

# OUP

3 | 2020  
9. JAHRGANG

Orthopädische und Unfallchirurgische Praxis  
Vereinigung Süddeutscher Orthopäden und Unfallchirurgen e.V.

**Sonderseiten**

## Inhalte der abgesetzten Frühjahrstagung 2020 der Vereinigung Süddeutscher Orthopäden und Unfallchirurgen e.V.



This journal is regularly listed  
in CCMED / LIVIVO.



- 189 Peter Biberthaler, Rüdiger von Eisenhart-Rothe  
**VSOU-Frühjahrstagung 2020**
- 190 Peter Biberthaler  
**Innovation Qualität und Ethik**
- 192 Rüdiger von Eisenhart-Rothe  
**Innovation Qualität und Ethik**
- 194 Johannes Flechtenmacher  
**In diesem Jahr ist alles anders**
- 195 Jürgen Heisel  
**Preisverleihung OUP Jahresbestpreis**
- 196 Anke Eckardt  
**ASG-Fellows – International**
- 198 Maximilian Rudert, Andrea Meurer  
**Endoprothetik „From bad to worse“**
- 200 Christina Valle, Hermann Mayr, Marcus Schmitt-Sody  
**Return to play**
- 202 Peter P. Schmittbecher, Ingo Marzi  
**Prävention und Management von Komplikationen nach Frakturen im Kindesalter**
- 205 Hartmut Bork  
**Aktuelle Aspekte zu Zugang und Therapie in der Rehabilitation**
- 207 Dirk Wilhelm, Michael Kranzfelder, Hubertus Feussner, Daniel Ostler  
**Ansätze und Anforderungen für den OP-Saal der Zukunft**
- 209 Claudio Glowalla, Rüdiger von Eisenhart-Rothe, Rainer Burgkart  
**Robotik in der Orthopädie**
- 212 Norbert Harrasser, Hartmut Stinus, Markus Walther  
**VSOU 2020: Fußchirurgie update**
- 214 Hans-Raimund Casser, Stefan Middeldorf, Markus Walther, Christian Geber, Martin Legat  
**Update CRPS**
- 219 Gunter Spahn, Christoph Becher, Svea Faber, Johannes Zellner  
**Update Knorpeltherapie**
- 221 Axel Malischewski, Florian Völlner  
**Reisebericht USA Fellowship 2020**
- 223 **Einladung zur 69. Jahrestagung der VSOU e.V. am 29. April bis 1. Mai 2021**

## Gemeinsames Vorwort beider Kongresspräsidenten

# VSOU-Frühjahrstagung 2020



INNOVATION | QUALITÄT | ETHIK

### Sehr geehrte, liebe Freunde der VSOU,

an dieser Stelle möchten wir nochmals unser explizites Bedauern darüber ausdrücken, dass die diesjährige VSOU-Frühjahrstagung aufgrund der Corona-Problematik ausfallen musste. Jedoch blieb den Organisatoren zum Schutz von Ihnen und den Ihnen anvertrauten Patienten keine andere Alternative.

Daher freuen wir uns als Kongresspräsidenten 2020 ganz besonders, dass es die VSOU durch diese Sonderpublikation möglich gemacht hat, dennoch ein paar wesentliche Gedanken zu den von uns aufgestellten Themen formulieren zu können und Ihnen einige lohnenswerte Beiträge nahezubringen, wenn dies auch nicht den persönlichen wissenschaftlichen Austausch in Baden-Baden ersetzen kann. An dieser Stelle möchten wir uns auch ganz herzlich bei den folgenden Autoren bedanken.

Bei der Wahl unseres Mottos „Innovation, Qualität, Ethik“ haben wir ganz bewusst diese drei Begriffe gewählt, weil sie eine der wesentlichen Eckpfeiler des medizinischen Handelns unseres Verständnisses darstellen. Mit unseren beiden folgenden



Foto: Conventus/H. Schubert

Univ.-Prof. Dr. med. Peter Biberthaler (li.) und Univ.-Prof. Dr. med. Rüdiger von Eisenhart-Rothe (re.)

Statements möchten wir Sie an unseren Gedanken zu diesen Themen teilhaben lassen, die Sie ansonsten in unserer Eröffnungsrede hätten hören können.

Wir wünschen Ihnen viel Freude beim Lesen und freuen uns auf ein Wiedersehen in Baden-Baden im nächsten Jahr – bleiben Sie gesund!

Herzlichst, Ihre

**Univ.-Prof. Dr. med.  
Peter Biberthaler**

**Univ.-Prof. Dr. med.  
Rüdiger von Eisenhart-Rothe**

Peter Biberthaler

# Innovation, Qualität und Ethik



INNOVATION | QUALITÄT | ETHIK

## Innovation

Innovation ist der stetige Motor von neuen Entwicklungen zur Diagnostik und Therapie unserer Patienten. Auch wenn Sätze wie „das Bessere ist der Feind des Guten“ wie eine Plattitüde wirken, beinhalten sie dennoch eine wesentliche Erkenntnis: keine Diagnostik und keine Therapie ist so gut, als dass sie nicht verbessert werden könnte. In der Vergangenheit von Orthopädie und Unfallchirurgie wurden durch bahnbrechende Innovationen destruktive Verbesserungen in der Behandlung von Patienten erzielt. Beispielhaft sei hier die Entwicklung winkelstabiler Implantate genannt. Bei näherer Betrachtung der gegenwärtigen Forschungslandschaft fehlt jedoch auf, dass ein Paradigmenwechsel stattzufinden scheint. So hatten auch eine ganze Reihe von wissenschaftlichen Abstracts für den diesjährigen Kongress der Vereinigung Süddeutscher Orthopäden und Unfallchirurgen nicht mehr die Verbesserung der Diagnostik und Therapie unserer Patienten im Fokus, sondern eine Steigerung der betriebswirtschaftlichen Effektivität. Es wäre zu kurz gesprungen, wenn man nun den jungen Kolleginnen und Kollegen die Auswahl ihres wissenschaftlichen Ziels vorwerfen würde. Schließlich bildet diese Zielsetzung nur das Ausmaß der täglichen Diskussionen in unseren Kliniken und Praxen ab. Hier hat sich ein deutlicher Wandel ergeben, von der Diskussion über medizinisch wissenschaftliche Inhalte hin, zu organisatorisch effektivitätsorien-

tierten Inhalten. Dieses Thema wird eine der Klammern sein, die sich im Abschnitt Ethik wieder finden. Die große Faszination der wissenschaftlichen Aufarbeitung von medizinischen Problemen unserer Patienten und der Versuch der kontinuierlichen Verbesserung, sind meines Erachtens eine der großen Vorteile unseres Berufs. Wer kann schon von sich sagen, dass er etwas komplett Neues entwickelt oder erfunden hat, wenn er in einem großen Industrieunternehmen tätig ist? In welchen anderen Berufszweigen ist es möglich, weltweite Innovationen voranzutreiben? Dies ist eines der herausragenden Privilegien wissenschaftlich betriebener Medizin und ich vergleiche die Protagonisten auf diesem Feld immer mit den großen Seefahrern und Entdeckern, die in unserer Vergangenheit mutig und entschlossen aufgebrochen sind, um neue Welten zu erobern. Am Ende des Tages ist doch eine der wesentlichen Parameter unseres beruflichen Lebens, wie viele Spuren wir hinterlassen konnten. Hierzu zählen natürlich zuallererst die vielen Patienten, die wir täglich behandeln. Aber jeder von uns kennt diese Situation, in der man bei einer Patientin/einem Patienten für sein individuelles Problem vielleicht zunächst keine gute Lösung auf Lager hat. Und genau in dieser Situation kommt der Forschergeist zum Zuge, indem man eben nicht resigniert, sondern mit all den zur Verfügung stehenden wissenschaftlichen Methoden versucht, das medizinische Problem so gut wie möglich lösen zu

können. Daraus folgt, dass medizinische Einrichtungen, welche betriebswirtschaftlich auf höchste Effektivität getrimmt wurden, zwar sicherlich einen potentiellen betriebswirtschaftlichen Gewinn abwerfen, jedoch kommt meines Erachtens diese spezifische Innovationskraft in diesen Einrichtungen zu kurz. Es gibt keine Möglichkeit mehr, Assistentinnen und Assistenten im klinischen Betrieb freizustellen für wissenschaftliche Projekte. Jede einzelne Stelle ist bis auf die äußerste betriebswirtschaftliche Marge berechnet wie ein industrieller Prozess zur Produktion von Autos oder Flugzeugen. Aber Medizin ist mehr wie nur ein Abarbeiten von Mehrwert schaffenden Tätigkeiten und unsere Patienten sind auch keine Kunden. Daher liegt es an uns Ärzten zu entscheiden, ob wir uns wie menschliche Roboter in solchen Operations-Fabriken einfinden wollen oder ob wir lieber den Weg des Forschergeistes gehen möchten. Daher möchte ich allen Ärztinnen und Ärzten im Bereich der Orthopädie und Unfallchirurgie zurufen: Wagen Sie das Neue zu denken, sich innovativ zu entwickeln und mit dieser Innovation die Diagnostik und Therapie unserer Patienten in den nächsten Dekaden substantiell zu verbessern!

## Qualität

Diese Verbesserung in der Diagnostik und Therapie unserer Patienten ist ein häufig angesprochenes Thema in der öffentlichen Diskussion. Eine der wesentlichen Ursachen der hier oft

kontrovers geführten Diskussionen liegt darin, dass der Begriff „Verbesserung“ eine eindeutige Qualitätsmessung erfordert. Während die Qualitätsinitiativen der jüngeren Vergangenheit im Wesentlichen auf Prozessparameter abgezielt haben, steht nun die Aufgabe an, die tatsächliche Qualität der Diagnostik und Therapie zu bestimmen. Bislang war die Bestimmung der Qualität unterschiedlicher therapeutischer Verfahren durch randomisierte verblindete prospektiv kontrollierte Studien bestimmt. Diese Studienart war lange der Goldstandard zur Bemessung der Qualität in der Therapie von Patienten in der Orthopädie und Unfallchirurgie. Im Gegensatz zu pharmakologischen Studien, beinhaltet das Studiendesign jedoch mehrere Probleme. Zum einen lässt sich aufgrund der chirurgischen Therapie keine Verblindung vornehmen, der Operateur weiß selbstverständlich immer welches Implantat er verwendet. Zum anderen respektiert diese wissenschaftstheoretische Herangehensweise nicht, dass jeder Operateur spezifische Implantate bevorzugt. Dies hat einfach etwas mit Erfahrung, positiven Ergebnissen etc. zu tun. Es wurde dann versucht, durch Schulungen Operateure an zwei verschiedene Techniken heranzuführen. Klar ist in diesem Zusammenhang, dass dies nicht die Wirklichkeit der Qualität abbildet, da ein Operateur der mit dem Implantat X 500 Operationen durchgeführt hat, deutlich mehr Erfahrung haben wird wie mit einem angelernten geschulten Implantat Y.

Darüber hinaus bergen diese Studien einen gut untersuchten Einschluss BIAS. So hat sich gezeigt, dass bestimmte Merkmale häufiger bei prospektiv randomisierten Studien vertreten sind. Daher ist es nicht verwunderlich, dass ganz wesentliche Fragestellungen in der Unfallchirurgie, wie beispielsweise die optimale Therapie der distalen Radiusfraktur mittels prospektiv randomisierte Studien bislang nicht ausreichend beantwortet werden konnte. Darüber hinaus haben Erkenntnisse großer Registerstudien zu echten Paradigmenwechseln in der Therapie unfallchirurgischer Patienten geführt. Beispielhaft sei hier die Rogmark-Studie zur Behandlung von Schenkelhalsfrakturen genannt. Daher bin ich der festen Überzeugung, dass wir wesentliche Fortschritte in Erkenntnisgewinn nur über Big data-Analysen bekommen werden. Um die Ergebnisse unserer Therapie möglichst realitätsnah erfassen zu können, sind hierfür neue Instrumente erforderlich. In diesem Zusammenhang wurde in der jüngeren Vergangenheit auch mehrfach auf die Tatsache hingewiesen, dass das eigentlich Entscheidende in der Beurteilung der Qualität die Patientin/der Patient sei. Hieraus wurden patientenzentrierte Ergebnis-Messinstrumente entwickelt, welche die Qualität der Behandlung unserer Patienten erlaubt. Das Ziel zukünftiger wissenschaftlicher Anstrengungen sollte es daher sein, große Frakturregister mit standardisierten PROMs aufzulegen um somit wesentliche und wichtige wissen-

schaftliche Fragen in unserem Fachgebiet zu beantworten.

### **Ethik**

Diesen Aspekt haben wir bewusst als letztes gesetzt, da ihm die größte Bedeutung zukommt. Gerade durch die enormen Möglichkeiten technischer Entwicklungen im medizinischen Bereich ist es unumgänglich, unsere ethischen Standards und Diskussionen entsprechend auszudifferenzieren. Hier wird es wieder an uns Ärztinnen und Ärzten sein, unsere ethischen Ansprüche gegenüber betriebswirtschaftlich orientierten Strukturen durchzusetzen. Hier schließt sich die Klammer des eingangs angesprochenen Themas, da wir Ärztinnen und Ärzte nur dann nicht als operative Fließbandarbeiter missbraucht werden, wenn wir uns trauen, allzu überbordenden betriebswirtschaftlichen Aspekten einen Riegel vorzuschieben. Somit ergibt sich ein schlüssiges Konzept für zukünftige Entwicklungen: Durch Innovation und Entwicklung sind wir Ärztinnen und Ärzte in der Lage, die Initiative im medizinischen Entwicklungsprozess zurückzugewinnen und somit den Schwerpunkt wieder mehr in Richtung Qualität zu verlagern.

---

#### **Korrespondenzadresse**

**Univ.-Prof. Dr. med. Peter Biberthaler**  
**Klinikum rechts der Isar**  
**Technische Universität München**  
**Ismaninger Straße 22**  
**81675 München**  
**peter.biberthaler@mri.tum.de**

Rüdiger von Eisenhart-Rothe

# Innovation Qualität Ethik 2020



INNOVATION | QUALITÄT | ETHIK

Nach den mentalen Revolutionen, angestoßen durch Kopernikus, Charles Darwin und Sigmund Freud hat die vierte Revolution, die digitale Revolution, begonnen. Sie schreitet unaufhaltsam fort und durchdringt jetzt schon alle unsere Lebensbereiche. Sie verändert nicht nur das Privat- oder Wirtschaftsleben, sondern betrifft v.a. auch den Gesundheitssektor. Trotz erheblicher Fortschritte stehen wir als Orthopäden und Unfallchirurgen, ebenso wie die meisten anderen medizinischen Disziplinen, erst am Anfang. Entsprechend einer Studie von Roland Berger (Future of Health) soll jedoch bereits in der nahen Zukunft 20 % der ärztlichen Leistung durch künstliche Intelligenz (KI) und Robotik ersetzt werden. Satya Nadella, CEO von Microsoft, sieht die Medizin sogar als dringlichsten Anwendungsbereich von KI.

Wenn nun diese digitalen Technologien wie Robotik, Big Data oder KI auf O und U treffen, entstehen zwangsläufig eine Reihe von neuen Herausforderungen und Fragestellungen. Diese lassen sich nicht immer allein mit medizinisch-technologischen, rechtlichen oder ökonomischen Argumenten beantworten, sondern bedürfen insbesondere auch einer ethischen Bewertung.

Dies können nun konkrete Einzelfragen sein, beispielsweise die Übernahme von Verantwortungen bei der Entwicklung und auch Einsatz von OP- und Pflegerobotersystemen. Maschinen sind nach heutiger Rechtsprechung keine Rechtspersonlichkeiten und können keine Verantwortung übernehmen, wohl aber ba-

sierend auf Algorithmen teilweise autonom entscheiden bzw. handeln. Ist der Entwickler oder Anwender nun für eine Fehlhandlung des Roboters verantwortlich? Kann und soll ein Pflege- oder Operationsroboter eine Pflegekraft oder einen Operateur komplett ersetzen? Während im Operationsaal noch die Schnittstelle Operateur und Maschine (z.B. semiaktive Systeme wie der MAKO-Roboter oder mixed reality viewer der Firma Brainlab) im Vordergrund steht, ist der helfende Pflegeroboter schon Realität. In Anbetracht des Pflege Mangels können Pflegeroboter eine gute Lösung sein und auch der Bereich der Geriatrie wird immer wichtiger, um die Mobilität möglichst lange zu erhalten und dadurch auch zwischenmenschliche Interaktion und Kommunikation im Alter zu erleichtern. Ist ein Pflegeroboter nun ein wichtiger Beitrag zur Erweiterung der Freiheit, indem er die selbständige Lebensweise unterstützt? Aktuell können sich nur 20 % der Bevölkerung vorstellen, dass ein Roboter beispielsweise die Körperpflege übernimmt.

Vielleicht noch dringlicher sind Fragen zum Thema Big Data. So wird das Sammeln von medizinischen Daten insbesondere im Bereich Prävention und Mobilität (Stichwort wearables) nicht ohne große Firmen wie Google oder Amazon umzusetzen sein. Wie soll mit diesen neuen Playern im Gesundheitssystem umgegangen werden? Ist das Sammeln von Gesundheitsdaten zur gewinnorientierten Nutzung unethisch und unsittlich? Aber was, wenn dadurch

(schneller) neue Medikamente entwickelt werden können? Wem gehören die medizinischen Daten oder müssen diese einem übergeordneten Interesse dienen (Projekte wie „Patients like me“ oder „Personal genome Project“)? Wie viel persönliche Daten wollen wir teilen, wieviel Transparenz wollen wir? Und was sind wir dafür bereit aufzugeben?

Wer analysiert und interpretiert die Daten und entwickelt daraus einen Behandlungsalgorithmus? Machine learning basiert auf bisher Gelerntem. Was passiert, wenn der Algorithmus das Problem nicht kennt, weil es noch nie vorgekommen ist, wie zum Beispiel die Covid-Pandemie oder ein sog. Reality gap, also eine Diskrepanz zwischen Simulation und Realität, zu einer Fehlentscheidung führt? Und wenn das IBM Watson Oncology-System Festlegungen in Behandlungspfaden des Osteosarkoms auf Grundlage veralteter, nicht-repräsentativer Datensätze falsch treffen würde: wer wäre für die Aktualisierung/Validierung der Daten oder den entstandenen (Personen-)schaden verantwortlich?

Selbst wenn keine Komplikationen auftreten, Künstliche Intelligenz basiert auf Regeln, die von Entwicklern vorgegeben werden. Sogenannte „decision support systems“ schlagen, basierend auf den vorgegebenen Kriterien und den vorhandenen Daten wie Outcome oder Kosten, eine entsprechende Therapie bzw. ein entsprechendes Vorgehen vor. Inwieweit dann ökonomische Kriterien einen Einfluss auf die Entscheidung haben, bleibt für den Anwender unklar.

Noch weitreichender sind die Folgen in der Akutversorgung von Schwerstverletzten oder Triagierung, wenn Algorithmen selber ethikfähig entwickelt werden (Wer definiert was ethikfähig ist?). Wie wird dann bei Ressourcenknappheit ein Algorithmus entscheiden, wen es sich lohnt zu retten? Wieviel ist ein Menschenleben wert, sind alle Menschen gleich viel wert und wer trägt dann die Verantwortung für diese Entscheidung: der Entwickler oder der Anwender?

Was passiert, wenn Arzt und Algorithmus unterschiedlich entscheiden? Vielleicht erkennen wir auch nicht den Moment der technologischen Singularität, wenn selbstlernende Systeme besser entscheiden als Menschen und somit der Einfluss von Big Data und künstlicher Intelligenz auf das medizinische Wissen und die Therapieentscheidung wichtiger ist als die Empirie von Ärzten und Wissenschaftlern.

All diese Überlegungen zeigen, wie wichtig es ist, einen ethischen Rahmen gerade für diese neuen Technologien zu schaffen. Was sind unsere Ziele bei der Digitalisierung in O und U? Die Digitalisierung selber hat keine eigenen Ziele und Ethik. In der Medizin muss es immer um die Menschen, ihre Heilung und ihr Wohlbefinden gehen. Ökonomische und technologische Vorteile dürfen hier keine Priorität haben, sondern nur dem übergeordneten Ziel dienen. Und es geht in der Zukunft darum, das richtige Maß für den Einsatz von KI, Robotik, Big Data und das menschliche Einfühlungsvermögen des Arztes und aller Mitarbeiter im Gesundheitssystem und in der Pflege zu finden. Daher haben wir auch die Verpflichtung und die Verantwortung, die Digitalisierung in O und U wesentlich zu prägen und in die richtige Richtung zu lenken. Daraus ergibt sich für uns eine Reihe von Aufgaben:

Wir müssen zuverlässige und repräsentative Daten sammeln und vertrauensvoll damit umgehen. So bilden beispielsweise in der Endoprothetik die mit der Initiative unserer Fachgesellschaft gegründeten Systeme der Datenerfassung (EPRD) und Zertifizierung (EndoCert) eine gute Grundlage. Sicherlich wird auch in manchen Bereichen eine enge Zu-

sammenarbeit zwischen medizinischen Dienstleistern wie den Krankenhäusern und medizinisch orientierten Hightech-Unternehmen notwendig sein, wie es z.B. in skandinavischen Ländern bereits etabliert ist. Wichtig dabei ist jedoch, dass wir als Interessenvertreter der Patienten Partner auf Augenhöhe sind und die Persönlichkeitsrechte und Interessen der Patienten wahren. Wir müssen zudem für eine korrekte Interpretation der Daten sorgen und die Möglichkeiten und Grenzen der digitalen Vorhersagbarkeit auf der Basis von Big Data und KI-gestützter Verfahren kritisch beurteilen.

Ohne Zweifel ist, dass die Digitalisierung in O und U ein großer Gewinn sein kann. Es ist eher die Frage, wie lange wir es verantworten können, dass diese bisher so gering eingesetzt wurde? Digitalisierte Gesundheits- und Patientenakten können den Informationsfluss zwischen Patienten, Ärzten und Pflegekräften transparenter, effizienter und sicherer gestalten. Big Data-Technologien stellen die Grundlage für die personalisierte Medizin und Theranostik dar, sei es in der Behandlung degenerativer Gelenkerkrankungen, der Sarkomtherapie oder des Polytraumamanagements. Diese Techniken erlauben es, hoffentlich zukünftig auf den Patienten zugeschnittene Therapien mit verbessertem Outcome vorzuschlagen. Bis auf weiteres trägt jedoch immer noch der Arzt die Verantwortung für den Patienten und die Entscheidung für jede Therapie, die aber zukünftig auf einer breiteren wissenschaftlichen Grundlage basiert (sog. assistant intelligence). Roboter sind ideal, um in der Pflege und im OP zu unterstützen. Ein Roboter soll einen Arzt nicht ersetzen, ihn aber unterstützen und so für ein besseres Ergebnis sorgen. Dazu müssen wir gemeinsam mit Ingenieuren und Informatikern die Entwicklungen in der Künstlichen Intelligenz und Robotik steuern. Die erwartbaren Effizienzgewinne aus einer digitalisierten Medizin müssen dann vor allem in mehr Zeit für Ärzte und Pflegenden münden, denn gerade das Fehlen von Zeit hat die Medizin durch die Beschränkung der direkten Kommunikation und Zuwendung unmenschlicher gemacht.

Und natürlich wird sich die Ausbildung auch dahingehend wandeln (müssen). Hier ist das Ziel, digital verzierte und patientenzugewandte Ärzte und Pflegenden auszubilden, aber auch die Ausbildung der Entwickler, Ingenieure und Informatiker um ethisch-medizinische Anteile zu ergänzen. Was wir von amerikanischen Hightech-Unternehmen lernen können, ist die Offenheit für Vorschläge insbesondere von Jüngeren. Die jüngere Generation muss mehr einbezogen werden, um den Wandel der Ansprüche an die Medizin frühzeitig zu erkennen.

Die zukünftigen Herausforderungen in unserem Fach, sei es die Ökonomisierung oder Digitalisierung, müssen proaktiv von uns Ärzten adressiert werden. Kommen wir dieser Aufgabe nicht nach, werden fachfremde Akteure ohne Rücksicht auf Qualität, Recht oder Ethik Lösungen präsentieren und es besteht die Gefahr, dass wir zu reinen Dienstleistern ohne Gestaltungsmöglichkeiten reduziert werden. Wie können wir aber in einem Umfeld der ungleichen Machtbalance und Ressourcenknappheit für unsere Patienten diese Herausforderungen bewältigen? Gerade die aktuelle Situation zeigt, dass wir es sind, die in den systemrelevanten Berufen tätig sind und dementsprechend können und müssen wir auch auftreten. Dabei müssen wir in O und U – Kliniker, Wissenschaftler und Niedergelassene gemeinsam – nach außen den Kassen, Politikern und Unternehmen gegenüber Geschlossenheit demonstrieren und mit einer Stimme sprechen – zum Wohl unserer Patienten. Dann besteht aber eine hohe Wahrscheinlichkeit, dass die Digitalisierung dem Arzt, Pflegenden und Patienten gemeinsame Zeit und Wertschätzung zurückgibt und die Ergebnisse verbessert.

#### **Korrespondenzadresse**

Univ.-Prof. Dr. med.  
Rüdiger von Eisenhart-Rothe  
Klinikum rechts der Isar  
Technische Universität München  
Ismaninger Straße 22  
D-81675 München  
eisenhart@tum.de

Johannes Flechtenmacher, Präsident BVOU

## In diesem Jahr ist alles anders

Zum ersten Mal seit ich orthopädisch denken kann, gibt es keinen VSOU Frühjahrs-Kongress in Baden-Baden. Der Termin hatte immer einen festen Platz in meinem Terminkalender. In diesem Jahr steht der Kongresskalender allerdings Kopf. Um trotzdem einen Austausch zu ermöglichen, bin ich der Bitte der Kongresspräsidenten nachgekommen, meine Gedanken zur aktuellen Coronavirus-Pandemie und deren Auswirkungen auf unsere Arbeit zu Papier zu bringen. Obwohl das Wort derzeit vor allem den Virologen, Epidemiologen, Intensivmedizinern, Anästhesisten und Politikern gehört und manchmal auch den Philosophen und wir Orthopäden und Unfallchirurgen eigentlich nur am Spielfeldrand stehen, müssen wir über die Zeit nach der Corona-Krise nachdenken. Jedes Ereignis von einer solchen Wucht und Dimension wird zweifellos tiefe Spuren hinterlassen – das war zuletzt bei 9/11 der Fall und das wird auch nach der Corona-Krise der Fall sein.

Als BVOU haben wir früh auf die Krise reagiert. Am 17. März haben wir unter dem Motto „Handeln Sie jetzt!“ aufgerufen, die Organisationsabläufe in den Praxen zu ändern und an die erhöhte Infektionsgefahr durch SARS-CoV-2 anzupassen. Am 31. März haben wir zusammen mit den Fachgesellschaften und dem Verband leitender Orthopäden und Unfallchirurgen dazu aufgerufen, die Kliniken durch eine von den niedergelassenen Kollegen angebotene dezentrale ambulante Versorgung zu entlasten – auch am Wochenende. Trotz der Anerkennung, die uns die KV, die Medien, die Patienten und viele andere Gruppen für diese Angebote gezollt haben, war das Echo unter den Kollegen gemischt.

Das hat sicher damit zu tun, dass die Infektionsraten in den einzelnen Bundesländern und Regionen unterschiedlich hoch sind und die Kolleginnen und Kollegen deshalb die Notwendigkeit solcher Maßnahmen unterschiedlich bewerten. Aber es

gibt sicher noch andere Gründe: Betriebswirtschaft ist kein guter Nährboden für Solidarität. Der angebliche Konkurrenzkampf um die Notfallversorgung lässt auch keinen Zweifel daran, dass die sektorenübergreifende Versorgung derzeit wohl eher ein Wunschtraum ist, statt gelebte Realität. Trotzdem zeigt die Entwicklung, dass unsere Aufrufe richtig und notwendig waren. Die Knappheit von Anästhetika und Maskenfiltern lassen nur den Schluss zu, dass es derzeit keine Alternative zu einer Reduktion der elektiven Operationen gibt und dass man keine Corona-Patienten ohne entsprechende Ausrüstung und Anästhetika intensivmedizinisch versorgen kann.

Trotzdem werden wir als Berufsverband auch weiterhin den Spagat wagen, die berufsständigen Interessen aller im Fach Orthopädie und Unfallchirurgie tätigen Kolleginnen und Kollegen zu vertreten. Es kann uns nicht nur um den kleinsten gemeinsamen Nenner gehen. Neid und Revierkämpfe dürfen nicht zum Bremsklotz für unsere Initiativen werden. Denn einer Frage werden wir uns letzten Endes immer wieder stellen müssen: Haben Chefärzte andere Interessen als Oberärzte, Assistenzärzte oder Niedergelassene? Oder werden hier ärztliche Interessen mit den Interessen anderer Gruppen vermischt, etwa denen der Klinik- oder der MVZ-Betreiber?

Es wird daher in den kommenden Wochen darum gehen müssen, Kriterien zu erarbeiten, wie sich der Praxis- und Klinikbetrieb unter den potentiellen Infektionsbedingungen medizinisch und betriebswirtschaftlich sinnvoll und zum Wohle aller gestalten lässt.

Wir dürfen uns nämlich nicht der Illusion hingeben, dass die Krise nach der Lockerung der Maßnahmen bald zu Ende gehen wird. SARS-CoV-2 und Covid-19 werden uns noch lange beschäftigen, weil weder eine spezifische Therapie noch eine Impfung in Sicht sind. Eine restitutio ad inte-

grum wird es daher nicht geben. Wir sollten uns folglich mit den Risiken vertraut machen: den wirtschaftlichen Risiken, unserer eigenen Gefährdung und der Gefährdung anderer. Wir können jeden Tag selbst angesteckt werden und andere anstecken. Der staatliche/stattliche Rettungsschirm und die Unterstützung der KV sind hilfreich, aber weder mittel- noch langfristig eine Option.

Orthopädie und Unfallchirurgie werden nach der Krise zweifellos anders dastehen als vor der Krise – sowohl in der Praxis als auch in der Klinik. Ich bin der festen Überzeugung, dass der bisher übliche Betrieb mit hohen Behandlungszahlen nicht mehr aufrechterhalten werden kann, denn das Social distancing wird auch in unseren Praxen und Kliniken notwendig sein, nicht nur in der Gesellschaft. Wir werden daher nicht mehr die Anzahl an Patienten behandeln können wie vor der Krise. Und zwar sowohl aus infektionsprophylaktischen Gründen wie auch aus Gründen des Bedarfs, die Mobilität geht zurück und die Verunsicherung der Patienten steigt. Der Blick auf das, was Lebensqualität bedeutet, ändert sich und wir werden uns viel stärker als „immunologische Risikogemeinschaft“ begreifen müssen, um mit den Worten von Peter Sloterdijk zu argumentieren. Es ist aus meiner Sicht selbstverständlich, dass auch die Honorierung orthopädisch-unfallchirurgischer Leistungen dieser Veränderung angepasst werden muss. Sowohl in der Klinik wie auch in der Praxis.

Gesundheit und Gesundheitsversorgung sind öffentliche Angelegenheiten. Wir erleben gerade, dass Deutschland aufgrund seines Gesundheitssystems und der Disziplin seiner Bürgerinnen und Bürger vergleichsweise wenig Corona-Tote zu beklagen hat. Manch ein Politiker, mit und ohne Fliege, der noch vor ein paar Monaten die Schließung von Krankenhäusern und Facharztpraxen gefordert hat, gibt jetzt Tipps für den Sommerurlaub. Als Vertreter eines



freien Berufs und mit der Bereitschaft, Verantwortung für die Versorgung der Patienten mit muskulo-skelettalen Erkrankungen und Verletzung in Praxis und Klinik zu übernehmen und der Ablehnung der immer wieder diskutierten gesundheits-

politischen und ökonomischen Riesenpetrischalen sollten wir die Herausforderungen für die Zukunft annehmen und kreativ gestalten. Bekanntlich liegt in jeder Krise auch eine Chance. Wir sollten diese Chance gemeinsam nutzen.

**Korrespondenzadresse**  
**Dr. med. Johannes Flechtenmacher**  
**Präsident des Berufsverbands für**  
**Orthopädie und Unfallchirurgie (BVOU)**  
**Straße des 17. Juni 106–108**  
**10623 Berlin**  
**praesident@bvou.net**

## Preisverleihung

### OUP-Jahresbestpreis 2019 an Dr. Uwe Schwokowsky (Lübeck)

Herausgeber, Schriftleiter und der Vorstand der VSOU haben einen Beitrag aus dem Themenheft „Rheumatologie im orthopädischen Fachgebiet“ (5-2019) ausgewählt für den OUP Jahresbestpreis. Der prämierte Beitrag mit dem Titel „Moderne Standards der medikamentösen Behandlung entzündlich-rheumatischer Krankheitsbilder“ stammt aus der Feder von Dr. Uwe Schwokowsky aus Ratzeburg, Leiter des Referats Orthopädische Rheumatologie des BVOU.

In diesem hervorragenden Beitrag werden neben den konventionellen Strategien auch die aktuell im Aufwind befindlichen Substanzen der Biologicals eingehend besprochen und weiterhin wichtige Therapiealgorithmen entsprechend der S2e-Leitlinie (2018) aufgezeigt.

Diese exzellente Zusammenstellung gehört nach unserer Auffassung zum unbedingten Grundlagenwissen eines jeden Orthopäden. Herausgeber, Schriftleiter und VSOU-Vorstand haben daher einstimmig beschlossen, Herrn Kollegen Schwokowsky als Dank und Anerkennung mit dem OUP-Bestpreis 2019 auszuzeichnen.



Foto: U. Schwokowski

Dr. Schwokowsky, Preisträger des OUP-Jahresbestpreises 2020

kowsky als Dank und Anerkennung mit dem OUP-Bestpreis 2019 auszuzeichnen.

#### **Herzlichen Glückwunsch!**

Leider konnte der Preis nicht – wie sonst üblich in der Eröffnungsfeier des VSOU-Kongresses – persön-

lich verliehen werden, da der Kongress abgesagt werden musste. Wir möchten dies aber gerne in der Eröffnungsfeier auf dem nächsten VSOU-Kongress nachholen.

**Herausgeber, Schriftleiter und Vorstand der VSOU**

Anke Eckardt

# ASG-Fellows – International



Das ASG-Fellowship gilt als eine der wichtigsten Auszeichnungen für Orthopädische Chirurgen, die jährlich von der DGOOC, der ÖGO, von Swiss Orthopaedics, aber auch von den Amerikanischen, Britischen und Kanadischen Orthopädischen Fachgesellschaften (AOA, BOA, COA) vergeben wird.

Traditionell dürfen sich die neu gewählten Fellows auf der ASG-Fellows-Sitzung anlässlich des Kongresses der Süddeutschen Orthopäden und Unfallchirurgen vorstellen. Auch in diesem Jahr hätten wir spannende Vorträge hören können, wären doch in Zeiten ohne Corona-Virus jetzt 3 erfahrene und wissenschaftlich ausgewiesene Kollegen durch orthopädisch/unfallchirurgische Zentren in Deutschland, Österreich und der Schweiz gereist.

Der krönende Abschluss der Reise der angloamerikanischen Fellows ist immer der Kongress in Baden-Baden mit seiner besonderen Atmosphäre und der ASG-Fellow-Sitzung, an die sich ein Kennenlernen und Vertiefen von gewonnenen Freundschaften im Rahmen eines gemeinsamen Mittagessens mit dem „Kreis der ASG-Fellows“ anschließt.

Marcus Jäger (Duisburg/Essen) hatte mit Hilfe vieler Kolleginnen und Kollegen ein ausgesprochen vielversprechendes und wissenschaftlich, klinisch wie auch touristisch spannendes Programm für die 3 neuen ASG-Fellows zusammengestellt und die Vorfreude war groß – bis Corona

die Reise wie auch den Kongress in Baden-Baden so jäh verhinderte.

Gereist wären Brian Mullins aus Indianapolis, Aman Dhawan aus Pennsylvania und Satish Kutty aus Essex. Wenn es die Umstände erlauben, ist geplant, dass die drei ihre Reise in 2021 nachholen und wir dann hoffentlich die Vorträge hören können. Brian Mullins hätte übrigens über „US-Military trauma roles of care and capability“ gesprochen – wer hätte gedacht, dass ein solches Thema eine (traurige) Aktualität erfährt. Aman Dhawan hätte über „Opioid use, perioperative risks and associated postoperative complications with arthroscopic knee surgery“ gesprochen. Niki Böhler hätte uns „Short time smoking cessation. A perfect way to reduce perioperative complications“ näher gebracht und Marcus Jäger hätte über „Modern concepts in prevention and rehabilitation“ berichtet. Schade, aber vielleicht können wir das nachholen.

## Was hat es mit dem ASG-Fellowship eigentlich auf sich?

Die Idee zu einem internationalen Reisestipendium geht bereits auf das Jahr 1975 zurück, als Hans Mau (Tübingen) der DGOT seine Idee eines internationalen Reisestipendiums vorstellte. Vor nun über 40 Jahren begründeten die damaligen Präsidenten der Deutschen, Österreichischen und Schweizer Fachgesellschaften Witt, Hofer und Willenegger das Fortbil-

dungsstipendium für einen 6-wöchigen Besuch englischer, nordamerikanischer und kanadischer orthopädischer Zentren.

1979 reiste die erste Gruppe (Günter Janssen, Udo Rodegerdts, Karl Zweymüller und Alex Staubli). Hans Mau, langjähriger Vorsitzender der Stipendienkommission wurde von Jochen Eulert (Würzburg) abgelöst, es folgten Joachim Hassenpflug (Kiel) und seit einigen Jahren Heiko Reichel (Ulm).

Die Auswahl der deutschsprachigen Fellows erfolgt durch die 3 beteiligten Fachgesellschaften der Länder und durch die Stipendienkommission. Bewerber sollten habilitiert sein, Oberarztbefähigung haben und das 40. Lebensjahr nicht wesentlich überschritten haben (näheres siehe [www.asg-fellows.de](http://www.asg-fellows.de)).

Internationale Bedeutung erlangte das Fellowship durch die Aufnahme in das Emerging Leadership-Programm der American Association of Orthopaedics (AOA) 1984. 1989 reisten mit Larry Marsh und Michael Yaszemski als erste Amerikaner durch Deutschland, die Schweiz und Österreich. Kanada entsandte 2004 den ersten Fellow, Großbritannien folgte 2008.

Seither sind 177 Fellows gereist (145 Deutschsprachige, 32 Angloamerikaner, davon 7 Frauen). Auch hierzu Weiteres unter [www.asg-fellows.de](http://www.asg-fellows.de).

Begeistert von der Reise begründete Hans-Werner Springorum gemeinsam mit seinen Mitfellows Win-

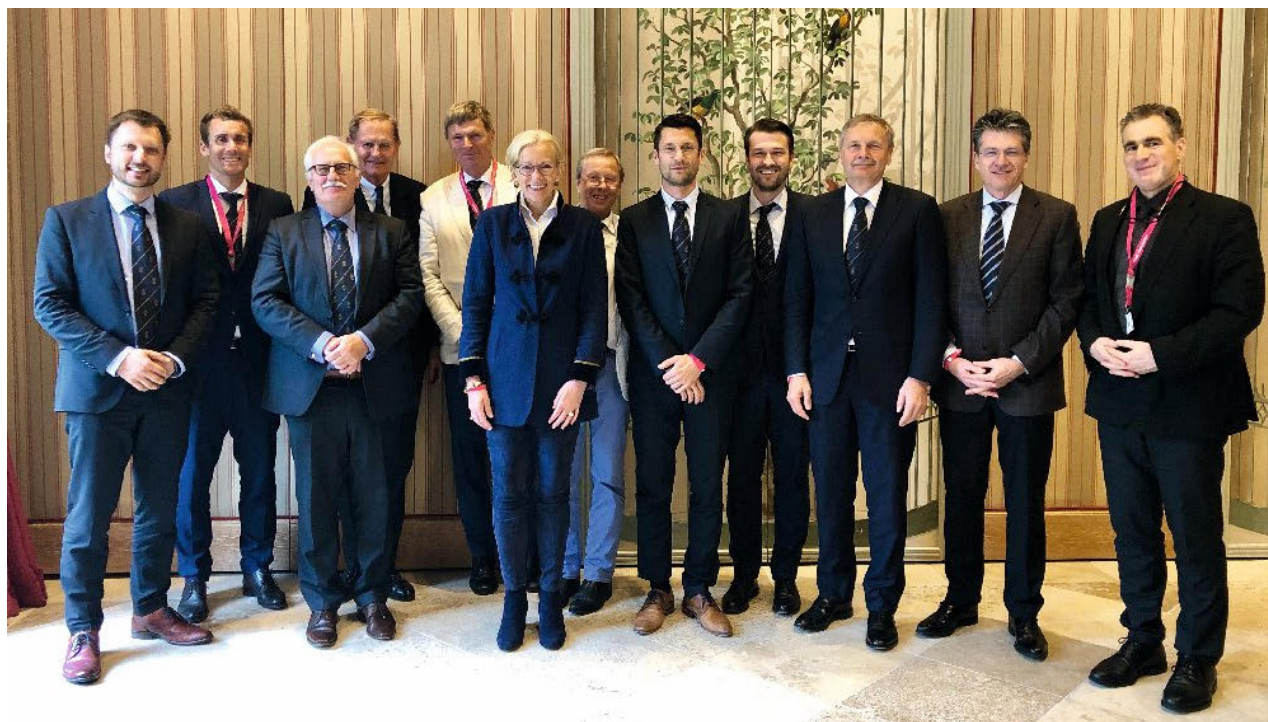


Foto: Stefan Eckardt

ASG-Fellows

fried Winkelmann, Niki Böhler und Rudolf Johner 1984 den allmählich wachsenden **Freundeskreis der ASG-Fellows**, es finden anlässlich der großen Kongresse hier und in den USA Alumni-Treffen statt und der Freundeskreis hat einige Ehrenmitglieder benannt, die sich in außerordentlicher Weise um die Fellowships bemüht haben:

Hans Mau, Bob Salter, Dean Mc Ewen, Stuart Weinstein, Hanns Hofer, Adam Schreiber, Dietrich Tönnis, Erwin Morscher, Jochen Eulert, Hans-Werner Springorum, Reinhard Graf, Ulli Dorn, Mike Yaszemski, Niki Böhler, Rüdiger Krauspe und Werner Siebert.

Die im Frühsommer des letzten Jahres gereiste Gruppe Boris Holzappel (Würzburg), Georgi Wassilew (Greifswald), Karlsmeinrad Giesinger

(St. Gallen) und Martin Thaler (Innsbruck) beschreibt ihre Eindrücke frei nach den Worten der US-amerikanischen Schriftstellerin Maya Angelou: **„People will forget what you said, forget what you did, but people will never forget how you made them feel“**.

Der Sinn des Fellowships liegt also nicht nur in der Auszeichnung und Anerkennung des beruflichen Engagements durch die Fachgesellschaft, sondern vielmehr in der Gewährung von Einblicken in die Orthopädische Chirurgie anderer Nationen, dem fachlichen Austausch mit Kollegen, Erfahrung der Gastfreundschaft in den bereisten Ländern und Etablierung von Freundschaften über die Ländergrenzen hinaus.

Der Dank aller Fellows gebührt unseren Fachgesellschaften, weil sie

auch weiterhin den jüngeren, hoffnungsvollen Kollegen diese Erfahrungen ermöglichen.

In der Hoffnung, dass sich die Situation auf unserer Welt wieder so weit beruhigt, dass im nächsten Jahr eine Reise der Angloamerikanischen Fellows und natürlich auch der Kongress der Süddeutschen Orthopäden und Unfallchirurgen stattfinden können!

---

**Korrespondenzadresse**  
**Prof. Dr. med. Anke Eckardt**  
**Sekretär des Freundeskreises**  
**der ASG-Fellows**  
**Klinik Birshof**  
**Reinacherstrasse 28**  
**CH 4142 Münchenstein**  
**Schweiz**  
**info@asg-fellows.de**

Maximilian Rudert, Andrea Meurer

# Endoprothetik „From bad to worse“

## Eine Sitzungsplanung für Baden-Baden 2020

**From bad to worse** beschreibt einen Vorgang, der in der Endoprothetik ebenso wie in der gesamten Chirurgie und wahrscheinlich sogar in der gesamten Medizin immer wieder vorkommt. Man fragt sich im Nachhinein „Wie konnte das nur passieren?“ oder „Hätten wir doch nur eine andere Entscheidung getroffen“. Manchmal wäre die Entscheidung abzuwarten, ebenfalls eine Alternative.

Nehmen wir einmal an, es kommt ein Patient mit einer gelockerten Endoprothese in ein kleineres Krankenhaus mit Orthopädisch-Unfallchirurgischer Expertise und einem guten Operateur. Dort wird die Diagnose der Lockerung gestellt und die Empfehlung gegeben, eine Wechseloperation durchführen zu lassen. Soweit so gut. Es handelt sich natürlich nicht um den jüngsten Patienten, die vorher gut sitzende Prothese ist ja schon nach 18 Jahren gelockert (90 % survival rate primärer Hüft TEPs über 15 Jahre [5]). Also könnte es sich hier um einen 75-jährigen Mann mit üblichen Nebenerkrankungen wie KHK und einer leichten diabetogenen Mikroangiopathie mit Dysästhesien an den Füßen handeln. Per se nichts Schlimmes. Die Operation verläuft gut, die Prothese wurde gewechselt, die Operationszeit war aufgrund der geringeren Erfahrung des Operateurs mit Prothesenwechseln ein bisschen länger als sie sein sollte, die Pfanne hat nun ein bisschen mehr Anteversion als sie haben sollte, der Schaft ein bisschen mehr Retroversion...

Es kommt, wie es kommen kann. Der Patient ist postoperativ ein bisschen durchgängig und die Hüfte luxiert in Außenrotation. Die Luxation ist mit 17–52 % eine der häufigsten Revisionsgründe [1, 2]. Sie luxiert ein 2. Mal und daher wird die Entscheidung gefällt: es muss wieder revidiert werden. Ein Inlaywechsel mit ventraler Überhöhung und eine Kopf-Konus-Verlängerung werden einge-

bracht. Primär ist die Situation stabil. Der Patient wird entlassen und geht nach der Rehabilitationsbehandlung nach Hause. Dort luxiert er im tiefen Sitzen. Die Verwandten schalten sich ein und schicken den Patienten nun in ein anderes Haus, wo schon der Nachbar operiert wurde, und der läuft ohne Probleme ...

So könnte der Anfang einer Patientenhistorie ausgesehen haben, die Rudi Ascherl aus Tirschenreuth in seinem geplanten Vortrag „Luxation bei Hüft-TEP und kein Ende in Sicht“ vorgestellt haben könnte. Die Revisionszahlen steigen mit der Zahl der primären Versorgung an. Eine aktuelle Hochrechnung aus den USA beschreibt eine Zunahme der Hüft-TEP Revisionen bis 2030 von +70 % und eine Zunahme der KTP-Revisionen sogar von +182 % [4]

Natürlich ist das nur eine polemische Beschreibung einer Revisionsgeschichte gewesen. Aber, wie jeder weiß, es kann noch schlimmer kommen. Häufen sich die Revisionseingriffe, ist eine Infektion nicht immer vermeidbar. Das Infektionsrisiko einer aseptischen Hüft-TEP-Revision wird mit bis zu 29 % beschrieben [3]. So schnell kann es zur septischen Revision werden. Und wir alle kennen die damit einhergehende Problematik. Wird sie nicht frühzeitig entdeckt, drohen weitere Revisionen mit Wechseloperationen der Implantate, gefolgt von zunehmendem Knochenverlust. Knochenverlust führt zu immer größeren Prothesen.

Am Kniegelenk führen größere Knochendefekte in der Regel auch zum Verlust der Stabilität und machen dadurch bisweilen den Umstieg auf Megaprothesen notwendig. Das hätte der Beitrag von Maximilian Rudert aus Würzburg mit dem Titel „From hinge to mega – the really bad knee“ beleuchtet. Größere Prothesen erhöhen wieder das Infektionsrisiko: und was kommt danach? Der Vortrag über die Infizierte Megaprothese – die Megakatastrophe von Tanja Kostuj aus Lemgo hätte darüber Auskunft gegeben. Ein definitiv desaströses Problem, bei dem oft nur noch die Amputation der Extremität übrig bleibt.

Aber schon im Rahmen der Primärendoprothetik gibt es Situationen, die relativ regelmäßig zu schwierigen Situationen führen können. Ein gern unterschätztes Thema ist die hohe Hüftluxation des Erwachsenen, die wir durch eine Zunahme der Migration wieder häufiger beobachten. Sie muss nicht oft operiert werden, aber wenn: „Die hohe Hüftluxation geht mir auf die Nerven“ von Stefan Budde aus Hannover hätte dazu etwas sagen können. Ebenfalls ein wiederkehrendes Problem ist anscheinend die Endoprothetik des oberen Sprunggelenkes beim Rheumatiker. Mit Stefan Rehart aus Frankfurt wäre die Runde „From bad to worse“ der klinischen Fälle komplett gewesen. Wir bedauern die Stornierung der Veranstaltung im Allgemeinen wie auch im Speziellen. Aber es wird wie-

der eine Zeit geben, in der wir diese spannenden Themen neu beleuchten können. Bis dahin!

#### Literatur

1. Gwam CU, Mistry JB, Mohamed NS, Thomas M, Bigart KC, Mont MA, Delanois RE: Current Epidemiology of Revision Total Hip Arthroplasty in the United States: National Inpatient Sample 2009 to 2013. The Journal of arthroplasty 2017, 32(7):2088–2092
2. Goldman AH, Sierra RJ, Trousdale RT, Lewallen DG, Berry DJ, Abdel MP: The Lawrence D. Dorr Surgical Techniques & Technologies Award: Why Are Contemporary Revision Total Hip Arthroplasties Failing? An Analysis of 2500 Cases. The Journal of arthroplasty 2019, 34(7S):S11-S16
3. Khatod M, Cafri G, Inacio MC, Schepps AL, Paxton EW, Bini SA: Revision total hip arthroplasty: factors associated with re-revision surgery. The Journal of bone and joint surgery American volume 2015, 97(5):359–366
4. Schwartz AM, Farley KX, Guild GN, Bradbury TL, Jr.: Projections and Epidemiology of Revision Hip and Knee Arthroplasty in the United States to 2030. The Journal of arthroplasty 2020
5. Springer BD, Fehring TK, Griffin WL, Odum SM, Masonis JL: Why revision total hip arthroplasty fails. Clinical orthopaedics and related research 2009, 467(1):166–173

---

#### Korrespondenzadressen

Prof. Dr. med. Maximilian Rudert  
 Orthopädische Klinik  
 König-Ludwig-Haus  
 Brettreichstraße 11  
 97074 Würzburg  
[m-rudert.klh@uni-wuerzburg.de](mailto:m-rudert.klh@uni-wuerzburg.de)

Christina Valle, Hermann Mayr, Marcus Schmitt-Sody

# Return to play

## Rehabilitation nach Sportverletzung

Sportverletzungen und deren Therapie stoßen gerade aufgrund des Freizeitverhaltens unserer Gesellschaft auf immer mehr Interesse. Auch der Anspruch älterer Menschen an ihre Sportfähigkeit nimmt mit der stetig steigenden Lebenserwartung zu. Nach der operativen oder konservativen Akutversorgung stellt sich bei Patienten, Operateuren und Nachbehandlern stets die Frage der optimalen rehabilitativen Versorgung, der Wiedererlangung der Sportfähigkeit und ggf. der Wettkampffähigkeit [1]. Hierbei kann ein etablierter Standard eine Hilfestellung sein und die Abläufe erleichtern. Die Erstellung einheitlicher Nachbehandlungsalgorithmen und gleichzeitig die Beachtung der Individualität der Patienten stellen Operateure und Nachbehandler gleichermaßen vor eine große Herausforderung. Ein interdisziplinäres, funktionsabhängiges, heilungsphasenabhängiges, individuelles Behandlungskonzept, das auch den bio-psycho-sozialen Hintergrund des Sportlers beach-

tet, entspräche dabei dem Idealbild einer optimalen Rehabilitation.

Die klassische Form der Rehabilitation mit Unterscheidung in strikte Rehabilitationsphasen wie Akutphase, frühe/späte Rekonvaleszenz und sportspezifisches Training/Return to sports wird zunehmend ersetzt oder ergänzt durch funktionsorientierte Rehabilitationsphasen, die klare funktionsorientierte Ziele und Zwischenziele festlegen und erst bei Erreichen dieser Zielsetzung einen Übergang in die nächste Rehabilitationsstufe erlauben. Das Erreichen der jeweiligen Ziele sollte durch möglichst evidenzbasierte Verlaufstests sichergestellt werden. Die Festlegung der verschiedenen, von Verletzung und Operationsverfahren abhängigen korrekten Übungen und Tests sind nach wie vor aufgrund häufig mangelhafter oder fehlender Datenlage ein stark diskutiertes Thema. Zudem sollten neben der Funktion der verletzten Region, z.B. des operierten Kniegelenkes, auch stets die korrekte

Funktion der indirekten Regionen, z.B. Beinachse oder Rumpfstabilität, in die Zielsetzung und Verlaufstests mitaufgenommen werden. Natürlich müssen neben aller Begeisterung für funktionsorientierte Kriterien die physiologischen Heilungsphasen, z.B. nach Bandplastiken, dringend Beachtung in der Rehabilitationsplanung finden [2] (Abb. 1).

Die Komplexität der Nachbehandlung nimmt also kontinuierlich zu und verlangt neben einer stetigen Aktualisierung durch Daten auch einen konsequenten und professionellen Austausch zwischen den beteiligten Berufsgruppen und ggf. Patient, Trainer und Verein.

Problematisch beim Rückkehr in den Sport ist die Unterscheidung zwischen trainingsbereit, Sport- und Wettkampffähigkeit, sowie die individuelle Abhängigkeit von Leistungsniveau, Verletzung, Operationsverfahren und Sportart [3]. Dies macht eine umfangreiche Standardisierung nahezu unmöglich und verlangt eine

	Ziele	Mindestanforderungen
<b>Frühphase</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Schutz des heilenden Gewebes</li> <li>• Steigerung der Gelenkbeweglichkeit (nach Vorgabe)</li> <li>• Bewegungsschulung</li> <li>• Verhinderung des Muskelabbaus</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Erreichen einer Bewegungsfähigkeit von mindestens 75 % der normalen Beweglichkeit</li> <li>• Erreichen weitgehender Schmerzfreiheit</li> </ul>
<b>Spätphase</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Muskeltraining</li> <li>• Kardiovaskuläres Ausdauertraining</li> <li>• Verbesserung der neuromuskulären Kontrolle und der Propriozeption</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Symmetrische passive und aktive Gelenkbeweglichkeit</li> <li>• Normales Bewegungsmuster</li> <li>• Minimierter Reizzustand</li> <li>• Weitgehend stabilisierter Rumpf und Schultergürtel</li> </ul>
<b>Sportspezifisches Training</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fortgeschrittenes Geräte- und Krafttraining</li> <li>• Training der Feinmotorik</li> <li>• Sportspezifische Übungen</li> <li>• plyometrische Übungen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Symmetrische bilaterale Gelenkfunktion</li> <li>• Vollständige Stabilität des Rumpfs und Schultergürtels</li> <li>• Sichere Ausführung einfacher sportspezifischer Bewegungsabläufe</li> <li>• Erreichung von 90 % der Kraft der Gegenseite</li> </ul>
<b>Return-to-sport Training</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rückkehr zum sportspezifischen Training</li> <li>• Langsame Steigerung der Trainingsintensität</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Erfolgreiches Durchlaufen der sportspezifischen Tests</li> </ul>

**Tabelle 1** Möglicher Algorithmus Rehabilitation nach Sportverletzungen



**Abbildung 1** Inhalte moderner Rehabilitation nach Sportverletzungen

sehr individuelle Planung mit erfahrenen Therapeuten. Etablierte Return-to-activity- und Return-to-sport-Algorithmen können die Planung jedoch erleichtern und unterstützen sowie dem Sportler und ggf. Trainer und Verein den Ablauf erläutern [4, 5] (Tab.1). Insbesondere für die Compliance der oft ehrgeizigen Freizeit- und Profisportler ist eine klare Kommunikation des Trainingsablaufes dringend notwendig.

Neben der sicheren Rückkehr in den Sport und ggf. Wettkampffähigkeit ist ein weiteres großes Ziel einer erfolgreichen Rehabilitation auch die Verhinderung einer erneuten Verletzung im Sinne der Sekundärprävention [3]. Auch hier etablieren sich zunehmend verschiedene Präventionsprogramme wie z.B. StopX (<http://www.stopx.de>) oder Fifa11+, die anhand möglichst evidenzbasierter Kriterien, die Planung des Trainings für Sportler und Betreuer erleichtern und somit das Risiko einer erneuten Verletzung minimieren sollen. Beim Return-to-sport sollten immer die Anforderungen im Sport und individuelle Möglichkeiten des Sportlers in Einklang gebracht und geschlechtsspezifische Unterschiede berücksichtigt werden [3]. Nach Verletzungen sind die Heilung, neuromuskuläre Funktionen und die Psyche ein wesentlicher Bestandteil der Sekundärprävention.

#### Literatur

1. Schmitt-Sody M, Valle C. Rehabilitation after sports injuries. Current concepts and data. Unfallchirurg. 2015 Feb; 118(2):122–9
2. R. Siebold et al. (eds.), Anterior Cruciate Ligament Reconstruction, DOI 10.1007/978-3-642-45349-6\_42, © ESKA 2014
3. Hermann O. Mayr, Stefano Zaffagnini. Prevention of Injuries and Overuse in Sports: Directory for Physicians, Physiotherapists, Sport Scientists and Coaches, Springer Heidelberg New York Dordrecht London (2016)
4. Keller et al. Function – Based Assessment of Physical Capacity after Spinal Injuries – Decision Making Guidance for Return to Daily Activities. manueltherapie 2018; 22: 233–240
5. Keller M, Kurz E, Schmidlein O, Welsch G, Anders C. Interdisciplinary Assessment Criteria for Rehabilitation after Injuries of the Lower Extremity: A Function-Based Return to Activity Algorithm. Sportverletz Sportschaden. 2016 Mar; 30(1):38–49

#### Korrespondenzadresse

Prof. Dr. med. Marcus Schmitt-Sody  
 Medical Park Chiemsee  
 Birkenallee 41  
 83233 Bernau-Felden  
[m.schmitt-sody@medicalpark.de](mailto:m.schmitt-sody@medicalpark.de)

Peter P. Schmittenebecher, Ingo Marzi

# Prävention und Management von Komplikationen nach Frakturen im Kindesalter

Ziel der Frakturbehandlung im Kindesalter ist die Wiederherstellung der Extremitätenachsen und der Gelenkfunktionen durch Reposition und Retention unter Einbeziehung des spontanen Remodellings durch die Korrekturoptionen der offenen Wachstumsfugen. Somit ergeben sich Komplikationen in der Akutbehandlung vor allem aus unzureichender Reposition, unzureichender Fixation, Fehlern in der Osteosynthesetechnik und Fehleinschätzung der Spontankorrektur. So muss die **suprakondyläre Humerusfraktur Typ III und IV** reponiert und fixiert werden. Die meisten Probleme (residuelle Extension, Varus-/Valgusverkipfung und Rotation, instabile K-Draht-Fixation) sind durch die intraoperative Durchleuchtung erkennbar und korrigierbar, sofern diese Dokumentation aktiv die „schlechteste“ Ebene sucht. Als intraoperative Alternative steht heute der Fixateur externe zur Verfügung, der bei Repositions- wie Retentionsproblemen sehr viel einfacher zum Erfolg führt als die offene Reposition. Bei artikulären Frakturen wie dem **Abriss des Kondylus radialis humeri** ist auch beim Kleinkind die korrekte Wiederherstellung der Gelenkfläche elementar. Je stabiler die Fixation, umso geringer die Fugenstimulation und das Risiko einer Varisierung. Ist der metaphysäre Teil dieser Salter-Harris IV-Fraktur wie meist groß genug, ist die Zugschraubenosteosynthese Methode der ersten Wahl. Wird eine Instabilität übersehen, droht eine Pseudarthrose. **Instabile Unterarmschaftfrakturen**, die bei Achsenfehlstellungen von 15° bereits zu Einschränkungen

der Pronation und Supination führen, werden heute primär mittels elastisch-stabiler intramedullärer Nagelung (ESIN) versorgt. Probleme sind ggf. zu lang belassene Nagelenden, die die Weichteile irritieren. Wird aber zunächst ein konservatives Vorgehen angestrebt, muss die Reposition absolut achsengerecht sein und darf sich bei der Oberarmgips-Anlage nicht verändern, sonst ist direkt der Umstieg auf eine ESIN indiziert. Bei der ESIN-Versorgung einer instabilen Unterschenkelfraktur ist auf einen symmetrischen Nagelverlauf zu achten. Häufig wird der laterale Nagel zu weit mittig eingebracht und läuft ohne inneren Kortikaliskontakt gerade und passiv in der Tibiaachse nach distal, während der gut von medial platzierte und damit wie ein C verspannte zweite Nagel den Unterschenkel in eine Varusposition zwingt. Das sollte intraoperativ erkannt und durch ein neues, mehr laterales Bohrloch und eine Neuplatzierung des Nagels korrigiert werden.

Alle vollständigen, also den Knochen ganz durchtrennenden, initial wenig oder undislozierten und die reponierten, **konservativ behandelten Frakturen müssen nach einer Woche radiologisch** mit der Frage der Stellung oder sekundären Dislokation kontrolliert werden. Ist die Stellung jetzt unverändert, erfolgt die nächste Kontrolle dann **nach ca. 4 Wochen Gips-frei** mit der Frage der Konsolidierung und Bewegungsfrei-gabe. Wer eine weitere Stellungskontrolle nach 2 Wochen für erforderlich hält, traut der Stabilität der Versorgung so wenig, dass er sich eher die Frage nach der sekundären

Osteosynthese stellen sollte. Die **Kondylus radialis-Fraktur** wird – als Ausnahme – bei konservativem Vorgehen bereits nach **4–5 Tagen Gips-frei** (wegen der besseren Sichtbarkeit der Einzelheiten) kontrolliert, da eine jetzt schon mit großer Sicherheit erkennbare Fragmentmobilität eine operative Konsequenz nach sich zieht, um der drohenden Pseudarthrose vorzubeugen. **Nach Osteosynthese** ist die erste radiologische Kontrolle zum Zeitpunkt der erwarteten Konsolidierung **nach 4–6 Wochen** anzusetzen. Die Konsequenz ist bei K-Draht-Osteosynthesen die Planung der zeitnahen Metallentfernung, bei bewegungsstabilen Osteosynthesen die Freigabe zur Belastung. Klinisch kann jetzt ergänzend der Kallus auf Druckschmerz-Freiheit überprüft und damit die Freigabe untermauert werden. Die **Funktion** ist bei Gipsruhigstellung jetzt noch nicht, **bei bewegungsstabiler Versorgung** aber sehr wohl zu prüfen. So zeigen mittels ESIN versorgte Unterarmfrakturen, wenn sie nicht ruhiggestellt wurden (was grundsätzlich entbehrlich ist), nach 4 Wochen bereits eine bis auf eine geringe temporäre Pro-/Supinationshemmung einwandfreie Bewegung. Alle Ellenbogen-nahen Brüche werden dagegen (bei den K-Drähten nach der Metallentfernung) jetzt einer freien, selbst bestimmten Mobilisationsphase überlassen und nach weiteren 3–4 Wochen kontrolliert. **Um die 8. Woche** nach der Fraktur lässt sich fast immer ein **Funktionsstatus** erheben. Oft stellt sich jetzt die Frage nach der Krankengymnastik, die nur bei relevanten Einschränkungen indiziert ist.



Wichtig zu wissen ist, dass nach suprakondylären Humerusfrakturen und Kondylus humeri-Frakturen bis zu 1 Jahr post trauma Funktionsverbesserungen festgestellt werden können. **Röntgenaufnahmen** sind im weiteren Verlauf nur noch vor den noch ausstehenden **Metallentfernungen**, danach nur bei Funktionsstörungen mit vermeintlich knöcherner Ursache oder bei klinischem Verdacht auf Wachstumsstörungen indiziert, **klinische Kontrollen** erfolgen **bis zur Funktionsfreiheit** oder zum Wachstumsabschluss.

Korrekturen an der oberen Extremität erfolgen ganz überwiegend am distalen Humerus, am Unterarm-schaft oder am distalen Radius. Nach **suprakondylären oder kondylären Frakturen** auftretende Varus- oder Valgusfehlstellungen haben zunächst und sehr lange einen überwiegend kosmetischen Aspekt, bevor es gelegentlich zu einer Ulnaris-Irritation kommt, während suprakondyläre Extensionsfehlstellungen zu einem Flexionsdefizit führen. Aufgrund der geringen Wachstumpotenz hilft das hier noch zu oft empfohlene Abwarten bis zum Wachstumsende nichts. Wenn eine nachvollziehbare physische oder psychische Beeinträchtigung des Kindes (nicht der Eltern) vorliegt, kann die Korrektur jederzeit erfolgen. Die **suprakondyläre auf- oder zuklappende oder Dom-Osteotomie** kann mittels K-Drähten (benötigt Gipsruhigstellung) oder dem lateralen Fixateur (bewegungsstabil) fixiert werden, bei Jugendlichen steht auch die Plattenosteosynthese zur Debatte. Die Pseudarthrose des Kondylus radialis dagegen bedarf zunächst der Fixation des Fragmentes in situ, da eine anatomische Korrektur unter Wiederherstellung der Gelenkfläche meist nicht mehr praktikabel ist. Wenn damit aber ein erheblicher Cubitus hyper-valgus fixiert wird, ist ggf. die zusätzliche suprakondyläre Osteotomie notwendig und sinnvoll. Am **Unterarm-schaft** ist das Augenmerk vor allem auf konservativ behandelte und in Fehlstellung konsolidierte Frakturen zu richten. Auch hier gilt: das Wachstum wird nichts ändern! Steht also die im Gips behandelte Unterarm-schaftfraktur bei Gipsabnahme

nach 4 Wochen so fehl in der Achse, dass nach aller Erfahrung im Verlauf eine funktionell relevante Einschränkung der Umwendbewegungen resultieren wird, soll die **Korrektur mittels ESIN zeitnah** erfolgen. Jetzt ist sie oft noch geschlossen möglich, das weitere Abwarten erhöht nur den Aufwand, die über Jahre in der Fehlp-osition verheilte Membrana interossea kann dann zum Teil bei radiologisch gut korrigierter Stellung die Funktionsverbesserung limitieren. Am **distalen Radius** haben wir eine hochaktive und sehr potente Wachstumsfuge, sodass die in aller Regel metaphysären Fehlheilungen oft spontan korrigiert werden. Hier ist zunächst Geduld indiziert. Ein partieller oder vollständiger vorzeitiger Fugenschluss führt dagegen zu einem radialen Wachstumsrückstand mit oder ohne zusätzlicher Veränderung der frontalen oder sagittalen Inklination der Gelenkfläche. Dies betrifft kaum junge, sondern überwiegend präpubertäre Kinder, sodass alle Korrekturen in diesem Bereich nach dem 10. Lebensjahr erfolgen. Bei der schmalen knöchernen Fugenbrücke kann die **Brückenresektion** versucht werden. In allen anderen Fällen entscheidet das Ausmaß des Längenverlustes über die Möglichkeit der **vollständigen Sofortkorrektur** mittels Osteotomie, mehrdimensionaler Achsenkorrektur, Längenausgleich und volarer **Plattenosteosynthese**. Bei grenzwertig großem resultierendem Osteotomiespalt kann ein Beckenkammspan eingebracht werden. Alternativ stehen verschiedene Fixateursysteme zur Kallusdistraction in Kombination mit der Achsenkorrektur zur Verfügung.

An der unteren Extremität stehen **Beinlängendifferenzen** im Vordergrund, jedoch kommen sowohl am distalen Femur als auch an der proximalen und distalen Tibia asymmetrische Wachstumsstörungen mit Varus- oder Valgus-Abweichungen vor. Unterhalb einer posttraumatischen Beinlängendifferenz von 2 cm, unabhängig, ob femoral oder tibial, ist der Ausgleich durch **Sohlenerhöhung** sinnvoll. Nach Femurschaftfrakturen ist in der Regel das gebrochene Bein durch eine Fugenstimulation länger. Hier kann es im weiteren

Verlauf zu einer Normalisierung kommen. Selten verbleibt die Differenz oder nimmt zu, sodass über **eine temporäre Fugenhemmung mittels medialer und lateraler Epiphysiodese** diskutiert werden kann. Nur selten und nach komplexen Frakturen sind die Folgeerscheinungen so ausgeprägt und dann meist mit einer Verkürzung der betroffenen Seite verbunden, dass eine **Längenkorrektur über eine Kallusdistraction** (je nach Alter mit Ringfixateur oder Verlängerungsnagel) indiziert ist. Wenn es metaphysär am distalen Femur, der proximalen oder der distalen Tibia zu **asymmetrischen Wachstumsstörungen** kommt, ist die **monolaterale Epiphysiodese (8-plate, Schraube)** ebenfalls die Methode der ersten Wahl. Der durch Blockade der komplementären Fugenhälfte erreichte Achsenausgleich führt allerdings in einem Teil der Fälle zur Verkürzung, sodass in der Folge der Fokus auf der Beinlänge sein muss. Alternativ kann bei den **Jugendlichen** mit prämaturnen Fugen die Achsen- und Längen-korrigierende aufklappende **Osteotomie mit Plattenosteosynthese** durchgeführt werden. In allen Altersgruppen steht auch für dieses Problem z.B. der Ringfixateur zur Verfügung.

Eine **verzögerte Knochenbruchheilung** wird im Kindealter an der oberen Extremität selten nach offenen Frakturen oder offenen Repositionen beobachtet. Am Unterarm sehen wir vereinzelt Heilungsverzögerungen in **Ulnaschaft-Mitte** bei älteren Kindern und Jugendlichen. Meist kommt es, Beschwerdefreiheit vorausgesetzt, unter geduldigem **Abwarten** und liegender ESIN zur Durchbauung bis zu 1 Jahr nach dem Trauma. Selten muss lokal revidiert oder eine andere Osteosynthese vorgenommen werden. Am **Unterschenkel** dagegen kann die Heilung verzögert sein, wenn eine isolierte Tibiafraktur intramedullär versorgt wurde und die **unverletzte Fibula sperrt** oder wenn beim Adoleszenten die **Stabilität der ESIN nicht mehr ausreicht**. Hier wäre retrospektiv meist der Fixateur externe die bessere Wahl gewesen. Während im 1. Fall die Metallentfernung oder die Fibulaosteotomie helfen kann, ist im

2. Fall eher der Systemwechsel zur Platte oder zum Marknagel indiziert. Pathologische Frakturen z.B. aufgrund einer chronischen Osteomyelitis sollen hier außen vor gelassen werden.

Die meisten Komplikationen nach Frakturen im Kindesalter sind intraoperativ zu erkennen und zu verhindern. Basis ist neben operativer Erfahrung und guter Osteosynthesetechnik

eine adäquate individuelle Wachstumsprognose, die zu einer vernünftigen Einbeziehung der Spontankorrektur führt, aber keine Überforderung der Mechanismen darstellt. Korrekturen orientieren sich ebenfalls an der lokalen Wachstumspotenz, weshalb das Wissen um die Phänomene des Remodellings im kindertraumatologischen Komplikationsmanagement von größter Bedeutung ist.

#### Korrespondenzadresse

Prof. Dr. med.  
Peter P. Schmittbecher  
Direktor der Kinderchirurgischen Klinik  
Städtisches Klinikum Karlsruhe gGmbH  
Moltkestraße 90  
76133 Karlsruhe  
peter.schmittbecher  
@klinikum-karlsruhe.de

## JETZT MITGLIED DER VSOU WERDEN\*!

### NUTZEN SIE IHRE VORTEILE:

- Kostenlos die OUP lesen
- Erheblich vergünstigte Teilnahmegebühren beim Besuch des jährlichen Kongresses
- Kostenloser Zugang zum Online-Zeitschriftenarchiv auf [www.online-oup.de](http://www.online-oup.de)
- Teilnahme an der Mitgliederversammlung



\*UND  
KOSTENLOS  
DIE OUP  
LESEN

Ja, ich interessiere mich für eine VSOU-Mitgliedschaft und bitte um weitere Information. Ich bin damit einverstanden, dass die Deutscher Ärzteverlag GmbH meine hier angegebenen personenbezogenen Daten und meine E-Mail-Adresse zum Zwecke der Anbahnung der Mitgliedschaft an die VSOU weitergibt.

Ja, ich möchte die OUP kennenlernen. Bitte senden Sie mir kostenlos und unverbindlich ein Probeheft. Mir ist bekannt, dass meine angegebenen personenbezogenen Daten nur zum Zwecke der Versendung des Probeheftes verwendet werden; eine Weitergabe an Dritte findet nicht statt.

Praxis

PLZ/Ort

Titel/Name/Vorname

E-Mail

Straße/Hausnr.

Datum, Unterschrift

Praxisstempel/Anschrift an

Telefax an +49 2234 7011-6314

Jetzt Mitglied werden unter [www.vsou.de](http://www.vsou.de)



Hartmut Bork

# Aktuelle Aspekte zu Zugang und Therapie in der Rehabilitation

## Vernetzung und Zugang zur Rehabilitation

Die Einführung von diagnosebezogenen Fallgruppen mit zunehmend verkürzten Liegezeiten hat Akutmedizin und Rehabilitation nach orthopädisch-unfallchirurgischen Eingriffen am Haltungs- und Bewegungsapparat in den letzten Jahren enger zusammengeführt, aber auch in den nachbehandelnden Rehabilitationseinrichtungen den ärztlichen, pflegerischen und therapeutischen Behandlungsaufwand je nach versorgtem Patientenkontinuum erhöht. Zwar versucht man mit Fast Track Konzepten gerade beim künstlichen Gelenkersatz einerseits durch Aufklärung, ein optimiertes Patient blood management, Anwendung muskelschonender Operationstechniken, einer die Frühmobilisierung ermöglichenden Schmerztherapie und den Verzicht auf Wunddrainagen den Behandlungspfad weiterhin zu optimieren und zu verkürzen, jedoch gelingt dies bei Patienten mit multiplen Komorbiditäten und einer dadurch herabgesetzten kardiopulmonalen Einschränkung der körperlichen Belastbarkeit, bei Polytraumatisierten und Patienten nach septischen Operationen und Amputationen oftmals nur unzureichend. Vielfach benötigen diese Patienten weiterhin ein erhöhtes Maß an ärztlicher Aufmerksamkeit und Kontrolle mit einer engmaschigen schmerztherapeutischen mitunter auch psychologischen Begleitung, der Beobachtung postoperativ pathologisch veränderter Laborparameter und kardiopulmonaler Auffälligkeiten. Dies gilt auch für betagte Patienten. Nicht jeder alte Patient ist geriatrisch. Dennoch ist bei betagten Patienten häufig mit einem erhöhten Betreuungsaufwand und einem längeren Rehabilitationsverlauf zu rechnen. Oft besteht ein erheblicher Pflege- und individueller Therapiebedarf, da die Fähigkeit an Gruppentherapien teil-

zunehmen bei diesem Patientenkontinuum wenige Tage postoperativ begrenzt ist. Im Rahmen nosokomial erworbener Infektionen müssen Patienten mitunter auch isoliert werden, was den organisatorischen und materialtechnischen Rehabilitationsaufwand zusätzlich erhöht.

So stieg in den letzten Jahren der Anteil derjenigen, die die Kriterien der Reha-Fähigkeit mit weitgehender Selbständigkeit für eine Anschlussheilbehandlung bei Entlassung aus dem Krankenhaus noch nicht erfüllen, sodass der Anteil der Direktverlegungen bei diesen Patientengruppen kontinuierlich abnahm, während im gleichen Zeitraum die Zeit zwischen dem Akutaufenthalt und dem Beginn der Rehabilitation zunahm. Auch Daten von Polytrauma-Patienten aus den Jahresberichten des Trauma-Registers in Deutschland zeigen eine solche Tendenz.

Obwohl eine nahtlose Rehabilitation Grundlage für die zeitnahe Reintegration in den Alltag und das berufliche Leben ist und eine qualifizierte Nachbehandlung ein wesentlicher Bestandteil für ein gutes OP-Ergebnis darstellt, werden derzeit immer wieder sowohl jüngere als auch ältere Patienten in die Kurzzeitpflege oder nach Hause entlassen, wo eine adäquate rehabilitative Versorgung nicht gewährleistet ist. Hierdurch resultieren für die Betroffenen erhebliche Belastungen. In Kurzzeit-Pflegeeinrichtungen fehlt neben der meist nötigen fachärztlichen Betreuung die Möglichkeit, eine auf die Erkrankung/Verletzung ausgerichtete Therapie zu erhalten, sodass sich die körperliche Leistungsfähigkeit mitunter verschlechtert und darüber hinaus aufgrund der längeren Wartezeit bis zur Rehabilitation auch psychische Belastungen bei Betroffenen auftreten. Eine frühzeitige, auf das individuelle Leistungsvermögen angepasste Rehabilitation wäre aber sinnvoll, wenn

langfristige Beeinträchtigungen der Aktivität und der Teilhabe drohen, damit funktionelle Defizite am Haltungs- und Bewegungsapparat bzw. psychische Folgen möglichst gering bleiben und Patienten zeitnah ihre alte Leistungsfähigkeit wiedererlangen.

So könnten gerade bei noch erwerbstätigen Patienten die Kosten eines Arbeitsausfalls, die mitunter einen deutlichen Anteil an den gesamten Fallkosten ausmachen, reduziert werden. Eine zeitnahe Rehabilitation verringert zudem die Gefahr, dass aus den betroffenen Patienten chronisch Kranke werden. Wichtiges Ziel für dieses Patientenkontinuum ist daher das baldige Schließen dieser Versorgungslücke in der Behandlungsschnittstelle zwischen Krankenhaus und Rehabilitationsklinik, um die Selbstständigkeit des Patienten in den Aktivitäten des täglichen Lebens und die Rehabilitationsfähigkeit für umfassende Übungsbehandlungen im Sinne der AHB entsprechend den DRV-Kriterien frühestmöglich zu erreichen.

Angesichts der besonderen Herausforderungen kann aber nicht jede Rehabilitationsklinik diese Aufgaben erfüllen, da die strukturellen räumlichen und technisch apparativen Voraussetzungen, insbesondere aber die Personalressourcen oft nicht ausreichend sind. Da diese Leistungen nicht zu Preisen eines günstigen 3-Sterne Hotels zu erbringen sind, ist es erforderlich, dass Rehabilitationseinrichtungen, die für diese Patientengruppen ein gestuftes Reha-Konzept mit erhöhtem personellen und technischen Aufwand anbieten, eine angemessene Vergütung erhalten.

## Therapie und Nachbehandlungskonzepte

In den letzten 15 Jahren wurden von Kostenträgern wie der deutschen Rentenversicherung unter Beteiligung rehabilitationswissenschaftlicher Institute für einige operative

Eingriffe wie z.B. der endoprothetischen Versorgung am Hüft- und Kniegelenk. Nachbehandlungsstandards erarbeitet, mit denen die zuvor bestehende Varianz der Rehabilitationspraxis, resultierend in Über-, Unter- oder Fehlversorgungen gemindert und gleichzeitig eine in Umfang und Inhalten qualitätsgesicherte Behandlung erzielt werden sollte. Diese berücksichtigt neben einer medizinischen-funktionellen Wiederherstellung der Leistungsfähigkeit auch Aspekte der sozialen Wiedereingliederung sowie beruflichen (Re-)Integration des Patienten. Insofern haben neben den physio- und bewegungstherapeutischen Anwendungen auch krankheitsspezifische Patientenschulungen, Gesundheitsbildung, psychologische Interventionen und Leistungen zur sozialen und beruflichen Integration im Rahmen der rehabilitativen Nachsorge einen höheren Stellenwert zu. Darüber hinaus wurden vom Arbeitskreis Traumarehabilitation der Sektion Physikalische Therapie und Rehabilitation der DGOU

Nachbehandlungsempfehlungen für zahlreiche Verletzungen und Erkrankungen zusammengestellt, die mittlerweile in der rehabilitativen Praxis ebenfalls zunehmend beachtet werden.

Bei der Auswahl der einzelnen Therapien sind aber grundsätzlich immer operative Besonderheiten hinsichtlich der Belastbarkeit und des Bewegungsumfangs sowie weitere oft durch die Multimorbidität des Patienten vorhandene Einschränkungen zu berücksichtigen. Gerade hinsichtlich der Trainingssteuerung in der Rehabilitation kommt den ärztlichen Vorgaben in den multimodalen Programmen daher eine führende Rolle zu, um in einer engen Kommunikation mit den am Rehabilitationsprozess beteiligten Berufsgruppen die abgestimmten Therapievorgaben und Ziele zu überwachen und die Therapiemethoden individuell anpassen zu können. In den letzten Jahren konnten so einige Studien sowohl für die Rehabilitation bei chronischen Rückenschmerzen als auch nach einem

endoprothetischen Gelenkersatz einen sichtbaren volkswirtschaftlichen Nutzen belegen.

Trotzdem bestehen für die Wirksamkeit einzelner Interventionen sowie die Frage nach den Behandlungsintensitäten hinsichtlich Dauer und Frequenz nach wie vor Forschungsdefizite, zumal sich Studienergebnisse aus dem internationalen Schrifttum aufgrund differenter Begrifflichkeiten oder erheblicher Unterschiede der Gesundheitsversorgungssysteme oftmals nicht ohne Weiteres auf Deutschland übertragen lassen.

---

**Korrespondenzadresse**

**Dr. med. Hartmut Bork**  
**St.-Josef-Stift Sendenhorst**  
**Westtor 7**  
**48324 Sendenhorst**  
**[bork@reha-sendenhorst.de](mailto:bork@reha-sendenhorst.de)**

Dirk Wilhelm, Michael Kranzfelder, Hubertus Feussner, Daniel Ostler

# Ansätze und Anforderungen für den OP-Saal der Zukunft

Der Operationssaal stellt in jeder chirurgischen Disziplin die zentrale Einheit der Patientenversorgung dar, hier erfährt der Patient seine eigentliche Therapie und unabhängig vom durchgeführten Eingriff wird hier der weitere Krankheitsverlauf maßgeblich beeinflusst. Jeder operativ tätige Arzt verbringt einen relevanten Anteil seines Berufslebens im Operationssaal und ist hier zahlreichen Einflüssen und Belastungen unterworfen. Insofern erscheint es logisch, dass der Operationssaal perfekt an die Bedürfnisse des Operateurs angepasst werden sollte. Dem Arzt muss eine Arbeitsumgebung bereitgestellt werden, die eine präzise und erfolgreiche Tätigkeit unterstützt. Aussagen wie „Der Operationssaal ist das Wohnzimmer des Chirurgen“ unterstreichen diesen Anspruch. Objektiv betrachtet, wird dieser Anforderung nur in sehr eingeschränktem Maße Rechnung getragen, etwa durch einen in der Höhe anpassbaren OP Tisch, frei beweglich aufgehängte Monitore oder eine speziell ausgelegte Beleuchtung. Ansonsten prägen vor allem technische, hygienische und ökonomische Aspekte die Architektur des Operationssaals und der Chirurg adaptiert sich an diese, da er gewohnt ist, selbst unter widrigen Umständen Höchstleistungen zu erbringen. Welche Probleme diese Adaptation bringt, erfährt jeder Operateur (und das gesamte Team) am eigenen Körper. Zahlreiche Arbeiten bestätigen die ergonomischen Unzulänglichkeiten im OP-Saal und deren Folgen für die Chirurgen, z.B. Janki et al. [1]. Wie in dieser Arbeit betont, zeigt sich das Problem unabhängig von der Disziplin und Prozedur übergreifend in allen Bereichen. Betrachtet man im Vergleich die Vorgaben für einen Bildschirmarbeitsplatz ([www.arbeitsschutzgesetz.org/bildscharbv/](http://www.arbeitsschutzgesetz.org/bildscharbv/)), wundert man sich über

fehlende Regelungen zum Schutz der Operateure. Trotz der bestehenden hygienischen und prozeduralen Einschränkungen gibt es durchaus Ansätze, die Ergonomie im OP zu verbessern, etwa durch den Einsatz robotischer Systeme [2]. Diese erlauben es dem Operateur, unabhängig vom Eingriff und der Lagerung des Patienten eine optimale Stellung einzunehmen. Robotische Ansätze könnten leicht auf autonom adjustierte Monitore und Lagerungssysteme übertragen werden, um kostengünstig zur Verbesserung der Ergonomie beizutragen. Ergonomie bezieht sich aber auch auf akustische Belastung [3], die eine klare Korrelation zur Komplikationsrate aufweist und interessanterweise auch zur Rate der postoperativen Infektionen [4, 5]. Die Arbeit von Wheelock et al. belegt den Einfluss von akustischen Störfaktoren auf Workload und Performance [6]. Hierbei sieht die Arbeit das Auftreten eines akustischen Belastungsereignisses innerhalb von 10 Minuten bereits kritisch an, eine Situation von der mancher Arzt nur träumen kann. Auch hier kann durch den Einsatz technischer Methoden leicht Abhilfe geschaffen werden, etwa durch intelligente Telefonassistenten, die Dringlichkeit und aktueller Situation im OP filtern. Eigene Arbeiten (eingereicht, unter Review) konnten hierfür bereits eine signifikante Reduktion der Arbeitsplatzbelastung zeigen.

Um derartige Lösungen umsetzen zu können, ist eine entscheidende Veränderung im OP notwendig. Der Operationssaal muss in eine kognitive, kooperative Behandlungseinheit umgewandelt werden. Hierunter versteht man einen Operationssaal, der nicht nur als hygienisch angepasste Räumlichkeit dient, sondern der aktiv die Operation begleitet und situativ ange-

passt assistiert [7, 8]. Was als Vision erscheinen mag, ist in technischer Hinsicht bereits umgesetzt und in manchen Institutionen schon Realität. Das Prinzip ist recht einfach und basiert auf einer Einbindung multipler Sensoren in den OP-Saal. Diese erfassen etwa die Lagerung des Patienten, die Anwendung von elektrischen Geräten (z.B. HF-Generator), welche und wie viele Instrumente am Patienten eingesetzt werden, das Volumen der Spülung und Saugung etc.; hieraus können bereits einfache Größen abgeleitet werden. So kann z.B. die Differenz aus Spül- und Saugvolumen einen Hinweis auf den Blutverlust bieten. Wird nun gleichzeitig eine übermäßige Aktivierung des HF-Generators registriert, kann man hieraus auf eine aktive Blutung schließen usw.. Verbindet man die Sensorinformation mit einem mathematischen Modell des chirurgischen Eingriffs, d.h. einer exakten Beschreibung der Form und Abfolge der operativen Teilschritte, so lassen sich weitere Informationen ableiten. Als Beispiel mag die Verwendung des Einschlaginstrumentariums bei der Endoprothetik genannt werden, welche einen Hinweis auf den aktuell laufenden operativen Teilschritt liefert und z.B. als Signal für das Bestellen des nächsten Patienten genutzt werden kann. Eigene Arbeiten während laparoskopischer Cholezystektomien, die in einem sensorbasierten Workflow-OP durchgeführt wurden, konnten diesen Ansatz bereits belegen [9, 10]. Obwohl die prinzipielle Umsetzung somit gelöst und die erforderlichen Anforderungen definiert sind, müssen noch zahlreiche Probleme gelöst werden, bevor eine ubiquitär einsetzbare kognitive Operationsumgebung Realität wird. Auf chirurgischer Seite betrifft dies vor allem die Beschreibung des chirurgischen Eingriffs und die Erstel-

lung sogenannter chirurgischer Prozess-Modelle [11], die als Basis der Interpretation der Sensordaten dienen. Hierbei hat sich gezeigt, dass unsere z.T. historisch geprägten Operationsabläufe zunächst an die digitalen Anforderungen angepasst werden müssen. Wir haben diesen Ansatz als *Surgineering* bezeichnet und verstehen hierunter eine angepasste und zulässige Abwandlung des chirurgischen Vorgehens, um die Anwendung neuer Technologien zu unterstützen [12]. Auf medizintechnischer Seite verlangt der Ansatz die Einbindung weiterer Sensorik, die eine immer feinere Analyse der Operationsabläufe ermöglicht. Exemplarisch seien hierfür die Analyse von Videodaten genannt (z.B. Laparoskopie, Raumkamera), die über Computer-Vision-Ansätze (KI-basierte Bildanalyse) wertvolle Informationen liefern können [13]; aber auch die umfassende Nutzung von Geräteparametern fällt in diesen Bereich. Letztere war bislang durch die fehlende Interoperabilität der Systeme und der Nutzung unterschiedlicher Kommunikationsstandards erschwert, mit dem neuen HL7 FHIR Standard [14] und den erarbeiteten Ansätzen aus dem OR.-NET Projekt [15] konnten hierfür jedoch bereits wesentliche Voraussetzungen geschaffen werden. Der Abgleich der Sensordaten auf Basis der Prozessmodelle hingegen ist vergleichsweise einfach und kann zukünftig durch Einbindung von KI-Anwendungen noch wesentlich befeuert werden.

Aber wofür ist dieser gesamte Aufwand gut? Sicherlich nicht alleine dafür, dass ein autonomes System erkennt, wenn eine Blutung vorliegt oder wann der nächste Patient bestellt werden kann! Ein derartiges System kann tatsächlich dazu beitragen, dass der Operationssaal in Zukunft dem Chirurgen zuarbeitet. Nicht nur aus ergonomischer Sicht, sondern z.B. auch durch die Implementierung eines intelligenten Telefonassistenten, der Informationen zu einer aktuellen Blutung nutzt, die sich aus Sensordaten ableitet und deren Versorgung die volle Aufmerksamkeit des Chirurgen verlangt, und irrelevante Anrufe im OP komplett blockiert. Anders ausgedrückt steuert das intelligente OP-System die vorhandenen Funktionalitäten (wie Telefon) adaptiv im Bezug

zur aktuellen Situation und dem Verlauf der Operation. Auch die Dokumentation könnte hiervon relevant profitieren. So mutet es unvorstellbar an, dass nach einer 4-stündigen Operation ein vom Operateur (oft erst Tage später) diktierter OP-Bericht über 2 Seiten tatsächlich den Anforderungen einer umfassenden Dokumentation des Eingriffs erfüllt (auch wenn er durch Röntgenaufnahmen oder Signalerfassung des Neuromonitorings komplettiert wird). Die umfassende Speicherung und Analyse der Sensordaten könnte hier eine ganz andere Dimension der Dokumentation erreichen, und das ohne Mehraufwand für den Chirurgen! Hierbei dürfen die erforderlichen Entwicklungen aber nicht aus Angst vor Überwachung verhindert werden, es geht vielmehr um die valide Dokumentation unserer Leistung und deren Qualität.

Dieser kurze Aufsatz bietet nur einen kleinen Einblick in den OP Saal der Zukunft und die Bedeutung, welche aktuelle Technologien für dessen Realisation darstellen. Damit diese Entwicklung tatsächlich in eine Verbesserung der chirurgischen Behandlung mündet, ist es unabdingbar, dass wir uns sowohl der Unzulänglichkeiten der aktuellen Situation bewusst werden als auch der relevanten Anforderungen an unsere Arbeitsumgebung. Weiter sind wir aufgefordert, der Einbindung neuer Technologien im OP gegenüber offen eingestellt zu sein und diese aktiv zu unterstützen, da nur so eine weitere Verbesserung der Versorgung ermöglicht werden kann [16].

#### Literatur

1. Janki S et al. Ergonomics in the operating room. *Surg Endosc* 2017; 31: 2457–66
2. Hislop J et al. Muscle activation during traditional laparoscopic surgery compared with robot-assisted laparoscopic surgery: a meta-analysis. *Surg Endosc*, 2020. 34(1): 31–8
3. Mentis HM et al. A systematic review of the effect of distraction on surgeon performance: directions for operating room policy and surgical training. *Surg Endosc*, 2016. 30: 1713–24
4. Hasfeldt D, Laerkner E, Birkelund R: Noise in the operating room – what do we know? A review of the literature. *J Perianesth Nurs*, 2010. 25: 380–6
5. Dellinger EP: Teamwork and Collaboration for Prevention of Surgical Site Infections. *Surg Infect* 2016. 17: 198–202
6. Wheelock A et al. The Impact of Operating Room Distractions on Stress, Workload, and Teamwork. *Ann Surg* 2015; 261: 1079–84
7. Feußner H, Wilhelm D: Minimally invasive surgery and robotic surgery: surgery 4.0? *Chirurg* 2016; 87: 189–94
8. Kranzfelder M et al. New technologies for information retrieval to achieve situational awareness and higher patient safety in the surgical operating room: the MRI institutional approach and review of the literature. *Surg Endosc*, 2011. 25: 696–705
9. Vogel T et al. Model-based treatment in surgery. *Chirurg*, 2019; 90: 470–77
10. Stauder R et al. Surgical data processing for smart intraoperative assistance systems. *Innov Surg Sci* 2017; 2: 145–52
11. Gholinejad M, Loeve A, Dankelman J: Surgical process modelling strategies: which method to choose for determining workflow? *Minim Invasive Ther Allied Technol*, 2019; 28: 91–104
12. Feussner H et al. Surgineering: a new type of collaboration among surgeons and engineers. *Int J Comput Assist Radiol Surg*, 2019. 14: 187–90
13. Padoy N: Machine and deep learning for workflow recognition during surgery. *Minim Invasive Ther Allied Technol*, 2019. 28: 82–90
14. Kasparick M et al. Enabling artificial intelligence in high acuity medical environments. *Minim Invasive Ther Allied Technol*, 2019; 28: 120–26
15. Golatowski F et al. OR. NET—secure dynamic networks in the operating room and clinic. *Biomedical Engineering/Biomedizinische Technik* 2018; 63: 1–3
16. Tarassoli SP: Artificial intelligence, regenerative surgery, robotics? What is realistic for the future of surgery? *Ann Med Surg* 2019; 41:53–5

#### Korrespondenzadresse

PD Dr. med. Dirk Wilhelm  
Klinik und Poliklinik für Chirurgie  
Klinikum rechts der Isar  
Technische Universität München  
Ismaninger Straße 22  
81675 München  
dirk.wilhelm@tum.de

Claudio Glowalla, Rüdiger von Eisenhart-Rothe, Rainer Burgkart

## Robotik in der Orthopädie

Die Robotik in der Orthopädie hat eine 30-jährige Geschichte und beginnt 1992 mit der Einführung des „Robodoc“, welcher von dem japanischen Hersteller Sanko-Seiki entwickelt und von der amerikanischen Firma Integrated Surgical Systems (ISS) vertrieben wurde.

Der „Robodoc“ war ein Roboterunterstütztes Fräsverfahren, welches den Chirurgen bei der Implantation einer Hüftgelenksendoprothese dahingehend unterstützte, dass es das proximale Femur selbstständig und aktiv anhand einer präoperativ durchgeführten CT-Planung fräste. Ziel des Roboterunterstützten Fräsverfahrens war es, durch die exakte Planung und Position der Hüftgelenksendoprothese langfristig bessere Ergebnisse als mit der manuellen Technik zu erzielen [1, 2]. Im Laufe der Zeit zeigte sich jedoch keine Überlegenheit des Verfahrens, weder für die Funktion noch für die Standzeit der Hüftendoprothese, sodass vor dem Hintergrund einer Häufung von operationsspezifischer Komplikationen wie Weichteilverletzungen, Knochenperforationen, Luxationen und Nervenläsionen, die Operationstechnik zunehmend verlassen wurde [3, 4, 5].

Aktuell erfährt die Robotik in der Endoprothetik eine Renaissance, insbesondere in der Knieendoprothetik, da sich hier in den letzten Jahren ein bedeutender Wandel in der Auffassungsweise des Kniegelenks-Alignment gezeigt hat. Hierbei unterstützen die neuen Roboter-Systeme aufgrund der rasanten Entwicklung sowohl in der Roboter-Technik als auch in der EDV-Technik nicht nur bei der (patientenindividuellen) Planung und Umsetzung der Knieprothesenimplantation, sondern liefern darüber hinaus auch wesentliche Beiträge bei der Datenerhebung und Analyse der Implantations-Technik. Somit können – basierend auf objektiven intraoperativen

Daten in Korrelation mit dem Outcome und auch präoperativen Daten – bestehende als auch neue Konzepte validiert und weiterentwickelt werden:

Als die moderne Knieendoprothetik in den 1980er Jahren entwickelt wurde, war man überzeugt, dass das ideale Alignment in der Knieendoprothetik die Ausrichtung anhand der mechanischen Beinachsen darstellte [6] und die Standzeit der Knieendoprothetik wesentlich von einer neutralen geraden Achsausrichtung abhängt [7, 8]. Weiterführende Studien haben gezeigt, dass nur etwa 15 % der Bevölkerung eine tatsächlich gerade Beinachse haben, sodass die Ausrichtung an der mechanischen Achse „lediglich“ ein Kompromiss darstellt [9]. Betrachtet man zudem das funktionelle Outcome der Patienten nach Implantation einer Kniegelenksendoprothese, so zeigt sich in der Literatur, dass 11–29 % der Patienten unzufrieden sind [10–12].

Als Folge davon wurden erhebliche Anstrengungen unternommen, um sowohl das Prothesendesign als auch die Operationstechniken zu verbessern. Die Weiterentwicklung der Operationstechnik mit computergestützter Navigation hat zwar eine Verbesserung der Genauigkeit der Prothesenausrichtung anhand der mechanischen Achse erbracht, dies hat jedoch nicht wie erwartet zu einer höheren Patientenzufriedenheit führen können [13].

Unter diesen Voraussetzungen wurde maßgeblich von Stephen Howell das Prinzip des Kinematischen Alignments entwickelt und erstmals 2006 klinisch angewendet. In mehreren prospektiven Studien zum Kinematischen Alignment konnten sehr gute „Patient Reported Outcome Measures“ (PROMs) und eine hohe Patientenzufriedenheit festgestellt werden [13–16].

Das Grundkonzept des Kinematischen Alignments basiert auf der Po-

sitionierung der Knieprothese anhand der physiologischen kinematischen Achsen des Kniegelenks. Es handelt sich also, im Gegensatz zu den klassischen 2-dimensionalen Ansätzen, um eine 3-dimensionale Ausrichtung.

Diese 3-dimensionale Ausrichtung erfordert idealerweise eine 3-dimensionale Planung und Umsetzung, genau hierin liegt der Vorteil der neuen Roboter-Systeme:

Das Roboter-assistierte Operationsverfahren Navio™ der Firma Smith & Nephew bietet eine Unterstützung mittels einer CT-freien Navigationssoftware und eines Handstückes mit einer Fräse. Intraoperativ werden, wie bei konventionellen navigationsgestützten Operationsverfahren, die Landmarken des Beines und die Kniegelenkoberflächen mit einem Pointer abgegriffen und anhand dieser wird ein 3D-Modell des Kniegelenks und der zugehörigen Achsen konstruiert.

Bei der Implantation eines Partialersatzes (unikondylär oder patellofemorale) wird intraoperativ mithilfe des Handstückes die Knochenoberfläche derart in Form gefräst, dass der endoprothetische Ersatz korrekt positioniert wird. Bei der Implantation einer bikondylären Knieendoprothetik werden im Anschluss an die präoperative Planung am 3D-Modell des Kniegelenks mithilfe des Handstückes zwei Verankerungslöcher im Femur und in der Tibia gefräst, an denen dann, im Sinne einer manuellen Operationstechnik, konventionelle Schnittblöcke ausgerichtet werden. Anschließend wird der Knochen vom Operateur mit einer konventionellen oszillierenden Säge zurechtgeschnitten.

Das ROSA® Knie System (RObotical Surgical Assistant), welches vom Hersteller ZimmerBiomet angeboten wird, erstellt ein 3D-Bein-Modell für die Planung anhand von 2 konventionellen Ganzbein-Röntgenaufnahmen in 2 Ebenen. Die 2D-Daten der

Röntgenbilder werden mit einer patientierten X-Atlas™-Technologie analysiert und zu einem 3D-Modell umgerechnet. Der Vorteil liegt in der Einsparung einer Computertomografie-Untersuchung des Beines aus finanzieller und strahlenökonomischer Sicht. Zudem wird das 3D-Modell anhand von unter axialer Belastung durchgeführten Röntgenaufnahmen erstellt und kann so eventuelle Rückschlüsse auf die ligamentäre Situation des Kniegelenkes erlauben. Der Operateur kann eine vollständige Planung inklusive Rotationsausrichtung und Gelenkspaltberechnung am individuellen 3D-Modell durchführen. Intraoperativ unterstützt der Roboterarm den Operateur, indem der Roboterarm die konventionellen Schnittblöcke entsprechend der Planung für die Knieprothesen-Implantation positioniert. Diese Schnittblöcke werden dann in manueller Technik mit Pins fixiert und die Knochenschnitte werden in gewohnter Weise mit der oszillierenden Säge durch den Operateur durchgeführt.

Entsprechend der klassischen manuellen Technik werden werkzeugimmanente Probleme der Sägeschablonen, wie ein Verkippen des Sägeblokes beim Fixieren mit den Pins oder eine unzureichende Führung des oszillierenden Sägeblattes mit einem Abweichen des Sägeblattes durch oft arthroseassoziierte subchondrale, sklerosierte Knochenbereiche, die vermehrten „Widerstand“ gegenüber der Sägeblattspannung leisten bzw. ein Abweichen des Sägeblattes in den benachbarten, weniger dichten Knochen, jedoch nicht adressiert.

Das Roboter-assistierte Operationsverfahren MAKO® der Firma Stryker erstellt anhand eines präoperativ durchgeführten Planungs-CTs der zu operierenden Extremität, ein exaktes individuelles digitales 3D-Modell mit Darstellung sämtlicher Osteophyten am Femur und der Tibia. An diesem naturgetreuen Modell erfolgt zunächst die Analyse des individuellen Kniegelenk Alignments, daraufhin erstellt der Operateur zusammen mit einem „Mako Produkt Spezialist“ (MPS) eine individuelle 3D-Planung der Knieprothesen unter Berücksichtigung des angestrebten Alignments.

Intraoperativ wird das digitale 3D-Modell des Beines mit dem realen Kniegelenk gematcht und um die ligamentäre Informationen des Kniegelenkes erweitert. Zur Optimierung der Bandspannung über den gesamten Bewegungsumfang erfolgt gegebenenfalls eine erneute Anpassung der Prothesenplanung. Anschließend setzt der vom Operateur geführte Roboterarm mit integrierter oszillierender Säge im Sinne einer semiaktiven Technik, die Planung exakt und präzise um. Das bedeutet, der vom Operateur aktivierte Roboterarm positioniert die Säge in dem vorgesehenen Winkel und Abstand am Knochen. Korrespondiert dies mit der Einschätzung des Operateurs startet dieser die Säge und führt die Säge in der vorgegeben Ebene, um den Sägeschnitt zu vollführen. Weicht der Operateur oder das Sägeblatt um mehr als 0,1 mm vom idealen Schnitt ab, stoppt die Säge automatisch.

Die MAKO-Operationstechnik bietet den zusätzlichen Vorteil, dass jeder Schritt des Prozesses, von der Analyse des individuellen Kniegelenk-Alignments, der individuellen 3D-Planung der Knieprothesen unter Berücksichtigung des angestrebten Alignments bis hin zur intraoperativen Umsetzung digital dokumentiert wird. Die dabei erhobenen individuellen digitalen Datensätze können im Rahmen von klinischen Studien ausgewertet werden und sind wesentliche Beiträge bei Analyse und Weiterentwicklung bestehender Konzepte für die Implantation von Kniegelenkprothesen.

Aber auch im Bereich der Hüftendoprothetik hat sich in den letzten Jahren ein Wandel von einer 2- auf eine 3-dimensionale Hüftprothesenplanung ergeben, sodass die neuen Roboter-Systeme auch hier zunehmend Bedeutung finden:

Eine der häufigsten Komplikationen nach einer primären Hüftgelenkendoprothesen-Implantation ist die Luxation der Hüft-TEP. Es konnten patienten- und operationsbedingte Risikofaktoren für die Hüftgelenkluxation identifiziert werden, ein wesentlicher Faktor stellt dabei die Position des Hüftpfanne im Acetabulum dar [17]. Die optimale Platzierung der

Hüftpfanne in Bezug auf die Inklination und Anteversion wurde in der Vergangenheit von der „safe zone“, welche von Lewinnek [17] beschrieben wurde, festgelegt. Die Bestimmung der Pfannenwinkel erfolgte bisher an standardisierten AP-Röntgenaufnahme des Beckens, dabei wird jedoch weder die gegenwärtige Beckenstellung noch eventuelle Wirbelsäulendeformität berücksichtigt, obwohl beides einen wesentlichen Einfluss auf die optimale Pfannenpositionierung hat [18–20]. Eine lumbale Wirbelsäulendefusion erhöht das Luxationsrisiko mit zunehmender Anzahl von fusionierten lumbalen Segmenten um den Faktor 1,93 für 1- bis 2-stufige Fusionen oder um den Faktor 2,77 für 3- bis 7-stufige Fusionen [21]. Aufgrund dieser Erkenntnisse hat man sich von dem statischen Modell der „safe zone“ getrennt und betrachtet die individuelle Pfannenposition am 3D-Modell, dabei wird die ideale Pfannenposition von verschiedenen individuellen Faktoren wie Beckenstellung, Wirbelsäulendeformitäten, lumbalen Fusionen und patientenspezifische Bewegungsabläufen beeinflusst.

Das Roboter-assistierte Operationsverfahren MAKO nutzt bei der Hüftprothesen-Implantation ein individuelles 3-dimensionales Modell des Beckens, welches aus einem CT-Datensatz rekonstruiert wurde. An diesem Modell kann die anatomische Anteversion und Inklination exakt bestimmt werden. Diese anatomischen Winkel werden durch die Beckenpositionierung, im Gegensatz zur radiologischen Methode, nicht beeinflusst [22-23]. Zudem bietet das 3D-Modell des Beckens die Möglichkeit, präoperativ eine individuelle Pfannenpositionierung zu planen und am Modell verschiedene patientenspezifische Bewegungsabläufe zu simulieren, um eine ideale Pfannenpositionierung zu finden. Intraoperativ kann die Planung mit Hilfe eines Roboterarmes (Mako) exakt umgesetzt werden.

Äquivalent zur Verwendung in der Knieendoprothetik bietet die MAKO-Operationstechnik in der Hüftendoprothetik den Vorteil, dass jeder Schritt des Prozesses, von der Analyse



der individuellen Anatomie, der individuellen 3D-Planung der Prothesen bis hin zur intraoperativen Umsetzung digital dokumentiert wird.

Zusammenfassend lässt sich konstatieren, dass die neuen Roboter-Systeme in der Orthopädie aufgrund der rasanten Entwicklung sowohl in der Roboter-Technik als auch in der EDV-Technik nicht nur bei der Planung und Umsetzung der Prothesenimplantation wertvolle Unterstützung geben können, sondern darüber hinaus auch aufgrund der Möglichkeiten der digitalen Datenerhebung wesentliche Beiträge zur Analyse der Implantations-Techniken mithilfe von künstlicher Intelligenz- Algorithmen liefern und somit langfristig die Weiterentwicklung der Endoprothetik mit beeinflussen. Insbesondere bei dem hohen ökonomischen Druck in der Endoprothetik sollte die wissenschaftliche Notwendigkeit von Roboter-assistierte Operationsverfahren nicht vergessen werden.

#### Literatur

1. Bargar WL, Primary and Revision – Total Hip Replacement Using the Robodoc® -System; Clin Orthop Rel Res (1998) 354: 82–91
2. Paul HA, Development of a surgical robot for cementless total hip arthroplasty. Clin Orthopaedics Related Res (1992); 175 (285): 57–66
3. Ballantyne GH, Robotic surgery, tele-robotic surgery, telepresence, and telerobotics. Review for early clinical results. Surg Endosc (2002) 16 (10): 1389–402.
4. Birke A, Robodoc® – Ein Weg in die Zukunft der Hüftendoprothetik oder eine Fehlinvestition? Z Orthop (2000) 138 (5): 395–401
5. Bargar WL, Primary and revision total hip replacement using the robodoc system. Clin Orthop (1998); 354: 82–91
6. Insall JN, Presidential address to The Knee Society. Choices and compromises in total knee arthroplasty. Clin Orthop Relat Res (1988) 226:43–48
7. Rand JA, Ten-year evaluation of geometric total knee arthroplasty. Clin Orthop Relat Res (1988) 232: 168–173
8. Ritter MA, Postoperative alignment of total knee replacement. Its effect on survival. Clin Orthop Relat Res (1994) 299: 153–156
9. Bellemans J, The Chitranjan Ranawat award: is neutral mechanical alignment normal for all patients? The concept of constitutional varus. Clin Orthop Relat Res (2012) 470: 45–53
10. Williams DP, Early postoperative predictors of satisfaction following total knee arthroplasty. Knee (2013). 20(6): p. 442–6.
11. Parvizi, J., et al., High level of residual symptoms in young patients after total knee arthroplasty. Clin Orthop Relat Res, 2014. 472(1): p. 133–7.
12. Nam D, Patient dissatisfaction following total knee replacement: a growing concern? Bone Joint J (2014). 96-B(11 Supple A): p. 96–100.
13. Calliess T, Computer assisted systems in total knee arthroplasty. Useful aid or only additional costs. Orthopade (2014) 43:529–533
14. Howell SM, Results of an initial experience with custom-fit positioning total knee arthroplasty in a series of 48 patients. Orthopedics 31: 857–863 Surg Am (2008) 92:9 8–104
15. Howell SM, Does a kinematically aligned total knee arthroplasty restore function without failure regardless of alignment category? Clin Orthop Relat Res (2013) 471: 1000–1007
16. Howell SM (2013) Accurate alignment and high function after kinematically aligned TKA performed with generic instruments. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc 21:2271–2280
17. Lewinnek GE, Dislocations after total hip-replacement arthroplasties. J Bone Joint Surg Am. (1978) 60: 217–220
18. Lembeck B, Pelvic tilt makes acetabular cup navigation inaccurate. Acta Orthop. (2005) Aug;76(4):517–23
19. Dandachli W, The influence of pelvic tilt on acetabular orientation and cover: a three-dimensional computerised tomography analysis. Hip Int. (2013), Jan-Feb;23(1):87–92.
20. Buckland AJ, Acetabular Anteversion Changes Due to Spinal Deformity Correction: Bridging the Gap Between Hip and Spine Surgeons. J Bone Joint Surg Am. (2015) Dec 2;97(23):1913–20.
21. Buckland AJ, Dislocation of a primary total hip arthroplasty is more common in patients with a lumbar spinal fusion, Bone Joint J (2017);99-B:585–91.
22. Wan Z, Imaging and navigation measurement of acetabular component position in THA. Clin Orthop Relat Res (2009); 467 (1): 32–42.
23. Kanawade V, Precision of robotic guided instrumentation for acetabular component positioning J Arthroplasty (2015) 30(3):392–7.

---

#### Korrespondenzadresse

Dr. med. Claudio Glowalla  
 Klinikum Rechts der Isar  
 Ismaninger Straße 22  
 81675 München  
[claudio.glowalla@mri.tum.de](mailto:claudio.glowalla@mri.tum.de)

Norbert Harrasser, Hartmut Stinus, Markus Walther

# VSOU 2020: Fußchirurgie update

Im Rahmen der Sitzung „Fußchirurgie update“ sollten, dem Kongressmotto „Innovation-Qualität-Ethik“ folgend, aktuelle Aspekte und Neuerungen zu verschiedenen Themen der Fußchirurgie erörtert werden. Diesbezüglich konnte in einer Durchsicht der Literatur festgestellt werden, dass in den letzten Jahren zahlreiche Consensus-Meetings (z.B. „ACFAS Clinical Consensus Statement“ zum Thema: Planovalgus-Deformität; „International Consensus Meeting on Cartilage Repair of the Ankle“ zu aktuellen Strategien bei Knorpelschäden am oberen Sprunggelenk) abgehalten und deren Ergebnisse in Übersichtsarbeiten publiziert wurden. Wenig überraschend, beschreiben die Autoren im Grunde in allen Consensus-Statement-Papers die Schwierigkeit, anhand der nach wie vor beschränkten Evidenz zu relevanten Themen eindeutige Empfehlungen auszusprechen [3, 4, 5, 10, 12, 14, 16, 17, 18, 20, 21]. Trotzdem konnten interessante und für die tägliche Praxis relevante Aspekte herausgearbeitet werden, welche im Folgenden kurz zur Darstellung kommen sollen.

## Osteochondrale Läsionen am OSG

Die Therapie der OSG-Knorpelschäden wird nach wie vor kontrovers diskutiert. Nachdem jahrelang die Mikrofrakturierung als Methode der Wahl speziell bis zu einer Läsionsgröße  $< 1,5 \text{ cm}^2$  angesehen wurde, besteht ein zunehmender Konsens matrix-gestützte Knorpelersatzverfahren in ihrer Indikation auch auf kleinere Läsionen auszuweiten [16]. Die Mikrofrakturierung sollte bevorzugt für oberflächliche Läsionen  $< 1 \text{ cm}^2$  genutzt werden [17]. Zudem sollten bestehende Lysen ab 3 mm Ausdehnung großzügig mit autologem Knochen aufgebaut und anschließend mit Membranen abgedeckt werden

[16]. Nach wie vor uneinheitliche Therapiestrategien sind bei tibialen Knorpelschäden zu finden [7].

## Hallux-valgus-Deformität

Ein weiteres Hot-topic der letzten Jahre stellt die 3-dimensionale Korrektur der Hallux-valgus-Deformität dar [23]. Hier wird zum einen kontrovers diskutiert, ob die Metatarsus-primus-varus Fehlstellung auch zwangsläufig mit einer Pronation des ersten Metatarsale einhergeht bzw. ob diese vermeintliche Teilkomponente der Fehlstellung im Rahmen der operativen Korrektur auch adressiert werden muss [23]. Dies ist mit den häufig verwendeten, klassischen 2-dimensionalen Osteotomien nicht immer möglich, wengleich hier Modifikationen der Techniken publiziert wurden [19, 23]. Ein mittlerweile etabliertes Verfahren zur Hallux-valgus Korrektur stellt das minimal-invasive Vorgehen dar. Es muss mittlerweile als ebenbürtiges Verfahren neben klassischen Techniken angesehen werden.

## Planovalgus-Deformität

Die Standardisierung der Therapie der Planovalgus-Deformität ist schwierig, da speziell im Stadium 2 nach Johnson/Strom eine Vielzahl unterschiedlicher Prozeduren genutzt werden, die verschiedenen Komponenten der Fehlstellung zu adressieren [12]. Eine auch beim Erwachsenen-Pes-planovalgus zunehmend aditiv eingesetzte Technik ist der subtalare Spacer, welche als bewährte Strategien beim kindlichen Planovalgus seit Jahren Verwendung findet. Einige gute Ergebnisse sind diesbezüglich bereits publiziert, wengleich die Nachteile des Verfahrens (z.B. relative hohe Explantationsrate im ersten Jahr) kritisch zu sehen sind [2, 11, 22]. Unverkennbar ist eine zunehmend differenzierte Betrachtung der

Deformität in aktuellen Arbeiten. Es bedarf aber weiterer Kohortenstudien, um die Einzelmaßnahmen der Planovalgus-Korrektur auf ihre Wirksamkeit besser einordnen zu können.

## OSG-Endoprothetik

Die OSG-Endoprothetik etabliert sich immer mehr zu einer ebenbürtigen Alternative zur OSG-Arthrodesese. Moderne Zweikomponenten-Systeme respektieren die Biomechanik des Sprunggelenks immer besser, weshalb funktionell und klinisch bessere Ergebnisse erzielt werden, als dies noch vor wenigen Jahren der Fall war. Der „klassische“ Prothesenpatient ( $> 70$  Jahre, schlank, Nicht-Raucher, Nicht-Diabetiker, wenig aktiv, keine Anschlussarthrose) wie er noch vor wenigen Jahren in den Publikationen genannt war, existiert so heute nicht mehr. Gute Ergebnisse sind auch bei Patienten  $< 50$  Jahre beschrieben [15]. Die Revisionsrate ist auch in diesen Gruppen, verglichen mit älteren Patienten nicht zwangsläufig höher. Ein wesentliches Argument für eine Sprunggelenkprothese sind vorbestehende degenerative Veränderungen des Subtalgelenks oder der Fußwurzel. Hierbei zeigt die Kombination von subtalarer- oder talonavicularer Arthrodesese mit anschließender OSG-Prothese günstigere funktionelle Ergebnisse im Vergleich zur primär pantalarer Arthrodesese [13]. Nichtsdestotrotz sollte der Patient eine realistische Erwartung an die Gelenkfunktion nach OSG-Prothese haben. In der Regel ist keine normale OSG-Beweglichkeit möglich, eine Verbesserung der Beweglichkeit um  $10\text{--}20^\circ$  im Vergleich zum präoperativen Zustand kann aber in der Mehrzahl der Fälle erreicht werden [24]. Allein die verbesserte Dorsalextension, reduziert die Belastung der benachbarten Gelenke und somit das Risiko für Anschlussarthrosen.

## Diabetisch-neuropathische Osteoarthropathie (DNOAP)

Die Charcot-Arthropathie des Fußes stellt durch den demographischen Wandel und die Zunahme an Stoffwechselerkrankungen ein nach wie vor erhebliches sozio-ökonomisches Problem dar. Ähnlich zu anderen Teilgebieten der Fußchirurgie haben auch hier minimal-invasive Techniken das Vorgehen erheblich verändert und die Komplikationsraten an Wundheilungsstörungen erheblich reduziert. Die Therapie plantarer Vorfußulzera durch minimal-invasive Metatarsaleosteotomien zeigt hierbei sehr gute Erfolge [8]. Auch im Bereich des Mittelfußes gibt es zunehmend Berichte über erfolgreiche minimal-invasive Abtragung von Knochenkanten, unter denen es zu einem völligen Abheilen von Druckulzera kommt [1]. Komplexe Charcot-Rekonstruktionen können mittlerweile durch intramedulläre Osteosyntheseverfahren stabilisiert werden. Dabei werden sogenannte „Fusion-Bolts“ (osseointegrativ beschichtete Titanstangen mit Gewinde) in kanülierter Technik über die Metatarsalia bis in den Talus gebohrt. Die sehr hohe Steifigkeit dieses Konstrukts ermöglicht trotz der häufig schwierigen Ausgangssituation hohe Fusionsraten [9]. Nach wie vor unklar ist der Zusammenhang zwischen der Aktivität der DNOAP und der Prognose operativer Eingriffe. Hier scheinen histologische Scores in Zukunft vielversprechende Ergänzungen zur rein klinischen Verlaufskontrolle zu bieten [6].

## Literatur

1. Botezatu I, Laptoiu D (2016) Minimally invasive surgery of diabetic foot – review of current techniques. *J Med Life* 9:249–254
2. Ceccarini P, Rinonapoli G, Gambaracci G et al. (2018) The arthroereisis procedure in adult flexible flatfoot grade IIA due to insufficiency of posterior tibial tendon. *Foot Ankle Surg* 24:359–364
3. Dombrowski ME, Yasui Y, Murawski CD et al. (2018) Conservative Management and Biological Treatment Strategies: Proceedings of the International Consensus Meeting on Cartilage Repair of the Ankle. *Foot Ankle Int* 39:95-155
4. Hannon CP, Bayer S, Murawski CD et al. (2018) Debridement, Curettage, and Bone Marrow Stimulation: Proceedings of the International Consensus Meeting on Cartilage Repair of the Ankle. *Foot Ankle Int* 39:165-225
5. Hurley ET, Murawski CD, Paul J et al. (2018) Osteochondral Autograft: Proceedings of the International Consensus Meeting on Cartilage Repair of the Ankle. *Foot Ankle Int* 39:285-345
6. Illgner U, Mehlhorn AT, Osada N et al. (2019) [Histopathological Charcot score on intraoperative tissue samples from the foot : A prospective investigation]. *Orthopade* 48:693–703
7. Lee W, Tran S, Cooper MT et al. (2019) Clinical Outcomes of Osteochondral Lesions of the Tibial Plafond Following Arthroscopic Microfracture. *Foot Ankle Int* 40:1018–1024
8. Mehlhorn AT, Harrasser N, Walther M (2019) [Treatment of plantar, neuropathic and metatarsal ulcers by minimally invasive metatarsal osteotomy]. *Orthopade*
9. Mehlhorn AT, Ugland KI, Horterer H et al. (2019) A high-profile thread with grit-blasted and acid-etched surface reduces loosening of medial column fusion bolt in instable Charcot foot. *Foot Ankle Surg*
10. Mittwede PN, Murawski CD, Ackermann J et al. (2018) Revision and Salvage Management: Proceedings of the International Consensus Meeting on Cartilage Repair of the Ankle. *Foot Ankle Int* 39:545-605
11. Ortiz CA, Wagner E, Wagner P (2018) Arthroereisis: What Have We Learned? *Foot Ankle Clin* 23:415–434
12. Piraino JA, Theodoulou MH, Ortiz J et al. (2020) American College of Foot and Ankle Surgeons Clinical Consensus Statement: Appropriate Clinical Management of Adult-Acquired Flat-foot Deformity. *J Foot Ankle Surg* 59:347–355
13. Reeves CL, Shane AM, Vazales R (2017) Current Concepts Regarding Total Ankle Replacement as a Viable Treatment Option for Advanced Ankle Arthritis: What You Need to Know. *Clin Podiatr Med Surg* 34:515–527
14. Reilingh ML, Murawski CD, Digiovanni CW et al. (2018) Fixation Techniques: Proceedings of the International Consensus Meeting on Cartilage Repair of the Ankle. *Foot Ankle Int* 39:235-275
15. Rodrigues-Pinto R, Muras J, Martin Oliva X et al. (2013) Total ankle replacement in patients under the age of 50. Should the indications be revised? *Foot Ankle Surg* 19:229–233
16. Rothrauff BB, Murawski CD, Angthong C et al. (2018) Scaffold-Based Therapies: Proceedings of the International Consensus Meeting on Cartilage Repair of the Ankle. *Foot Ankle Int* 39:415-475
17. Shimoazono Y, Brown AJ, Batista JP et al. (2018) Subchondral Pathology: Proceedings of the International Consensus Meeting on Cartilage Repair of the Ankle. *Foot Ankle Int* 39:485-535
18. Smyth NA, Murawski CD, Adams SB, Jr. et al. (2018) Osteochondral Allograft: Proceedings of the International Consensus Meeting on Cartilage Repair of the Ankle. *Foot Ankle Int* 39:355-405
19. Swanton E, Mason L, Molloy A (2018) How Do I Use the Scarf Osteotomy to Rotate the Metatarsal and Correct the Deformity in Three Dimensions? *Foot Ankle Clin* 23:239–246
20. Van Bergen CJA, Baur OL, Murawski CD et al. (2018) Diagnosis: History, Physical Examination, Imaging, and Arthroscopy: Proceedings of the International Consensus Meeting on Cartilage Repair of the Ankle. *Foot Ankle Int* 39:35-85
21. Van Dijk PaD, Murawski CD, Hunt KJ et al. (2018) Post-treatment Follow-up, Imaging, and Outcome Scores: Proceedings of the International Consensus Meeting on Cartilage Repair of the Ankle. *Foot Ankle Int* 39:685-735
22. Viladot R, Pons M, Alvarez F et al. (2003) Subtalar arthroereisis for posterior tibial tendon dysfunction: a preliminary report. *Foot Ankle Int* 24:600–606
23. Winson DMG, Perera A (2018) How I Use a Three-Dimensional Approach to Correct Hallux Valgus with a Distal Metatarsal Osteotomy. *Foot Ankle Clin* 23:231–238
24. Zaidi R, Cro S, Gurusamy K et al. (2013) The outcome of total ankle replacement: a systematic review and meta-analysis. *Bone Joint J* 95-B:1500–1507

## Korrespondenzadresse

PD Dr. Norbert Harrasser  
 Fachzentrum für  
 Fuß- und Sprunggelenkchirurgie  
 Schön Klinik München Harlaching  
 nharrasser@schoen-klinik.de

Hans-Raimund Casser, Stefan Middeldorf, Markus Walther, Christian Geber, Martin Legat

# Update CRPS

## Zusammenfassung des für den VSOU-Kongress 2020 in Baden-Baden vorgesehen Symposiums

### Einleitung

Komplexe regionale Schmerzen (CRPS, sympathische Reflexdystrophie, Morbus Sudeck) entwickelt sich bei 2–5 % der Patienten, die eine Verletzung einer Extremität erleiden, aber auch postoperativ oder infolge einer Nervenverletzung. Es wird zwischen einem CRPS I mit und einem CRPS II ohne Nachweis einer Nervenläsion differenziert. Weitere mögliche Unterscheidungen sind primär warm, d.h. Hauttemperatur von Beginn an wärmer und primär kalt: Hauttemperatur von Beginn an kälter.

Die Weiterentwicklung des CRPS ist abhängig von noch nicht näher zu spezifizierenden Patienten-Faktoren und ist z.B. nicht durch einen Operationsfehler erklärbar. Die Daten zur Prognose sind insgesamt noch unsicher, es ist aber beim Ausbleiben komplizierender Faktoren mit 50 % weitgehender Remissionen zu rechnen. Vor allem bei zu später Diagnostik, falscher Therapiewahl und fehlender Berücksichtigung komplizierender psychischer oder auch physischer Faktoren, kann das CRPS chronisch werden und schwere funktionelle Behinderungen nach sich ziehen, was wiederum signifikante sozialmedizinische und versorgungsrechtliche Folgen hat [1]

### Literatur

1. Birklein F. et al., Diagnostik und Therapie komplexer regionaler Schmerzsyndrome (CRPS), S1-Leitlinie, 2018 Deutsche Gesellschaft für Neurologie

### Markus Walther, München

#### CRPS in Orthopädie/ Unfallchirurgie: Frühdiagnostik versus Differentialdiagnostik

Das CRPS (Complex Regional Pain Syndrome) ist ein posttraumatisches Schmerzsyndrom einer Extremität, bei dem die Schmerzen im Vergleich zum erwarteten Heilverlauf unangemessen stark sind. Die Symptome treten auch außerhalb (in der Regel distal) der Traumastelle auf und beschränken sich nicht auf das Innervationsgebiet peripherer Nerven oder Nervenwurzeln.

Die Einschätzungen zur Inzidenz unterscheiden sich erheblich zwischen unterschiedlichen Forschungsgruppen. Für das CRPS Typ I wird von Sandroni et al. [13] eine Inzidenz von 5,46/100.000 Personen/Jahr angegeben, für das CRPS Typ II 0,82/100.000 Personen/Jahr, wogegen de Moos et al. [5] die Inzidenz von CRPS Typ I + II mit 26,2/100.000 Personen/Jahr angeben.

Die Erkrankung tritt gehäuft zwischen 61–70 Jahren auf, Frauen sind 3-mal häufiger betroffen als Männer, wobei ein möglicher Bias durch osteoporotische Frakturen entsteht. Die obere Extremität ist 3,2-mal häufiger betroffen als die untere Extremität [5]. Die Behandlungskosten von Patienten, die ein CRPS entwickeln sind 13-mal höher als bei Patienten ohne CRPS [14]. Daher wird seit Jahren versucht, Risikofaktoren zu identifizieren und durch prophylaktische Maßnahmen die Inzidenz zu reduzieren.

Kritische Lebensereignisse gelten als Risikofaktor [10], wobei es ansonsten keine eindeutige Konstellation psychologischer Faktoren gibt, die für ein CRPS prädisponieren [1, 3]. Als weitere Risikofaktoren werden eine erhöhte Ängstlichkeit [6] sowie eine Affektlabilität verbunden mit Selbstwert- und Selbstbildproblemen [9] diskutiert.

Die lange gehegte Hoffnung, dass regionale Anästhesieverfahren das Risiko für eine CRPS Entwicklung reduzieren, hat sich in großen Studien nicht bestätigt [4].

Distale Radiusfrakturen weisen die höchste Inzidenz auf. Bei über 30 % der Patienten finden sich Zeichen, die auf ein CRPS hindeuten, wobei das Vollbild der Erkrankung lediglich 1–2 % der Patienten entwickeln (Goh 2017). Trauma bezogene Risikofaktoren für die Entwicklung eines CRPS I sind das Ausmaß der Dislokation und das Ausmaß der Gelenkbeteiligung [2]. Der posttraumatische und/oder postoperative Schmerz scheint der sicherste Indikator für die Entstehung eines CRPS zu sein. Daher sollten Patienten mit hohem Schmerzniveau engmaschig kontrolliert werden, um ein CRPS I frühzeitig zu erkennen und zu therapieren [8].

Verschiedene Metaanalysen deuten auf eine prophylaktische Wirkung von Vitamin C hin. In den meisten Studien wurden 500 mg Vitamin C zweimal täglich für einen Zeitraum von 1–3 Monaten verabreicht, was zu einer Reduktion der CRPS Rate geführt hat [7, 11].

## Literatur

1. Beerthuizen A, Stronks DL, Huygen FJ et al. The association between psychological factors and the development of complex regional pain syndrome type 1 (CRPS1). *Eur J Pain* 2011; 15: 971–75
2. Beerthuizen A, Stronks DL, Van't Spijker A et al. Demographic and medical parameters in the development of complex regional pain syndrome type 1 (CRPS1). *Pain* 2012; 153: 1187–92
3. Beerthuizen A, Van't Spijker A, Huygen FJ et al. Is there an association between psychological factors and the Complex Regional Pain Syndrome type 1 (CRPS1) in adults? *Pain* 2009; 145: 52–59
4. Da Costa VV, De Oliveira SB, Fernandes Mdo C et al. Incidence of regional pain syndrome after carpal tunnel release. Is there a correlation with the anesthetic technique? *Rev Bras Anestesiol* 2011; 61: 425–33
5. De Mos M, De Bruijn AG, Huygen FJ et al. The incidence of complex regional pain syndrome. *Pain* 2007; 129: 12–20
6. Dilek B, Yemez B, Kizil R et al. Anxious personality is a risk factor for developing complex regional pain syndrome type I. *Rheumatol Int* 2012; 32: 915–20
7. Evaniew N, McCarthy C, Kleinlugtenbelt YV et al. Vitamin C to Prevent Complex Regional Pain Syndrome in Patients With Distal Radius Fractures. *J Orthop Trauma* 2015; 29: e235–41
8. Farzad M, Layeghi F, Hosseini A et al. Investigate the Effect of Psychological Factors in Development of Complex Regional Pain Syndrome Type I in Patients with Fracture of the Distal Radius: A Prospective Study. *J Hand Surg Asian Pac* 2018; Vol 23:554–561
9. Frettlöh J, Maier C, Gockel H et al. Validation of the German Mainz Pain Staging System in different pain syndromes. *Schmerz* 2003; 17: 240–251
10. Geertzen JH, De Bruijn-Kofman AT, De Bruijn HP et al. (1998) Stressful life events and psychological dysfunction in Complex Regional Pain Syndrome type I. *Clin J Pain* 14:143–47
11. Meena S, Sharma P, Gangary SK et al. Role of vitamin C in prevention of complex regional pain syndrome after distal radius fractures: *Eur J Orthop Surg Traumatol* 2015; 25: 637–641
12. Sandroni P, Low PA, Ferrer T et al. Complex regional pain syndrome I (CRPS I): prospective study and laboratory evaluation. *Clin J Pain* 1998; 14: 282–89
13. Scholz-Odermatt SM, Luthi F, Wertli MM et al. Direct health care cost and work incapacity related to complex regional pain syndrome in Switzerland: A retrospective analysis from 2008 to 2015. *Pain Med* 2019; 20: 1559–69

### Christian Geber, Mainz

#### Zentrale Reorganisationsprozesse bei CRPS als Folge einer maladaptiven kortikalen Plastizität

Beim CRPS spielen neben der veränderten peripheren und zentralen Nozizeption auch kortikale Reorganisationsprozesse eine wesentliche Rolle. Diese Veränderungen wurden erstmals bei Patienten mit Phantomschmerzen beschrieben. Auch bei Patienten mit CRPS kann sich die betroffene Extremität fremd oder nicht dem Körper zugehörig anfühlen und so beschrieben werden. Diese neglect-artigen Wahrnehmungsphänomene deuten auf eine veränderte kortikale Repräsentation der betroffenen Extremität hin [6].

In funktionellen Bildgebungsstudien (fMRT) konnten diese Veränderungen nachgewiesen werden [1]. So war beim Phantomschmerz wie auch bei Patienten mit CRPS eine höhere Schmerzintensität mit dem Ausmaß der kortikalen Reorganisation korreliert [1, 4]. Dass es sich hierbei im Wesentlichen nicht um strukturelle Veränderungen des Kortex handelt, sondern um prinzipiell therapeutisch beeinflussbare funktionelle Veränderungen im Sinne einer maladaptiven kortikalen Plastizität, konnte ebenfalls in Bildgebungsstudien belegt werden, die vor und nach therapeutischer Intervention durchgeführt wurden [5]. Der wesentliche therapeutische Ansatz besteht in Ergo- /physiotherapeutischen Interventionen wie Imaginationstraining oder Spiegeltherapie [2].

#### Diagnostik

Die Diagnose CRPS ist eine klinische Diagnose. Deshalb sind die Anamneseerhebung, die klinisch-orthopädische und neurologische Untersuchung die entscheidenden Schritte in der Diagnosefindung. Im Prinzip gilt, dass für die Diagnosestellung ärztlich erhobene und do-

kumentierte Befunde wichtiger sind als die subjektiven Beschwerden. Ein wesentliches Merkmal des CRPS ist, dass die Symptome generalisieren, d.h. fast die gesamte distal betroffene Extremität erfassen. Eine besondere diagnostische Herausforderung kann eine Abgrenzung gegenüber Langzeitfolgen des Anfangstraumas sein. Man muss deshalb fordern, dass die Diagnose CRPS in den zeitlichen Zusammenhang mit einem Trauma erfolgt. Ein sinnvoller Zeitraum dabei ist ca. 3 Monate, dann sollten die Diagnosekriterien erfüllt sein. Diagnosen nur aufgrund einer Schmerzpersistenz, z.T. Jahre nach dem Trauma sind nicht selten Verlegenheitsdiagnosen. Ein Red flag nach Radiusfraktur ist ein persistierender Schmerz der Stärke über 5/10 eine Woche nach Fraktur [3].

#### Klinische Diagnosestellung durch folgende Kriterien Symptomkategorien

1. Hyperalgesie, „Hypästhesie“, Allodynie
2. Asymmetrie der Hauttemperatur, Veränderung der Hautfarbe
3. Asymmetrie im Schwitzen, Ödem
4. Reduzierte Beweglichkeit, Dystonie, Tremor, Schwäche, Veränderungen von Haar-/ Nagelwachstum

#### Diagnose CRPS, wenn alle folgenden 4 Punkte erfüllt sind

1. Anhaltender Schmerz
2. Anamnese: > 1 Symptom aus der 3 der 4 o. g. Symptomkategorien
3. Untersuchung: > Symptom aus 2 der 4 o. g. Symptomkategorien
4. Ausschluss von Differentialdiagnosen

#### Zusatzdiagnostik in Zweifelsfällen oder bei absehbarer Begutachtung

1. Röntgen (Seitenvergleich): Generalisierte kleinfleckige gelenknahe Entkalkungen
2. 3-Phasen-Knochenszintigramm mit Technetium-99 m-Diphosphonat: bandenförmige, gelenknahe Anreicherungen
3. Wiederholte und dauerhafte Messung der Hauttemperatur im Seitenvergleich (> 1–2 °C Differenz)

## Therapiealgorithmus (Abb. 1)

### Literatur

1. Bailey J, Nelson S, Lewis J, McCabe CS. Imaging and clinical evidence of sensorimotor problems in CRPS: utilizing novel treatment approaches. *J Neuroimmune Pharmacol.* 2013; 8: 564–575
2. Becker S, Diers M., Chronic pain: Perception, reward and neural processing. *Schmerz.* 2016; 30: 395–406
3. Birklein F. et al., Diagnostik und Therapie komplexer regionaler Schmerzsyndrome (CRPS), S1-Leitlinie, 2018, in; Deutsche Gesellschaft für Neurologie (Hrsg.), Leitlinien für Diagnostik und Therapie in der Neurologie
4. Maihöfner C, Handwerker HO, Neundörfer B, Birklein F. Patterns of cortical reorganization in complex regional pain syndrome. *Neurology.* 2003; 61: 1707–1715
5. Maihöfner C1, Nickel FT, Seifert F. Neuropathic pain and neuroplasticity in functional imaging studies. *Schmerz.* 2010; 24: 137–145
6. Wittayer M, Dimova V, Birklein F, Schlereth T., Correlates and importance of neglect-like symptoms in complex regional pain syndrome. *Pain.* 2018; 159: 978–986

### Martin Legat, CH-Zofingen

#### Interventionelle Maßnahmen beim CRPS

Ein invasives Schmerzmanagement spielt beim CRPS zunächst eine untergeordnete Rolle. Im Vordergrund steht die funktionelle Therapie. Sollte diese jedoch versagen, muss auch über invasive Maßnahmen nachgedacht werden.

Zunächst können Injektionen am Sympathikus, bspw. cervical am Ganglion stellatum oder auch am lumbalen Grenzstrang durchgeführt werden. Diese können sowohl diagnostisch zur Evaluation eines Sympathetically Maintained Pain als auch therapeutisch als sogenannte GLOA (Ganglionäre Opioid Analgesie) verwendet werden.

Während Verfahren mit Schmerzpumpen eine untergeordnete Rolle spielen, ist die Neurostimulation auf dem Vormarsch. Insbesondere neuere technische Verfahren wie die gezielte Stimulation des Dorsal Root Ganglion kann bspw. bei C8 für die Hand oder L5 für ein CRPS am Fuß verwen-



Abbildung: Birklein et al. [3]

Abbildung 1 Therapiealgorithmus [3]

det werden. Für die seit Jahren übliche Neurostimulation per SCS direkt im Hinterhornbereich des Rückenmarks stehen mittlerweile nicht nur die tonische Stimulation, sondern auch die sogenannte Burst – und High Frequency Technik zur Verfügung.

Es sind bereits einzelne RCT-Studien zur Neurostimulation auch bezüglich der neueren Techniken vorhanden, allerdings sind noch weitere Studien notwendig, damit zukünftig in den AWMF-Leitlinien oder auch NICE-Guidelines diese Evidence Eingang finden kann.

### Hans-Raimund Casser, Mainz

#### Interdisziplinäre multimodale Schmerztherapie beim CRPS

Die Interdisziplinäre Multimodale Schmerztherapie (IMST) ist eine umfassende Behandlung komplexer Schmerzsyndrome unter Einbindung verschiedener medizinischer Disziplinen und Berufsgruppen auf der Basis eines biopsychosozialen Modells der

Schmerzentwicklung. Eingebunden sind somatische, körperlich und psychologisch übende sowie psychotherapeutische Verfahren [1, 3].

Eine medizinische Indikation besteht bei Patienten mit bereits chronifizierten Schmerzsyndrom, aber auch bei erhöhtem Chronifizierungsrisiko mit dem Ziel, den Chronifizierungsprozess aufzuhalten.

Dies gilt auch für das CRPS Syndrom, bei dem sich die Interdisziplinäre Multimodale Schmerztherapie als effektiv erwies.

Zur Indikationsstellung wie auch zur Ausgestaltung des IMST gehört ein interdisziplinäres Assessment [2]. Das Assessment setzt die Mitarbeit von mindestens 2 Fachdisziplinen, davon eine psychiatrische, psychosomatische oder psychologische Disziplin voraus sowie eine psychometrische und physische Funktionstestung mit anschließender Teambesprechung zur Erstellung des Therapieplans.

Alle Outcome Parameter zeigten eine hochsignifikante oder zum Teil signifikante Verbesserung am Ende

eines stationären Aufenthaltes mit IMST [3]. Der Effekt blieb auch 4 Wochen nach Entlassung bestehen. Die Neuropathic Pain Scale belegte den Therapieeffekt. Der psychische Distress konnte verbessert werden.

Besondere Bedeutung bei der IMST des CRPS kommt der Berücksichtigung einer Restsymptomatik oder verminderten Belastung bei Belastbarkeit am „Ende“ der Therapie zu. Die Behandlung sollte immer eine Kombinationstherapie sein, die auch aus nicht-medikamentösen Maßnahmen besteht. Dabei muss berücksichtigt werden, dass die IMST den verschiedenen Stadien der Erkrankungen angepasst werden muss. Therapiekonzepte anderer neuropathischer Schmerzerkrankung sind nur bedingt übertragbar. In jedem Fall sollte frühzeitig der Einsatz eines interdisziplinären Assessments und Behandlungsprogramms eingesetzt werden.

#### Literatur

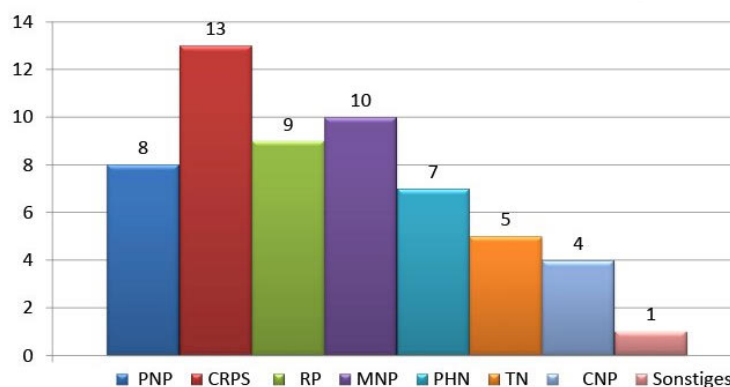
1. Arnold B, Brinkschmidt T, Casser HR et al. Multimodale Schmerztherapie für die Behandlung chronischer Schmerzsyndrome: Schmerz 2014; 28: 459–472
2. Casser HR, Arnold B, Gralow I et al. Interdisziplinäres Assessment zur multimodalen Schmerztherapie Indikation und Leistungsumfang. Schmerz 2013; 27: 363–370
3. Seddigh S, Rothgangel A, Maihöfner C. Multimodale Therapieprogramme bei neuropathischen Schmerzen wirksam? Der Schmerz 2014; 28 (Suppl 1): 38–39

#### Stefan Middeldorf, Bad Staffelstein

#### Rehabilitation und Begutachtung

In Bezug auf die Versorgungskoordination des CRPS kann diese in der Regel zunächst ambulant behandelt werden, im Vordergrund steht eine medikamentöse, Physio-, Ergo- und rehabilitative Therapie. Bei Stagnation im ambulanten Behandlungsprozess oder Akzentuierung der Symptome wird jedoch eine schnellstmögliche stationäre multimodale Schmerztherapie empfohlen. Im Bereich der Berufsgenossenschaften wird bei ausbleibender funktioneller Besserung

### Häufigkeitsverteilung der Patienten mit neuropathischen Schmerzen (n=57)



PNP: Polyneuropathie, CRPS: komplexes regionales Schmerzsyndrom, RP: Radikulopathie, MNP: Mononeuropathie, PHN: postzosterische Neuralgie, TN: Trigeminusneuralgie, CNP: zentral neuropathischer Schmerz, S. Seddigh et al. 2015

Abbildung: Birklein et al. [1]

Abbildung 2 Häufigkeitsverteilung [3]

die Durchführung einer BGSW (Berufsgenossenschaftliche stationäre Weiterbehandlung) empfohlen. Diese beinhaltet die klassischen physiotherapeutischen und balneo-physikalischen Maßnahmen, von der Krankengymnastik über medizinische Trainingstherapie, Elektrotherapie, Hydrotherapie, Thermotherapie bis zu Massageformen, darüber hinaus die Ergotherapie, Rehabilitationspflege, arbeitsplatzbezogenes Aktivitätstraining, soziale Betreuung und Beratung bis hin zu Patientenschulung und psychologischer Betreuung. Orthopädietechnik mit Hilfsmittelberatung und -gebrauchsschulung kann ebenfalls bei entsprechender Indikation ein wichtiger Inhalt sein. Die Integration von arbeitsplatzbezogener medizinischer Trainingstherapie im Sinne von Work Conditioning ist zudem eine Besonderheit des Verfahrens. Auch können Aspekte der sogenannten EFL-Testung (Evaluation funktioneller Leistung) integriert werden, hier liegt der Fokus dann schon auf Behandlung und Begutachtung zur Frage der Leistungsfähigkeit im Erwerbsleben und Anbahnung einer entsprechenden Tätigkeit.

Zur Frage der Begutachtung ist zunächst zu klären, welches Rechtsgebiet konkret von Bedeutung ist, beispielsweise gesetzliche Unfallversicherung, gesetzliche Rentenver-

sicherung, Schwerbehindertenrecht, private Berufsunfähigkeitszusatzversicherung oder soziales Entschädigungsrecht. Die in den GdB-/MdE-Tabellen wiedergegebenen Werte schließen die üblicherweise vorhandenen Schmerzen mit ein und berücksichtigen auch erfahrungsgemäß schmerzhaft Zustände. In Fällen, in denen „nach dem Sitz und Ausmaß der pathologischen Veränderungen eine über das übliche Maß hinausgehende, eine spezielle ärztliche Behandlung erfordernde Schmerzhaftigkeit anzunehmen ist, können höhere Werte angesetzt werden.“ Dies gilt insbesondere bei dem hier in Rede stehenden Krankheitsbild.

Rechtliche Voraussetzungen zur Anerkennung eines Schadensfalls ist ein zweifacher ursächlicher Zusammenhang. Es muss ein Zusammenhang bestehen zwischen der versicherten Tätigkeit und dem Unfall und der Berufserkrankung (haftungsbegründende Kausalität), zudem ein Zusammenhang zwischen dem schädigenden Ereignis und der Gesundheitsschädigung (haftungsausfüllende Kausalität). Abzugrenzen sind hier die sogenannten „Gelegenheitsursachen“. In diesem Zusammenhang wird gerne auch zur Frage der Kausalität in der Gesetzlichen Unfallversicherung das Prüf-

schema nach Schröter eingesetzt, dies beinhaltet eine Betrachtung der Einstiegsebene, Realisierungsebene, Prüfebene und Bewertungsebene. Richtungsweisende Hinweise zu diagnostischen Kriterien für den gutachterlichen Nachweis eines CRPS im Sinne eines Vollbeweises gibt auch B. Widder. Hier werden die Kriterien Trauma, Beginn, klinische Befunde und bildgebende Befunde betrachtet. In Bezug auf den Beginn wird konstatiert, dass Symptome innerhalb von Tagen nach dem Trauma auftreten müssen, zu den klinischen Befunden gehört eine nicht allein durch Immobilisierung bedingte Temperaturdifferenz von mehr als 2°, Veränderung der Hautfarbe auch nach Aufwärmen der Extremität, das distal betonte und generalisierte Ödem, eine im Seitenvergleich veränderte Schweißresektion, Muskelatrophien und trophische Veränderungen der Haut. Bildgebende Befunde werden bei positivem Nachweis eine gelenknahe spätere Anreicherung im 3-Phase-Szintigramm ermitteln ebenso wie eine gelenknahe kleinfleckige osteoporotische Veränderung im Röntgenbild.

Die Kieler CRPS-Klassifikation nach Kick und Baron beschreibt die MdE-Bewertung mit einem Grad P0 bis P3, MdE-Werte zwischen 0 und 80 werden entsprechend zugeordnet. Die Einteilung orientiert sich nach der Symptomatik, insbesondere nach der Ausprägung der Schmerzen.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass das Krankheitsbild immer noch eine große Herausforderung für die Ärzte in Bezug auf Diagnostik und Therapie darstellt. Wirksame Therapieverfahren, die idealerweise auch im Rahmen einer stationären Rehabilitationsmaßnahme erfolgen können, werden beschrieben. Typisch ist für das Krankheitsbild das Zusammenwirken von

Funktionsbeeinträchtigung und Schmerz. Bei der Begutachtung kann sich das Problem der Objektivierbarkeit ergeben, einbezogen hier auch das mögliche Vorliegen von Zielkonflikten, insbesondere auch dann, wenn es von der Phase der Heilungserwartung zu einem im Vordergrund stehenden Entschädigungsbegehren gekommen ist.

### Fazit

Nach dem derzeitigen Stand ist davon auszugehen, dass in der Akutphase eines CRPS peripher entzündliche Vorgänge vorherrschen, während sich im Verlauf der Erkrankung zunehmend normoplastische Veränderung im ZNS entwickeln, die bei der Therapieplanung entsprechend berücksichtigt werden müssen. Neben der üblichen Schmerztherapie, die sich hauptsächlich an den neuropathischen Erfahrungen orientieren, gewinnen verhaltenstherapeutisch orientierte Übungsbehandlungen zunehmend an Gewicht. Invasive Verfahren sind nicht standardmäßig anzuwenden, sondern in Abhängigkeit vom klinischen Bild und der bisherigen durchgeführten Maßnahmen indiziert.

Die frühzeitige Diagnose eines CRPS-Syndroms und der rechtzeitige Beginn therapeutischer Maßnahmen sind weiterhin für die Prognose entscheidend. Interdisziplinäre multimodale Schmerztherapie-Programme, die der komplexen Pathogenese des CRPS gerecht werden, sollten deshalb frühzeitig nach einem sorgfältigen Assessment zum Einsatz kommen und nicht erst nach längerer therapieresistenter Behandlung.

Eine Prognose für die Entwicklung eines CRPS ist weiterhin nur mit Vorsicht zu stellen und reicht von völliger „Ausheilung“ bis zu einem schweren chronischen Verlauf mit bleibender Behinderung und

Schmerz. Eine Langzeituntersuchung erbrachte, dass 85 % der CRPS-Patienten nach einigen Jahren die Diagnosekriterien des CRPS nicht mehr erfüllten. Jedoch waren in 41 % der Fälle noch Schmerzen und Behinderungen unterschiedlichen Ausmaßes vorhanden. Die durchschnittliche Zeit bis zur Ausheilung betrug 11 Monate, sodass die Patienten über einen längeren Verlauf ihrer Erkrankung mit unsicherer Prognose aufgeklärt werden müssen.

Zukünftige epidemiologische Studien sollten sich vermehrt mit der Frage beschäftigen, ob die unterschiedlichen Langzeitentwicklungen auf Unterschiede im Spontanverlauf der Erkrankung oder der Reaktion auf die Therapie zurückzuführen sind.

### Weiterführende Literatur

1. Diener, H. C.; Putzki, N.; Berlit, P et al.: Leitlinien für Diagnostik und Therapie in der Neurologie, 4. Auflage. Georg Thieme 2008
2. Harden RN, Swan M et al. Treatment of Complex Regional Pain-Syndrome: Functional Restoration. *Clinical Journal of Pain* 2006; 22: 420–424
3. Kraenzlin ME. Komplexes regionales Schmerzsyndrom. *Osteologie* 2012; 21: 5–14
4. Birklein F. et al., Diagnostik und Therapie komplexer regionaler Schmerzsyndrome (CRPS), S1-Leitlinie, 2018, Deutsche Gesellschaft für Neurologie; Online: [www.dgn.org/leitlinien](http://www.dgn.org/leitlinien) (abgerufen am 16.04.2020)

### Korrespondenzadresse

Prof. Dr. med. Raimund Casser  
DRK Schmerzzentrum Mainz  
Auf der Steig 16  
55131 Mainz  
[hans-raimund-casser@drk-schmerz-zentrum.de](mailto:hans-raimund-casser@drk-schmerz-zentrum.de)



Gunter Spahn, Christoph Becher, Svea Faber, Johannes Zellner

# Update Knorpeltherapie

Zweifelsohne stellen Knorpelschäden das entscheidende pathophysiologische Moment in der Entstehung der Gelenksschädigung und der sich daraus möglicherweise entwickelnden Arthrose dar. In der Behandlung derartiger Knorpelschäden hat sich viel über die letzten Jahre getan, weswegen hier ein kleines Update gegeben werden soll.

Die Differenzialindikation für die einzelnen Knorpel-regenerativen Verfahren basiert auf der Analyse verschiedener patienteneigener Befunde:

- Genese, Morphologie und Lokalisation des Defektes
- Analyse von Begleitpathologien (vor allem der Bänder bzw. der Beinachse)
- Sonstige patienteneigene Faktoren (Alter, individueller Anspruch des Patienten an sein Gelenk im Alltag, Beruf oder Sport, Compliance uvm.).

Grundsätzlich sind bezüglich der Genese der Knorpelschäden dabei die traumatischen Schäden bei intaktem Gelenkumfeld von degenerativen Schäden zu unterscheiden, bei denen bereits auch in anderen Gelenksstrukturen (Knochen, Synovia, Menisken) degenerative Schäden vorhanden sind.

Ein weiteres Kriterium für die Differenzierung der Schäden ist die Ausdehnung, insbesondere der Umstand, inwieweit der den Defekt umgebende übrige Gelenkknorpel zumindest noch makroskopisch intakt ist. Des Weiteren sind die Beschaffenheit des subchondralen Knochens und, last but not least, auch die zusätzliche Schädigung des korrespondierenden Knorpels zum Hauptdefekt hin (Kissing lesions).

Unabhängig davon muss weiterhin unterschieden werden, ob es sich um Defekte im Bereich der Kondylen,

der Trochlea, der Patella oder um problematische Defekte im Bereich der Tibiagelenkfläche handelt.

Grundsätzlich können heute folgende wesentliche Therapieprinzipien unterschieden werden, die nachfolgend bezüglich ihrer Indikation grundlegend aufgelistet sind:

1. Ablative Verfahren: Mechanische Abnahmen (sogenanntes Shaving) sollte nur in Ausnahmefällen zur Vermeidung von freien chondralen Fragmenten im Gelenk angewandt werden. Gleiches gilt für die Temperatur-kontrollierten RF-Verfahren, bei denen es gilt, die noch vorhandenen aber gelagerten Knorpel einigemaßen zu fixieren.
2. Knochenmark-stimulierende Verfahren: Die Anwendung kann aufgrund der nur kurz- und mittelfristigen Ergebnisse derzeit nur für sehr kleine Defekte empfohlen werden. Liegen größere Defekte vor, sollten andere Verfahren in Betracht gezogen werden oder aber eine Therapie zunächst gänzlich unterbleiben, falls es sich um Zufallsbefunde handelt.
3. Knochenmark-stimulierende Verfahren mit zusätzlicher Matrix-Augmentation: Grundsätzlich sinnvolles Verfahren bei mittelgroßen Defekten, allerdings ist derzeit nur wenig über die wirklichen Langzeitergebnisse bekannt.
4. Autologe Chondrozyten-Transplantation: Diese stellt nach wie vor die Methode der Wahl bei großen Defekten dar, insbesondere bei jüngeren Patienten.

Die üblichen Verfahren der regenerativen Knorpelchirurgie wurden prinzipiell für die Therapie von singulären, lokal begrenzten Knorpelschäden entwickelt. Die Anwendung der Knorpelersatzverfahren wie z.B. knochenmarksstimulierenden Techniken

oder autologer Knorpeltransplantation in Gelenken mit mehreren Knorpeldefekten und/oder degenerativ veränderten Gelenken im Sinne einer frühen oder bereits fortgeschrittenen Arthrose, ist umstritten. Die Studienlage weist allerdings doch einige Arbeiten auf, welche positive Ergebnisse aufzeigen. Allerdings sind dies vom Evidenzlevel her eher geringer klassifizierte Studien, da der Einschluss dieser Patienten in kontrollierten, prospektiv randomisierten Studien aufgrund der Heterogenität der Pathologien und strikten Ein- und Ausschlusskriterien, schwierig ist. Umso mehr werden Registerdaten hier in der Zukunft von Interesse sein.

Additive Verfahren der konservativen Arthrosetherapie mit z.B. intraartikulären Injektionen durch PRP-Präparate, Hyaluronsäure etc., Einnahme von sog. SYSADOA (Symptomatic Slow Acting Drugs in Osteoarthritis) und der Einsatz von Orthesen sind weitere Optionen.

Bei Versagen der rein bioregenerativen Verfahren sollte der komplette Oberflächenersatz durch Einsatz von z.B. Mini-Implantaten und Teilprothesen möglichst vermieden bzw. hinausgezögert werden.

Neben dem richtigen indikationsbezogenen Knorpeltherapieverfahren ist für eine erfolgreiche regenerative Gelenkbehandlung auch im zunehmend degenerativen Milieu der Blick auf das gesamte Gelenk als funktionelle Einheit essentiell. Die präoperative Analyse aller Komorbiditäten und deren Adressierung sind zwingende Voraussetzungen für Knorpelchirurgische Eingriffe, um ein funktionell und morphologisch positives Outcome zu gewährleisten und ein Fortschreiten degenerativer Veränderungen zu verhindern. Die häufigsten Ko-Pathologien oder Ursachen eines

Knorpelschadens sind Veränderungen des subchondralen Knochens, Achsabweichungen, Instabilitäten und im Knie der Status des Meniskus.

Bei einer subchondralen Veränderung oder Ödem ist es in der Regel schwer zu identifizieren, ob dies die Ursache für den Knorpelschaden ist oder eher die Folge daraus. Besteht eine instabile Situation mit Einbruch der subchondralen Lamelle, sollte je nach Defektgröße und -tiefe eine OCT oder eine Knochenaugmentati-on mit autologer Spongiosa oder Knochen-span in Kombination mit einer MACT geplant werden.

Bei degenerativen Knorpelschäden, welche regenerativ behandelt werden, ist die häufigste Begleitoperation eine Korrekturosteotomie und hier vor allem die valgierende HTO. Untersuchungen zeigen, dass ab einem Varus von 5° und mehr eine MACT kombiniert mit einer HTO signifikant bessere Ergebnisse aufweist, als eine MACT ohne Umstellungsosteotomie. Diese Tendenz zur Besserung der Ergebnisse mit Korrektur lässt sich auch schon ab einer Abweichung von 3° erkennen, weswegen hier schon über eine Osteotomie nachgedacht werden sollte. Grundvoraussetzung ist jedoch, dass alle knorpeltherapeutischen Maßnahmen wenigstens im femorotibialen Anteil des Gelenks zwingend eine präoperative Röntgen-Ganzbeinaufnahme zur Abklärung einer Achsabweichung benötigen.

Die häufigste Begleitpathologie eines traumatischen Knorpelschadens am Knie ist die Instabilität und demnach die VKB-Rekonstruktion die häufigste Begleitoperation. In der Literatur zeigen sich positive Langzeitergebnisse einer MACT in Kombination mit einer VKB Rekonstruktion. Das Bewusstsein über einen negativen Zusammenhang zwischen Instabilität und Knorpelschaden wurde über die letzten Jahre größer, dennoch ist die persistierende Instabilität nach wie vor einer der häufigsten Versagensgründe einer regenerativen Knorpeltherapie.

Ähnlich verhält es sich mit dem Meniskus. Daten aus dem Deutschen Knorpelregister belegen den negativen Zusammenhang zwischen klinischem Outcome und der Menge an resezierter Meniskussubstanz. Den-

noch wird die partielle Menisekteomie im Gegensatz zum Meniskuserhalt häufiger in Zusammenhang mit einer regenerativen Knorpelbehandlung durchgeführt.

Das zunehmende Wissen um die Wichtigkeit der Behandlung der Komorbiditäten, z.B. durch das Deutsche Knorpelregister, schafft die Möglichkeiten, die Erfolge der regenerativen Gelenkbehandlung noch weiter auszubauen.

Eine zukünftige Weiterentwicklungsmöglichkeit in der regenerativen Gelenkchirurgie ist die „Stammzelltherapie“. Aufgrund der großen Heterogenität hinsichtlich des Ursprungsgewebes, der Aufbereitungsart und der Indikation muss jedoch eine klare Nomenklatur eingehalten werden. So sollte das Wort „Stammzelltherapie“ nur für expandierte Zellen, die die Fähigkeit der Selbstreplikation und Transdifferenzierung zeigen, eingesetzt werden. Als Ursprungsgewebe haben sich v.a. Knochenmark und Fettgewebe etabliert, hier sollte strikt unterschieden werden, ob ein Knochenmarks- (Bone Marrow Aspiration Concentrate – BMAC) bzw. Lipoaspirat (auch: Stromal vascular fraction – SVF), mit nur einem kleinen Anteil an „MSCs“ (Medical Signaling Cells) zur einzeitigen Anwendung oder expandierte Fett- bzw. Knochenmarkstammzellen zur zweizeitigen Anwendung kommen. Der Wirkmechanismus dieser Zelltherapie besteht einerseits in der Differenzierung zur Regeneratzelle und vor allem in der Modulation des Umgebungsmilieus im Sinne eines parakrinen u.a. antiinflammatorischen Effekts.

Für die Behandlung von fokalen Knorpelschäden durch die Implantation von expandierten Zellen existieren einige kontrollierte Studien, die meist einen Vergleich mit der bereits etablierten ACT angestrebt haben. Für die Therapie der Arthrose des Kniegelenkes existierten wesentlich mehr Arbeiten mit einigen hochqualitativ randomisierten kontrollierten Studien sowohl für den Einsatz von expandierten als auch nicht-expandierten Zellen. So konnte für Zellen aus Fett und Knochenmark gegen Placebo, Hyaluronsäure oder Kortikosteroid eine signifikante Funktionsverbesserung im Arthrosefall gezeigt werden. Vielfach wird ein Vorteil der

Zelltherapie in Addition zu operativen Eingriffen wie Debridement, Mikrofrakturierung oder Umstellungsosteotomien im Vergleich zum Eingriff ohne komplementäre Zelltherapie beschrieben.

Nicht unerwähnt sollte an dieser Stelle bleiben, dass keine der oben beschriebenen Therapien aktuell in Deutschland ohne Zulassung angewandt werden darf – mit Ausnahme der nicht-aufbereiteten Injektion von Lipoaspiraten in den Hoffattdkörper im Sinne einer nicht-substanziell-veränderten-homologen Verwendung. Weshalb sich der Ursprung der Forschung zu diesem Thema in den letzten Jahren fast ausschließlich auf den asiatischen Raum beschränkt hat.

Vor allem für die Therapie der Arthrose des Kniegelenkes besteht eine gute Evidenzlage bzgl. der Wirksamkeit und Sicherheit der Zelltherapie für expandierte und nicht-expandierte Zellaufbereitungen. Für die Therapie fokaler Knorpelschäden existieren einige Studien, die eine Gleichwertigkeit mit der ACT zeigen konnten. Wichtig sind die strikte Einhaltung einer sauberen Nomenklatur und die Einhaltung der ATMP (Advanced Therapy Medicinal Products) -Regelungen.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass die regenerative Gelenktherapie über die letzten Jahre große Fortschritte erzielt hat. Das zunehmende Wissen über die Pathologien, die richtigen Indikationen und die verschiedenen Einflussfaktoren sowie die Weiterentwicklung der Techniken haben die Knorpeltherapie voran gebracht. Weitere Forschung, insbesondere an großen Fallzahlen, z.B. die Auswertung des deutschen KnorpelRegister DGOU mögen hier in Zukunft noch bessere und valide Empfehlungen hervorbringen und den Indikationsbereich auch in den zunehmend degenerativen Bereich erweitern.

#### Korrespondenzadresse

Prof. Dr. med. habil. Gunter Spahn  
Praxisklinik für  
Unfallchirurgie und Orthopädie  
Universitätsklinikum Jena  
Sophienstraße 16  
99817 Eisenach  
spahn@pk-eisenach.de

Axel Malischewski, Florian Völlner

## Reisebericht USA Fellowship 2020

Nach erfolgreicher Bewerbung um das 1. USA-Reisestipendium 2020 der VSOU war es nun an uns, Dr. Axel Malischewski (BG Klinik Ludwigshafen) und Dr. Florian Völlner (Universität Regensburg), die Organisation anzugehen. Die Reise sollte in der Mayo-Clinic in Rochester (Minnesota) beginnen und über das Hospital for Special Surgery (HSS) in New York City nach Orlando (Florida) zum Kongress der American Academy of Orthopaedic Surgeons (AAOS) 2020 führen.

Da das Stipendium in dieser Form erstmalig ausgeschrieben wurde, konnten wir auf keine Vorerfahrungen zurückgreifen. Die Anforderungen der zu besuchenden Kliniken waren umfangreich, die Vorbereitungszeit von sieben Wochen kurz. Es mussten diverse Nachweise über den Gesundheitszustand und die beruflichen Zeugnisse eingereicht, Flüge gebucht und Unterkünfte gesucht werden. Hier konnten wir uns schon jetzt über die Unterstützung von Frau Sabine Kastner der VSOU und den Kollegen der Mayo Clinic und des HSS freuen. Vielen Dank an dieser Stelle! Nachdem schlussendlich auch ein Apartment in Manhattan eine Woche vor Abflug gefunden wurde, stand der Reise nichts mehr im Wege.

Dr. Florian Völlner reiste aus Regensburg und Dr. Axel Malischewski aus Heidelberg zum Frankfurter Flughafen an. Ein gestandener Vollblut-Orthopäde trifft angehenden Herzblut-Unfallchirurgen. O und U in Perfektion. Es konnte also losgehen und die 16 stündige Anreisezeit wurde zum ersten Kennenlernen genutzt.

Der bemerkenswert kleine Flughafen in Rochester gab den ersten Hinweis auf die dominante Stellung der Mayo Clinic in Rochester. Nach einer kurzen Nacht zeigte ein Stadtrundgang am Sonntag den beeindruckenden Campus der Mayo Clinic, der zusammen mit diversen Hotelgebäuden im ansonsten überschaubaren Rochester das Zentrum der Stadt bildet. Die Stadt selbst dagegen war nahezu menschenleer.

Am ersten Tag in der Klinik wurden wir von Frau Naomi Atkinson empfangen, welche nicht nur im Vor-

feld des Stipendiums, sondern auch über die ganze Woche eine perfekte Organisation und Unterstützung an den Tag legte. Nach einem kurzen Briefing wurden wir zu unseren Wunsch-Hospitationen gebracht. Während Dr. Malischewski im Bereich der Sportmedizin bei Dr. Aaron Krych und der Traumatologie bei Dr. Brandon Yuan Einblicke in die Arbeit der berühmten Mayo Clinic gewinnen konnte, konnte Dr. Völlner bei Dr. Michael Yaszemski und seinem Team der Wirbelsäulen Chirurgie und bei Dr. Noelle A. Larson bei den Kinderorthopäden über die Schulter schauen.

Man hat im Vorfeld des Stipendiums schon von den Gepflogenheiten in einem amerikanischen Operationsaal gehört, aber der Umgang mit der OP-Kleidung – den *scrubs* – in der auch ohne weiteres in die Mensa gegangen oder mit dem Bus zwischen den beiden Campus gependelt werden kann, war für uns zunächst sehr gewöhnungsbedürftig. Abgesehen davon konnten wir viele neue Eindrücke und Details für unsere Arbeit in Deutschland lernen und mitnehmen. So fiel uns im Vergleich mit dem deutschen System die konsequente Präsenz der überaus kompetenten *physican assistants* oder auch die Unterstützung von Thorax- oder Abdominalchirurgen beim Zugang zur Wirbelsäule auf. Ein weiterer auffälliger Punkt war die schier unendliche Verfügbarkeit etwaiger Transplantate (Meniskustransplantate, Fibula), Implantate oder medizinischer Gerätschaften. Aber nicht nur im OP wurden wir wärmstens empfangen. So hat uns Dr. Dan Berry zum Dinner

eingeladen und brachte uns das nahrhafte Essen des mittleren Westens näher.

Nach einwöchigem Aufenthalt in Rochester, der für die Größe der Klinik im Übrigen viel zu kurz ausgefallen war, stand uns nun ein Kulturschock bevor. Aus dem beschaulichen Rochester wechselten wir in das faszinierende New York City. Unser 38-stöckiger Apartmentkomplex bot von seiner Dachterrasse einen imposanten Blick direkt über den East River und die Skyline von Midtown Manhattan. Im Vergleich zu den New Yorker Wolkenkratzern wirkten die großzügigen Klinikgebäude der Mayo Clinic im Nachhinein geradezu winzig. Auch hier stand zunächst ein Rundgang durch Manhattan und den Central Park an. Fußläufig gelangten wir problemlos zum Hospital for Special Surgery (HSS) an der Upper East Side. Von dort ging es weiter mit dem Rad durch den Central Park und abends zum Spiel der New York Knicks in den Madison Square Garden.

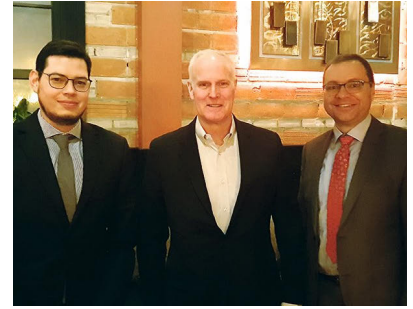
Doch in der Unbeschwertheit des ersten Tags zogen erste Gewittervorboten am Horizont auf. Dr. Böttner teilte uns mit, dass das Reisestipendium wohl nicht wie geplant weitergeführt werden könne, da der AAOS 2020 in Orlando aufgrund der Corona-Pandemie nicht stattfinden werde. Dennoch begannen wir unseren ersten Tag planmäßig und wurden von Dr. Friedrich Böttner freundlich begrüßt. Auch hier erfolgte zunächst die Aufteilung zu unseren Hospitationswünschen (Traumatologie für Dr. Malischewski, Wirbelsäulen Chirurgie und Endopro-



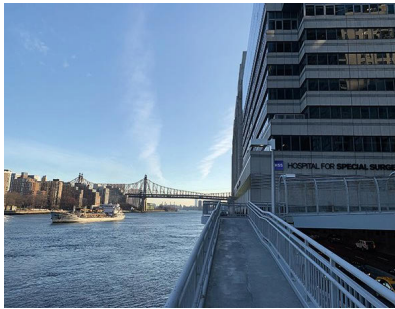
**Abbildung 1** Ankunft am Flughafen in Rochester. Mayo Clinic No. 1.



**Abbildung 2** In der Mayo Klinik (von links nach rechts): Physician assistant Bruce DeGrote, Resident Dr. Richard Nauert, Dr. Axel Malischewski, Dr. Aaron Krych



**Abbildung 3** Dr. Axel Malischewski (links) und Dr. Florian Völlner (rechts) beim Dinner mit Dr. Daniel Berry (Mitte).



**Abbildung 4** Blick auf den East River beim Hospital for Special Surgery in der 70th Street.



**Abbildung 5** Blick auf die Skyline von New York City von der Fähre zur Liberty Island

thetik für Dr. Völlner). Angepasst durch unsere Vorerfahrung in Rochester, fielen der Arbeitsablauf und die Organisation im OP nicht mehr schwer. Auch hier wurde Medizin auf höchstem Niveau praktiziert. Besonders gefiel uns das konsequente *debriefing* durch den Operateur und das gesamte OP-Team, in dem sämtliche Punkte der Operation und Nachbehandlung besprochen wurden. Eine sinnvolle Ergänzung zum etablierten *team-time-out* vor Operationsbeginn.

New York City selbst zeigte zu Beginn unseres Besuchs in der zweiten Märzwoche nur wenige Einschränkungen, jedoch war die Anspannung und Vorbereitung auf die Corona-Pandemie nach und nach spürbar. So wurden öffentliche Großveranstaltungen wie z.B. NBA-Spiele Mitte der Woche eingestellt, gefolgt von den Schließungen der Museen. Gegen Ende der Woche schlossen dann erste Restaurants und Bars, die Straßen leerten sich langsam. Nach dem positiven Test eines Klinikmitarbeiters des HSS am

Samstag wurde leider, aber konsequent und richtig, das *academic visitor program* am HSS eingestellt, sodass wir bereits nach zwei Wochen frühzeitig nach Deutschland zurückkehren mussten.

Während der gesamten Vorbereitung stand uns die VSOU mit Rat und Tat zur Seite. Die empfangenden Kollegen an der Mayo Clinic und am HSS unterstützten uns in allen Punkten und organisierten einen lehrreichen Einblick in das US-amerikanische Gesundheitssystem. Auch wenn uns der Besuch des weltweit größten Kongresses für Orthopädie und Unfallchirurgie verwehrt geblieben ist, war die Zeit in den USA für uns einmalig. Wir möchten uns daher sehr herzlich bei der gesamten VSOU, bei Frau Prof. Dr. Meurer sowie unseren Kliniken, bei Prof. Dr. Grützner und Prof. Dr. Dr. h.c. Grifka für die Unterstützung und wertvolle Erfahrung bedanken.



Fotos: Axel Malischewski

**Abbildung 6** Blick vom Rockefeller Center: Dr. Florian Völlner (links), Dr. Axel Malischewski (rechts) mit dem Empire State Building

**Korrespondenzadresse**  
 Dr. med. Axel Malischewski  
 BG Klinik Ludwigshafen  
 Ludwig-Guttman-Straße 13  
 67071 Ludwigshafen  
[axel.malischewski@bgu-ludwigshafen.de](mailto:axel.malischewski@bgu-ludwigshafen.de)

# Einladung zur 69. Jahrestagung der VSOU

29. April – 1. Mai 2021

**Liebe Kolleginnen und Kollegen,** wir bedauern sehr, dass die VSOU Jahrestagung 2020 aufgrund der Corona-Pandemie nicht stattfinden konnte. Noch bedauerlicher ist es für die Präsidenten Peter Biberthaler und Rüdiger von Eisenhart-Rothe und deren Teams, die viel Zeit, Mühe und Herzblut in die Vorbereitung investiert haben. Aber es gilt, nach vorne zu schauen und da blinzelt auch schon die Jahrestagung 2021 um die Ecke, zu der wir Sie bereits jetzt herzlich einladen möchten.

Die moderne Orthopädie und Unfallchirurgie erstreckt sich von den konservativen Fächern, über die Rehabilitation bis zu den operativ dominierten Teildisziplinen und umfasst die Behandlung aller Altersgruppen. Mit unserem Motto für 2021 **O & U für Jung und Alt** wollen wir genau diesen Längsschnitt durchs Leben in den Mittelpunkt stellen. Die Jahrestagung 2021 soll einen Spannungsbogen von den kongenitalen und erworbenen kinderorthopädischen Krankheitsbildern über die muskuloskelettalen Erkrankungen des Erwachsenen zur Behandlung von Verletzungen und Verletzungsfolgen aller Altersgruppen einschließlich der Alterstraumatologie aufbauen. Maßnahmen zur Prävention der Erkrankungen und Verletzungen des Wachstums- und Seniorenalters werden besonders herausgehoben. Die angesprochenen Schwerpunkte aus den Gebieten der Wirbelsäule, der Endoprothetik, der Traumatologie und der Behandlung von Tumoren und Metastasen sollen zudem das gewählte Motto berücksichtigen.



Foto: Klinikum Stuttgart

Prof. Dr. med. Christian Knop

Der Kongress soll aber auch für den Austausch zwischen den Generationen stehen: die Erfahrung des langjährigen Praktikers begegnet dem Wissensdurst und Anspruch des ärztlichen Nachwuchses.

Die Digitalisierung mit der künstlichen Intelligenz, soziale Medien und Bewertungsportale sowie die Verwendung digitaler Systeme sind im medizinischen Alltag angekommen – wir wollen auch hier die aktuellen Entwicklungen beleuchten.

Bewährte Elemente jeder Jahrestagung, wie berufspolitische und

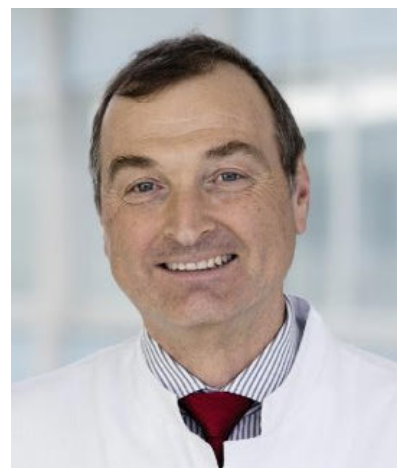


Foto: Klinikum Stuttgart

Prof. Dr. med. Thomas Wirth

gesundheitsökonomische Themen, unterstützt von anderen Fachgesellschaften und den Berufsverbänden, Podiumsdiskussionen, Kurse, Workshops und Fortbildungsveranstaltungen, werden auch in 2021 das Angebot abrunden.

Wir freuen uns auf Sie in Baden-Baden, das Sie mit seinem besonderen Charme im Frühling einfangen wird.

**Christian Knop und Thomas Wirth**

**Korrespondenzadresse**  
 Prof. Dr. med. Christian Knop  
 Klinikum Stuttgart  
 Katharinenhospital  
 Kriegsbergstraße 60  
 70174 Stuttgart  
 c.knop@klinikum-stuttgart.de

**Korrespondenzadresse**  
 Prof. Dr. med. Thomas Wirth  
 Klinikum Stuttgart  
 Olgahospital  
 Kriegsbergstraße 60  
 70174 Stuttgart  
 t.wirth@klinikum-stuttgart.de