

## Knorpelersatz für Sportler aus dem Labor?

Im Gegensatz zu normalen Verschiebeschichten im Organismus, wie Sehnscheiden, müssen Gelenkflächen über ihre Gleitfähigkeit hinaus auch hochbelastbar, stoßdämpfend und elastisch sein. Der gesunde Knorpel absorbiert sehr effektiv als Stoßdämpfer die Energie, um den unterliegenden Knochen zu schonen. Die arkadenähnliche Struktur des Kollagenfasernetzes, vorwiegend aus feinfibrillärem Kollagen Typ II (90-95%) und dem Typ IX und XI, garantiert Elastizität und Druckfestigkeit. Die Typ II Kollagenfasern sind extrem stark und besitzen einen enormen Belastungswiderstand. Erst im Bereich von Knorpelläsionen wird grobfibrilläres Kollagen Typ I gebildet, wie es im Bindegewebe und im Knochen vorkommt. Durch eine homogene Zwischensubstanz aus Proteoglykanen, die ein hohes Wasserbindungsvermögen aufweisen, wird Gleitfähigkeit ermöglicht. Bei Schädigung der Kollagenfasern nehmen die Proteoglykane zuviel Wasser auf, was ja bei der Chondromalazie beobachtet wird. Produzenten der Proteoglykanzwischen-substanz sind die hochdifferenzierten Chondrozyten. Zusammen mit der Synovialflüssigkeit (Ultrafiltrat des Blutplasma und Hyaluronsäure) kann der gesunde Knorpel Reibungsverluste bei Bewegungen des Gelenkes verringern. Dieses System versorgt als Pumpsystem die Chondrozyten im gefäßfreien Knorpel. Dadurch wird verständlich, welche Bedeutung die Gelenkbewegung für die Ernährung des hyalinen Knorpels hat.

Ein Missverhältnis zwischen Belastung und Belastungsfähigkeit führt zu vorzeitigem Verschleiß des Knorpels. Weitere Faktoren sind traumatische Ursachen, metabolische Störungen, Fehlstellungen der Gelenkanteile und Übergewicht. Durch den oberflächlichen Knorpelschaden entstehen Schub- und Scherkräfte an den Rändern des Schadens und der Gelenkfläche.

Je genauer das mit verschiedenen Behandlungsmethoden erreichte Reparatursgewebe dem normalen Knorpel gleicht, desto wahrscheinlicher wird die Entwicklung der Arthrose verlangsamt. Lavage, Debridement, Shaving, Holmium: YAG-Laser Versiegelung sind symptomatische Therapieformen mit sehr kurzfristigem Erfolg, während subchondrale Bohrungen, Mikrofrakturierung, Abrasionsarthroplastiken ein faserknorpeliges Ersatzgewebe erreichen. Allerdings hält der Erfolg hier ebenfalls nur kurzfristig an, nach einzelnen Studien ist sogar mit einer Verschlechterung von bis zu 50% zu rechnen [1].

In den letzten Jahren sind nun Therapieformen des Knorpelersatzes [2] und Knorpelregeneration entwickelt worden [1]. Beste Resultate in über 150 Fällen und 4-jährigem Verlauf haben bei uns bisher die Transplantationen von autologen Knorpel-Knochenzylindern (OATS) in die Defektzonen der Gelenke gegeben. Diese Technik ist jedoch durch begrenzte Spendermöglichkeit aus weniger belasteten Gelenkarealen und auf traumatische, fokale Knorpelschäden limitiert. Sie ist jedoch grundsätzlich in allen Gelenken Schulter, Ellbogen, Hüfte, Femurkondylen, Tibia, Patella, Talus anwendbar [2]. Bei sehr großen Defekten in der Belastungszone kann auch der Auto-

loge Posteriore Condylen Transfer verwendet werden (PCT oder MEGA-OATS) [3].

Aus den eingangs erwähnten grundsätzlichen Überlegungen zur Funktion des gesunden Knorpelsystems muss das Reparatursgewebe dem normalen Knorpelgewebe gleichen. In diese Richtung zielt die

Transplantation von Rippenperichondrium oder Periost, in der Überlegung, dass sich die mesenchymale Stammzelle in hyalinen Knorpel umwandeln kann [Bruns et al.]. Körpereigene Chondrozyten, welche nach Entnahme in einem Labor gezüchtet werden und in Verbindung mit einem Periostlappen wieder eingesetzt werden, haben jedoch einen höheren Anteil an Hyalin-ähnlichem Reparatursknorpel erreichen können [Ergelet et al.]. Wir selbst sehen aufgrund unserer eigenen Erfahrungen seit 1995 die wesentlichen Vorteile dieser Technik darin, dass größere Areale an konkaven Gelenkflächen behandelt werden können, ohne Spenderareale benutzen zu müssen [1]. Verschiedene kontrollierte Studien weltweit bestätigen diese Ergebnisse. Zukunftsweisend ist der Einsatz des Tissue engineering und der Gentherapie in der Knorpelregeneration. Die Transplantation gezüchteter körpereigener Chondrozyten mit Wachstumsfaktoren auf Trägermaterialien (Kollagenfließ, Polylaktidgel) muss minimalinvasiv arthroskopisch möglich sein, um den hochdifferenzierten Knorpelsynovia-Komplex zu erhalten. Experimentelle Studien an Schafen und der erste klinische Einsatz sind vielversprechend.

Trotzdem ist die Euphorie dieser Methoden nicht gerechtfertigt. Langzeitresultate über 10 Jahre fehlen noch, wenn auch kurzfristige Ergebnisse bis zu 5 Jahren sehr vielversprechend und wesentlich besser sind, als die oben erwähnten, rein mechanischen, operativen Methoden. Zur Zeit werden diese Methoden der Knorpelregeneration nur bei jüngeren Patienten mit traumatischen Knorpelschäden angewandt. Zur Behandlung von Arthrosen, also degenerativen Knorpelschäden, ist die Methode nicht geeignet. Hier fehlen noch geeignete Therapieverfahren.

Gerade beim sportlich Aktiven muss die Prophylaxe auf die Vermeidung eines Knorpelschadens ausgerichtet werden, wie muskuläre Stabilität des Gelenks, Ersatz des rupturierten Kreuzbandes, Erhalt oder Transplantation der Menisken, Korrektur von Achsenfehlstellungen und Vermeidung von Übergewicht.

### Literatur:

1. Imhoff A.B., Burkart A.: Knorpelschaden - Knieinstabilität. Das instabile Knie und der Knorpelschaden des Sportlers. Steinkopff Verlag Darmstadt, 1998, 189 pp.
2. Imhoff A.B., Oettl G.M., Burkart A., Traub S.: Osteochondrale autologe Transplantation an verschiedenen Gelenken. Orthopäde 28 (1999) 33-44
3. Imhoff A.B., Burkart A., Oettl G.M.: Der posteriore Femurkondylentransfer - Erste Erfahrungen mit einer Salvageoperation. Orthopäde 28 (1999) 45-51



Univ.-Prof. Dr. Andreas Imhoff, Vorstand der Abteilung und Poliklinik für Sportorthopädie der TU München, Klinikum Rechts der Isar

Connollystrasse 32, 80809 München