

Christian Manuel Sterneder, Kimi Spilo, Friedrich Boettner

# Sport nach Knieendoprothetik

## Was können wir unseren Patientinnen und Patienten sagen?

### Zusammenfassung:

Vor dem Hintergrund, dass die Zahl an jungen Menschen, die eine Knieprothese erhalten, immer weiter steigt, stellt sich immer häufiger die Frage, welche Sportarten und welche Intensität der Sportausübung mit einer Knieprothese möglich sind. Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass nach einer Knieprothese, Sport auf hohem Niveau in den meisten Studien nicht erreicht wird. Dies scheint jedoch zunehmend nicht an der Prothese selbst zu liegen. Hier gibt es Entwicklungen, wie beispielsweise die zementfreie Verankerung oder konforme Gleitpaarungen, die die Schwelle für High Impact Sport immer weiter senken und die dem Operateur Optionen geben, bei Patientinnen und Patienten mit hohem sportlichen Anspruch, die Implantatwahl individuell anzupassen. Neben patientenspezifischen Faktoren wie Alter, Gewicht, Nebenerkrankungen, präoperative Aktivität, Motivation, gelingt es auch den Operateuren noch nicht reproduzierbar, Knieprothesen zu implantieren, die funktionell eine hohe sportliche Aktivität ermöglichen. Unabhängig davon spielt sicher auch eine Rolle, dass in der Vergangenheit die Fachgesellschaften stärkere sportliche Aktivitäten nach Knieprothesenimplantation abgelehnt haben. Gelingt es dem Operateur durch seine OP-Technik die funktionelle Fähigkeit für höhere Sportlevels zu erreichen, dann könnten durch zementfreie Verankerung, kongruente Gleitpaarungen wie bspw. medial pivotierend etc., eine Gelenkausrichtung innerhalb von 3 Grad und das Weglassen des Patellarrückflächenersatzes die Voraussetzungen für High Impact Sportarten erfüllt sein, ohne, dass dies negative Auswirkungen auf die Überlebensrate des Implantats hat. Wenn diese Ergebnisse auch durch Studien untermauert werden, könnten auch die Fachgesellschaften ihre Empfehlungen entsprechend anpassen.

### Schlüsselwörter:

Sport, Aktivität, Knie-Totalendoprothese, unikondylärer Ersatz, High Impact

### Zitierweise:

Sterneder CM, Spilo K, Boettner F: Sport nach Knieendoprothetik. Was können wir unseren Patientinnen und Patienten sagen?  
OUP 2024; 13: 210–217  
DOI 10.53180/oup.2024.0210-0217

### Einleitung

Sport ist für viele Menschen, auch bis ins hohe Alter, ein wichtiger Lebensbestandteil und trägt zu einer guten Lebensqualität bei [1–3]. Vor dem Hintergrund, dass die Zahl an jungen Patientinnen und Patienten, die eine Knieprothese erhalten, immer weiter steigt [4], ist davon auszugehen, dass viele Patientinnen und Patienten auch nach Implantation einer Knieprothese sportlich aktiv sein wollen [3, 5]. Mit der Zunahme der jungen Patientinnen und Patienten nehmen auch die funktionellen Anforderun-

gen zu und die Patientinnen und Patienten haben hohe Erwartungen an das postoperative Aktivitätsniveau [2, 6, 7]. Daher wird der Erfolg der Knieendoprothetik zunehmend auch an der Fähigkeit zur Rückkehr zu Sport- und Freizeitaktivitäten gemessen [6]. Orthopäden und Unfallchirurgen werden folglich immer häufiger vor die Frage gestellt, ob und in welchem Umfang Patientinnen und Patienten nach der Operation sportlich aktiv sein können [2].

Bei der Frage nach sportlicher Aktivität mit Knieprothese muss beachtet

werden, dass aufgrund der Artikulation des runden Femurkondylus auf einem historisch eher flachen Polyethyleneinsatzes aufgrund der geringen Kontaktflächen im Vergleich zur Hüfte, bei der Knieprothese deutlich höhere Belastungsspitzen auftreten können [2, 8]. Dies ist einer der Gründe, warum Sportempfehlungen für Hüftprothesen nicht ohne Weiteres auf die Knieendoprothetik übertragen werden können [2, 9].

In den letzten Jahren gab es zunehmend mehr wissenschaftliche Arbeiten zu Sport nach Knieendoprothe-

## Sport after knee arthroplasty

### What can we tell our patients?

**Summary:** In light of the fact, that the number of young people undergoing knee arthroplasty is increasing, the question of which types of sport and what intensity of sport is possible after knee arthroplasty is becoming increasingly important. According to the literature patients, especially those with a total knee arthroplasty, do still not achieve high level sports. However, this is not just a problem of the implant itself. There have been developments in implant design like uncemented fixation, medial pivoting bearings etc., that allow the surgeon to adjust their implant choice to the level of sport and physical activity. Beside patient-specific factors like age, weight, coexisting diseases, preoperative activity, and patient motivation it is the surgeon that struggles to implant the knee arthroplasty to accommodate the function level required for high level sport. In addition, most specialty societies have advised against high level sport after knee arthroplasty. However, should the surgeon find ways to implant a knee arthroplasty to accommodate the function level required for high level sports, then utilizing uncemented fixation, high congruency bearings like medial pivoting or ultracongruent etc., restricted alignment targets within 3 deg of neutral and avoiding patella resurfacing might allow for higher activity levels without compromising the long term survival of the implant. Once this has been confirmed by research studies it is likely that the specialty societies will adjust their recommendations.

**Keywords:** sport, activity, total knee arthroplasty, unicompartmental arthroplasty, high impact

**Citation:** Sterneder CM, Spilo K, Boettner F: Sport after knee arthroplasty. What can we tell our patients? OUP 2024; 13: 210–217. DOI 10.53180/oup.2024.0210-0217

tik. Auch Untersuchungen zu Sportarten mit hoher Belastung (High Impact Sportarten) wurden durchgeführt. Ziel dieses Artikels ist es, eine Übersicht zur aktuellen Literatur zu geben und daraus für Orthopäden und Unfallchirurgen Empfehlungen für Sport nach Knieendoprothetik abzuleiten.

#### Empfehlung der Fachgesellschaften

Die Knee Society veröffentlichte im Jahr 1999, basierend auf einer Befragung von 112 Endoprothetikspezialisten, ihre Empfehlungen zur Sportausübung [3]. In den Folgejahren wurden die Empfehlungen angepasst und sind heute die Grundlage für die Sportempfehlung nach Knieendoprothese (KTEP) und unikondylärem Gelenkersatz (UKE) [10]. Diese Richtlinien empfehlen Sportarten wie leichtes Aerobic, Radfahren auf dem Ergometer, Bowling, Krocket, klassischer Tanz, Jazz- und Squaredance, Schwimmen, Gehen und Golf [3]. Sportarten wie Radfahren, Wandern, Rudern, Skifahren, Tennis im Doppel und Krafttraining mit Gewichten wurden mit entsprechender Vorerfahrung empfohlen [3]. Ballsportarten (z.B. Handball, Basketball, Fußball, Baseball, Softball etc.)

sowie Hockey, Joggen, Squash, Lacrosse, Turnen und Tennis wurden nicht empfohlen [3]. 2009 wurde eine Umfrage unter Mitgliedern der American Association for Hip and Knee Surgeons (AAHKS) durchgeführt: Mehr als 80 % der AAHKS-Chirurgen empfahlen Schwimmen, Gehen auf ebenem Boden, Golf, Radfahren, Treppensteigen und Gehen auf unebenem Boden uneingeschränkt [9]. Eine Umfrage aus 120 Mitgliedern der EKA (European Knee Associates) aus 2021 ergab einen Konsens von 5 Sportarten in den ersten 6 Wochen nach KTEP (Gehen, Treppengehen, Schwimmen, Wassergymnastik und stationäres Radfahren), 7 Sportarten nach 6–12 Wochen (zusätzlich Yoga, Fahrradfahren in der Ebene), 14 Sportarten nach 3–6 Monaten nach KTEP und 21 von 47 Aktivitäten nach 6 Monaten [11]. Ab 12 Monaten wurden empfohlen: Tennis (Doppel), Golf, Fitness/Gewichtheben, Aerobic, Wandern, Nordic Walking und Segeln [11]. Eine nicht empfohlene Sportart war Squash [11]. Teilweise Einigkeit wurde unter den Mitgliedern für den Verzicht auf Joggen, Laufen, Einzel-Tennis, Cross-Training, Klettern und Ski-Langlauf in den ersten 6 Wochen postoperativ erzielt [11]. Joggen

auf der Straße, Laufen auf dem Laufband, Handball, Fußball, Basketball, Vollkontaktsportarten und Kampfsport wurde die ersten 12 Wochen nicht empfohlen [11]. Allerdings für die Zeiträume danach gab es keinen Konsens mehr [11]. Badminton, Volleyball, Canyoning, Surfen, Windsurfen, Snowboarden und Rodeln wurden in den ersten 6 Monaten postoperativ nicht empfohlen, jedoch auch ohne Konsens für die Zeit danach [11].

Bei einer Umfrage unter 300 spezialisierten Endoprothetikern und Mitgliedern der Arbeitsgemeinschaft für Endoprothetik (AE) [12], sprach sich die Mehrheit dafür aus, nach einer KTEP innerhalb von 3–6 Monaten wieder Sport mit geringer Belastung zu treiben [12]. 53,5 % der Orthopäden empfahlen High Impact Sport nach KTEP nach adäquatem Training, 36,6% empfahlen es nicht und 5,9% empfahlen Sport ohne Einschränkungen [12]. Dabei wird in der Literatur und bei Umfragen im amerikanischen Raum häufig zwischen den Impactlevels (High Impact vs. Low Impact) anhand der Klassifikation von Clifford and Mallon unterschieden [13]. Diese Klassifikation basiert jedoch nicht auf sportart-spezifischen, biomechanischen in vivo

### Take Home Message 1

Sportempfehlungen der Fachgesellschaften:

- American Knee Society [3]:
  - Empfohlen: leichtes Aerobic, Radfahren auf dem Ergometer, klassischer Tanz, Schwimmen, Gehen und Golf
- European Knee Associates (EKA) [11]: Schwimmen, Wassergymnastik, Fahrradfahren, Yoga, Tennis (Doppel), Golf, Fitness/Gewichtheben, Aerobic, Wandern, Nordic Walking und Segeln
- Mitglieder der Arbeitsgemeinschaft für Endoprothetik (AE) [12]: 53,5% der Orthopäden empfahlen High Impact Sport nach adäquatem Training

Daten [12]. Um jedoch valide Empfehlungen zu Sport nach Knieendoprothetik geben zu können, ist eine Kenntnis der biomechanischen Belastung der Knieprothese bzw. des Kniegelenkes bei verschiedenen Tätigkeiten/Sportarten von Bedeutung und sollen im Folgenden exemplarisch dargestellt werden (Take Home Message 1).

### Belastung der Knieprothese bei unterschiedlichen Sportarten

Die Belastungen beim Radfahren sind unter moderaten Bedingungen geringer als beim Gehen (119 % bzw.  $1,03 \pm 0,2$ -faches Körpergewicht (KG) [14, 15]. Eine Erhöhung der Trittfrequenz von 60 auf 90 rpm oder eine Erhöhung des Widerstands beeinflusste die Belastungswerte nicht wesentlich [15].

Die beim Gehen aufgezeichneten Belastungsspitzen nahmen bis zu 12 Monate postoperativ zu (2,8-faches KG) [16] und korrelierten mit der zunehmenden Geschwindigkeit beim Gehen auf dem Laufband [16]. Das Training auf dem Ellipsentrainer erzeugte Belastungswerte von 2,24-fachem KG, die mit zunehmendem Schwierigkeitsgrad unverändert blieben [15]. Es ist wichtig zu betonen, dass bei der Betrachtung der mediolateralen und tibio-femorale Belastung die Gelenkausrichtung von zentraler Bedeutung ist [17] und beim Gehen in der Ebene Belastungshöchstwerte von bis zu 201 % des KG am medialen Tibiaplateau verzeichnet werden [18]. Ist das Gelenk neutral ausgerichtet, wird das mediale Kompartiment mit 70% der Last belastet [18]. Jede varische oder valgische Gelenkausrichtung von mehr als 3° führt jedoch dazu, dass das mediale bzw. laterale Kompartiment signifikant mehr belastet wird [17].

Ab einer Flexion von 40° steigt die Last am Knie auf das 3,5-fache des KG an [19]. Die Belastungswerte beim Treppaufsteigen sind im Bereich derer beim Gehen, beim Hinabsteigen werden dann Belastungsspitzen von bis zum 3,5-fachen des KG beobachtet [20]. Eine vermehrte Flexion beim Sport (z.B. Stairmaster) ist mit deutlich höheren Belastungsspitzen verbunden [15]. Die gemessenen Belastungswerte am Stairmaster waren bei niedrigen Intensitäten vergleichbar zu denen am Ellipsentrainer, stiegen dann aber unter zunehmender Intensität auf das bis zu 3-fache des KG an [15]. Die erhöhten Belastungen des Kniegelenks ab 40 Grad Beugung sollten bei Sportarten, die eine extreme Flexionsbewegung benötigen, berücksichtigt werden und sollte auch bei Übungen wie der Beinpresse oder Quadrizepsexensionsübungen beachtet werden [21]. Aus biomechanischer Sicht macht es Sinn, für diese Übungen die Flexion auf 40 Grad zu limitieren [21].

Beim Golfspielen wurden vergleichsweise hohe Belastungswerte (> 4-faches KG) gemessen [15]. Dies verdient besondere Beachtung, wird doch Golf meist als Low Impact Sport klassifiziert [10]. Beim Golf werden im führenden Knie wesentlich höhere Kräfte erzeugt als im kontralateralen Knie [15]. Jedoch ist die Frequenz der

Belastungsspitzen geringer als bei anderen High Impact Sportarten wie Joggen [15]. Bedenkt man, dass bei einem Handicap von 54, der Spieler nur etwa 126 Mal einen Golfschwung ausführt, jedoch beim Joggen für einen Kilometer bereits ca. 1500 Schritte notwendig sind, dann ist klar, dass die Frequenz der Belastung auch in die Beurteilung Low- versus High Impact Sport eingehen muss.

Jogging zeichnet sich durch repetitive Spitzenbelastungen aus [15] und in Abhängigkeit von der Laufgeschwindigkeit zeigen sich Belastungen der Knieprothese von 7-fachem KG bis 22-fachem KG [22, 23].

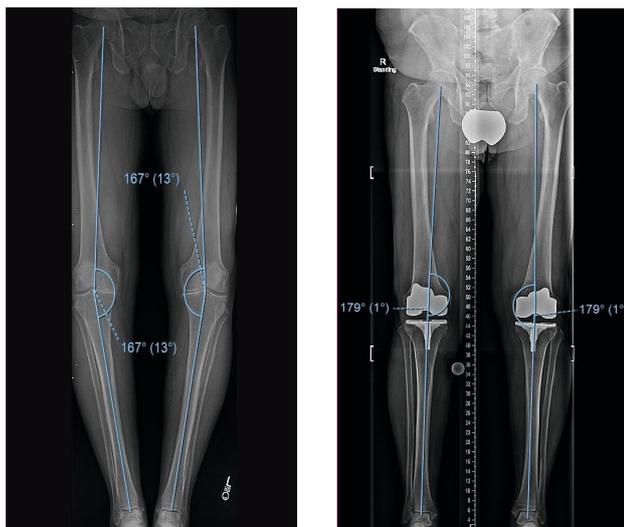
Tennis führt ebenfalls zu einer starken Belastung des Kniegelenks ( $\geq 4$ -faches KG) [15]. Wichtig ist zu beachten, dass beim Tennis das Kniegelenk abrupten Richtungswechseln ausgesetzt ist und damit eine besondere Stabilität erforderlich ist [15]. Darüber hinaus wird die Belastung des Kniegelenks auch durch den Belag (Hardcourt versus Sandplatz) beeinflusst.

Die Belastungswerte beim Skifahren zeigten einen bemerkenswerten Unterschied zwischen Anfängern (10-faches KG) und erfahrenen Skifahrern (3,5-faches KG) [24, 25] Auch zeigte der klassische Langlauf geringere Belastungen als der Skating-Stil (Take Home Message 2) [25, 26].

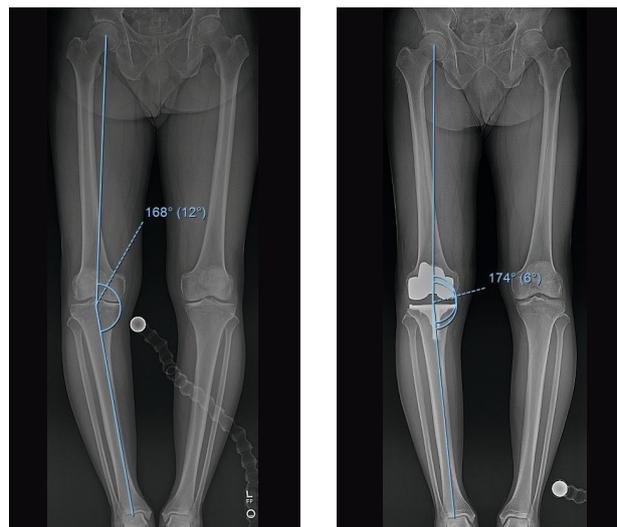
### Take Home Message 2

Belastung des Kniegelenks bei unterschiedlichen Sportarten:

- Gehen: 1–2-faches Körpergewicht
- Ellipsentrainer, Fahrrad: bis 2,2-faches Körpergewicht
- Stairmaster: 2–3-faches Körpergewicht
- Treppabsteigen: 3,5-faches Körpergewicht
- Kniebeuge bis 40 Grad: < 3,5-faches Körpergewicht, mit zunehmender Beugung ansteigend
- Tennis & Golf: 4-faches Körpergewicht
- Alpines Skifahren 4-faches Körpergewicht
- Joggen: > 7-faches Körpergewicht



**Abbildung 1** Beispiel für mechanisches Alignment einer Knie-Totalendoprothese (KTEP); **links** präoperative Ganzbeinstandaufnahme, **rechts** postoperative Ganzbeinstandaufnahme



**Abbildung 2** Beispiel für kinematisches Alignment einer Knie-Totalendoprothese (KTEP) **links** präoperative Ganzbeinstandaufnahme, **rechts** postoperative Ganzbeinstandaufnahme

### High Impact Sports

Immer jüngere und aktive Patientinnen und Patienten stellen den Operateur zunehmend vor die Frage, ob die Ausübung von High Impact Sportarten mit Knieprothese möglich ist. Generell wird in Studien beobachtet, dass die Teilnahme an High Impact Sportarten wie Joggen oder Tennis nach Implantation einer Knieprothese zurück ging [27–30] und dass der Anteil der Patientinnen und Patienten, die High Impact Sportarten ausüben, gering ist [30–33]. Dennoch zeigen Studien, dass es möglich ist, dass Patientinnen und Patienten mit entsprechender Vorerfahrung auch mit einer Knieprothese diese Sportarten ausüben [21]. In einer Studie mit 236 Patientinnen und Patienten und einer mittleren Nachbeobachtungszeit von  $14,9 \pm 3$  Jahren übten 16,7 % aller Patientinnen und Patienten High Impact Sportarten wie Ballsport, Jogging und Squash aus [34]. Dabei traten 3 (1,3 %) aseptische Lockerungen, ein Implantatversagen und ein Polyethylenverschleiß auf [34]. Eine Studie von Mont et al. untersuchte Patientinnen und Patienten, die High Impact Sportarten (Jogging, Skifahren, Tennis, Racquetball, Squash und Basketball) auf intensivem Niveau (4  $\times$ /Woche bzw. 3,5 h) betrieben und fand in einem 4-Jahres-Follow-up keinen negativen Einfluss auf das Langzeitüberleben nach Knieprothese [35]. Hof-

taedter et al. untersuchten 16 Patientinnen und Patienten nach KTEP, die im Durchschnitt 80 Tage über 3 Winter Ski fahren und nach einer mittleren Nachbeobachtungszeit von 5 Jahren keine Lockerungssäume oder Osteolysen im Röntgen-Follow-up zeigten [36]. Bercovy et al berichten von 500 Patientinnen und Patienten nach KTEP [37]. 133 Patientinnen und Patienten (26 %) konnten sportliche Aktivitäten auf einem Niveau von 8/10 oder mehr auf dem University of California, Los Angeles (UCLA)-Rating-Score durchführen. Acht von 10 entspricht dabei der regelmäßigen Teilnahme an sehr aktiven Sportarten wie Bowling und Golf [37]. Bei 96 dieser 133 Knie (72 %) übte der Patient mehr als eine sportliche Aktivität aus [37]. In 103 dieser 133 Patientinnen und Patienten lag das UCLA-Rating bei 9/10 (Jogging, Skiing, Ballett, schwere Arbeit) und in 30 Fällen bei 10/10 (regelmäßig Impact Sport: Tennis, Langstreckenlaufen, Skifahren, alpine Gletscherwanderungen) [37]. Kleinere Studien haben zudem gezeigt, dass Patientinnen und Patien-

ten in der Lage waren, erfolgreich an High Impact Sportarten wie Judo und Tennis teilzunehmen und auch das erfolgreiche Absolvieren eines Ultra-Trail ist dokumentiert (Take Home Message 3) [38–40].

### Einfluss hoher Aktivität und High Impact Sport auf das Implantatüberleben

Frühere Studien legen den Schluss nahe, dass die physische Aktivität einer Patientin/eines Patienten einen starken Einfluss auf das Abriebverhalten der Prothesen hat [41]. Ponzio fand eine erhöhte Revisionsrate bei aktiven Patientinnen und Patienten (3,2 %) im Vergleich zu inaktiven Patientinnen und Patienten (1,6 %) 5–10 Jahre postoperativ [42]. Neuere Studien zeigen jedoch, dass Implantate auch ein höheres Aktivitätslevel tolerieren und sportliche Aktivität nicht unbedingt eine erhöhte Ausfallwahrscheinlichkeit der Knieprothese zur Folge hat [33, 34, 43–49]. Kornuijt et al. fanden in ihrem systematischen Review von 4811 KTEP in 4263 Patientinnen und Patienten

#### Take Home Message 3

Bei entsprechender Vorerfahrung scheint die Teilnahme an High Impact Sportarten und Aktivitäten mit hoher körperlicher Aktivität möglich [21]. Jedoch ist die Auswirkung dieser hohen Belastungen und Aktivitätslevels auf das Implantatüberleben Gegenstand der aktuellen Forschung.

(mittleres Follow-up 4–12 Jahre), dass in den ersten 12 postoperativen Jahren nach einer TKA kein erhöhtes Risiko für Revisionsoperationen für Patientinnen und Patienten mit hoher körperlicher Aktivität im Vergleich zu Patientinnen und Patienten mit niedriger körperlicher Aktivität bestand [50].

Eine kürzlich veröffentlichte Übersichtsarbeit untersuchte den Einfluss von körperlicher Aktivität auf das Implantatüberleben in 20 Studien (unikondyläre Knieendoprothese (UKE): 6 Studien n = 2387, KTEP: 14 Studien, n = 7114) [51]. Für UKE konnte keine Studie einen Zusammenhang zwischen einem höheren Maß an körperlicher Aktivität und sportlicher Betätigung und einem erhöhten Implantatverschleiß oder Implantatversagen bis zu 10 Jahren nach der Operation zeigen [51]. Für die KTEP fand die Studie keinen konsistenten Zusammenhang zwischen einem höheren Maß an körperlicher Aktivität und einem Implantatversagen bis zu 11 Jahren nach Operation [51]. Crawford et al. verglichen Patientinnen und Patienten mit einem UCLA-Score  $\geq 6$  mit weniger aktiven Patientinnen und Patienten [33, 52]. Die Revisionsraten für UKE waren nach einem Follow-up von mindestens 5 Jahren in beiden Aktivitätsgruppen gleich hoch [52]. Höher aktive Patientinnen und Patienten hatten bei einer mittleren Nachbeobachtungszeit von 11,4 Jahren nach KTEP ein besseres Implantatüberleben als weniger aktive Patientinnen und Patienten [33]. Auch Meftah et al. fanden bei 55 jungen ( $\leq 60$  Jahre), aktiven Knie-TEP Patientinnen und Patienten bei einer mittleren Nachbeobachtungszeit von  $12,3 \pm 0,5$  Jahren (11–13) keine Revisionen wegen Osteolysen oder Lockerungen [53]. Ennis et al. verglichen in einer 1:1 gemachten, retrospektiven Kohortenstudie (149 Knie und 48 Hüften) mit einer Nachbeobachtungszeit von min. 5 Jahren, hochaktive Patientinnen und Patienten (UCLA  $\geq 8$ ) mit Patientinnen und Patienten mit niedriger Aktivität [54]. In der Kohorte mit hoher Aktivität kam es im Vergleich zur Kohorte mit niedriger Aktivität nicht häufiger zu Reoperationen und Revisionen. Es gab keine Unterschiede in der 5-Jahres-Überlebensrate [54]. Auch Mont et al haben 2007 den Ein-

#### Take Home Message 4

Die Literatur zu den Auswirkungen höherer Aktivitätslevels und High Impact Sportarten auf das Implantatüberleben hat in den letzten Jahren zugenommen und zeigt ermutigende Ergebnisse. Jedoch fehlen Langzeitergebnisse, um die vollkommene Unbedenklichkeit zu beweisen.

fluss der Aktivität auf das Ergebnis von Knieendoprothesen bei 22 Männern und 35 Frauen (72 Knie) untersucht [47]. Nach einer Nachbeobachtungszeit von mindestens 4 Jahren (4–14 Jahre, im Mittel: 7 Jahre) fanden sich keine Unterschiede in den klinischen Ergebnissen und auch die röntgenologischen Ergebnisse der beiden Gruppen waren vergleichbar [47]. Bercovy et al. zeigte in der oben bereits erwähnten Studie, dass die 13-Jahres-Überlebensrate nach Kaplan-Meier mit Revision wegen aseptischer Lockerung als Endpunkt 99,4% betrug [37]. Von den 3 Lockerungen, trat keine bei Patientinnen und Patienten mit intensiver körperlicher Aktivität auf. Alle 3 betrafen Patientinnen und Patienten mit mäßiger Aktivität [37]. Eine weitere Studie mit 1906 Knieprothesen (1745 KTEP, 161 UKE, Alter 45–75 Jahren) fand ein prognostiziertes Implantatüberleben für UKE von 100,0% nach 2 Jahren und 98,1% nach 5 Jahren [55]. Die prognostizierte Implantatüberlebensrate für Knie-TEP betrug 99,8% nach 2 Jahren und 98,1% nach 5 Jahren [55]. Bei Patientinnen und Patienten mit hoher Aktivität waren die Revisionsraten geringer als bei Patientinnen und Patienten mit geringer/mittlerer Aktivität [55]. Ein höherer LEAS-Wert 2 Jahre postoperativ war mit einem geringeren Revisionsrisiko verbunden und ein LEAS-Anstieg um 1 Punkt 2 Jahre postoperativ verringerte die Wahrscheinlichkeit einer Revisionsoperation um 19% [55].

Es ist jedoch nach wie vor unklar, in welchem Umfang High Impact Sport in den Studien tatsächlich High Impact Sportarten wie Langstreckenlaufen oder Fußball entsprechen, denn auch ein UCLA-Score von 10 besagt lediglich, dass regelmäßig High Impact Sport ausgeübt wird und auch beim LEAS-Score besteht ein erheblicher Unterschied zwischen dem Cut off für High Activity: 14 (Tanzen, Schwimmen, leichtes Joggen 2–3/Woche) versus 18 (täglich High Level,

kompetitiver Sport). Beide werden in den Studien gleichgesetzt und es ist nicht klar, ob High Activity Level in der Mehrzahl der Patientinnen und Patienten den niedrigeren oder höheren Punktwert betreffen (Take Home Message 4).

#### Implantatdesign

Bei der Betrachtung der Frage, welche Auswirkungen hohe Aktivitätslevel und High Impact Aktivitäten auf das Implantatüberleben haben, muss auch das Implantatdesign berücksichtigt werden. Hier gab es in den letzten Jahren einige Entwicklungen, welche die Schwelle für High Impact Sport nach KTEP weiter senken können und es erlauben, die Implantatwahl der physischen Aktivität der Patientin/des Patienten anzupassen.

#### Kontaktfläche

Durch die Artikulation des runden Femurcondylus mit der eher flachen Tibiaoberfläche eines Standard Cruciate Retaining CR oder posterior stabilized PS Polyethyleneinsätze können wegen der relativ geringen Kontaktflächen erhebliche Belastungsspitzen im Polyethylen auftreten [2]. Ultrakongruente Polyethyleneinsätze bieten den Vorteil, die Kongruenz der tibiofemorale Kontaktfläche zu vergrößern und damit die Stabilität zu erhöhen und die Kontaktfläche zu vergrößern. Die damit verbundenen geringeren Belastungsspitzen machen diese Implantate deshalb besonders für Patientinnen und Patienten mit hohem sportlichem Anspruch interessant [21, 56]. So können z.B. durch die Verwendung von medial pivotierenden Designs Belastungsspitzen im Polyethylen vermieden werden [2]. Eine kürzlich durchgeführte Studie des American Joint Replacement Registry hat gezeigt, dass die Zahl der KTEPs mit einem ultrakongruenten Polyethyleneinsatz von 2012–2019 zugenommen hat und die Zahl der ultrakongruenten Polyethyleneinsätze 2019 erstmals

die Zahl der konventionellen CR-Designs überstiegen hat [57].

Eine weitere wichtige Entwicklung ist die Verbesserung der Abriebeigenschaften des Polyethylens. So wird in der Literatur über die zunehmende Verwendung von Highly Crosslinked Polyethylen (HXLPE) bei Knie-TEP berichtet, da biomechanische Abriebstudien deutliche bessere Eigenschaften zeigen als herkömmliches Polyethylen [58]. Gkias et al. zeigten, dass HXLPE bei Knie-TEP im Vergleich zu konventionellem PE mit einer geringeren Revisionsrate für aseptische Lockerungen verbunden war [59]. Interessanterweise zeigte zudem eine Studie, dass für jüngere Patientinnen und Patienten (< 60 Jahre) und für übergewichtige Patientinnen und Patienten (BMI > 35), HXLPE der „2. Generation“ ein signifikant besseres Überleben zeigt als konventionelles Polyethylen [60]. Diese Ergebnisse legen nahe, dass HXLPE insbesondere in Kombination mit einer konformereren Gelenkfläche bei bestimmten anspruchsvolleren Patientengruppen Vorteile bieten kann [60].

### Fixierung

In Deutschland wurden laut Jahresbericht 2023 des ERPD über 95 % der primären Knieendoprothesen komplett zementiert verankert [61]. Für jüngere und sportlich aktivere Patientinnen und Patienten können jedoch auch zementfreie Implantate eine zunehmende Rolle spielen, wobei sich im Allgemeinen gute Ergebnisse und eine gute Überlebensdauer zeigen [21]. Aktuelle Studien konnten zudem zeigen, dass die zementfreie KTEP insbesondere bei Männern unter 65 Jahren und bei adipösen Patientinnen und Patienten im Vergleich zu den zementierten Optionen gleichwertig oder überlegen ist [62, 63]. Dabei ermöglicht eine zementfreie Fixierung eine biologische und somit dauerhaftere und widerstandsfähigere Verankerung zwischen Knochen und Implantat [63–68]. Und so berichten auch internationale Registerdaten von einer Zunahme der zementfreien Verankerungen in der Knieendoprothetik [69–72].

### Patellarersatz

Ein weiterer implantatspezifischer Faktor, der für die Belastung bei High Impact Sportarten mit tiefer Flexion be-

### Take Home Message 5

Anpassungen des Implantatdesigns und der Implantationstechnik, um eine höhere Belastung zu ermöglichen:

- zementfreie Verankerung
- kongruente Gleitpaarungen (medial pivoting, ultracongruent, lateral pivoting)
- Verzicht auf den Patellarückflächenersatz oder unzementierter Rückflächenersatz
- Gelenkausrichtung innerhalb von 3 Grad Achsenabweichung

rücksichtigt werden sollte, ist der Retropatellarersatz. Laut dem Jahresbericht 2023 des EPRD erhielten 10,5 % aller KTEP-Patientinnen und -Patienten einen Retropatellarersatz in Deutschland [61]. Starke Flexionsbewegungen können zu hohen Belastungsspitzen am Retropatellarersatz führen [21]. Deshalb sollte man vorsichtig und zurückhaltend bei Fitnessübungen wie tiefen Kniebeugen, tiefer Beinpresse, Curls oder Anheben schwerer Lasten sein und für diese Patientinnen und Patienten den Verzicht auf einen Patellarersatz erwägen [21].

Es ist davon auszugehen, dass die beschriebenen Entwicklungen im Implantatdesign die Schwelle für High Impact Sport nach KTEP weiter senken werden, jedoch müssen dabei auch patientenspezifische Faktoren wie die präoperativen Sportgewohnheiten und Aktivitätslevel beachtet werden [3].

### Alignement

Biomechanische Studien haben deutlich höhere Belastungen am medialen Tibiaplateau varischer Gelenkausrichtung gezeigt [17]. Diese ist insbesondere problematisch, da im Rahmen einer uneingeschränkten kinematischen Ausrichtung (unrestricted kinematic alignment) und inverser kinematischer Ausrichtung (inverse kinematic alignment) die Tendenz zu Achsausrichtung jenseits von 3–5 Grad varus besteht. Da dies ein jüngerer Trend ist, ist der Einfluss dieser Operationstechniken auf die Möglichkeit, High Level Sport zu treiben nicht untersucht. Es erscheint zumindest aus biomechanischer Sicht problematisch, im Rahmen einer unrestricted alignment-Philosophie auch erhebliche Abweichungen der Beinachse zuzulassen. Hier sind weitere Studien notwendig, um zu untersuchen, ob

die Rekonstruktion des Phänotypen ggf. bessere Sportausübung ermöglicht und ob dies zu einem höheren Lockerungsrisiko führt (Abb. 1–2; Take Home Message 5).

### Prä- und postoperative Aktivitätslevel und Rückkehr zum Sport

Patientinnen und Patienten, die sich regelmäßig und auf gutem Niveau körperlich betätigen, können in der Regel nach der Operation leichter zum Sport zurückkehren [73]. Bei bestimmten Sportarten ist es erforderlich, dass die Patientin/der Patient die Sportart präoperativ ausgeführt hat, um sie postoperativ wieder aufzunehmen [74]. Insbesondere das Erlernen motorisch anspruchsvoller Sportarten ist nach einer KTEP nicht anzuraten [2]. Patientinnen und Patienten, die präoperativ keine sportlichen Aktivitäten ausgeübt haben, sind hingegen mit einer hohen Wahrscheinlichkeit nicht in der Lage, nach der Operation mit dem Sport zu beginnen [29, 75, 76]. Im Allgemeinen konnten Hanreich et al. in ihrer Metaanalyse eine Return to Sport (RTS)-Rate in einem Bereich von 12–100 %, im Median von 71,2 %, feststellen [30]. Waldstein konnte nach UKE eine Return to Activity-Rate zwischen 87 und 98 % feststellen [77].

Was die Prädiktoren für die Teilnahme am Sport nach KTEP betrifft, zeigte eine Studie, dass ein erhöhter präoperative UCLA-Aktivitätswert, ein niedriges Alter, das männliche Geschlecht und ein niedriger BMI mit höheren Aktivitätswerten vergesellschaftet sind [78]. In einer weiteren Studie bei KTEP-Patientinnen und -Patienten waren jüngeres Alter, niedriger BMI und höhere postoperative Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score Junior, 12-Item Short

Form Physical Component-Score und 12-Item Short Form Mental Component-Score unabhängige Prädiktoren für postoperativen Sport und körperlicher Aktivität [79]. Eine retrospektiven Studie mit 1907 Knieprothesen (1746 KTEP, 161 UKE), Alter 45–75) konnte zeigen, dass männliches Geschlecht, junges Alter, niedriger BMI und hohes präoperatives Aktivitätsniveau die Fähigkeit zur Rückkehr zum Sport voraussagen [80]. Metaanalysen zeigen einen starken Zusammenhang zwischen prä- und postoperativem Aktivitätslevel [30, 46]. Präoperativ lag der Anteil an sportlich aktiven Patientinnen und Patienten mit KTEP zwischen 29,3% und 100% und postoperativ bei 21,3% und 100% [28, 29, 32, 34, 38, 48, 75, 81–86]. Patientinnen und Patienten betreiben präoperativ größtenteils Low Impact Sportarten und der Anteil an hochaktiven Patientinnen und Patienten ist gering [30, 46]. Eine Metaanalyse zeigt bei allen K-TEP-Patientinnen und -Patienten ein Aktivitätslevel  $UCLA \leq 8$  [30]. Die am häufigsten ausgeführten präoperativen Sportarten von K-TEP-Patientinnen und -Patienten sind Gehen, Radfahren und Schwimmen [30, 33, 46, 87]. Die Metaanalyse zeigte zudem ein gleichbleibendes bzw. eine geringgradige Verbesserung des Aktivitätslevels [30], wobei bei Patientinnen und Patienten < 55 Jahren ein größerer Anstieg ihres Aktivitätslevels zu verzeichnen war [30]. In einer weiteren Metanalyse wirkte sich die Implantation einer Knieprothese generell positiv auf das Aktivitätsniveau und die Teilnahme an sportlichen Aktivitäten aus [88]. Die meisten Patientinnen und Patienten, die im Jahr vor der Operation ihre sportlichen Aktivitäten eingestellt haben, scheinen jedoch nach der Operation, insbesondere nach einer K-TEP, ihre sportlichen Aktivitäten nicht wieder aufzunehmen [88]. Nach UKE waren Wandern, Radfahren und Schwimmen die häufigsten Aktivitäten [77], wobei anzumerken ist, dass Patientinnen und Patienten mit UKE ihr Aktivitätslevel nicht stärker steigern als Patientinnen und Patienten mit K-TEP [32, 46, 89]. Eine bereits im Eingang erwähnte, retrospektiven Studie mit 1907 Knieprothesen (1746

### Take Home Message 6

Faktoren, die die postoperative Aktivität nach Implantation einer Knieprothese positiv beeinflussen:

- hohes präoperatives Aktivitätsniveau
- niedriger BMI
- jüngeres Alter
- männliches Geschlecht

TKA, 161 UKE) bewertete die Aktivität anhand des LEAS 2 Jahre postoperativ [80]. Nach Adjustierung für präoperative LEAS, Alter, Geschlecht, BMI, CCI und ASA betrug der geschätzte Unterschied zwischen den Gruppen 0,3 Punkte auf dem LEAS-Score. 34,7% der Patientinnen und Patienten mit KTEP und 44,7% der Patientinnen und Patienten mit UKE waren hoch aktiv ( $LEAS \geq 14$ ) [80]. Innerhalb der hochaktiven Untergruppe unterschied sich die LEAS nicht zwischen UKE und KTEP (Take Home Message 6) [80].

### Patientenspezifische Faktoren

Interessanterweise werden unter den Faktoren, welche die körperliche Aktivität und die Rückkehr zum Sport nach einer K-TEP beeinflussen und limitieren, häufig Punkte aufgezählt, die nicht mit dem operierten Kniegelenk in Zusammenhang stehen [84, 90–92]. Dies rückt neben der präoperativen Aktivität weitere patientenspezifische Faktoren wie das Geschlecht, Alter, Gewicht, Motivation, das allgemeine Fitnesslevel, die körperliche Konstitution und Begleiterkrankungen [3, 74] in den Fokus der Betrachtung. Neben dem Alter ist v.a. das Gewicht der Patientin/des Patienten ein wichtiger Prädiktor für die postoperative Aktivität [78–80]. Zudem hat das Gewicht einen großen Einfluss auf den Polyethylenverschleiß und die Überlebensdauer der Knieprothese [61, 93, 94]. Daher sollten Übergewichtige High Impact Sportarten eher meiden und das Hauptaugenmerk auf Low Impact Sportarten zur Verbesserung der allgemeinen Fitness und die Gewichtsabnahme legen [21]. Und auch das Geschlecht ist ein wichtiger Einflussfaktor für die sportliche Aktivität nach Kniepro-

these, wobei Männer nach der Operation eher zum Sport zurückkehren als Frauen [28, 78, 82, 86].

Begleiterkrankungen spielen ebenfalls eine wichtige Rolle in der sportlichen Aktivität nach Implantation einer Knieprothese. Generell stellen Komorbiditäten einen Faktor für eine verkürzte Lebensdauer der Prothese dar [61]. Bradbury et al. fanden in ihrem Studienkollektiv 55 Patientinnen und Patienten mit Komorbiditäten, die ihre Aktivität einschränkten und ihre Teilnahme am Sport vor der Operation verhinderten. Keiner dieser Patientinnen und Patienten kehrte zum Sport zurück. Von 66 Patientinnen und Patienten ohne vorbestehende Begleiterkrankungen, die präoperativ sportlich aktiv waren, kehrten 77% zum Sport zurück [75]. Eine retrospektive Studie mit 443 K-TEP konnte zeigen, dass jeder Anstieg des ASA-Scores um 1 Punkt mit einer um 52% verringerten Wahrscheinlichkeit für RTS verbunden war [95].

Ein weiterer wichtiger patientenspezifischer Faktor ist die Motivation, welche Einfluss auf mehrere Bereiche der Rückkehr zum Sport hat (z.B. Genesungszeit, Häufigkeit der Teilnahme, Leistungsniveau) [96]. Bonnin et al. stellten eine starke Korrelation zwischen der Teilnahme an sportlichen Aktivitäten und der Motivation fest [92].

Aber nicht nur patientenbezogene Faktoren, sondern auch externe Faktoren wie die geografische Lage [30] und vor allem auch der Rat des behandelnden Arztes spielen eine erhebliche Rolle [30, 46, 74, 82]. Einige Orthopäden neigen dabei dazu, die Patientin/den Patienten von High Impact Sportarten abzuhalten und Low Impact Sportarten zu empfehlen [2, 74]. So ist die Empfehlung des behandelnden Arztes einer der Hauptgründe für eine zurückhaltende, re-

duzierte Sportteilnahme postoperativ [82]. Bemerkenswert ist, dass High-Volume-Chirurgen grundsätzlich liberalere Empfehlungen zur Sportausübung geben [2].

### Zusammenfassung und Schlussfolgerung

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass vor allem Patientinnen und Patienten nach K-TEP, Sport auf hohem Niveau immer noch nicht vorhersehbar erreichen. Dies scheint jedoch zunehmend nicht an dem Prothesendesign und -material selbst zu liegen. Hier gab es in den letzten Jahren Entwicklungen, welche die Schwelle für High Impact Sport immer weiter senken werden und es erlauben werden, für Patientinnen und Patienten mit hohem sportlichem Anspruch die Implantatwahl individuell anzupassen. Neben patientenspezifischen Faktoren wie Alter, Gewicht, Nebenkrankungen, präoperative Aktivität, Motivation, gelingt es auch den Operateuren noch nicht reproduzierbar, Knieprothesen zu implantieren, die funktionell eine hohe sportliche Akti-

vität ermöglichen. Unabhängig davon spielt sicher auch eine Rolle, dass in der Vergangenheit die Fachgesellschaften stärkere sportliche Aktivitäten nach Knieprothesenimplantation abgelehnt haben.

Gelingt es dem Operateur durch seine OP-Technik, die funktionelle Fähigkeit für höhere Sportlevels zu erreichen, dann könnten durch zementfreie Verankerung, kongruente Gleitpaarungen wie beispielsweise medial pivotierend etc., eine Gelenkausrichtung innerhalb von 3 Grad und das Weglassen des Patellarückflächenersatzes die Voraussetzungen für High Impact Sportarten erfüllt sein, ohne, dass dies negative Auswirkungen auf die Überlebensrate des Implantats hat. Wenn diese Möglichkeiten auch durch Studien untermauert werden, könnten auch die Fachgesellschaften ihre Empfehlungen entsprechend anpassen.

#### Interessenkonflikte:

Friedrich Boettner erhält Royalties von Smith and Nephew, Beraterhonorare und Royalties von der Ortho Development

Corporation und besitzt Aktien und Aktienoptionen von AccuPredict Inc. Kimi Spilo, Christian Manuel Sterneder: Keine angegeben.

**Das Literaturverzeichnis zu diesem Beitrag finden Sie auf:**  
**[www.online-oup.de](http://www.online-oup.de).**

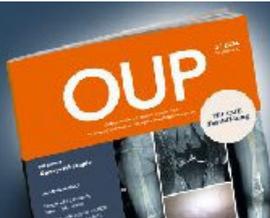


Foto: privat

#### Korrespondenzadresse

Friedrich Boettner, MD  
Adult Reconstruction and  
Joint Replacement Service  
Hospital for Special Surgery  
535 East 70th  
New York, NY 10021, United States  
[doc@drboettner.com](mailto:doc@drboettner.com)

# OUP



OUP online

## Wussten Sie, dass Sie die OUP auch im Internet lesen können?

Ab dem ersten Erscheinungstag steht die jeweilige aktuelle OUP-Ausgabe unter [www.online-oup.de](http://www.online-oup.de) im Netz. Nach einmaliger Registrierung können Sie sich jederzeit einloggen.

#### Ein besonderer Vorteil:

Nach Registrierung stehen Ihnen unsere CME-Artikel direkt zur Verfügung und Sie können wertvolle Punkte erwerben.

**[www.online-oup.de](http://www.online-oup.de)**