

1 Einleitung

Am 13. Januar 2000 wurde in Genf, dem Hauptsitz der WHO, die so genannte „bone and joint decade“ ausgerufen. Erkrankungen des Muskel- und Skelettsystems wurden als Hauptursache von Arbeitsunfähigkeit und Invalidität identifiziert und die damit einhergehende gesellschaftliche Relevanz artikuliert. Den größten Anteil daran haben degenerative Erkrankungen der großen Gelenke, von denen allein in den USA 49 Millionen Menschen ($\approx 25\%$ der erwachsenen Bevölkerung) betroffen sind. Als Folge dessen wird sich ein beträchtlicher Teil dieser Menschen einer endoprothetischen Gelenkersatzoperation unterziehen.

Themistokles Gluck legte mit dem ersten künstlichen Gelenkersatz 1890 den Grundstein der Endoprothetik (Abb. 1A). Die Implantate waren aus Elfenbein und wurden mittels Kolophonium und Gips im Knochen verankert. Mangels Asepsis und aufgrund der schlechten Indikationen – in den meisten Fällen bestand eine Gelenktuberkulose – waren die Ergebnisse ernüchternd, so dass das Prinzip des künstlichen Gelenkersatzes in Misskredit geriet. Erst 70 Jahre später, nach Einführung der Asepsis, verhalf Sir John Charnley mit der „low-friction arthroplasty“ dem endoprothetischen Gelenkersatz zum Durchbruch (Abb. 1B). Seitdem kam es zu einer stürmischen Entwicklung der Operationstechniken und Implantate, welche bis heute andauert.



Abb. 1 Themistokles Gluck (A), der Begründer der Endoprothetik und Sir John Charnley (B), der sie zur bislang erfolgreichsten operativen Therapie weiterentwickelte.

Während in technischen Bereichen die Entwicklung ungebremst mit exponentieller Wachstumskurve fortschreitet ("Moore's Law" Abb. 2), scheinen sich die Ergebnisse des Prozesses Endoprothetik einer deutlich unter dem Optimum liegenden Asymptote (Abb. 3) zu nähern. Dies spiegelt die Tatsache wider, dass in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle der endoprothetische Gelenkersatz ein Krankheitsbild therapiert, welches hinsichtlich seiner Genese bislang unverstanden ist.

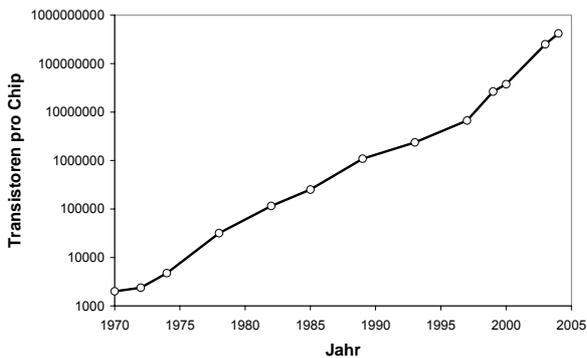


Abb. 2 Das Moore'sche Gesetz wurde Ende der 70er Jahre von Gordon Moore, einem Gründungsmitglied von Intel, formuliert und postuliert die exponentielle Zunahme der Komplexität elektronischer Schaltkreise, welche sich bis heute bestätigt.

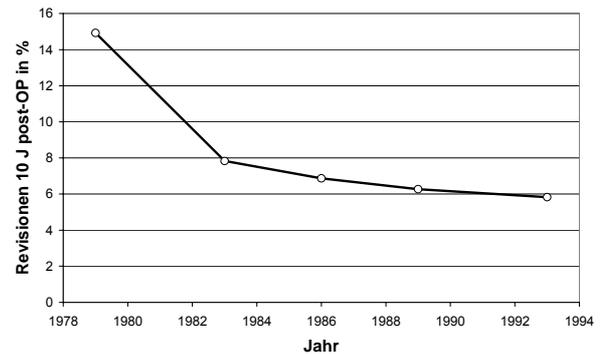


Abb. 3 Die Evolution des Prozesses Endoprothetik zeigt sich im Schwedischen Hüftendoprothesenregister: die Revisionsrate nähert sich asymptotisch einer Untergrenze

Definitionsgemäß ist unklar, welche Faktoren zum Untergang des Gelenkknorpels bei der primären Arthrose führen. Es kann postuliert werden, dass eben diese Faktoren auch das Ergebnis eines eingebrachten Kunstgelenkes beeinflussen, so dass sich erst mit zunehmendem Verständnis der Genese, bislang als "primär" bezeichneten Arthrosen, die Ergebnisse des endoprothetischen Gelenkersatzes dem Optimum nähern werden.

Fakt ist, dass 2004 in Deutschland 250.000 Hüft- und Knieendoprothesen implantiert und 25.000 septisch oder aseptisch gewechselt wurden (BQS). Das entspricht einer Zunahme von 40 % gegenüber den Zahlen des Jahres 2003. Mit einer weiteren Steigerung in den kommenden Jahren wird aufgrund der fortschreitenden Alterung der Bevölkerung gerechnet. 80 Prozent der Arthrosepatienten sind zur Zeit älter als 40 Jahre, 2050 wird voraussichtlich jeder Dritte unter Gelenkproblemen leiden. Der Bedarf an künstlichem Hüft- und Kniegelenkersatz wird sich in den nächsten 50 Jahren verdoppeln (79). Allein für die Ersatzoperationen des Hüftgelenks werden in Deutschland jährlich 1,25 Milliarden Euro ausgegeben.

Obwohl der endoprothetische Gelenkersatz zu den erfolgreichsten operativen Eingriffen der modernen Medizin zählt, sind weitere Verbesserungen sowohl in der Primär- als auch insbesondere in der Revisionsendoprothetik möglich und nötig. Schon die geringfügige Senkung der Komplikationsrate, die Verkürzung der Liegedauer oder die Verlängerung der Implantatstandzeit haben aufgrund der großen Fallzahlen einen relevanten volkswirtschaftlichen Effekt.

Trotz der stetigen Optimierung von Operationstechnik, Implantatdesign und perioperativem Management steigt die Zahl der Revisionen im Vergleich zu den Primärimplantationen überproportional an. Kamen 2003 noch 11 primäre Hüftendoprothesenimplantationen auf eine Revision, so hat sich das Verhältnis 2004 auf 8 Primäroperationen pro Wechseleingriff deutlich verschoben (10).

Dieser Trend ist unter anderem Folge einer Verbreiterung der Altersverteilungskurve der Patienten bei Primärimplantation einer Hüftendoprothese (Abb. 4) im Sinne einer zunehmenden Versorgung besonders alter (>80 Jahre) und junger (<60 Jahre) Patienten.

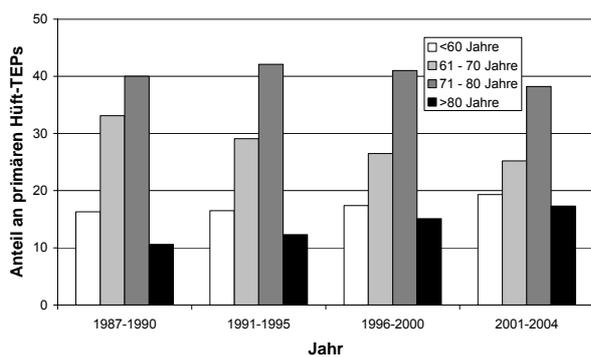


Abb. 4 Altersverteilung bei der Primärimplantation von Hüftendoprothesen (Norwegisches Endoprothesenregister)

Für die Knieendoprothetik wird ein ähnlicher Trend beobachtet. Das Schwedische Endoprothesenregister dokumentiert das Durchschnittsalter des Patientenkollektivs im Verlauf der letzten Jahrzehnte. Das Patientenalter bei Primärimplantation einer Knieendoprothese nahm seit Ende der 70er Jahre zu (Durchschnittsalter 65 Jahre) und erreichte Anfang der 90er Jahre mit 72 Jahren ein Maximum. Dieser Trend lässt sich mit einer abnehmenden perioperativen Operationsmorbidity und entsprechenden Erweiterung der Operationsindikation bei alten Patienten erklären. Seit Mitte der 90er Jahre sinkt das Durchschnittsalter bei Primärimplantation stetig als Folge einer Indikationserweiterung zugunsten immer jüngerer Patienten.

Die Erweiterung der Indikation zum endoprothetischen Gelenkersatz hin zu besonders jungen und alten Patienten spiegelt die zunehmende persönliche, aber auch die gesellschaftliche Forderung nach altersunabhängiger Lebensqualität und Leistung wider.

Dies erklärt anteilig den Fakt, dass trotz stetiger Optimierung des Prozesses Endoprothetik über die letzten Jahrzehnte die Zufriedenheit der Patienten, z.B. nach Knieendoprothese, nicht gesteigert werden konnte (81). Dieser für den Patienten determinierende Parameter einer erfolgreichen Operation wird neben den objektiv erfassbaren Größen wie Implantatstanddauer, Komplikationsrate oder Morbidität die neuen Anforderungen an den Prozess Endoprothetik definieren.

Da die Standdauer einer Endoprothese von der Aktivität und damit vom Alter des Patienten abhängt, wird die Revisionsrate in naher Zukunft weiter zunehmen (Abb. 5).

Diese Entwicklungen definieren die kommenden Herausforderungen der Endoprothetik. Einerseits muss dem steigenden funktionellen Anspruch der jungen, oft noch erwerbstätigen Patienten entsprochen werden. Aktuelle Entwicklungen wie deep flex Knieimplantate, der Oberflächenersatz an der Hüfte und minimalinvasive Implantationstechniken sollen dem Rechnung tragen.

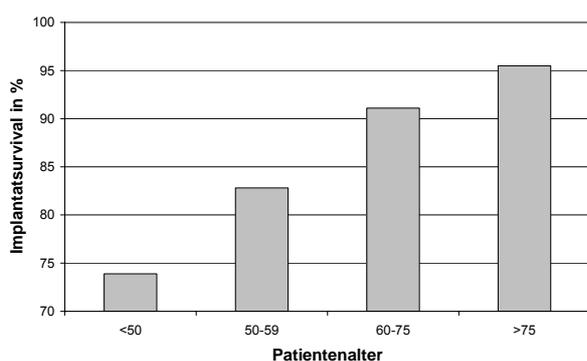


Abb. 5 Implantatstanddauer nach Hüftgelenkersatz in Abhängigkeit des Patientenalters (Schwedisches Endoprothesenregister (81))

Um die Revisionsrate trotz zunehmender Aktivität der Patienten zu senken, sind Verbesserungen auf Seiten der Physik, der Biomechanik und der Biologie erforderlich. Optimierte Materialeigenschaften und Implantatdesigns könnten den Abrieb pro Belastungszyklus minimieren. Eine biomechanisch begründete präoperative Planung und die präzise intraoperative Umsetzung der Planung mit Hilfe der Navigation könnten zu einer geringeren Implantatbelastung führen. Die Optimierung der perioperativen Pharmakotherapie könnte die knöcherne Integration zementfreier Implantate verbessern, die zunehmend bei alten Patienten mit entsprechend reduzierter Knochenqualität eingesetzt werden (Dänisches Endoprothesenregister).

Die größte Herausforderung stellt zweifellos die Verbesserung des Knochen- und Weichteildefektmanagements in der Revisionssituation dar. Die im Vergleich zur Primärimplantation deutlich reduzierte Standdauer einer Revisionsprothese zeigt das hier vorhandene Verbesserungspotential auf (Abb. 6).

Der Defektsituation angepasste Revisionsimplantate, die die Wiederherstellung einer funktionell günstigen Biomechanik erlauben, könnten sowohl die Funktion als auch die Standdauer nach Wechseloperation verbessern. Eine ursächliche Therapie von Muskeldefekten könnte mit zellbasierten regenerativen Techniken gelingen.

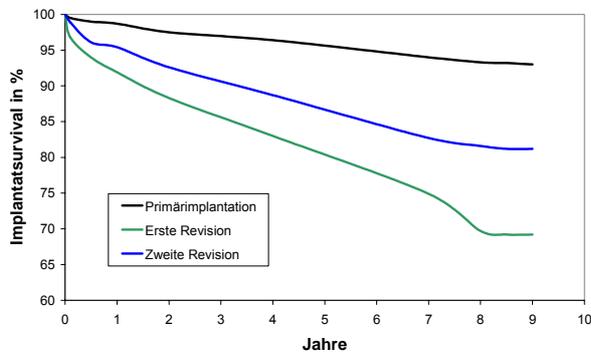


Abb. 6 Kaplan-Meier Überlebenskurven von primär implantierten und ein- bzw. zweimal gewechselten Hüftendoprothesen (Dänisches Endoprothesenregister)

Revolutionäre Verbesserungen sind nach über 50-jähriger Evolution des Gelenkersatzes unwahrscheinlich geworden. Ziel muss daher die Optimierung des Prozesses Endoprothetik auf unterschiedlichen Ebenen zur Verbesserung des Gesamtergebnisses unter Berücksichtigung der demographischen Entwicklung des Patientengutes sein:

- Prävention
- Operation
- perioperatives Management

Ziel der vorliegenden Habilitationsschrift ist es daher, Strategien auf unterschiedlichen Ebenen des Prozesses Endoprothetik zur Begegnung der steigenden Herausforderungen an den Gelenkersatz wissenschaftlich zu untersuchen.