

Aktueller Stand der Knieprothetik- patientenspezifische Planung und neue Operationstechnik



Dr. Matthias Schmied
Orthopädie und Traumatologie des
Bewegungsapparates,
Arthroseclinik und Sportpermanence,
Klinik Bethanien, Zürich

Wann ist das Knie reif für die Prothese?

Die Symptome der degenerativen Gelenks-Erkrankungen sind sehr variabel. Fortgeschrittene Arthrosen im Röntgenbild bei beinahe asymptomatischen Patienten sind keine Seltenheit. Im Gegensatz dazu stehen invalidisierende Schmerzen, die den Erkrankten aus dem Alltag reißen und ans Bett fesseln.

Die initiale Behandlung der Gonarthrose beinhaltet in den meisten Fällen konservative Ansätze. Oft haben eine physikalische Therapie in Kombination mit antiphlogistischen Massnahmen Erfolg. Die Beschwerden zeigen ein gutes Ansprechen auf intraartikuläre Injektionen und der Patient ist, insbesondere nach erster Konfrontation mit der Diagnose, über konservative Massnahmen glücklich. Kommt es jedoch trotz dieser Behandlung zu einer Zunahme der Beschwerden, stellt sich die Frage nach operativen Möglichkeiten.

Die Kniearthroskopie ist für beginnende Arthrosen eine sinnvolle, minimalinvasive Behandlungsmöglichkeit. Partielle Resektionen von degenerativ zerschlissenen Menisken oder Knorpelglättungen können durchaus einen positiven Effekt haben. Sind die pathologischen Veränderungen jedoch fortgeschritten, so ist der Gelenkersatz zu diskutieren. Insbesondere Gelenksdeformationen mit Veränderung der Beinachse in Richtung Valgus oder Varus sollten Anlass geben, die Knieprothese

als Therapieoption zu erwägen und die Beurteilung durch einen Orthopäden ist in diesen Fällen sinnvoll.

Entwicklung und neue Operationstechnik

Die Knieprothetik befindet sich mit jährlich steigenden Zahlen auf dem Vormarsch. Es gibt entsprechend dem weltweit zunehmenden Bedarf eine immense Vielfalt an verschiedenen Knieprothesen. Die Grundlage einiger dieser Modelle ist das Nachempfinden des physiologischen Bewegungsablaufs eines gesunden Knies. Dieses Pivotieren um den medialen Gelenksanteil bei der Flexions- und Extensionsbewegung soll dem Patienten ein möglichst natürliches Gefühl des operierten Knies vermitteln.

Immer häufiger wird die Implantation von Knieprothesen nach einer individuellen, knochenbasierten Planung mittels Computer- oder Magnetresonanztomographie durchgeführt. In vielen Fällen erweisen sich die patientenspezifischen Schnittblöcke als sinnvolle und zeitsparende Technik. Bei pathologischen Varus- oder Valgus-Beinachsen kann es jedoch zu Problemen kommen, da die ligamentäre Situation des Kniegelenkes in der Planung nicht erfasst wird. Die daraus resultierende Instabilität kann zum Teil mit einem Weichteilrelease kompensiert werden. Bei höher gradigen Deformitäten kann neu die Position der Femurkomponente kontrolliert angepasst werden, um eine balancierte Knieprothese zu erhalten. Eine entsprechende Anpassung der Beinachse und/oder Femur-Rotation findet sinnvoller Weise statt, bevor

die Knochenschnitte am Femur durchgeführt werden, um eine Proximalisierung der Joint Line zu verhindern.

Eine solche Technik wird nachfolgend dargestellt. Die Korrektur der Positionierung der Femurkomponente kann dabei zuverlässig vor der femoralen Knochenresektion erfolgen.

Beinachse und Weichteilbalancing

Seit Mitte des 19. Jahrhunderts wurden Versuche unternommen, Arthrosen operativ zu sanieren. Mit Themistokles Gluck zeichnete sich Ende des 19. Jahrhunderts der Beginn des Gelenkersatzes im Bereich des Knies ab. Seit diesem Zeitpunkt gibt es eine andauernde Weiterentwicklung und Optimierung der Implantate und der Operationstechnik, die zum heutigen Stand der Prothetik geführt haben. Während man viele Neuerungen wieder verwerfen musste, haben einige Prinzipien Bestand gehabt. Dazu gehören die ligamentäre Balancierung der Knieprothese^{1,2} und das adäquate Alignment der Beinachse³.

Verschiedenste Arbeiten haben gezeigt, dass eine neutrale Beinachse eine der wichtigen Voraussetzungen für das Funktionieren und für eine lange Lebensdauer der Knieprothesen darstellt^{4,5,6}. Allerdings ist die neutrale und physiologische Beinachse ein individueller Wert, der in gewissen Grenzen schwankt⁶. Gesunde Individuen mit vorbestehenden hypovalgischen oder sogar leicht varischen Alignements profitieren nicht unbedingt von einer Knieprothese, die in einer standardisierten Valgus-Position implantiert wird.

Das Ligament Balancing zielt auf eine ausgewogene medio-laterale Stabilität der implantierten Knieprothese in Flexion und Extension ab. Präoperativ bestehende Instabilitäten können dabei in einem ersten Schritt mittels Weichteilrelease angegangen werden. Oft kann so eine symmetrische Bandspannung unter Erhalt einer neutralen Beinachse erreicht werden. Bei ausgeprägten Deformitäten in Richtung Valgus oder Varus reicht ein Release für eine vollständige Balancierung nicht immer aus. In diesen Fällen ist eine leichte Adaptation der Femurkomponenten-Position sinnvoll. Allerdings sollte diese Korrektur möglichst vor den femoralen Schnittführungen durchgeführt werden, um eine Proximalisierung der Joint Line zu verhindern.

Der neue patientenspezifische «Simulations-Korrektur-Schnittblock» imitiert die geplante Position der definitiven femoralen Komponente. So können die Beinachse und die Bandspannung in Flexion und Extension nach dem Tibiaschnitt bereits kontrolliert werden und mit der nachfolgend dargestellten Technik nötigenfalls korrigiert werden.

Knieprothesen mit physiologischer Kinematik

Themistocles Gluck ging um 1860 noch von einem Scharniermechanismus bei Kniegelenken aus. Erst in den 1960er Jahren wurde diese Meinung revidiert. Anatomische Studien des Kniegelenks und insbesondere der Kreuzbänder führten zur Theorie der viergliedrigen Gelenksverbindung. Mit J-förmigen Femurkomponenten wurde versucht, die physiologische Rückrollbewegung nachzubilden. CT- und fluoroskopische Studien^{7,8} zeigten schliesslich, dass sich der mediale Kniegelenksanteil eher wie ein Kugelgelenk verhält, während lateral eine a.p. Translation stattfindet. Das Kniegelenk pivottiert bei der Flexions-Extensionsbewegung um eine Achse durch den medialen Gelenksanteil⁹. Weitere Kadaverstudien zeigten auch, dass der Abstand der ständigen Flexionsachse des Femurs und der distalen und posterioren Kondylenachse annähernd gleich sind (Bild 1). Das hier vorgestellte Kniesystem baut auf diesen Prinzipien auf (ADVANCE Medial-Pivot Kniesystem, Microport). Die femorale Komponente hat im Bereich von 90° Flexion bis zur vollständigen Extension einen konstanten sagittalen Radius. Um das physiologische Pivottieren des Kniegelenkes bei einem «Fix-bearing» System (fixiertes Inlay) zu ermöglichen, hat das Inlay medial eine zur Femurkomponente ultrakongruente Form (Ball-in-Socket) mit einem robusten anterioren Rand. Lateral erlaubt die flachere Form des Inlays eine bogenförmige Translation von 15 Grad (Bild 2). Im Weiteren bleibt das Femur medial wie bei einer «posterior-stabilized» Knieprothese beim Flektieren in derselben antero-posterioren Position stehen. Die medial ultra-kongruente Formgebung vermittelt ein Stabilitätsgefühl über den gesamten Bewegungsablauf. Auch entfällt das Risiko eines «Spin-Out» dank dem fixierten Inlay. Durch das Nachvollziehen dieses Formprinzips kann die physiologische Kinematik eines gesunden Kniegelenkes nachgeahmt werden.

Individuelle Prothesenplanung und Weichteil-balancing – eine neue OP Technik

Mit stetiger Forschung und Weiterentwicklung im Bereich der Prothetik suchen wir auch bei den Knieprothesen nach zunehmend optimaleren Lösungen für unsere Patienten. Seit einiger Zeit steht uns die individuelle Planung der Knieprothe-

sen zur Verfügung. Mittels Computertomographie oder Magnetresonanztomographie kann die Beinachse erfasst und das zu operierende Knie 3-dimensional rekonstruiert werden. Auf diesen Modellen aufbauend werden neu individuelle Simulations-Schnittblöcke generiert. Diese Guides können dann in der Operation mit guter Passform auf Femur und Tibia aufgesetzt und festgepinnt werden. Eine solche Schnittblock-Positionierung ist zeitsparend und ermöglicht eine exakte, der Planung entsprechende Schnittführung.

Tatsache ist jedoch, dass die ligamentäre Situation des zu operierenden Knies bei diesen Planungen nicht berücksichtigt werden kann. Auch das Magnetresonanztomographie mit guter Darstellung der Weichteile, zeigt nur eine Momentaufnahme des Kniegelenkes und kann eine allfällige Instabilität nicht erfassen. Die intraoperative Balancierung der Bandspannung durch ein adäquates Release der Weichteile und Bandstrukturen ist deshalb ein unverzichtbarer Bestandteil jeder Operation. Durch das Release wird versucht eine ausgewogene Stabilität im gesamten Bewegungsausmass des Kniegelenkes herzustellen. Oftmals ist dieses Vorgehen ausreichend. Es bleiben jedoch gewisse Fälle mit höhergradigen Deformitäten und/oder Instabilitäten, in denen es so nicht gelingt, eine ausgewogene Stabilität zu erreichen. Hier kann nun zusätzlich die Position der Femurkomponente angepasst werden. Die Joint Line sollte dabei nach Möglichkeit unverändert bleiben. Um dem gerecht zu werden, muss die Korrektur der Position der Femurkomponente vor Durchführung des distalen Femurschnittes erfolgen. Die hier verwendeten Blöcke (Prophecy, Pre-Operative Navigation Guides, Microport, Bild 3) sind so geformt, dass die Femurkomponente in Extension und Flexion in der präoperativ geplanten Position imitiert werden. Entsprechend kann nach Durchführung des Tibiaschnittes die Stabilität der geplanten Knieprothese mittels der Guides geprüft werden (Bild 4 und 5). Zeigen sich dabei Instabilitäten, erfolgt primär eine Korrektur durch einen Weichteil-Release. Reicht dies nicht aus, so kann nun die Position der femoralen Komponente bezüglich Varus-Valgus und Innen-Außenrotation in 1-Grad-Schritten verändert und korrigiert werden. Dies geschieht durch Einlegen von Wedges in den Spalt zwischen den festgepinnten, femoralen Guide und Tibia (Bild 6). Das Knie wird wahlweise zuerst in Streckung oder 90 Grad Beugung gebracht und der Extensionsblock respektive Flexionsblock ein-

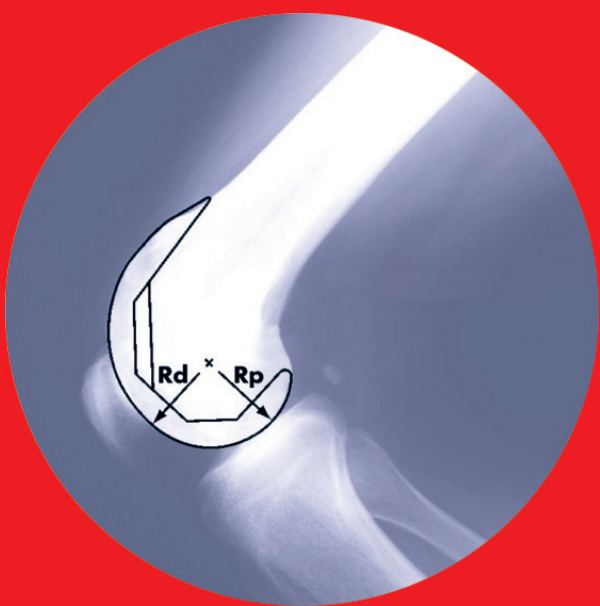


Bild 1: Rd: Radius distal, Rp: Radius posterior



Bild 2: Advance Medial-Pivot, (Wright Medical Technology, Inc.)

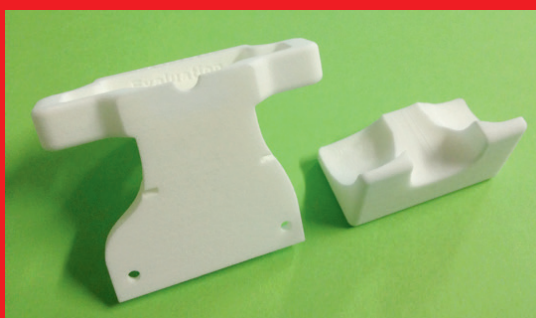


Bild 3: Individueller Schnittblock (Prophecy, Wright Medical Technology, Inc.), Flexion balancing Guide

gesetzt. Die Wedges haben ein Korrekturpotential von 1 bis 4 Grad in Richtung Valgus oder Varus und Aussen- oder Innenrotation. Sie können einzeln eingeschoben werden, bis die gewünschte, stabile Beinachse und Rotationsposition erreicht ist (Bild 4 und 5). Die Messung des Flexion-Gap kann mit Patella in situ erfolgen. In dieser Phase können auch die Ausmasse des Beuge- und Streckspaltes erfasst und verglichen werden. Sind diese nicht symmetrisch, kann die Positionierung oder Grösse der Femurkomponente vor der ersten femoralen Resektion entsprechend angepasst werden. Danach erfolgt die entsprechende Reorientierung der Schnittblöcke analog zur vorher durchgeführten Simulation und schliesslich die Durchführung der Femurschnitte.

Wie weit die ossäre Situation zugunsten des ligamentären Balancing angepasst wird liegt im Ermessen des Operators. Der Vorteil liegt jedoch sicher darin, dass jegliche Option bezüglich Valgus/Varus, Innen- und Aussenrotation, a.p.-Position sowie Inlaydicke vor der Präparation des Femurs simuliert werden kann.

Ein Schritt nach vorne?

Seit 1998 findet die Advance Medial Pivot Knieprothese (Microport) Anwendung und zeigt erfreuliche Mittel- bis Langzeitergebnisse^{10,11}. Sie zeichnet sich als ein System aus, das die physiologische Kinematik eines gesunden Knies nachempfunden und so einem gewohnten Bewegungsmuster der Weichteile entspricht. Die Entwicklung von Implantaten mit möglichst genauer Imitierung von Bewegungsabläufen in gesunden Gelenken erfordert gründliche, anatomische Studien¹²⁻¹⁵, scheint jedoch ein sinnvoller Entwicklungsschritt zu sein.

Die Kombination von patientenspezifischen Schnittblöcken und Weichteilbalancierung vereint eine gut umzusetzende Operationstechnik mit einer Philosophie, die sich über eine lange Entwicklungszeit gehalten und bewährt hat. **rh**



Die Literaturhinweise zu diesem Artikel finden Sie unter:

www.rheuma-schweiz.ch/fachzeitschrift

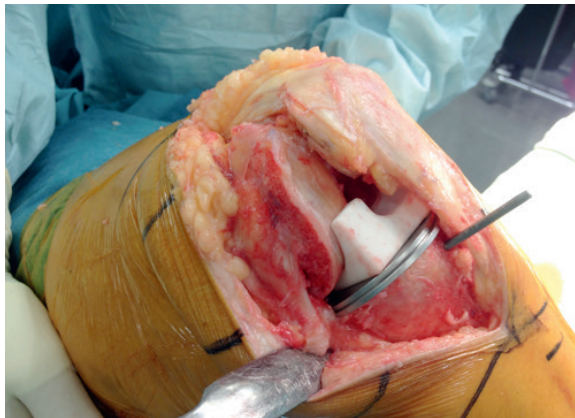


Bild 4: Flexion-Gap Analyse

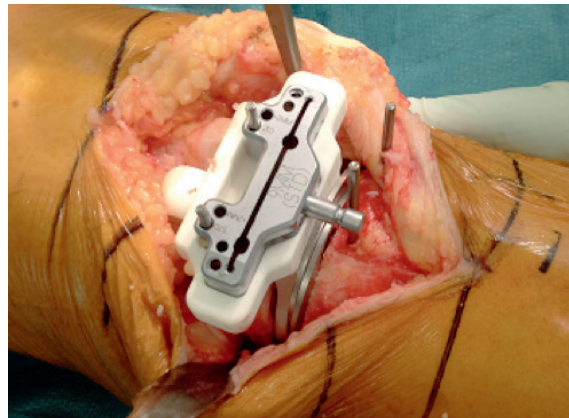


Bild 5: Extension-Gap Analyse

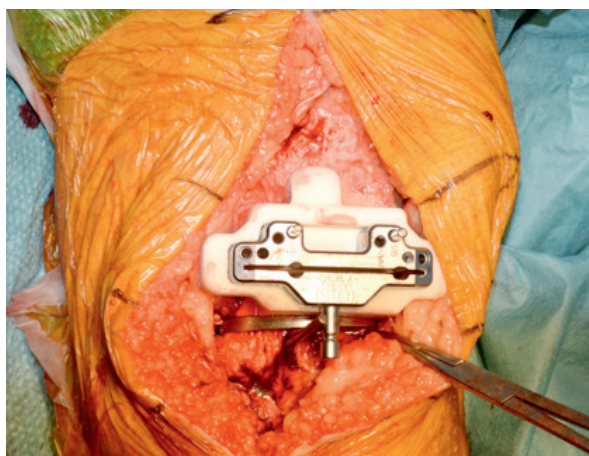


Bild 6: Korrektur Wedge in Extension und Flexion

