

1 Einleitung

Statistisch nimmt sowohl die durchschnittliche Lebenserwartung als auch die Anzahl der übergewichtigen Personen zu und somit wird die Arthrose im Alter immer mehr dominieren. 10-12% aller Individuen leiden derzeit an Knorpelverletzungen (Sellards R et al., 2002). Der hohe Anspruch an eine schmerzfreie Gelenkfunktion, sowohl im höheren Lebensalter, als auch durch das gesteigerte Sport- und Freizeitverhalten ist ein wichtiger Faktor der heutigen Lebensqualität (Anders S et al., 2001). 100.000 sportbedingte Kreuzbandverletzungen und 300.000 Meniskusverletzungen pro Jahr in Deutschland führen zu Begleitverletzungen des Gelenkknorpels (Steinwachs M). Diese Zahlen lassen erkennen, in welchem Umfang Gelenkknorpeldefekte vorliegen, die Schmerzen und Kosten verursachen und auch zur Arbeits- oder Sportunfähigkeit führen (Erggelet C et al., 2000). 2002 belief sich die Summe der Leistungen für die Behandlung von Arthrosepatienten auf 7,2 Milliarden Euro (Gesundheitsbericht für Deutschland: Gesundheitsberichtserstattung des Bundes Hrsg. Statistisches Bundesamt 2006). Die Ursachen für die Gelenkknorpeldefekte sind, neben Sportverletzungen, der Verlust eines Meniskus oder der Bandstabilität, avaskuläre Nekrosen von Gelenkanteilen (z.B. Osteochondrosis dissecans), primäre degenerative Veränderungen, sekundäre degenerative Veränderungen durch genetischen oder posttraumatischen Achsenfehlstellungen und Instabilitäten sowie postarthritischen Veränderungen nach bakteriellen Gelenkentzündungen (Rudert M et al., 1998). Eine physiologische Gelenkfunktion ist ohne den Gelenkknorpel und die Synovia nicht möglich. Der hyaline Knorpel dient der Lastenverteilung mechanischer Kräfte, als Gleitfläche für eine reibungsarme Bewegung und setzt die mechanischen Druckbelastungen auf den subchondralen Knochen herab (Marlovits S et al., 2000). Es ist schon lange bekannt, dass rein chondrale Defekte nicht die Möglichkeit der Spontanheilung besitzen (Hunziker E et al., 1996). Verantwortlich für die mangelnde Regenerationsfähigkeit des hyalinen Knorpels (Werner A et al., 2003) sind seine Avaskularität, die Immobilität der Chondrozyten und die verminderte Proliferationsmöglichkeit adulter Chondrozyten im hyalinen Knorpel (Imhof A et al., 1999). Da der Knorpel nicht innerviert ist, werden Schmerzen erst wahrgenommen, wenn das Gelenk entzündet oder der subchondrale Knochen verletzt ist (Buckwalter J et al., 1998). Schließt die Verletzung des Gelenkknorpels die subchondrale Knochenlamelle ein, differenzieren sich die eingewanderten mesenchymalen Stammzellen unter mechanischer Belastung zu einem minderwertigen fibrokartilaginären Ersatzgewebe (Frenkel S et al., 1999;

Nehrer S, 2003). Das entstehende Regeneratgewebe ist von minderer Qualität, meist mechanisch wenig belastbar und führt langfristig abhängig vom Ausmaß und Lokalisation des Defektes zu einer Gelenksarthrose. Die chirurgischen Techniken zur Therapie von lokalisierten Defekten der Gelenkoberfläche versuchen durch die Integration biologischer Mechanismen, die mangelnde Regenerationsfähigkeit artikulären Knorpels zu überwinden (Marlovits S et al., 2000). Die Bedeutung dieser gesundheitlichen Beeinträchtigung in der Gesellschaft wird deutlich, wenn man bedenkt, dass bereits kleinere Knorpelläsionen, gleichgültig welcher Entstehung, in fast allen Fällen fortschreiten. Üblicherweise werden Knorpelerkrankungen und Knorpeldefekte erst spät diagnostiziert, so dass irreversible strukturelle Veränderungen im Gelenk stattgefunden haben (Hesse I et al., 1985). Durch die mangelhafte Heilungskapazität wird bei älteren Patienten im Spätstadium der Arthrose eine endoprothetische Versorgung durchgeführt, welche zu einer Verbesserung der Schmerzsymptomatik und Funktionsfähigkeit führt. Die Lebensdauer der Endoprothesen ist begrenzt und führt bei jungen und sportlich aktiven Individuen zu frühzeitiger Lockerung (Chandler H et al., 1981). Um einer Arthrose vorzubeugen, ist eine Therapie des Knorpeldefektes notwendig. Je nach Größe und Tiefe des Knorpelschadens und Kondition des Patienten (Alter, Gewicht) stehen eine Vielzahl von operativen Verfahren und Therapiekonzepten zur Verfügung. Rein symptomatische Therapieformen, knochenmarksstimulierende Techniken, aber auch Wiederherstellungsverfahren kommen zum Einsatz. Alle Therapiemethoden, die bei osteochondralen Schädigungen derzeit in der Praxis eingesetzt werden, zeigen nur mittelfristig gute Ergebnisse, so dass Folgeoperationen nach zehn bis fünfzehn Jahren zu erwarten sind. Die Ergebnisse zeichnen sich durch eine Verbesserung der Schmerzsymptomatik und Funktionsfähigkeit aus.

Die meisten Therapiemethoden lassen die Rekonstruktion des subchondralen Knochens unberücksichtigt, obwohl die Gesundheit des Gelenkknorpels von den mechanischen Eigenschaften des darunter liegenden subchondralen Knochens abhängt. Wichtig ist das Verständnis, dass es eine Beziehung zwischen einer Verschlechterung des Gelenkknorpels und der Veränderung des subchondralen Knochens gibt. Die aktuellen Auffassungen sind, dass Veränderungen in der Dichte und Architektur des darunter liegenden subchondralen Knochens einen tiefgründigen Effekt auf anfängliche und auch fortschreitende Knorpelverletzung haben (Abernethy P et al., 1978; Radin E et al., 1982; Radin E, 1983). Aus diesen Gründen ist der Zustand des subchondralen Knochens wichtig für die Knorpelheilung und somit auch für die Durchführung dieses Projektes.

Hypothese

Die Hypothese dieses Projektes ist, dass erstens eine ausreichende strukturelle Stabilität und zweitens eine mechanische Stabilität der subchondralen Auffüllung die Voraussetzung für eine schnelle und komplikationsarme Wiederherstellung der subchondralen Lamelle und damit des hyalinen Knorpels ist.

Zielsetzung

Das Ziel dieser Arbeit war, Aussagen über den Einfluss der mechanischen Rahmenbedingungen von osteochondralen Implantaten auf die Rekonstruktion des subchondralen Knochens und des Knorpels zu machen. Die Variation der Versorgung osteochondraler Defekte soll den Zusammenhang zwischen den unterschiedlichen Steifigkeiten der Implantate und den Heilungsergebnissen immunhistochemisch, histologisch und histomorphometrisch widerspiegeln.