

Der Orthopäde

Organ der Deutschen Gesellschaft für Orthopädie und Orthopädische Chirurgie
Organ der Union Orthopädie und Unfallchirurgie der Fachgesellschaften DGOOC und DGU

Elektronischer Sonderdruck für T. Calliess

Ein Service von Springer Medizin

Orthopäde 2014 · 43:529–533 · DOI 10.1007/s00132-014-2298-y

© Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2014

T. Calliess · M. Ettinger · H. Windhagen

Computerassistenzsysteme in der Knieendoprothetik

Sinnvolle Hilfsmittel oder nur Mehraufwand

Diese PDF-Datei darf ausschließlich für nichtkommerzielle Zwecke verwendet werden und ist nicht für die Einstellung in Repositorien vorgesehen – hierzu zählen auch soziale und wissenschaftliche Netzwerke und Austauschplattformen.

Computerassistenzsysteme in der Knieendoprothetik

Sinnvolle Hilfsmittel oder nur Mehraufwand

Das primäre Ziel der Verwendung von Computerassistenzsystemen (CAS) in der Knieendoprothetik ist die Erhöhung der Implantationsgenauigkeit in Bezug auf die Prothesenpositionierung [30]. In der Theorie verspricht man sich eine längere Implantatstandzeit und durch Reduzierung von Fehlpositionierungen auch ein besseres Patientenoutcome sowie geringere Komplikations- und Revisionsraten. Die erforderliche technische Ausstattung stellt einen Mehraufwand dar, der im aktuellen DRG-System nicht abgebildet ist. Entsprechend ist für die Bewertung der CAS die detaillierte Analyse des klinischen und wirtschaftlichen Nutzens und der Erreichung eben jener primären und sekundären Zielparame-ter erforderlich.

Hintergrund

Seit ersten klinischen Anwendungsberichten in den 1990er Jahren [22] sind eine Vielzahl unterschiedlicher solcher Assistenzsysteme vorgestellt und hunderte experimentelle und klinische Studien veröffentlicht worden. Insbesondere in den letzten 3 Jahren ist noch einmal ein deutlicher Anstieg an Beiträgen zu CAS in der Literatur zu verzeichnen. Dies liegt zum einen daran, dass aus den seinerzeit initiierten Studien aktuell 5- bis 10-Jahres-Nachuntersuchungsergebnisse verfügbar sind. Zum anderen ist dies auf wieder neue Technologien in der Knieendoprothetik zurückzuführen, die in Konkurrenz zur Computernavigation stehen [10, 19]. Darüber hinaus ist zuletzt auf Grund-

lage der bisherigen Studienergebnisse eine kritische Diskussion um eben jene CAS entfacht, sodass bei fehlendem klinischem Nutzen bereits 2009 das nahende Ende dieser Technik prophezeit wurde [4]. Nach Daten der verfügbaren Endoprothesenregister differiert die Nutzung von CAS regional immens. Während in Norwegen etwa 19% der primären Knieendoprothesen navigiert operiert werden, sind es in Schweden gerade einmal 0,7%. Für Deutschland wurden 2011 Zahlen veröffentlicht, die auf einen Anstieg bei der Verwendung von CAS in der Knieendoprothetik hinweisen [24].

Vor diesem Hintergrund soll in dieser Arbeit die aktuelle Literatur in Hinblick auf die verfügbare Evidenz bzgl. der genannten Zielparame-ter zusammengefasst werden. Auf Grundlage dessen soll kritisch der Frage nachgegangen werden, ob die bestehenden Computerassistenzsysteme sinnvolle Hilfsmittel für die Knieendoprothetik oder nur einen ungerechtfertigten Mehraufwand darstellen.

Konzepte der CAS für die Knieendoprothetik

Derzeit sind zahlreiche unterschiedliche CAS für die Knieendoprothetik auf dem Markt verfügbar. Grundsätzlich zu unterscheiden sind bildfreie gegenüber bildbasierten Systemen. Bei Letzteren besteht die Notwendigkeit einer präoperativen Schnittbildgebung, die in das System eingelesen wird. Dadurch sind eine dreidimensionale Visualisierung der individuellen Patientenanatomie und eine detaillierte präoperative Operationsplanung

möglich. Eine klinische Studie zur Genauigkeit dieser Systeme konnte für beide gleichartige Eigenschaften darstellen [2]. Zuletzt haben sich v. a. die bildfreien Systeme aufgrund des einfacheren Handlings überwiegend durchgesetzt.

Analog zur konventionellen Operationstechnik verfolgen die unterschiedlichen Systeme unterschiedliche Operationsalgorithmen. Konzepte der „Measured-resection“-Technik werden ebenso unterstützt wie „Gap-balancing“-Konzepte, Tibia- oder Femur-first-Techniken, je nach Hersteller und Prothesenmodell. Zum jetzigen Zeitpunkt gibt es keinerlei Daten zur Überlegenheit des einen oder anderen Konzepts. Für nahezu jedes System sind Genauigkeits- und Machbarkeitsstudien veröffentlicht, wobei es an vergleichenden, v. a. klinischen Studien fehlt [3, 13]. Im Gegenteil muss dies sogar als Kritik an der aktuellen Literatur formuliert werden, dass nicht ausreichend differenziert auf unterschiedliche Techniken oder Systeme eingegangen wird. Nur sehr wenigen Arbeiten ist zu entnehmen, dass es Unterschiede in den Komplikations- und Revisionsraten zwischen den Systemen zu geben scheint, wie unten näher ausgeführt wird [14].

Die Mehrzahl der verfügbaren CAS sind als sogenannte Navigationssysteme für die Ausrichtung der Sägeschnittblöcke konzipiert. Alternativ dazu sind ebenso Robotersysteme verfügbar, die den Operateur bei der Durchführung der Resektion unterstützen. Im Gegensatz zu den ehemals vollautomatischen Systemen aus dem Anfang der 1990er Jahre [26] zeichnen sich die aktuellen Modelle

durch sogenannte haptische Eigenschaften aus. Das bedeutet, dass im Gegensatz zum vollautomatischen Operieren durch den Roboter dieser durch den Operateur per Hand geführt wird. Der Roboter unterstützt die korrekte Durchführung der Sägeschnitte oder Knochenfräsung durch Führung von Resektionshöhe und -grenzen. Damit soll eine noch höhere Genauigkeit bei der Umsetzung präoperativer Planungen erreicht werden [1].

Evidence Base

In der verfügbaren Fachliteratur zu Computerassistenzsystemen in der Knieendoprothetik lassen sich Aussagen zu nahezu allen denkbaren Outcomeparametern mit teilweise gegenläufigen Aussagen finden. Als positive Nebeneffekte der Navigation werden teilweise ein geringerer Blutverlust und niedrigere Embolieraten durch das Nichteröffnen des Markraums berichtet [31].

Der einzige evidente Effekt, der sich konstant in der gesamten Literatur wiederfinden lässt ist, dass die CAS die Operationszeit (signifikant) um 10–30 min verlängert. Damit ist neben den zusätzlich notwendigen Instrumenten und technischem Equipment ein deutlicher operativer Mehraufwand der Navigation im Vergleich zu konventionellen Techniken sicher belegt.

Erhöhung der Implantationsgenauigkeit

Als primärer Zielparameter steht dennoch das radiologische Prothesenalignment im Fokus. Als Referenz wird hier durch alle Systeme eine koronare Implantatausrichtung anhand der mechanischen Achse angesehen. Je nach Autor der Primärliteratur werden Toleranzintervalle von 2° oder 3° akzeptiert. Die Rotationsausrichtung der femoralen Komponente bezieht sich meist auf die transepikondyläre Linie. Am sagittalen Profil werden femorale Flexion und tibialer „slope“ mit teilweise implantatabhängigen Referenzwerten bestimmt.

In Hinblick auf das Erreichen dieser radiologischen Zielparameter findet sich die weitaus meiste Literatur. Zuletzt wurden beispielhaft von Fu et al. [13], Cheng et al. [8] und Hetaimish et al. [17] drei

Metaanalysen der aktuellen Literatur zum radiologischen Outcome der navigierten Knieendoprothetik veröffentlicht. Alle 3 Autoren können hierbei eine höhere Genauigkeit der Navigation gegenüber der händischen Implantation von Knieendoprothesen in Bezug auf die gesetzten Zielparameter und das genannte Referenzintervall nachweisen. Einzig für die Rotation der femoralen Komponente ergibt sich keine eindeutig Aussage [17]. Diese Ergebnisse belegen somit, dass die primäre Zielsetzung der CAS erreicht ist und dadurch eine Verbesserung des radiologischen Prothesenalignments erzielt werden kann. Vergleichende Studien zwischen konkurrierenden Systemen sind aktuell allerdings nicht verfügbar.

Klinisches Patientenoutcome

Im Gegensatz zum radiologischen Outcome ist die Literatur zum klinischen Patientenoutcome durch Verwendung heterogener Methoden uneinheitlich und deutlich schwieriger zu bewerten. Insgesamt ist hierzu nur eine fokussierte Metaanalyse verfügbar [7] und diese bezieht sich entsprechend auch nur auf Nachuntersuchungen bis 6 Monate postoperativ. In ihrer Arbeit kommen Cheng et al. [7] zu dem Ergebnis, dass sich ein klinischer Vorteil der Navigation gegenüber der manuellen Technik nicht nachweisen lässt. Dies unterstreichen auch zahlreiche weitere Autoren in ihren Originalarbeiten und Reviewartikeln [5]. Stellvertretend für längere Nachuntersuchungszeiträume beschreiben Spencer et al. [29] nach 2 Jahren, Harvie et al. [15] nach 5 Jahren und Hernandez-Vaquero et al. [16] nach 8 Jahren Follow-up keinerlei klinischen Benefit der Navigation gegenüber der konventionellen Technik für den Patienten.

In Bezug auf die robotergestützten CAS weisen einige der dazu verfügbaren Studien einen klinischen Benefit für den Patienten aus [27]. Die Autoren beziehen diesen Effekt im Vergleich zur bikondylären Endoprothetik insbesondere auf eine höhere Fehlerrate bei der händischen Primärimplantation von unikondylären Implantaten und damit einem ausgeprägten Effekt der Erhöhung der Implantationsgenauigkeit. Allerdings ist hier auf eine geringe Evidenzlage hinzuweisen,

sodass in Metaanalysen nicht zuletzt wegen der kleinen Fallzahlen keine abschließende Beurteilung möglich war [30]. Es sind weitere, v. a. unabhängige Studien abzuwarten.

Komplikationsraten und Implantatstandzeit

Wie angedeutet können als dritter Zielparameter der CAS die Verlängerung der Prothesenstandzeit sowie die Reduzierung von Komplikationen und Revisionen angesehen werden. Bei der bisherigen klinischen Erfahrung von weniger als 15 Jahren kann der erste dieser Punkte noch nicht abschließend beurteilt werden.

Bezüglich der Komplikationsraten lässt sich in den verfügbaren Metaanalysen kein signifikanter Unterschied zwischen navigierter und manueller Implantation feststellen [8]. Allerdings finden sich in den Originalarbeiten durchaus gegenläufige Aussagen von niedrigeren [25] bzw. höheren Komplikationsraten [21] mit der jeweiligen Technik. Einen besonders interessanten Einblick bietet hier die Arbeit von Gothesen et al. [14] von 2011 mit Analyse der Revisionsraten nach Knieendoprothetik aus dem norwegischen Endoprothesenregister. Die Arbeitsgruppe kommt zu dem Ergebnis, dass das Revisionsrisiko nach navigierter Knieprothesenimplantation 2 Jahre postoperativ gegenüber den konventionell implantierten Prothesen signifikant erhöht ist. Dies bildet sich ebenso ab, wenn die ersten 20 Prozeduren jeder Abteilung (Lernkurve), bzw. Low-volume-Abteilungen in der Datenanalyse exkludiert werden. Weiterhin zeigen sich, wie angedeutet, Unterschiede in der Bewertung des Revisionsrisikos in der Betrachtung unterschiedlicher Navigationssysteme. Während beispielhaft der OrthoPilot (B. Braun-Aesculap, Tuttlingen, Germany) in Kombination mit dem e.motion Knie-System (B. Braun-Aesculap, Tuttlingen, Germany) unterdurchschnittliche Revisionsraten aufweist und auch signifikant unterhalb der Revisionsraten bei konventioneller Implantation liegt, zeichnet sich die Brainlab Navigation (Brainlab AG, Feldkirchen, Germany) mit der LCS Complete Prothese (DePuy Ortho-

paedics, Warsaw, IN, USA) durch ein erhöhtes Reoperationsrisiko aus.

Allerdings wird in dieser Publikation nicht weiter auf die differenzierten Versagensmechanismen oder Revisionsgründe eingegangen, sodass diese letztendlich unklar bleiben. Zu mutmaßen ist lediglich, dass hier das höhere Operationstrauma und längere Operationszeiten oder spezifische Komplikationen wie Knochenfrakturen durch die Pindefekte, einen negativen Einfluss haben könnten [18]. Außerdem scheinen die offenen Systeme anfälliger für Fehler zu sein als geschlossene Systeme für spezifische Prothesen. Zusammenfassend gibt es zum jetzigen Zeitpunkt keinen verlässlichen Nachweis über eine Reduktion von Komplikationen und Revisionen durch CAS. Gegenteilig lassen Berichte einzelner Autoren von erhöhten Komplikationsrisiken und Revisionsraten aufhorchen, was insbesondere bei fehlendem klinischem Nutzen ein K.O.-Kriterium darstellen würde. Hierzu sind jedoch weitere und differenzierte Studien mit möglichst niedrigem Bias und hohen Fallzahlen für eine abschließende Beurteilung notwendig.

Kosten-Nutzen-Analyse

Wie aufgeführt kommt in Zeiten des gestiegenen Kostendrucks für die Krankenhäuser der Bewertung der Wirtschaftlichkeit einer Technologie eine besondere Bedeutung zu. Zumal es im deutschen Vergütungssystem (derzeit?) keine zusätzliche Vergütung für den Einsatz von Computerassistenzsystemen gibt.

Leider sind in der Literatur nur wenige Daten zu diesem Thema verfügbar. Dong u. Buxton [12] haben 2006 die Mehrkosten der Navigation im Vergleich zur konventionellen Versorgung mit 235 Britischen Pfund beziffert. Diesen Zahlen sind aufgrund der unterschiedlichen Gesundheitssysteme und Rahmenbedingungen sicher nicht direkt auf Deutschland und die heutige Zeit übertragbar. Außerdem ist vor dem Hintergrund der Investitions- und Wartungskosten auch die Fallzahl für den Einsatz der Technik wesentlich. Aussagekräftiger erscheint eine Analyse von Slover et al. [28], welche die Wirtschaftlichkeit der Navigation in Bezug auf die Vermeidung von Revisionseingriffen und

Orthopäde 2014 · 43:529–533 DOI 10.1007/s00132-014-2298-y
© Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2014

T. Calliess · M. Ettinger · H. Windhagen
**Computerassistenzsysteme in der Knieendoprothetik.
Sinnvolle Hilfsmittel oder nur Mehraufwand**

Zusammenfassung

Hintergrund. Das primäre Ziel der Verwendung von Computerassistenzsystemen (CAS) in der Knieendoprothetik ist die Erhöhung der Implantationsgenauigkeit in Bezug auf die Prothesenpositionierung. In der Theorie verspricht man sich hierdurch eine längere Implantatstandzeit und durch Reduzierung von Fehlpositionierungen letzten Endes auch ein besseres Patientenoutcome sowie geringere Komplikations- und Revisionsraten. Allerdings stellt die erforderliche technische Ausstattung einen Mehraufwand dar, der im aktuellen DRG-System (Diagnosis-Related Groups) nicht abgebildet ist.

Fragestellung. In dieser Arbeit soll durch ein eingehendes Literaturreview kritisch der Frage nachgegangen werden, ob dieser Mehraufwand durch den zusätzlichen Nutzen der Technik gerechtfertigt ist.

Material und Methode. Diese Arbeit basiert auf einer selektiven Literaturrecherche in der Datenbank PubMed zu CAS und Navigationssystemen in der primären Endoprothetik des Kniegelenks.

Ergebnisse. Aus der verfügbaren Evidenz zu den CAS lässt sich schließen, dass zumindest der genannte primäre Zielparameter – die Verbesserung des radiologischen Outcomes – durch die Technik erreicht wird. Allerdings lassen sich die genannten sekundären Effekte in der aktuellen Literatur nicht sicher nachweisen. Insbesondere eine Verbesserung von klinischem Patientenoutcome und -zufriedenheit kann nicht belegt werden. Weiterhin gibt es Hinweise auf erhöhte Komplikationsraten bei der Verwendung von CAS.

Schlussfolgerung. Vor diesem Hintergrund und auch hinsichtlich der Kosten-Nutzen-Analyse muss die Technik entsprechend kritisch betrachtet werden. Insbesondere Kliniken mit kleinen Fallzahlen scheinen nicht von den CAS zu profitieren. Allerdings steht die Bewertung von Langzeiteffekten noch aus.

Schlüsselwörter

Prothesenpositionierung · Navigation · Roboter · Review · Komplikationsraten

Computer-assisted systems in total knee arthroplasty. Useful aid or only additional costs

Abstract

Background. The primary goal of computer-assisted surgery (CAS) in total knee arthroplasty is to increase the accuracy in terms of prosthesis positioning. In theory, this would lead to longer implant survival and a reduction of malpositioning. Thus, a better clinical outcome and lower revision rates would be expected. However, the necessary technical equipment represents significant additional effort and cost factors which are not included in the current diagnosis-related groups (DRG) system.

Objective. The objective of this article is a critical review of the current literature to examine whether these costs are reasonable by taking the additional benefits of the technology into account.

Methods. This review is based on a selective PubMed search on CAS and navigation in primary total knee arthroplasty.

Results. The current evidence base on CAS suggests that at least the primary outcome

parameter, the improvement of the radiological alignment, is achieved by the technique. However, the claimed secondary effects are not yet proven. In particular, an improvement of clinical outcome and patient satisfaction has not been demonstrated so far. Furthermore, there is some evidence of increased complication rates by the use of CAS.

Conclusion. Against this background and with respect to further cost-benefit analyses, the technology has to be reviewed critically. In particular, low-volume units do not seem to benefit from the use of CAS. However, the assessment of long-term effects is still pending.

Keywords

Prosthesis positioning · Navigation · Robotics · Review · Complication rates

damit verbundenen Kosteneinsparungen beurteilt. Nach ihrem Ergebnis müsste ein Krankenhaus mit 25 Knieendoprothesenimplantationen pro Jahr seine Revisionsraten um stolze 13% reduzieren, damit sich der Einsatz der Navigation wirtschaftlich rechnet. Ein großes Zentrum mit mehr als 250 Prozeduren muss ebenso eine Reduktion an Revisionen von 2% erreichen, um einen wirtschaftlichen Mehrwert zu erreichen. Dass diese Reduktion der Revisionsraten aktuell erreicht werden würde, lässt sich wie aufgeführt nicht nachweisen.

Bei nochmals deutlich höherem technischem Aufwand sind die robotergestützten CAS noch weit schwieriger in der klinischen Versorgungssituation abzubilden. Entsprechend beschränkt sich ihr Einsatz nach Kenntnisstand der Autoren aktuell auf wenige Spezial- und Studienzentren.

Einsatzmöglichkeiten der CAS

Die positiven Berichte über eine verbesserte Implantationsgenauigkeit durch Verwendung von CAS bei der Primärprothetik des Kniegelenks haben schlussendlich zu einer Erweiterung der Anwendungs- und Indikationsspektren geführt. Zuletzt finden sich zahlreiche erfolgreiche Berichte über die Anwendung der Navigation in der Revisionsendoprothetik [20] oder für die sekundäre und posttraumatische Gonarthrose mit knöchernen Fehlstellungen [6]. In einer eigenen prospektiven, randomisierten Studie zur Verwendung der Navigation bei schweren knöchernen Fehlstellungen konnten wir gleichartige Effekte einer höheren Implantationsgenauigkeit in Bezug auf das radiologische Outcome im Vergleich zur manuellen Technik nachweisen. Allerdings konnten wir analog zu der geführten Diskussion keinen positiven Effekt auf das klinische Patientenoutcome feststellen (unveröffentlichte Daten). Insbesondere wenn die routinemäßige intramedulläre Ausrichtung für den distalen femoralen Sägeschnitt nicht möglich ist, bedingt z. B. durch Vorooperationen, Tumoren, einliegende Implantate oder entsprechendes, bietet die CAS eine sinnvolle Alternative. Für die Autoren hat sie in diesem Bereich eine unumstrittene Indikation.

Andere Autoren sehen die CAS darüber hinaus auch als Tool für die Ausbildung in der Endoprothetik [23]. Die Navigation soll hierbei der Veranschaulichung der Prothesenausrichtung dienen und eine hohe Implantationsgenauigkeit für den ungeübten Operateur sicherstellen. Nachgewiesen ist, dass über eine vergleichsweise kurze Lernkurve ein sicheres Handling der Systeme auch von unerfahrenen Operateuren erreicht werden kann [9]. Allerdings lässt sich dennoch eine höhere Abweichquote der endgültigen Prothesenposition im Vergleich zum Routinier finden, sodass die computerassistierte Chirurgie keine Erfolgsgarantie darstellt. Als wesentliche Fehlerquelle ist das Einlesen der knöchernen Referenzen in das System zu bewerten, was eine gewisse Erfahrung und Lernkurve erfordert [11]. Darüber hinaus muss der Operateur immer in der Lage sein, bei Ausfall der Technik auf die konventionelle Implantation umzuschwenken. Sie muss also nach wie vor sicher beherrscht werden.

Einige Studien beleuchten außerdem Komplikationsraten und Outcome kleiner im Vergleich zu großen Zentren und stellen insbesondere bei seltener Anwendung der CAS keinen Nutzen der Technik fest [32]. Aus diesen Überlegungen ist die computerassistierte Chirurgie entsprechend nicht primär als Einstiegstechnik in der Endoprothetik zu sehen. Außerdem scheint die Anwendung in Kliniken mit kleinen Fallzahlen nicht unbedingt sinnvoll (s. auch Kostenanalyse). In unseren Augen sollte sie als Zusatztechnologie für bestimmte Indikationen angewendet werden und eventuell auf Zentren mit besonderer Expertise beschränkt sein.

Ein wesentlicher, jedoch in der Literatur wenig diskutierter Vorteil der CAS gegenüber den konventionellen Techniken ist die dezidierte Darstellung der Bandspannung und Stabilität für den gesamten Bewegungsumfang. Dies steht im Gegensatz zum händischen Balancing, das die Testung nur bestimmter Beuge- und Streckpositionen erlaubt und häufig bei subluxierter Patella angewendet wird. Allerdings gibt es keine aktuelle Literatur zur Relation bestimmter Stabilitätssituationen und dem klinischen Outcome und keine differenzierten Balancingalgorithmen für unterschiedliche intraopera-

tive Situationen. Entsprechend hat die gegebene Information nicht immer den klinischen Nutzen, den man sich wünschen würde. Hier sind weiterführende, auch biomechanische Untersuchungen erforderlich, um die vorhandenen technischen Möglichkeiten adäquat nutzen zu können.

Fazit für die Praxis

- **Computerassistenzsysteme ermöglichen eine Erhöhung der Implantationsgenauigkeit in der Knieendoprothetik. Allerdings setzt das korrekte Handling eine gewisse Lernkurve und regelmäßige Anwendung voraus.**
- **Die sekundären Zielparameter, wie eine längere Prothesenstandzeit, geringere Revisionsraten oder eine Verbesserung des Patientenoutcomes, lassen sich in den aktuellen Studien demgegenüber nicht darstellen. Gegenteilig gibt es sogar Hinweise, dass die komplexe Technik auch höhere Komplikationsraten bedeuten kann.**
- **Die Anwendung von CAS bedingt eine längere Operationszeit und ein höheres Operationstrauma. Vor diesem Hintergrund muss der Mehraufwand der CAS insgesamt eher kritisch bewertet werden. Aktuell lässt sich keine sinnvolle Begründung für diesen Mehraufwand finden.**
- **In besonderen Situationen, wie bei knöchernen Deformitäten, erscheint der Einsatz von CAS dennoch sinnvoll, allerdings muss für diese Situation ein ausreichendes Training für den Operateur sichergestellt sein.**

Korrespondenzadresse

Dr. T. Calliess

Department Endoprothetik und Rekonstruktive Gelenkchirurgie, Orthopädische Klinik der Medizinischen Hochschule Hannover im Annastift
Anna-von-Borries-Str. 3, 30449 Hannover
Tilman.Calliess@ddh-gruppe.de

Einhaltung ethischer Richtlinien

Interessenkonflikt. T. Calliess, M. Ettinger und H. Windhagen geben an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Dieser Beitrag beinhaltet keine Studien an Menschen oder Tieren.

Literatur

1. Banks SA (2009) Haptic robotics enable a systems approach to design of a minimally invasive modular knee arthroplasty. *Am J Orthop (Belle Mead NJ)* 38:23–27
2. Bathis H, Perlick L, Tingart M et al (2004) Radiological results of image-based and non-image-based computer-assisted total knee arthroplasty. *Int Orthop* 28:87–90
3. Bauwens K, Matthes G, Wich M et al (2007) Navigated total knee replacement. A meta-analysis. *J Bone Joint Surg [Am]* 89:261–269
4. Bellemans J (2009) Navigation and CAS: is D-day approaching? *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 17:1141–1142
5. Burnett RS, Barrack RL (2013) Computer-assisted total knee arthroplasty is currently of no proven clinical benefit: a systematic review. *Clin Orthop Relat Res* 471:264–276
6. Catani F, Digennaro V, Ensini A et al (2012) Navigation-assisted total knee arthroplasty in knees with osteoarthritis due to extra-articular deformity. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 20:546–551
7. Cheng T, Pan XY, Mao X et al (2012) Little clinical advantage of computer-assisted navigation over conventional instrumentation in primary total knee arthroplasty at early follow-up. *Knee* 19:237–245
8. Cheng T, Zhao S, Peng X et al (2012) Does computer-assisted surgery improve postoperative leg alignment and implant positioning following total knee arthroplasty? A meta-analysis of randomized controlled trials? *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 20:1307–1322
9. Confalonieri N, Chemello C, Cerveri P et al (2012) Is computer-assisted total knee replacement for beginners or experts? Prospective study among three groups of patients treated by surgeons with different levels of experience. *J Orthop Traumatol* 13:203–210
10. Daniilidis K, Tibesku CO (2014) A comparison of conventional and patient-specific instruments in total knee arthroplasty. *Int Orthop* 38:503–508
11. Davis ET, Pagkalos J, Gallie PA et al (2013) Defining the errors in the registration process during imageless computer navigation in total knee arthroplasty: a cadaveric study. *J Arthroplasty*, in press
12. Dong H, Buxton M (2006) Early assessment of the likely cost-effectiveness of a new technology: a Markov model with probabilistic sensitivity analysis of computer-assisted total knee replacement. *Int J Technol Assess Health Care* 22:191–202
13. Fu Y, Wang M, Liu Y et al (2012) Alignment outcomes in navigated total knee arthroplasty: a meta-analysis. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 20:1075–1082
14. Gothesen O, Espehaug B, Havelin L et al (2011) Short-term outcome of 1,465 computer-navigated primary total knee replacements 2005–2008. *Acta Orthop* 82:293–300
15. Harvie P, Sloan K, Beaver RJ (2012) Computer navigation vs conventional total knee arthroplasty: five-year functional results of a prospective randomized trial. *J Arthroplasty* 27:667–672 e661
16. Hernandez-Vaquero D, Suarez-Vazquez A, Iglesias-Fernandez S (2011) Can computer assistance improve the clinical and functional scores in total knee arthroplasty? *Clin Orthop Relat Res* 469:3436–3442
17. Hetaimish BM, Khan MM, Simunovic N et al (2012) Meta-analysis of navigation vs conventional total knee arthroplasty. *J Arthroplasty* 27:1177–1182
18. Hoke D, Jafari SM, Orozco F et al (2011) Tibial shaft stress fractures resulting from placement of navigation tracker pins. *J Arthroplasty* 26:504 e505–e508
19. Howell SM, Kuznik K, Hull ML et al (2008) Results of an initial experience with custom-fit positioning total knee arthroplasty in a series of 48 patients. *Orthopedics* 31:857–863
20. Jenny JY, Diesinger Y (2010) Navigated revision TKR: a comparative study with conventional instruments. *Orthopedics* 33:58–61
21. Kim YH, Kim JS, Yoon SH (2007) Alignment and orientation of the components in total knee replacement with and without navigation support: a prospective, randomised study. *J Bone Joint Surg [Br]* 89:471–476
22. Kohn D, Rupp S (2000) Knee endoprosthesis: aspects of surgical techniques. *Orthopade* 29:697–707
23. Love GJ, Kinninmonth AW (2013) Training benefits of computer navigated total knee arthroplasty. *Knee* 20:236–241
24. Rath B, Springorum HR, Beckmann J et al (2011) Importance of computer-assisted navigation in total knee arthroplasty – results of a nationwide survey in Germany. *Z Orthop Unfall* 149:173–177
25. Schnurr C, Gudden I, Eysel P et al (2012) Influence of computer navigation on TKA revision rates. *Int Orthop* 36:2255–2260
26. Schulz AP, Seide K, Queitsch C et al (2007) Results of total hip replacement using the Robodoc surgical assistant system: clinical outcome and evaluation of complications for 97 procedures. *Int J Med Robot* 3:301–306
27. Sinha RK (2009) Outcomes of robotic arm-assisted unicompartmental knee arthroplasty. *Am J Orthop (Belle Mead NJ)* 38:20–22
28. Slover JD, Tosteson AN, Bozic KJ et al (2008) Impact of hospital volume on the economic value of computer navigation for total knee replacement. *J Bone Joint Surg [Am]* 90:1492–1500
29. Spencer JM, Chauhan SK, Sloan K et al (2007) Computer navigation versus conventional total knee replacement: no difference in functional results at two years. *J Bone Joint Surg [Br]* 89:477–480
30. Thienpont E, Fennema P, Price A (2013) Can technology improve alignment during knee arthroplasty. *Knee* 20(Suppl 1):S21–S28
31. Venkatesan M, Mahadevan D, Ashford RU (2013) Computer-assisted navigation in knee arthroplasty: a critical appraisal. *J Knee Surg* 26:357–362
32. Yau WP, Chiu KY, Zuo JL et al (2008) Computer navigation did not improve alignment in a lower-volume total knee practice. *Clin Orthop Relat Res* 466:935–945

Start AltersTraumaZentrum DGU®

Im Hinblick auf die Verdopplung bis Verdreifachung von Altersbrüchen in den kommenden 20 Jahren hat die DGU das Zertifizierungsverfahren AltersTraumaZentrum DGU® entwickelt.

Um eine strukturierte Zusammenarbeit zwischen Unfallchirurgen und Geriatern sicherzustellen, haben Unfallchirurgen der AG Alterstraumatologie der DGU zusammen mit Geriatern aus den geriatrisch-wissenschaftlichen Fachgesellschaften einen Kriterienkatalog erarbeitet.

Dieser liegt dem Zertifizierungsverfahren zum AltersTraumaZentrum DGU® zugrunde. Für die Teilnahme am Zertifizierungsverfahren müssen die Kliniken die im Kriterienkatalog definierten Vorgaben erfüllen. Zudem verpflichten sich die Kliniken zur Teilnahme am AltersTraumaRegister DGU®, das als Instrument zum klinikinternen Qualitätsmanagement und zum Benchmarking mit anderen Kliniken dient.

Ziel der Unfallchirurgen ist es, die Frakturversorgung unter Berücksichtigung abgestimmter altersspezifischer Behandlungsprozesse zu optimieren und ältere Menschen besser bei der Genesung zu unterstützen.

Ab sofort können sich bundesweit Kliniken für das Zertifizierungsverfahren zum AltersTraumaZentrum DGU® anmelden:

www.alterstraumazentrum-dgu.de.

Quelle: Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie (DGU) e.V.