Atrophien nach Poliomyelitis haben nicht vermehrt Arthrose.

Eine Steigerung der Belastung nach einer Immobilisation oder ein intensives Konditionstraining nach mehreren Jahrzehnten ohne sportliche Betätigung bilden ein grosses Risiko. Die Gelenke werden in einem grösseren Bewegungsausmass belastet, der Knorpel ist atrophiert und die Ligamente und Muskeln, welche die Bewegungen führen, sind ebenfalls schwach. Für den Gelenkknorpel stellt diese neue Belastung eine Überbelastung dar, wobei der niedrige Proteoglykangehalt die kollagenen Fasern ungenügend schützen kann.

Übergewicht stellt auch ein Risikofaktor für Arthrose dar, da eine teilweise Immobilisation vielfach die Folge ist. Zuerst kommt es beim Übergewicht zu einer Anpassung der Belastbarkeit der Gelenke. Eine starke Zunahme von bis zu 80 kg über dem Idealgewicht führt zu einer deutlichen Abnahme der körperlichen Aktivität und zu einer Einschränkung der Gelenkbeweglichkeit. Eine Entstehung der Arthrose wird dadurch gefördert. Es ist also nicht nur die mechanische Überbelastung, welche die Arthrose verursacht, sondern vor allem die reduzierte körperliche Aktivität. Das erklärt auch, dass viele übergewichtige Personen eher Arthrosen im Hüftgelenk als in den wesentlich stärker belasteten Sprunggelenken entwickeln.

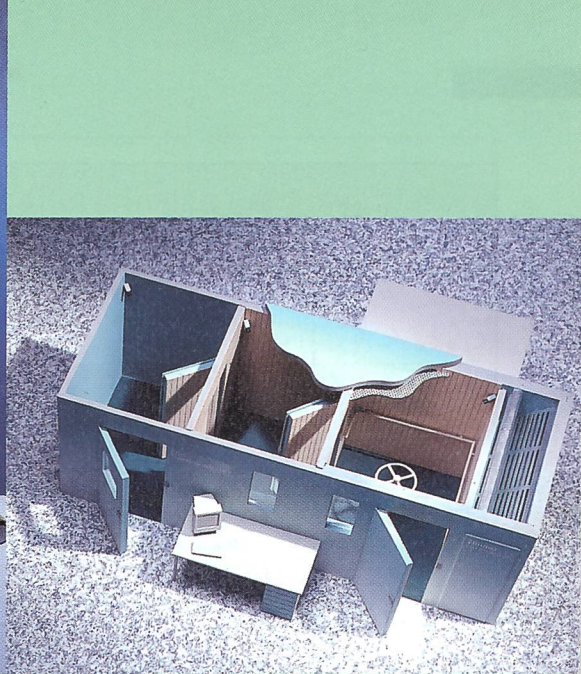
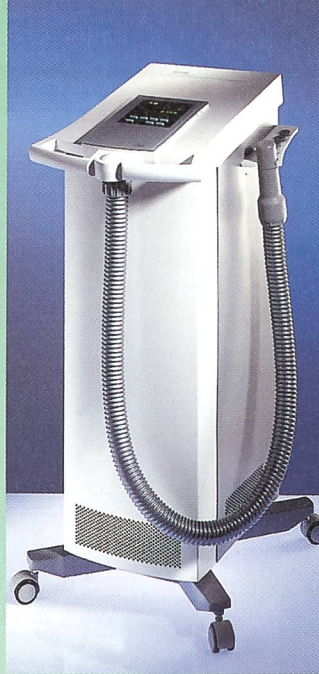
### Biochemische Veränderungen bei Arthrose

Histologische Untersuchungen des Knorpelgewebes zeigen bei einer beginnenden Arthrose folgendes Bild. Die Dicke der Knorpelschicht hat leicht zugenommen. Auffallend ist die grössere

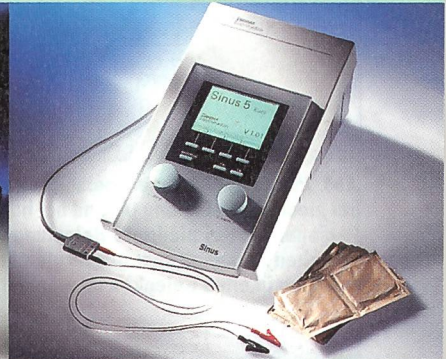
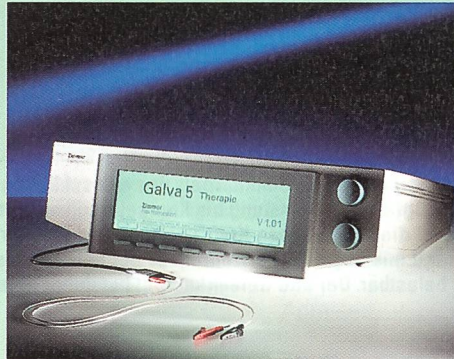




**Therapiecenter**  
Galva 5  
Sono 5  
Vaco 5

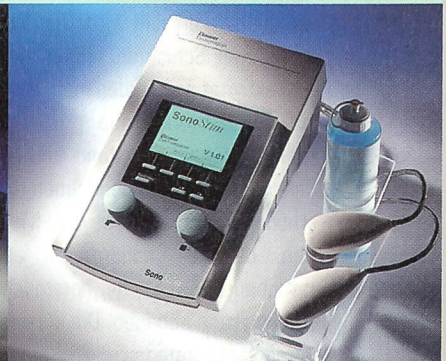


**Kaltlufttherapie Cryo 5 Cryo Therapiekammer -110°**



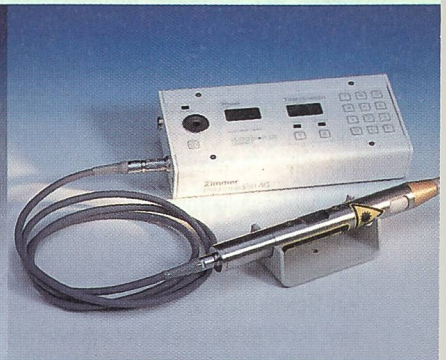
**Elektrotherapie Galva 5**

**Sinus 5**



**Ultraschalltherapie Sono 5**

**SonoStim**



**Lasertherapie Clinic**

**Compact**

Therapie in neuen Dimensionen

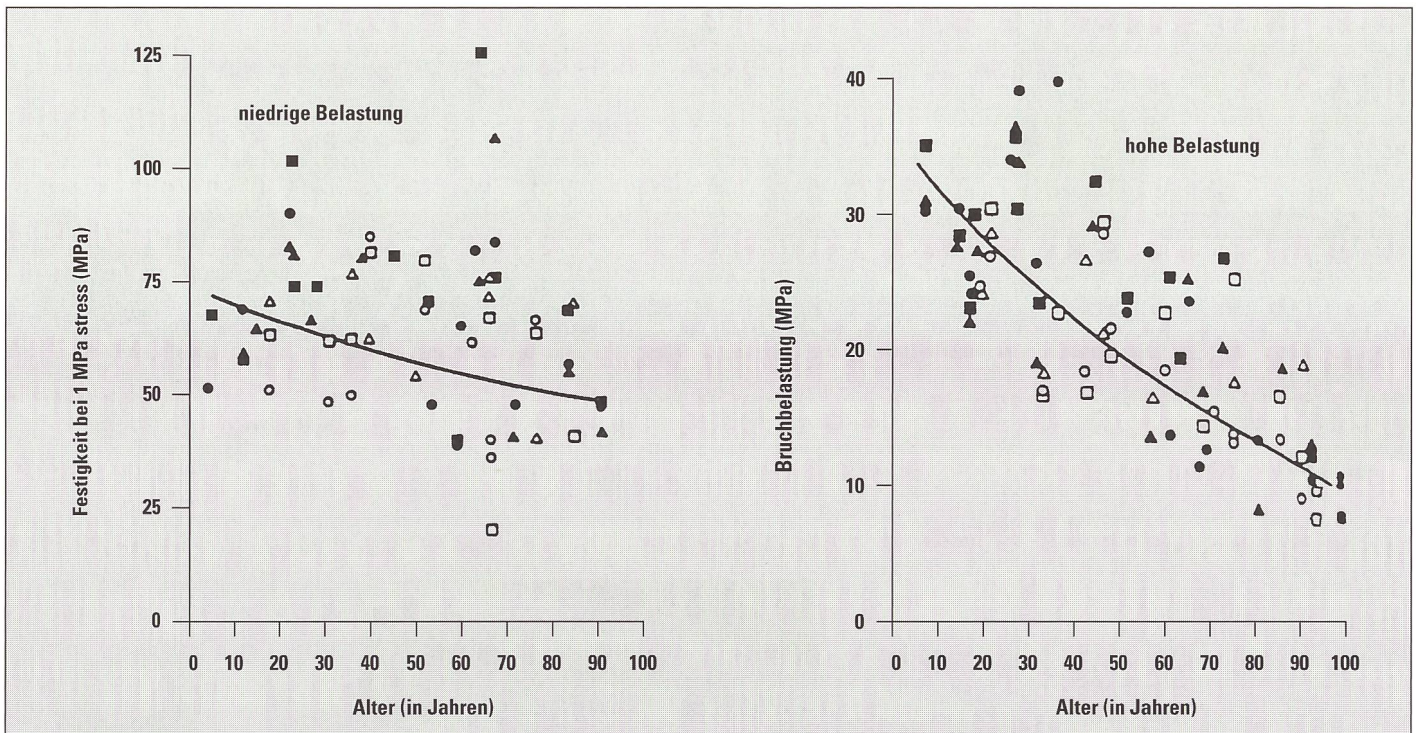
**IFAS '98**  
**Halle 2 / Stand 151**

**Zimmer**  
Elektromedizin AG  
Postfach 423  
4125 Riehen 1  
Tel. 0 61 / 601 20 39  
Fax 0 61 / 601 15 05

**Zimmer**  
Elektromedizin

**Wir geben Impulse**





**Abb. 1:** Alterung und mechanische Belastbarkeit des Gelenkknorpels des menschlichen Femurkopfes. Die mechanischen Eigenschaften sind gemessen bei niedriger Belastung (A) und bei hoher Belastung (Belastung bis Knorpelbruch auftritt) (B). Die verschiedenen Symbole der Grafik stehen für einzelne Personen. A: Bei niedriger Belastung wird die einwirkende Kraft überwiegend von der Matrix aufgenommen. Die Knorpeldeformierung ist bei jungen und alten Personen sehr gut vergleichbar (Linie ungefähr horizontal). B: Bei hoher Belastung ist vor allem die Festigkeit des Kollagens von Bedeutung. Kollagen in alten Gelenken ist weniger belastbar. Der alte Gelenkknorpel hat daher eine niedrige Belastungstoleranz (Linie senkt sich bei Alterung).

Komprimierbarkeit, welche durch den niedrigeren Proteoglykangehalt und durch einen grösseren Wassergehalt verursacht wird. Die Chondrozyten in den tieferen Schichten zeigen eine erhöhte Syntheseaktivität. Es werden mehr Glycosaminoglykane und Proteoglykane produziert, wobei aber der Aggregationszustand und die Grösse der Moleküle deutlich abgenommen haben. Trotz der erhöhten Synthese hat die Matrix abgenommen, da die Chondrozyten auch mehr eiweissabbauende Enzyme herstellen, welche die Proteoglykane abbauen. Die kürzeren Proteoglykanfragmente treten schneller aus dem Knorpel in die Gelenkhöhle. Der Kollagengehalt ist wegen der niedrigen Turnovergeschwindigkeit nicht reduziert, aber da die Komprimierbarkeit des Knorpelgewebes zugenommen hat, werden die kollagenen Fasern stärker verformt. Dies führt zu einer Überbelastung und zu Rissen im Knorpel.

Die Schlussfolgerung der vorhergehenden Schilderungen ist, dass sich eine Arthrose entwickeln kann, wenn eine physiologische Belastung auf ein Gelenk einwirkt dessen Belastbarkeit reduziert ist, z. B. durch ein Trauma oder durch Immobilisation. Die niedrige Konzentration der Proteoglykane in der Matrix führt zu einer reduzierten wasserbindenden Fähigkeit und demzufolge zu einer grösseren Komprimierbarkeit bei einwirkenden Kräften. Das beschädigte Kollagenetz kann der Wasseraufnahme ungenügend Wider-

stand leisten, so dass der Proteoglykangel noch wässriger wird. Bei Belastung entweichen Matrix und Wasser aus den rupturierten Kollagenfibrillen in die Gelenkhöhle. Die Komprimierbarkeit und die Verletzbarkeit der Gelenkflächen nimmt durch die zunehmende Verdünnung der Matrix weiter zu. Durch die veränderte Biomechanik des Gelenks werden andere Teile der Gelenkfläche unterbelastet, was zu einer Atrophie führt und die Widerstandsfähigkeit abnehmen lässt.

Die Knorpelläsionen werden nicht repariert, aber vergrössern sich, wobei Risse und oberflächliche Läsionen entstehen. Die Unversehrtheit der Zona superficialis ist von wesentlicher Bedeutung für die biomechanische Qualität des Gelenkknorpels. Wenn einmal Beschädigungen entstanden sind, ist eine Wiederherstellung nahezu unmöglich. Die Risse in der Oberfläche werden durch Belastung grösser, es können sogar Fragmente des Gelenkknorpels abbrechen. Einklemmung dieser Gelenkmäuse können die Bewegungen blockieren und den Arthroseprozess weiter beschleunigen. Schliesslich wird der gesamte Knorpel bis auf den unterliegenden Knochen erodiert.

### Entzündungsbedingte Ursachen

Bei den vorherigen Schilderungen waren jeweils mechanische Veränderungen Anlass zur Bildung einer Arthrose. Auch hormonale Faktoren können

eine Rolle spielen. Entzündungsprozesse nach einer oder wiederholten Verletzungen können den Gelenkknorpel angreifen. Bei der chronischen Polyarthrit aktiviert der Entzündungsmediator Interleukin die Chondrozyten zur Herstellung knorpelabbauender Enzyme wie Kollagenase und Proteoglykanase, welche die Gelenkoberflächen schnell angreifen.

### Gibt es Reparaturmöglichkeiten?

Die Möglichkeit der spontanen Reparatur nach Knorpelverletzungen ist sehr gering. Die Chondrozyten versuchen zwar verzweifelt, den Schaden zu reduzieren, indem sie vermehrt Matrix produzieren, deren Qualität jedoch geringer ist. Die Chondrozyten können sich sogar wieder teilen, was man im gesundem Knorpelgewebe nur höchst selten beobachten kann. Es wird jedoch nur in geringem Mass Kollagen von einem anderen Typ gebildet, und es kommt nicht zur Reparatur des Kollagennetzwerkes. Grössere Knorpelrisse mit Beschädigung des subchondralen Knochens werden repariert mit Typ-I-Kollagen statt mit Typ-II-Kollagen, das charakteristisch ist für Gelenkoberflächen. Auch Hautnarben bestehen aus diesem Typ-I-Fasern enthaltenden Bindegewebe, welches andere Eigenschaften hat wie Knorpel und bei Benützung starke Abnützungerscheinungen zeigt. Die chirurgischen Behandlungsmöglichkeiten bestehen aus dem





## EARTHLITE – Transportable Behandlungsliegen der Extraklasse



SPIRIT II



AVALON II

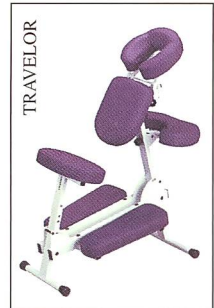
**EARTHLITE** bietet eine Riesenauswahl an Kofferliegen und stationären Massageliegen aus Holz. Diverse Modelle in unterschiedlichen Breiten und Farben.

### Perfekt für jegliche Art der Körpertherapie!

#### Unserer Umwelt zuliebe!

Die zusammenklappbaren, transportablen Massageliegen von **EARTHLITE** werden aus kanadischem Ahornholz, erneuerbaren Ressourcen und umweltfreundlichen Schaumstoffen hergestellt. Aus Respekt für die Natur basieren Lacke und Vinyl auf Wasser.

In unserem grossen Show-Room in Burgdorf sind alle Liegen ausgestellt. Die meisten sind sofort ab Lager lieferbar. Auch diverses Zubehör wie Lagerungsmaterial, Papierauflagen, Massage-Öl und Lotionen können gleich mitgenommen werden.



TRAVELOR

Federleichter, herrlich bequemer Therapiestuhl, einfach zusammenlegbar und leicht zu transportieren.

**keller**  
Simon Keller AG



Einsenden an:

**SIMON KELLER AG**, Lyssachstr. 83, 3400 Burgdorf  
Telefon 034-422 74 74, Telefax 034-423 19 93  
E-mail: simonkeller@compuserve.com

Die umweltfreundlichen, transportablen Behandlungsliegen von **EARTHLITE** interessieren mich. Ich möchte (bitte ankreuzen)

- eine kostenlose Informationsmappe  
 Besichtigungstermin vereinbaren

Name/Vorname: \_\_\_\_\_

Adresse: \_\_\_\_\_

Tel.-Nr.: \_\_\_\_\_

Sicherheit im Alltag

### Dolomite Gehhilfen

überall mobil und sicher;  
mit patentierter Handbremse;  
komfortabler Sitzfläche;  
schnell zusammenlegbar;  
diverse Modelle



Jetzt  
Gratis-Info  
verlangen  
bei:



**REHA HILFEN AG**  
Mühlegasse 7  
4800 Zofingen  
Tel 062 / 751 43 33

Sicherheit im Alltag

Bitte

# berücksichtigen

Sie beim Einkauf unsere

# Inserenten.

Wir führen verschiedene Hilfsmittel von bester Qualität von der **schwedischen Firma ETAC**, zum Beispiel **Rollatoren** für den täglichen Gebrauch sowie **Rollstühle**, z. B. das Modell **CROSS**, an viele Körpergrössen anpassbar (mehrfach verstell-/einstellbar sind Rücken, Räder, Bein- und Fussstützen, Schiebegriffe, usw.) oder den soliden, leichten, faltbaren und handlichen Transportrollstuhl **TRANSIT**, sehr sicher dank Trommelbremsen. Die ETAC-Produkte sind CE-Konform.



**H. FRÖHLICH AG • Medizintechnik**  
Zürichstrasse 148 • 8700 Küsnacht ZH  
Tel. 01/910 16 22 • Fax 01/910 63 44



Notre assortiment comprend divers moyens auxiliaires de grande qualité de la maison **suédoise ETAC**, p. ex. des **Déambulateurs** vous facilitant la vie de tous les jours, ainsi que plusieurs **fauteuils roulants**, p. ex. le modèle **CROSS**, facilement adaptable (avec dossier, hauteur et inclinaison de l'assise, appui-jambes, repose-pieds et poignées à multiples réglages, assurant une parfaite ergonomie) ou le fauteuil de transport **TRANSIT**, maniable, très stable mais néanmoins léger et sûr, grace aux freins tambours. Les moyens auxiliaires ETAC sont conformes aux normes CE.

Bureau d'information pour la Suisse romande:  
H. Fröhlich AG • Rte de Neuchâtel 4<sup>bis</sup> • C. P.  
1032 Romanel s/Lsne • Tél/Fax: 021/731 54 72



Bohren kleiner Löcher im geschädigten Knorpel, um die Narbenbildung anzuregen, und aus der Transplantation von Knorpelgewebe oder der Knorpelhülle der Rippen in den beschädigten Gelenken. Diese Behandlungen haben bis heute keine guten Langzeiterfolge gezeigt. Die wichtigste Behandlung besteht demzufolge darin, den Zustand des verbliebenen Knorpels möglichst gut zu erhalten, bis das Alter erreicht ist, in dem, falls notwendig, eine Gelenkprothese implantiert werden kann.

### Physiotherapie bei Arthrose

Die Bewegungstherapie steht vor dem Dilemma, dass eine Entlastung der Gelenke die Qualität des Gelenkknorpels weiter abnehmen lässt, während eine vermehrte Belastung das Risiko weiterer Beschädigungen mit sich bringt. Es gilt also, einen goldenen Mittelweg zu suchen, wobei das Knorpelgewebe angeregt wird, sich an die tägliche Belastung des Patienten anzupassen. Ein Fortschreiten der Narbenbildung muss verhindert werden. Schonung arthrotischer Gelenke beschleunigt den Prozess. «Use it or lose it» gilt auch für arthrotisch veränderte Gelenke.

Ziel der Behandlung ist Schmerzreduktion, Kräftigung, Ausdauertraining und Verbesserung der Alltagsaktivitäten. Durch die zunehmende Bewegungseinschränkung wird ein stetig wachsender Anteil der Gelenkoberfläche nicht mehr belastet, was eine Qualitätsverminderung und Ausbreitung der Arthrose zur Folge hat. Eine allmähliche Zunahme der Gelenkmobilität verbessert den Knorpelzustand. Viele ältere Patienten können so ihre Selbständigkeit wieder herstellen. Welche Faktoren gilt es bei der Bewegungstherapie zu berücksichtigen? Im Zentrum stehen die veränderte Matrixzusammenstellung und das beschädigte Kollagenetz. Low-Impact-Übungen stellen nur ein geringes Risiko dar und regen die Matrixbildung an. Wichtig dabei ist, dass die Chondrozyten gut ernährt werden. Die Stoffwechselprodukte erreichen die Chondrozyten vor allem durch Diffusion. Kompression und Entlastung der Gelenkflächen bewirken eine geringe Flüssigkeitsverschiebung im Knorpel, welche auch einen Beitrag zum Transport der Stoffwechselprodukte leistet. Der Kompressionsmechanismus wird am besten unterstützt durch leicht belastete Bewegungen über das volle Bewegungsausmass. Es ist sinnvoller, mehrmals am Tag kurz zu üben als einmal lang, und an-

dauernde statische Belastungen sollten vermieden werden.

Eine Traktion der benachbarten Gelenkpartner führt zu einer weiteren Reduktion des relativen Drucks im Gelenkspalt. Es ist sogar möglich, dass dabei ein Vakuum entsteht. Traktion ist für den hyalinen Knorpel ein unphysiologischer Reiz, und es ist nicht auszuschliessen, dass der arthrotische Knorpel zusätzlich geschädigt wird. Auf die Benützung von Traktionstechniken sollte deshalb verzichtet werden.

Während bei leicht belasteten Bewegungen die einwirkende Kraft vor allem von den Matrixkomponenten aufgenommen wird, führen hohe Belastungen zu einer zunehmenden Spannung im Kollagenetz (Abb. 1). Das Kollagenetz im arthrotischen Knorpelgewebe ist sehr verletzlich und darf nicht weiter beschädigt werden. Spitzenbelastungen müssen deshalb vermieden werden.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass dynamische Übungen mit leichter Belastung den verbleibenden unverletzten Knorpel der arthrotischen Gelenke in guter Kondition halten, während die verletzten Anteile der Gelenkflächen geschont werden.

### LITERATURLISTE

- 1) *ARTROSE, BEWEGEN EN SPORT:* Eindredactie B. Coumans. Chronische aandoeningen en sport. Dl 8. Bohn Stafleu Van Loghum. Houten 1995.
- 2) *BRITTBER M. et al:* Treatment of deep cartilage defects in the knees with autologous chondrocyte transplantation. *N. Engl. J. Med.* 1994, 331 p. 889–95.
- 3) *COUMANS G. B.:* Artrose en sportief bewegen. Bijblijven. Cumulatief Geneeskundig Nascholings-systeem 11 nr. 8, 1995, p. 31–34.
- 4) *COUTTS R. D. et al:* Rib perichondral autografts in full thickness articular cartilage defects in rabbits. *Clinical Orthopaedics* 1992, 275, 263–272.
- 5) *JOINT CARTILAGE DEGRADATION, BASIC AND CLINICAL ASPECTS:* Ed: J. F. Woessner jr. D. S. Howell. Marcel Dekker Inc. New York 1993.
- 6) *GENK, E. J. M. VAN:* CPM bij intra-articulaire fractures. *Fysiopraxis* 1993 p. 16–21.
- 7) *GIRDLER N. M.:* The role of mandibular condylar cartilage in articular cartilage repair. *Ann R. Coll Surg. Engl.* 1997; 79 p. 28–37.
- 8) *GU Y., DAI K.:* Degenerative mechanism of articular cartilage induced by low stress. A morphological study. *Chin. Med. J. (Engl)* 1995, 108 p. 835–8.
- 9) *HENDRICKSON D. A., NIXON A. J., GRANDE D. A., TODHUNTER R. J., MINOR R. M., ERB H., LUST G.:* Chondrocyte matrix transplants for resurfacing extensive articular cartilage defects. *J. Orthop Res.* 1994; 12 p. 485–97.
- 10) *HOMMINGA G. N.:* Perichondrial arthroplasty of the knee, Thesis 1989 R. U. Limberg N. L.
- 11) *JEFFREY A. K.:* Articular cartilage and the orthopaedic surgeon. part 1: structure and function/*Current Orthopaedics* 1994, 8 p. 38–44.
- 12) *JEFFREY A. K.:* Articular cartilage and the orthopaedic surgeon. part 2: Degeneration, Injury and repair/*Current Orthopaedics* 1994, 9 p. 108–115.
- 13) *KIM H. K., KERR R. G., CRUZ T. F., SALTER R. B.:* Effects of continuous passive motion and immobilization on synovitis and cartilage degradation in antigen induced arthritis. *J. Rheumatol* 1995. 22 p. 1714–21.
- 14) *KNESE K. H.:* Stützgewebe und Skelettsystem, Springer Verlag Berlin 1979.
- 15) *KONRADSEN L., HANSEN E. M. et al:* Long distance running and osteoarthritis, *Am J. Sports Med.* 18, 4, 379–81.
- 16) *KOPPELE J. M. te, et al:* Arthrose en veroudering van gewrichtskraakbeem. In: *Arthrose bij ouderen.* Redactie: W. J. A. Goedhard en D. L. Knook. Bohn Stafleu Van Loghum Houten/Zaventem 1994.
- 17) *KUIPERS H.:* De betekenis van lichaamsbeweging bij het voorkomen van artrose. In *Arthrose bij ouderen.* Redactie: W. J. A. Goedhard en D. L. Knook. Bohn Stafleu Van Loghum Houten/Zaventem 1993.
- 18) *MARTINEZ-HERNANDEZ A.:* Repair, regeneration and fibrosis. In: Rubin, E. and J. L. Farber. *Pathology.* Chapter 3. 2nd edition Lippincott Comp. Philadelphia 1994.
- 19) *McCARTY, D. J.:* Arthritis and allied conditions. Lea & Febiger. Philadelphia 1979.
- 20) *McCARTY, D. J. et al:* The clinical use of continuous passive motion in Physical therapy. *JOSPT* 1992 15 p. 132–140.
- 21) *METSÄRANTA M. et al.:* Evidence for insufficient chondrocytic differentiation during repair of full-thickness defects of articular cartilage. *Matrix Biol.* 15: 39–47, 1996
- 22) *MORREE J. J.:* Dynamiek van het menselijk bindweefsel. 3<sup>e</sup> druk Bohn, Stafleu Van Loghum, Houten 1996.
- 23) *ROBINSON P. D.:* Articular cartilage of the temporomandibular joint: can it regenerate? *Ann R. Coll Surg. Engl.* 1993 (75) 4 p. 231–6.
- 24) *SALTER R. B.:* The physiologic basis of continuous passive motion for articular cartilage healing and regeneration. *Hand Clin.* 10: 211–9, 1994.
- 25) *SHAPIRO F., KOIDE S., GLIMCHER M. J.:* Cell origin and differentiation in the repair of full-thickness defects of articular cartilage. *J. Bone Joint Surg. (Am)* 1993, 75 p. 532–53.
- 26) *SPORTS-INDUCED INFLAMMATION:* Ed: W. B. Leadbetter, J. A. Buckhalter and S. L. Gordon. American academy of orthopaedic surgeons Park Ridge Illinois 1990.
- 27) *WAKITANI, S. et al:* Mesenchymal cell-based repair of large full thickness defects of articular cartilage. *J. Bone Joint Surgery* 1994, 76-a p. 579–590.
- 28) *WILLIAMS J. M., MORAN M., THONAR E. J., SALTER R. B.:* Continuous passive motion stimulates repair of rabbit knee articular cartilage after matrix proteoglycan loss. *Clin Orthop* 1994 p. 252–62.
- 29) *WINGERDEN B. A. M. VAN:* Bindegewebe und Rehabilitation. Scirpo Verlag Liechtenstein (in Druck 1997)
- 30) *WOLFF H.-D. (editor):* Manuelle Medizin und ihre wissenschaftliche Grundlagen. Verlag für phys. Medizin, Heidelberg 1970.