

Vom Handwerk zur Roboterchirurgie? Orthopädie und Y2K

Einleitung

Die orthopädische Chirurgie erlebte in den letzten 30 Jahren rasante Veränderungen. Was vor wenigen Jahren noch ein Pioniereingriff war, z.B. der (Hüft)gelenkersatz bei Arthrose, ist heute zu einer Operation geworden, welche die Ärzte in Ausbildung bereits sehr früh unter Anleitung selbständig durchführen dürfen. Arthroplastiken sind heute bezüglich Indikation, Ablauf des Eingriffs und postoperativer Phase standardisiert. Mehrere hunderttausend Arthroplastiken werden weltweit durchgeführt. Nicht nur in der «ersten» Welt. Der Siegeszug der Arthroplastik hat in den 60er Jahren mit der Einführung des Knochenzements (Polymethylmethacrylat, «Plexiglas») zur Fixation der Prothesenteile und mit der Verwendung des Polyäthylens als Gelenks-Gleitpaarung begonnen. Nun scheinen aber gerade diese zwei Aspekte die Langzeiterfolge zu kompromittieren. Intensiv wird an der Verbesserung der tribologischen (Gleit)eigenschaften der Gelenkpaarungen gearbeitet, z.B. mit Metall-Metall- und Keramik-Keramik-Verbindungen. Gerade weil die Arthroplastiken häufig durchgeführt werden und standardisiert sind, bieten sie sich auch für Planspiele von Gesundheitspolitikern und Krankenkassenmanagern an: Patienten, Angehörige, Ärzte und Kostenträger dürfen in der Regel bei diesen Eingriffen klare, messbare Erfolge erwarten. Modellrechnungen der Kostenträger erlauben die Aufstellung von Fallpauschalen. Rationie-

rungsdiskussionen (wer ist zu alt, wer ist zu jung für einen solchen Eingriff) lassen sich mehr oder weniger offen führen. Verlangt wird, dass die Ergebnisse zuverlässig und gut sind. Die orthopädische Chirurgie ist bezüglich Arthroplastiken nicht mehr in einer Pionierrolle. Kann (soll) hier nicht der Computer oder der Roboter wichtige Aufgaben bei der Planung und Durchführung des Eingriffs übernehmen? Kann damit nicht die Präzision des Eingriffs und damit die Qualität der operativen Versorgung entscheidend verbessert werden? Eine Pionierrolle kommt der Orthopädie und der Unfallchirurgie nun in anderen Betätigungsfeldern zu: Lassen sich osteoarthrotische Entwicklungen (und damit Arthroplastiken) nicht mit geeigneten, knorpel- und meniskuserhaltenden Eingriffen vermeiden? Was ist die Rolle moderner mikrobiologischer Methoden und Gentechnologien? Das sogenannte «tissue engineering» als neuer Zauberbegriff. Ob diese Methoden sinnvoll, besser und kostengünstiger sind und damit den (neuen) Ansprüchen an die orthopädische Chirurgie und Kostenträger genügen, können nur gut gemachte Langzeitstudien zeigen. Ein solches Beispiel ist das Schwedische Hüftprothesenregister. Langzeitstudien und Register kosten jedoch Geld. Geld, das niemand zu haben scheint.

Korrespondenz:

PD Dr. Niklaus F. Friederich

Chefarzt

Klinik für Orthopädische Chirurgie

und Traumatologie des Bewegungsapparates

Kantonsspital

CH-4101 Bruderholz/BL

e-mail: Niklaus-F.Friederich@unibas.ch

Tribologie

In den 60er Jahren gestaltete sich die Suche nach der idealen Gleitpaarung beim operativen Gelenkersatz nicht einfach. Die Gebrüder Judet in Paris versuchten es mit Acrylharzen. Erfolglos. John Charnley experimentierte in England mit dem damals neuen Teflon®. Trotz hervorragenden Werten im Labor ergaben sich katastrophale Folgen für die Patienten. Der Teflonabrieb führte im Körper zu grossen Abszessen. Erst mit der Einführung des Polyäthylens und des Knochenzements erzielte er den Durchbruch. Polyäthylen wird bei Gleitpaarungen jedoch abgenutzt, und es unterliegt auch einem Alterungsprozess. Die kleinen Abriebpartikel können im Körper zu Abwehrreaktionen und osteolytischen Prozessen führen und damit eine aseptische Lockerung begünstigen. Schon in den Pionierzeiten waren sogenannte Metall-Metall-Kombinationen auf dem Markt zu finden: die Prothese von McKee-Farrar. Wegen wahrscheinlich fertigungstechnisch bedingten Intoleranzen war deren durchschnittliche Überlebenszeit jedoch gering. Aber in einigen Patienten «überlebten» diese Kombinationen doch über 30 Jahre, ohne dass nennenswerter Abrieb oder Lockerungen festgestellt wurden. Naheliegend war deshalb der Versuch, mit modernen Herstellungsverfahren und genaueren Toleranzen das Konzept wiederaufleben zu lassen. Insbesondere die Firma Sulzer Medica in Winterthur hat sich diesem Weg angenommen und hat nun seit zehn Jahren eine

Produktreihe mit Metall-Metall-Verbindung auf dem Markt. Es wird aber auch an anderen, fertigungstechnisch einfacher zu handhabenden Verbindungen gearbeitet: Die sogenannte Keramik-Keramik-Verbindung mit noch einmal besseren Abriebwerten erfreut sich zunehmender Verbreitung. Der ungebremsste Optimismus aus der Pionierzeit hat jedoch einer nüchternen Einschätzung Platz zu machen. «Neu» oder «im Labor erprobt» hat in der orthopädischen Chirurgie nicht immer geheissen, dass der Patient wirklich profitierte. Siehe dazu das Beispiel Teflon®. Bei den Gleitpaarungen sind trotz eindrücklicher Labortests die Bücher bezüglich der besten Kombinationen noch nicht geschlossen [1]. So wie das Gesamtverhalten eines Automobils nicht nur vom verwendeten Reifentyp allein abhängt, wird das Langzeitverhalten eines künstlichen Gelenks nicht von der verwendeten Gleitpaarung allein bestimmt. In diesem Zusammenhang ist es interessant zu sehen, dass gerade die Firma Sulzer Medica nun mit einem neuen, noch besseren Polyäthylen auf den Markt kommen wird, dessen Abriebverhalten demjenigen von Keramik-Keramik-Verbindungen sehr nahe kommt (Durasul®): Also doch Polyäthylen, nur in bezüglich Abrieb deutlich verbesserter Ausführung? Um die Patienten gut beraten zu können, benötigen wir jedoch Zahlen. Vorzugsweise von guten Langzeitstudien (s. unten).

Fallpauschalen/Rationierungsdiskussionen

Wer kann, darf, soll noch von orthopädischen Eingriffen profitieren dürfen? Was darf es denn kosten? Nicht von ungefähr wird vor allem bei orthopädischen Operationen die Einführung von Fallpauschalen sehr gern diskutiert. John Charnleys bahnbrechende Erfolge waren ja nur möglich, weil er den operativen Gelenkersatz zu einem streng standardisierten Eingriff gemacht hatte. Es liegt auf der Hand, nun aus der Menge der landesweit/weltweit durchgeführten Eingriffe und deren unmittelbare Kostenfolgen einen Preis pro Fall zu errechnen. Dies ist ja in vielen Ländern auch schon eingeführt worden. Anpassungen waren jedoch notwendig: Die Überalterung der Bevölkerung steigt an und damit auch deren Komorbidität. Diese muss in Betracht gezogen werden. Damit werden die Eingriffe trotz standardisiertem Ablauf in der

prä- und perioperativen Phase nun doch nicht einfach zu planende und zu berechnende «Standardeingriffe». Dazu gesellt sich auch die Diskussion der Einschränkung im Angebot. Sollen Altersgrenzen gelten (wie in Grossbritannien)? Die meiner Ansicht nach in der Öffentlichkeit zu führende Diskussion wird sich vor allem an diesen sogenannten Standardeingriffen entfachen: Es handelt sich in aller Regel um planbare Wahl- eingriffe, und es sind ältere Patienten betroffen. Die Diskussion darf nicht nur von uns Orthopäden geführt werden, und die Verantwortung für Entscheide, die für die betroffenen Patienten sehr unangenehm sein können, darf auch nicht den Ärzten allein überlassen werden. Wir nehmen in aller Regel immer Partei für den unter Schmerzen leidenden Patienten!

Der Einsatz von Computern und Robotern in der orthopädischen Chirurgie

Nur auf den ersten Blick paradoxerweise kommt gerade in die Rationierungsdiskussion auch der Einsatz der teuren Chirurgieroboter zur Sprache. In Deutschland sind bereits über 50 Operationsroboter für den Gelenkersatz im Einsatz. Weil damit ein bereits sehr standardisierter Eingriff noch besser, noch planbarer, noch «Fallpauschalen-günstiger» durchgeführt werden kann? Es können grundsätzlich folgende zwei Konzepte verfolgt werden: computerunterstützte Navigationsgeräte und robotergestützte Operationsverfahren.

Computergestützte Navigationsgeräte: Der Einsatz leistungsfähiger Computer im Operationssaal ist keine Illusion mehr. In vielfältiger Weise können heute dem Chirurgen Zielgeräte zur Verfügung gestellt werden, die einzelne Operationsschritte vereinfachen, deren Präzision erhöhen oder die Operation mit kleineren Hautinzisionen durchführbar machen. So sind Geräte, welche die Platzierung von Pedikelschrauben in der Wirbelsäulenchirurgie planen helfen, bereits kommerziell erhältlich. Dies gilt

auch für die genaue Platzierung von Hüftgelenkspfannen, die Planung von komplexen Osteotomien im Hüftbereich bei Dysplasien oder die Anlegung von Bohrlöchern bei Kreuzbandoperationen. Die Schweizer Industrie macht hier an vorderster Front mit (Medivision, Stratec-Synthes, Oberdorf/BL).

Roboterchirurgie: Vor allem in Deutschland sind in den letzten Jahren mehrere vollautomatisierte Arbeitsstationen für die Hüftgelenkschirurgie eingerichtet worden. Wegen des Arguments, dass die Einsetzung der Prothesenkomponenten um ein Vielfaches genauer erfolge als von Hand, werden im Moment auch lange Lernkurven und deutlich längere Operationszeiten, grössere Blutverluste (noch) in Kauf genommen. Ob die erhöhte Präzision beim Einsetzen des Femurschafts durch den Roboter wirklich zu einem besseren klinischen Verlauf führt und damit auch die deutlich höheren Kosten für den Eingriff rechtfertigt, muss noch bewiesen werden.

«Tissue engineering» für Knorpel und Menisci

Äusserst vielversprechende Entwicklungen lassen sich im Gebiet des sogenannten «tissue engineering» verzeichnen. Die Behandlung von Knorpelschäden hat einen grossen Aufschwung genommen. Jahrzehntlang sah sich der Orthopäde bei der Behandlung von (posttraumatischen) Knorpelschäden gezwungen, palliative Massnahmen zu ergreifen: Anfrischen, Aufbohren, Entfernung von Knorpellappen oder «Versiegeln» mittels Laser. Die Möglichkeit, Knorpelzellen im Labor ex vivo zum Wachsen zu stimulieren und so des Patienten eigenes Knorpelgewebe nach einer gewissen Zeit (in der Regel nach drei Wochen) zur Defektdeckung wieder einsetzen zu können, weckte natürlich ungeheure Erwartungen, nicht nur bei der Börse und den Kapitalgebern. Die sogenannte autologe Chondrozyten-Transplantation wird bereits als die Lösung zur Behandlung von Knorpelschäden angesehen, auch wenn Langzeitresultate und prospektive, randomisierte Vergleichstudien noch fehlen [2]. Die Behandlung ist neu und noch äusserst kostspielig: Die Züchtung von autologen Knorpelzellen kostet pro Patient zwischen 5000.– und 10 000.– Franken. Verständlich, dass vor allem der Kostenträger Hemmungen hat, für Verfahren, die nur eventuell die arthrotische Entwicklung bremsen können, pro Pa-

tienten ein- bis zweimal so viel zu bezahlen als was eine Gelenkprothese kosten würde. In den letzten Jahren sind vielerorts kleine Firmen entstanden, die Knorpelzell-Züchtungen auch zu tieferen Kosten anbieten. Die Entwicklung der Aktienkurse solcher High-Tech-Firmen ist verlockend. Noch kann man auf einen potentiell lukrativen Zug aufspringen. Unkritisch wird denn leider auch häufig vor allem in der Laienpresse und in entsprechenden Gesundheitssendungen in Radio und TV vergessen, dass die Behandlung eines Knorpelschadens per se noch keine Arthrosebehandlung ist [3]! Waren noch vor wenigen Jahren die kompletten Meniskusentfernungen die Standardtherapie von Meniskussschäden am Knie, so hat sich dies mit der Einführung der Arthroskopie deutlich geändert. Die «Knorpelchirurgie» hat die offene Chirurgie weitgehend abgelöst. Immer mehr kommen auch Verfahren zum Zug, die den Meniskus ganz oder teilweise erhalten lassen: arthroskopische Teilresektionen, Meniskusnähte mit neuen, meist aus Polylaktiden und Polyglykoliden angefertigten (und damit selbst auflösbaren) Zähen, Pfeilen und Ankern. Menisken werden aber nicht nur genäht, sondern zunehmend auch ersetzt. Sei es mit aus Gewebekbanken erhältlichen Spendermenisken oder mit kollagenen Ersatzmenisken,

die im Labor für diesen Zweck aus chemisch denaturierten Rindersehnen hergestellt werden. Noch fehlen Langzeitstudien. Vor übertrieben grossen Erwartungen muss auch hier

trotz unkritisch positiver Presseberichte (auch in Gesundheitssendungen) gewarnt werden. Ein vorsichtiger Optimismus darf aber geäussert werden [6].

Langzeitstudien/Prothesenregister/Nachkontrollen

Die oben erwähnten Fortschritte in der Frakturbehandlung und dem prothetischen Gelenkersatz sind nur möglich gewesen, weil die Patienten minutiös über lange Zeit nachkontrolliert wurden. Diese Langzeitverläufe sind das wichtigste Element zur Erfolgsbeurteilung von orthopädischen Eingriffen [4]. Nachkontrollen kosten jedoch Geld. Bei den heute veränderten gesundheitspolitischen Randbedingungen will (in der Schweiz) niemand mehr für diese Kosten aufkommen. Man habe zuzuwarten, bis sich der Patient, die Patientin bei Problemen meldet. Diese Politik verunmöglicht

eine sorgfältige Dokumentation von Langzeitverläufen. So wie wir alle unsere Autos einmal in die Garage zum Check-up bringen und nicht einfach so lange zuwarten, bis ein Defekt auftritt, so sollten auch Nachkontrollen zum «Verkauf» gehören. Ansonsten reduziert sich des Orthopäden Tätigkeit auf die Operation allein, und ich fürchte um mögliche Fortschritte im Fachgebiet. Die bahnbrechenden Erfolge von John Charnley und seinen Mitstreitern aus der Pionierzeit waren nur deshalb möglich, weil sie ihre Patienten mit viel zeitlichem Aufwand *selber* nachkontrollierten [5].

Literatur

- 1 Amis AA. Is polyethylene still the best prosthetic bearing surface? [editorial]. J Bone Joint Surg 1996;78:345–8.
- 2 Brittberg M, Lindahl A, Nilsson A, et al. Treatment of deep cartilage defects in the knee with autologous chondrocyte transplantation. N Engl J Med 1994;331:889–95.
- 3 Friederich NF. Autologe Knorpeltransplantation? Zukunft der Arthrosetherapie? [editorial]. PRAXIS 1998;87:399–402.
- 4 Malchau H, Herberts P. Prognosis of total hip replacement. Results of the Swedish Hip Study. AAOS Annual Meeting, New Orleans, 1998 (Scientific Exhibit).
- 5 Müller ME. Lessons of 30 years of total hip arthroplasty. Clin Orthop 1992;274:12–21.
- 6 Stone KR, Steadman JR, Rodkey WG, Li S-T. Regeneration of meniscal cartilage with use of a collagen scaffold. Analysis of preliminary data. J Bone Joint Surg 1997;79:1770–7.