



REVIEW / SPECIAL ISSUE

Sport und Endoprothese

Thomas Tischer¹, Wolfram Mittelmeier¹, Daniel Kluess¹, Thomas Jöllenbeck²,
Hubert Hörterer³, Casper Grim⁴

¹Orthopädische Klinik und Poliklinik, Universitätsmedizin Rostock, Deutschland

²Klinik Lindenplatz GmbH, Institut für Biomechanik, Bad Sassendorf, Deutschland

³Medical Department, International Ski Federation FIS, Oberhofen/Thunersee, Switzerland

⁴Klinikum Osnabrück GmbH, Klinik für Orthopädie, Unfall- und Handchirurgie, Osnabrück, Deutschland

Eingegangen/submitted: 13.02.2019; akzeptiert/accepted: 06.03.2019

Online verfügbar seit/Available online: 09.05.2019

Zusammenfassung

Die Anzahl der endoprothetischen Gelenkoperationen hat in den vergangenen Jahrzehnten deutlich zugenommen. In Deutschland werden jedes Jahr knapp 170.000 primäre Knie- und ca. 230.000 primäre Hüftendoprothesen implantiert. Körperliche und leichte sportliche Aktivität wird nach endoprothetischem Ersatz grundsätzlich empfohlen und ist bereits aus gesundheitlichen Gründen zu fordern. Die Erwartungen an den Gelenkersatz nehmen kontinuierlich zu, insbesondere bezüglich der Rückkehr zu sportlichen Aktivitäten. Leider ist die Datenlage zur Sportverträglichkeit von Endoprothesen äußerst gering, sodass aktuell keine evidenzbasierten Leitfäden für die „Rückkehr zum Sport nach Hüft- oder Kniegelenkersatz“ vorliegen.

Schlüsselwörter

Hüftprothese– Knieprothese– Sport– Return to sport– Empfehlungen

T. Tischer et al.

Sport and total joint arthroplasty

Summary

The number of joint replacements has increased significantly in the last decades. In Germany, nearly 170,000 primary knee and 230,000 primary hip replacements are performed each year. Physical activity and light sports are generally recommended after joint replacement is necessary for health reasons. Expectations on joint replacement are steadily increasing, especially with regard to the return to sports. Unfortunately, the data on the sports and joint replacement is extremely low, so that there are currently no evidence-based guidelines for the “return to sports after hip or knee replacement”.

Keywords

Hip replacement– knee replacement– sports– return to sport– recommendations

Einleitung

Der Erfolg des endoprothetischen Gelenkersatzes ist aus der Orthopädie nicht mehr wegzudenken. So wurde der Ersatz des Hüftgelenkes im renommierten Fachjournal „The Lancet“ als die Operation des Jahrhunderts bezeichnet [16]. In Deutschland werden dabei jedes Jahr knapp 170.000 primäre Knie- und ca. 230.000 primäre Hüftendoprothesen implantiert [13], wobei knapp ein Drittel der Betroffenen jünger als 65 Jahre sind und sich somit im aktiven und sportlichen Leben befinden [6]. Aktivität und Sport mit Endoprothese hat daher eine große klinische und volkswirtschaftliche Relevanz, allerdings mangelt es aktuell noch an validen wissenschaftlichen Studien [5]. Schaut man sich die Daten aus Endoprothesenregistern an, z.B. die des australischen Endoprothesenregisters, dann zeigt sich, dass die Revisionsraten bei Patienten unter 55 Jahren deutlich höher sind als bei älteren Patienten, v.a. bei Knieendoprothesen (Revisionsrate ca. 15% nach 15 Jahren bei unter 55-jährigen vs. knapp 4% bei über 75-jährigen)

[9]. Dies hängt nicht nur mit der höheren Aktivität der jüngeren Patienten zusammen, hat sicherlich aber auch einen Einfluss. Auch sind knapp 20% der Patienten mit knieendoprothetischem Ersatz nicht vollständig zufrieden [4]. Der folgende Artikel soll daher eine aktuelle U'bersicht zum Thema Sport mit Endoprothese geben.

Biomechanische Aspekte bei Sport mit Endoprothese

Gefahr für vorzeitiges Versagen der Endoprothese droht hauptsächlich durch vermehrten Abrieb aufgrund vermehrter Belastung, Verletzungsrisiko (Sturz, Gegnerkontakt) und Impingement der Endoprothese bei extremen Bewegungen. Biomechanische Studien haben eindeutig den Nachweis eines vermehrten Abriebs bei vermehrter Belastung gezeigt, wobei es hier in den letzten Jahren durch Entwicklung neuer Gleitpaarungen zu einer deutlichen Verbesserung gekommen ist [8,23]. Diese Faktoren sind bei der Auswahl der gewünschten Sportart zu berücksichtigen.

Vor der Endoprothesenzulassung muss eine präklinische mechanische Prüfung (nach ISO- und/oder ASTM-Normen) erfolgen. Hierbei werden z. B. der Dauerschwingversuch oder Verschleißprüfungen über 5 Millionen Zyklen, wobei alle 500.000 Zyklen der Abrieb gemessen wird, durchgeführt. Ziel der präklinischen Prüfung ist es, katastrophales Versagen der Prothese (z.B. Brüche) oder massiven Verschleiß zu vermeiden (Abbildungen 1 und 2). Hier zeigt sich aber schon eine Diskrepanz zwischen der präklinischen Prüfung und den tatsächlichen Belastungen. Fünf Millionen Zyklen werden bei einer täglichen Schrittzahl von 10.000 (5.000 pro Gelenk) bereits nach 1.000 Tagen oder knapp drei Jahren erreicht. Die tatsächlichen Belastungen, die auf ein endoprothetisch

versorgtes Gelenk wirken, wurden mit speziellen Endoprothesen mit telemetrischen Messvorrichtungen u.a. von der Arbeitsgruppe um Bergmann gemessen [2,1]. So wirken auf das endoprothetisch ersetzte Hüftgelenk beim normalen Gehen Kräfte bis zum 2,5-Fachen des Körpergewichts, beim Joggen bis 5x Körpergewicht und Stolpern ca. 7x Körpergewicht. Somit besteht eine deutliche Differenz zwischen den zur Zulassung notwendigen biomechanischen Laborprüfungen und den realistischen Belastungen. Sportliche Belastungen werden in keinem Fall in die Zulassungsvoraussetzungen inkludiert. Dies wird teilweise auch im Beipackzettel zur Endoprothese erwähnt, so dass bei manchen Modellen explizit erwähnt wird, dass Patienten über die Grenzen der Im-

plantate zu unterrichten sind. Dies gilt im Übrigen auch für starkes Übergewicht. Manchmal finden sich auch detaillierte Hinweise zu sportlichen Aktivitäten. Daher kommt der individuellen Beratung und Aufklärung des Patienten eine wichtige Rolle zu. Zukünftig sind in diesem Bereich vermehrt Studien zu fordern, die genauer untersuchen, welche Sportart und welches Sportniveau mit welcher Prothese aus biomechanischer Sicht möglich und sinnvoll sind.

Datenlage Sport mit Endoprothese

Wenn über Sport und Endoprothese gesprochen wird, sollte zunächst berücksichtigt werden, dass beispielsweise in den USA 250.000 Todesfälle pro Jahr als Folge körperlicher Inaktivität zu beklagen sind [3] und die körperliche Inaktivität per se mit vielen chronischen Erkrankungen assoziiert ist und somit hohe volkswirtschaftliche Kosten verursacht [7]. Somit ist eine allgemeine Steigerung der physischen Aktivität aus gesundheitlichen Gründen zu fordern [10].

Betrachtet man den Aktivitätsgrad von Patienten, die zu einer endoprothetischen Versorgung von Knie- oder Hüftgelenk anstehen bzw. bereits eine Prothese erhalten haben, so konnte Naal in einem systematischen Review zeigen, dass diese Patienten häufig weniger aktiv sind als der aus gesundheitlichen Gründen empfohlene Aktivitätsgrad von 10.000 Schritten pro Tag [19]. Dennoch ist der Aktivitätsgrad meist höher als in den üblichen Materialtestungen der Prothesenhersteller (siehe Kapitel Biomechanik).

Für die Hüftendoprothetik konnte gezeigt werden, dass 8 von 10 Patienten nach ca. 7 Monaten auf gleichem Niveau wie dem

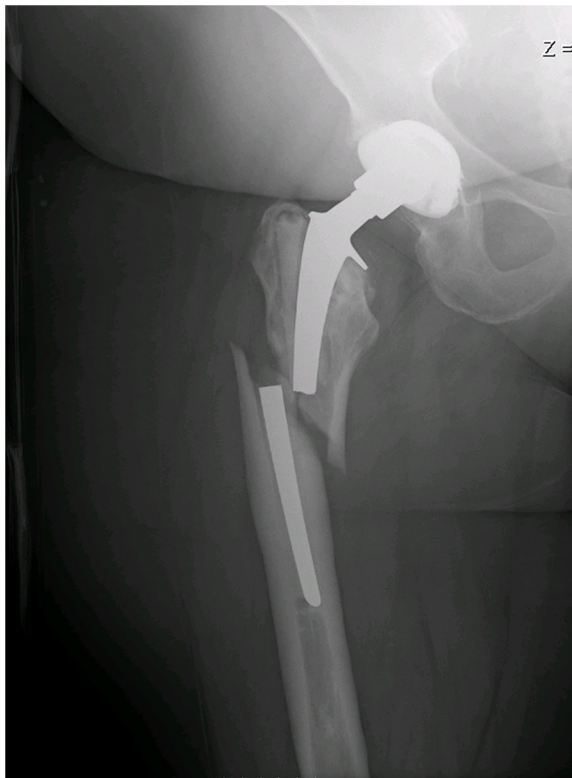


Abbildung 1

Versagen der Endoprothese. Zementierte Hüftprothese mit langem Kopf/Hals und proximaler Lockerung. Wahrscheinlich ist es durch das Schwingen der Prothese zu einem Materialbruch gekommen.



Abbildung 2

Exzessiver Abrieb des Polyethylens, der zur kompletten Zerstörung des Tibiaplateaus geführt hat. Frühzeitige Röntgenkontrollen mit entsprechender Intervention hätten hier womöglich das Versagensausmaß reduzieren können.

präsymptomatischen Level in den Sport zurückkehren können. Die Rückkehr in High-impact-Sportarten ist hierbei weniger wahrscheinlich, aber möglich für Patienten, die „erfahren“ in der jeweiligen Sportart sind. Präoperative Sportaktivität und geringeres Alter machen eine sportliche Aktivität nach hüftendoprothetischer Versorgung wahrscheinlicher. Der präsymptomatische Sport-Level eignet sich hierbei gut als Referenz, da viele Patienten präoperativ ihre Aktivität aufgrund von Schmerz und Funktionseinschränkung deutlich einschränken (müssen) [11].

In der Ulmer Osteoarthritis Study wurde die Sportaktivität deutscher

Patienten 5 Jahre nach Knie- und Hüftendoprothese untersucht. Hier konnte gezeigt werden, dass mehr als 94% in ihrem Leben Sport getrieben haben (97% Hüfte und 94% Knie). Lediglich 36% der Hüft- und 42% der Kniepatienten waren noch unmittelbar vor der Operation sportlich aktiv. 5 Jahre postoperativ waren 52% mit Hüftendoprothese und 34% mit Knieendoprothese noch sportlich aktiv [12]. „Sportlich aktiv“ wurde in dieser Arbeit als mind. 2 Std. Bewegung pro Woche definiert. Interessant ist die Betrachtung der Hauptgründe für die Reduktion der sportlichen Aktivität (Tabelle 1). Verglichen mit Hüftprothesenträgern gaben nahezu doppelt

so viele Patienten mit Knieprothese als Grund für die Reduktion der sportlichen Aktivität Schmerzen im operierten Gelenk an (8,8% vs. 16,3%). Angst und Vorsicht, die auch als Unsicherheit interpretiert werden können, wurden bei fast der Hälfte der Patienten als Reduktionsgrund für die sportliche Aktivität angegeben [12].

Witjes et al. haben in ihrem systematischen Review die Rückkehr zum Sport nach Knieprothese und Schlittenprothese untersucht [22]. Die Autoren kommen zu dem Schluss, dass Low- und higher-impact-Sportarten nach Knieprothese und Schlittenprothese möglich sind. Die Rückkehr zum Sport (RTS)-Rate ist höher (inkl. Higher-impact-Sportarten) nach Schlittenprothese als nach bi-condylärer Prothese. Es konnte eine RTS-Varianz von 36 bis 89% nach Knieprothese und von 74 bis 100% nach Schlittenprothese gezeigt werden. Die Autoren führen allerdings aus, dass die Studienqualität meist limitiert war und durch „confounding“ Faktoren wie präoperativer Sportlevel, Comorbiditäten oder negative Empfehlungen durch den Operateur beeinflusst wurde. Unter den postoperativ ausgeübten Sportarten sind Low-impact-Sportarten wie Walking, Hiking, Radfahren und Schwimmen stark vertreten [22].

Es bleibt anzumerken, dass die Definitionen von RTS, sportlicher Aktivität und dem Niveau/Level/

Tabelle 1. Gründe für die Reduktion der sportlichen Aktivität nach Hüft- und Knieendoprothese mod. nach Huch [12].

Grund für die Reduktion der sportlichen Aktivität	Hüfte (n = 285)	Knie (n = 312)	Gesamt (n = 597)
Schmerzen im operierten Gelenk	8,8%	16,3%	12,7%
Schmerzen an einer anderen Körperstelle	25,6%	29,2%	27,5%
Vorsicht/Angst	53,0%	41,7%	47,1%
Andere	11,9%	10,6%	11,2%
keine Aussage	0,7%	2,2%	1,5%

Intensität, mit der die Sportart betrieben wird oder wurde, sehr uneinheitlich sind und eine zuverlässige Auswertung und Studienvergleichbarkeit somit schwierig bleibt.

Indikationsstellung

2018 wurde die S2k-Leitlinie „Indikationsstellung Knieendoprothese“ vorgestellt. Hier wird eine evidenz- und konsensbasierte Indikationsstellung vorgeschlagen, wobei in Hauptkriterien und Nebenkriterien unterschieden wird. Zu den Hauptkriterien werden die Beurteilung eines Strukturschadens, Schmerz, durchgeführte konservative Therapie, Einschränkung der Lebensqualität und subjektiver Leidensdruck gezählt. Wenn Hauptkriterien nicht vollständig erfüllt sind, werden zusätzliche Nebenkriterien, die auch die Empfehlungsstärke beeinflussen können, obligatorisch herangezogen [18]. Betrachtet man diese Indikationskriterien, die analog in ähnlicher Form auch für das Hüftgelenk verwendet werden können, wird klar, dass primäres Ziel einer endoprothetischen Versorgung nicht die Wiederherstellung der Sportfähigkeit ist. Insbesondere bei dennoch bestehendem Sportanspruch des Patienten muss eine saubere (allgemeine) Indikationsstellung erfolgen. Es sollten keine übertriebenen Erwartungen geschürt werden und der Patient sollte eher „eingebremst“ werden. Es bedarf einer realistischen Erwartungshaltung von Arzt und Patient. Neben der Kenntnis der sportartspezifischen Belastung und deren Modifikationsmöglichkeiten sollte eine sorgfältige Patientenselektion und Aufklärung erfolgen. Allgemeingültige und evidenzbasierte Kriterien und Indikationen für das Sporttreiben mit Endoprothese lassen sich unter anderem aufgrund der mangelhaften Datenlage nicht for-

mulieren. Für die Indikationsstellung zu Sport mit Endoprothese sollten verschiedene Aspekte, die bei der Sportausübung zu berücksichtigen sind, verdeutlicht und an Eigenverantwortung und Vernunft appelliert werden. Die Belastungszeit (pro Einheit, Stunden pro Woche), die Belastungsintensität, aber auch die Spitzenbelastung innerhalb einer Einheit sollte sich der Patient vergegenwärtigen. Während Radfahren beispielsweise als generell empfehlenswert angesehen wird, sind Kilometerleistungen von z.B. 40.000 km pro Jahr wahrscheinlich als übermäßig anzusehen. Auch „alpines“ Radfahren mit vielen Höhenmetern oder extreme Mountainbike-Touren mit Downhill-Passagen müssen sowohl für Hüft- als auch für Knieprothesen Patienten auf ihre Sinnhaftigkeit hinterfragt werden. Verschiedene Sportarten haben ein unterschiedliches Risiko für z.B. Mikroseparationen oder Impingement (Extrembewegung, z.B. hoher Tritt beim Karate). Gefahren von außen drohen z.B. durch Sturz, Kollision, Ausrutschen oder extreme Wetterbedingungen und sollten bei der Indikationsstellung berücksichtigt werden. Für eine Sportart wie Schwimmen, die ebenfalls allgemein als unproblematisch angesehen und empfohlen wird, macht es einen Unterschied, ob über Brust, Kraul oder Rücken gesprochen wird. Die Brustbeinbewegung könnte für Patienten mit Hüftprothese und ungünstiger Pfannenpositionierung eine Impingementgefahr bergen, für Kniepatienten könnte die Innenbandbelastung problematisch sein. Daten gibt es hierzu in der Literatur nicht. Ein generelles Empfehlen oder generelles Abraten und Verbiehen wird der Problematik sicherlich nicht gerecht. Eine individuelle Beratung in Kenntnis der sportartspezifischen Belastungen und deren Modifikationsmöglichkeiten sollte hier die Arbeitsgrundlage sein. Zu vermeiden sind sicherlich

Sprungbelastungen, da hier große Spitzenbelastungen entstehen. Auch kompetitives Sporttreiben sollte nicht empfohlen werden, da hier die Verletzungsgefahr erhöht ist und ein maßvolles Sporttreiben nicht gewährleistet werden kann.

Was ist beim Sport mit Endoprothese zu beachten?

Grundsätzlich sollte man vor einer Sportausübung mit einer Endoprothese eine sportorthopädische/internistische Untersuchung durchführen lassen. Auch eine Abstimmung mit dem Operateur ist dringend zu empfehlen. Individuelle und medizinische Faktoren sind genau abzuwägen. Dies sind: Lokalisation der Prothese (Knie, Hüfte, Schulter), verwendetes Implantat (implantatspezifische Eigenschaften, siehe Kapitel Knie/Hüfte), biologisches Alter, Körpergewicht, allgemeinmedizinischer Zustand, Fitness, Einnahme von Medikamenten. Auch sportspezifische Risiken wie falsche Ausrüstung, ungeeignete Sportstätten, Wetter, Sturz und Kollision, Unvernunft und Ermüdung sind zu beachten. Auch auf regelmäßige Pausen ist zu achten. Besonders gefährdet ist eine Endoprothese durch Belastungsspitzen und übermäßige Dauerbelastungen, extreme Bewegungsausschläge, abrupte Bewegungsänderungen, starken Impact und hohe Intensität. Auch müssen bestimmte Voraussetzungen für eine erneute sportliche Aktivität berücksichtigt werden: Beginn frühestens nach einem halben Jahr nach OP, normale Entzündungsparameter, ausreichendes Bewegungsmaß und gute muskuläre Verhältnisse. Erfahrungen in der jeweiligen Sportart sollen bei bestimmten Sportarten vorhanden sein. Durch den behandelnden Sportorthopäden/Operateur werden dem Patienten auch Kontraindikationen aufgezeigt. Leistungs- und Wettkampfsport sind

in den meisten Fällen kontraindiziert. Die Wiedereingliederung in den Sport nach einer Endoprothese erfolgt am besten durch ein Team aus Sportarzt, Physiotherapeut und Sportlehrer oder Coach, z.B. Golfprofi, Skilehrer usw. Mit spezifischen Technik-, Taktik- und Methodikprogrammen wird die größtmögliche individuelle Betreuung und Sicherheit ermöglicht (Abbildung 3) [20]. Sport und Endoprothese sind häufig zu vereinbaren, aber nur bei kontrollierter und angepasster Sportaktivität unter Berücksichtigung der Risikofaktoren. Ebenso sollten sportlich sehr aktive Endoprothesenträger regelmäßig nachuntersucht werden, um beginnenden Abrieb und Lockerung rechtzeitig zu diagnostizieren und entsprechend behandeln zu können, bevor es zu einem katastrophalen Versagen der Prothese kommt.

Besonderheiten bei Hüftendoprothetik und Sport

Das Hüftgelenk ist anatomisch annähernd ein Kugelgelenk (Nussgelenk)

und damit endoprothetisch relativ einfach zu versorgen. Für das erreichte Bewegungsausmaß sind die Einbauposition von Pfanne und Stiel ebenso wie die Größe des Kopfes von entscheidender Bedeutung, um ein Impingement zu vermeiden [14]. Studien haben auch gezeigt, dass der Bewegungsumfang des Oberflächenersatzes deutlich geringer ist ($31\text{--}48^\circ$) als von Standard Hüftprothesen [15]. Bei der Wiederaufnahme der sportlichen Aktivität ist dies unbedingt zu berücksichtigen. Beim Golfen kommt es z.B. zu einer rasanten endgradigen Innenrotation im Hüftgelenk, was bei nicht optimaler Implantatposition zu einem Impingement führen kann. Neben der Implantatposition spielen auch hohe Torsions-Biege-Kräfte ($>40\text{ Nm}$) eine wichtige Rolle mit dem Risiko für korrosiven Verschleiß, Lockerung und Implantatbrüchen. Faktoren wie die Knochenqualität, ossäre Verankerung der Prothese und der muskuläre Schutz spielen hier eine wichtige Rolle. Bei sportlicher Belastung

kann es auch zu Mikroseparationen zwischen Kopf und Pfanne kommen mit dem Risiko der Subluxation und Beschädigung der Prothese [17]. Sportarten mit erhöhtem Risiko für Mikroseparationen sind daher nicht zu empfehlen (z.B. Fußstritte beim Kampfsport).

Vor Wiederaufnahme der sportlichen Aktivität ist auf eine konsequente Rehabilitation zu achten, um postoperative Defizite zu vermeiden. Bei der operativen Technik ist v.a. ein muskelschonendes Vorgehen wichtig. Für sportlich aktive Patienten sollte kein Oberflächenersatz verwendet werden (aufgrund der eingeschränkten Beweglichkeit), ansonsten gibt es noch wenig valide Studien, welches Implantat sportliche Belastung am besten aushält. Wichtig ist aber die Implantatposition und damit einhergehend die Erfahrung des Operators bzw. die Lernkurve.

Besonderheiten bei Knieendoprothetik und Sport

Verglichen mit dem Hüftgelenk ist die Kinematik des Kniegelenkes deutlich komplexer. So handelt es sich am Kniegelenk um eine komplexe Roll-Gleitbewegung, die durch das Zusammenspiel der knöchernen Geometrie, der Ligamente und Menisken perfekt gewährleistet wird. Daher ist auch wie eingangs erwähnt die Zufriedenheit mit dem künstlichen Kniegelenk geringer, wobei nicht erfüllte Erwartungen hier mit ein Hauptgrund sind [4]. Technisch und v.a. von Materialseite gab es in den letzten Jahren viele Verbesserungen. So ist z.B. der Polyethylen-Abrieb deutlich seltener Ursache für frühes Versagen der Prothese [21]. Tabelle 2 zeigt die wichtigen Faktoren die einen Einfluss auf die Haltbarkeit der Knieendoprothese haben

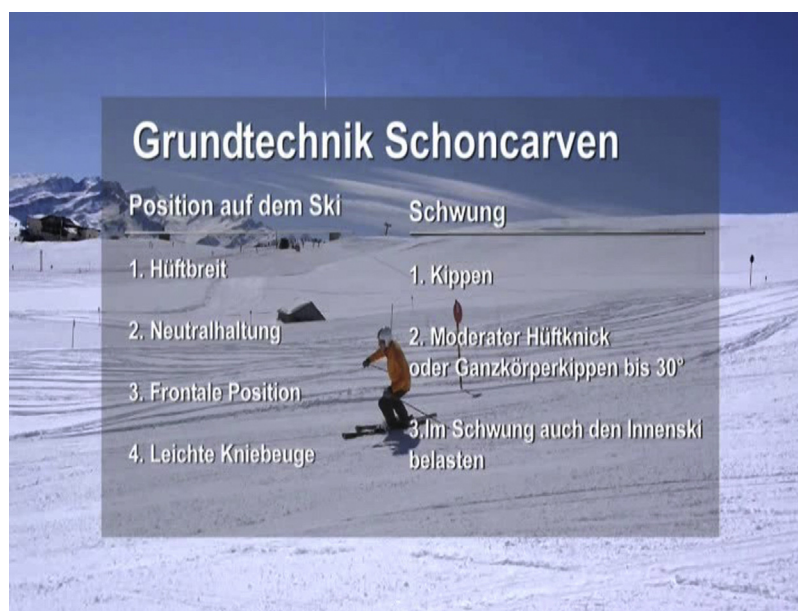


Abbildung 3
Wichtige Faktoren der Ski-Schontechnik (aus Kuchler et al., 2011).

Tabelle 2. Einflussfaktoren auf die „Sportfähigkeit“ von Knieendoprothesen.

	Einflussfaktoren
Impingement	OP Technik (Implantatpositionierung) / Material
Spitzenbelastung	Sportart
Dauerbelastung/Abrieb	Sportart, Beschichtung, PE, Aligement, OP Technik (Zementreste)
Koppelungsgrad	Uni-/Bikondylär, achsgeführt (erhöhte Zwangskräfte)
Makrotrauma/Fraktur	Muskelstatus, Sportart

und wie diese beeinflusst werden können.

Zukünftig werden hier durch neue Techniken noch bessere Ergebnisse zu erwarten sein. Welche Rolle allerdings Miniprothesen, neue Kinematikkonzepte, Navigation, patientenspezifische Implantate, die roboterassistierte Knieendoprothetik oder optimierte Nachbehandlungskonzepte spielen, ist durch Studien noch nicht belegt.

Somit ist v.a. darauf zu achten, bei Patienten eine realistische Erwartungshaltung zu erzeugen, intraoperativ besonders auf Weichteilschonung, gute Beweglichkeit, Bandstabilität und das Aligement zu achten. Von Sportseite sind eine gute Technik und eine gute muskuläre Stabilisierung extrem wichtig und möglichst durch Belastungsmodifikationen anzustreben, z.B. durch Schontechniken beim Skifahren [20]. Nachsorge mit regelmäßigen Kontrollen ist auch hier wichtig, um vorzeitigen Abrieb rechtzeitig zu erkennen.

Zusammenfassung und GOTS Empfehlungen

Entscheidend für Empfehlungen zum Sport mit Endoprothese ist der Konflikt zwischen „Was ist möglich“ und „Was ist sinnvoll“. Mit den heutigen Implantaten und OP-Techniken ist sicherlich eine hohe sportliche Belastung mit Endoprothese möglich. Allerdings gibt es für die Grenze zwi-

schen nützlicher Belastung und schädlicher Überbelastung wenig wissenschaftliche Evidenz, so dass hier der individuellen Aufklärung und Beratung des Patienten eine entscheidende Rolle zukommt. In einer laufenden Umfrage unter Experten der GOTS wurde zur sportlichen Aktivität bei Hüft-/Knieendoprothesenpatienten empfohlen, nicht mehr als 10 Stunden Sport pro Woche zu betreiben, wobei gut die Hälfte der Experten nur 5 Stunden Sport pro Woche empfehlen würde. Eine hohe Intensität ist dabei zu vermeiden. Für die Sportempfehlung an sich gilt dabei generell, dass Low-impact-Sportarten zu bevorzugen sind, wobei aber immer eine individuelle Beratung und Aufklärung erfolgen sollte. Auch übertrieben durchgeführte Low-impact-Sportarten können zu einem vorzeitigen Endoprothesenversagen führen, während Sportarten mit potentiell hoher Belastung (z.B. Ski Alpin, Tennis Doppel) mit entsprechender Technik und Erfahrung durchgeführt werden können. Mit dem Return to Sport nach Endoprothesenimplantation sollte man in der Regel mindestens 6 Monate warten. So lange dauert es meistens, eine gute muskuläre Sicherung und Koordination wieder zu erreichen. Hierbei sollte detailliert die erreichte Beweglichkeit, der Muskelstatus und die Gelenkstabilität überprüft werden und mit den Anforderungen der angestrebten Sportart(en) abgeglichen

werden. Auch regelmäßige Nachkontrollen sind wichtig, um Abrieb und Lockerung rechtzeitig zu diagnostizieren. Zukünftig sind Studien v.a. zu der Frage erforderlich, mit welcher Prothese welches Sportniveau und welche Sportarten gefahrlos betrieben werden können.

Interessenkonflikt

Es besteht kein Interessenkonflikt.

Literatur

- [1] G. Bergmann, A. Bender, F. Graichen, J. Dymke, A. Rohmann, A. Trepczynski, M.O. Heller, I. Kutzner, Standardized loads acting in knee implants, *PLoS One* 9 (1) (2014) e86035, <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0086035>.
- [2] G. Bergmann, A. Bender, J. Dymke, G. Duda, P. Damm, Standardized Loads Acting in Hip Implants, *PLoS One* 11 (5) (2016) e0155612, <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0155612>.
- [3] F.W. Booth, S.E. Gordon, C.J. Carlson, M.T. Hamilton, Waging war on modern chronic diseases: primary prevention through exercise biology, *J Appl Physiol* (1985) 88 (2) (2000) 774–787, <http://dx.doi.org/10.1152/jappl.2000.88.2.774>.
- [4] R.B. Bourne, B.M. Chesworth, A.M. Davis, N.N. Mahomed, K.D. Charron, Patient satisfaction after total knee arthroplasty: who is satisfied and who is not? *Clin Orthop Relat Res* 468 (1) (2010) 57–63, <http://dx.doi.org/10.1007/s11999-009-1119-9>.
- [5] M. Cassel, P. Brecht, K.P. Günther, F. Mayer, *Endoprothesen und Sport, Dtsch Z Sportmed* 68 (2017) 38–42.
- [6] Deutschland Endoprothesenregister (EPRD) Jahresbericht 2017. https://www.eprd.de/fileadmin/user_upload/Daten/Publikationen/Berichte/EPRD-Jahresbericht_2017_Einzelseiten_Online-Version.pdf.
- [7] D. Ding, K.D. Lawson, T.L. Kolbe-Alexander, E.A. Finkelstein, P.T. Katzmarzyk, W. van Mechelen, M. Pratt, Lancet Physical Activity Series 2 Executive C, The economic burden of physical inactivity: a global analysis of major non-communicable diseases, *Lancet* 388 (10051) (2016) 1311–1324, <http://>

- dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(16)30383-X.
- [8] D.D. D'Lima, J.C. Hermida, P.C. Chen, C. W. Colwell Jr., Polyethylene wear and variations in knee kinematics, *Clin Orthop Relat Res* (392) (2001) 124–130.
- [9] Endoprothesenregister Australien (2017) Jahresbericht. <https://aoanjrr.sahmri.com/de/annual-reports-2017>.
- [10] R. Guthold, G.A. Stevens, L.M. Riley, F.C. Bull, Worldwide trends in insufficient physical activity from 2001 to 2016: a pooled analysis of 358 population-based surveys with 1.9 million participants, *Lancet Glob Health* 6 (10) (2018) e1077–e1086. , [http://dx.doi.org/10.1016/S2214-109X\(18\)30357-7](http://dx.doi.org/10.1016/S2214-109X(18)30357-7).
- [11] A. Hoorntje, K.Y. Janssen, S.B.T. Bolder, K.L.M. Koenraadt, J.G. Daams, L. Blankevoort, G. Kerkhoffs, P. Kuijjer, The Effect of Total Hip Arthroplasty on Sports and Work Participation: A Systematic Review and Meta-Analysis, *Sports Med* 48 (7) (2018) 1695–1726. , <http://dx.doi.org/10.1007/s40279-018-0924-2>.
- [12] K. Huch, K.A. Muller, T. Sturmer, H. Brenner, W. Puhl, K.P. Gunther, Sports activities 5 years after total knee or hip arthroplasty: the Ulm Osteoarthritis Study, *Ann Rheum Dis* 64 (12) (2005) 1715–1720. , <http://dx.doi.org/10.1136/ard.2004.033266>.
- [13] IQTIG (2017) Qualitätsreport. https://iqtig.org/downloads/berichte/2017/IQTIG_Qualitaetsreport-2017_2018_09_21.pdf.
- [14] C. Kliewe, R. Souffrant, D. Kluess, C. Woernle, K. Brokel, R. Bader, Analytical computational model for the determination of the influence of design and surgical factors on the range of motion of total hip replacements, *Biomed Tech (Berl)* 55 (1) (2010) 47–55. , <http://dx.doi.org/10.1515/BMT.2010.005>.
- [15] D. Kluess, C. Zietz, T. Lindner, W. Mittelmeier, K.P. Schmitz, R. Bader, Limited range of motion of hip resurfacing arthroplasty due to unfavorable ratio of prosthetic head size and femoral neck diameter, *Acta Orthop* 79 (6) (2008) 748–754. , <http://dx.doi.org/10.1080/17453670810016803>.
- [16] I.D. Learmonth, C. Young, C. Rorabeck, The operation of the century: total hip replacement, *Lancet* 370 (9597) (2007) 1508–1519. , [http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736\(07\)60457-7](http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(07)60457-7).
- [17] F. Liu, S. Williams, Z. Jin, J. Fisher, Effect of head contact on the rim of the cup on the offset loading and torque in hip joint replacement, *Proc Inst Mech Eng H* 227 (11) (2013) 1147–1154. , <http://dx.doi.org/10.1177/0954411913496016>.
- [18] J. Lutzner, T. Lange, J. Schmitt, C. Kopkow, M. Aringer, Dgrh, E. Bohle, Zvk, H. Bork, Dgou, K. Dreinhofer, Dnrv, N. Friederich, Deutsche Arthrosc-Hilfe e V, S. Gravius, Dgooc, K.D. Heller, Bvou, R. Hube, Dkg, E. Gromnica-Ihle, Deutsche Rheuma-Liga Bundesverband e V, S. Kirschner, Ae, B. Kladny, Dgou, M. Kremer, Dgu, M. Linke, Deutsche Gesellschaft für Medizinische P, J. Malzahn, A.O.K. Bundesverband, R. Sabatowski, Deutsche Schmerzgesellschaft e V, H.P. Scharf, J. Stove, R. Wagner, Dgorh, K.P. Gunther (2018) [The S2k guideline: Indications for knee endoprosthesis: Evidence and consent-based indications for total knee arthroplasty]. *Orthopade* 47 (9):777–781. doi:10.1007/s00132-018-3612-x.
- [19] F.D. Naal, F.M. Impellizzeri, How active are patients undergoing total joint arthroplasty?: A systematic review, *Clin Orthop Relat Res* 468 (7) (2010) 1891–1904. , <http://dx.doi.org/10.1007/s11999-009-1135-9>.
- [20] C. Schönle, T. Jöllenbeck, W. Kuchler, Schontechniken für Gelenke und Wirbelsäule beim alpinen Skifahren, *OUP* 11 (2014) 544–553.
- [21] P.F. Sharkey, P.M. Lichstein, C. Shen, A.T. Tokarski, J. Parvizi, Why are total knee arthroplasties failing today—has anything changed after 10 years? *J Arthroplasty* 29 (9) (2014) 1774–1778. , <http://dx.doi.org/10.1016/j.arth.2013.07.024>.
- [22] S. Witjes, V. Gouttebarger, P.P. Kuijjer, R.C. van Geenen, R.W. Poolman, G.M. Kerkhoffs, Return to Sports and Physical Activity After Total and Unicompartmental Knee Arthroplasty: A Systematic Review and Meta-Analysis, *Sports Med* 46 (2) (2016) 269–292. , <http://dx.doi.org/10.1007/s40279-015-0421-9>.
- [23] C. Zietz, J. Reinders, J. Schwiesau, A. Paulus, J.P. Kretzer, T. Grupp, S. Utzschneider, R. Bader, Experimental testing of total knee replacements with UHMW-PE inserts: impact of severe wear test conditions, *J Mater Sci Mater Med* 26 (3) (2015) 134, <http://dx.doi.org/10.1007/s10856-015-5470-y>.

Korrespondenzadresse:

University-Prof. Dr. Thomas Tischer, MBA,
Orthopädische Klinik und Poliklinik,
Universitätsmedizin Rostock, Doberanerstr.
142, 18057 Rostock. Tel.: +49 381 494 9335.
E-Mail: thomas.tischer@med.uni-rostock.de

Available online at www.sciencedirect.com

ScienceDirect