

Orthopäde 2021 · 50:395–401
<https://doi.org/10.1007/s00132-021-04104-w>
 Angenommen: 12. März 2021
 Online publiziert: 9. April 2021
 © Der/die Autor(en) 2021



Christian Egloff^{1,3} · Michael T. Hirschmann^{2,3} · Céline Moret^{2,3} · Philipp Henle⁴ · Martin Ellenrieder⁵ · Thomas Tischer⁵

¹ Department of Orthopaedic Surgery and Traumatology, University Hospital Basel, Basel, Schweiz

² Department of Orthopaedic Surgery and Traumatology, Kantonsspital Baselland (Bruderholz, Liestal, Laufen), Bruderholz, Schweiz

³ University of Basel, Basel, Schweiz

⁴ Orthopädie Sonnenhof Bern, Bern, Schweiz

⁵ Orthopädische Klinik und Poliklinik, Universitätsmedizin Rostock, Rostock, Deutschland

Bikondylärer Oberflächenersatz des Kniegelenkes beim jungen Patienten – ein Update

Durch die guten funktionellen Resultate, die potenziell langen Standzeiten und die hohe Zufriedenheit der Patienten sind gerade bei jüngeren Patienten die Erwartungen an die Technik der High-Performance-Gelenke sehr hoch. Damit verbunden ist die Hoffnung auf eine unbeeinträchtigte und quasi unveränderte Nutzbarkeit des ersetzten Gelenks – diese Hoffnung kann aber nicht immer erfüllt werden. Über diese bestehende Diskrepanz zwischen Erwartung und medizinisch erreichbarem Ergebnis muss sorgfältig aufgeklärt werden.

Knietotalendoprothetik: Aktuelle Entwicklungen und Indikation

Durch die ausgezeichneten funktionellen Resultate, die Langlebigkeit der Implantate und die Zufriedenheit der Patienten sind die Erwartungshaltung und Hoffnungen gerade von jüngeren Patienten in die Technik der „High-Performance-Gelenke“ rasant gestiegen. Wir sehen daher auch weltweit einen immensen Anstieg dieser operativen Eingriffe. Projektionen aus den USA gehen sogar so weit, dass die Nachfrage für Knieprothesen von 2005 bis 2030 um 673 % Prozent steigen könnte [28]. Aktuell liegt in Deutschland und der Schweiz das Durchschnittsalter für eine Knietotalendoprothese (KTEP) bei

knapp 69 Jahren, was auch ungefähr dem internationalen Vergleich entspricht [1, 6, 15, 39]. Die Ätiologie der Arthrose bei jungen Patienten unterscheidet sich jedoch entscheidend von der anderer Altersgruppen: Bei den jüngeren Patienten < 55 Jahren sind häufig Zustände nach schweren Traumata oder Deformitäten mit begleitenden ligamentären Instabilitäten oder Tumorsektion mit Substanzdefekt zu beobachten [13, 16].

Die aktuelle Leitlinie der Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften (AWMF) berücksichtigt die Ziele des Patienten als einen zentralen Aspekt bei der Indikationsstellung zur KTEP (Abb. 1; [30]). Ein wichtiger Prädiktor für die Patientenunzufriedenheit nach einer KTEP sind nicht erfüllte Erwartungen (10-fach höheres Risiko) [8]. Die Patienten erwarten aufgrund ihres jungen Alters Schmerzfreiheit und eine quasi unveränderte Funktion und Stabilität eines gesunden Knies, sodass der Wiederaufnahme sportlicher und beruflicher Aktivitäten nichts mehr im Wege steht. Damit besteht eine relevante Diskrepanz zwischen Erwartung und dem aus ärztlicher Sicht erreichbaren Ergebnis (Abb. 2).

Outcome nach bikondylärem Oberflächenersatz

Untersuchungen an Patienten < 55 Jahren weisen auf eine deutlich erhöhte Revisionsrate nach primärer KTEP im Vergleich zu älteren Patienten hin (15-Jahres-Revisionsrate von 15,5–18,2 % versus 2,6–4,6 % bei > 75-Jährigen) [1, 15, 39]. Auch innerhalb dieser Altersgruppe (< 55 Jahre) konnte ein Anstieg der Revisionsraten mit sinkendem Alter festgestellt werden. So mussten sich Patienten unter 40 Jahren 1,6-mal häufiger Revisionen unterziehen als 40- bis 54-Jährige [35]. Die Revisionsrate nimmt somit mit zunehmendem Alter kontinuierlich ab [22, 39].

Erlauben die knöchernen und ligamentären Strukturen die Implantation einer kreuzbänderhaltenden TEP, zeigen diese über alle Altersgruppen hinweg, bezüglich der Revisionsrate gegenüber

Abkürzungen

AWMF	Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften
BMI	Body-Mass-Index
KTEP	Knietotalendoprothese
PE	Polyethylen
TEP	Totalendoprothese
XLPE	„Cross-linked polyethylene“

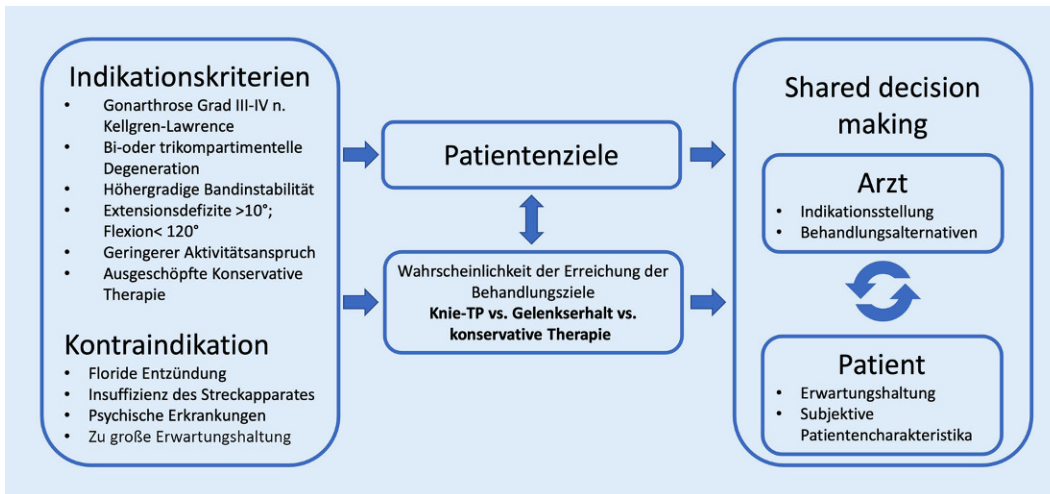


Abb. 1 ◀ Methodisches Konzept zur Beachtung der Indikationsstellung. Diese ist nicht nur für Patienten < 55 Jahren gültig, jedoch sollte in dieser Altersgruppe dem Indikationsprozess besondere Beachtung geschenkt werden

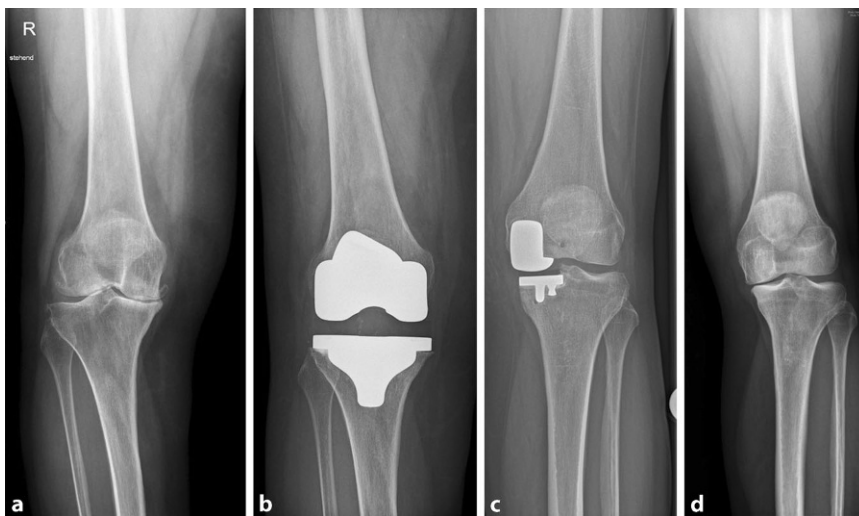


Abb. 2 ▲ 52-jährige Patientin mit beidseitigen primären Gonarthrosen. Links (a, b) isoliert auf das mediale Kompartiment und adressiert mit einer unikompartimentellen Endoprothese und rechts (c, d) bei vorderer Kniegelenksinstabilität und Pangonarthrose mit einer Totalendoprothese (kinematisches Alignment)

der posterior stabilisierenden TEP in den Registern bessere Ergebnisse (8 % Revisionsrate bei kreuzbänderhaltender TEP vs. 11 % bei posterior stabilisierender TEP nach 15 Jahren) bei vergleichbaren funktionellen Resultaten [2, 39, 41]. Bei höheren Kopplungsgraden (teilkoppelt oder Scharnierendoprothesen) erreichen die klinischen Ergebnisse mit einem Knee Society Score von durchschnittlich 85 Punkten und Standzeiten von 83 % nach 10 Jahren nicht die Ergebnisse des ungekoppelten Oberflächenersatzes (Knee Society Score von 92 Punkten, Standzeit 94 % nach 15 Jahren) [21, 31, 39, 40]. Diese Ergebnisse aus den Registern spiegeln sich über alle Altersgruppen hinweg. Bei jüngeren

Patienten sollte man daher den minimal notwendigen Koppelungsgrad verwenden (▣ Abb. 2).

Durch den Einsatz von ultrahochvernetztem Polyethylen („cross-linked polyethylene“ [XLPE]) konnte man den mechanisch induzierten Abrieb stark reduzieren [12, 32, 35]. Obwohl mobile Gleitlager („rotating polyethylene“) speziell zur Stressreduktion an der Tibia zur Reduktion des Polyethylenabriebs entwickelt wurden, zeigten sie bislang keine Vorteile in Bezug auf das Abriebverhalten, die Standzeiten oder die funktionellen Resultate [24, 25, 34]. Sie führten im Gegenteil in Schweden sogar zu 20 % erhöhten Revisionsraten – unabhängig vom Alter der Patienten [35].

In den skandinavischen und englischen Registern wird die höhere Revisionsrate bei jüngeren Patienten bei unzeimentierten im Vergleich zu zementierten Prothesen deutlicher als bei Älteren [1, 35, 39]. Mit ursächlich scheint die traditionell geringe Erfahrung mit zementfreien KTEP in diesen Ländern; zum Teil werden weniger als 10 % der KTEP zementfrei eingesetzt [35, 39]. Dagegen zeigte eine Metaanalyse von randomisierten Studien mit hoher Fallzahl keinen Unterschied bezüglich den funktionellen Resultaten, aseptischen Lockerungen oder Schmerzen bei Patienten unter 60 Jahren [11]. Somit kann zur Zementierungstechnik gerade bei jungen Patienten aktuell noch keine eindeutige Empfehlung abgegeben werden.

Versagensgründe für die KTEP beim jungen Patienten – spezifische Aspekte

Aseptische Revision

In der Subgruppe der unter 55-Jährigen konnte ein systematisches Review zeigen, dass fast die Hälfte der Revisionen aufgrund von aseptischen Lockerungen zustande kommt (46 %), gefolgt von den Infektionen (21 %) und der Instabilität (13 %) [3]. Das entspricht deutlich mehr Lockerungen als in anderen Altersgruppen publiziert wird ([1, 6, 15, 35, 39]; ▣ Abb. 3). Eines der wichtigsten spezifischen Risiken bei jungen Patienten nach Knie totalprothesenimplantation ist die Gestaltung ihrer körperlichen

Aktivität. Während bei Camus und Kollegen [9] ein klarer Zusammenhang zwischen Aktivität und dem Auftreten einer aseptischen Lockerung bestand, zeigen andere Studien gegensätzliche Resultate: Huch et al. [18] fanden hinsichtlich der Langzeitergebnisse (Follow-Up ≥ 5 Jahre) keinen negativen Einfluss von „Non-Impact“-Sportarten auf das Versagensrisiko. Die Studie zeigte jedoch auch, dass nur 32% der Patienten nach Knie-TEP-Implantation noch sportliche Aktivitäten ausübten, direkt vor der Operation gaben dies noch 42% an.

Neben der erhöhten Aktivität der jüngeren Patienten scheint die Adipositas ($\text{BMI} > 30 \text{ kg/m}^2$) ein weiterer Risikofaktor gerade bei jüngeren Patienten zu sein. Einerseits zeigen KTEP adipöser Patienten generell signifikant kürzere Standzeiten und ein höheres Revisionsrisiko als die nichtadipöser Patienten (erhöhte Rate der aseptischen Lockerungen), andererseits zeigt sich auch eine erhöhte Prävalenz der morbid Adipositas ($\text{BMI} > 40 \text{ kg/m}^2$) bei Patienten jünger

als 50 Jahre mit einer Knieendoprothese [1, 10].

Traumatische Komplikationen

Periprothetische Frakturen sind mit 4,7% insgesamt generell ein eher seltener Revisionsgrund für KTEP [37]. Eine differenzierte Analyse des Mayo Clinic Total Joint Registry im Jahr 2013 konnte eine U-förmige Altersverteilung für das Risiko einer periprothetischen Fraktur zeigen [38]. Das höchste Risiko tragen demnach die unter 60- sowie die über 80-Jährigen. In diesen beiden Gruppen ist das relative Risiko für eine periprothetische Fraktur etwa doppelt so hoch wie in den Gruppen von 60–70 und 70–80 Jahren. Eine Erklärung hierfür könnte in der höheren Aktivität und Risikobereitschaft der jüngeren Patienten liegen.

Implantatassoziierte Infektion

Für diverse Risikofaktoren, z. B. Komorbiditäten wie Diabetes mellitus, ist der Zusammenhang zwischen Infektrisiko

und Vorhandensein des Risikofaktors gut untersucht. Obwohl die implantatassoziierte Infektion die häufigste Ursache für einen frühzeitigen (< 2 Jahre) Knieprothesenwechsel darstellt, ist wenig über den Zusammenhang zwischen Infektionsrate und Patientenalter bekannt. Jedoch konnte eine populationsbasierte Studie (USA) aus dem Jahr 2014 eine deutliche Altersabhängigkeit für das Risiko einer implantatassoziierten Infektion innerhalb eines Jahres nach KTEP-Implantation darstellen [31]. Verglichen mit der Gruppe der über 64-Jährigen hatten die 50- bis 64-Jährigen ein 1,20fach erhöhtes Risiko für das Auftreten einer Frühinfektion, die unter 50-Jährigen gar ein 1,81fach erhöhtes Risiko. Die Autoren geben als eine mögliche Erklärung die höhere Prävalenz von posttraumatischen Arthrosen in der jungen Patientengruppe an. Vorangegangene Arthrotomien und die vorherige Verwendung von Fremdmaterial erhöhen bekanntermaßen das Infektionsrisiko bei nachfolgender Endoprothesenversorgung [31]. Zudem sind solche Eingriffe häufig komplex

Hier steht eine Anzeige.

und mit längeren Operationszeiten sowie vermehrtem Blutverlust verbunden, was das Infektrisiko weiter ansteigen lässt. Bei jeglichem Verdacht auf einen („low-grade“) Infekt nach Voroperation oder einen Infektverlauf nach einer Voroperation in der Anamnese sollte die Entnahme mikrobiologischer und histologischer Proben mittels Probeexzision im Vorfeld einer KTEP-Implantation durchgeführt werden.

Technische Besonderheiten beim jungen Patienten

In den letzten Jahren gab es einige zunächst vielversprechende Neuerungen: Computernavigation, Robotik, patientenspezifische Implantate, „high flex“-Knie, „gender knee“, antiallergische und abriebfeste Beschichtungen, diverse minimalinvasive Zugänge, neue Nachbehandlungskonzepte („fast-track“), neue Alignmentkonzepte (mechanisches versus kinematisches Alignment), neue Materialien (XLPE). Bezüglich der genannten Neuerungen bleibt es meist bei größeren Fallserien, jedoch fehlt die klare Evidenz zugunsten eines bestimmten Verfahrens.

» Gerade für junge Patienten sollten eher etablierte Verfahren verwendet werden

Die computergestützte Navigation ist nach wie vor umstritten [23]. Vor allem weniger erfahrene Operateure können von der Navigation profitieren, um das hinsichtlich der Langzeitergebnisse günstige Maß ($\pm 3^\circ$ um die neutrale femorotibiale Achse) zu treffen [5]. Ein optimales mechanisches Alignment führt jedoch nicht zu besseren klinischen (Langzeit-)Resultaten. Aktuelle Reviews zeigen für das kinematische Alignment mindestens gleichwertige oder bessere funktionelle Ergebnisse und Komplikationsraten als für das mechanische Alignment [5, 36]. Es ist jedoch zu berücksichtigen, dass gerade bei jüngeren Männern in etwa einem Drittel ein Genu varum vorliegt [7]. Ein ausgeprägtes Varusalignment der tibialen Komponente könnte dann einen erhöhten, asym-

Orthopäde 2021 · 50:395–401 <https://doi.org/10.1007/s00132-021-04104-w>
© Der/die Autor(en) 2021

C. Egloff · M. T. Hirschmann · C. Moret · P. Henle · M. Ellenrieder · T. Tischer

Bikondylärer Oberflächenersatz des Kniegelenkes beim jungen Patienten – ein Update

Zusammenfassung

Die Zahl der durchgeführten Knie totalendoprothesen (KTEP) nimmt jedes Jahr kontinuierlich zu. Ungefähr 10 % davon betreffen Patienten unter 55 Jahren, obwohl bekannt ist, dass in dieser Altersgruppe die Zufriedenheit und die funktionellen Ergebnisse geringer und die Revisionsrate höher ausfällt. Vermehrte Aktivität und erhöhtes Anspruchsdenken machen die Endoprothetik in dieser Altersgruppe zu einer besonderen Herausforderung. Gleichzeitig ist der Anteil posttraumatischer Gonarthrosen deutlich erhöht, was in Anbetracht ligamentärer und knöcherner Vorschäden eine schwierigere operative Versorgung bedeutet. Bei fortgeschrittenen Arthrosen in mehreren

Kompartimenten mit/ohne begleitender ligamentärer Instabilität muss jedoch ein totalendoprothetischer Ersatz auch bei jüngeren Patienten erwogen werden. Die sorgfältige Indikationsstellung für die KTEP und die eingehende Patientenaufklärung (Chancen, Risiken, erreichbare Leistungsfähigkeit in Beruf und Alltag) sind gerade bei jüngeren Patienten starke Prädiktoren für ein gutes Resultat.

Schlüsselwörter

Untere Extremität · Mittleres Alter · Gonarthrose · Patientenzufriedenheit · Knie totalendoprothese

Total knee arthroplasty in the young patient—an update

Abstract

The absolute number of total knee arthroplasties (TKA) continues to rise every year. About 10% of the patients are less than 55 years of age, although it is known that functional results and patient satisfaction are lower combined with an increased likelihood of revision compared to older patients. Higher physical activity and patient expectations are a major challenge in this age group. At the same time, the incidence of posttraumatic/postoperative alterations is high, including ligamentous or bony deficiencies, which can make the surgical procedure challenging. In view of these facts conservative treatments and joint sparing

procedures should always be considered first. The potential correction of lower-limb deformities and unicompartmental knee arthroplasties need to be carefully evaluated before considering total knee arthroplasty. Only in advanced cases of osteoarthritis in more than one compartment of the knee of with combined ligamentous instability, can a TKA provide satisfactory results in the young patient. However, the strongest predictor of satisfaction is a realistic expectation.

Keywords

Lower extremity · Middle age · Osteoarthritis · Patient satisfaction · Total knee replacement

metrischen PE-Abrieb begünstigen, als potenzielle Ursache für eine spätere Lockerung [20]. Jedoch fanden Howell et al. für die mittelfristigen Standzeiten (6,3 Jahre) nach kinematischem KTEP-Alignment außerhalb des $\pm 3^\circ$ -Korridors noch keine erhöhte Versagensraten [17]. Vor allem für jüngere KTEP-Patienten wird somit zukünftig nicht nur die simple anatomische Ausrichtung der Schnittlinien maßgebend sein. Die Berücksichtigung der individuellen Anatomie, Bandspannung, Kinematik und der Patientenansprüche bestimmt letztlich die Einstellung des Alignment [23].

So bleibt die operative Erfahrung ein wichtiger Faktor für die individuell optimale Einstellung des Alignment, v. a. beim jungen Kniearthrosepatienten mit (posttraumatischer) Deformität.

Gerade für junge Patienten sollten eher etablierte Verfahren verwendet werden, da sich frühe Fehlschläge neuer Technologien im jüngeren Alter besonders gravierend auswirken (Revisionsoperationen, Mehrfachwechsel). So ist z. B. bei posttraumatischen Fehlstellungen eine kombinierte knöcherner Achskorrektur (ein- oder zweizeitig) zu überlegen, um im späteren Verlauf Endo-

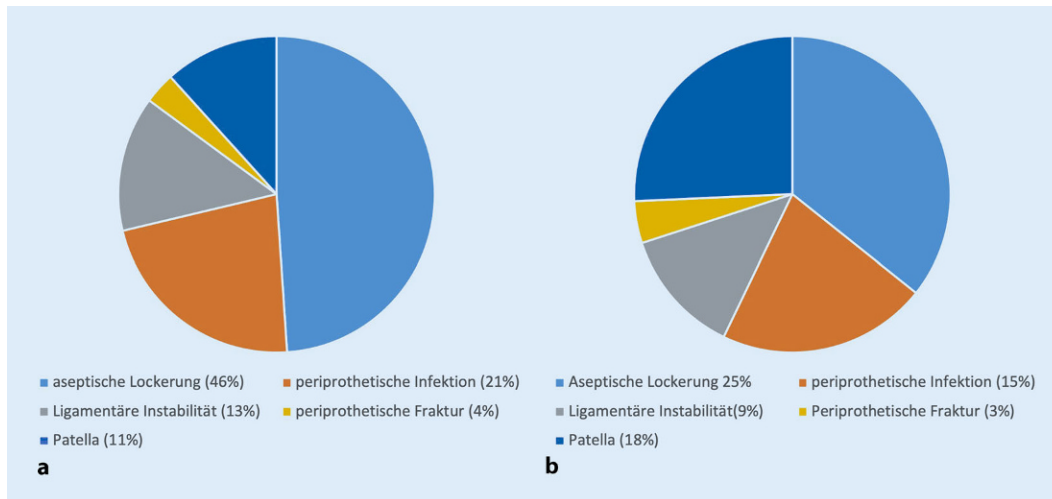


Abb. 3 ◀ Die häufigsten Revisionsgründe nach primärer Knieendoprothese; < 55-Jährige (a) zeigen deutlich mehr aseptische Lockerungen und ligamentäre Instabilitäten, während die periprosthetischen Infektionen deutlich häufiger in der gesamten Population (b) auftreten [3, 15, 39]

prothesen mit höherem Koppelungsgrad zu vermeiden. Auf teilweise schlechte Knochenqualität (z. B. posttraumatisch) oder die Folgen aseptischer Knochennekrosen im Jugend- oder Erwachsenenalter (Osteochondrosis dissecans, M. Ahlbäck) ist zu achten, vor allem bei Erwägung einer Versorgung mittels medialem Monoschlitten. Metallallergien werden ebenfalls mit verringerter Standzeit und schlechteren klinischen Ergebnissen nach KTEP bei jüngeren Patienten diskutiert. Bisher kann eine eindeutige Kausalität zwischen Frühlockerungen, chronischer Synovitis und Allgemeinsymptomen (u. a. Haarausfall) nach KTEP mit dem Vorliegen einer Metallallergie nicht hergestellt werden [29]. Vor dem Hintergrund der unsicheren Evidenzlage bleibt zusammenfassend die Empfehlung, im Falle einer Metallallergie die Implantatwahl, v. a. bei der Revision, anzupassen [19]. Zur Verfügung stehen grundsätzlich Implantatkomponenten ohne metallische Bestandteile (z. B. Aluminiumoxid oder Deltakeramik), mittels nichtallergener Materialien (z. B. Titan- oder ZrNb-Legierungen) beschichtete Komponenten oder oberflächenkeramisierte Implantate [4]. Bei der Implantatwahl ist zu berücksichtigen, dass diese Lösungsansätze auch Nachteile mit sich bringen. Keramikimplantate sind sehr teuer, zudem sind Brüche beschrieben [27]. Für oberflächenmodifizierte Implantate mit Zirkoniumoxid sind sowohl günstige Langzeitresultate für Patienten unter 50 Jahre beschrieben, aber

auch Fälle des katastrophalen Versagens [14, 26]. Ein zukünftiger Ausweg könnten Modifikationen metallischer Femurkondylen sein, welche über mehrere Übergangsschichten letztlich in einer keramischen Oberfläche münden [33]. Klinische Langzeitresultate für derartig oberflächenmodifizierte Knieendoprothesen, vor allem für jüngere Patienten mit höherem Körpergewicht, Achsdeformitäten und gleichzeitig hohem Aktivitätsniveau, stehen jedoch aus.

Fazit für die Praxis

- Wenn immer möglich, sollte beim jungen Patienten unter 50 Jahren der Gelenkersatz vermieden werden. Das biologische Potenzial des jüngeren Patienten erlaubt oftmals ein gelenkerhaltendes Verfahren mit guten Resultaten.
- Bei fortgeschrittenen primären und sekundären Arthrosen (z. B. postinfektiös, nach Trauma oder rheumatoider Arthritis) ist der endoprothetische Kniegelenkersatz zum Erhalt der Lebensqualität auch beim jungen Patienten indiziert und zeigt gute funktionelle Resultate.
- Die Erwartungshaltung des Patienten sollte präoperativ besprochen und mit realistischen Zielen verknüpft werden. Überzogene Erwartungen gelten als relative Kontraindikation.
- Aufgrund der durchschnittlich höheren körperlichen Aktivität beim

jüngeren Patienten zeigen sich vermehrte Prothesenlockerungen. Dies kann in kürzeren Standzeiten, höheren Raten aseptischer Lockerungen und vermehrten Revisionen resultieren.

- Beim jungen Patienten sind die differenzierte Analyse der Grunderkrankung, des Alignments, der ligamentäre Stabilität und ein minimal notwendiger Kopplungsgrad essenziell für ein optimales Resultat.

Korrespondenzadresse

PD Dr. Christian Egloff

Department of Orthopaedic Surgery and Traumatology, University Hospital Basel
Spitalstrasse 21/Petersgraben 4, 4031 Basel, Schweiz
Christian.egloff@usb.ch

Funding. Open access funding provided by University of Basel

Einhaltung ethischer Richtlinien

Interessenkonflikt. C. Egloff, M.T. Hirschmann, C. Moret, P. Henle, M. Ellenrieder und T. Tischer geben an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Für diesen Beitrag wurden von den Autoren keine Studien an Menschen oder Tieren durchgeführt. Für die aufgeführten Studien gelten die jeweils dort angegebenen ethischen Richtlinien.

Open Access. Dieser Artikel wird unter der Creative Commons Namensnennung 4.0 International Lizenz veröffentlicht, welche die Nutzung, Vervielfältigung, Bearbeitung, Verbreitung und Wiedergabe in jeglichem Medium und Format erlaubt, sofern Sie den/die ursprünglichen Autor(en) und die Quelle ordnungsge-

mäß nennen, einen Link zur Creative Commons Lizenz beifügen und angeben, ob Änderungen vorgenommen wurden.

Die in diesem Artikel enthaltenen Bilder und sonstiges Drittmaterial unterliegen ebenfalls der genannten Creative Commons Lizenz, sofern sich aus der Abbildungslegende nichts anderes ergibt. Sofern das betreffende Material nicht unter der genannten Creative Commons Lizenz steht und die betreffende Handlung nicht nach gesetzlichen Vorschriften erlaubt ist, ist für die oben aufgeführten Weiterverwendungen des Materials die Einwilligung des jeweiligen Rechteinhabers einzuholen.

Weitere Details zur Lizenz entnehmen Sie bitte der Lizenzinformation auf <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>.

Literatur

- NIFHaW (2020) The Finnish arthroplasty register: report of the knee register (Retrieved Finnish Arthroplasty Register per 5 Aug 2020:08.01.2021)
- Abdel MP, Morrey ME, Jensen MR et al (2011) Increased long-term survival of posterior cruciate-retaining versus posterior cruciate-stabilizing total knee replacements. *J Bone Joint Surg Am* 93:2072–2078
- Aujla RS, Esler CN (2017) Total knee arthroplasty for osteoarthritis in patients less than fifty-five years of age: a systematic review. *J Arthroplasty* 32:2598–2603.e1
- Bader R, Bergschmidt P, Fritsche A et al (2008) Alternative materials and solutions in total knee arthroplasty for patients with metal allergy. *Orthopäde* 37:136–142
- Baumbach JA, Willburger R, Haaker R et al (2016) 10-year survival of navigated versus conventional TKAs: a retrospective study. *Orthopedics* 39:S72–S76
- Beck M, Brand C, Christen B et al (2020) Swiss national hip & knee joint registry—report 2020. Annual report of the SIRIS registry, hip & knee, 2012–2019
- Bellemans J, Colyn W, Vandenneucker H et al (2012) The Chitranjan Ranawat award: is neutral mechanical alignment normal for all patients? The concept of constitutional varus. *Clin Orthop Relat Res* 470:45–53
- Bourne RB, Davis AM, Mahomed NN, Charron KDJ (2010) Patient satisfaction after total knee arthroplasty: who is satisfied and who is not? *Clin Orthop Relat Res* 468:57–63
- Camus T, Long WJ (2018) Total knee arthroplasty in young patients: factors predictive of aseptic failure in the 2nd–4th decade. *J Orthop* 15:28–31
- Changulani M, Kalairajah Y, Peel T et al (2008) The relationship between obesity and the age at which hip and knee replacement is undertaken. *J Bone Joint Surg Br* 90:360–363
- Chen C, Li R (2019) Cementless versus cemented total knee arthroplasty in young patients: a meta-analysis of randomized controlled trials. *J Orthop Surg Res* 14:262
- Civinini R, Carulli C, Matassi F et al (2017) The survival of total knee arthroplasty: current data from registries on tribology: review article. *HSS J* 13:28–31
- El-Galaly A, Haldrup S, Pedersen AB et al (2017) Increased risk of early and medium-term revision after post-fracture total knee arthroplasty. *Acta Orthop* 88:263–268
- Glover AW, Santini AJA, Davidson JS et al (2018) Mid- to long-term survivorship of oxidized zirconium total knee replacements performed in patients under 50 years of age. *Knee* 25:617–622
- Grimberg A, Jansson V, Melsheimer O et al (2019) Endoprothesenregister Deutschland [EPRD] – Jahresbericht 2019
- Houdek MT, Watts CD, Shannon SF et al (2016) Posttraumatic total knee arthroplasty continues to have worse outcome than total knee arthroplasty for osteoarthritis. *J Arthroplasty* 31:118–123
- Howell SM, Howell SJ, Kuznik KT et al (2013) Does a kinematically aligned total knee arthroplasty restore function without failure regardless of alignment category? *Clin Orthop Relat Res* 471:1000–1007
- Huch K, Muller KA, Sturmer T et al (2005) Sports activities 5 years after total knee or hip arthroplasty: the Ulm Osteoarthritis Study. *Ann Rheum Dis* 64:1715–1720
- Innocenti M, Vieri B, Melani T et al (2017) Metal hypersensitivity after knee arthroplasty: fact or fiction? *Acta Biomed* 88:78–83
- Ishikawa M, Kuriyama S, Ito H et al (2015) Kinematic alignment produces near-normal knee motion but increases contact stress after total knee arthroplasty: a case study on a single implant design. *Knee* 22:206–212
- Johnson DB Jr., Triplett JJ, Gaines DR et al (2019) Mid-term outcomes following primary semi-constrained total knee arthroplasty in patients less than 60 years old, a retrospective review. *Knee* 26:714–719
- Julin J, Jämsen E, Puolakka T et al (2010) Younger age increases the risk of early prosthesis failure following primary total knee replacement for osteoarthritis. A follow-up study of 32,019 total knee replacements in the Finnish Arthroplasty Register. *Sort* 81:413–419
- Karachalios T, Komnos GA (2020) Individualized surgery in primary total knee arthroplasty. *EFORT Open Rev* 5:663–671
- Kim YH, Kim JS, Choe JW et al (2012) Long-term comparison of fixed-bearing and mobile-bearing total knee replacements in patients younger than fifty-one years of age with osteoarthritis. *J Bone Joint Surg Am* 94:866–873
- Kim YH, Yoon SH, Kim JS (2007) The long-term results of simultaneous fixed-bearing and mobile-bearing total knee replacements performed in the same patient. *J Bone Joint Surg Br* 89:1317–1323
- Kore L, Bates T, Mills G et al (2020) Oxidized zirconium total knee arthroplasty implant failure in a patient with knee instability. *Arthroplast Today* 6:552–555
- Krueger AP, Singh G, Beil FT et al (2014) Ceramic femoral component fracture in total knee arthroplasty: an analysis using fractography, fourier-transform infrared microscopy, contact radiography and histology. *J Arthroplasty* 29:1001–1004
- Kurtz S, Ong K, Lau E et al (2007) Projections of primary and revision hip and knee arthroplasty in the United States from 2005 to 2030. *J Bone Joint Surg Am* 89:780–785
- Lachiewicz PF, Watters TS, Jacobs JJ (2016) Metal hypersensitivity and total knee arthroplasty. *J Am Acad Orthop Surg* 24:106–112
- Lütznier J, Schmitt J, Kopkow C, Aringer M, Böhle E, Bork H, Dreinhöfer K, Friederich N, Gravius S, Heller K-D, Hube R, Gromnica-Ihle E, Kirschner S, Kladny B, Kremer M, Linke M, Malzahn J, Sabatowski R, Scharf H-P, Stöve J, Wagner R, Günther K-P (2018) S2k-LL Indikation Knieendoprothese
- Meehan JP, Danielsen B, Kim SH et al (2014) Younger age is associated with a higher risk of early periprosthetic joint infection and aseptic mechanical failure after total knee arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am* 96:529–535
- Partridge TCJ, Baker PN, Jameson SS et al (2020) Conventional versus highly cross-linked polyethylene in primary total knee replacement: a comparison of revision rates using data from the national joint registry for England, Wales, and Northern Ireland. *J Bone Joint Surg Am* 102:119–127
- Puente Reyna AL, Fritz B, Schwiesau J et al (2018) Metal ion release barrier function and biotribological evaluation of a zirconium nitride multilayer coated knee implant under highly demanding activities wear simulation. *J Biomech* 79:88–96
- Ranawat AS, Rossi R, Loretto I et al (2004) Comparison of the PFC Sigma fixed-bearing and rotating-platform total knee arthroplasty in the same patient: short-term results. *J Arthroplasty* 19:35–39
- Robertsson O, Lidgren L, Sundberg M et al (2020) The Swedish knee Arthroplasty register—annual report 2019
- Roussot MA, Vles GF, Oussedik S (2020) Clinical outcomes of kinematic alignment versus mechanical alignment in total knee arthroplasty: a systematic review. *EFORT Open Rev* 5:486–497
- Sharkey PF, Lichstein PM, Shen C et al (2014) Why are total knee arthroplasties failing today—has anything changed after 10 years? *J Arthroplasty* 29:1774–1778
- Singh JA, Jensen M, Lewallen D (2013) Predictors of periprosthetic fracture after total knee replacement: an analysis of 21,723 cases. *Acta Orthop* 84:170–177
- Steiger R, Graves S (2019) Orthopaedic registries: the Australian experience. *EFORT Open Rev* 4:409–415
- Stirling P, Middleton SD, Brenkel IJ et al (2020) Revision total knee arthroplasty versus primary total knee arthroplasty: a matched cohort study. *Bone Joint Open* 1:29–34
- Vertullo CJ, Lewis PL, Lorimer M et al (2017) The Effect on Long-Term Survivorship of Surgeon Preference for Posterior-Stabilized or Minimally Stabilized Total Knee Replacement: An Analysis of 63,416 Prostheses from the Australian Orthopaedic Association National Joint Replacement Registry. *J Bone Joint Surg Am* 99:1129–1139

Hier steht eine Anzeige.

