



# Das Patientenspezifische MyKnee<sup>®</sup>-Instrumentarium

## Hintergründe, Technik und Ergebnisse

**Eine korrekte dreidimensionale Komponentenpositionierung und die Wiederherstellung der neutralen mechanischen Beinachse sind vorrangige intraoperative Ziele in der Knieendoprothetik. Patientenspezifische Instrumente sind eine relativ neue Methode, um diese Ziele zu erreichen. Für den erfolgreichen Einsatz der Instrumente im klinischen Alltag müssen grundlegende Regeln der Implantationstechnik beachtet werden. Im Folgenden werden die Hintergründe, unsere Operationstechnik sowie Ergebnisse der Implantation von Knieendoprothesen mit Hilfe des CT-basierten MyKnee<sup>®</sup>-Instrumentariums dargestellt.**

### Hintergrund

Die exakte Komponentenplatzierung mit dem Ziel der genauen Rekonstruktion einer neutralen mechanischen Beinachse nimmt einen hohen Stellenwert im Rahmen der Implantation von Knieendoprothesen ein. Studien konnten in der Vergangenheit bereits die Bedeutung der Wiederherstellung einer neutralen Beinachse zeigen, wobei eine Abweichung von mehr als 3° in der Frontalebene mit frühzeitiger Lockerung und Polyethylenabrieb vergesellschaftet war [8, 11, 20]. Grobe Abweichungen von einer neutralen Beinachse und Fehlpositionierung der Prothesenkomponenten sind außerdem negative Prädiktoren für nicht zufriedenstellende klinische Ergebnisse [3, 15]. Obwohl der Einfluss einer neutralen Beinachse auf Prothesenstandzeiten

und Klinik immer wieder intensiv diskutiert wird, existiert derzeit kein besserer Parameter als Ziel für die Prothesenimplantation [4, 18].

» Jeder Planungsvorschlag muss durch den Operateur evaluiert und gegebenenfalls adaptiert werden

Trotz korrekter Operationstechnik, Verbesserungen und Vereinfachungen manueller Instrumentarien sind Abweichungen von einer korrekten Prothesenposition bzw. der gewünschten Beinachse keine Seltenheit. Eine noch relativ neue Methode, um die Genauigkeit der Implantation im Rahmen von Knieendoprothesen-Operationen zu erhöhen, ist die Verwendung von patientenspezifischen Instrumenten (PSI). Dabei werden Daten der präoperativen Computertomographie (CT) oder Magnetresonanztomographie (MRT) für die präoperative Planung und Anfertigung von patientenspezifischen Schnittblöcken herangezogen. Diese dienen dem Operateur als individuell an den Patienten angepasste, intraoperative Referenz.

Die potenziellen Vorteile dieser Methode, wie eine reduzierte Operationszeit und erhöhte Implantationsgenauigkeit, müssen dabei gegenüber den Nachteilen eines erhöhten logistischen Aufwandes und höherer Kosten abgewogen werden. Demnach besteht großes Interesse hinsichtlich der praktischen Relevanz sowie der Verlässlichkeit dieser Systeme.

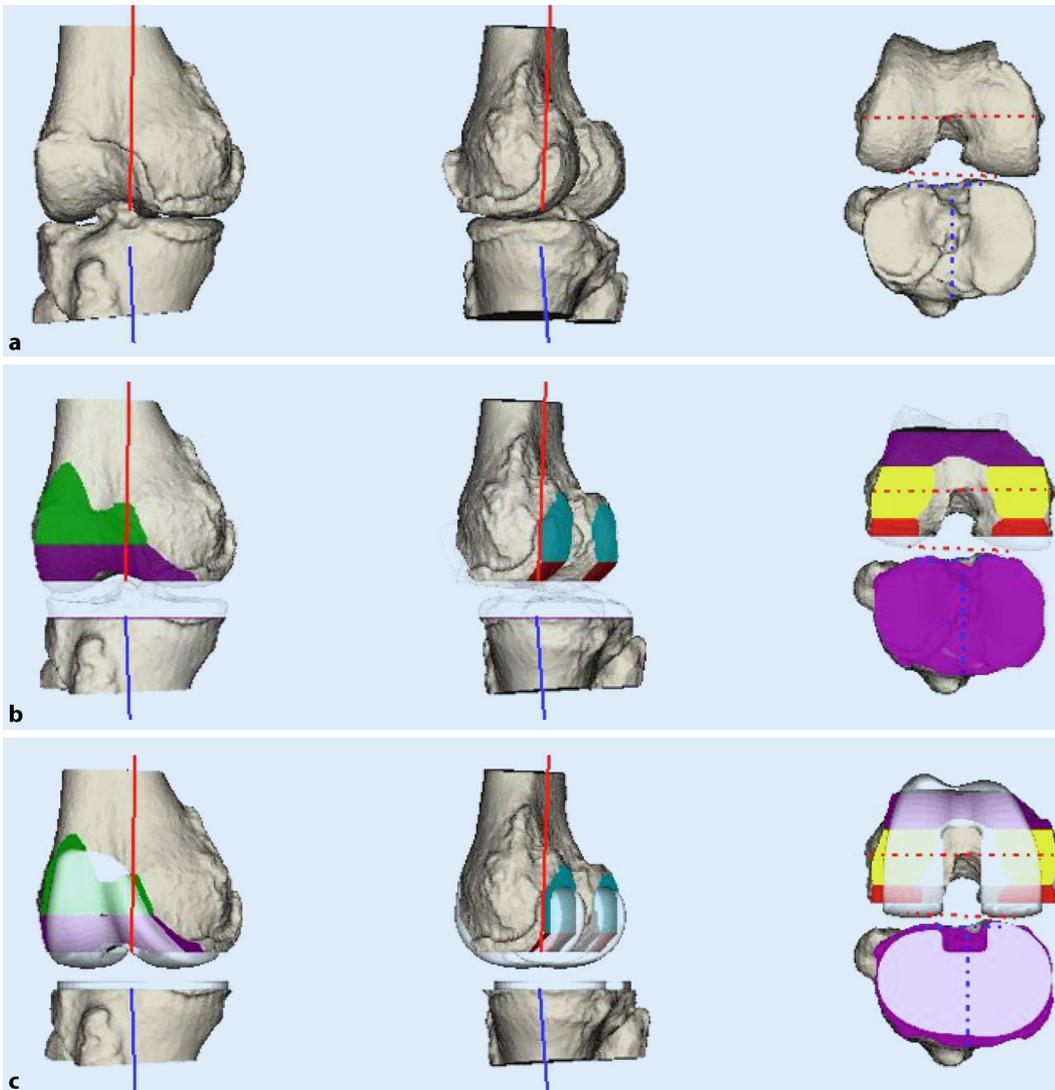
In der Literatur findet sich derzeit jedoch kein eindeutiger Konsens bezüglich erreichbarer Genauigkeit und Reproduzierbarkeit mit zur Zeit verfügbaren patientenspezifischen Instrumentarien. Inkonsistente radiologische Ergebnisse finden sich quasi mit allen am Markt befindlichen Systemen [9, 23, 24]. Trotz einer stetig größer werdenden Anzahl an Publikationen bezüglich der radiologischen Ergebnisse von verschiedensten PSI-Systemen, existieren bisher nur sehr wenige klinische Daten [1, 19, 23, 27].

### Technik

Das MyKnee<sup>®</sup>-System ist ein patientenspezifisches Instrumentarium für das GMK<sup>®</sup>-Knieendoprothesensystem (Medacta International S.A., Castel San Pie-

#### Abkürzungen

|       |  |
|-------|--|
| CPM   | Continuous Passive Motion                                      |
| CT    | Computertomographie  |
| FCR   | Femoral Component Rotation                                     |
| FFC   | Frontal Femoral Component Position                             |
| FTC   | Frontal Tibial Component Position                              |
| HKA   | Hip-Knee-Ankle Angle   |
| KSS   | Knee-Society-Score   |
| LFC   | Lateral Femoral Component Position                             |
| LTC   | Lateral Tibial Component Position                              |
| MRT   | Magnetresonanztomographie                                      |
| OKS   | Oxford Knee Score  |
| PSI   | Patientenspezifische Instrumente                               |
| WOMAC | Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index |



**Abb. 1** ◀ Die virtuelle MyKnee® Planung erlaubt die präoperative Evaluation knöcherner Strukturen (a), der geplanten Resektionen (b) und der Komponentenposition (c)

tro, Switzerland). Patientenspezifische Schnittblöcke mit integrierter Schnittlehre dienen intraoperativ zur exakten Knochenresektion, Positionierung der Prothesenkomponenten und Erreichung der angestrebten Beinachsenkorrektur.

### Vorbereitung und Planung

Nach Indikationsstellung zur endoprothetischen Versorgung des Kniegelenks durch den orthopädischen Chirurgen, Aufklärung und Einverständnis des Patienten wird zur dreidimensionalen Planung eine CT-Untersuchung nach dem MyKnee®-Protokoll angefertigt. Dabei werden die Aufnahmen mit einer Mindestschichtdicke von 0,6 mm am Kniegelenk und 2 mm an Hüft- und

Sprunggelenk angefertigt. Die Bilddaten werden zur Erstellung eines virtuellen dreidimensionalen Modells des Kniegelenks und Rekonstruktion der Beinachse auf die Website der Firma Medacta hochgeladen. Basierend auf den vom Operateur vorgegebenen Präferenzen bezüglich geplanter Knochenresektionen und Prothesenpositionierung wird nun durch den Ingenieur ein MyKnee®-Planungsvorschlag inklusive Prothesengröße erstellt. Unsere Vorgaben beinhalten dabei eine neutrale mechanische Beinachse, eine physiologische Gelenkspalthöhe, einen tibialen Slope zwischen 0° und 6° (abhängig von der präoperativen Anatomie), einen Sitz der Femurkomponente im Schaftverlauf mit Flexion zwischen 0° und 4°, sodass anteriores Notching ver-

mieden wird, und eine femorale Rotation parallel zur transepikondylären Achse. Der präsentierte Vorschlag wird durch den Chirurgen geprüft, nötigenfalls adaptiert und anschließend freigegeben. Anhand dieser Planung werden ein Knochenmodell von Femur und Tibia sowie die patientenspezifischen Schnittlehren angefertigt (▣ Abb. 1).

### Operationstechnik

Die Operation erfolgt unter Allgemeinnarkose oder Spinalanästhesie und perioperativer antibiotischer Prophylaxe. Zur peri- und postoperativen Schmerztherapie werden Nervenblockaden (N. ischiadicus, N. saphenus) durchgeführt. Zur Minimierung des Blutverlustes werden

W. Anderl · L. Pauzenberger · E. Schwameis

## Das Patientenspezifische MyKnee®-Instrumentarium. Hintergründe, Technik und Ergebnisse

### Zusammenfassung

**Hintergrund.** Eine optimale dreidimensionale Komponentenpositionierung und Wiederherstellung der mechanischen Beinachse sind vorrangige Ziele in der Knieendoprothetik. Die Verwendung von patientenspezifischen Instrumenten (PSI) ist eine neue Methode, um die Genauigkeit der Implantation von Knieendoprothesen zu verbessern. Bisherige Studien zeigten allerdings inkonsistente Ergebnisse hinsichtlich der Zuverlässigkeit verfügbarer PSI-Systeme.

**Ziel.** Das Ziel des vorliegenden Artikels ist die Erläuterung der Rationale für die Verwendung von PSI für die Implantation von Knieendoprothesen, eine genaue Beschreibung der Operationstechnik sowie die Präsentation unserer Ergebnisse mit dem MyKnee®-System.

**Methode.** Der für die Verwendung von PSI in der Knieendoprothetik notwendige Workflow wird im Detail dargestellt. Abschließend werden klinische und radiologische Ergebnisse im Vergleich mit der konventionellen Technik präsentiert.

**Ergebnisse.** Im Vergleich zur konventionellen Technik konnte durch die Verwendung des MyKnee®-Systems die Genauigkeit signifikant erhöht und die Anzahl der Ausreißer hinsichtlich Beinachse und dreidimensionaler Komponentenplatzierung signifikant reduziert werden. Die kurz- bis mittelfristigen klinischen Ergebnisse zwischen den beiden Gruppen waren vergleichbar. Ein deutlich besseres klinisches Outcome zeigte sich jedoch in der Subgruppe jener Patienten, welche sich innerhalb  $\pm 3^\circ$  von einer neutralen

mechanischen Beinachse befanden im Vergleich mit Beinachsenausreißern.

**Schlussfolgerung.** Das MyKnee®-System stellt eine zuverlässige Methode zur Verbesserung der dreidimensionalen Genauigkeit bei der Implantation von Knieendoprothesen dar. Nichtsdestotrotz bleiben die Erfahrung des Operateurs sowie eine adäquate Operationstechnik weiterhin entscheidende Faktoren in der Knieendoprothetik.

### Schlüsselwörter

Gonarthrose · Knieendoprothese · Patientenspezifische Instrumente (PSI) · Prothesendesign · Beinachsen-Fehlstellung

## The MyKnee® patient-specific system. Rationale, Technique and Results

### Abstract

**Background.** Adequate three-dimensional component positioning and restoration of overall limb alignment are primary goals in total knee arthroplasty. Patient-specific instrumentation (PSI) is a potential way to improve accuracy of knee reconstruction surgery. However, currently available literature regarding the reliability of PSI shows inconsistent results for limb alignment restoration and component positioning.

**Objectives.** The purpose of this article is to illustrate the rationale for using PSI in total knee arthroplasty, to demonstrate the surgical technique, and to present our outcome with the MyKnee® system.

**Methods.** We illustrate in detail the logistics and workflow involved in PSI for total knee arthroplasty. Finally, we present clinical and radiological results of patients undergoing knee arthroplasty using the MyKnee® system compared to a conventional instrumentation group.

**Results.** PSI significantly improved accuracy and reduced the number of outliers regarding neutral mechanical alignment restoration as well as three-dimensional component positioning compared to conventional instrumentation. The early clinical outcome was comparable between the two instrumentation groups. However, clinical outcome in the subgroup of patients within  $\pm 3^\circ$  from neutral

mechanical limb alignment was superior to limb alignment outliers.

**Conclusion.** The MyKnee® PSI system presents a reliable way to improve the accuracy of mechanical limb alignment restoration and three-dimensional component positioning in total knee arthroplasty. Nonetheless, an adequate surgical technique remains the crucial factor for successful total knee reconstruction.

### Keywords

Osteoarthritis · Total knee arthroplasty · Patient-specific instrumentation (PSI) · Prosthesis design · Bone malalignment

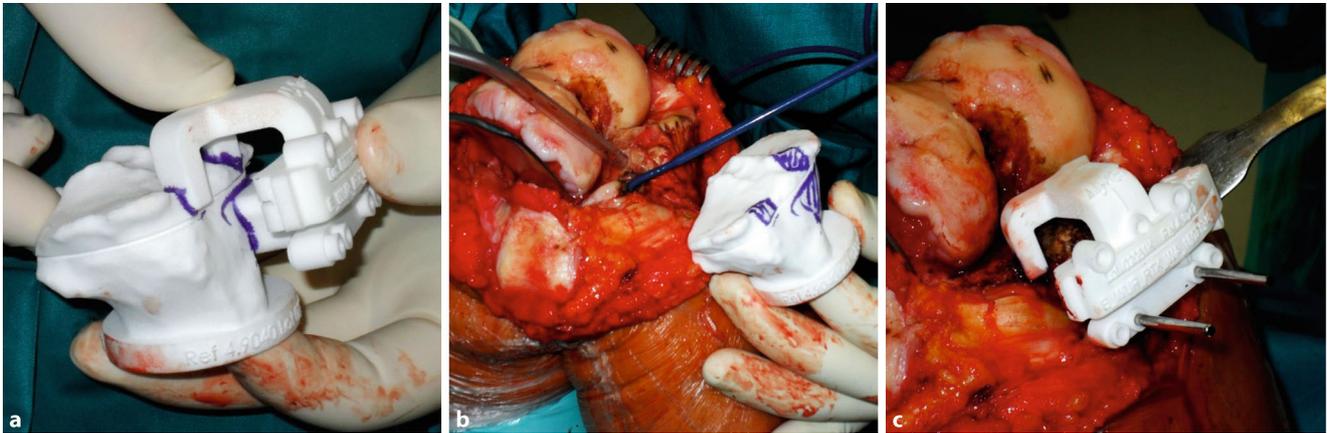
routinemäßig je 1000 mg Tranexamsäure vor Hautschnitt bzw. bei Hautnaht intravenös verabreicht. Der chirurgische Zugang erfolgt standardmäßig über eine mediane Hautinzision sowie eine parapattelläre Kapsulotomie. Dabei bevorzugen wir bei Varusgonarthrosen einen medial-parapatellären, bei Valgusgonarthrosen einen lateral-parapatellären Zugang.

Nach entsprechender Exposition des Kniegelenks werden schließlich die Kontaktstellen der Schnittblöcke am Knochen akribisch mit dem Elektroauter

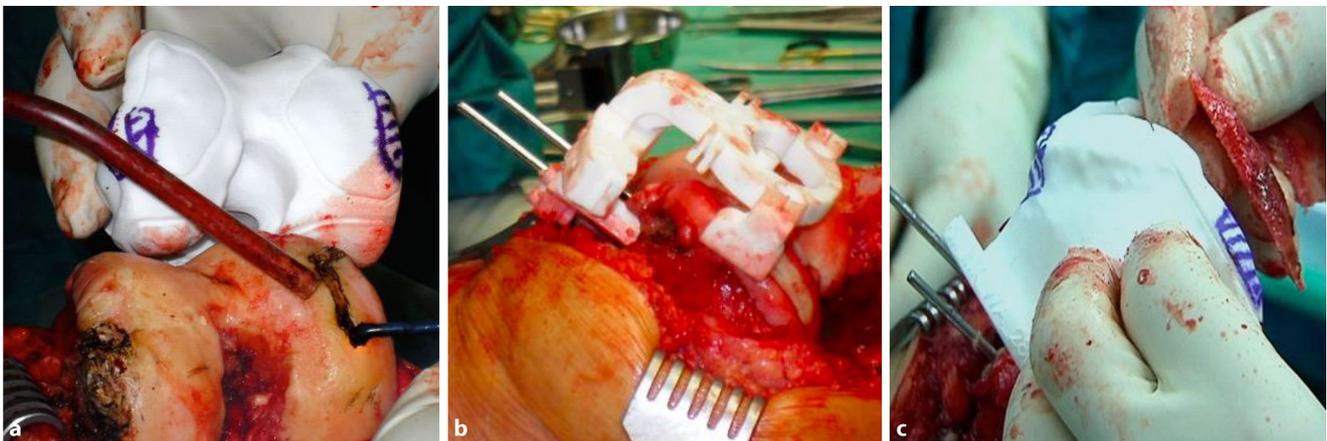
von Knorpelresten befreit. Da mit dem MyKnee®-System ein CT-basiertes und somit knochenreferenziertes Verfahren Verwendung findet, ist diesem Schritt spezielle Aufmerksamkeit zu widmen. Abhängig von der Dicke der restlichen Knorpelschicht kann es ansonsten zu einem Genauigkeitsverlust von bis zu einigen Millimetern und in der Folge einer Achsabweichung von mehreren Graden kommen. Erst wenn ein eindeutiger knöcherner Sitz erreicht wurde, die Schnittblöcke gut am Knochen auflie-

gen und keine Restbeweglichkeit mehr festzustellen ist, sollte die Operation fortgeführt werden.

In der Tibia-First-Technik wird zunächst der tibiale Schnittblock mit Knochenpins an der anterioren Tibia fixiert, die Resektionshöhe mit Sichel und im Vergleich zum 3D-Knochenmodell kontrolliert sowie die tibiale Achsausrichtung anhand eines extramedullären Guides überprüft. Anschließend kann die tibiale Resektion durch die im Schnittblock integrierte Schnittlehre erfolgen (Abb. 2).



**Abb. 2** ▲ Auffinden der knöchernen Auflageflächen am Modell (a), Freipräparieren der Kontaktstellen an der Tibia (b) und Fixation des tibialen Schnittblockes am Knochen (c)



**Abb. 3** ▲ Präparation der femoralen Auflageflächen des Schnittblockes (a) und Fixation des femoralen Schnittblockes am Knochen (b). Nach Durchführung der Schnitte zeigt sich ein der Planung entsprechendes Resektat (c)

In gleicher Weise werden nun die femoralen Schnittblockkontaktstellen von Knorpel befreit und die Schnittlehre am Femur mit Knochenpins fixiert (▣ Abb. 3). Nach vorheriger Überprüfung und Durchführung der distalen femoralen Knochenresektion wird der Streckspalt mit einem Spacer geprüft. Sollte eine weitere Resektion notwendig erscheinen, kann jederzeit auf das konventionelle Instrumentarium gewechselt werden. Danach wird das patientenspezifische Instrumentarium durch den 4-in-1 Schnittblock zur Anfertigung der anterioren und posterioren Resektionen sowie der Schrägschnitte am distalen Femur über die bereits platzierten Knochenpins ersetzt. Beugespalt und Femurrotation werden mit dem Beugespaltspacer überprüft, wobei die

Positionierung des Schnittblockes gegebenenfalls noch korrigiert werden kann.

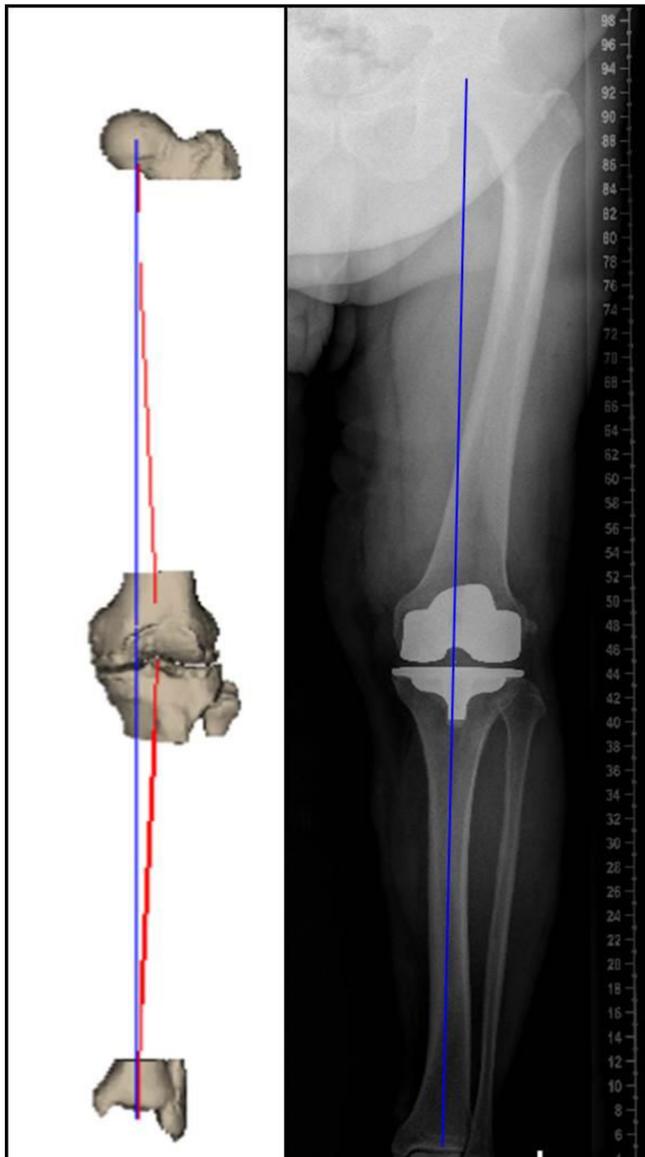
» An kritischen Punkten während der OP sollte vor knöcherner Resektion, diese stets kontrolliert werden

Zusätzlich kommen zur Erreichung einer optimalen Bandbilanzierung in Streck- und Beugespalt die gewohnten Weichteilreleasetechniken zu Anwendung. Speziell bei der von uns verwendeten Rotationsplattform ist eine optimale Bandspannung in Beugung und Streckung sowie ein ausgewogener Streck- und Beugespalt für ein gutes klinisches Ergebnis unab-

dingbar und findet in unserem Setting besondere Beachtung.

Es erfolgt nun die abschließende Prüfung des Ergebnisses unter Einbringung der Probeimplantate. Der Lauf der Patella wird im vollen Bewegungsumfang beurteilt, gegebenenfalls durch Weichteilreleasetechniken verbessert. Die Patellarrückfläche wird entsprechend dem intraoperativen Befund entweder belassen oder – falls notwendig – ersetzt. Die Implantation der Komponenten erfolgt schließlich unter aktivierter Blutsperre in gewohnter Weise zementiert oder zementfrei. Abschließend folgt die Einlage eines intraartikulären Drains.

Die postoperative Nachbehandlung erfolgt mittels CPM-Bewegungsschiene und Physiotherapie ab dem ersten postoperativen Tag. Die Mobilisierung des



**Abb. 4** ◀ Adäquate Wiederherstellung der angestrebten neutralen mechanischen Beinachse

Patienten erfolgt mit zwei Unterarmstützkrücken für insgesamt 6 Wochen unter Teilbelastung des operierten Beines. Dabei werden die Katheter der Nervenblockaden für die ersten beiden postoperativen Tage belassen, um dem Patienten eine schmerzarme frühzeitige Steigerung des Bewegungsumfanges zu ermöglichen.

## Ergebnisse

### Klinische Erfahrungen

Seit 2007 wird an unserer Abteilung das GMK®-Knieprothesensystem (Medacta International S.A., Castel San Pietro,

Switzerland) verwendet, wobei seit 2010 insgesamt 1388 primäre Knieendoprothesen mit Hilfe des patientenspezifischen MyKnee®-Instrumentariums implantiert wurden. Im Rahmen einer prospektiven Studie [2] wurden jeweils 150 Kniegelenke mit konventionellen bzw. patientenspezifischen Instrumenten operiert und bezüglich radiologischen sowie klinischen Ergebnissen nachuntersucht.

Nach einem mittleren Nachuntersuchungszeitraum von  $28,6 \pm 5,2$  Monaten waren Daten von 222 Knieendoprothesenimplantationen verfügbar, wobei sich sämtliche festgehaltene klinische Parameter von prä- zu postoperativ in beiden Gruppen erwartungsgemäß signifi-

kant verbesserten. Im Rahmen dieses frühen Follow-Ups zeigten sich bisher keine signifikanten klinischen Unterschiede zwischen den Instrumentarien-Gruppen (KSS *knee*:  $92,7 \pm 10,7$  vs.  $92,2 \pm 11,8$ ; KSS *function*:  $80,9 \pm 20,4$  vs.  $86,8 \pm 16,3$ ; WOMAC:  $85,7 \pm 17,9$  vs.  $86,7 \pm 15,4$ ; OKS:  $35,9 \pm 10,3$  vs.  $35,8 \pm 9,3$ ).

Die radiologische Genauigkeit wurde anhand von Ganzbein-, anterior-posterior und seitlichen Röntgenaufnahmen sowie axialen CT-Bildern des Kniegelenks evaluiert, wobei sich bezüglich der Beinachse ( $2,2 \pm 1,7^\circ$  vs.  $1,5 \pm 1,4^\circ$ ) und für sämtliche dreidimensionalen Prothesenpositionen (FFC:  $2,0 \pm 1,4^\circ$  vs.  $1,1 \pm 0,9^\circ$ ; FTC:  $1,5 \pm 1,4^\circ$  vs.  $1,2 \pm 0,9^\circ$ ; LFC:  $0,7 \pm 1,2^\circ$  vs.  $0,8 \pm 1,5^\circ$ ; LTC:  $0,6 \pm 1,2$  vs.  $0,2 \pm 0,7^\circ$ ; FCR:  $2,3 \pm 1,5^\circ$  vs.  $1,7 \pm 0,9^\circ$ ) eine geringere Abweichung von den jeweils angestrebten intraoperativen Zielen in der PSI-Gruppe zeigte (Abb. 4). Weiterhin zeigte sich eine deutliche Reduktion der Ausreißer (HKA: 22,2 % vs. 9,6 %; FFC: 42,6 % vs. 12,3 %; FTC: 28,7 % vs. 10,5 %; LFC: 14,8 % vs. 6,1 %; LTC: 14,8 % vs. 3,5 %; FCR: 32,0 % vs. 4,0 %) für alle vermessenen Parameter mit Hilfe der patientenspezifischen Schnittblöcke.

Obwohl sich kein Unterschied in den klinischen Ergebnissen zwischen den beiden Instrumentengruppen feststellen ließ, zeigte sich bereits zu diesem frühen Nachuntersuchungszeitpunkt ein signifikant schlechteres klinisches Outcome in der Subgruppe der HKA-Ausreißer ( $\pm 3^\circ$  Abweichung von einer neutralen mechanischen Beinachse) hinsichtlich sämtlicher dokumentierter Parameter (KSS *knee*:  $88,6 \pm 16,3$  vs.  $93,2 \pm 9,9$ ; KSS *function*:  $74,0 \pm 24,3$  vs.  $85,8 \pm 16,7$ ; WOMAC:  $77,4 \pm 23,5$  vs.  $87,8 \pm 14,5$ ; OKS:  $30,9 \pm 11,4$  vs.  $36,8 \pm 9,2$ ).

### Wirtschaftliche Analyse

In unserer Wirtschaftlichkeitsanalyse zeigten sich in der PSI-Gruppe Mehrkosten verursacht durch Logistik, CT-Untersuchung und Anfertigung der Schnittblöcke, die sich allerdings durch Einsparungen in der Operationszeit, Blutkonservenbedarf und Krankenhausaufenthaltsdauer im Rahmen hielten. Unter der Annahme, dass eine neutrale Beinachse zu längerer Prothesenstand-

---

zeit beiträgt, wurde eine Kosten-Nutzen-Analyse durchgeführt, in welcher die Mehrkosten den Ergebnissen der Beinachsenkorrektur gegenübergestellt wurden. Diese erbrachte in unserem Setting ein deutlich positives Kosten-Nutzen-Verhältnis zugunsten der PSI-Methode [22].

## Diskussion

Die Erreichung einer neutralen mechanischen Beinachse und exakten Komponentenpositionierung gilt als intraoperatives Ziel in der Knieendoprothetik. Der genaue Einfluss der Beinachse ist jedoch noch nicht vollständig geklärt. Traditionellerweise wurde lange Zeit eine neutrale mechanische Beinachse als Goldstandard angesehen, welcher sowohl bessere klinische Ergebnisse als auch längere Prothesenstandzeiten lieferte [3, 8, 14, 15, 20, 21]. Zuletzt wurde dieses Konzept jedoch mehrfach in Frage gestellt [16–18, 25]. Obwohl in der Literatur kontrovers diskutiert, gibt es derzeit keinen besseren anerkannten Parameter um ein zufriedenstellendes Ergebnis zu erreichen.

Lange Zeit stand dem orthopädischen Chirurgen, nach Operationsplanung mittels Schablonen am konventionellen Röntgenbild, lediglich das konventionelle chirurgische Instrumentarium zur intraoperativen Umsetzung und Kontrolle der angestrebten Parameter zur Verfügung. Abweichungen von den genannten Zielen waren aber nicht selten [6, 8, 18].

---

» Auf eine optimale Weichteilbilanzierung muss unbedingt geachtet werden

---

Um die intraoperative Genauigkeit zu verbessern wurden computergestützte Navigationssysteme entwickelt, die aufgrund einer in Studien nachgewiesenen verbesserten Implantationsgenauigkeit weite Verbreitung fanden. Die Nachteile dieser Systeme sind allerdings hohe Anschaffungskosten, die intraoperative zeitaufwendige Handhabung und verlängerte Operationszeiten. Obwohl mit diesen Systemen eine deutliche Verbesserung in der Genauigkeit erzielt werden

kann, werden unterschiedliche Implantationsgenauigkeiten beschrieben. So zeigten Hetaimish et al. [10] in einer Metaanalyse weiterhin 13 % Ausreißer von der geplanten Beinachse in der Navigationsgruppe.

Patientenspezifische Schnittblöcke sind noch relativ neue aber potenziell für den Chirurgen interessante Instrumente. Einerseits soll die angestrebte Implantationsgenauigkeit mit der Navigationsmethode vergleichbare oder bessere Ergebnisse bieten. Andererseits wird durch die Vereinfachung in der intraoperativen Handhabung und Verlagerung von Planung und Logistik aus dem Operationssaal heraus, die Operationstechnik vereinfacht und die Operationszeit möglichst kurz gehalten. Zusätzlich ermöglicht die neue Technik ein schonendes Operieren ohne Eröffnung des Femurkanals. Durch verminderten Blutverlust soll es zu geringerem Fremdblutbedarf kommen und die Krankenhausaufenthaltsdauer sinken.

Derzeit stehen CT- und MR-basierte Methoden zur Verfügung. Der Vorteil des von uns gewählten CT-basierten Systems liegt in der besseren Darstellung der knöchernen Strukturen die für die präoperative Planung der knöchernen Resektionen und für die sichere intraoperative Handhabung der Schnittblöcke Voraussetzung sind.

Aktuelle Studien zur Effektivität von PSI-Systemen zeigen kontroverse Ergebnisse bezüglich der erreichten postoperativen Beinachse, wobei sich die Rate der Ausreißer zwischen 3 % und 49 % bewegt [5, 9, 13, 23, 24]. Oft wird allerdings nur über geringe Fallzahlen berichtet, es werden unterschiedliche PSI-Systeme verwendet oder die Messmethoden sind nicht vergleichbar. Es fällt auf, dass ein Großteil der verfügbaren Ergebnisse auf Untersuchungen mit MRT-basierten Systemen beruht, wobei kartilaginäre Landmarken zur Instrumentenpositionierung genutzt werden. Unserer Meinung nach ist eine Orientierung an solchen Landmarken aufgrund der fortgeschrittenen Knorpeldegeneration im Rahmen der Arthrose nicht optimal und möglicherweise ein Grund für die aktuell berichteten inkonsistenten Ergebnisse.

Hier steht eine Anzeige.

 Springer

Mittlerweile wurde aber auch über Ergebnisse von CT-basierten Systemen berichtet [7, 12, 13, 26]. Koch et al. [12] fanden unter Verwendung des CT-basierten MyKnee®-Systems bei 291 Patienten eine Ausreißerrate von 12 %, eine weitere aktuelle Studie 37 % – an allerdings nur 23 Patienten [7].

In unserer Studie konnten wir erwartungsgemäß von prä- zu postoperativ eine Verbesserung der Beinachse sowohl in der konventionellen als auch in der PSI-Gruppe nachweisen. Die Ausreißerrate von der neutralen mechanischen Beinachse lag in der PSI-Gruppe mit 9,6 % deutlich unter der in der konventionellen Gruppe (22,2 %) und ist damit vergleichbar mit den Ergebnissen von Koch et al. [12].

### » Die Erfahrung des Operateurs und korrekte Operationstechnik sind weiterhin nicht zu ersetzen

Unabhängig von der verwendeten PSI-Methode müssen die patientenspezifischen Schnittblöcke einen eindeutigen Sitz am distalen Femur bzw. der proximalen Tibia gewährleisten, um so eine möglichst exakte knöcherne Resektion und Komponentenpositionierung zu ermöglichen. Essentiell erscheint hier bei der CT-basierten Variante die exakte Entknorpelung der Schnittblockauflagenflächen.

Unterschiedliche Messmethoden sind wohl ein weiterer Grund für die inkonsistenten Ergebnisse in der Literatur. Obwohl einige Autoren eine Messung anhand von CT-Bildern bevorzugen, sehen wir gewichtsbelastete Röntgenaufnahmen als überlegen an, da durch diese auch die Weichteilsituation mit einbezogen wird. Grundsätzlich besteht natürlich eine inhärente Ungenauigkeit bei der Vermessung von radiologischen Bildern, wobei im Rahmen unserer Messungen in allen Fällen eine Messungenauigkeit von  $< 1^\circ$  – sowohl für wiederholte Messungen als auch zwischen zwei Untersuchern – erreicht werden konnte.

Bezüglich des Einflusses patientenspezifischer Instrumente auf die klini-

schen Ergebnisse sind bisher wenige Daten verfügbar [1, 19, 23, 27]. In unserer Studie fanden wir nach einer durchschnittlichen Nachuntersuchungszeit von 28,6 Monaten vergleichbare klinische Ergebnisse in beiden Gruppen. Auffällig war, dass Patienten, welche sich innerhalb von  $3^\circ$  Abweichung von einer neutralen Beinachse befanden, im Vergleich zu Ausreißern deutlich bessere klinische Ergebnisse aufwiesen. Daher bleibt für uns eine neutrale mechanische Beinachse weiterhin das primäre intraoperative Ziel.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass patientenspezifische Instrumentarien in der Knieendoprothetik zu einer Verbesserung der Implantationsgenauigkeit und Reduktion der Ausreißer in allen Ebenen beitragen können. Die Systeme liefern, neben den Vorteilen einer vereinfachten intraoperativen Handhabung, Implantationsergebnisse, welche denen navigationsgestützter Verfahren gleichwertig sind. Nichtsdestotrotz müssen einige wichtige Punkte bezüglich Operationstechnik beachtet und die grundlegenden Prinzipien der Knieendoprothetik eingehalten werden.

### Fazit für die Praxis

- Das patientenspezifische MyKnee®-Instrumentarium ermöglicht eine signifikant höhere dreidimensionale Implantationsgenauigkeit und Reduktion von Ausreißern.
- Jede vom Ingenieur vorgeschlagene Planung muss durch den Operateur evaluiert und gegebenenfalls adaptiert werden.
- Werden CT-basierte Schnittblöcke verwendet, so ist es unbedingt notwendig im Bereich der Kontaktpunkte den restlichen Knorpel exakt zu entfernen, um einen optimalen Sitz zu gewährleisten.
- An kritischen Punkten während der OP sollte vor knöcherner Resektion diese stets kontrolliert werden.
- Die Weichteilbilanzierung ist weiterhin ein entscheidender Faktor für den Operationserfolg und muss vom Operateur beherrscht werden.

### Korrespondenzadresse

**Prim. Dr. W. Anderl**

Abteilung für Orthopädie, Krankenhaus der Barmherzigen Schwestern Wien  
Stumpergasse 13, 1060 Wien, Österreich  
werner.anderl@bhs.at

### Einhaltung ethischer Richtlinien

**Interessenkonflikt.** W. Anderl gibt an, dass er für die Firma Medacta International S.A. (Castel San Pietro, Switzerland) eine beratende Funktion innehat. Das GMK® Primary Knieendoprothesensystem wurde von Medacta International S.A. (Castel San Pietro, Switzerland) in Zusammenarbeit mit W. Anderl entwickelt. L. Pauzenberger und E. Schwameis geben an, dass kein Interessenkonflikt besteht. Die Firma Medacta International S.A. (Castel San Pietro, Switzerland) hatte keinerlei Einfluss auf Design, Datenerhebung, Ergebnisse dieser Arbeit.

Alle beschriebenen Untersuchungen am Menschen wurden mit Zustimmung der zuständigen Ethik-Kommission, im Einklang mit nationalem Recht sowie gemäß der Deklaration von Helsinki von 1975 (in der aktuellen, überarbeiteten Fassung) durchgeführt. Von allen beteiligten Patienten liegt eine Einverständniserklärung vor.

### Literatur

1. Abdel MP, Parratte S, Blanc G, Ollivier M, Pomero V, Viehweger E, J-NA A (2014) No benefit of patient-specific instrumentation in TKA on functional and gait outcomes: a randomized clinical trial. *Clin Orthop Relat Res* 472:2468–2476
2. Anderl W, Pauzenberger L, Kölblinger R, Kiesselbach G, Brandl G, Laky B, Kriegleder B, Heuberger P, Schwameis E (2014) Patient-specific instrumentation improved mechanical alignment, while early clinical outcome was comparable to conventional instrumentation in TKA. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* : doi:10.1007/s00167-014-3345-2
3. Bargren JH, Blaha JD, Freeman MA (1983) Alignment in total knee arthroplasty. Correlated biomechanical and clinical observations. *Clin Orthop Relat Res* 173:178–183
4. Bonner TJ, Eardley WGP, Patterson P, Gregg PJ (2011) The effect of post-operative mechanical axis alignment on the survival of primary total knee replacements after a follow-up of 15 years. *J Bone Joint Surg Br* 93:1217–1222
5. Chareancholvanich K, Narkbunnam R, Pornrattanamaneewong C (2013) A prospective randomised controlled study of patient-specific cutting guides compared with conventional instrumentation in total knee replacement. *Bone Joint J* 95:354–359
6. Daniilidis K, Tibesku CO (2014) A comparison of conventional and patient-specific instruments in total knee arthroplasty. *Int Orthop* 38:503–508
7. Ensini A, Timoncini A, Cenni F, Belvedere C, Fusai F, Leardini A, Giannini S (2014) Intra- and post-operative accuracy assessments of two different

patient-specific instrumentation systems for total knee replacement. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 22:621–629

8. Fang DM, Ritter MA, Davis KE (2009) Coronal alignment in total knee arthroplasty: just how important is it? *J Arthroplasty* 24:39–43
9. Fu H, Wang J, Zhou S, Cheng T, Zhang W, Wang Q, Zhang X (2014) No difference in mechanical alignment and femoral component placement between patient-specific instrumentation and conventional instrumentation in TKA. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* : doi:10.1007/s00167-014-3115-1
10. Hetaimish BM, Khan MM, Simunovic N, Al-Harbi HH, Bhandari M, Zalzal PK (2012) Meta-analysis of navigation vs conventional total knee arthroplasty. *J Arthroplasty* 27:1177–1182
11. Insall JN, Binazzi R, Soudry M, Mestriner LA (1985) Total knee arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res* 192:13–22
12. Koch PP, Müller D, Pisan M, Fucntese SF (2013) Radiographic accuracy in TKA with a CT-based patient-specific cutting block technique. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 21:2200–2205
13. Kotela A, Kotela I (2014) Patient-specific computed tomography based instrumentation in total knee arthroplasty: a prospective randomized controlled study. *Int Orthop* 38:2099–2107
14. Longstaff LM, Sloan K, Stamp N, Scaddan M, Beaver R (2009) Good alignment after total knee arthroplasty leads to faster rehabilitation and better function. *J Arthroplasty* 24:570–578
15. Lotke PA, Ecker ML (1977) Influence of positioning of prosthesis in total knee replacement. *J Bone Joint Surg Am* 59:77–79
16. Magnussen RA, Weppe F, Demey G, Servien E, Lustig S (2011) Residual varus alignment does not compromise results of TKAs in patients with preoperative varus. *Clin Orthop Relat Res* 469:3443–3450
17. Matziolis G, Adam J, Perka C (2010) Varus malalignment has no influence on clinical outcome in midterm follow-up after total knee replacement. *Arch Orthop Trauma Surg* 130:1487–1491
18. Parratte S, Pagnano MW, Trousdale RT, Berry DJ (2010) Effect of postoperative mechanical axis alignment on the fifteen-year survival of modern, cemented total knee replacements. *J Bone Joint Surg Am* 92:2143–2149
19. Pietsch M, Djahani O, Zweiger C, Plattner F, Radl R, Tschauner C, Hofmann S (2012) Custom-fit minimally invasive total knee arthroplasty: effect on blood loss and early clinical outcomes. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 21:2234–2240
20. Ritter MA, Davis KE, Meding JB, Pierson JL, Berend ME, Malinzak RA (2011) The effect of alignment and BMI on failure of total knee replacement. *J Bone Joint Surg Am* 93:1588–1596
21. Ritter MA, Faris PM, Keating EM, Meding JB (1994) Postoperative alignment of total knee replacement. Its effect on survival. *Clin Orthop Relat Res* 299:153–156
22. Rochla N (2014) Kosten-/Wirksamkeits-Analyse von Knie-Totalendoprothetik Operationstechniken aus Krankenhaussicht: Ein Vergleich von Knie-TEP Operationstechniken am Beispiel des Krankenhauses der Barmherzigen Schwestern Wien. Masterarbeit, IMC Fachhochschule Krems
23. Sassoon A, Nam D, Nunley R, Barrack R (2015) Systematic review of patient-specific instrumentation in total knee arthroplasty: new but not improved. *Clin Orthop Relat Res* 473:151–158
24. Thienpont E, Schwab PE, Fennema P (2014) A systematic review and meta-analysis of patient-specific instrumentation for improving alignment of the components in total knee replacement. *Bone Joint J* 96:1052–1061
25. Vanlommel L, Vanlommel J, Claes S, Bellemans J (2013) Slight undercorrection following total knee arthroplasty results in superior clinical outcomes in varus knees. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 21:2325–2330
26. Victor J, Dujardin J, Vandenneucker H, Arnout N, Bellemans J (2014) Patient-specific guides do not improve accuracy in total knee arthroplasty: a prospective randomized controlled trial. *Clin Orthop Relat Res* 472:263–271
27. Vundelinckx BJ, Bruckers L, De Mulder K, De Schepper J, Van Esbroeck G (2013) Functional and radiographic short-term outcome evaluation of the Visionaire system, a patient-matched instrumentation system for total knee arthroplasty. *J Arthroplasty* 28:964–970

## Berufskrankheiten



Die ambulante und stationäre Rehabilitation von Versicherten mit Berufskrankheiten ist in Deutschland seit Jahrzehnten etabliert. Im Januar

2015 wurde die Liste der Berufskrankheiten um vier neue Ziffern erweitert, nämlich Larynxkarzinom, Carpaltunnelsyndrom, Hypothenar- bzw. Tenar-Hammer-Syndrom und Plattenepithelkarzinom.

Die Auswirkung auf die gutachterliche Beurteilung der Minderung der Erwerbsfähigkeit bei Versicherten mit anerkannten Berufskrankheiten wird in Ausgabe 4/2015 von *Trauma und Berufskrankheit* aufgezeigt. Insbesondere werden Fragen der Verursachungs-Wahrscheinlichkeit sowie präventive Möglichkeiten erörtert. Lesen Sie im Schwerpunktheft mehr zu folgenden Themen:

- Lungenfunktions-Sollwerte für die Spirometrie
- Qualitätssicherung in der Rehabilitation
- Depression und Angst bei pneumologischer Berufskrankheit
- Prävention – Medizinische Möglichkeit und rechtliche Grenze

Bestellen Sie diese Ausgabe zum Preis von 49,- EUR zzgl. Versandkosten bei Springer Customer Service Center, Kundenservice Zeitschriften  
Tel.: +49 6221-345-4303  
E-Mail: [leserservice@springer.com](mailto:leserservice@springer.com)

Suchen Sie noch mehr zum Thema? Mit e.Med – dem Kombi-Abo von Springer Medizin – können Sie schnell und komfortabel in über 600 medizinischen Fachzeitschriften recherchieren und auf alle Inhalte im Volltext zugreifen.

Weitere Infos unter [springermedizin.de/eMed](http://springermedizin.de/eMed)