

# ATOS NEWS

Das Magazin der ATOS Kliniken

Ausgabe 34 / Oktober 2019

## Alignment und Kinematik Nichtanatomische Eingriffe: Warum funktionieren sie?

- Läsionen der langen Bizepssehne: Tenotomie oder Tenodese?
- Biomechanische Rekonstruktion beim Hüftgelenk-Wechsel
- Patientenspezifisches Alignment in der Knieendoprothetik
- Sprunggelenksendoprothese - noch ein weiter Weg?

## halluxsan<sup>®</sup> Fußschiene

Hallux Valgus  
Schiene zur  
dynamischen  
Redression



Mit einstellbarem  
Federgelenk

## Wie „natürlich“ ist ein künstliches Gelenk?

### Liebe Leserinnen und Leser,

„Alignment und Kinematik – wie „natürlich“ sind unsere Operationsergebnisse?“ ist das Schwerpunktthema dieser 34. Ausgabe der ATOS NEWS. Daran schließt sich die Frage an, wann und warum auch Operationen funktionieren, die nicht anatomisch rekonstruieren. Auf beide Fragen gehen Autoren in dieser Ausgabe ein, jeweils mit Blick auf ihre Spezialgebiete.

Die Wiederherstellung der Funktion der größten Gelenke wie Schulter, Hüfte, Knie, Sprunggelenk ist trotz aller Fortschritte immer noch „künstlich“. Die eingesetzten Materialien können den Belastungen durch den täglichen Gebrauch bisher zwischen 10 und 20 Jahren standhalten, ehe die Materialerschöpfung die Grenze setzt. Oder das Implantatlager mit seinem Interface zwischen Knochen und Implantat ist der Belastung nicht mehr gewachsen. Die entscheidenden Faktoren in der Entwicklung des künstlichen Gelenkersatzes sind also zum einen die Materialien, welche die Haltbarkeit eines Kunstgelenkes gewährleisten müssen, sowie zum anderen die kinematische Nachahmung eines Gelenkes in seiner Funktionsweise.

Nach über hundert Jahren Gelenkersatz stellt sich die Frage: Wie nahe sind wir am Ideal eines „natürlichen“ Gelenkersatzes? Hierbei muss man aufgrund der anatomischen und kinematischen Voraussetzungen eindeutig zwischen den vier großen Gelenken unterscheiden: Kugelgelenke (Hüfte und Schulter) sind kinematisch deutlich einfacher als ein Vierkettengelenk wie das durch Werner Müller beschriebene Kniegelenk oder als das Sprunggelenk, in dem ständig wechselnde Bewegungs-

zentren die Nachempfindung natürlicher kinematischer Abläufe in der Prothese extrem erschweren.

Die grundsätzliche Philosophie bei allen Gelenken liegt heute in der Vermeidung großer Resektionen. Es wird versucht, die natürlichen Anteile des Gelenkes möglichst hoch und den ersetzten Anteil möglichst gering zu halten. Daraus sind am Knie Teilprothesen, Schlittenprothesen und Femoropatellarprothesen, Teilprothesen im Schulter- und Hüftgelenk und auch Teilprothesen im Sprunggelenk entstanden. Jedoch hat die Kombination von Standardimplantat und belassenen natürlichen Gelenkpartnern in den Kontaktbereichen – Metall zur Hüftpfanne, Spacer im Kniegelenk, Talus zum Tibiaplafond – oft nicht zu dauerhafter Schmerzfreiheit geführt und hat auch mechanisch relativ schnell versagt.

Nun sind wir mit 3D-Printing und CAD-Verfahren sowie Computerrekonstruktionstechniken in eine neue Ära vorgestoßen. Das Custom made-Implantat wurde durch die Industrie, aber auch auf Wunsch der Operateure eingeführt und zeigt eine deutlich höhere Präzision in der Wiederherstellung des Gelenkes im Rahmen der vorgegebenen Maße und Radien in Länge, Breite und Tiefe. Insofern sind wir dem Ziel eines „natürlich“ wirkenden Kunstgelenks schon nähergekommen.

Nach mehr als 30 Jahren eigener Erfahrung in Knie- und Sprunggelenksendoprothetik stellt sich die Frage: „Wie nah sind wir in der kinematischen Funktion dem natürlichen Gelenk gekommen?“ Diese Frage



Prof. Dr. Hajo Thermann

ist für die Kugelgelenke weitgehend positiv zu beantworten. Auch im Kniegelenk entsteht bis auf wenige Ausnahmen durch einen Gelenkersatz ein „kinematisch“ fast normales Gelenk. Beim Sprunggelenk hingegen sind wir noch weit von einer Wiederherstellung der natürlichen Kinematik durch Implantate entfernt.

Dieser Einschätzung steht gegenüber, dass die Endoprothetik bisher bereits Millionen von Menschen wieder in die Mobilität und die Schmerzfreiheit zurückgeführt hat. Bei der hohen Anspruchshaltung der mobilen Gesellschaft kann die nächste Stufe des Gelenkersatzes jedoch umso eher erreicht werden, je näher wir an die natürliche Funktionsweise der Gelenke herankommen. Erst dann wird die erste Prämisse – schmerzfreie Bewegung – nicht mehr alleine das Maß der Dinge sein.

Herzlich

  
Hajo Thermann

**Künstlich** – Definition laut Duden: „Nicht natürlich, sondern mit chemischen und technischen Mitteln nachgebildet, nach einem natürlichen Vorbild angelegt, gefertigt, geschaffen“.

## Inhaltsverzeichnis

### 3 EDITORIAL

#### SCHWERPUNKTE: KINEMATIK UND ALIGNMENT NICHTANATOMISCHE EINGRIFFE

- 6 Läsionen der langen Bizepssehne – Tenotomie oder Tenodese?  
Von Markus Loew und Sven Lichtenberg
- 9 Coracoid-Transfer nach Latarjet – warum funktioniert er?  
Von Sven Lichtenberg
- 12 Radiuskopfprothese nach Trauma – mehr als nur ein Platzhalter?  
Von Marc Schnetzke, Sven Lichtenberg und Markus Loew
- 16 Defektaufbau und biomechanische Rekonstruktion in der Wechselendoprothetik des Hüftgelenks  
Von Patrick Weber und Hans Gollwitzer
- 19 Alignment und Kinematik in der Hüftendoprothetik  
Von Fritz Thorey
- 23 Das Rotationsalignment von Knie-Totalendoprothesen in der 3D-Ganganalyse  
Von Michael W. Maier und Rudi G. Bitsch
- 27 Die anatomische Prothese des Kniegelenks: Nahe am normalen Kniegelenk?  
Von Hajo Thermann
- 32 Patientenspezifisches Alignment in der Knieendoprothetik mit individuellem Implantat  
Von Christoph Becher und Carsten Tibesku
- 35 Die dynamische MPFL-Rekonstruktion zur Therapie der instabilen Patella  
Von Christoph Becher
- 38 Wie genau ist die Kreuzbandrekonstruktion am Knie?  
Von Holger Schmitt
- 40 Schlittenprothese mit zeitgleichem vorderem Kreuzbandersatz  
Von Rainer Siebold
- 43 Sprunggelenksendoprothese – noch ein weiter Weg?  
Von Hajo Thermann und Sebastian Müller

### FACHBEITRÄGE

- 48 Die arthroskopische Therapie der chronischen Instabilität am oberen Sprunggelenk  
Von Thomas Geyer, Steffen Berlet und Katharina Da Fonseca
- 54 Stress mit Nahrungsmitteln: Allergie oder Intoleranz?  
Von Verena Mandelbaum
- 56 Ästhetische Eingriffe im Gesicht – was geht konservativ? Wann muss operiert werden?  
Von Andreas Dacho
- 60 Sanierung einer ausgeprägten Stammvenenerkrankung ohne Narkose  
Von Darius Sadeghian, Frank Heckmann und Claudia Jäger

### ATOS INTERN

- 62 Privatdozent Dr. Marc Schnetzke: Neu ab 1. Januar 2020 im Deutschen Gelenkzentrum an der ATOS Klinik Heidelberg
- 63 Dr. Guido Volk: seit dem 1. Juli 2019 im HKF – INTERNATIONALES ZENTRUM FÜR ORTHOPÄDIE



### NOTES & NEWS

- 64 Internationale Fellows im Deutschen Gelenkzentrum
- 64 AGA: Dr. Lichtenberg Kongresspräsident
- 65 Wissenschaftspreis der GOTS für ATOS-Mediziner
- 66 Sehr sportlich: Fortbildung am Gardasee
- 66 Das neue Leitbild der ATOS-Kliniken
- 67 Sehr nass: HDMAN: ATOS-Triathleten im strömenden Regen
- 68 Köln: Stammzellen und Zelltherapie für Krebspatienten: Cellex forscht und produziert
- 70 Sehr heiß: BASF-Cup: Firmenlauf auf dem Hockenheimring
- 71 ATOS goes Golf
- 72 „Hip meets Spine“: Expertentreffen in Heidelberg

## Impressum

**Herausgeber**  
ATOS Klinik Heidelberg  
GmbH & Co. KG

**Wissenschaftsredaktion**  
Prof. Dr. Hajo Thermann

**Redaktion**  
Dr. Barbara Voll  
Eichenhainallee 34  
51427 Bergisch-Gladbach  
M + 49 171-545 4010  
F + 49 22 04-979 255  
redaktion.atosnews@atos.de

**Produktmanagement  
und Anzeigen**  
Rebecca Mrosek  
ATOS Klinik Heidelberg  
GmbH & Co. KG  
rebecca.mrosek@atos.de

**Gestaltung & Creative Direction**  
www.factor-product.com

**Druck**  
Blueprint AG, München

**V.i.S.d.P.:**  
ATOS Klinik Heidelberg  
GmbH & Co. KG  
Bismarckstraße 9-15  
69115 Heidelberg  
T + 49 62 21-983-0  
F + 49 62 21-983-919  
info-hd@atos.de  
www.atos-kliniken.com

ATOS Kliniken –  
Ihre Gesundheitsexperten in Deutschland  
**Klinik Fleetinseel Hamburg**  
**Orthoparc Klinik Köln**  
**MediaPark Klinik Köln**  
**Orthopädische Klinik Braunfels**  
**Klinik Heidelberg**  
**Klinik München**  
**Starmed Klinik München**

# Läsionen der langen Bizepssehne – Tenotomie oder Tenodese?

Von Markus Loew und Sven Lichtenberg

**Die lange Bizepssehne (LBS) ist ein „Troublemaker“ im Schultergelenk. Sowohl im Bereich ihres Ansatzes am Tuberculum supraglenoidale (SLAP-Läsion) als auch in ihrem intraartikulären Verlauf (teilweise oder vollständige Ruptur) bis hin zum Eintritt in den Sulkus (Pulley-Läsion) gibt es strukturelle Schäden, die zu erheblichen Schmerzen und funktionellen Einschränkungen führen können. Das klinische Beschwerdebild bei diesen Läsionen ist variabel und multiform – es kann von belastungsabhängigen Schmerzen bis hin zu massiven funktionellen Einschränkungen führen. In den seltensten Fällen ist bei diesen Pathologien eine anatomische Rekonstruktion möglich oder sinnvoll. In der Regel stellt sich die Frage nach einer extraanatomischen Befestigung (Tenodese) oder einfachen Ablösung (Tenotomie) der langen Bizepssehne.**

## SLAP-LÄSIONEN

Der Ansatz der LBS am Tuberculum supraglenoidale erfolgt über das Labrum glenoidale. Durch eine traumatische Gewalteinwirkung, z. B. im Rahmen einer Schulterluxation, häufiger jedoch durch rezidivierende Mikrotraumata z. B. bei Überkopfsportlern und durch Verschleißveränderungen des bradytrophischen Gewebes, kann es zu teilweiser oder vollständiger Ablösung der oberen Anteile dieser Gelenkklippe kommen (Abb. 1, Abb. 2) die zu einer Instabilität der LBS führt und dadurch Bewegungs- und Belastungsschmerzen, Einklemmungsphänome und eine reaktive Bewegungseinschränkung verursachen kann.

Die Bezeichnung SLAP bedeutet abgekürzt: Schädigung des superioren Labrum von anterior nach posterior. Der Untersuchungsbefund ist unspezifisch. Typisch sind ein positives Apprehension-Zeichen und ein schmerzhafter O'Brien Test. Der Nachweis gelingt mit einem Nativ-MRT (Abb. 3) oder besser nach intraartikulärer Kontrastmittelinjektion, wobei eine große individuelle Variabilität des Ansatzes nicht selten zu falsch positiven Interpretationen führt.

In der chirurgischen Therapie konkurrieren die arthroskopische Refixation des Bizepssehnenankers als anatomische Rekonstruktion mit der einfachen Ablösung der LBS oder deren Fixation im Sulkus oder subpektoral als extraanatomische Verfahren.

In einer Metaanalyse der aktuellen Literatur kamen Ren et al. (2019) zu dem Resultat, dass die extraanatomischen Verfahren der anatomischen Rekonstruktion überlegen sind. Insbesondere die Sportfähigkeit von Überkopfsportlern ist durch einen SLAP-Repair häufig nicht zu erreichen.

## LBS-RUPTUREN

Die akute Ruptur der LBS erfolgt meist spontan oder im Rahmen einer inadäquaten Gewalteinwirkung. Sie ist Folge degenerativer Veränderungen und steht häufig im Zusammenhang mit einer Läsion der Supraspinatus- oder Subskapularissehne. Nicht selten kommt es nach länger vorbestehenden Beschwerden, z. B. durch eine Auftreibung der Sehne im intraartikulären Verlauf (Sanduhrphänomen, Abb. 4) zu der Spontanruptur mit anschließender Beschwerdefreiheit. Eine anatomische Rekonstruktion, d.h. eine End-zu-End-Naht der Sehne, ist nicht möglich. Da keine funktionellen Einschränkungen zu



Prof. Dr. Markus Loew  
Dr. Sven Lichtenberg

erwarten sind, wird die Schädigung v.a. bei älteren Menschen in der Regel nicht operativ behandelt. Nur bei kosmetisch stark störender Deformität (so genanntes Popeye-Zeichen (Abb. 7)) wird in Einzelfällen eine Tenodese vorgenommen.

## PULLEY-LÄSIONEN

Als Pulley wird die u.a. durch die Lig. glenohumerale superius gebildete bandartige Struktur bezeichnet, die im Rotatorintervall die LBS umschließt und so an dieser Stelle in der richtigen Position hält. Durch einmalige oder rezidivierende Gewalteinwirkung, häufiger aber durch degenerative Veränderungen, kann es zu einer Auffaserung dieser Schlinge und zu einer Zerreißung kommen. Dadurch ist die LBS nach medial nicht mehr stabil geführt mit der Folge von belastungs- und positionsabhängigen schmerzhaften Subluxationen. Im fortgeschrittenen Stadium kann es zu Schäden an der benachbarten Subskapularissehne (Abb. 5), bei einer vollständigen Luxation aus dem Sulkus sogar zu deren kompletten Abriss kommen.

Eine anatomische Rekonstruktion des Pulley ist nicht möglich – auch in diesem Fall bestehen die alternativen Optionen in einer Tenodese oder Tenotomie der LBS.

## BIZEPSTENODESEN

Bei der arthroskopischen Tenodese der LBS wird die Sehne mit einem Fadenanker im Sulkus befestigt und der intraartikuläre Anteil wird reseziert. Verbreitet ist die so genannte Lassotechnik, bei der die LBS mit einer Schlinge durchflochten und so flächig auf den angefrischten Knochen gepresst wird (Abb. 6); alternative Techniken verwenden Endobuttons, um die Sehne in ein vorgebohrtes Loch im Sulkus zu ziehen. In offener Technik erfolgt die subpektorale Tenodese über eine weiter distal gelegene Inzision. Auch dafür werden in der Regel stabile Endobuttons verwendet.

## BIZEPSTENOTOMIE

Bei der Tenotomie wird die LBS arthroskopisch direkt bei ihrem Abgang aus dem Labrum durchtrennt. Sie gleitet dann durch den Muskelzug in den Sulkus, wo sie im Laufe der Zeit narbig stabil verwächst. Wenn das Labrum zwischen 11 und 1 Uhr vom Tuberculum glenoidale mit abgelöst wird, soll es zu einem Verkleben der Sehne beim Eintritt in den Sulkus (so genannte Autotenodese) kommen.



**Abb. 1:** SLAP II Läsion mit Ablösung des Labrum glenoidale vom Tuberculum supraglenoidale. Es resultierte eine Instabilität der LBS.

**Abb. 2:** SLAP III -Läsion mit Instabilität der LBS und Ausbildung einer korbhenkelförmigen Labrumläsion. Dies kann zu schmerzhaften Einklemmungsphänomenen führen.

**Abb. 3:** SLAP Läsion im Nativ-MRT (coronare Schnittführung, T1 Wichtung). Deutlich erkennbar die Spaltbildung unter dem superioren Labrum (Pfeil)

**Abb. 4:** Partialruptur der LBS mit Auftreibung im intraartikulären Bereich (Sanduhrphänomen, hour-glass)

**Abb. 5:** Läsion mit Zerreißung des medialen Pulley (schwarzer Pfeil) und Partialruptur der Subskapularissehne (weißer Pfeil).

## PROS UND KONTRAS

Vorteil der Tenodese ist das Ausbleiben kosmetischer Veränderungen der beugeseitigen Oberarmmuskulatur. Nachteilig ist die relativ aufwändige arthroskopische Operationstechnik, die einer längeren Lernkurve bedarf. Die Schulter muss nach dem Eingriff mindestens für zwei Wochen auf einem Abduktionskissen ruhig gestellt werden und auch danach müssen für sechs Wochen spezifische Belastungen der Tenodese (Halten von Lasten am ausgestreckten Arm, forcierte Supinationsbewegungen im Ellbogen gegen Widerstand) vermieden werden. Dennoch wird in bis zu 1/4 der Fälle ein sekundäres Abreißen der Sehne beobachtet. An der Stelle, an der der Anker eingebracht wurde, kann es über Monate zu Druckschmerzen kommen.

Bei der subpektoralen Tenodese ist das Auftreten eines sekundären Abreißen seltener. Hier besteht die Schwierigkeit in der korrekten Dosierung der Spannung, da die Länge der Sehne variabel und der isometrische Punkt von Sehne und Knochen nicht leicht zu ermitteln ist. Bei

zu hoher Spannung kann es zu anhaltenden Verkrampfungen des Bizepsmuskels kommen. Vorteil der Tenotomie ist die sehr einfache Operationstechnik. Wenn es sich um einen isolierten Eingriff handelt, kann die Schulter anschließend direkt funktionell behandelt und schmerzangepasst belastet werden. Nachteil ist in erster Linie die mögliche kosmetische Veränderung des Muskelbauches. Pouliquen et al. (2018) beschrieben bei 15% der Patienten sechs Monate nach der Tenotomie ein erkennbares Popeye-Zeichen (Abb. 7), v.a. bei muskulösen Männern. Funktionell waren die Patienten mit Deformität aber sogar besser als die Patienten mit normaler Muskelkontur. Die Arbeitsgruppe um Oh



**Abb. 6a-c:** Tenodese der LBS im Sulkus. Lassoformige Durchflechtung (a), Verknoten (b) und Resektion des intraartikulären Sehnenanteils (c)



**Abb. 7:** Distalisierung des Muskelbauchs nach Tenotomie der langen Bizepssehne (Popeye-Zeichen)

et al. (2016) beschrieb ein Popeye Zeichen bei 37% nach Tenotomie, aber auch bei 26% nach Tenodese. Lediglich ein Patient beider Gruppen klagte sechs Monate nach dem Eingriff noch über störende Muskelkrämpfe im Bizeps. Nach Tenotomie war die Supination gegen Widerstand gegenüber der Tenodese geringfügig, aber nicht statistisch signifikant eingeschränkt.

#### FAZIT

Bei den meisten Pathologien der LBS in ihrem intraartikulären Verlauf ist eine anatomische Rekonstruktion nicht sinnvoll oder erfolgversprechend. Ausnahme ist eine traumatische SLAP-Läsion bei jungen Patienten z. B. nach einer Schulterluxation.

#### Bezüglich der extraanatomischen Verfahren gelten zurzeit die folgenden Erkenntnisse:

- Die funktionellen Resultate nach LBS-Tenotomie oder -Tenodese unterscheiden sich nicht.
- Ein „Popeye-Zeichen“ ist bei  $\frac{1}{3}$  der Patienten nach Tenotomie, aber auch in  $\frac{1}{4}$  der Fälle nach Tenodese zu beobachten.
- Patienten mit einem Popeye-Zeichen haben kein schlechteres funktionelles Ergebnis als solche mit postoperativ normalem Muskelrelief.

Die Indikation zur Tenodese ergibt sich daher in erster Linie bei jungen muskelkräftigen Männern und bei Patienten, die nach ausführlicher Aufklärung über die aufwändigere Nachbehandlung darauf bestehen.

Sollte tatsächlich ein Popeye-Zeichen unmittelbar postoperativ als störend empfunden werden, kann dies zeitnah durch eine subpektorale Tenodese behoben werden.

**Prof. Dr. Markus Loew**  
**Dr. Sven Lichtenberg**  
DEUTSCHES GELENKZENTRUM HEIDELBERG  
ATOS Klinik Heidelberg  
markus.loew@atos.de

#### Literatur:

1. Braun S, Feucht M, Imhoff A (2014). Anatomie und Ätiologie von SLAP- und Bizeps-Pulley-Läsionen Obere Extremität 9: 2-8
2. Kerschbaum M, Maziak N, Scheuermann M, Scheibel M (2017). Arthroscopic tenodesis or tenotomy of the long head of the biceps tendon in preselected patients: Does it make a difference? Orthopäde. 46(3):215-221
3. Oh JH, Lee YH, Kim SH, Park JS, Seo HJ, Kim W, Park HB (2016). Comparison of Treatments for Superior Labrum-Biceps Complex Lesions with Concomitant Rotator Cuff Repair: A Prospective, Randomized, Comparative Analysis of Debridement, Biceps Tenotomy and Biceps Tenodesis. Arthroscopy 32(6):958-967
4. Pouliquen L, Berhouet J, Istvan M, Thomazeau H, Ropars M, Collin P (2018). Popeye sign: Frequency and functional impact. Orthop Traumatol Surg Res.104(6):817-822
5. Ren YM, Duan YH, Sun YB, Yang T, Hou WY, Tian MQ (2019). Is arthroscopic repair superior to biceps tenotomy and tenodesis for type II SLAP lesions? A meta-analysis of RCTs and observational studies. J Orthop Surg Res.13: 48-53
6. Shang X, Chen J, Chen S (2017). A meta-analysis comparing tenotomy and tenodesis for treating rotator cuff tears combined with long head of the biceps tendon lesions. PLoS One. 12(10):e0185788
7. Werner A (2018). Tenodese der langen Bizepssehne – endoskopisch und offen. In: L. Lehmann und M. Loew (Hrsg). Meistertechniken in der operativen Orthopädie und Unfallchirurgie – Schulter. Springer Verlag Deutschland: 23-32

# Der Coracoid-Transfer nach Latarjet – warum funktioniert er?

Von Sven Lichtenberg

**Seit etwa 20 Jahren hat es – auch aufgrund hoher Rezidivraten nach Bankart-OP bei gleichzeitig vorliegendem knöchernem Verlust des anterior-inferioren Glenoids – bei chronischer vorderer Schulterinstabilität eine Renaissance des Coracoid-Transfers gegeben. Neben dem knöchernen Aufbau mit einem Beckenkammspan kommt im DEUTSCHEN GELENKZENTRUM der ATOS Klinik Heidelberg fast ausschließlich der Coracoid-Transfer zur Anwendung.**

Seit Jahrzehnten ist der von Latarjet 1954 beschriebene Transfer des Processus coracoideus mit einem Teil des Lig. coracoacromiale (LCA) und den Sehnenursprüngen des M. biceps brachii caput breve und des M. coracobrachialis zur Behandlung der chronischen vorderen Schulterinstabilität in Frankreich etabliert[6]. Während im deutschen und amerikanischen Raum die anatomischen Verfahren zur Behandlung der Schulterinstabilität bevorzugt wurden (OP nach Bankart mit Rekonstruktion des Labrums ans Glenoid mit entsprechendem Kapselshift in offener oder arthroskopischer Technik), hat es in den letzten 20 Jahren eine „Wiedergeburt des Coracoid-Transfers“ gegeben. Diese wurde durch eine Meilenstein-Veröffentlichung von Burkhart und DeBeer [2] eingeleitet. Sie stellten fest, dass die Rezidivrate nach arthroskopischer Bankart-OP bei gleichzeitig vorliegendem knöchernem Verlust des antero-inferioren Glenoids inakzeptable 89% betrug, während diese nur 6,5% betrug, wenn keine knöchernen Veränderungen vorhanden waren.

Durch diese Arbeit gab es einen Wandel in der Diagnostik und Therapie der antero-inferioren Schulterinstabilität.

Neben den Weichteilverletzungen des Labrums und der Kapsel rückten nun auch knöcherne Läsionen in den Fokus der Diagnostik, was eine Zunahme der CT-Untersuchung mit sich brachte. Bei rezidivierenden Luxationen ist es heute obligat, eine Computertomographie mit dreidimensionaler Rekonstruktion der Scapula unter Subtraktion des Humerus durchzuführen. Mit verschiedenen Messmethoden kann dann in der direkten Aufnahmefotografie der Verlust des antero-inferioren Glenoids vermessen werden.

Galt bis vor kurzem noch die kritische Grenze von 20 – 25% Knochenverlust am Glenoid, zeigen neuere Studien nun einen deutlich geringeren Wert von 13% als den kritischen Grenzwert, bei dessen Überschreitung ein knöcherner Aufbau des Glenoids indiziert ist [10]. Neben dem knöchernen Aufbau mit einem Beckenkammspan kommt bei uns fast ausschließlich der Coracoid-Transfer zur Anwendung.

#### PRINZIP

Mit diesem Eingriff werden drei Ziele verfolgt, weshalb er im Französischen auf als „Triple Verrouillage“ bezeichnet wird:



Dr. Sven Lichtenberg

- Aufbau des knöchernen Defekts
- Augmentation der Gelenkkapsel durch das Lig. coracoacromiale
- Hängemattenfunktion der Conjoint Tendons durch deren Anspannung bei Außenrotation durch den Subscapularis.

Ein großer Vorteil des Verfahrens ist die horizontale Spaltung des Subscapularis, wodurch dieser besser erhalten wird als wenn man eine komplette Tenotomie vornehmen muss.

#### OPERATIVE TECHNIK

Der Patient wird in Beach-Chair-Position gelagert; dann wird eine diagnostische Arthroskopie durchgeführt, um die Indikation zu bestätigen, ggf. stärkere Chondralschäden auszuschließen und mögliche Bizepschäden zu detektieren. Dann erfolgt der Mini-open Coracoid-Transfer.

Hierzu erfolgt eine Hautinzision in der vorderen Axillarlinie von ca. 3 – 5 cm, je nach Muskulatur des Patienten. Nach stumpfen Spreizen erfolgt das Eingehen in die delto-pectorale Grube, Präparation der V. cephalica nach lateral. Mobilisation der Conjoint-Tendons (M. biceps brachii caput breve und M. coracobrachialis). Darstellen des Subscapularis und vorsich-



**Abb. 1:** Messung des glenoidalen Knochenverlusts in der Technik nach Sugaya [11]: Knochenverlust in % =  $(B - A) / 2 \times B \times 100$   
 B = Radius vom Bare Spot zum hinteren Glenoidrand  
 A = Distanz vom Bare Spot zum Defektrand

**Abb. 2a, b:** Postoperatives Röntgenbild ap (a) und axial (b) mit guter Wiederherstellung des anterioren Pfannenrandes.

## „Die Rezidivrate ist bei richtiger Indikation und Technik mit 1-3% sehr niedrig“

tiges Freilegen der Sehne ohne die Nn. subscapulares zu verletzen. Nun wieder Präparation zur Coracoidspitze. Ein Hohmannhaken wird an der Basis des Coracoids eingesetzt. Der Ansatz des Pectoralis minor wird von der medialen Coracoidseite abgelöst. Darstellen und Präparieren des Intervalls zwischen Pectoralis minor und Coracobrachialis. Hier Darstellen und Palpation des N. musculocutaneus, der im Weiteren geschützt werden muss. Lateral wird das LCA so durchtrennt, dass ein ca. 5 mm langer Rest am Coracoid verbleibt.

Dann wird das Coracoid an seinem Knie mit einer oszillierenden Säge abgesetzt und mit zwei Bohrlöchern versehen. Adhäsionen werden schonend gelöst und die Rückseite angefrischt zur besseren Einheilung am Scapulalhals. Das Coracoid wird dann unter dem Deltamuskel „geparkt“.

Der Subscapularis wird horizontal auf einer Länge von gut 4 cm gespalten und von der darunter liegenden Kapsel abpräpariert. Mit einem Gelpi-Retractor werden die Subscapularis-Anteile auseinander gedrängt. Die Gelenkkapsel inzidiert man vertikal leicht medial des Labrums. Nun erfolgt die Resektion des pathologischen

Labrums; mögliche knöcherne Fragmente werden entfernt. Der Skapulalhals wird geglättet und angefrischt. Mit einem speziellen Ziel- und Setzinstrument kann dann das Coracoid so am Scapulalhals platziert werden, dass dieser nicht zu lateral (Früharthrose) oder zu medial (persistierende Instabilität) zu liegen kommt. Dann folgt die temporäre Fixierung mit K-Drähten, diese werden überbohrt. Danach kann das Coracoid mit kanülierten Schrauben 4,5 mm mit halbem Gewinde fixiert werden. Mögliche Knochenüberstände werden abgetragen. Dann erfolgt die Kapselrekonstruktion unter Einbeziehung de LCA und eventuellem Kapselshiff. Seit-zu-Seit-Naht des Subscapularis, Sukutan- und Hautnaht. Versorgung mit einem Abduktionskissen für drei Wochen.

Wie bereits in der Einleitung erwähnt, hat es eine echte Renaissance des Coracoid-Transfers seit Anfang der 2000er Jahre mit folgenden Indikationen gegeben:

### INDIKATIONEN:

- Rezidivierende Schulterinstabilität mit glenoidalem Knochenverlust > 13%
- Rezidivierende Schulterinstabilität mit bipolaren Knochenschaden (glenoidal und großer medial gelegener

(Off-Track) Hill-Sachs-Defekt.

- Als Revisionseingriff nach fehlgeschlagener Vor-OP.
- Primär-OP bei nicht rekonstruierbarer Glenoidfraktur

### KONTRAINDIKATIONEN

- Instabilität ohne knöchernen Defekt
- Infekt
- Fortgeschrittene Omarthrose.

### ERGEBNISSE

Ein stabilisierender Eingriff bei rezidivierenden Luxationen wird an seiner Relaxationsrate bemessen. Ferner werden die Komplikationen und die Rate der Späterthrosen untersucht.

### REZIDIVRATE

Die Rezidivrate ist bei richtiger Indikation und Technik sehr gering. Sie liegt bei 1 - 3%, was deutlich geringer ist als bei den arthroskopischen Weichteileingriffen [7, 11]. Einen Unterschied zwischen arthroskopischer und offener Durchführung ist statistisch nicht zu beobachten, mit lediglich einer geringeren Schmerzsymptomatik nach Arthroskopie [9].

### KOMPLIKATIONEN

Das Spektrum der Komplikationen ist weit gefächert und reicht von Nervenschäden des N. musculocutaneus oder N. axillaris über Bruch der Schrauben oder des Coracoidblocks bis hin zu Infekten, fehlender Einheilung, Resorption des Blocks und zur Arthrose bei intraartikulärer Lage des Blocks oder der Schrauben. Gerade diese Komplikationen sind aber mit richtiger OP-Technik und entsprechender Erfahrung so gut wie auszuschließen.

### ARTHROSE

Die Arthroserate, die nicht durch Implantate oder falsche Positionierung bedingt ist, beträgt ca. 25% und differiert nicht mit der Rate nach offenen oder anderen stabilisierenden Eingriffen [1, 5]. Faktoren, die zu einer Arthrose führen sind [3]:

- Vorbestehende Arthrose
- Erstluxation und Operation im höheren Alter
- Zeitverzögerung zur OP
- Großer Hill-Sachs-Defekt
- Glenoidbruch
- Hochleistungssport.

### REHABILITATION

Die Schulter wird für drei Wochen in einem Abduktionskissen geschont, passive Bewegungsübungen beginnen sofort. Hierbei wird ein rasches Erreichen der freien passiven Bewegungsumfänge angepeilt. Ab der 4. Woche auch Beginn mit Alltagsbelastungen. Ab der 7. Woche Beginn mit Überkopfbelastungen. Meist erreicht man nach drei Monaten einen Zustand, der es erlaubt allmählich wieder mit sportartspezifischen Belastungen zu beginnen. Wiederaufnahme von Überkopf- oder Kontaktsportarten oder schwerer Überkopfarbeit ist meist spätestens nach sechs Monaten möglich.

### FAZIT

Dieses extra-anatomische Verfahren zur Behandlung der chronisch-rezidivierenden vorderen Schulterinstabilität hat sich seit nunmehr über sechs Jahrzehnten bewährt und führt bei richtiger Indikation und guter OP-Technik in der Hand des geübten Operateurs zu einer stabilen, belastbaren Schulter, die auch in harten Sportarten wie Rugby oder Eishockey dem Spieler die nötige Sicherheit wiedergibt [4, 8].

**Dr. Sven Lichtenberg**  
 DEUTSCHES GELENKZENTRUM HEIDELBERG  
 ATOS Klinik Heidelberg  
 sven.lichtenberg@atos.de



### Literatur:

1. Allain J, Goutallier D, Glorion C (1998) Long-term results of the Latarjet procedure for the treatment of anterior instability of the shoulder. *J Bone Joint Surg Am* 80:841-852
2. Burkhart SS, De Beer JF (2000) Traumatic glenohumeral bone defects and their relationship to failure of arthroscopic Bankart repairs: significance of the inverted-pear glenoid and the humeral engaging Hill-Sachs lesion. *Arthroscopy* 16:677-694
3. Buscayret F, Edwards TB, Szabo I et al. (2004) Glenohumeral arthrosis in anterior instability before and after surgical treatment: incidence and contributing factors. *Am J Sports Med* 32:1165-1172
4. Funk L (2016) Treatment of glenohumeral instability in rugby players. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 24:430-439
5. Hovelius L, Sandstrom B, Sundgren K et al. (2004) One hundred eighteen Bristow-Latarjet repairs for recurrent anterior dislocation of the shoulder prospectively followed for fifteen years: study I--clinical results. *J Shoulder Elbow Surg* 13:509-516
6. Latarjet M (1954) [Treatment of recurrent dislocation of the shoulder]. *Lyon Chir* 49:994-997
7. Metais P, Clavert P, Barth J et al. (2016) Preliminary clinical outcomes of Latarjet-Patte coracoid transfer by arthroscopy vs. open surgery: Prospective multicentre study of 390 cases. *Orthop Traumatol Surg Res* 102:S271-S276
8. Neyton L, Young A, Dawidziak B et al. (2012) Surgical treatment of anterior instability in rugby union players: clinical and radiographic results of the Latarjet-Patte procedure with minimum 5-year follow-up. *J Shoulder Elbow Surg* 21:1721-1727
9. Nourissat G, Neyton L, Metais P et al. (2016) Functional outcomes after open versus arthroscopic Latarjet procedure: A prospective comparative study. *Orthop Traumatol Surg Res* 102:S277-S279
10. Shin SJ, Kim RG, Jeon YS et al. (2017) Critical Value of Anterior Glenoid Bone Loss That Leads to Recurrent Glenohumeral Instability After Arthroscopic Bankart Repair. *Am J Sports Med* 45:1975-1981
11. Sugaya H, Kon Y, Tsuchiya A (2005) Arthroscopic repair of glenoid fractures using suture anchors. *Arthroscopy* 21:635
12. Walch G, Boileau P (2000) Latarjet-Bristow procedure for recurrent anterior instability. *Tech Shoulder Elbow Surg* 3:136-141

# Die Radiuskopfprothese beim Trauma – mehr als nur ein Platzhalter?

Von Marc Schnetzke, Sven Lichtenberg und Markus Loew

**Der Radiuskopf ist ein wichtiger Teil der komplexen Gelenkmechanik des Ellenbogengelenkes. Das primäre Ziel der Behandlung bei dislozierten Radiuskopffrakturen besteht in einer anatomischen Rekonstruktion des Radiuskopfes mittels Osteosynthese. Ist aufgrund der Komplexität der Fraktur eine anatomische Reposition nicht möglich, besteht die Möglichkeit einer Radiuskopfresektion oder der Implantation einer Radiuskopfprothese. Während die Radiuskopfresektion in der Akutsituation bislang als gleichwertig zu den Radiuskopfprothesen angesehen wurde, entwickelt sich der Trend heutzutage hin zur primären Radiuskopfprothese.**

## ÄTIOLOGIE UND EINTEILUNG DER RADIUSKOPFFRAKTUREN

Die Frakturen des Radiuskopfes machen etwa ein Drittel der Ellenbogenfrakturen und zwischen 1,7% – 5,4% aller Frakturen aus. Die häufigste Ursache für Frakturen des Radiuskopfes sind Stürze auf das ausgestreckte Ellenbogen- und Handgelenk. Im klinischen Alltag hat sich für die Einteilung der Radiuskopffraktur die Klassifikation nach Mason bewährt (Tab. 1).

## THERAPIEOPTIONEN

Unverschobene oder gering dislozierte Mason Typ I-Frakturen werden üblicherweise konservativ therapiert mittels einer kurzfristigen Ruhigstellung im Oberarmgips und anschließender funktioneller Nachbehandlung aus der Schiene heraus. Mason Typ II-Frakturen können in der Regel operativ mittels offener Reposition und Schraubenosteosynthese versorgt werden. Bei komplexen Frakturen vom Mason Typ III und Typ IV besteht das Ziel ebenfalls in einer anatomischen und übungsstabilen Osteosynthese des Radiuskopfes. Ist dies nicht möglich, besteht die Möglichkeit der alleinigen Radiuskopfresektion oder der Implantation einer Radiuskopfprothese.

Das Ziel der chirurgischen Therapie bei Radiuskopffrakturen ist die Wiederherstellung der Gelenkstabilität unter Berücksichtigung der komplexen Ellenbogen-Kinematik. Bei der Therapie von Radiuskopffrakturen und insbesondere bei der Fragestellung „Radiuskopfresektion vs. Radiuskopfprothese“ ist zu berücksichtigen, dass Radiuskopffrakturen häufig mit Begleitverletzungen am Ellenbogengelenk wie Frakturen des Processus coronoideus und Verletzungen der Kollateralbänder assoziiert sind.

## RADIUSKOPFRESEKTION

Die Ergebnisse in der Literatur nach alleiniger Radiuskopfresektion sind sehr heterogen, wobei die meisten Autoren über zufriedenstellende Ergebnisse berichten. Antuna et al. haben 26 Patienten nach einem Zeitraum von durchschnittlich 15 Jahren nachuntersucht und berichteten, dass 92% der Patienten ein gutes oder exzellentes klinisches Ergebnis aufwiesen (1). Drei Patienten (11%) gaben jedoch im Verlauf Schmerzen im Bereich des Handgelenkes an. Vergleichbare Ergebnisse berichten Iftimie et al., die 27 Patienten 17 Jahre nach Radiuskopfresektion nachuntersucht haben (4). Die Autoren konnten zeigen, dass 93% der Patienten sehr gute



PD Dr. Marc Schnetzke  
Dr. Sven Lichtenberg  
Prof. Dr. Markus Loew



**Abb. 1:** Proximalisierung des Radius nach Radiuskopfresektion mit konsekutiver Arthrose im distalen Radioulnargelenk (Aus Schnetzke M, Porschke F, Hoppe K, Studier-Fischer S, Grützner PA, Guehring T. Outcome of Early and Late Diagnosed Essex-Lopresti Injury. J Bone Joint Surg Am. 2017 Jun 21; 99(12): 1043-1050.)

**Abb. 2a, b:** (a) Monopolare, Langschaftradiuskopfprothese MoPyc®, Wright Medical, Langschaft links. (b) Bipolare, zementierte Langschaftradiuskopfprothese CRF-II-Prosthese, Tornier/Wright, und Osteosynthese der proximalen Ulna links (Aus Schalk T, Grützner PA, Schnetzke MJTuB. Radiuskopfprothese – wann und welche? 2019; 21(1): 16-23.)



klinische Ergebnisse aufwiesen, wohingegen 2 von 27 Patienten (7%) über Handgelenksschmerzen klagten und daher im Verlauf operativ revidiert worden sind. Die Arbeitsgruppe von Morrey et al. untersuchte 13 Patienten nach einem Zeitraum von 20 Jahren nach Radiuskopfresektion nach (6). Hierbei konnte die Autoren zeigen, dass es in Folge des fehlenden Radiuskopfes zu einer proximalen Migration des Radius um durchschnittlich 1,9 mm gekommen ist. Vier der 13 Patienten (31%) entwickelten im Verlauf symptomatische Handgelenksschmerzen.

Der Pathomechanismus der Entstehung der Handgelenksbeschwerden nach Radiuskopfresektion ist mittlerweile eingehend untersucht und beschrieben worden: Die Resektion des Radiuskopfes führt im Verlauf durch die Kraftaufnahme im Ellenbogen lediglich über das Humeroulnargelenk und bei gleichzeitig fehlender Abstützung radial zu einer Zunahme der Valgusstellung

im Ellenbogen, was die ulnaren Bandstrukturen überdehnt und schädigt sowie eine Neuropathie des N. ulnaris provozieren kann. Als Folge der sich entwickelnden ulnaren Bandinstabilität entsteht eine chronische Instabilität im gesamten Ellenbogen mit proximaler Migration des Radius nach distal ähnlich den Spätfolgen einer nicht behandelten Essex-Lopresti Verletzung (Abb. 1). Es kommt zu einer fortschreitenden Arthrose im distalen Radioulnar- und Radiokarpalgelenk. Bei einem nicht unwesentlichen Anteil der Patienten äußert sich dies dann in Schmerzen im Bereich des Handgelenkes.

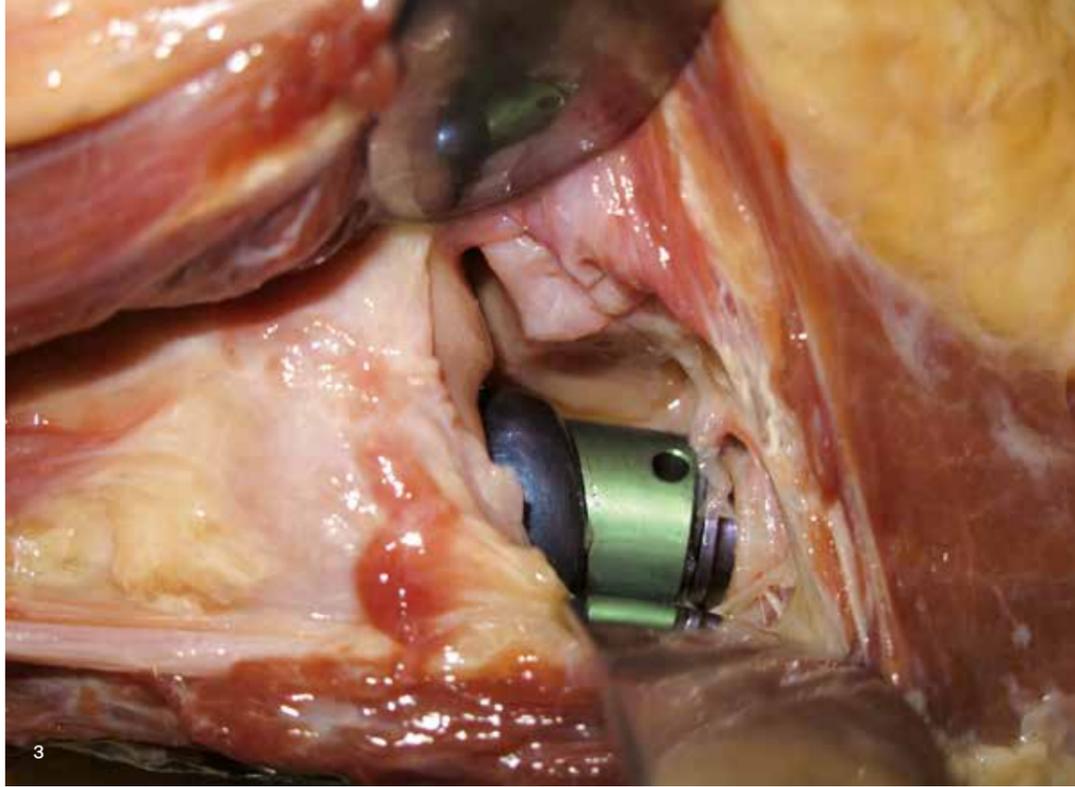
## RADIUSKOPFPROTHESE

Catellani et al. haben im Jahr 2018 alle Studien mit Implantation von Radiuskopfprothesen in einer Übersichtsarbeit zusammengefasst (2). Die Implantation von Radiuskopfprothesen führt meist zu zufriedenstellenden Ergebnissen hinsichtlich des Bewegungsausmaßes (Extension/

Flexion) mit durchschnittlich 116° Extensions-Flexions-Umfang. Gute klinische Ergebnisse werden auch hinsichtlich des Mayo Elbow Performance Score von 79 bis 100 (schlechte Funktion 0, beste bei 100) erzielt. Außerdem zeigten die Ergebnisse niedrige Werte in der visuellen Schmerzskala (0 bis 2,2, min. 0 und max. 10).

Heutzutage existiert eine Vielzahl von unterschiedlichen Radiuskopfprothesen auf dem Markt. Hinsichtlich der Polarität von Radiuskopfprothesen unterscheidet man sog. monopolare und bipolare Prothesenmodelle (Abb. 2a und b).

In einer Vergleichsstudie von Gramlich et al. 2018 zwischen monopolarer Langschaft- (z. B. MoPyc® Fa. Tornier) und bipolarer Kurzschaft-Prothesen (z. B. rHead® Fa. Stryker) zeigte sich eine doppelt so hohe Rate an radiografischen Lockerungszeichen der Prothesen bei den bipolaren Prothesen (14,3% vs. 38,7%)



**Abb. 3:** Intraoperativer Situs bei Implantation einer zu langen Prothese im Rahmen einer experimentellen Studie: Es kommt zu einem Aufklappen des ulnohumeralen Gelenkspalts (Aus Schnetzke M, Feuchtenhofer F, Keil H, Swartman B, Vetter S, Grützner PA, Franke J. Radiographic assessment of overlengthening of the MoPyC radial head prosthesis: a cadaveric study. Arch Orthop Trauma Surg. 2019 Apr 13.)

## „Im Gegensatz zur alleinigen Radiuskopfresektion kann durch die Radiuskopfprothese die ursprüngliche Gelenkinematik vollständig wiederhergestellt werden.“

(3). Analog hierzu verhielten sich symptomatische Prothesenlockerungen im Vergleich monopolar zu bipolar. Die Studien der letzten Jahre konnten zeigen, dass monopolare Prothesen vor allem bei ligamentären Begleitverletzungen eine höhere Primärstabilität bieten und in der Akutsituation den bipolaren Prothesen überlegen sind.

Neben der Auswahl des geeigneten Prothesentyps birgt diese Operation das Risiko für spezifische Komplikationen wie z. B. die Überlänge der Prothese (Abb. 3). In einer eigenen Studie konnten wir weiterhin zeigen, dass eine Überlänge der Radiuskopfprothese mit einem signifikant schlechteren klinischen Ergebnis einhergeht (8). Eine exakte Kenntnis der Anatomie des Ellenbogens, der anatomischen Landmarken zur Bestimmung der korrekten Länge sowie die Adressierung der

begleitenden Kapsel-Band-Verletzungen sind wesentliche Faktoren, die die Voraussetzung für ein zufriedenstellendes Ergebnis nach Implantation einer Radiuskopfprothese darstellen.

### RADIUSKOPFRESEKTION VERSUS RADIUSKOPFPROTHESE

Die Arbeitsgruppe von Graham King konnte in einer biomechanischen Arbeit zeigen, dass mit Implantation einer Radiuskopfprothese im Gegensatz zur alleinigen Radiuskopfresektion die ursprüngliche Gelenkinematik vollständig wiederhergestellt werden kann (5). Über das bereits deutlich länger praktizierte Verfahren der Radiuskopfresektion existieren jedoch Studien und Metaanalysen mit Beobachtungszeiträumen von bis zu 30 Jahren, wohingegen die klinischen und radiologischen Nachbeobachtungszeiträume von Prothesen-Implantationen

am Radiuskopf lediglich bis knapp zehn Jahre reichen. Dies dürfte ein wesentlicher Grund sein, weshalb heute noch eine Zurückhaltung bezüglich der Implantation bei Radiuskopfprothesen besteht.

Die Praxis der alleinigen Radiuskopfresektion wird aufgrund des Risikos der chronischen Instabilität mit konsekutiver Arthrose im Hand- und Ellenbogengelenk heutzutage jedoch zunehmend verlassen. Laut Literaturangaben liegt die Rate an begleitenden ligamentären Verletzungen bei Radiuskopffrakturen bei 40 % bis 100 %, so dass in Frage gestellt wird, ob eine isolierte Radiuskopffraktur überhaupt existiert. Aus diesem Grund stellt aus heutiger Sicht die Implantation einer Radiuskopfprothese die Methode der Wahl zur operativen Versorgung von nicht rekonstruierbaren Radiuskopffrakturen dar. Die alleinige Radiuskopfresektion sollte nur

**Tabelle 1:** Mason Klassifikation der Radiuskopffrakturen

<b>Typ I</b>	undislozierte 2-Part Frakturen mit Stufenbildung < 2 mm
<b>Typ II</b>	verschobene, impaktierte und dislozierte 2-Part Frakturen mit Stufenbildung > 2 mm
<b>Typ III</b>	mehrfragmentäre Frakturen
<b>Typ IV</b>	Frakturen des Radiuskopfes mit gleichzeitiger Luxation des Ellenbogengelenkes

sehr zurückhaltend als „Salvage-Procedure“ durchgeführt werden.

### FAZIT

Die Zusammenfassung der klinischen und experimentellen Studien lässt den Schluss zu: Die Radiuskopfprothese ist mehr als nur ein Platzhalter. Die Implantation von Radiuskopfprothesen bildet in der Frakturversorgung von osteosynthetisch nur unzureichend rekonstruierbaren Frakturen (Typ Mason III und IV) eine zuverlässige Möglichkeit die Gelenkmechanik und Stabilität im Ellenbogengelenk vollständig wiederherzustellen. Die alleinige Radiuskopfresektion wird zunehmend verlassen und sollte – wenn überhaupt – nur als „Salvage-Procedure“ in Erwägung gezogen werden.

Die Radiuskopfresektion ist aufgrund der relevanten Langzeitfolgen und Auswirkungen auf die Stabilität im Ellenbogengelenk sowie der möglichen Arthrose im Handgelenk zurückhaltend anzuwenden. Die aktuellen Daten- und Studienlagen zeigen Vorteile der monopolaren verankerten Langschaft-Radiuskopfprothesen hinsichtlich Funktion und Prothesenlockerung.

Zur besseren Einschätzung möglicher Langzeitfolgen und Komplikationen hinsichtlich der Radiuskopfprothesen sind langfristig angelegte Follow-up-Studien notwendig.

**PD Dr. Marc Schnetzke**  
Berufsgenossenschaftliche  
Unfallklinik Ludwigshafen.

**Prof. Dr. Markus Loew**  
**Dr. Sven Lichtenberg**  
DEUTSCHES GELENKZENTRUM HEIDELBERG  
ATOS Klinik Heidelberg  
markus.loew@atos.de

Privatdozent Dr. Marc Schnetzke wird ab 1.1.2020 das DEUTSCHES GELENKZENTRUM HEIDELBERG mit dem Schwerpunkt Schulter- und Ellenbogenchirurgie verstärken. Siehe hierzu auch S. 62.

### Literatur:

1. Antuna SA, Sanchez-Marquez JM, Barco R. Long-term results of radial head resection following isolated radial head fractures in patients younger than forty years old. J Bone Joint Surg Am. 2010;92(3):558–66. doi: 10.2106/jbjs.1.00332.
2. Catellani F, De Caro F, De Biase CF, Perrino VR, Usai L, Triolo V, et al. Radial Head Resection versus Arthroplasty in Unrepairable Comminuted Fractures Mason Type III and Type IV: A Systematic Review. Biomed Res Int. 2018;2018:4020625. doi: 10.1155/2018/4020625.
3. Gramlich Y, Krausch EL, Klug A, Buckup J, Schmidt-Horlohe K, Hoffmann R. Complications after radial head arthroplasty: a comparison between short-stemmed bipolar and monopolar long-stemmed osteointegrative rigidly fixed prostheses. Int Orthop. 2018. doi: 10.1007/s00264-018-4173-7.
4. Iftimie PP, Calmet Garcia J, de Loyola Garcia Forcada I, Gonzalez Pedrouzo JE, Gine Goma J. Resection arthroplasty for radial head fractures: Long-term follow-up. J Shoulder Elbow Surg. 2011;20(1):45–50. doi: 10.1016/j.jse.2010.09.005.
5. King GJ, Zarzour ZD, Rath DA, Dunning CE, Patterson SD, Johnson JA. Metallic radial head arthroplasty improves valgus stability of the elbow. Clin Orthop Relat Res. 1999(368):114–25.
6. Morrey BF, Chao EY, Hui FC. Biomechanical study of the elbow following excision of the radial head. J Bone Joint Surg Am. 1979;61(1):63–8.
7. Schalk T, Grützner PA, Schnetzke MJTuB. Radiuskopfprothese – wann und welche? 2019;21(1):16–23. doi: 10.1007/s10039-019-0417-z.
8. Schnetzke M, Aytac S, Deuss M, Studier-Fischer S, Swartman B, Muenzberg M, et al. Radial head prosthesis in complex elbow dislocations: effect of oversizing and comparison with ORIF. Int Orthop. 2014;38(11):2295–301. doi: 10.1007/s00264-014-2478-8.
9. Schnetzke M, Feuchtenhofer F, Keil H, Swartman B, Vetter S, Grützner PA, et al. Radiographic assessment of overlengthening of the MoPyC radial head prosthesis: a cadaveric study. Arch Orthop Trauma Surg. 2019. doi: 10.1007/s00402-019-03187-7.
10. Schnetzke M, Porschke F, Hoppe K, Studier-Fischer S, Gruetzner PA, Guehring T. Outcome of Early and Late Diagnosed Essex-Lopresti Injury. J Bone Joint Surg Am. 2017;99(12):1043–50. doi: 10.2106/jbjs.16.01203.

# Defektaufbau und biomechanische Rekonstruktion in der Wechselendoprothetik des Hüftgelenks

Von Patrick Weber  
und Hans Gollwitzer

**Die Implantation eines künstlichen Hüftgelenkes (Hüft-Totalendoprothese, Hüft-TEP) ist laut WHO eine der erfolgreichsten Operationen in der Medizin, entsprechend werden ca. 200.000 Primärimplantationen pro Jahr in Deutschland durchgeführt. Immer mehr junge Patienten werden bei fortgeschrittener Arthrose mit einer Hüft-TEP versorgt. Die Verschleiß- und Versagensrate ist bei jungen Patienten deutlich höher, weshalb in Zukunft eine steigende Zahl an Austauschoperationen zu erwarten ist. Gerade deshalb gilt es auch in der Revisionsituation eine stabile Verankerung der Implantate zu erreichen und dabei die natürliche Biomechanik zu rekonstruieren. Dabei hat sich ein systematisches Vorgehen abhängig von der Defektgröße bewährt.**

## ZIELE DER WECHSEL- ENDOPROTHETIK

Im Rahmen des Prothesenwechsels sollte eine stabile Verankerung der Implantate erreicht werden, so dass der Patient wieder zügig belasten kann. Die Rekonstruktion des Drehzentrums der Pfanne ist essenziell, um die optimalen biomechanischen Voraussetzungen für die gute Funktion des Gelenks zu erreichen. Im Schaftbereich ist die Rekonstruktion der Länge und des Offsets für die gute Funktion unabdingbar. Die korrekte Position der Implantate gilt ebenso wie für den Primärbereich. Die Rekonstruktion sollte dabei den noch vorhandenen Knochen möglichst nicht zerstören und optimalerweise biologisch sein, damit bei eventuell erforderlichen weiteren Rekonstruktionen noch Knochen vorhanden ist.

## PFANNENDEFEKTE

Der erste Schritt besteht in der Analyse des Defekts auf dem Röntgenbild. Die Computertomographie kann heutzutage ohne relevante Metallartefakte durchge-

führt werden, so dass diese eine 3D-Analyse des Defekts erlaubt. Am häufigsten wird die Einteilung nach Paprosky verwendet (Abb. 1). Kleinere Defekttypen (I und IIa) entsprechen nahezu der Primärsituation und es können Primärimplantate wie Pressfitpfannen verankert werden.

Bei einem IIb-Defekt besteht ein Defekt des Pfannenerkers (lateral) unter 3 cm Größe. Hier können häufig größere Primärimplantate verwendet werden, um den Defekt zu überbrücken. Die Größe der Pfanne in der medio-lateralen Ausdehnung darf aber zur Defektdeckung nicht uneingeschränkt erweitert werden, da die sphärischen Implantate auch im anteroposterioren Durchmesser wachsen. Ein zu großes Implantat kann zu einer Zerstörung des ventralen Pfannenrandes führen, welcher dann für die Verankerung der Pfanne fehlt. Dadurch hat das Implantat Kontakt zur davor verlaufenden Iliopsoassehne, was zu erheblichen Schmerzen bei aktiver Flexion führen kann (Iliopsoas-Impingement).



PD Dr. Patrick Weber  
Prof. Dr. Hans Gollwitzer

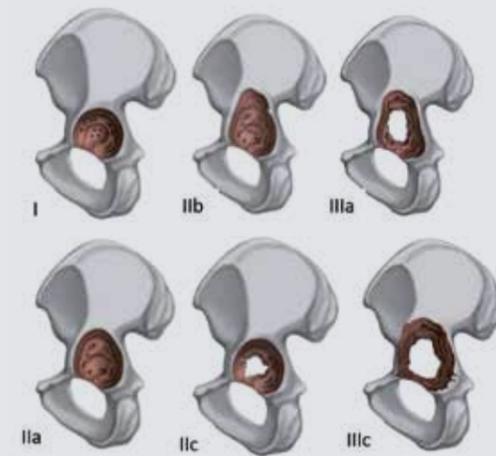


Abb. 1: Klassifikation nach Paprosky.  
Sicht von lateral auf das Becken. Beschreibung s. Text.

Bei IIc-Defekten ist die Pfanne nach medial gewandert, der azetabuläre Ring steht in der Regel noch. Diese Defekte werden medial durch spongiösen Fremdknochen aufgebaut, welcher verdichtet wird. Bei noch bestehender knöcherner Begrenzung nach medial werden dafür Spongiosachips verwendet, bei fehlender knöcherner Begrenzung werden kortikospongiöse Knochenscheiben aus einem Hüftkopf als mediale Begrenzung eingebolt. Durch das biologische Downgrading des Defektes kann das Drehzentrum wieder lateralisiert werden und es kann eine zementierte oder zementfreie Primäripfanne verwendet werden.

Bei IIIa-Defekten besteht ein lateraler Defekt von über 3 cm Größe. In der Regel hält ein Primärimplantat hier nicht mehr, da meistens der hintere oder vordere Pfeiler mitbetroffen sind. Auch diese Defekte können durch knöcherne Rekonstruktionen verkleinert werden. Problematisch ist, dass nach lateral die Verdichtung der Spongiosa schwierig ist, da hier keine knöcherner Begrenzung mehr besteht. Kortikospongiöse Blöcke können verschraubt werden, diese heilen aber häufig schlecht ein. Die Dicke der Schicht aus Fremdknochen sollte 2 cm nicht überschreiten, da dieser sonst nicht einheilen kann und durch eine folgende Nekrose nicht tragfähig bleibt. Durch diese Einschränkungen ist eine Rekonstruktion des anatomischen Drehzentrums nicht immer möglich (Abb. 2a, b) und die Stabilität ist nicht immer ausreichend.

Vor etwas über zehn Jahren wurde die rein biologische Rekonstruktion mit der Einfüh-

rung von Tantal verlassen. Tantalimplantate werden als hochporöse Metalle gefertigt, welche knochenähnliche biomechanische Eigenschaften haben und sehr gut einwachsen. Blöcke in Form eines Halbmondes erlauben eine stabile Rekonstruktion der Defekte und wachsen stabil ein. Dadurch wird das Drehzentrum rekonstruiert und es können wieder Primäripfannen verwendet werden (Abb. 3a, b).

Bei IIIb-Defekten ist die Pfanne über 3 cm nach medial und proximal gewandert. Dadurch entstehen auch Defekte der hinteren und vorderen Wand. Vordere und mediale Defekte können mittels Fremdknochen rekonstruiert und mit einer Rekonstruktionschale überbrückt werden, wie zum Beispiel ein Burch-Schneider-Ring, welcher am Os ileum mit einer Lasche verschraubt und ins Os ischium eingebolt wird. Bei Defekten der hinteren Wand hingegen lockert der Ring häufig aus und dreht sich nach hinten. In dieser Situation haben sich zwei Systeme bewährt, zunächst die sogenannte Cup and Cage Konstruktion. Dabei wird eine große Pressfitpfanne (cup) aus Tantal in den Defekt eingeschlagen. Diese erhält dann meistens nur einen schwachen Halt. Sie wird gesichert indem eine Art Burch-Schneider-Ring (cage) darüber fixiert wird. Die Implantate werden durch Schrauben und durch ein einzuzementierendes Inlay miteinander verbunden. Der Ring gibt dabei die Primärstabilität, damit die Pfanne einwachsen kann. Nachdem diese fest eingewachsen ist, besteht dann kein Risiko mehr, dass der Ring auslockert.

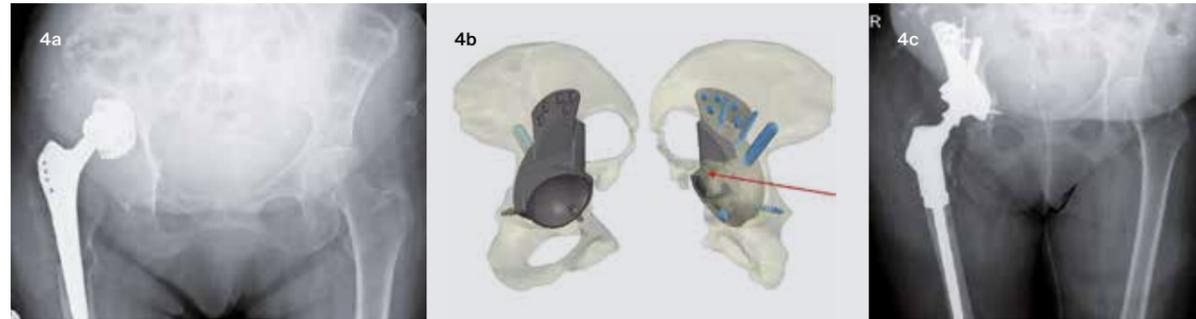
Alternativ können Kranialpfannen verwendet werden. Dabei erfolgt die Verankerung



Abb. 2a, b: (a) Pfannenlockerung mit Wanderung nach lateral und proximal, Typ IIIa Defekt. (b) Pfannenwechsel mit Auffüllen vom Defekt mit Fremdknochen und Einbringen einer zementierten Pfanne. Diese ist dabei nicht ganz ins Drehzentrum gebracht worden (roter Pfeil). Entsprechend ist das rechte Bein um ca. 1 cm kürzer (blaue Linie)

Abb. 3a, b: (a) Gleiche Patientin wie in Abb. 2, nun Lockerung der Pfanne ca. fünf Jahre nach erfolgtem Wechsel. (b) Aufbau des Pfannendefektes mit einem Tantalblock und einer zementierten Pfanne. Dadurch wurde das Drehzentrum rekonstruiert und die Beinlänge ausgeglichen.





**Abb. 4a-c:** Pfannenwanderung mit riesigem Defekt, kein Azetabulum mehr vorhanden, ebenso große Defekte im proximalen Femur. (4b) Konstruktionsplanung für eine Individual-Beckenteilersatz durch 3D-Druck. (4c) Implantation der Individualprothese und eines proximalen Femurs mit Rekonstruktion des Drehzentrums.

einer hochporösen Pfanne ausschließlich im Os ileum über einen Darmbeinzapfen und über eine Verschraubung mit einer Lasche. Beide Verfahren zeigen bei fehlendem hinteren Pfannenrand ähnliche Ergebnisse, wobei das Cup-and-Cage Konstrukt noch mit Blöcken kombiniert werden kann.

Als Sonderstellung fungiert die Beckendiskontinuität. Dabei besteht keine Verbindung mehr zwischen Os ileum und Os ischium. Diese Fälle stellen eine große Herausforderung dar. Bei chronischen Defekten im Rahmen einer Lockerung werden diese analog zu den hinteren Pfeilerdefekten mit einem Cup-and-Cage oder einer Kranialpfanne versorgt. Bei akut aufgetretenen Diskontinuitäten bei einer Fraktur kann ebenfalls eine Kranialpfanne verwendet werden. Alternativ wird eine Stabilisierung des Beckens mit einer Plattenosteosynthese und dann ein defektadaptierter Pfannenwechsel erfolgen.

Bei Pfannendefekten über IIIb mit Fehlen sämtlicher Pfeiler werden Sonderkonstruktionen erforderlich. Nach einer Computertomographie kann über ein 3D-Druck-Verfahren eine Individualprothese für den Patienten konstruiert werden. Diese erlaubt eine Rekonstruktion des anatomischen Drehzentrums und in der Regel eine gute Fixierung am Restknochen. Problematisch ist die Herstellungszeit von in der Regel sechs Wochen sowie die Kosten und die erhöhten Infektionsraten.

Individualprothesen bieten aber die Möglichkeit Patienten zu versorgen, welche früher in einer Girdlestone-Situation geendet hätten (Abb. 4a-c).

#### VORGEHEN AUF SCHAFTSEITE

Im Schaftbereich gilt es ebenfalls die Revisionsimplantate so klein wie möglich zu wählen, damit keine unnötige Verankerungsstrecke „verbraucht“ wird, welche bei weiteren Revisionen noch verwendet werden kann. Bei kleinen Defekten können Primärschäfte verwendet werden. Es darf aber dabei kein Kompromiss in Bezug auf die Verankerung erfolgen. Ein biologisches „Downgrading“ der Defekte im Schaftbereich ist schwieriger als im Pfannenbereich, da die Kräfte im Schaftbereich größer sind. Nur in Fällen mit Osteolysen im Femur bei noch vorhandenem Containment durch eine intakte Kortikalis kann mittels Impaction grafting eine Verkleinerung der Knochendefekte erreicht werden.

Bei größeren Defekten im Schaftbereich ist der Erhalt des Isthmus im Femurbereich von entscheidender Bedeutung. Dieser erlaubt die langstreckige diaphysäre Verankerung von längeren Schäften. Bei mäßigen Defekten können Monoblockschäfte oder modulare Schäfte verwendet werden. Vorteil der Monoblockschäfte sind, dass sie nicht brechen können und dass sie schneller zu implantieren sind. Beim modularen Schaft erfolgt zunächst die knöcherne Fixation in der Diaphyse mit einem langen Schaftanteil. Proximal können die Komponenten mit unterschiedlicher Länge und unterschiedlichem Offset auf die Schäfte fixiert werden, um eine biomechanisch optimale Rekonstruktion der Hüfte zu erreichen.

Bei geschwächtem Isthmus können diese Schäfte distal verriegelt werden, um eine bessere Primärstabilität zu erreichen bevor diese eingewachsen sind. Bei Fehlen des Isthmus ist eine sichere Fixation des Schaftes nicht mehr gegeben. In diesen Situationen muss in der Regel auf eine Durchsteckprothese zurückgegriffen werden. Es handelt sich um eine Variante des totalen Femurersatzes, bei dem eine vollgekoppelte Knieprothese implantiert wird. Der lange Femurschaft wird dann fest mit der femoralen Komponente der Knieprothese verbunden und durch das Femur gesteckt, was so wieder zu einer belastungsstabilen Situation führt.

#### FAZIT

Die Anzahl junger Patienten, welche einer Revision bedürfen, wird ansteigen und damit auch der Anspruch an das Gelenk. Eine subtile Analyse des Defektes mittels Röntgen und CT führt zu einer defektadaptierten Rekonstruktionsstrategie. Durch Tantalimplantate kann heutzutage häufig eine gute Verankerung und Rekonstruktion der Biomechanik auch bei komplexen Defekten auf Pfannenseite erreicht werden. Im Schaftbereich erlauben lange modulare Schäfte zum einen eine sichere Verankerung, zum anderen kann modular die Biomechanik an der Hüfte (Beinlänge und Offset) exakt rekonstruiert werden. Die Bruchraten sind bei modernen Implantaten sehr gering.

**PD Dr. Patrick Weber**  
**Prof. Dr. Hans Gollwitzer**  
Zentrum für Knie- und Hüftchirurgie  
ATOS Klinik München  
hans.gollwitzer@atos.de

# Alignment und Kinematik in der Hüftendoprothetik

Von Fritz Thorey

**Die Kinematik und das Alignment haben in den letzten Jahren auch in der Hüftendoprothetik deutlich an Bedeutung gewonnen. Ziel ist eine Rekonstruktion des Hüftgelenkes, durch die ein annähernd physiologischer Zustand erreicht werden kann. In Kombination mit minimalinvasiven Verfahren ermöglicht dies eine zügige Rehabilitation des Patienten und einen schnellen Rückgewinn der Lebensqualität.**

Die Implantation von Hüftendoprothesen gehört in Deutschland zu den häufigsten orthopädischen Gelenkeingriffen. Derzeit werden jährlich über 210.000 primäre Hüft-Totalendoprothesen eingesetzt, hinzu kommen ca. mehr als 35.000 Revisions-eingriffe am Hüftgelenk. Weiterhin ist die hüftendoprothetische Versorgung die erfolgreichste Operation in der Orthopädie, die in den meisten Fällen zu einer kompletten Schmerzbefreiung und Wiederherstellung der Gelenkfunktion führt. Daher wird im Rahmen der Hüftendoprothetik auch gerne der Begriff des „Forgotten Joints“ genutzt, da viele Patienten nach der Versorgung keinen Unterschied zur ursprünglichen Gelenkmechanik verspüren und faktisch vergessen, dass sie ein künstliches Hüftgelenk erhalten haben.

Durch fehlerhaftes Einsetzen der Prothese kann jedoch die ursprüngliche Biomechanik deutlich gestört werden. Daher sollte das Ziel dieses operativen Eingriffes eine möglichst anatomische Rekonstruktion des Gelenks sein, um muskuläre Dysbalancen zu vermeiden.

In der Endoprothetik des Hüftgelenkes gibt es daher verschiedene anatomische Zielgrößen, die bei der Planung des

operativen Eingriffes eingehalten werden sollten. Hierzu gehört die Pfannenposition (Inklination und Anteversion) im Becken, die Rekonstruktion des Hüftdrehzentrums, der Abstand des Hüftschaftes zum Drehzentrum (Offset) sowie die Beinlängenrekonstruktion, so dass es im weiteren Verlauf zu keinem Beckenschiefstand kommen kann.

Da seit einigen Jahren neben den geraden Standardschäften auch Kurzschaftprothesen implantiert werden, kommt zusätzlich noch der Rekonstruktion der Anteversion und Antetorsion des Hüftschaftes eine besondere Bedeutung zu. In den letzten Jahrzehnten hing die Rekonstruktion hauptsächlich von der Erfahrung des Operateurs ab. Hier zeigt sich jedoch in den letzten Jahren ein deutlicher Wandel, da neben der 2D-Planung einer Operation auch eine 3D-Planung möglich ist. So besteht die Möglichkeit, die Parameter vor dem operativen Eingriff zu rekonstruieren und anhand dieser Planung die Operation durchzuführen.

Mittlerweile gibt es bereits erste Ansätze, die Bewegung des zukünftigen Gelenkes zu simulieren, so dass gerade bei starken Fehlbildungen und knöchernen Verände-

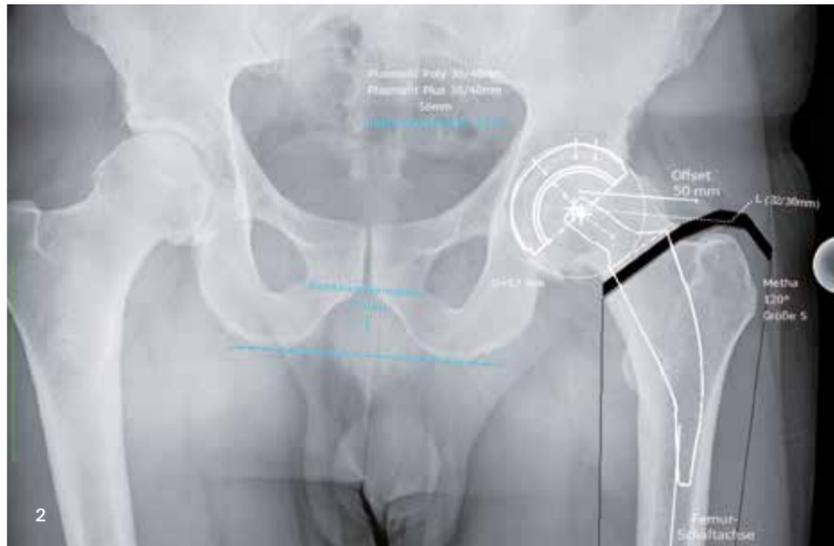


Prof. Dr. Fritz Thorey

rungen beispielsweise nach Unfällen eine möglichst physiologische Rekonstruktion des Hüftgelenkes möglich ist. Hier besteht unter anderem auch die Möglichkeit, eine Optimierung des Bewegungsausmaßes zu erreichen, so dass es im weiteren Verlauf zu keinem Anschlag des Hüftgelenkes (Impingement) kommen kann und Luxationen vermieden werden können.

In der Vergangenheit gab es einige Versuche, die Positionierung des Hüftschaftes und der Hüftpfanne durch Roboternavigation zu unterstützen, die sich bis heute jedoch nicht komplett etablieren konnten. Neuere Ansätze kombinieren Navigation und Robotik, so dass hier möglicherweise weitere Verfahren zur präzisen Pfannenpositionierung gefunden werden können. Aktuell nutzen die meisten Operateure zur optimalen Pfannenpositionierung und Schaftgrößenwahl eine intraoperative Röntgenkontrolle, um die geplante Prothesenlage zu erreichen.

Abweichungen von den oben genannten Parametern führen in der Regel zu klinischen Symptomen, die neben einem hinkenden Gangbild – beispielsweise bei einer Beinlängendifferenz – zu Beckenver-



**Abb. 1:** Planungsskizze einer Hüftendoprothesen-Implantation mit Standardschaft. Neben den Implantatgrößen sind das Offset, die Schaftachsen, die Beinlängenkorrektur und das Drehzentrum zu sehen.

**Abb. 2:** Planungsskizze einer Hüftendoprothesen-Implantation mit Kurzschaft.

kippung mit ISG-Problemen (Iliosakralgelenk) und muskulären Dysbalancen führen können. In der Regel führt dieses zu einer deutlichen Unzufriedenheit der betroffenen Patienten, die dadurch in der Lebensqualität deutlich eingeschränkt sind.

### DAS FEMORALE OFFSET

Das femorale Offset beschreibt den Abstand zwischen dem Drehzentrum des Hüftkopfes und der Femurschaftachse. Dabei wird vom Drehzentrum ein Lot nach lateral gefällt und der Schnittpunkt mit der nach proximal verlängerten Femurschaftachse gebildet (Abb. 1). Das femorale Offset definiert ebenfalls den Hebelarm der beckenstabilisierenden Muskulatur stark. Bei erhöhtem Offset, d. h. vergrößertem Abstand zwischen Drehzentrum und Schaftachse, ist der Hebelarm deutlich vergrößert. Ist das Offset deutlich reduziert, ist dadurch der Hebelarm deutlich verringert, so dass mehr Kraft für die gleiche Stabilisierung notwendig ist. Ebenfalls besteht bei einem verringerten Offset die Möglichkeit, dass es zu einem knöchernen Anschlag (Impingement) bei ausladenden Bewegungen kommen kann. Hierdurch verringert sich das Bewegungsausmaß des Hüftgelenkes deutlich. Das Offset hat außerdem einen deutlichen Einfluss nach endoprothetischer Versorgung. Bei einem sehr hohen Offset erhöht sich deutlich die Kraft, die auf dem Konus und auf dem Implantat lastet. Im Extremfall kann es sogar dazu kommen, dass die Prothese bei falscher Schaftwahl nach medial kippt oder dass das Implantat bricht. Dank der neueren Implantate und Materialien ist dieses Risiko deutlich minimiert worden.

### BEINLÄNGE

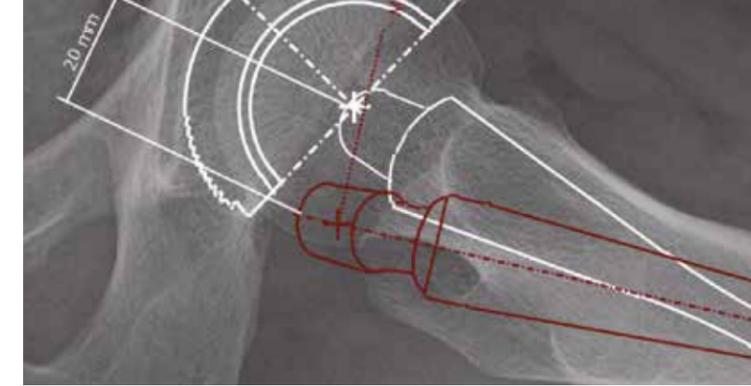
Vor dem operativen Eingriff ist eine korrekte Planung der Schaft- und Pfannenposition unumgänglich, um neben den anderen gewünschten Parametern eine gleiche Beinlänge zu erhalten. Charakteristischerweise kommt es während einer

Arthrosebildung zu einer Beinverkürzung durch Verlust des Gelenkknorpels. Diese kann wenige Millimeter bis teilweise über einen Zentimeter betragen. Bei vielen Patienten fällt dadurch ein deutlich hinkendes Gangbild auf. Ebenfalls ist bei einseitig betroffenen Patienten eine erhöhte Irritation im Bereich des Iliosakralgelenkes (ISG) zu finden, was ebenfalls zu Beschwerden führen kann. Dieses Patientengut klagt neben den typischen Schmerzen in der Leistenregion auch über Schmerzen im Bereich des hinteren Beckens, in Höhe des Iliosakralgelenkes und des lumbosakralen Überganges, die teilweise mittherapiert werden müssen. Daher ist es wichtig, die Beinlänge zu rekonstruieren (Abb. 1). Sollte dies aus anatomischen Gründen oder aufgrund von Voroperationen oder Unfällen nicht möglich sein, muss die Beinlänge ggf. mittels orthopädischer Hilfsmittel

ausgeglichen werden, um eine korrekte Beckenstellung zu erreichen.

### BECKENKIPPUNG

Die Beckenkippung ist in der Regel eine Folge der Arthrose des Hüftgelenkes. Aufgrund der Arthrose verlieren die meisten Patienten vorerst die Möglichkeit, eine volle Streckung des Gelenkes durchzuführen. Dieses lässt unbewusst das Becken nach vorne kippen (ventraler Tilt), was zu Folgestörungen im Bereich des lumbosakralen Überganges und des Iliosakralgelenkes führen kann. Bei Patienten mit Beschwerden im Bereich der Lendenwirbelsäule können diese dadurch deutlich verstärkt werden. Wichtig ist hierbei, dass neben einem vollen Bewegungsausmaß auch der Beckenradstand durch einen korrekten Ausgleich der Beinlänge erreicht werden wird.



**Abb. 3:** Planung in der axialen Ebene. Es zeigt sich eine Differenz von 2 cm zwischen dem Drehzentrum des Hüftkopfes beim Kurzschaft und Standardschaft, die teilweise durch eine Torsion des Standardschaftes kompensiert werden kann.

Aktuell gibt es verschiedene Studien, die die physiologische Beckenkippung beim Stehen und Sitzen untersuchen. Sie hat ebenfalls einen Einfluss auf die Positionierung der Hüftpfanne. Insbesondere bei Bevölkerungsgruppen im asiatischen Raum zeigt sich, dass hierbei die Varianz im Stehen und Liegen sehr hoch sein kann, was die Positionierung der Pfanne deutlich erschwert. In Europa findet sich in der Regel nur eine kleine Differenz. Daher ist es essenziell, sowohl einen Beckengeradstand als auch eine physiologische Kippung des Beckens zu erreichen. In der Regel bilden sich Beschwerden, die durch eine falsche Beckenstellung entstehen, nach einer endoprothetischen Versorgung der Hüfte zurück, wenn die Bewegung des Beckens durch die freie Beweglichkeit des Hüftgelenkes wieder reduziert wird.

### DREHZENTRUM

Das Drehzentrum des Hüftgelenkes beschreibt die Mitte des Hüftkopfes in seiner physiologischen Form. Über dieses Drehzentrum werden die Hüftbeugung, Streckung, Innen- und Außendrehung sowie die Abspreizung und Anspreizung durchgeführt. Eine Veränderung dieses Drehzentrums beeinflusst in der Regel den Offset und hat dadurch negative Auswirkungen auf den Hebelarm des Hüftgelenkes. Daher sollte der Operateur bestrebt sein, eine gute Rekonstruktion des Drehzentrums durchzuführen (Abb. 1). Dies hängt natürlich stark davon ab, ob die anatomischen Verhältnisse es ermöglichen. Im Falle einer Hüftdysplasie mit verminderter Überdachung des Hüftkopfes kann es mitunter nötig sein, dieses zu medialisieren, um eine gute Verankerung der Pfannenkomponente zu erreichen. Die Rekonstruktion des Drehzentrums hängt ebenfalls sehr stark mit der Positionierung der Hüftpfanne zusammen, die im Falle einer Fehllage ebenfalls zu Beschwerden führen kann. In einigen Fällen ist es auch gewünscht, das Drehzentrum

gezielt zu verändern, um beispielsweise eine Fehllage und Fehlstellung des Beckens und der Pfanne zu korrigieren.

### POSITIONIERUNG DER HÜFTPFANNE

Bei der Positionierung der Hüftpfanne ist neben der Rekonstruktion des Drehzentrums auch auf die Stellung und Öffnung der Pfanne zu achten (Abb. 1). Hierbei spricht man von der sogenannten Inklination (Öffnung der Hüftpfanne nach außen) und der Anteversion (Öffnung der Hüftpfanne nach vorne). Seit Jahren gibt es Orientierungswerte der Pfannenpositionierung, die sich nach den sogenannten Lewinnek-Zonen richten. Diese wurden für die Inklination mit  $40^\circ \pm 10^\circ$  und für die Anteversion mit  $15^\circ \pm 10^\circ$  beschrieben.

Man geht davon aus, dass Pfannen, deren Positionierung sich in diesen Zonen befindet, eine sichere Hüftstabilität erreichen, so dass das Risiko einer Luxation des Hüftkopfes minimiert wird.

In den letzten Jahren gibt es jedoch biomechanische Ansätze zur Modifizierung der Lewinnek Zonen. Hierbei werden für die Positionierung der Pfanne die individuelle Beckenkippung und lumbosakrale Orientierungen einbezogen. Generell kann aber davon ausgegangen werden, dass die Positionierung der Pfannen innerhalb der Lewinnek Zonen liegen sollte.

Auf die Stabilität des neuen Gelenkes hat ferner der Kopfdurchmesser einen großen Einfluss. Aktuell werden Hüftköpfe mit Durchmessern zwischen 28 mm und 36 mm implantiert. Je größer der Kopfdurchmesser, desto stabiler ist das Hüftgelenk und desto geringer das Risiko einer Luxation.

### SCHAFTPOSITIONIERUNG

Bei der Schaftpositionierung gibt es zwei unterschiedliche Konzepte, die mit der Charakteristik des Hüftschaftes zusam-

menhängen. Hier unterscheidet man zwischen einer Standardschaft-Versorgung (Abb. 1) oder einer Kurzschaft-Versorgung (Abb. 2), die dem Schenkelhals folgt. Bei der Standardschaft-Versorgung, die in den letzten Jahrzehnten erfolgreich eingesetzt wurde, muss zur Rekonstruktion des Femurkopfmittelpunktes eine Drehung des Schaftes erfolgen. Beim Erwachsenen beträgt die normale Anteversion ca.  $12^\circ$ , d. h. im Fall einer operativen Versorgung mit einem Standardschaft muss diese durch Drehung des Schaftes nach vorne ausgeglichen werden. Dieses ist jedoch nur eingeschränkt möglich. Zusätzlich besteht neben der Drehung noch eine Kippung des Schenkelhalses nach vorne (Anteversion). Diese macht den Ausgleich des ursprünglichen Drehzentrums des Femurkopfes bei der Verwendung eines Standardschaftes deutlich schwieriger (Abb. 3).

Das Prinzip der Kurzschaft-Versorgung bezieht sich auf eine komplette Rekonstruktion des originalen Mittelpunktes des Femurkopfes mit proximaler Verankerung des Schaftes im Femur. Hierbei sind die Hüftschaften deutlich verkürzt, folgen dem ursprünglichen Schenkelhals (Anteversion) und benötigen daher keine Drehung (Torsion) des Implantates. Dabei kann in fast allen Fällen das Drehzentrum rekonstruiert werden.

Es gibt hierfür Schaftsysteme unterschiedlicher Hersteller, die sich vom Design ähneln und ein Verankerungsprinzip im oberen Anteil des Femurs haben. Um den Einfluss der unterschiedlichen Schaftsysteme zu untersuchen, haben bereits einige Forschergruppen diese mittels Finite-Elemente-Analysen untersucht. Dabei konnte gezeigt werden, dass eine annähernd physiologische Weichteilspannung mit den meisten Kurzschaftsystemen erreicht werden kann, wohingegen die Standardschaften zu unterschiedlichen Spannungsverhältnissen führen können.



**Abb. 4:** Planung in der axialen Ebene. Es zeigt sich eine Differenz von 2 cm zwischen dem Drehzentrum des Hüftkopfes beim Kurzschaft und Standardschaft, die teilweise durch eine Torsion des Standardschaftes kompensiert werden kann.

In Kombination mit einem muskelschonenden minimalinvasiven Vorgehen scheint dieses die Methode der Wahl zu sein, um die Patienten zügig zu rehabilitieren und schmerzfrei in den Alltag zu entlassen.

#### PRÄOPERATIVE PLANUNG

Die präoperative Planung besteht in der Analyse des Röntgenbildes des betroffenen Patienten. Hierbei werden alle oben beschriebenen, einzelnen Parameter in die Planung miteinbezogen, um eine physiologische Rekonstruktion zu erreichen (Abb. 1, 2 und 3). Dieses Vorgehen hat sich mittlerweile als Standard durchgesetzt und sollte von fast allen Operateuren digital durchgeführt werden. Voraussetzung sind hierbei Standard-Röntgenbilder des Beckens, auf dem sich ein sogenannter Referenzkörper findet. Mithilfe des Referenzkörpers kann das Bild kalibriert werden, so dass neben der Rekonstruktion der einzelnen Parameter auch die Implantatgrößen bestimmt werden können. Mittlerweile bieten auch einige Systeme eine 3D-Planung bzw. die Planung einer weiteren Ebene des Hüftschafes an. Insbesondere bei der Kurzschaftversorgung ist dieses sinnvoll, um die Anteversion des Schenkelhalses in Bezug auf die Fe-

murschaftachse zu analysieren und eine korrekte Lage des Implantates zu planen (Abb. 4). Viele Operateure verifizieren ihre Planung intraoperativ mit einer Röntgenkontrolle, um ein bestmögliches Ergebnis für den Patienten zu erreichen.

#### FAZIT

Die Kinematik und das Alignment der Kinematik hat auch im Hüftgelenkbereich deutlich an Bedeutung gewonnen. Insbesondere die Rekonstruktion des Hüftgelenkes (Offset, Beinlänge, Beckenstellung, Drehzentrum, Positionierung der Pfanne und des Schafes) hat einen deutlichen Einfluss auf die Zufriedenheit des Patienten nach dem operativen Eingriff. Dieses kann heutzutage durch eine korrekte präoperative Planung des operativen Eingriffes erfolgen. Verbindet man dies mit minimalinvasiven Zugangsmethoden, ermöglicht dieses eine schnellstmögliche Rehabilitation des Patienten und eine sehr hohe Zufriedenheit.

**Prof. Dr. Fritz Thorey**  
HKF - INTERNATIONALES ZENTRUM  
FÜR ORTHOPÄDIE  
ATOS Klinik Heidelberg  
fritz.thorey@atos.de

# Das Rotationsalignment von Knie-Total-Endoprothesen in der 3D Ganganalyse

Von Michael W. Maier und Rudi G. Bitsch

**In der internationalen Literatur besteht weitgehende Übereinkunft darüber, dass bei der endoprothetischen Versorgung des Kniegelenkes ein möglichst anatomisches (prä-arthrotisches) Alignment und eine möglichst physiologische Kinematik erreicht werden soll. Es existiert jedoch auch eine kontrovers geführte Debatte darüber, mit welchen Techniken und Implantaten dieses Ziel am zuverlässigsten erreicht werden kann.**

**Vor diesem Hintergrund haben wir bei Patienten mit beschwerdehaften Knieprothesen zusätzlich zum klinischen und radiologischen Analysealgorithmus dreidimensionale Ganganalysen durchgeführt und sind dabei auf klinisch relevante Ergebnisse gestoßen (1).**



Prof Dr. Rudi G. Bitsch

#### Literatur:

1. Maillot C, et al. Modern cup alignment techniques in total hip arthroplasty: A systematic review. *Orthop Traumatol Surg Res* (2019)
2. Bahl JS, et al. Biomechanical changes and recovery of gait function after total hip arthroplasty for osteoarthritis: a systematic review and meta-analysis. *Osteoarthritis Cartilage* (2018)
3. Lunnab DE, et al. Hip kinematics and kinetics in total hip replacement patients stratified by age and functional capacity. *Journal of Biomechanics* (2019) Volume 87, 18 April 2019, p. 19–27
4. Tezuka T, et al. Functional Safe Zone Is Superior to the Lewinnek Safe Zone for Total Hip Arthroplasty: Why the Lewinnek Safe Zone Is Not Always Predictive of Stability. *J Arthroplasty* (2019)
5. Eschweiler J, et al. Biomechanische Modellierung und ihre Bedeutung für die Hüftendoprothetik. *Der Orthopäde* (2019)
6. Ewerbeck V, et al.: Hüfte und Oberschenkel: Hüftendoprothetik (1). Standardverfahren in der operativen Orthopädie und Unfallchirurgie. Thieme (2014)

Die Versorgung von Kniegelenken mit Endoprothesen gehört zu den erfolgreichsten orthopädischen Operationsmethoden mit exzellenten Langzeitergebnissen. Leider zeigt die Literatur trotzdem einen relativ hohen Anteil an Patienten mit persistierenden Schmerzen nach der Implantation von totalen Knieendoprothesen, der zwischen 8,0 – 26,5% je nach Studie angegeben wird. Damit wird bei den Knien ein deutlich schlechteres Ergebnis erreicht als nach der Implantation von Hüftendoprothesen (2).

Analysiert man diese Ergebnisse weiter, so verbleibt nach dem Ausschluss von Infektionen, Implantatlockerungen und Instabilitäten sowie Materialversagen ein relativ hoher Anteil an Patienten mit unklarer Schmerzursache. In den letzten Jahren wurde die Rotationsabweichung des Knieprothesen-Alignments in verschiedenen Publikationen immer wieder als kritischer Faktor bestätigt, der solche Schmerzzustände verursachen kann (3).

Die 3D-Bildgebung mit einer Computertomographie ist notwendig, um diese Problematik in der klinischen Untersuchung zu adressieren und gehört in der ATOS Klinik Heidelberg, wie in vielen anderen Zentren,

zum diagnostischen Standard (4). Die bekanntesten CT-Untersuchungsprotokolle sind die nach Berger und Perth (5). Dabei handelt es sich um statische radiologische Methoden, welche am entlasteten Bein durchgeführt werden.

Um in dieser Problematik zu neuen Erkenntnissen zu kommen, setzten wir mit der instrumentierten dreidimensionalen Ganganalyse ein zusätzliches dynamisch-funktionelles Diagnostikum ein und legten erstmals neben der Gelenkinematik in der Sagittal- und Frontalebene einen Fokus auf die Gelenkrotation in der Transversalebene.

#### PATIENTEN UND METHODE

In unserer Studie wurden 12 überwiesene Patienten mit beschwerdehaften Knieprothesen eingeschlossen (n=12, 7 Frauen, 5 Männer) mit einem Durchschnittsalter von 63,3 Jahren (SD ±11,4). Es bestand eine durchschnittliche Nachuntersuchungszeit von 18,5 Monaten nach der Erstimplantation der Knieprothesen. Alle Prothesenimplantationen wurden aufgrund einer fortgeschrittenen Gonarthrose und nicht in unserem Haus durchgeführt. Alle Patienten litten unter persistierenden Schmerzen und einem reduzierten Bewegungsaus-

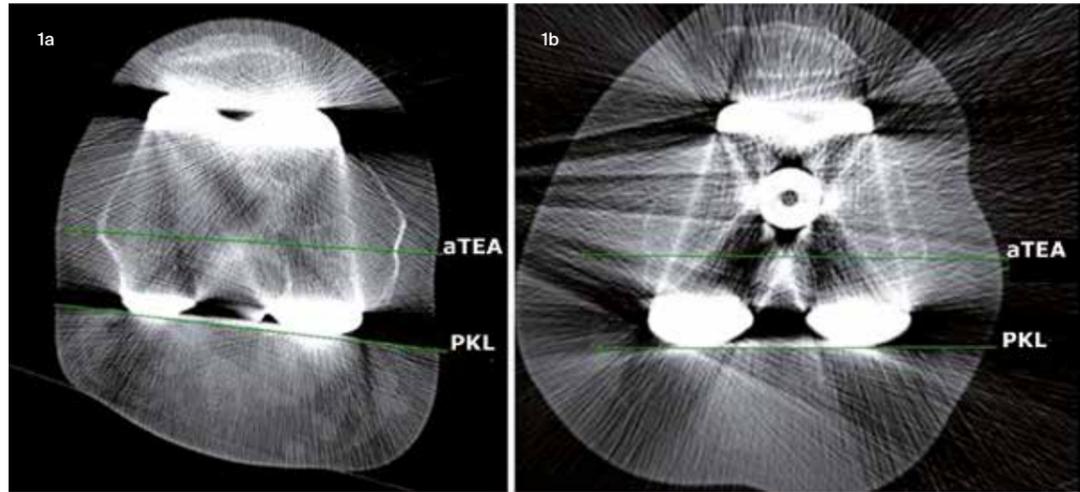


Abb. 1a, b: Auswertung nach dem Berger Protokoll für zwei femorale Knieprothesenkomponenten. Links mit vermehrter Innenrotation, rechts mit regelhaftem Alignment. aTEA: Anatomische Transepikondylenachse, PKL: Posteriore Kondylarlinie.

maß ihres künstlichen Kniegelenkes. Eine Infektion, Lockerung, Instabilität und ein Materialversagen wurden im Vorfeld ausgeschlossen.

Neben unserem klinischen Diagnose-Algorithmus inklusive der Durchführung der Rotationsbestimmung mit einer Computertomographie erfolgte die instrumentierte 3D Ganganalyse am Motion Lab der Heidelberger Universitätsklinik.

Als Vergleichsgruppe wurde ein bezüglich des Alters und Geschlechts gematchtes gesundes Vergleichskollektiv gewählt. Das Votum des lokalen Ethikkomitees wurde eingeholt.

### BERGER-PROTOKOLL

Die radiologische Rotationsauswertung erfolgte nach dem Berger Protokoll und unter Berücksichtigung der geschlechtsspezifischen Normalwerte (6). Berger et al. konnten bereits 1998 in ihrer Untersuchung ein Fehlgleiten der Patella mit Subluxation bei einer kombinierten Innenrotation (femoral und tibial) der Knieprothesen von 3 – 7 Grad feststellen. Bei 7 – 17 Grad Rotationsabweichung wurde über eine verstärkte Symptomatik mit lateraler Instabilität berichtet (Abb. 1).

### 3D GANGANALYSE

Die instrumentierte 3D Ganganalyse erfolgte nach einem standardisierten Protokoll und wurde immer von dem gleichen Untersucher durchgeführt. Sie beinhaltete eine körperliche Untersuchung, eine Videoanalyse und die kinematische Analyse. Die kinematische Analyse erfolgte mit einem 12 Kamera Vicon-System (Oxford Metrics, Oxford UK). Die Patienten wurden mit passiven Bewegungsmarkern nach dem konventionellen Ganganalyse Protokoll nach Kadaba et al. ausgestattet (7). Es folgte die Erhebung von Raum-Zeit-Parametern und der kinematischen Parameter der betroffenen Seite sowie der Gegenseite. In der sagittalen Ebene wurde die Funktion der Kniegelenke beurteilt und in der transversalen Ebene die Rotation der unteren Extremitäten über den Gangzyklus ermittelt.

### STATISTIK

Die statistische Analyse erfolgte mit SPSS (IBM, Armonk, USA). Der Gruppenvergleich wurde mit dem Student's t-test für die parametrischen und mit dem Mann-Whitney U-test für die nicht-parametrischen Daten durchgeführt. Zusätzlich wurde eine Korrelationsanalyse nach Pearson für die Rotationsdaten durchgeführt.

### ERGEBNISSE

Die Funktionsanalyse der Raum-Zeit-Parameter zeigte im Vergleich zwischen der Patientengruppe mit Schmerzen und der gesunden Vergleichsgruppe für die erste Gruppe eine signifikant reduzierte Schrittgeschwindigkeit, eine reduzierte Schrittlänge und weniger Schritte pro Minute bei erhöhter Schrittdauer.

Die Beweglichkeitsanalyse der betroffenen Seite im Vergleich zur kontralateralen Seite zeigte eine reduzierte Standphasenbeugung und damit Stoßdämpfer-Funktion und eine deutlich reduzierte Schwungphasenbeugung der künstlichen Gelenke (Abb. 2).

Die Rotationsanalyse der endoprothetisch ersetzten Seite zeigte eine signifikant vermehrte Außenrotation der Tibia ( $-16,9^\circ \pm 8,1^\circ$ ) zur sagittalen Femurachse und damit vermehrte Innenrotation der Endoprothese ( $11,9 \pm 10,9$ ) (Tabelle 1).

Sowohl die endoprothetisch ersetzte Seite als auch die kontralaterale Seite der schmerzhaften Knieprothesenpatienten zeigten eine vermehrte Außenrotationsstellung der Hüfte und kompensierend eine vermehrte Innenrotationsstellung der

Sprunggelenke im Vergleich zum gesunden Kollektiv, wobei die Beckenrotation und Fußausrichtung keinen Unterschied aufwies (Abb. 3).

Die Korrelationsanalyse der Rotationsdaten erbrachte eine starke negative Korrelation zwischen der Rotation der Sprunggelenke in der Ganganalyse und der tibialen Rotation im Berger Protokoll der CT Analyse ( $PCC = -0,714$ ,  $p = 0,009$ ).

### LIMITIERENDE FAKTOREN DER STUDIE

Unsere Studie wurde durch verschiedene Faktoren limitiert, so wurde nur eine relativ geringe Patientenzahl analysiert und eine gematchte Kontrollgruppe verwendet. Weiterhin fehlte ein direkter prä- versus post-operativer Vergleich und die Rotations-CT Bestimmung des Hüft- und oberen Sprunggelenkes. Trotz dieser Einschränkungen erbrachte unsere Pilotstudie klinisch interessante und relevante Ergebnisse und ist unseres Wissens die erste Studie, die radiologische, klinische und ganganalytische Rotationsdaten von Knieprothesen verglich.

### FAZIT

Offenbar gibt es ein Patientenkollektiv mit einem erhöhten Risiko für Rotationsabweichungen bei der Implantation von Knieendoprothesen und damit für persistierende Schmerzzustände. Merkmale dieser Patientengruppe bestanden in unserer Untersuchung in einer vermehrten Außenrotationsstellung des Hüftgelenkes und in einer kompensatorisch vermehrten Innenrotationsstellung des Sprunggelenkes.

Es ist leicht vorzustellen, dass die vermehrte Innenrotationsstellung des Sprunggelenkes gegenüber der Tibia zu einem ebenso vermehrt innenrotierten zweiten Strahl des Fußes führt. Richtet nun ein unerfahrener Operateur die Tibia-Komponente der Knieprothese allein nach diesem zweiten Strahl aus, so kann dies zur Innenrotationsabweichung der Prothese führen und damit dauerhafte Schmerzen verursachen.

Bei der Knieprothesenimplantation unserer Patienten erfolgt deshalb vor Indikationsstellung zur Prothese eine sorgfältige klinische Evaluation der Rotationspara-

meter der gesamten unteren Extremität. Weiterhin wird bei der Implantation ein größerer Wert auf die kniegelenksnahen anatomischen Landmarken gelegt.

Weitere Studien, die klinische Parameter mit CT-Messungen und mit Ganganalysedaten vergleichen, sind notwendig, um diese Zusammenhänge zu bestätigen und um stärker belastende Tätigkeiten wie zum Beispiel das Treppensteigen zu analysieren.

**Prof. Dr. Michael W. Maier**  
Zentrum für Orthopädie, Unfallchirurgie  
und Paraplegiologie  
Universität Heidelberg

**Prof. Dr. Rudi G. Bitsch**  
DEUTSCHES GELENKZENTRUM HEIDELBERG  
ATOS Klinik Heidelberg  
rudi.bitsch@atos.de

Anmerkung:  
Unser besonderer Dank gilt an dieser Stelle dem Motion Lab der Heidelberger Universitätsklinik unter Herrn Prof. Dr. rer. nat. Sebastian Wolf.

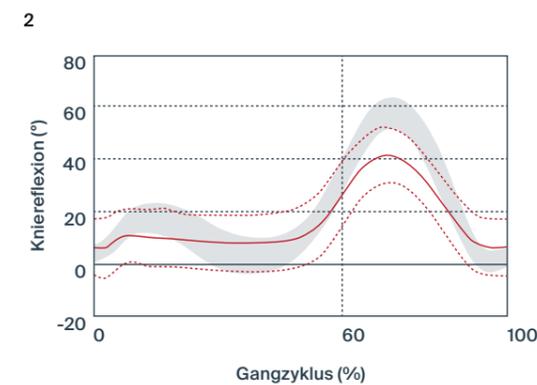


Abb. 2: Knieflexion während des Gangzyklus und die sagittale Kinematik der endoprothetisch versorgten Extremität. Durchschnittswerte und Standardabweichung der Studiengruppe (rot) und der Vergleichsgruppe (grau).

Abb. 3a, b: (a) Rotation des Sprunggelenkes und (b) des Hüftgelenkes während des Gangzyklus. Durchschnittswerte und Standardabweichung des Prothesenbeines der Studiengruppe (rot), des gesunden Beines der Studiengruppe (blau) und der Vergleichsgruppe (grau).

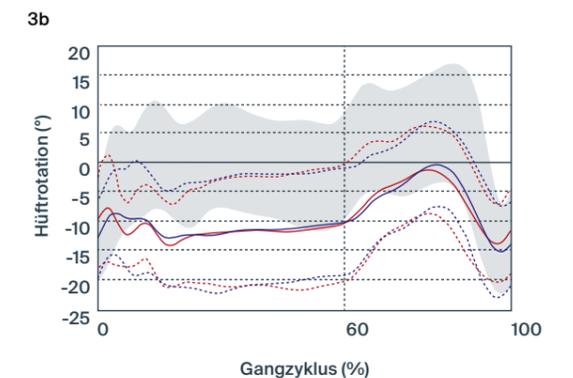
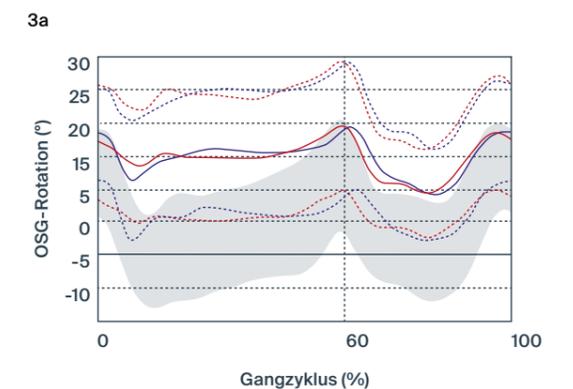


Tabelle 1: Klinische und radiologische Untersuchungsparameter der Studienpatienten.

Patient	Körperliche Untersuchung			CT nach Berger Protokoll			
	Bewegungsausmaß (°) KTEP	Femorale Antetorsion (°)	Tibiale Torsion (°)	Femorale Rotationsabweichung (°)	Tibiale Rotationsabweichung (°)	Kombinierte Rotation (°)	
1	0/0/70	70	0	-14	-0,1	-6,9	-7
2	0/5/105	100	10	-23	-5,2	-2,2	-7,4
3	0/2/80	78	5	-8	0	0	0
4	0/0/55	55	10	-22	0	6,2	6,2
5	0/18/100	82	0	-17	-4,5	11,7	7,2
6	0/5/110	105	15	-30	-3,8	14,3	10,5
7	0/5/105	100	15	-10	1,6	15,2	16,8
8	0/5/95	90	-5	-4	0,6	16,4	17
9	0/15/80	65	10	-20	-3	16,7	13,7
10	0/30/100	70	-	-10	-0,4	18,1	17,7
11	0/0/110	110	10	-28	-5,5	22,8	17,3
12	0/15/50	35	-	-17	3,5	30,8	34,3

Rotationsabweichung: Positive Werte repräsentieren eine vermehrte Innenrotation, negative Werte eine vermehrte Außenrotation der Prothesenkomponenten.

## Literatur:

1. Maier, M.W., et al., Three dimensional gait analysis in patients with symptomatic component mal-rotation after total knee arthroplasty. Int Orthop, 2019. 43(6): p. 1371-1378.
2. Beswick, A.D., et al., What proportion of patients report long-term pain after total hip or knee replacement for osteoarthritis? A systematic review of prospective studies in unselected patients. BMJ Open, 2012. 2(1): p. e000435.
3. Nicoll, D. and D.I. Rowley, Internal rotational error of the tibial component is a major cause of pain after total knee replacement. J Bone Joint Surg Br, 2010. 92(9): p. 1238-44.
4. Michalik, R., et al., [Anterior knee pain after total knee arthroplasty : Causes, diagnosis and treatment]. Orthopade, 2016. 45(5): p. 386-98.
5. Valkering, K.P., et al., Effect of rotational alignment on outcome of total knee arthroplasty. Acta Orthop, 2015. 86(4): p. 432-9.

# Die anatomische Prothese des Kniegelenkes: Nahe am normalen Kniegelenk?

Von Hajo Thermann

**Eine weitere Verbesserung der Ergebnisse der Knieendoprothetik könnte über neuere kinematische Konzepte erfolgen. Eine wichtige Rolle spielen dabei die Kreuzbänder, da ihr Fehlen die Kniekinematik verändert, sowie die Kopplung zwischen Tibia und Femur. Neue Prothesendesigns gehen darauf ein und nähern sich auch in ihrer Form der natürlichen Knieanatomie.**



Prof. Dr. Hajo Thermann

Die Geschichte der Endoprothetik des Kniegelenkes ist eine Erfolgsgeschichte. Aus den anfänglichen Scharniergelenken entwickelten sich zunehmend Prothesen, welche die kinematische Funktion des Kniegelenkes zu erhalten versuchen und den funktionellen Strukturen des Kniegelenkes nach und nach angepasst wurden und immer noch werden.

In der heutigen Gesellschaft geben sich große Teile der Patienten nicht mehr mit einem schmerzfreien Kniegelenk, egal welcher Beweglichkeit und welcher Mechanik, zufrieden. Zumindest in der westlichen Welt mit gehobeneren Ansprüchen, möchten gerade Patienten im mittleren Alter, trotz schwerster Knorpelzerstörung und Einschränkung der Beweglichkeit, wieder zurück zu ihren Freizeitaktivitäten.

In der neueren Entwicklung der Kinematik der Knieendoprothesen haben sich zwei konkurrierende Modelle in den letzten Jahren etabliert. Das eine ist die kreuzbänderhaltende Prothese (hinteres Kreuzband erhaltende Prothese). Das zweite ist die posterior stabilisierende Prothese mit Resektion des vorderen und hinteren Kreuzbandes. Bei beiden Prothesen wird das vordere Kreuzband reseziert.

Ohne im Einzelnen auf die seit Anbeginn dauernden Diskussionen über die Superiorität einer der Design-Formen einzugehen, gibt es jedoch auch Gemeinsamkeiten. Eine dieser Gemeinsamkeiten ist, dass die Radien des Femurs medial und lateral – im Gegensatz zum normalen Kniegelenk – gleich sind. Unter diesem Aspekt ist bezüglich des Designs der Prothesen ein weiterer Wettbewerb zwischen Single-Radius und multiplem Radius vorhanden.

Aufgrund der Kopplungsmechanismen zwischen Tibia und Femur zeigt sich, mit oder ohne Kreuzband, ein kinematisch unterschiedliches Muster. Die „Posterior Stabilized“ Prothese ist ein „vorderes und hinteres Kreuzband defizientes Knie“, welches bis 90 Grad eine paradoxe Bewegung des Femurs hat und leicht nach vorne geht. Im Gegensatz zum normalen Knie hat dieses bei über 90 Grad einen lateralen Pivot, sprich ein laterales Drehmoment mit abnormer Rotation nach posterior und Translation des Femurs. Im Bereich des patellofemorales Gelenkes kommt es zu medio-lateralen Scherkräften. Insgesamt überzeugt das Knie durch eine sehr gute Beugung aufgrund der Resektion des hinteren Kreuzbandes. Es ergibt sich jedoch eine Instabilität in

der Mittelphase der Bewegung, die von verschiedenen Patienten unterschiedlich bewertet wird. Das Gros der amerikanischen Patienten mit deutlichem Übergewicht und geringer Aktivität empfindet diese Art von Prothese als sehr funktionell, da die Beweglichkeit gut erhalten ist und die Beugung gut wiederhergestellt wird. Eine Schwachstelle ist jedoch die erhebliche Belastung des Zapfens im Kasten, der gerade bei nicht ausreichend balancierten Kniegelenken einer Hebefunktion mit erhöhtem Abrieb ausgesetzt ist.

Die CR – „Cruciate Retaining“ – Prothese (Abb. 1a,b) mit Erhalt des hinteren Kreuzbandes weist eine komplett andere Kinematik auf. Hierbei handelt es sich nur um ein „vorderes Kreuzband defizientes Knie“. Es gibt kein „Roll Back“, wie es im normalen Knie der Fall ist, sondern ein „Vorwärtsrollen“ des Femurs in der Flexion. Die tibiale Rotation ist falsch und durch das Fehlen des vorderen Kreuzbandes gibt es kein genaues Rotationszentrum, sondern es ist variabel.

Der Vorteil dieser Prothese ist eine gute Stabilität auch in der Mittelphase der Bewegung. Bei Verkürzungen des hinteren Kreuzbandes kommt es jedoch häufig zu

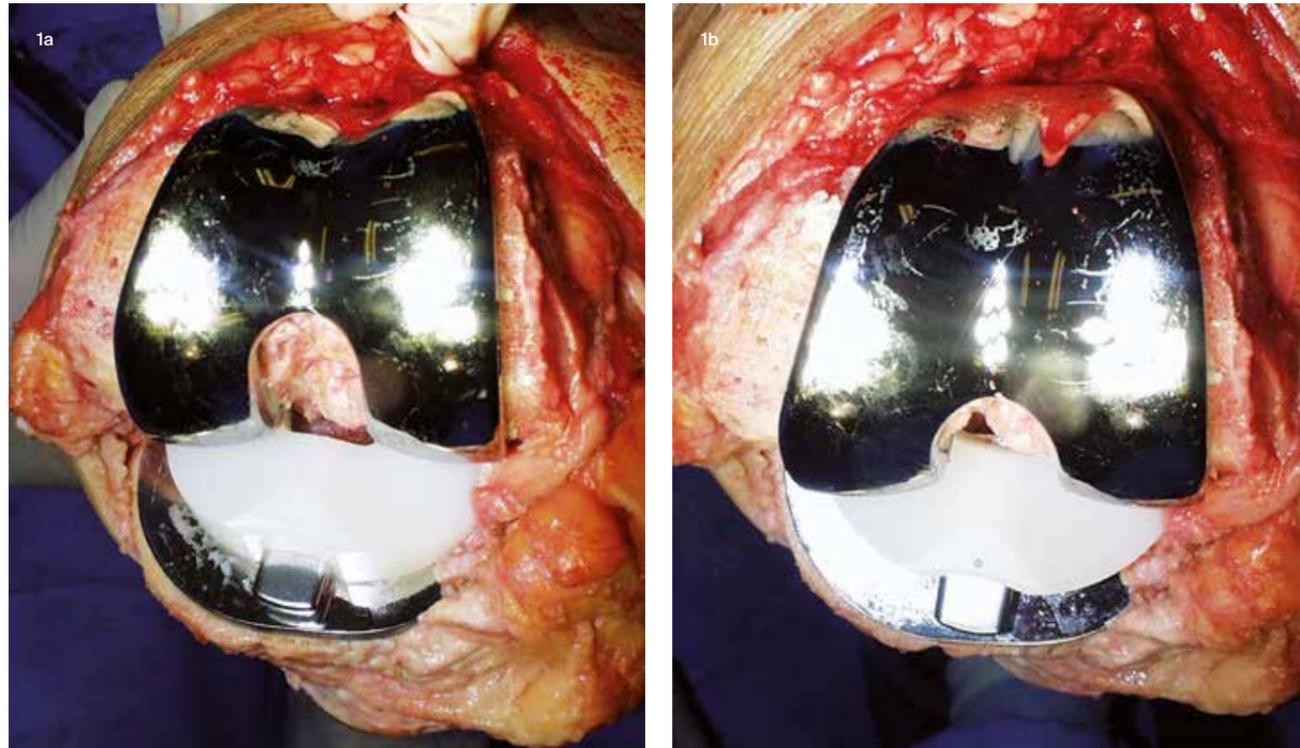


Abb. 1a, b: „Cruciate Retaining“-Prothese Innex® mit zusätzlicher AP Translation

einer deutlichen Einschränkung der endgradigen Beugung. Dies hängt auch damit zusammen, dass vom Operateur ein tibiales Offset (Abstand/Absatz) „nicht optimal wiederhergestellt“ wird. Ein weiterer Vorteil ist aber, dass aufgrund der großen Kontaktfläche bei Rotation und Translation der Polyethylen-Abrieb, zumindestens in den Laboruntersuchungen, geringer sein soll und damit die Standzeiten der Prothesen wahrscheinlich länger sind.

Ziel der Knieendoprothetik ist das schmerzfreie Kniegelenk mit einer guten vollständigen Funktion und Beweglichkeit sowie einer langen Standzeit mit geringem Polyethylen-Abrieb.

In der internationalen Literatur finden wir Standzeiten von 95% über zehn Jahre und mehr als 90% über 15 Jahre. Es muss jedoch dezidiert werden, dass all diese Studien strengen Kriterien der evidenzbasierten Medizin nicht standhalten. Es sind meistens Level IV-Studien. Wobei sicherlich in der longitudinalen Erfassung nur ein Bruchteil der operierten Patienten im Vergleich zu den nach 15 Jahren erfassten Patienten wieder evaluiert werden konnte. Nichtsdestotrotz werden diese Daten in der wissenschaftlichen Diskussion als

real und wahrhaftig akzeptiert. Die Problematik der „missing data und drop outs“, die sicherlich bei vielen häufig zitierten Studien bis zu 80% beträgt, muss aber in der Gesamtbewertung immer berücksichtigt werden.

#### WIE LASSEN SICH DIE ERGEBNISSE WEITER VERBESSERN?

Jedoch unabhängig davon ist die Knieendoprothetik in Händen des Experten unbestreitbar eine Erfolgsgeschichte. Es stellt sich nun die Frage, da wir in der Literatur so gute Ergebnisse haben, was man optimieren kann um diese Ergebnisse noch zu verbessern?

Wie schon am Anfang erwähnt, werden die Anforderungen der Patienten an die Prothesen immer höher, im Sinne von Beibehaltung der herkömmlichen Freizeitaktivitäten wie Walking, Wandern, Golfspielen, Tennisspielen, Skifahren etc.

Hier ist natürlich die Frage einer verbesserten Beweglichkeit zentral, da mit einer Beweglichkeit von 90 – 110 Grad in der Beugung zumindest eine Behinderung in der Ausübung der Freizeitaktivitäten besteht. Den Anforderungen an das Design wurde mit dem Konzept der anatomi-

schen Bicruciated Stabilizing (Kreuzbandstabilisierende)-Prothese Rechnung getragen (Abb. 2a, b).

Die besonderen Merkmale im Design zeichnen sich in der Form aus. Es wird versucht, das Kniegelenk in der Designform des anatomischen Femurs und der Tibia nachzuempfinden (Abb. 3). Dies bedeutet einen größeren lateralen und einen kleineren medialen Radius, ein asymmetrisches Tibiaplateau mit größerem medialen Plateau, welches konkav ist, und einem kleineren lateralen Plateau, welches konvex ist (Abb. 4). Zusätzlich zeigt sich wie bei der normalen Knieachse ein Valgus von 3° (Abb. 5).

Die Verbindung der anatomischen Strukturen in eine natürliche Kinematik ist mit einem asymmetrischen Zapfenkammer-Mechanismus, der die kreuzbandstabilisierende Funktion nachahmt, konzipiert worden.

Die Anforderungen beim „radiated motion knee“-Design an die geführte Kniebewegung sind eine Wiederherstellung der anterioren Stabilität sowie eine normale Kinematik und das Erreichen einer tiefen, fast normalen Flexion (Abb. 6a,b). Trotz dieser vermehrten Beweglichkeit soll der Polyethylenabrieb nicht größer sein als bei herkömmlichen Prothesen. Bezüglich des Designs soll es eine gewisse Robustheit geben mit einer Toleranz von kleineren Fehleinbauten in Fehlstellung.

Das Besondere neben dem femoralen und tibialen Kondylendesign ist die anteriore Kammer. Im Gegensatz zur „Posterior Stabilizing Prothese“ haben wir hier eine anteriore Kammer (Abb. 7), die eine anteriore Stabilisierung im Frühgangbild bis 20 Grad Flexion ermöglicht. Hierbei gibt es etwa eine Laxität von 1 – 2 mm und 6 Grad Hyperextensionsflexibilität.



Abb. 2a und b: Radiologische Aufnahme der Journey® Knieendoprothese von vorne (a) und seitlich (b)

Abb. 3: Radien (medial und lateral) der Journey® Knieendoprothese im Vergleich zur normalen Anatomie

Abb. 4: Entsprechend der natürlichen Anatomie unterschiedliche Formgebung von medialem und lateralem Kompartiment der Journey® Knieendoprothese

Abb. 5: Wiederherstellung der normalen Joint-Line durch anatomische Femurkondylen und Polyethylen

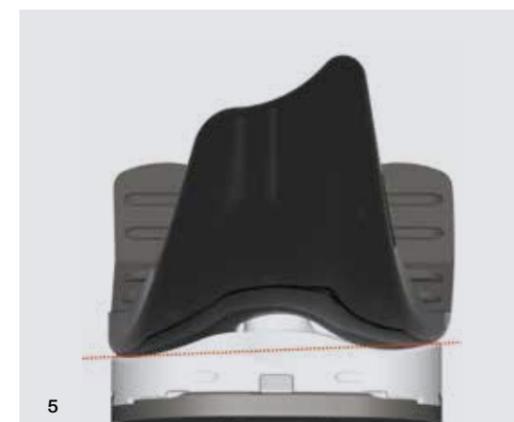
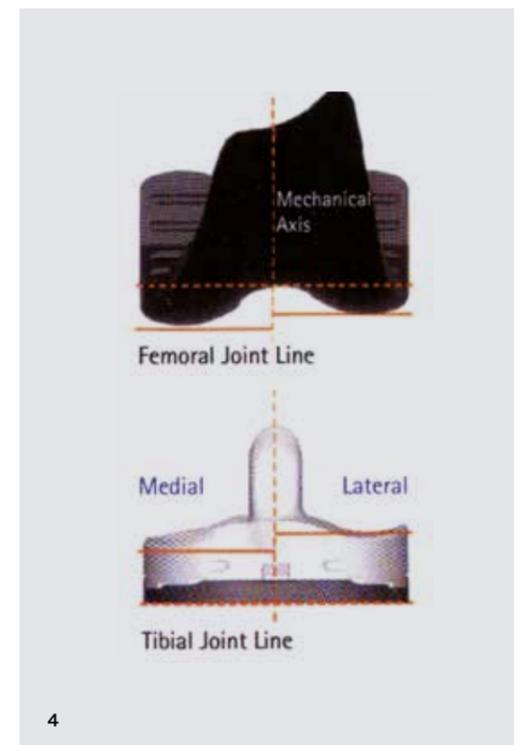
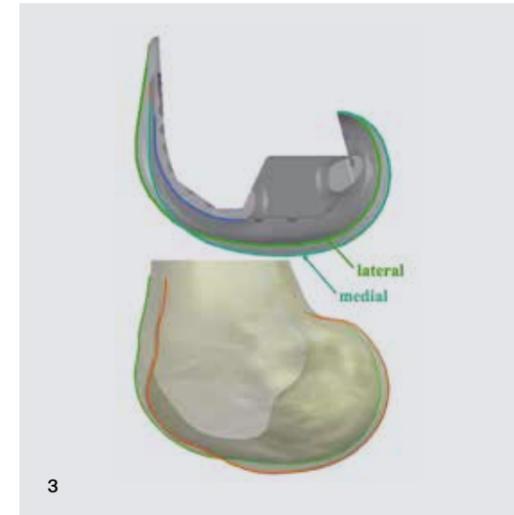




Abb. 6a, b: Volle Beugung bei implantierter anatomischer Knieendoprothese in radiologischer Aufnahme (a) und Fotografie (b)

Das spezielle Design ist vergleichbar mit dem normalen Knie, wo es in der Streckung keinen Überhang in den posterioren Femurkondylen gibt, welcher bei den konventionellen Oberflächenersätzen bis zu 8 mm beträgt während bei einem Bicruciate Stabilized System ein fast normaler Überhang (bis maximal 2 mm) besteht (Abb. 8).

Weiter kommt es zum Einrasten des Zapfens in der Kammer bei etwa 50 - 60 Grad Flexion, wodurch ein normales Roll back der lateralen Femurkondyle in der Beugung eingeleitet wird. Durch den asymmetrischen Zapfen und die asymmetrische Kammer bleibt auch in weiterer Beugung und in der axialen Rotation der Mechanismus kongruent in Kontakt.

Die mediale Oberfläche des Polyethylens ist konkav, während die laterale Oberfläche konvex ist und somit dem normalen Kniegelenk entspricht. Wir haben eine kleine anteriore Lippe und nach posterior hin wird das mediale Plateau flach. Im lateralen Plateau zeigt sich die konvexe Form, die keine geometrisches Hindernis für die Abrollbewegung ist. Im sagittalen Profil zeigt sich, dass sich die mediale und laterale Kondyle sowie die Trochlea

## „Eine Annäherung an natürliche Bewegungsabläufe wird durch das anatomische Prothesendesign und die Kopplung der Komponenten entschieden und nicht durch CT-Rekonstruktion des Knies und 3D-Printing in der Herstellung!“

bezüglich ihrer Radien sehr nahe an die normale Anatomie anpassen. Die mediale Kondyle liegt weiter distal als die laterale Kondyle. Die Trochlea ist fast normal anatomisch und die laterale Kondylendicke ist geringer als medial.

Zur Verbesserung der tiefen Flexion wird eine 15 Grad posteriore Resektion durchgeführt, welche die posteriore femorale Oberfläche um etwa 4 mm erweitert. Die Größe der Resektion des Knochens ähnelt der Polyethylendicke und der Implantatdicke, der „posteriore Offset“ wird beibehalten.

Aufgrund der 15 Grad posterioren Resektion kann die Prothese nicht wie herkömmlich gerade eingeschlagen werden, sondern muss aufgezogen werden, ähnlich einem Reifen, und ist damit sofort pressfit eingebracht. In den Abriebtests zeigte die anatomische Journey-Prothese im Vergleich zu einer konventionellen Chrom-Kobalt-Cruciate-Retaining-Prothese 75% weniger Abrieb. Aufgrund der Oxinium-Beschichtung der Journey-Prothese zeigte sich im Vergleich zu einer nichtanatomischen Prothese (Genesis II) immerhin noch 32% weniger Abrieb. Die paradoxe Bewegung führt zu einer

Abriebresistenz. Ferner wurde der Zapfen etwas anguliert, so dass ein „Patella-Zapfenimpingement“ nicht entstehen kann. Bei der Sensitivitätsmessung mit verschiedenen Einbauten von leichten Fehlstellungen zeigte sich, dass der Polyethylen-Inlay-Stress innerhalb von 10% im Vergleich zum optimalen Alignment lag, welches einer sehr guten Sensitivität entspricht.

Klinische Untersuchungen von Catani et al. konnten bei funktionellen Bewegungsabläufen wie vom Stuhl aufstehen und Treppen steigen, eine fast anatomische „normale“ Kinematik nachweisen.

Die klinischen Ergebnisse zeigten einen Anstieg der Beweglichkeit von 107 Grad Beugung auf 136,5 Grad innerhalb von neun Monaten postoperativ. Ein konsequentes krankengymnastisches Übungsprogramm oder/und ein eigenständiges

Trainingsprogramm sollte besonderen Wert auf die Bedeutung des iliotibialen Bandes und der Mobilisation im Hüftgelenk legen.

Da die Prothese aufgrund ihres speziellen Designs wieder eine normale Beweglichkeit in der Radialstruktur und der Kinematik ermöglicht, ist sie bei stark vorgeschädigtem Weichteilapparat im arthrotischen Kniegelenk und bei Patienten mit geringem Mobilisationsanspruch nicht angezeigt.

Ohne Frage kann die anatomische Prothese, optimal eingebaut bei einem engagierten Patienten, Bewegungen und eine Leistungsfähigkeit ermöglichen, die mit anderen Prothesen so nicht erreichbar ist.

Die Problematik der anatomischen Prothese ist, dass je näher man an die Anatomie/Kinematik herankommt, desto

weniger werden Fehler in der Implantation verziehen. Daraus folgt, dass diese Prothese mit höchster Präzision eingebracht werden muss, um dann die funktionellen Höchstleistungen zu erreichen.

Nach jetzt mehr als zehnjähriger Implantationserfahrung ist aus meiner Sicht die Journey BCS 2 Prothese eine Erfolgsgeschichte, die trotz aller Innovationen im Hinblick auf „custom-made Prothesen“ nach Computeranalyse und CAD Produktionstechnik in der Kinematik überlegen ist. In diesen Innovationen wird nur das „Chassis“ verändert, aber der „Motor“ bleibt „uralt“!

**Prof. Dr. Hajo Thermann**  
HKF - INTERNATIONALES ZENTRUM  
FÜR ORTHOPÄDIE  
ATOS Klinik Heidelberg  
hajo.thermann@atos.de



Abb. 7: Knie in Flexion, asymmetrische Zapfen-Kammer zur Unterstützung des „Roll Back“

Abb. 8: Vergleich des Überhanges zwischen konventionellen Prothesen und der Journey® Knieendoprothese

# Patientenspezifisches Alignment in der Knieendoprothetik mit individuellem Implantat

Von Christoph Becher und Carsten Tibesku

**Um die Vorteile des kinematischen Alignments für den einzelnen Patienten voll ausschöpfen zu können, sollte dieses Konzept mit einer patientenspezifischen Anpassung der Implantate verknüpft werden. Ein neues, seit etwa einem Jahr verfügbares System zielt darauf ab, sowohl die originäre Beinachse als auch die individuelle Schräge der Gelenklinie patientenspezifisch zu reproduzieren.**

Die Implantation einer Knieendoprothese ist bei fortgeschrittener Arthrose prinzipiell ein erfolgreicher operativer Eingriff mit besseren Ergebnissen im Vergleich zum konservativen Vorgehen (1). In Anbetracht einer allerdings immer noch beträchtlichen Anzahl an unzufriedenen Patienten und immer wieder notwendigen Revisionen aufgrund einer fehlerhaften Achsausrichtung bzw. fehlerhaften Ausrichtung der Prothesenkomponenten (Malalignment) und Instabilität des Knies (2, 3), könnten technische Neuerungen Vorteile mit besseren Ergebnissen bedeuten.

Die Größen und Formvarianten der konventionellen Knieprothesen können bisher kaum die Variabilität des menschlichen Kniegelenkes abdecken. Eine Überdimensionierung der Implantate wurde in bis zu 76 Prozent am Oberschenkelknochen (Femur) und bis zu 90 Prozent am Schienbeinknochen (Tibia) beschrieben. Ebenso wurde gezeigt, dass ein Überhang der Implantate das Risiko von residualem Schmerz und Steifigkeit erhöht und die funktionellen Ergebnisse negativ beeinflusst (4, 5).

Da das periartikuläre Weichteilgewebe des Kniegelenks nicht elastisch ist, erzeugt die Implantation einer „mechanisch“ ausgerichteten Prothese eine Imbalance der Bänder, einen veränderten Lauf der Kniescheibe (Patella) und daraus resultierend eventuell Steifigkeit. Diese Nachteile werden adressiert durch technisch-operative Tricks wie Bandrelease, zusätzliche Außenrotation der femoralen Komponente und z. B. kinematisches Alignment (6), welche alle eine „palliative“ Lösung für die nicht-anatomische Form der Prothesen und die Veränderung der natürlichen Achsausrichtung (Alignment) darstellen. Es ist daher wichtig zu verstehen, dass Ausrichtung und Implantatdesign eng miteinander verknüpft sind und nicht einzeln betrachtet werden können.

## ACHSAUSRICHTUNG (ALIGNMENT) IN DER KNIETOTAL- ENDOPROTHETIK

Der „goldene Standard“ in der Knieendoprothetik ist die sog. mechanische Achsausrichtung (mechanisches Alignment), welche auf eine gerade Beinachse von 180° abzielt (neutrales Alignment), erreicht durch orthogonale Knochenschnitte in Beugung und Streckung. Ein perfekt gerades Bein von 180° spiegelt allerdings

nicht die durchschnittliche natürliche Beinachse wieder, wurde aber aus den Gründen der Reproduzierbarkeit und der Lastverteilung gewählt, um Polyethylenabrieb und Lockerungen zu minimieren (7). Die durchschnittliche natürliche Schrägheit der Gelenkfläche (joint line obliquity) beträgt 3°, allerdings verbunden mit großen interindividuellen Variationen, ausgedrückt durch den mechanischen medialen distalen Femurwinkel (mMDFA), den mechanischen medialen proximalen Tibiawinkel (mMPTA) und die Gelenkflächenkonvergenz. Die native Schrägheit der Gelenkfläche kann mit klassischen, orthogonalen Knochenschnitten fast nie wiederhergestellt werden. Daher resultieren asymmetrische Knochenresektionen und eine Instabilität. Das anatomische Alignment zielt zwar immer noch auf eine gerade Beinachse (180°), versucht aber durch leicht schräge Knochenschnitte (3°) die durchschnittliche Schrägheit der Gelenklinie wiederherzustellen.

Das später eingeführte kinematische Alignment adaptiert die Position der Implantate in der Frontalebene an die Weichteile und erhöht dadurch das native Alignment der unteren Extremität. Hierbei unterscheidet sich die Orientierung der Komponenten Varus-Valgus und die Schrägheit der Gelenklinie bei den verschiedenen Patienten (patientenspezifische Positionierung), was bei Standardimplantaten eine Diskrepanz zwischen Knochen und Implantat hervorruft. Dieses Konzept muss daher in irgendeiner Weise mit der patientenspezifischen Anpassung der Implantate verknüpft werden.

## TECHNISCHE NEUERUNGEN

Die „Individualisierung der Medizin“ mit ihren technischen Neuerungen hat mittlerweile auch die Knieendoprothetik erreicht. Computerassistenzsysteme mit evtl. zusätzlicher Robotik zur Verbesserung des Alignments und der Bandspannung sind immer häufiger in den Operationssälen anzutreffen. Implantatinnovationen wie kreuzbänderhaltende Prothesen versprechen, die Kinematik und das „Kniegefühl“ zu verbessern. Allerdings müssen neue Implantate immer auch kritisch gesehen werden. So hatte sich beispielsweise gezeigt, dass die kreuzbänderhaltenden Prothesen mit höheren Frührevisionsraten einhergehen (8). Bildbasierte Optionen mit alleiniger Herstellung eines patientenspezifischen Instrumentariums, um die erforderlichen Sägeschnitte am Knochen

individuell durchführen zu können, haben keine wesentlichen Vorteile in Bezug auf Stabilität und Alignment gezeigt (9). Dies könnte daran liegen, dass dabei Standardimplantate mit neutraler mechanischer Ausrichtung verwendet werden, welche wie oben beschrieben Nachteile aufweisen und der Vielfalt der menschlichen Anatomie im Rahmen der Kniearthrose nicht gerecht werden (10).

Mittlerweile ist es möglich, neben dem Instrumentarium auch das Implantat individuell anzufertigen. Für das erste auf den Markt verfügbare System (Conformis®, Billerica, MA, USA) konnte gezeigt werden, dass die Ausrichtung in der frontalen (coronaren) Achse sehr exakt erfolgt mit einer perfekten neutralen Achse von 0 – 2° in 100 % der untersuchten Patienten (11). Aber auch hier muss diese neutrale Ausrichtung in Hinblick auf das natürliche patientenindividuelle Alignment und auf die Kinematik in Anbetracht der variablen Phänotypen des Knies und der publizierten besseren Ergebnisse bei nicht zur Neutralposition korrigierter Beinachse in Frage gestellt werden (12).

## ORIGIN® CUSTOM KNEIPROTHESE MIT KNEE-PLAN® TECHNOLOGIE

Seit etwa einem Jahr ist ein neues System zur individuellen patientenspezifischen Anfertigung einer Knieprothese mit zusätzlicher Planungssoftware und patientenspezifischer Einmalinstrumentation erhältlich (Origin®, Symbios Orthopédie SA, Yverdon-les-Bains, Schweiz). Die Origin® Knieendoprothese wurde zwischen 2012 und 2017 entwickelt und ist seit 2018 CE-zertifiziert (Abb. 1 und 2). Dieses System wurde designt, um die native, prä-arthrotische Anatomie des Kniegelenks wiederherzustellen. Das Origin® Alignment zielt darauf ab, sowohl die originäre (prä-arthrotische) Beinachse als auch die Schrägheit der Gelenklinie zu reproduzieren.

Zunächst erfolgt eine Schnittbildgebung (Computertomographie) mit 3D-Rekonstruktion von Hüfte, Knie und Sprunggelenk, um eine detaillierte Visualisierung der Patientenanatomie in dreidimensionaler Form zu erhalten. Mit Hilfe einer 3D Knie-simulation wird ein Modell der ursprünglichen Knieanatomie erstellt (KNEE-PLAN® Technologie). Knöcherner Abrieb und arthrotische Deformität werden beurteilt und während der 3D-Rekonstruktion korrigiert. Der mechanische, mediale, distale Femurwinkel (mMDFA)



**Abb. 1:** Beispiel einer posterior-stabilisierten, patientenspezifischen Knieendoprothese, Typ Origin® (Quelle: Symbios Orthopédie SA).

**Abb. 2:** Mithilfe der patientenspezifischen Einmal-Probepositionierung kann eine Probepositionierung zur Prüfung der Bandstabilität über den gesamten Bewegungsumfang und des Patellalaufs durchgeführt werden.

wird durch Rekonstruktion der nativen femoralen Oberfläche wiederhergestellt. Der mechanische, mediale, proximale Tibiawinkel (mMPTA) wird gemessen und durch eine Kombination aus Anpassung des Knochenschnitts (bis zu 3°) und einem asymmetrischen Polyethylen-Inlay (bis zu 2°) wiederhergestellt.

## Das native oder konstitutionelle Alignment wird erstellt aus

1. der Morphologie des Kniegelenks aus einer CT,
2. klinischen Angaben, z. B. die Reduzierbarkeit der Fehlstellung, und
3. der gewichtsbelasteten Achse aus einer Ganzbeinaufnahme. Dieses sog. originäre Alignment versucht nicht, die Beinachse auf 180 Grad zu verändern, sondern die native Achse wiederherzustellen (Abb. 3 und 4).



Prof. Dr. Christoph Becher  
Prof. Dr. Carsten Tibesku



**Abb. 3:** Beispiel für die Rekonstruktion der natürlichen Gelenklinie durch Verwendung einer patientenspezifischen Knieprothese.

**Abb. 4:** Zwei Beispiele für die Rekonstruktion der originären Beinachse mithilfe der Origin®-Prothese: (a) links ein originäres Varus-Alignment (O-Bein), (b) rechts ein originäres Valgus-Alignment (X-Bein).

Darauf basierend wird ein Implantat hergestellt, welches der ursprünglichen Form des Knies entspricht und dabei auch die ursprüngliche Beinachse und Gelenklinie wiederherstellt. Dabei soll eine möglichst physiologische Kinematik des Gelenkes gewährleistet werden. Ziel ist ein „natürliches“ Kniegefühl unter geringerer Invasivität des operativen Vorgehens mit größtmöglichem Erhalt der Knochensubstanz. Die exakte Implantation der Prothese wird durch das gleichzeitig spezifisch für diesen Patienten hergestellte Instrumentarium gewährleistet.

**FAZIT**

Der technologische Fortschritt erbringt in der Knieendoprothetik klar ersichtliche Vorteile für den Patienten. Insbesondere

aktive jüngere bzw. jung gebliebene Patienten können vom Einsatz neuer Technologien profitieren. Moderne Technologien – in Verbindung mit verbesserter Kenntnis über die für Funktion und Kinematik des Kniegelenkes wichtigen morphologischen Parameter – ermöglichen die Rekonstruktion des arthrotischen Gelenks mit der originären Beinachse und Gelenklinie unter Vermeidung von Prothesenüberständen und Kompromissen oder technisch-operativen Tricks, welche für eine Standardprothese stets notwendig sind.

Diese mit der neu entwickelten patientenspezifischen Origin® Knieendoprothese umgesetzten Ziele führen nach eigenen Erfahrungen zu guten Frühergebnissen. Ob bei generalisierter Anwendung nicht

nur durch Spezialisten im Vergleich zum konventionellen Vorgehen insgesamt bessere Ergebnisse und längere Standzeiten der Prothesen mit geringeren Revisionsraten erreicht werden können, gilt es allerdings noch durch die weitere Erhebung von Daten zu beweisen.

**Prof. Dr. Christoph Becher**  
HKF – INTERNATIONALES ZENTRUM FÜR ORTHOPÄDIE  
ATOS Klinik Heidelberg  
christoph.becher@atos.de

**Prof. Dr. Carsten Tibesku**  
KniePraxis Prof. Dr. Carsten Tibesku  
Straubing

# Die Dynamische MPFL-Rekonstruktion zur Therapie der instabilen Patella

Von Christoph Becher

**Im Vergleich zu statischen Techniken sind dynamische Rekonstruktionstechniken des Medialen Patellofemorales Ligaments (MPFL) zur Therapie der instabilen Patella in der Literatur seltener beschrieben. Die in diesem Beitrag vorgestellte dynamische Technik besteht aus einer Versetzung des distalen Graziis- oder Semitendinosussehnenansatzes an den medialen Patellarand.**

**EINLEITUNG**

Die Patellainstabilität ist v.a. bei Jugendlichen und jungen Erwachsenen ein häufig anzutreffendes Krankheitsbild am Knie. Die Inzidenz der primären akuten Patellaluxation wurde mit 5,8/100.000 Personen angegeben und erhöht sich bei Adoleszenten zwischen dem 10. und 17. Lebensjahr auf 29/100.000 (1). Falls bei einem Patienten bereits mehr als eine Luxation aufgetreten ist, steigt das Risiko für rezidivierend auftretende Luxationen in Abhängigkeit der vorhandenen Risikofaktoren erheblich an.

Die Luxation der Patella erfolgt fast immer nach außen. Dem Verletzungsmechanismus liegt neben traumatischen Ursachen (z. B. Anpralltrauma von medial bei Kontaktsportarten) häufig ein Valgusmoment des Knies bei beginnender Flexion unter Belastung und zusätzlicher Außenrotation der Tibia zugrunde. Hieraus resultiert eine Zunahme des lateralisierenden Kraftvektors auf die Patella, welche zur Luxation der Patella führt, wenn die Gewebelastbarkeit der medial stabilisierenden Weichteilfaktoren überschritten wird und eine ausreichende knöcherne Führung fehlt (2).

Prinzipiell sollten Patienten mit rezidivierenden Patellaluxationen einer operativen Therapie zugeführt werden. Die Orientierung an einem Therapiealgorithmus ist zu empfehlen, wobei die determinierenden Parameter für die Pathologie dabei immer

als Richtwerte anzusehen sind. Die rezidivierende laterale Patellaluxation ist ein dynamischer Prozess – es darf bei der Entscheidung der operativen Therapieform nicht vergessen werden, dass die bei der Bildgebung gewonnenen Informationen in der Regel ohne Muskelaktivität im Liegen erhoben wurden. Zudem sind patientenindividuelle Parameter (z. B. Alter, Aktivitätsgrad, Leidensdruck, sonstige Pathologien an Knie und Bewegungsapparat etc.) zu berücksichtigen.

**DIE DYNAMISCHE MPFL-REKONSTRUKTION ZUR THERAPIE DER INSTABILEN PATELLA**

Das Mediale Patellofemorale Ligament (MPFL) stellt die wichtigste Weichteilstruktur gegen eine Translation der Patella nach lateral dar. In biomechanischen Studien wurde gezeigt, dass das MPFL mit bis zu 90 % den größten Beitrag der medialen Strukturen zum Widerstand gegen die Patellalateralisierung zwischen 0 und 30° Knieflexion leistet (3).

Dynamische Rekonstruktionstechniken des MPFL sind in der Literatur im Vergleich zu den statischen Techniken eher unterrepräsentiert. Dies mag hauptsächlich an der prinzipiell extraanatomischen Rekonstruktion des MPFL liegen, allerdings bringt die hier vorgestellte Technik der dynamischen MPFL-Rekonstruktion mit Versetzung des distalen Graziis- oder Semitendinosussehnenansatzes an



Prof. Dr. Christoph Becher

den medialen Patellarand (Abb. 1) auch mehrere Vorteile mit sich. Da femoral keine Fixierung erfolgen muss, besteht keine Gefahr, noch offene Wachstumsfugen bei Kindern und Adoleszenten zu schädigen. Zudem ist das Risiko zur Malpositionierung des Transplantates mit dadurch resultierender Überspannung und Erhöhung des retropatellaren Druckes sehr gering. Dies konnte in biomechanischen Untersuchungen mit aktiver Simulation der Spannung der Semitendinosussehne nachgewiesen werden – im Gegensatz zur Situation bei statischer Rekonstruktion des MPFL. Dabei kam es weder zu einer signifikant vermehrten Medialisierung der Patella noch zu einer retropatellaren Druckerhöhung (4, 5). Weiterhin ist im klinischen Alltag vorteilhaft, dass keine intraoperative Röntgenbildgebung zur Darstellung der femoralen Insertion notwendig ist.

Bereits 1959 beschrieb Horst Cotta in seiner Publikation „Zur Therapie der habituellen Patellaluxation“ auch eine Technik von Lanz aus dem Jahre 1904 mit Verpflanzung der Graziissehne nach Ablösen am Pes anserinus, Tunnelung durch die mediale Kapsel und Fixieren

**Literatur:**

1. Skou, S.T., et al., A Randomized, Controlled Trial of Total Knee Replacement. N Engl J Med, 2015. 373(17): p. 1597-606.
2. Shan, L., et al., Intermediate and long-term quality of life after total knee replacement: a systematic review and meta-analysis. J Bone Joint Surg Am, 2015. 97(2): p. 156-68.
3. Thiele, K., et al., Current failure mechanisms after knee arthroplasty have changed: polyethylene wear is less common in revision surgery. J Bone Joint Surg Am, 2015. 97(9): p. 715-20.
4. Bonnin, M.P., et al., Oversizing the tibial component in TKAs: incidence, consequences and risk factors. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2016. 24(8): p. 2532-40.
5. Mahoney, O.M. and T. Kinsey, Overhang of the femoral component in total knee arthroplasty: risk factors and clinical consequences. J Bone Joint Surg Am, 2010. 92(5): p. 1115-21.
6. Howell, S.M., et al., Does a kinematically aligned total knee arthroplasty restore function without failure regardless of alignment category? Clin Orthop Relat Res, 2013. 471(3): p. 1000-7.
7. Parratte, S., et al., Effect of postoperative mechanical axis alignment on the fifteen-year survival of modern, cemented total knee replacements. J Bone Joint Surg Am, 2010. 92(12): p. 2143-9.
8. Christensen, J.C., et al., Higher Frequency of Reoperation With a New Bicruciate-retaining Total Knee Arthroplasty. Clin Orthop Relat Res, 2017. 475(1): p. 62-69.
9. Kosse, N.M., et al., Stability and alignment do not improve by using patient-specific instrumentation in total knee arthroplasty: a randomized controlled trial. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2018. 26(6): p. 1792-1799.
10. Hess, S., et al., Highly variable coronal tibial and femoral alignment in osteoarthritic knees: a systematic review. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2019. 27(5): p. 1368-1377.
11. Levensgood, G.A. and J. Dupee, Accuracy of Coronal Plane Mechanical Alignment in a Customized, Individually Made Total Knee Replacement with Patient-Specific Instrumentation. J Knee Surg, 2018. 31(8): p. 792-796.
12. Vanlommel, L., et al., Slight undercorrection following total knee arthroplasty results in superior clinical outcomes in varus knees. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2013. 21(10): p. 2325-30.

durch Naht an der medialen Patella (6). Diese Beschreibung kann als prototypischer Eingriff und ältester Bericht einer „dynamischen“ Rekonstruktion des MPFL betrachtet werden.

Die ausführliche Beschreibung und Weiterentwicklung der Technik erfolgten 2007 von Ostermeier et al. Erste klinische Ergebnisse innerhalb eines Jahres nach der Operation waren positiv (7). Kein Patient erlitt eine Relaxation der Patella. Der Kujala-Index (maximal 100 Punkte) stieg durchschnittlich von 59 Punkten präoperativ auf 97 Punkte bei der Nachuntersuchung. Die Technik wurde im Verlauf nochmals von Becher et al. 2013 modifiziert beschrieben (8). In einer retrospektiven Kohortenstudie im Vergleich zur statischen Technik nach Schöttle et al. konnten Becher et al. in ihrer Publikation aus dem Jahre 2014 keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen den Verfahren feststellen (9). Entsprechend kann davon ausgegangen werden, dass die hier dargestellte, nochmals modifizierte Technik der dynamischen MPFL-Rekonstruktion eine valide Alternative im Rahmen der zur Verfügung stehenden Optionen darstellt.

#### INDIKATIONEN ZUR DYNAMISCHEN MPFL-REKONSTRUKTION

Isoliert bei strecknahen Instabilitäten oder kombiniert mit allen sonstigen operativen Therapieformen.

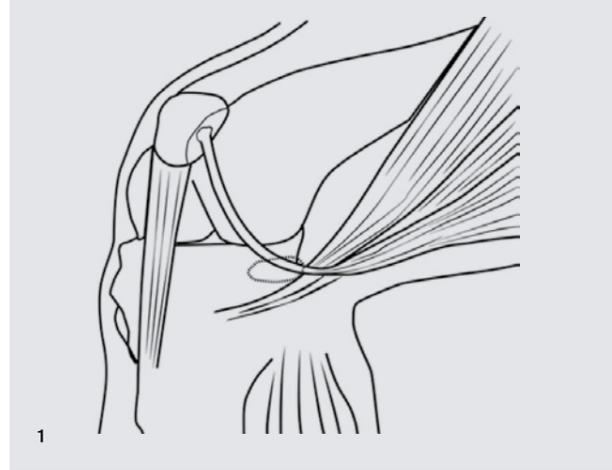
#### KONTRAINDIKATIONEN ZUR DYNAMISCHEN MPFL-REKONSTRUKTION

Vorliegen einer neurogenen Instabilität und/oder Störung der ischiokruralen Muskulatur; Zustand nach Ersatz des vorderen Kreuzbandes mit Semitendinosus- und Grazilissehne.



Abb. 2: Distale Absetzung der Grazilissehne, Präparation und Armierung derselben.

Abb. 1: Schematische Darstellung der dynamischen MPFL-Rekonstruktion mit Versetzung des distalen Grazilis- oder Semitendinosussehnensansatzes an den medialen Patellarand.



#### OPERATIVE TECHNIK

Die Operation kann in Rückenlage am liegenden oder hängenden Bein durchgeführt werden. Die Verwendung einer Oberschenkel-Blutsperre ist optional. Bei Verwendung ist aber auf jeden Fall darauf zu achten, dass die Blutsperre in max. Flexion aufgepumpt wird, um eine Proximalisierung der Patella durch die Kompression des M. quadrizeps zu vermeiden.

Eine diagnostische Arthroskopie sollte der MPFL-Rekonstruktion vorausgehen. In ca. 80 – 90° Flexion erfolgt dann nach Palpation des Pes anserinus und 2 cm langer Inzision im Verlauf des Pes-Oberlandes die Darstellung der Sartoriusfaszie. Diese wird mit der Schere präpariert und die unter ihr liegende Grazilis- oder Semitendinosussehne identifiziert. Die Grazilis- oder Semitendinosussehne wird so weit wie möglich distal abgesetzt und armiert (Abb. 2).

Nach Befreiung der Sehne erfolgt die zweite Inzision von ca. 2 – 3 cm Länge am medialen Patellarand. Nach knöcherner Darstellung erfolgt nun im Zentrum der anatomischen Insertion des MPFL eine transpatellare Bohrung mit einem 2 mm durchmessenden Bohrdraht mit Öse (Abb. 3a). Dieser Draht wird danach mit

einem kanülierten 4,5-mm-Bohrer bis zu einer Tiefe von ca. 20 mm überbohrt (Abb. 3b). Oberhalb der Sartoriusfaszie wird nun mit einer Klemme ein Tunnel gefertigt, die Fadenenden der armierten Sehne werden gefasst und nach proximal gezogen. Die inzidierte Faszie dient distal als Umschlagpunkt der Sehne (Abb. 5). Falls die Sehnenlänge zur sicheren transpatellaren Fixierung nicht ausreicht, kann die Faszie zur Proximalisierung des Umschlagpunktes weiter inzidiert werden. Nach Einbringen der Fadenenden in die Öse des Bohrdrahtes wird dieser nach lateral transkutan ausgeleitet. Die Sehne wird nun knöchern eingezogen (Abb. 6a), mit einer 5,5-mm-Biotenodeseschraube in ca. 30° Knieflexion fixiert (Abb. 6b) und der Armierungsfaden medial entfernt.

#### FAZIT

Die nichtanatomische dynamische MPFL-Rekonstruktion mit Transfer der Grazilis- oder Semitendinosussehne hat sich im Alltag bewährt und weist bei guten Ergebnissen nur ein geringes Komplikationsrisiko auf. Die endgültige Spannung der Sehne adaptiert sich im Verlauf der Rehabilitation selbst. Dadurch wird eine Überspannung mit den eventuellen Folgen des frühzeitigen Gelenkverschleißes und vermehrter Schmerzen vermieden.

#### ANMERKUNG

Die Weiterentwicklung der Technik erfolgte in Zusammenarbeit mit Prof. Dr. S. Ostermeier (Gelenklinik Gundelfingen/Freiburg). Die Durchführung der OP und Anfertigung der Bilder erfolgte in Zusammenarbeit mit Dr. L. Hagemann und Dr. F. Goede (Orthopädische Klinik der Medizinischen Hochschule Hannover im Annastift)

Prof. Dr. Christoph Becher  
HKF - INTERNATIONALES ZENTRUM  
FÜR ORTHOPÄDIE  
ATOS Klinik Heidelberg  
christoph.becher@atos.de



Abb. 3a, b: Transpatellare Bohrung mit einem 2 mm durchmessenden Bohrdraht mit Öse im Zentrum der anatomischen Insertion des MPFL (a). Danach Überbohrung mit einem kanülierten 4,5-mm-Bohrer bis zu einer Tiefe von ca. 20 mm (b).

Abb. 4a, b: Oberhalb der Sartoriusfaszie wird nun mit einer Klemme ein Tunnel gefertigt, die Fadenenden der armierten Sehne werden gefasst und nach proximal gezogen

Abb. 5a, b: Die inzidierte Faszie dient distal als Umschlagpunkt der Sehne (Abb. 4).

Abb. 6a, b: Die Sehne wird in den vorbereiteten Bohrkanaal an der Patella eingezogen (a) und mit einer Biotenodeseschraube in ca. 30° Knieflexion fixiert (b).

#### Literatur:

1. Fithian DC, Paxton EW, Cohen AB. Indications in the treatment of patellar instability. *J Knee Surg.* 2004;17(1):47-56.
2. Sillanpaa P, Mattila VM, Iivonen T, Visuri T, Pihlajamäki H. Incidence and risk factors of acute traumatic primary patellar dislocation. *Med Sci Sports Exerc.* 2008;40(4):606-11.
3. Hautamaa PV, Fithian DC, Kaufman KR, Daniel DM, Pohlmeyer AM. Medial soft tissue restraints in lateral patellar instability and repair. *Clin Orthop Relat Res.* 1998(349):174-82.
4. Ostermeier S, Holst M, Bohnsack M, Hurschler C, Stukenborg-Colsman C, Wirth CJ. Dynamic measurement of patellofemoral contact pressure following reconstruction of the medial patellofemoral ligament: an in vitro study. *Clin Biomech (Bristol, Avon).* 2007;22(3):327-35.
5. Ostermeier S, Holst M, Bohnsack M, Hurschler C, Stukenborg-Colsman C, Wirth CJ. In vitro measurement of patellar kinematics following reconstruction of the medial patellofemoral ligament. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2007;15(3):276-85.
6. Cotta H. Zur Therapie der habituellen Patellarluxation. *Archiv für orthopädische und Unfall-Chirurgie.* 1959;51:265-71.
7. Ostermeier S, Stukenborg-Colsman C, Wirth CJ, Bohnsack M. [Reconstruction of the medial patellofemoral ligament by tunnel transfer of the semitendinosus tendon]. *Oper Orthop Traumatol.* 2007;19(5-6):489-501.
8. Becher C, Schöttle P, Ostermeier S. Das vordere Knieschmerzsyndrom – Teil 2: Konservative und operative Therapie. *Orthopädie und Unfallchirurgie up2date.* 2013;8:199-222.
9. Becher C, Kley K, Lobenhoffer P, Ezechieli M, Smith T, Ostermeier S. Dynamic versus static reconstruction of the medial patellofemoral ligament for recurrent lateral patellar dislocation. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2014;22(10):2452-7.

# Wie genau ist die Kreuzbandrekonstruktion am Knie?

Von Holger Schmitt

**Die vordere Kreuzbandplastik ist heutzutage eine Standardeingriff, der – sofern er arthroskopisch durchgeführt wird – in hohem Maße die Stabilität und Funktion des Kniegelenkes wiederherstellen kann. Die anatomische Rekonstruktion, d.h. die exakte Positionierung der Bohrkanäle, durch die das Ersatztransplantat durchgezogen wird, scheint ein entscheidender Faktor für das Outcome zu sein. Fehlplatzierungen können entweder zu erheblichen Bewegungseinschränkungen oder zu Instabilitäten führen.**

Das vordere Kreuzband hat als zentraler Bestandteil des Kniegelenkes die Aufgabe, das Gelenk zu stabilisieren und somit die natürliche Bewegung des Gelenkes zu ermöglichen. Im Wesentlichen betrifft das die sog. Translationsbewegungen des Gelenkes; das vordere Kreuzband soll den Vorschub des Unterschenkels gegenüber dem Oberschenkel limitieren und sichern. Darüberhinaus hat es die Aufgabe, auch Rotationsbewegungen gemeinsam mit anderen Strukturen (wie z. B. den Seitenbändern und den Menisken) zu führen und zu sichern. Übermäßige Krafteinwirkungen, wie sie bei sportlichen Belastungen und hier insbesondere bei Landungen nach Sprüngen auftreten können, können zu einer Verletzung dieser Struktur führen und somit die gesamte Stabilität des Kniegelenkes gefährden.

Mittlerweile gibt es zahlreiche Untersuchungen, die belegen, dass in den meisten Fällen eine operative Stabilisierung zu einer verbesserten Funktion des Gelenkes führt und auch die Einsatzfähigkeit im Sport wieder erreicht werden kann. Inwieweit kann durch eine operative Stabilisierung tatsächlich die volle Funktionsfähigkeit erzielt werden und worauf kommt es hierbei an?

## ERGEBNISSE DER KREUZBANDCHIRURGIE

Die erfolgreiche Weiterentwicklung minimalinvasiv durchzuführender Operations-

techniken in den letzten Jahren hat dazu geführt, dass bei optimaler Rehabilitation im Spitzensport ca. 85 – 90% der Athleten nach 9 bis 12 Monaten wieder auf demselben Level in ihre Sportart zurückkehren. Werden die Operationen arthroskopisch durchgeführt – was heute Standard ist –, sind die Ergebnisse nahezu identisch unabhängig davon, welches Transplantat als Kreuzbandersatz (Semitendinosusehne, Patellasehne, Quadrizepssehne) verwendet wird. Jedes dieser Transplantate hat seine Vor- und Nachteile. Auch die Fixierungsmethode scheint keinen wesentlichen Einfluss auf die Ergebnisse zu haben. Hier gibt es Verfahren, die ganz auf zusätzliche Fixierungshilfen verzichten, über intra- und extraossäre Implantate bis hin zu resorbierbaren Schrauben. Von besonderer Bedeutung ist allerdings die Lage der Bohrkanäle, durch die das Transplantat vor der Fixierung hindurchgezogen wird.

## ANATOMISCHE REKONSTRUKTION

Besteht das Ziel der Rekonstruktion darin, das Kreuzband exakt wiederherzustellen, müssen die Insertionspunkte des vorderen Kreuzbandes am Femur und am Schienbein exakt für die Positionierung der Bohrkanäle dargestellt werden. Bei einer frischen Ruptur des vorderen Kreuzbandes (meistens am Ansatz femoral oder in den mittleren Abschnitten) findet der Operateur die Reste des Bandes als Stumpf an den entsprechenden Stellen.



Prof. Dr. Holger Schmitt

Auch wenn es eine individuelle Varianz in der Lokalisation des vorderen Kreuzbandes gibt, so finden sich die Ansatzpunkte doch an nahezu derselben Stelle. Zur Vereinfachung und als Hilfe für den Operateur gibt es mittlerweile wissenschaftlich gesicherte Erkenntnisse darüber, wo z. B. auf einem Röntgenbild sichtbar die Lage der Bohrkanäle lokalisiert sein sollte.

## DIE VKB-PLASTIK ALS KOMPROMISS

Problematisch und weiterhin noch nicht komplett gelöst ist die Tatsache, dass die Insertionspunkte keine Punkte, sondern Flächen darstellen, an denen die Kreuzbänder inserieren. Darüberhinaus finden sich innerhalb des vorderen Kreuzbandes Faserbündel, die sich bei unterschiedlichen Beugegraden des Kniegelenkes anspannen. Bei der Kreuzbandersatzplastik handelt es sich somit um einen gewissen Kompromiss, mit dem man zwar die Stabilität des Gelenkes erheblich verbessern kann, die natürlichen Eigenschaften des Kreuzbandes aber nicht hundertprozentig wiederherstellt.

Aus diesem Grunde werden auch immer wieder operative Versuche entwickelt, das ursprüngliche Kreuzbandes zu erhalten unter der Vorstellung, genau diese Qualität zu bewahren. Bislang gibt es aber keinen zuverlässigen Nachweis dafür, dass Nahttechniken dauerhaft dieselbe Stabilität erreichen können wie die derzeit als Standard gesehenen Kreuzbandersatzplastiken. Die meisten Operateure sind daher dazu übergegangen, bei der vorderen Kreuzbandplastik die Bandstümpfe zu belassen und nicht zu entfernen. Zum einen dienen diese Stümpfe als Orientierung für eine möglichst anatomische Wiederherstellung, zum anderen finden sich in der Ansatzregion der Bänder am Knochen wertvolle Strukturen, die einen positiven Einfluss auf das Einwachsverhalten und später auf die Funktion des Gelenkes haben.

Um die anatomischen Voraussetzungen noch besser wiederherzustellen wurde vor einigen Jahren die sog. Doppelbündeltechnik entwickelt, bei der zwei getrennt voneinander platzierte und gespannte Transplantate eingebracht werden. Auch wenn diese Technik den anatomischen Vorgaben eher als die Einzelbündeltechnik entspricht, haben Verlaufsstudien gezeigt, dass funktionell und mittlerweile auch in der Langzeitbeobachtung zwar vergleichbare, aber keine besseren Ergebnisse zu erzielen sind und die Komplikationsmöglichkeit durch das Setzen zweier zusätzlicher Bohrkanäle erhöht sein kann. Gerade bei Kreuzbandrevisionen, d.h. bei erneuter Verletzung der Kreuzbänder, können sich zusätzliche Probleme ergeben.

Auch wenn es sich bei der arthroskopischen Kreuzbandersatzplastik heutzutage um einen Standardeingriff handelt, gibt es bei der Lage der Bohrkanäle einige Fak-

toren zu berücksichtigen. Worauf muss geachtet werden?

## MÖGLICHE KOMPLIKATIONEN

Werden die Bohrkanäle deutlich vor oder hinter der optimalen Ansatzzone gelegt, kann neben einer verminderten Stabilität des Gelenkes insbesondere ein Beuge- oder Streckdefizit auftreten. So führt eine zu weit ventrale Lage des tibialen Kanales häufig zu einem Streckdefizit des Gelenkes, da der Kreuzbandersatz durch die knöchernen Konturen des Oberschenkels bei Streckung behindert wird. Ein zu weit hinten gelegener Bohrkanal an der Tibia (kommt sehr selten vor) kann theoretisch zu einem Beugedefizit führen, resultiert aber häufiger in einer verminderten Stabilität. Bei einer zu weit ventralen Bohrkanallage am Femur kann sowohl ein Streck- als auch ein Beugeproblem resultieren. Darüberhinaus kann es zu einem Qualitätsverlust des Transplantates durch die ständige mechanische Reizung am Knochen kommen. Unabhängig von der Lage der Bohrkanäle kann es allerdings

auch bei regelrechtem Verlauf zu außergewöhnlichen Vernarbungen in einem operierten Kniegelenk kommen. Man spricht hier von einer Arthrofibrose, die trotz korrekter Lage zu einer Bewegungseinschränkung führen kann.

## FAZIT

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass es sich bei der vorderen Kreuzbandersatzplastik um eine operative Maßnahme handelt, die in einem sehr hohen Maße die Stabilität und Funktionalität eines Kniegelenkes wiederherstellen kann. Eine exakte Positionierung der Bohrkanäle ist eine der wesentlichen Voraussetzungen, dass es zu einem optimalen Heilungsverlauf mit guten Ergebnissen kommt.

Literatur beim Verfasser

**Prof. Dr. Holger Schmitt**  
DEUTSCHES GELENKZENTRUM HEIDELBERG  
ATOS Klinik Heidelberg  
holger.schmitt@atos.de



**Abb. 1:** Frische vordere Kreuzbandruptur am linken Knie

**Abb. 2:** Tibialer Bohrkanal mit Draht und Kopfbohrer im Zentrum der tibialen Ansatzzone und erhaltenem Kreuzbandstumpf

**Abb. 3:** Femorale Ansatzzone mit Restfasern des vorderen Kreuzbandes am Hinterrand der Notch

**Abb. 4:** Femoraler Bohrkanal bei Einbündeltechnik und Reststumpffasern des ehemaligen vorderen Kreuzbandes

**Abb. 5:** Kreuzbandersatzplastik mit vierfacher Semitendinosustechnik und tibial erhaltenem Stumpf

**Abb. 6:** Vordere Kreuzbandplastik in Doppelbündeltechnik

# Schlittenprothese mit zeitgleichem vorderem Kreuzbandersatz: Indikationen und Ergebnisse

Von Rainer Siebold

**Die Kombination von vorderem Kreuzbandriss (VKB-Riss) und Meniskus-schaden führt nicht selten schon um das 40. bis 50. Lebensjahr zu einseitiger schmerzhafter Kniegelenksarthrose bei gleichzeitiger Instabilität. Die Behandlung der noch jungen Patienten ist nicht einfach. Zur Implantation einer kompletten Knieprothese (TEP) sind viele Patienten noch nicht bereit, sie sind zu aktiv und das Kniegelenk ist noch „zu gut“. Die Kombination einer Schlittenprothese mit zeitgleicher Stabilisierung des Kniegelenks durch einen VKB-Ersatz kann eine gute Lösung sein, um gesunde Gelenkabschnitte möglichst lange zu erhalten und das Aktivitätsniveau und die Lebensqualität zu bewahren. Die Operation ist komplex und erfordert ein entsprechendes „Know-How“ vom Operateur.**

Die meisten Patienten mit einseitiger Gelenkarthrose und Instabilität haben in der Jugend oder im jungen Erwachsenenalter einen VKB-Riss und eine Meniskusverletzung erlitten. Oft wurde das Kreuzband durch eine Kreuzbandrekonstruktion operativ behandelt und eine Teilentfernung des Meniskus durchgeführt. Meist entwickelt sich ca. 20 – 25 Jahre später aus dem Meniskus-schaden eine innen- oder außenseitige Arthrose, oft ist das VKB wieder ausgelockert oder gerissen und das Knie damit wieder instabil (Abb. 1a,b und 2a).

Die meist erst 40 bis 50 Jahre alten Patienten leiden häufig unter Arthrose-schmerzen und Instabilität und sind in ihrem Aktivitätsniveau stark eingeschränkt.

Konservative Behandlungsmethoden, wie Physiotherapie, Schuhzurichtungen und Schmerzmedikamente helfen in der Anfangsphase gut, operative Methoden müssen später bei starken Beschwerden

in Erwägung gezogen werden. Häufig wird ein kompletter Kniegelenksersatz (Knie-TEP) durchgeführt, da hierfür keine Kniestabilisierung durch einen Kreuzbandersatz notwendig ist. Auch ist eine komplette Knieprothese „unempfindlicher“ und hat eine etwas bessere statistische Prothesenstandzeit. Auf der anderen Seite führt die Knie-TEP aber unwiederbringlich zur Zerstörung der gesamten Gelenksoberflächen.

Aufgrund des jungen Alters der Patienten, ihrem Aktivitätsanspruch, möglicher Komplikationen und der damit verbundenen Wahrscheinlichkeit eines erforderlichen Prothesenwechsels ist eine Knieprothese vor dem 50. – 60. Lebensjahr gut abzuwägen.

## WARUM IST BEI DER IMPLANTATION DER SCHLITTENPROTHESE EIN STABILES KNIE ERFORDERLICH?

Ein innen- oder außenseitiger Teilgelenkersatz = Schlittenprothese hat eine kleinere knöcherne Auflagefläche als



Prof. Dr. Rainer Siebold

eine großflächige TEP. Das kann insbesondere am Schienbeinkopf bei weichen Knochenverhältnissen kritisch sein und erfordert deshalb eine gleichmäßige, möglichst ruhige zentrale Belastung der Teilprothese bei Bewegung. Bei VKB-Riss kann das Gelenkspiel durch die vordere Instabilität so groß sein, dass es zu ungünstigen und ungleichmäßigen Spitzenbelastungen auf die Prothese und damit zur Ablösung vom Knochen kommen kann. Die Lockerung der Prothese ist schmerzhaft, so dass auf eine TEP gewechselt werden muss. Deshalb ist ein stabiles VKB für die Implantation einer Schlittenprothese sehr wichtig.

## WIE WIRD DIE OP DURCHGEFÜHRT?

Bei einer Teilprothese wird der geschädigte innenseitige oder außenseitige Gelenkabschnitt durch ein Implantat überkront – ähnlich wie bei einer Zahnkrone. Das Implantat wird durch Spezialkleber fest am Knochen verankert. Um die Instabilität bei Kreuzbandriss zu behandeln, wird zeitgleich ein VKB-Ersatz durchgeführt.

Dadurch wird das Kniegelenk stabilisiert und die Belastung auf die Teilprothese optimiert (1c, d und 2b, c).

## REHABILITATION

Die Patienten dürfen einige Tage nach der Operation bereits mit vollem Körpergewicht auftreten, der Bewegungsumfang kann ebenfalls schmerzorientiert ohne Einschränkung gesteigert werden. Unsere Erfahrungen zeigen auch, dass Patienten nach Schlittenprothese mit gleichzeitigem VKB-Ersatz etwas langsamer rehabilitieren als Patienten mit alleiniger Schlittenprothese. Meist können die Patienten nach etwa vier bis sechs Wochen wieder recht gut laufen und bewegen.

## ERGEBNISSE NACH SCHLITTENPROTHESE MIT KREUZBANDERSATZ

Sinn der Operation ist es, insbesondere jüngeren Patienten die Implantation einer Komplettprothese so lange wie möglich zu ersparen. Durch die deutlich kleineren Implantate an Ober- und Unterschenkel sind das Gelenkgefühl und der Bewegungsumfang in der Regel besser als bei einer Knie-TEP. Gerade jüngeren Patienten mit höherem Aktivitätsgrad und sportlichen Ambitionen profitieren damit von der Teilprothese. Bei zeitgleicher stabiler VKB-Rekonstruktion und gleichmäßiger Druckverteilung auf die beiden Komponenten sind die Ergebnisse im mittelfristigen Verlauf gut.

Meuffels et al (KSSTA Journal, 2017) führten eine aktuelle Literaturrecherche durch und konnten 186 Patienten mit einem Alter von 44 bis 56 Jahren aus acht Studien einschließen. Das Fazit der Studie war, dass die Kombination von Schlittenprothese und VKB-Ersatz zu guten Ergebnissen führen kann. Becker et al. (KSSTA Journal, 2011) untersuchten ihre eigenen 27 Patienten nach Kombination beider Verfahren mit einem Durchschnittsalter von 44 Jahren. Auch sie berichten von guten mittelfristigen Ergebnissen. In

**„Sinn der Operation ist es, insbesondere jüngeren Patienten die Implantation einer Komplettprothese so lange wie möglich zu ersparen.“**



Abb. 1a-d: 50-jähriger Patient mit innenseitiger O-Beinarthrose (a) und chronischem Kreuzbandriss (b). Symptome: Schmerzen innenseitig, Gelenkinstabilität. (c), (d): postoperative Aufnahmen (ap und lateral) nach medialer Schlittenprothese und gleichzeitigem vorderem Kreuzbandersatz.

unserem Patientenkollektiv von n= 22 (20 medial mit VKB-Ersatz, zwei lateral mit VKB-Ersatz), einem Durchschnittsalter von 58 Jahren (40 - 72 Jahre) und einem Nachuntersuchungszeitraum von bis zu sieben Jahren musste bisher kein Wechsel auf eine Komplett-Prothese durchgeführt werden. Die meisten Patienten sind sportlich wieder aktiv.



2a



2c



2b

**Abb. 2a-c:** 49-jährige Patientin mit außenseitiger X-Beinarthrose (a); postoperative Röntgenaufnahmen (b,c) nach außenseitiger Schlittenprothese und gleichzeitigem vorderem Kreuzbandersatz.

### FAZIT

Die Kombination von Schlittenprothese mit VKB-Ersatz ist sehr gut geeignet, die Beschwerden vieler Patienten über einen längeren Zeitraum erfolgreich zu behandeln. Damit kann die Implantation einer kompletten Knieprothese (TEP) oftmals lange hinausgezögert bzw. sogar vermieden werden. Von diesem Vorgehen profitieren vor allem junge und aktive Patienten. Im Hinblick auf die zunehmende Alterserwartung und mögliche Prothesenwechsel ist das minimalinvasive Vorgehen mit wenig Knochenverlust durchaus vorteilhaft. Sollte es dennoch zur Lockerung der kleinen Prothesenkomponenten der Schlittenprothese kommen, ist ein Wechsel auf eine Komplettprothese in der Regel ohne größere Schwierigkeiten möglich. Der Operateur muss mit beiden Operationsverfahren sehr gut vertraut sein, die Auswahl der geeigneten Patienten ist für den Erfolg der Operation sehr wichtig.

**Prof. Dr. Rainer Siebold**  
HKF - INTERNATIONALES ZENTRUM  
FÜR ORTHOPÄDIE, Sporttraumatologie  
ATOS Klinik Heidelberg  
siebold@atos.de

# Sprunggelenksendoprothese – noch ein weiter Weg?

Von Hajo Thermann  
und Sebastian Müller

**Das Sprunggelenk stellt mit seiner komplizierten Kinematik, den wechselnden Bewegungszentren und seiner hohen Kongruenz eines Scharniergelenks, das aber trotzdem Rotations- und Translationsbewegungen ermöglicht, die Entwickler von Endoprothesen vor große Herausforderungen. Dementsprechend wird die „natürliche“ Kinematik bei Sprunggelenksendoprothesen noch lange nicht so gut nachempfunden wie bei Knieendoprothesen oder gar bei Endoprothesen der Kugelgelenke an Hüfte und Schulter. Trotzdem sind Fortschritte zu verzeichnen.**

Die Endoprothetik des oberen Sprunggelenks (OSG) wurde von den Fachärzten Lord und Malotte 1970 mit einer umgekehrt eingesetzten Hüftendoprothese begründet. Drei Jahre später haben die beiden deutschen Mediziner Prof. Buchholz und Prof. Engelbrecht (Endoklinik Hamburg) im Jahr 1973 ebenfalls die funktionierende Hüftendoprothese – ein auf den Kopf gestelltes Kugelgelenk – für die OSG-Prothetik ausgewählt. Diese Konstruktion zeigte jedoch hohe Lockerungsraten und eine nur kurze Standzeit, so dass sie wieder verworfen wurde.

Bei der zweiten Generation wurde die anatomische Struktur des OSG, anders als bei der umgekehrten Hüftendoprothese, eher nachempfunden. Jedoch gab es auch hier aufgrund der gekoppelten Gelenkpartner und zementierten Verankerung, wie bei der Imperial college® und der Mayo Total Ankle® Prothese, erhebliche frühzeitige Lockerungen und weitere Probleme, so dass auch dieser Ansatz verworfen wurde.

Als dritte Generation wurde eine Prothese mit anatomisch nachempfunderer Taluskappe und einer planen Tibiaplatte entwickelt, die durch ihre besondere Formgebung eher einem normalen Sprung-

gelenk ähnelt. Beide Komponenten werden durch einen Polyethylengleitkern zu einem Gelenk verbunden. Mit diesem Design begründete Hakon Kofoed mit der sogenannten Scandinavian Total Ankle Replacement (STAR®) Prothese 1990 die moderne Sprunggelenksendoprothetik (Abb. 1). Die anfängliche Zementierung der Prothese führte zu keinen zufriedenstellenden Ergebnissen. Erst eine doppelte Hydroxylapatit-Oberflächenbeschichtung ermöglichte das erfolgreiche Einwachsen der Prothese in den Knochen.

Bis dato konkurrierende Zweikomponenten-Prothesen mit halbfreier Führung wie Agility® und die ESSKA® verschwanden schnell vom Markt, da die neue Dreikomponenten-Prothesen, wie etwa die Produkte Hintegra® (Abb. 2), Salto®, STAR®, Mobility® (Abb. 3) und AES® Prothese durch ihre innovative Technologie eher überzeugen konnten. Das Besondere an diesen Prothesen ist, dass sie zwei Komponenten mit einer planen Tibia und verschiedenen Formgebungen des Talus aufweisen. Teilweise wurden die Radien des Talus, die lateral größer als medial sind, nachempfunden. Außerdem wurden die talaren Komponenten mit gleichen Radien medial und lateral konzipiert. Alle



Prof. Dr. Hajo Thermann  
Dr. Sebastian Müller



1

Prothesen dieser Generation wurden als Einwachsprothesen konzipiert. Dabei funktionierten die Mobility® und AES® Prothese eher als Oberflächenprothesen, während die STAR® und die Hintegra® Prothesen mit seitlichen Überdeckungen im Sinne einer Kappenprothese, funktionierten.

Der wesentliche Konsens aller Prothesendesigns war eine plane Tibiaplatte. Dies ist jedoch fragwürdig, da die Natur dies über Millionen von Jahren so nicht vorgegeben hat. Allen Prothesen liegt der Versuch einer geringen Knochenresektion zugrunde. Außerdem sind ein gerader Schnitt bzw. die sogenannten anterioren und posterioren Schrägschnitte (halbes Sechseck) notwendig, um auf diese Weise



2

**Abb. 1:** S.T.A.R.® Prothese – Dreikomponentenprothese mit planer tibialer Komponente, „Kappendesign“ der talaren Komponente, „single radius“ medial/lateral und Polyäthylengleitkern (PE).

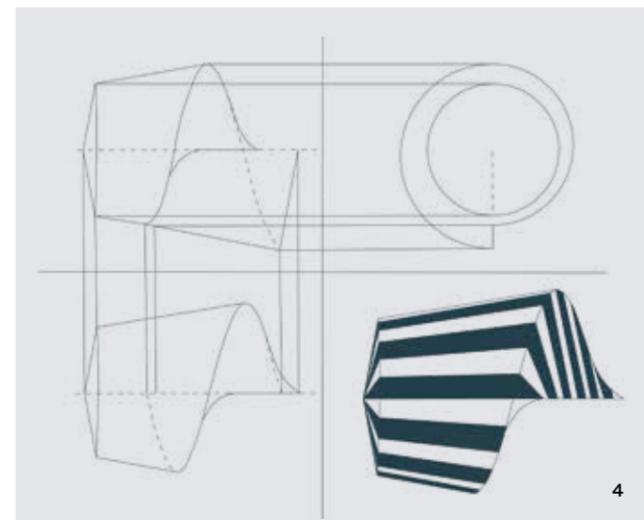
**Abb. 2:** Hintegra®-Prothese – Dreikomponentenprothese mit planer tibialer Komponente, jedoch mit anderer Fixation, „Kappendesign“ der talaren Komponente mit unterschiedlichen Radien medial, lateral und Polyäthylengleitkern (PE).

**Abb. 3:** Mobility Prothese® – plane tibiale Komponente, jedoch mit Schaftfixierung, talare „Oberflächenbedeckung“ und seitliche Schnitte, „single radius“ medial/lateral.



3

**Abb. 4:** Kinematisches Modell des OSG: schraubenförmige Bewegung eines „abgesägten Konus“.



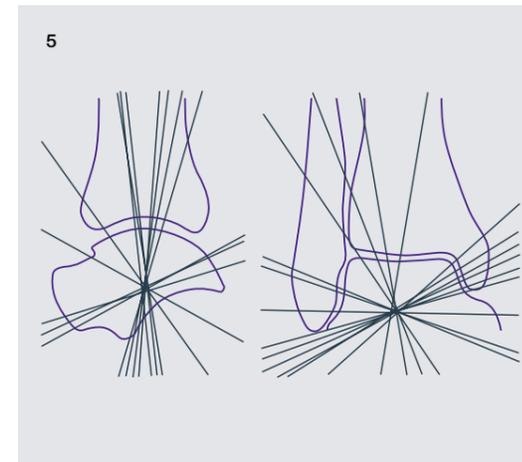
4

eine große Oberfläche zum Einwachsen der Prothese zu gewährleisten. Falls jedoch die Schnittführungen nicht ganz präzise durchgeführt wurden, konnte das Einwachsen aufgrund des sogenannten Mismatching nicht optimal erfolgen, was gleichzeitig der Nachteil dieser Technik war. Ferner führten Scherkräfte an den Kanten der Schnitte zu frühzeitigen Lockerungen und Zystenbildungen.

Die normale Kinematik des Sprunggelenkes entspricht einem abgesägten Konus (Abb. 4) mit einem sogenannten medialen Pivot. Der mediale Radius mit dem stabilen, zweilagigen Deltabandkomplex hat nur einen geringen Bewegungsumfang, hingegen ermöglicht der größere laterale Radius des abgesägten Konus die Mobilität im Bereich des lateralen Gelenkschnitts und die Rotation des Gelenkes.

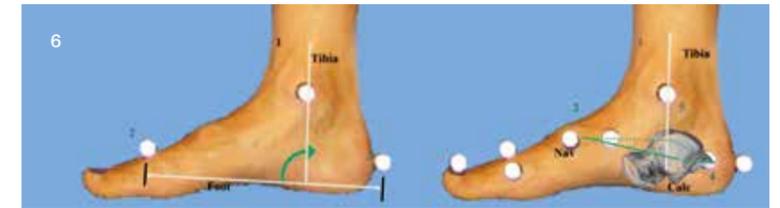
**POLYAXIALE BEWEGUNGSZENTREN IM SPRUNGGELENK**

Dennoch, die entscheidenden Bewegungszentren im Sprunggelenk sind wechselnd (polyaxial), so dass die



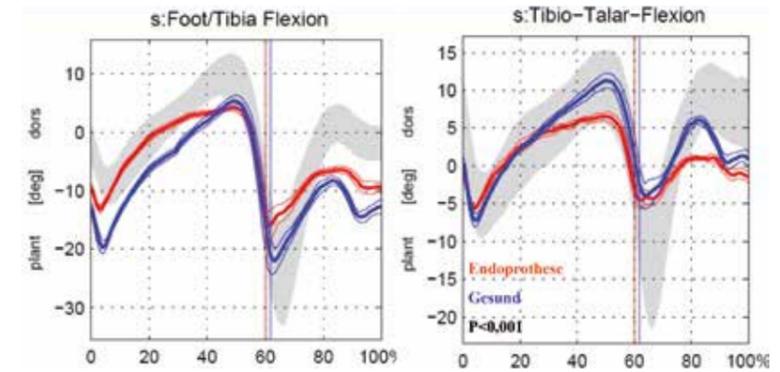
5

**Abb. 5:** Polyaxiales Bewegungszentrum des OSG in Sagittal- und Frontalebene



6

**Abb. 6:** Bewegungsmessung im Vicom Verfahren (Heidelberger Fußmodell) für Flexion. Vergleich zwischen normalem OSG (blau) und OSG mit Hintegra®-Prothese (rot).



kinematische „künstliche Wiederherstellung“ eines solchen Gelenks als Prothese erhebliche Probleme bereitet. Das zweite wesentliche Problem ist, dass das OSG – im Vergleich zum Kniegelenk – ein sehr kongruentes Gelenk darstellt, was eine komplexe Verzahnung zwischen den Gelenksabschnitten mit nur geringem Spielraum entspricht. Trotzdem kann man nicht von einem Scharniergelenk sprechen, da zusätzliche Rotations- und Translationsbewegungen auftreten. Dieses multiaxiale Gelenk (Abb. 5), das von kräftigen Bändern stabilisiert und geführt wird, kann in dem Malleolengabel-geführten Talus um eine schräge Kompromissachse gegen die angrenzenden Fußwurzelknochen proniert und supiniert werden.

Diese komplexen kinematischen Prinzipien konnte keine dieser Prothesen erfüllen, weshalb sie zu entsprechenden Einschränkungen in der Dorsalextension als auch der Plantarflexion führten, nicht nur bedingt durch Narbenbildung, sondern auch als Reaktion auf die unphysiologische Belastung im Gelenk als Folge der „unkinematischen“ endoprothetischen Versorgung. Die von meinem Co-Autoren Sebastian Müller und mir durchgeführten 3D-Fußanalysen nach Implantation von Hintegra® Prothesen

zeigten im Vergleich zum gesunden Sprunggelenk in allen kinematischen Untersuchungen der Bewegung mit einem Vicom-System deutliche Unterschiede zwischen Prothese und normalem Gelenk. Insbesondere bei der Flexion und Extension beobachteten wir signifikante Unterschiede, ebenfalls bei der Untersuchung des unteren Sprunggelenkes mit subtalarer Inversion (Abb. 6).

mobilem Gleitkern nicht der Realität. Denn das Polyethylen verband sich immer in einer festen Narbe mit der tibialen Komponente und nur der Talus führte zu einer Beweglichkeit im Gelenk. Aus diesem Grund wurde erneut auf die Zweikomponenten-Prothesen zurückgegriffen, die insbesondere in den USA konstruiert wurden: Das Polyethylen wurde an der tibialen Komponente fixiert, wodurch

**„Die künstliche Wiederherstellung der Kinematik des Sprunggelenks bereitet wegen der polyaxialen Bewegungszentren dieses Gelenks erhebliche Probleme.“**

Als ersten Schritt hin zur natürlichen Entwicklung des Sprunggelenkes wurden konvexe tibiale Komponenten wie die „Trabecular metal total ankle®“ und die „Vantage® Prothese“ (Abb. 7), entwickelt.

Die Dreikomponenten-Prothesen entsprechen zudem mit ihrer Funktionsweise mit

wieder die Zweikomponenten-Prothesen entstanden, die eine uneingeschränkten Zulassung für den amerikanischen Markt erhielten. Nichtsdestotrotz hat das konvexe Design der OSG-Prothesen nicht zu einem normalen kinematischen Verhalten geführt.

**NEUE ENTWICKLUNGEN**

Das heutige Design versucht diese komplexen, wechselnden Strukturen zu vereinfachen, indem man zumindest die talare Schulter nachempfunden und mit zwei verschiedenen Radien arbeitet. Jedoch kann die kinematische Verkopplung des Gelenkes zur Tibia auf diese Weise nicht vollständig nachempfunden werden.

Bei den neuesten Entwicklungen aus dem Jahr 2018 (Vantage®) wird das tibiale Design im lateralen Bereich an die Fibula angepasst und entsprechend eingebuchtet. Die vertikal angeordneten kleinen Zapfen zeigen ein ideales Belastungsprofil auf das Knochen-Implant-Interface in der sogenannten „finite Elemente-Methode“. Das Risiko von exzentrischem Stress und die Stressabschirmung können deutlich abgemildert werden, so dass die tibiale Lockerung durch zystische Veränderungen vermieden werden sollte. Die talare Komponente wird jetzt mit einer Raspel



Abb. 7: Vantage® OSG Prothese: konvexe Tibia mit „vertikaler“ Zapfenbefestigung, Doppelradius der talaren Komponente und „runder“ Auflagefläche.

## „Die Prothese, die derzeit am besten den kinematischen Anforderungen des Sprunggelenks entspricht, stammt aus dem Jahr 2007!“

„rund“ präpariert, mit zwei Radien und einer anterioren Zunge, die der Anatomie stärker nachempfunden wurde und durch das runde Profil sowohl der Prothese als auch des Talus im Vergleich zu der bisherigen Schnittführung Abscherspannungen herabsetzt.

Die Prothese, die aus meiner Sicht am weitesten den kinematischen Anforderungen eines Sprunggelenkes entspricht, ist das German Ankle System® (GAS) (Abb. 8a+b) von Prof. M. Richter (2007!). Es handelt sich hierbei um eine Dreikomponentenprothese, wobei das Polyethylen konvex zur Tibia und konkav zum Talus ist. Die talare Komponente entspricht einem abgesägten Konus wie bei einem normalen Talus, und wurde auch „rund“ implantiert (bereits 2007!).

### VERGLEICH ZWISCHEN GAS®-PROTHESE UND HINTEGRA®

Eine vergleichende biomechanische Studie dieser Prothese mit einem Standard-

implantat (Hintegra®) untersuchte experimentell am Präparat in einem speziellen Robot System mit Druckmessplatten im implantierten Gelenk und im Vergleich dazu im natürlichen Sprunggelenk.

Beide Prothesen erhöhten den Druck und die Scherkraft im Vergleich zum normalen Sprunggelenk signifikant. Hierbei schnitt die anatomische „German Ankle System® (GAS)“-Prothese besser ab als die der Hintegra®-Prothese. Druckmessungen im lateralen Gelenkabschnitt ergaben für das „German Ankle System®“ signifikant niedrigere Werte im Vergleich zu der Hintegra®-Prothese. Zusätzlich zeigte sich kein Unterschied zum normalen Gelenk.



Abb. 8a und b: GAS – konvexe Tibia mit „vertikaler“ Zapfenbefestigung, Doppelradius der talaren Komponente mit Designanpassung an den „abgesägten“ Konus; frontal (a) und sagittal (b).

Außerdem ermöglicht die GAS®-Prothese im Vergleich zur Hintegra® eine signifikant bessere Dorsalflexion und Plantarflexion des Sprunggelenkes, während die Dorsalflexion bei der Hintegra®-Prothese deutlich vermindert war. Weiterhin fiel auf, dass die Hintegra®-Prothese die Translation von proximal nach distal und von medial nach lateral zur Fibula gegenüber der GAS® erhöhte (vermehrter PE-Abrieb!). Bei dem Experiment wurde eine deutliche Verbesserung des anatomischen, kinematischen Systems der GAS®-Prothese festgestellt, welches die Bewegung der Knochen weniger alteriert, als die Standard Dreikomponenten-Systeme (Hintegra®).

Insgesamt zeigt das Modell eine viel größere Nähe zu einer normalen Kinematik des Sprunggelenkes. Leider wurde dieser Prothese bislang nicht produziert, da die Patente vom Autor verkauft wurden und sie sich somit in Alltagsbelastungen nicht bewähren konnte.

**FAZIT**

Zusammenfassend kann man festhalten, dass die Sprunggelenksendoprothetik in Händen von Experten zu einer erfolgreichen Wiederherstellung der Beweglichkeit des Gelenkes mit Schmerzfähigkeit geführt hat. Die Problematik zum jetzigen Zeitpunkt der Sprunggelenksendoprothetik ist, dass die anatomisch funktionelle Kinematik des Gelenkes noch immer nicht optimal nachempfunden werden kann, was zu Einschränkungen in der Beweglichkeit mit vermehrtem Druck und mit Scherkräften führt und zu Schmerzen bzw. Lockerung führt. Die „vielversprechendste Prothese“ ist leider patentrechtlich verkauft und bisher nicht produziert worden.

Zum jetzigen Zeitpunkt weisen die neuesten Prothesen noch einen größeren Abstand zu kinematisch normalen Abläufen auf im Vergleich zur Knieendoprothetik, und noch deutlicher im Vergleich zu den Kugelgelenken Schulter und Hüfte.

Die Sprunggelenksendoprothetik leidet darunter, dass sie kein wirtschaftlich bedeutender Faktor mit „edit value“ ist, so dass die Ressourcen zur Weiterentwicklung von der Industrie verständlicherweise nicht optimal zur Verfügung gestellt werden.

Neueste Entwicklungen in der Computertechnik, auch weitere CAD-, 3D Print-Verfahren sowie die Hinwendung der Endoprothetikindustrie zu anatomischen Implantaten werden jedoch auch bei der Sprunggelenksendoprothetik zu weiteren Fortschritten führen.

**Prof. Dr. Hajo Thermann**  
**Dr. Sebastian Müller**  
HKF – INTERNATIONALES ZENTRUM  
FÜR ORTHOPÄDIE  
ATOS Klinik Heidelberg  
hajo.thermann@atos.de

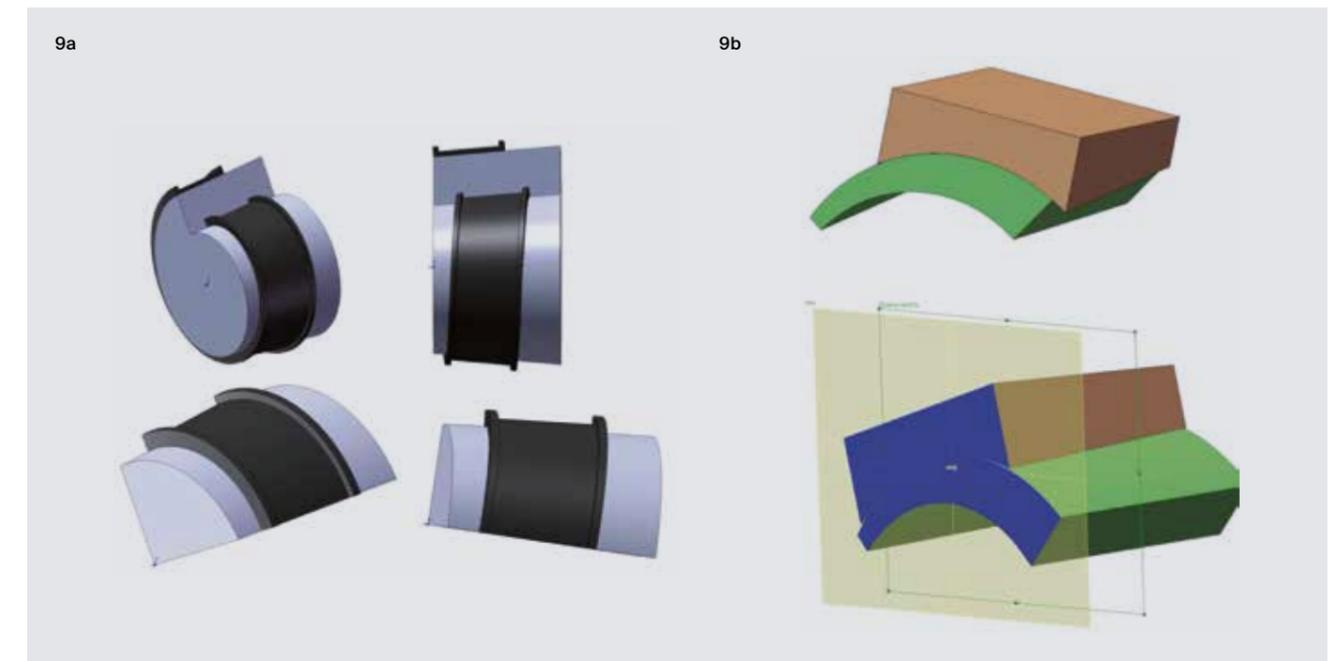


Abb. 9a und b: Anpassung der talaren Komponente an den „schrägen abgesägten Konus“ (a) und Stellungsanpassung des PEs auf der talaren Komponente in Dorsalextension und Plantarflexion (b).

# Die arthroskopische Therapie der chronischen Instabilität am oberen Sprunggelenk

Von Thomas Geyer, Steffen Berlet und Katharina Da Fonseca

**Bis zu 40 % der Patienten mit akuten Bandverletzungen des Sprunggelenks entwickeln eine chronische Instabilität, die funktionell oder mechanisch sein kann. Bei symptomatischer mechanischer Instabilität besteht die Indikation zur lateralen Bandrekonstruktion. Der folgende Beitrag aus der Praxis für Hand- und Fußchirurgie der ATOS Klinik Heidelberg beschreibt eine arthroskopische Technik zur Bandrekonstruktion.**

Sprunggelenkdistorsionstraumen sind mit 27 Millionen Verletzungen pro Jahr weltweit die häufigsten Verletzungen beim Sportler. Täglich erleiden ca. 75.000 Menschen in Europa und ca. 30.000 in den USA ein Umknicktrauma des Sprunggelenkes. Das entspricht einer Inzidenz von 1 – 2/1000. 85% der Distorsionstraumen gehen mit einer Verletzung der lateralen Bänder einher. Kernspintomographische Untersuchungen haben gezeigt, dass in 75% das Ligamentum fibulotalare anterius (LFTA) und in 41% das Lg. fibulocalcaneare (LFC) verletzt ist. In 5% liegt eine Kombinationsverletzung vor. Akute Bandverletzungen werden in aller Regel konservativ behandelt. Die frühfunktionelle Behandlung mittels Sprunggelenkorthese und anschließendem Propriozeptionstraining zeigt bessere Ergebnisse als die Ruhigstellung im Cast. Nichtsdestotrotz entwickeln 20 – 40% der Patienten im Verlauf eine chronische Sprunggelenkinstabilität (CAI – chronic ankle instability), welche im Verlauf zu Synovialitiden (Gelenkschleimhautentzündungen), Knorpelschäden und zu Impingementsyndromen führen kann. Einige arthroskopische Studien zeigten eine Inzidenz der osteochondralen Läsionen, insbesondere im Bereich des

medialen Talus, von bis zu 90% bei chronischer Instabilität zwei Jahre nach dem initialen Umknicktrauma. Es werden funktionelle (fehlende Propriozeption) und mechanische Instabilitäten (insuffiziente Bandstrukturen) unterschieden.

Bei symptomatischer mechanischer Instabilität ist die Indikation zur lateralen Bandrekonstruktion gegeben. Anatomische und nicht-anatomische Verfahren sowie arthroskopische und offene Verfahren werden angewendet. Dieser Beitrag beschreibt eine arthroskopische Technik der lateralen Bandrekonstruktion und gibt einen kurzen Überblick über die Ergebnisse (1, 2, 6, 7, 13, 17).

## ÄTIOLOGIE

Die Hauptursache für die Ausbildung einer chronischen Sprunggelenkinstabilität ist ein adäquates Umknicktrauma. Hierbei spielt es keine Rolle, ob dies ein einmaliges Ereignis war oder ob es zu rezidivierenden Verletzungen gekommen ist. Die initiale Behandlung bleibt weiterhin Gegenstand von Diskussionen. Zeigen doch einige Studien, dass nach operativer Therapie die Ergebnisse besser sind, so gilt es dies gegenüber dem Operationsrisiko abzuwägen.



Dr. Thomas Geyer  
Dr. Steffen Berlet  
Dr. Katharina Da Fonseca

Abb. 1: Mortiseaufnahme

Abb. 2: MRT transversal:  
Darstellung der Bandruptur

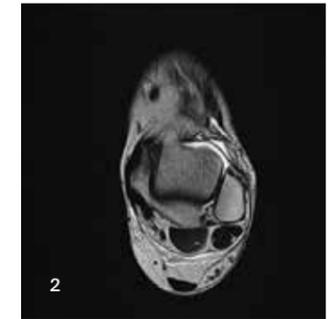


Abb. 3: Anatomische Landmarken

Abb. 4: Distale Fibula, Talus aufgeklappt

Mechanische Instabilitäten sind Folge von insuffizienten eingerissenen Bandstrukturen, funktionelle Instabilitäten von fehlender Propriozeption. Im Einzelfall sind diese nicht immer sicher zu differenzieren. Weiterhin ist es wichtig, den individuellen Aktivitätsgrad des Patienten zu bestimmen. Bei Spitzensportlern und Athleten wird weiterhin die operative Therapie der akuten lateralen Bandverletzung und Instabilitäten zu reduzieren, da wie oben beschrieben die Inzidenz 20 – 40% beträgt. Weitere prädisponierende Faktoren, welche zur Entwicklung von Sprunggelenkinstabilitäten beitragen, sind ein Tibia- oder Rückfußvarus, anteriores Impingementsyndrom mit eingeschränkter Dorsalflexion und verkürzter Achillessehne oder Gastrocnemiusmuskulatur sowie Peronealsehnenpathologien (1, 2, 6, 7).

## KLINIK

Eine chronische Sprunggelenkinstabilität kann vermutet werden, wenn folgende

Symptome und anamnestische Hinweise vorliegen:

- mindestens ein akutes Ereignis mit Umknicktrauma und folgender Schwellung, Schmerzen und eingeschränkter Belastbarkeit
- das subjektive Gefühl des Patienten von Instabilität, rezidivierenden Schwellungen und nachfolgend Vermeidung von Aktivitäten.

Bei der klinischen Untersuchung müssen immer beide Sprunggelenke und die Beinachse im Stand und Gang beurteilt werden. Schmerzpunkte werden lokalisiert und die aktive und passive Beweglichkeit werden dokumentiert. Dies erfolgt am besten im Sitzen bei hängenden Unterschenkeln sowie in Kniestreckung, um eine Verkürzung der Gastrocnemiusmuskulatur und der Achillessehne zu erkennen. Des Weiteren müssen Pathologien der Sehne des M. tibialis posterior und der Peronealsehnen erkannt werden. Zuletzt gilt es eine allgemeine Einschät-

zung der generellen Bandlaxizität zu erhalten.

Die Quantifizierung der Sprunggelenkinstabilität ist schwierig und bleibt weiterhin subjektiv. Deshalb sollte eine Beschreibung im Seitenvergleich erfolgen, beispielsweise in drei Schweregraden:

- stabil
- instabil
- instabil mit Sulcuszeichen.

Funktionelle Instabilitäten können evtl. durch dynamische Tests im Einbeinstand erkannt und durch Druckmessungen (Pedobarographie) quantifiziert werden. Ein spezielles Trainingsprogramm kann sich dann anschließen.

## DIAGNOSTIK UND BILDGEBUNG

Die Standardbildgebung beinhaltet sowohl beim akuten Distorsionstrauma als auch beim Verdacht der chronischen Instabilität die Röntgenuntersuchung des Sprunggelenkes in zwei Ebenen (ap

und seitlich) sowie die Mortiseaufnahme in 15° Innenrotation zur Beurteilung der tibiofibularen Distanz (Abb. 1). Bei Rückfußdeformitäten sollte noch die Saltzmannaufnahme durchgeführt werden. Mittlerweile führen wir bei allen Patienten mit chronischen Sprunggelenkproblemen eine Kernspintomographie zum Ausschluss von osteochondralen Läsionen und zur Beurteilung der Sehnen und weiterer Pathologien durch (Abb. 2). Eine Computertomographie liefert bei knöchernen Deformitäten zusätzliche Informationen.

### ARTHROSKOPIE

Eine Literaturübersicht zeigt, dass ca. 15 – 35% der Patienten nach operativer Bandrekonstruktion am oberen Sprunggelenk noch über Symptome wie Schmerzen und Schwellung, aber auch über ein Instabilitätsgefühl klagen. Zusätzliche intraartikuläre Pathologien und Begleitverletzungen werden hierfür verantwortlich gemacht. Beispiele dafür sind osteochondrale Läsionen, Impingementsyndrome, freie Gelenkkörper, aber auch Sehnenpathologien.

Viele Autoren beschreiben diese arthroskopisch sichtbaren Pathologien und Veränderungen, allerdings wurden diese bisher nicht regelmäßig mit dem klinischen Ergebnis in Korrelation gesetzt.

Choi et al. zeigten in ihrer Serie, dass 63 von 65 Patienten mit CAI intraartikuläre Begleitverletzungen aufwiesen (4). Bei den unbefriedigenden Resultaten waren die Syndesmosenverletzung, osteochondrale Läsionen und zusätzliche Ossikel führend, insgesamt allerdings das Weichteilimpingement in 53 Fällen am häufigsten anzutreffen. Die hohe Anzahl der

Patienten mit Weichteilimpingement ist höchstwahrscheinlich als Antwort auf die chronische Instabilität und auf rezidivierende Supinationsbelastung anzusehen. Die hypertrophierte Synovia und Narbengewebe führen zu lokalen Einklemmungserscheinungen, klinisch lässt sich meist ein lokaler Schmerzpunkt ausmachen. Die Bedeutung von Ossikeln, welche häufig im Bereich der Spitze des lateralen Malleolus bei CAI zu finden sind, ist noch nicht hinreichend geklärt. Ebenso tragen Syndesmosenverletzungen und osteochondrale Läsionen zum schlechten Ergebnis nach Sprunggelenkdorsionstraumen trotz erfolgreicher Bandrekonstruktion bei. Die differenzierte Therapie dieser Verletzungen würde allerdings den Rahmen dieses Beitrages sprengen und bleibt eigenen Beiträgen vorbehalten. Insgesamt ist jedoch die Sprunggelenkarthroskopie mittlerweile bei der Behandlung der chronischen Sprunggelenkinstabilität nicht mehr weg-

zudenken und integraler Bestandteil der Therapie vor operativer Bandrekonstruktion (1, 2, 6, 7).

### REKONSTRUKTIVE VERFAHREN

Die letzten 40 Jahre hat im Bereich der Knie- und Schulterchirurgie eine enorme Entwicklung von der offenen nicht-anatomischen zur anatomischen minimal-invasiven und arthroskopischen Therapie stattgefunden. Die Therapie der CAI durchläuft in den letzten Jahren eine ähnliche Entwicklung.

Die chirurgische Therapie und Bandrekonstruktion mit nicht-anatomischen Techniken unter Verwendung von Sehngrafts erzielten akzeptable Ergebnisse und mechanische Stabilität. Langzeitergebnisse dieser Operationen (Christman-Snook, Evans, Watson-Jones) zeigten allerdings auch häufig eine eingeschränkte Beweglichkeit und eine hohe Inzidenz degenerativer Veränderungen.

Allgemein können rekonstruktive Verfahren (primär oder sekundär) von Ersatzoperationen mit Auto- oder Allografts unterschieden werden. Die klassische Broströmoperation ist eine direkte Naht des LFTA. In der Praxis wird sie allerdings selten isoliert angewendet. Meistens erfolgt eine Augmentation durch das Extensor-Retinakulum in der Modifikation nach Gould. Dies wird mittlerweile als operativer Goldstandard für Patienten mit CAI angesehen (3, 5).

Anatomische Rekonstruktionen mit Sehneninterpositionen oder Sehngrafts bleiben Revisionseingriffen vorbehalten. Die Positionierung der Sehngrafts sollte sich am anatomischen Verlauf der lateralen Bandstrukturen orientieren. Ansonsten resultiert häufig eine veränderte Biomechanik mit zunehmendem Gelenkverschleiß im zeitlichen Verlauf. Nicht-anatomische Verfahren sollten deshalb nicht mehr angewendet werden. Insbesondere sollten die Peronealsehnen nicht geopfert werden, da sie wichtige dynamische Stabilisatoren des oberen und unteren Sprunggelenkes darstellen.

Aufgrund der hohen Inzidenz von intraartikulären Verletzungen bei der CAI ist die arthroskopische Evaluation des Sprunggelenkes nicht mehr wegzudenken. Dies animierte viele Sprunggelenkchirurgen, arthroskopische Techniken der lateralen Stabilisierung zu entwickeln. In den letzten 5 – 10 Jahren gibt es hierzu immer mehr Publikationen. Viele dieser Techniken zeigen in Evidenz-Level IV Studien vielversprechende Ergebnisse. Es werden mittlerweile vielfältige Techniken beschrieben wie z. B. die Nähte durch das LFTA und LFC sowie durch das Retinakulum geführt werden können, um die Broström-Gould-Rekonstruktion arthroskopisch durchzuführen. Auch arthroskopische Verfahren, welche Sehneninterpositionen verwenden, wurden beschrieben. Diese sind aber technisch äußerst anspruchsvoll und in der Entwicklungsphase.

Wir führen seit mehreren Jahren ein arthroskopisches Verfahren zur Rekonstruktion der lateralen Bandstrukturen unter Miteinbeziehung des Extensor-Retinakulums in der von Acevedo und Mangone mitentwickelten Technik durch (1, 2).

### OPERATIONSTECHNIK

Die Arthroskopie des ventralen Anteils des oberen Sprunggelenkes erfolgt in Rückenlage. Wir bevorzugen die Lagerung und Fixierung des Unterschenkels in einer mechanischen Beinstütze, so dass bei Bedarf auch ein dorsaler Zugang angelegt werden kann.

Die Verwendung eines OSG-Distraktors oder die Distraction über eine Beinschlaufe ist fakultativ. Sollte eine Distraction verwendet werden, muss diese vor dem Knoten und Festziehen der Fäden gelockert werden. Bei dem kleinen und engen Gelenkraum bevorzugen wir eine 2,7-mm-Kurzschafthoptik sowie die entsprechenden Weichteil- und Knochenfräsen bis max. 4 mm Durchmesser. Aufgrund der Hitzeentwicklung verwenden wir bei kleinen Gelenken HF-Sonden nur zurückhaltend. Der Druck der Rollenpumpe wird auf 30 bis max. 50 mmHG begrenzt. Das Anzeichnen der anatomischen Strukturen und der „Safe Zone“ ist für den Operationserfolg wichtig und erleichtert bei eintretender Weichteilschwellung die Orientierung. Es werden die distale Fibula, der N. peroneus superficialis, die Peronealsehnen und der obere Rand des inferioren Extensor-Retinakulums (IER) angezeichnet (Abb. 3).

Regelmäßig werden das anteromediale und das anterolaterale Standardportal, bei Bedarf ein akzessorisches tiefes anteromediales und anterolaterales Portal

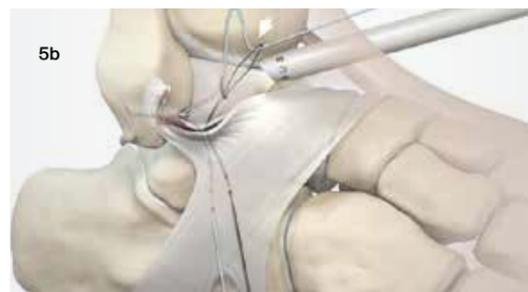


Abb. 5a, b: Ausleiten des ersten Fadenpaares durch das Retinakulum mittels Suture Lasso

Abb. 6: Platzieren des zweiten Fadenankers



Abb. 7a, b: Ausleiten der Fäden distal



8a



8b

Abb. 8a, b: Unmittelbares postoperatives Resultat  
Alle Schemazeichnungen mit freundlicher Genehmigung der Firma Arthrex

angelegt. Auf ein zentrales Portal wird aufgrund der höheren Verletzungsgefahr der Gefäß-Nervenstrukturen verzichtet.

Zunächst erfolgt eine standardisierte diagnostische Arthroskopie, um zusätzliche intraartikuläre Veränderungen zu erkennen und zu dokumentieren. Danach wird der laterale Recessus sorgfältig debridiert und freipräpariert, um den distalen und anterioren Anteil der Fibula darzustellen (Abb. 4). Mit dem Tasthäkchen wird dies verifiziert und abgetastet.

Durch das anterolaterale Standardportal wird der erste Knochenanker 1cm proximal der Fibulaspitze platziert und die Fäden werden hierüber herausgeführt. Die Fäden werden dann mit einem spitzen „Suture passer“ einzeln nach distal unter Mitnahme des Bandstumpfes und des IER ausgebracht. Hierbei wird dorsal knapp anterior der Peronealsehnen begonnen. Der Abstand zur Fibulaspitze muss mindestens 1,5cm betragen, um das IER sicher anzuschlingen (Abb. 5a, b). Nun wird der zweite Anker 1cm superior zum ersten im anterioren Anteil der distalen Fibula platziert (Abb. 6). Dabei sollte darauf geachtet werden, dass der Anker weiterhin inferior zum Talusdom liegt und somit dem anatomischen Ursprung des LFTA entspricht. Das zweite Fadenpaar wird nun wie das erste mit dem Sture passer distal ausgeweitet. Dies kann sowohl in Inside-Out- oder Outside-In-Technik erfolgen. Innerhalb der Safe Zone sollten die Fäden einen Abstand von ca. 1cm aufweisen. Durch eine schmale Inzision

zwischen den Fadenpaaren werden die Fäden dann mit dem Hähchen ausgeleitet (Abb. 7a, b).

Das Sprunggelenk wird nun in 90° in leichter Eversion gehalten und die Fadenpaare werden geknotet. Zusätzlich wird ein leichter Druck nach dorsal (posteriore Schublade) ausgeübt. Es erfolgt eine klinische Stabilitätsprüfung. Bei fehlender Stabilität kann auf ein offenes Verfahren umgestiegen oder ein zusätzliches augmentierendes Verfahren angewendet werden. Die Portale werden üblicherweise mit Einzelknopfnähten verschlossen (Abb. 8a, b).

**NACHBEHANDLUNG**

Unmittelbar postoperativ wird das Sprunggelenk in einem Boot oder Unterschenkelcast für zwei Wochen ruhiggestellt. Dann erfolgt ein Belastungsaufbau über zwei Wochen. Nach vier Wochen ist eine Vollbelastung mit Sprunggelenkorthese möglich. Nach sechs Wochen beginnt die Physiotherapie mit aktiven und passiven Bewegungsübungen. High-Contact Sports wie z.B. Fußball oder Basketball sind nach drei Monaten möglich.

**ERGEBNISSE UND DISKUSSION**

Das Verständnis der Anatomie und der Biomechanik der lateralen Bandstrukturen ist Voraussetzung zur Therapie der chronischen Sprunggelenkinstabilität. Der laterale Bandkomplex besteht aus drei Bändern: dem Lig. fibulotalare anterius, dem Lig. fibulocalcaneare und

dem Lig. fibulotalare posterius. Das LFTA ist am häufigsten betroffen; es ist mit ca. 138-160N Reißfestigkeit das schwächste Band. Es entspringt 1cm anterior-proximal der Fibulaspitze und verläuft fast horizontal nach medial zum Talus. Das LFC entspringt im Bereich der Fibulaspitze und läuft senkrecht zum Tuberkel des Calcaneus. Obwohl in ca. 20% Kombinationsverletzungen vorliegen, so scheint die Rekonstruktion des LFC zur Wiederherstellung der Stabilität nicht relevant zu sein. Broström hat in 98% seiner Fälle nur das LFTA versorgt, Lee berichtet bei 30 Fällen über sehr gute Ergebnisse (3, 5, 9, 10, 11, 12). In der Modifikation nach Gould wird das inferiore Extensor-Retinalum in die Rekonstruktion miteinbezogen und parallel zum Verlauf des LFC ausgerichtet, was evtl. zusätzliche Stabilität bringt, auch wenn dies biomechanisch umstritten ist. Durch die Verwendung von Knochenankern, welche eine höhere Ausreißfestigkeit besitzen als die alleinige Bandrekonstruktion, wird die Stabilität erhöht (16).

Bei der hier vorgestellten Technik handelt es sich um eine arthroskopische Rekonstruktion des LFTA unter Miteinbeziehung des IER in der Technik nach Broström-Gould und Verwendung zweier Knochenanker. Die Safe Zone zwischen den Peronealsehnen und dem N. peroneus superficialis wird beachtet, das IER wird 1,5cm distal der Fibula „aufgefädelt“. Acevedo und Mangeone berichten in ihrer ersten Serie über 73 Patienten. 69 von

73 Patienten waren mit dem Ergebnis zufrieden (2). Nur bei einem Patienten wird über eine erneute Instabilität berichtet. Drei Patienten berichteten über chronische Schmerzen, fünf Patienten über eine Neuritis. In einer weiteren Serie berichten die Autoren erneut über eine 95% Zufriedenheitsrate. Sowohl Lee als auch Yoo publizierten ähnlich gute Ergebnisse, Yoo hat durch die Augmentierung mit einem Internal Brace zusätzliche Stabilität erzielt und damit eine frühere Belastung und schnellere Rehabilitation ermöglicht (18). Alles in allem waren die Ergebnisse vielversprechend. Auch bei anderen Techniken, auf die hier nicht näher eingegangen werden soll, wird über ähnliche und vergleichbare Ergebnisse wie bei den offenen Verfahren berichtet (6, 7, 8, 10, 12, 13, 15). Die aktuelle Datenlage zeigt zusammenfassend klinisch und biomechanisch gleichwertige Ergebnisse zwischen der offenen Rekonstruktion nach Broström und der arthroskopischen Technik. Bei gleicher Stabilität bestehen weniger Schmerzen, weniger Schwellung sowie ein besseres kosmetisches Ergebnis.

**FAZIT**

Zur Beurteilung und Evaluation der chronischen Sprunggelenkinstabilität sind eine sorgfältige Anamnese, eine standardisierte klinische Untersuchung sowie entsprechende radiologische Verfahren Grundvoraussetzung. Hieraus kann dann die individuelle Op-Indikation und das entsprechende Verfahren abgeleitet werden. Die anatomischen Rekonstruktionsverfahren sind den nicht-anatomischen Verfahren bei symptomatischer CAI überlegen. Aufgrund der hohen Inzidenz intraartikulärer Pathologien ist heutzutage die Sprunggelenkarthroskopie integraler Bestandteil der Therapie. Da ein intraoperatives Umsteigen vom arthroskopischen zum offenen Verfahren die Op-Zeit deutlich verlängert und auch Probleme durch z.B. zunehmende Schwellung auftreten können, wurden in den letzten Jahren vermehrt arthroskopische Verfahren zur lateralen Bandrekonstruktion entwickelt. Die bisherigen Ergebnisse sind vielversprechend und den offenen Verfahren vergleichbar. Es ist zu erwarten, dass sie sich in den nächs-

ten Jahren zum Standardverfahren etablieren und die offenen Verfahren weitestgehend ablösen werden.

**Dr. Thomas Geyer**  
**Dr. Steffen Berlet**  
**Dr. Katharina Da Fonseca**  
HFC Praxis für Hand- und Fußchirurgie  
ATOS Klinik Heidelberg  
Thomas.geyer@atos.de

**Literatur:**

1. Acevedo, J. I., Palmer, R. C., & Mangone, P. G. (2018). Arthroscopic Treatment of Ankle Instability. *Foot and Ankle Clinics*, 23(4), 555-570.
2. MD, J. I. A., & MD, P. M. (2015). Ankle Instability and Arthroscopic Lateral Ligament Repair. *Foot and Ankle Clinics of NA*, 20(1), 59-69.
3. Broström L (1966) Sprained ankles. Surgical treatment of chronic ligament ruptures. *Acta Chir Scand* 132:551-565
4. Choi WJ, Lee JW, Han SH, Kim BS, Lee SK. Chronic lateral ankle instability. The effect of intra-articular lesions on clinical outcome. *Am J Sports Med* 2008;36:2167-72.
5. Gould N, Seligson D, Gassman J (1980) Early and late repair of lateral ligament of the ankle joint. *Foot Ankle Int* 1:84-89
6. Guillo, S., Bauer, T., Lee, J. W., Takao, M., Kong, S. W., Stone, J. W., et al. (2013). Consensus in chronic ankle instability: Aetiology, assessment, surgical indications and place for arthroscopy. *Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research*, 99(8), S411-S419.
7. Ankle Instability Group, Guillo, S., Takao, M., Calder, J., Karlson, J., Michels, F., & Bauer, T. (2015). Arthroscopic anatomical reconstruction of the lateral ankle ligaments. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy: Official Journal of the ESSKA*, 24(4), 998-1002
8. Hua, Y., Chen, S., Li, Y., Chen, J., & Li, H. (2010). Combination of Modified Broström Procedure With Ankle Arthroscopy for Chronic Ankle Instability Accompanied by Intra-articular Symptoms. *Arthroscopy: the Journal of Arthroscopic & Related Surgery*, 26(4), 524-528
9. Karlsson J, Bergsten T, Lansinger O, Peterson L (1989) Surgical treatment of chronic lateral instability of the ankle. *Am J Sports Med* 17:268-273
10. Lee KT, Park YU, Kim JS, et al. Longterm results after modified Brostrom procedure without calcaneofibular ligament reconstruction. *Foot Ankle Int* 2011;32(2): 153-7
11. Maffulli, N., Del Buono, A., Maffulli, G. D., Oliva, F., Testa, V., Capasso, G., & Denaro, V. (2013). Isolated Anterior Talofibular Ligament Broström Repair for Chronic Lateral Ankle Instability. *American Journal of Sports Medicine*, 41(4), 858-864
12. Pereira, H., Vuurberg, G., Gomes, N., Oliveira, J. M., Ripoll, P. L., Reis, R. L., et al. (2016). Arthroscopic Repair of Ankle Instability With All-Soft Knotless Anchors. *Arthroscopy Techniques*, 5(1), e99-e107.
13. Röpke, M., Platek, S., & Ziai, P. (2015). Acute ankle instability. *Arthroscopie*, 28(2), 116-123.
14. Schmidt R, Benesch S, Friemert B (2005) Anatomical repair of lateral ligament in patients with chronic ankle instability. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 13:231-237
15. Vega, J., Golano, P., Pellegrino, A., Rabat, E., & Peña, F. (2013). All-inside Arthroscopic Lateral Collateral Ligament Repair for Ankle Instability With a Knotless Suture Anchor Technique. *Foot & Ankle International*, 34(12), 1701-1709
16. Waldrop NE 3rd, Wijdicks CA, Jansson KS, et al. Anatomic suture anchor versus the Brostrom technique for anterior talofibular ligament repair: a biomechanical comparison. *Am J Sports Med* 2012;40(11):2590-6. 14
17. Walther, M., Kriegelstein, S., Altenberger, S., Volkering, C., Röser, A., & Wölfel, R. (2013). Lateral ligament injuries of the ankle joint. *Der Unfallchirurg*, 116(9), 776-780.
18. Yoo, J.-S., & Yang, E.-A. (2016). Clinical results of an arthroscopic modified Brostrom operation with and without an internal brace. *Journal of Orthopaedics and Traumatology*, 17(4), 353-360.

# Stress mit Nahrungsmitteln: Allergie oder Intoleranz? Molekulare Allergie- diagnostik gibt Sicherheit

Von Verena Mandelbaum

**Obwohl jeder fünfte Erwachsene glaubt, an einer Nahrungsmittelallergie zu leiden, handelt es sich in den meisten Fällen „nur“ um Intoleranzen. Im Unterschied zur echten Allergie sind diese dosisabhängig, so dass geringe Mengen des betreffenden Nahrungsmittels nicht gemieden werden müssen. Mit kompetenter Beratung und spezifischer Diagnostik durch Allergologen lassen sich daher strenge Diäten häufig vermeiden.**

Nahrungsmittelallergien können sehr starke Reaktionen hervorrufen, die schlimmstenfalls zum lebensbedrohlichen Schock führen können. Andererseits glauben 20% der Erwachsenen an einer Nahrungsmittel-Allergie zu leiden, dabei liegt nach mehrfachen Studien die Häufigkeit für Erwachsene bei 2% und bei Kindern bei 4 – 6%. Die Palette der Symptome reicht vom „Bizzeln“ im Mund, Unwohlsein, Bauchschmerzen, Hautausschlägen, Atemnot bis zum reanimationspflichtigen Zwischenfall nach Verzehr bereits von Spuren.

Am häufigsten sind Kreuzallergien. Sie entstehen, weil die Proteinstrukturen der Allergene ähnlich sind. Wer beispielsweise Äpfel nicht verträgt, reagiert häufig auch auf Haselnüsse, die wiederum ebenfalls kreuzallergen zu Birkenpollen sind. Daraus resultieren lokale Symptome, aber im Gegensatz zur echten Allergie führt der Verzehr von Spuren nicht zum Schock. Kreuzallergien gibt es typischerweise auf Baum- und Gräser- oder Kräuterpollen.

Anders bei echten Nahrungsmittelallergien. Die Unterscheidung gelingt mittels molekularer Allergie-Diagnostik im praxiseigenen Speziallabor. So gibt es die echte Haselnuss-Allergie, bei der bereits der Verzehr von Spuren starke Reaktionen bis zum Schock auslösen kann. Bestimmte Risikoallergene der Nuss können nachgewiesen werden und rechtfertigen das ständige Mitführen eines Notfallsets, um bei versehentlichem Verzehr schnell eingreifen zu können.

Typische echte Allergene sind im Kindesalter Kuhmilch, Hühnerei, Nüsse, Soja, Weizen oder Fisch. Erwachsene haben eher Allergien auf Gewürze (z. B. Sellerie), Nüsse, Hülsenfrüchte, Fisch, Schalentiere, Milch, Hühnerei oder Getreide wie Weizen. Die Bestimmung von Lipid-Transfer-Proteinen, Speicherproteinen, Profilinen und Procalcinen hat eine erhebliche Sicherheit in den Alltag nahrungsmittelallergischer Patienten gebracht und steigert erheblich die Lebensqualität. Liegt eine Allergie vor, zeigt sich dies meistens



Dr. Verena Mandelbaum

durch eine Erhöhung des Immunglobulin E (Ig E) im Blut. Das spezifische Ig E eines bestimmten Allergens deutet auf diese Sensibilisierung hin. Durch die Bestimmung der rekombinanten Allergene kann bei einem Großteil der Betroffenen nicht nur das Allergen bestimmt, sondern auch das Risiko und teilweise auch die langfristige Prognose der Nahrungsmittelallergie abgeschätzt werden.

Die Symptome können bereits bei Säuglingen auftreten. Das Besondere bei Kindern ist, dass die Allergien auf Hühnerei und Kuhmilch zu 80% nach dem zweiten Lebensjahr verschwinden. Im Säuglingsalter können Bauchschmerzen, häufiges Schreien, blutige Durchfälle und Gedeihstörungen Zeichen für eine Nahrungsmittelallergie sein. Häufig sind sie begleitet von juckender geröteter Haut im Sinne einer atopischen Dermatitis.

Bereits im Alter von wenigen Wochen kann bei den kleinen Kindern mittels Blutuntersuchung eindeutig geklärt werden,



Abb.: Quelle: Adobe Stock

ob eine Ei- oder Kuhmilch-Allergie vorliegt. Die einzelnen molekularen Allergenbausteine erlauben eine Vorhersage, ob gekochtes Allergen eventuell vertragen wird, und eine Prognose über die weitere Entwicklung. Eine entsprechende Diät mit Umstellung auf ei- oder milchfreie Kost für zunächst ein Jahr ist wichtig. Der Ersatz durch Ziegen-, Stuten- oder Schafsmilch ist wegen der hohen Kreuzreaktivität nicht ausreichend. Mit einem erneuten Bluttest nach diesem Jahr kann das weitere Vorliegen der Allergie bestimmt und unnötige Fütterversuche vermieden werden.

Auch bei Milben-, Fisch- oder Haustier-Allergie wie Katze, Hund, Pferd hilft die molekulare Allergiediagnostik, eventuell dadurch bedingte Nahrungsmittelallergien aufzudecken. Die Analyse des differenzierten Allergieprofils im Anschluss an eine ausführliche ärztliche Anamnese führt durch Interpretation der Ergebnisse zur deutlichen Besserung der Lebensqualität.

## BEI ERWACHSENEN SIND INTOLERANZEN HÄUFIGER

Bei Erwachsenen sind die geschilderten Symptome jedoch häufig nicht auf eine Allergie zurückzuführen, also eine Immunantwort des Körpers auf ein Eiweiß in einem Nahrungsmittel, sondern eine Intoleranz (Unverträglichkeit) führt dazu, dass der Körper mit Krankheitszeichen reagiert.

Hierbei handelt es sich zum Beispiel bei der Laktoseintoleranz um einen Enzymdefekt. Durch die abgeschwächte Funktion des Enzyms Laktase im Darm kann Milchzucker nicht aufgespalten werden.

Dadurch kommt es nach Verzehr von Milchprodukten – in Abhängigkeit von der Menge – zu unterschiedlich starken Symptomen wie Völlegefühl, Bauchschmerzen oder Durchfällen. Dies kann für die Lebensqualität sehr einschränkend sein, eine Gefahr einer schweren Reaktion im Sinne eines Schocks besteht aber nicht und Spuren von Milchprodukten müssen nicht gemieden werden. Durch Einnahme des Enzyms Laktase in Tabletten zum Essen können die Krankheitszeichen deutlich gemildert werden. Die Laktoseintoleranz wird durch den H<sub>2</sub>-Atemtest

**„Eine Laktoseintoleranz kann die Lebensqualität stark einschränken, aber es besteht nicht die Gefahr einer Schockreaktion.“**

nachgewiesen. Hierbei wird über die Dauer von ungefähr zwei Stunden regelmäßig mittels kurzem Ausatemtest die Enzymtätigkeit überprüft. Danach steht fest, ob eine Laktoseintoleranz vorliegt. Zusätzlich zu einer ausführlichen Beratung kann eine gesonderte Ernährungsberatung durch unsere Spezialistin im Haus erfolgen.

Mit dem H<sub>2</sub>-Atemtest können auf gleiche Art und Weise eine Unverträglichkeit auf Fruchtzucker bei der Fruktoseintoleranz oder auf Süßstoff bei der Sorbitintoleranz nachgewiesen werden. Der H<sub>2</sub>-Atemtest

kann häufig schon ab einem Alter von fünf Jahren in unserer Praxis durchgeführt werden. Nicht-allergische Nahrungsmittelreaktionen können aber auch durch biogene Amine wie bei der Histaminintoleranz hervorgerufen werden. Reaktionen treten dann typischerweise nach dem Verzehr histaminhaltiger Speisen wie Käse, Ketchup oder nach Genuss von Rotwein auf.

Das individuelle Arzt-Patienten-Gespräch zu Beginn der Behandlung klärt anhand der geschilderten Symptome, welche wei-

tere Diagnostik die Ursache der Nahrungsmittelreaktion aufdecken kann. Ob Spuren gemieden werden müssen, weil sonst ein Schock droht, oder lediglich der Verzehr eingeschränkt werden muss, bringt für den einzelnen Patienten Klarheit und macht die häufig unnötig durchgeführten Diäten überflüssig.

**Dr. Verena Mandelbaum**  
Praxis für Atemwegserkrankungen und Allergien bei Kindern und Jugendlichen  
ATOS Klinik Heidelberg  
praxis.mandelbaum@atos.de

# Ästhetische Eingriffe im Gesicht – was geht konservativ? Wann muss operiert werden?

Von Andreas Dacho

**Die plastische und ästhetische Gesichtschirurgie und ihre Methoden haben sich in den letzten Jahrzehnten deutlich weiterentwickelt und verbessert. Neben der Verfeinerung der Operationen mit geringeren Risiken als früher haben sich ganz neue Therapien etabliert, die entweder den Schritt bis zur OP überbrücken können oder sogar eine echte Alternative hierzu darstellen. Wir möchten hier einen kleinen Einblick in die unterschiedlichen modernen Behandlungen des Gesichts und des Kopf-Halsbereichs geben.**

## GESICHT, HALS, DEKOLLETÉ

Im Gesicht muss prinzipiell nach den einzelnen Regionen unterschieden werden, um eine adäquate Therapie zu ermöglichen. Bei zunehmender Faltenbildung bzw. Erschlaffung der Haut können an der Stirn und der Augenregion sehr schöne Ergebnisse mit konservativen Methoden erreicht werden. Je nach Befund stehen uns entweder Botulinumtoxin zur punktgenauen Ausschaltung der Zornesfalte, der Krähenfüße bzw. der Stirnfalten oder Hyaluron zur Faltenunterspritzung bzw. zur Faltenkorrektur im Nasolabialbereich oder um den Mund herum zur Verfügung. Die hochgezielte moderne Anwendung von Botox und Hyaluron garantiert ein natürliches Gesicht mit bleibender Mimik und deutlich reduzierten Falten, ohne „gespritzt“ auszusehen. Der Wirkeintritt bei Botox beträgt ca. 5 – 10 Tage, so dass das Ergebnis erst nach einem kurzen Intervall sichtbar wird.

Im Bereich der Wangen und der Unterkieferlinie spielen Hyaluron und das Faden-

lifting die Hauptrolle. Mit hochvernetztem Hyaluron lässt sich verloren gegangenes Volumen, insbesondere im Bereich der Wangenknochen, wiederherstellen und ermöglicht somit ein deutlich jugendlicheres Aussehen. Als Besonderheit der Hyalurontherapie sei das 8-Punkt-Lifting bzw. Liquidlifting erwähnt, welches eine wesentliche Konturverbesserung an vorbestimmten Punkten des Gesichtes ermöglicht.

Die Unterkieferlinie und die im Alter auftretenden sogenannten Hängebäckchen lassen sich mit Hyaluronsäure oder einem Fadenlifting in ambulanter Sitzung sehr gut korrigieren. Hierbei werden selbst auflösende Fäden im Wangen- bzw. Gesichtsbereich eingebracht und führen dadurch zu einer Wiederherstellung der nicht mehr vorhandenen Gewebespannung. Bei der Anwendung von Hyaluron bzw. dem Fadenlifting sehen Sie als Patient sofort den positiven Effekt. Zur Verjüngung der Hauttextur bzw. für ein erholteres Aussehen des gesamten Hautbildes hat sich



PD Dr. habil. Andreas Dacho

das „Medical Needling“ in Kombination mit dem sogenannten „Vampirlifting“ (PRP) etabliert. Hierbei wird in Lokalanästhesie durch einen mit sterilen Titannadeln ausgerüsteten Stift die Haut aus der Tiefe heraus eröffnet, zur Erneuerung angeregt und die Regeneration zusätzlich durch eigene Wachstumsfaktoren (PRP) unterstützt bzw. beschleunigt. Die Wachstumsfaktoren werden aus Eigenblut isoliert und im Rahmen der gleichen Sitzung in Ihre Haut eingebracht. Es handelt sich hierbei um eine Methode ohne künstliche Substanzen, die ganz alleine auf die Regenerationsfähigkeit des eigenen Körpers baut und in allen Altersgruppen anwendbar ist.

Beim Needling und PRP ist das Ergebnis initial zu spüren und zu sehen, allerdings wird das komplette positive Ausmaß erst ca. 10 – 14 Tage nach jeder Sitzung deutlich.

Direkte Sonnenexposition, Saunabesuche und Sport sollten generell 72 Stunden nach Durchführung aller Therapien

vermieden werden. Alle Methoden lassen sich sehr gut ambulant realisieren und führen zu einem erholteren und entspannteren Gesichtsausdruck, als käme man aus einem verlängerten Urlaubswochenende.

Jenseits der minimal-invasiven Möglichkeiten bilden selbstverständlich auch im Gesichts- und Halsbereich die Operationen wesentliche zusätzliche Pfeiler der Therapie. Wenn die Befunde und Alterungsprozesse zu weit fortgeschritten sind, kommt man mit konservativen Methoden nicht mehr zum gewünschten Ergebnis. Die OP-Arten haben sich im Laufe der letzten Jahre deutlich verfeinert und können individuell für jede Partie des Gesichtes angewendet werden. Es stehen Stirnlifting, Augenbrauenlifting, Midface- und Facelifting als wesentliche vier Komponenten zur Verfügung, die im modernen Ansatz mit Eigenfettinjektionen kombiniert werden. Je nach Ausmaß des Eingriffs muss man mit einer Auszeit von bis zu 14 Tagen rechnen.

Am Hals und Dekolleté stehen uns ähnliche minimal-invasive Behandlungsoptionen, wie im Gesicht zur Verfügung. Insbesondere Hyaluron, das Fadenlifting und das Medical Needling in Kombination mit PRP sind in diesen Bereichen die wesentlichen Therapeutika zur Behandlung von Falten und zur Straffung der Haut bzw. zur Verbesserung des Hauterscheinungsbildes. Als operative Alternative kommt ein Minihals- oder komplettes Halslifting beim sogenannten Truthahnhalshals in Frage. Für das Dekolleté ist ein erfolgreiches OP-Konzept noch nicht etabliert, so dass diesem Bereich das Fadenlifting und Hyaluron als Therapieoption vorbehalten bleibt.

Mit HydraFacial® ist nun auch der Hautbooster der Hollywoodstars, wie George Clooney und Beyoncé, in Heidelberg beim Autor verfügbar. HydraFacial® ist eine international anerkannte Methode, um die Haut schonend abzutragen und zu erfrischen. Das Resultat ist ein einzigartiger Glanz, der sogenannte „Hollywood-Glow“, der für eine glatte, straffe und reine Haut sorgt.

Die Behandlung dauert je nach Intensität 60 bis 90 Minuten und läuft in fünf Schritten ab. Zu Beginn wird die Haut gereinigt und von Make-up befreit. Dann werden die toten Hautzellen mit einem kleinen „Staubsauger“ entfernt. Dies fördert zusätzlich den Abtransport von Schadstoffen. Das darauffolgende Peeling auf Säurebasis sorgt dafür, dass die Ablagerungen in den Poren aufweichen. Die Haut wird bestmöglich für die Tiefenreinigung vorbereitet. Hierbei werden die

Unreinheiten und die gelösten Ablagerungen durch ein Vakuum aus der Haut regelrecht herausgezogen. Anschließend kommt Feuchtigkeit ins Spiel, denn bei diesem Schritt werden alle nötigen Pflegestoffe – wie Antioxidantien, Vitamine, Mineralien und Hyaluronsäure – in die Zellen eingeschleust. Diese polstern die Haut von innen heraus auf. Abschließend wird eine Lichttherapie durchgeführt, welche die Kollagenneubildung anregt und die Haut beruhigt, dadurch klingen entstandene Rötungen schneller ab. Die Behandlung ist für jeden Hauttyp geeignet, wird sehr gut vertragen und ist im monatlichen Turnus perfekt, um der Haut nachhaltig ein jugendlicheres und frischeres Aussehen zu geben. Ergänzend ist HydraFacial® die sichere Vorbereitung für alle minimal-invasiven und operativen Therapien in der plastisch-ästhetischen Gesichtschirurgie, um dem Hautmantel zusätzlich Frische

**„An Hals und Dekolleté stehen ähnliche minimalinvasive Behandlungsoptionen zur Verfügung wie im Gesicht.“**



und Elastizität zu geben. Neben dem Gesicht eignet sich HydraFacial® auch sehr gut für den Hals, das Dekolleté und die alternden Hände.

### AUGEN

Mit zunehmendem Alter entsteht ein Hautüberschuss im Bereich des Oberlids, der allgemein als Schlupflid bekannt ist. Der Blick wirkt müde und angestrengt und bisweilen kommt es zu einer Seheinschränkung. Die Lösung stellt die Oberlidplastik dar, die in der Regel in lokaler Betäubung und ambulant durchgeführt werden kann. Die Fäden werden nach ca. sieben Tagen entfernt, um dann auch wieder gesellschaftsfähig zu sein. Das Unterlid unterscheidet sich vom Oberlid durch einen zunehmenden Elastizitätsverlust, der in die sogenannten Tränensäcke bzw. tiefen Augenringe mündet. Man wirkt auf Dritte ausgepowert und übermüht. Je nach Befund kommt entweder eine Unterlidplastik in Frage, die ebenfalls in Lokalanästhesie oder in einem Dämmerschlaf durchgeführt werden kann. Die Nachbehandlung entspricht der des Oberlids. Als Alternative, insbesondere bei tiefen Augenringen, steht auch die Unterspritzung

mit Hyaluronsäure zur Verfügung, bei der der eingefallene Unterlidsbereich aufgefüllt und die Elastizität der Hautstruktur und des Lidbereichs wiedergewonnen werden kann. Bei den sogenannten Krähenfüßen oder Lachfalten ist die Behandlung mit Botulinumtoxin die beste Möglichkeit, einen natürlichen und sichtbaren Effekt zu erhalten.

### NASE

Die Nase ist eines der wichtigsten Merkmale für unsere Ausstrahlung und Wirkung auf andere Menschen. Aber neben aller Ästhetik ist die Nase von wesentlicher Funktion, die wir aber erst wahrnehmen, wenn sie eingeschränkt ist. Jeder weiß, was es bedeutet, erkältet zu sein und keine Luft zu bekommen; geschweige denn wenn der Partner schnarcht. Die Nase erwärmt, reinigt, filtert und befeuchtet die eingeatmete Luft.

Die operative Korrektur der inneren und äußeren Nase gehört mit zum Anspruchsvollsten, was die plastische und ästhetische Chirurgie zu bieten hat. Form und Funktion müssen in Einklang gebracht werden und das mitten im

Gesicht und für jeden sichtbar. Aufgrund dessen sollte eine Nasenoperation nur von Fachärzten durchgeführt werden, die die Chirurgie der inneren und äußeren Nase beherrschen. Die Rhinoplastik hat sich wie kaum eine andere Operation in den letzten zehn Jahren weiterentwickelt. Hierbei spielt es keine Rolle, ob es sich um eine Höckernase, Schiefnase oder Sattelnase handelt.

Auch die Nasenverkleinerung bzw. die Korrektur der Nasenspitze haben sich im Laufe der Jahre deutlich verbessert. Die Operation ist heute in der Regel schmerzfrei und dauert im Schnitt bei Korrektur der inneren und äußeren Nase zwei Stunden. Tamponaden, wie man sie von früher kennt, kommen heute nicht mehr zum Einsatz. Je nach Ausmaß der Operation ist man spätestens nach 14 Tagen wieder gesellschaftsfähig und können nach 4 Wochen wieder mit dem Sport beginnen.

Auch vor der Nase machen Botox, Hyaluron und Fäden nicht halt. Kleinere Dellen und Senken können mit Hyaluron bzw. Fäden und die absinkende Nasenspitze mit Botox je nach Indikation korrigiert werden, allerdings – wie bei allen konservativen Therapien – nur temporär. Die minimal-invasiven Therapien ersetzen im Bereich der Nase keinesfalls die fachgerechte Operation.

### OHR

Die Ohren spielen neben Ihrer wichtigen Funktion für Hören und Gleichgewicht auch im Bereich der Ästhetik eine wesentliche Rolle. Abstehende oder zu große Ohren werden als unschön empfunden und sind schon in der Kindheit mit ent-

sprechenden Hänseleien verbunden. Die operative Korrektur ist heute ambulant in Lokalanästhesie oder im Dämmerschlaf möglich und dauert je nach Befund nicht länger als 1,5 Stunden. Die Nachbehandlung ist schmerzfrei und ohne große Einschränkungen für den Patienten möglich. Ähnlich ist es beim ausgerissenen Ohrfläppchen. Dies wird in Lokalanästhesie ambulant rekonstruiert sowie in der gleichen Sitzung ein neues Ohrloch angelegt, so dass beim Entfernen der Fäden nach ca. 10 Tagen der neue Stecker direkt platziert werden kann.

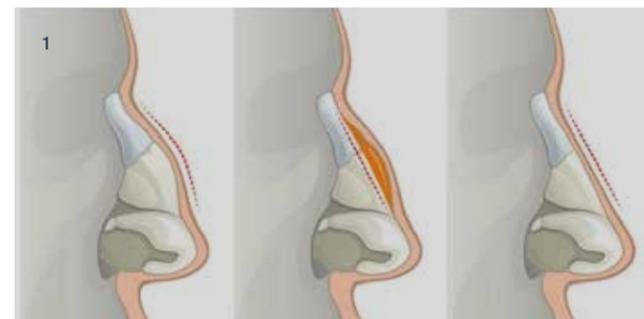
### MUND UND LIPPEN

Als sinnliches Merkmal spielen Mund und Lippen eine wesentliche Rolle und dies nicht nur beim weiblichen Geschlecht. Umso mehr werden Falten (Raucherfalten, Merkelfalten), herunterhängende Mundwinkel oder zu schmale Lippen als nicht attraktiv empfunden. Hyaluron ist das

Mittel der Wahl, da gezielt die Fältchen aufgefüllt und die Mundwinkel angehoben werden können. Bei den Lippen ist es ganz wesentlich ein natürliches Bild zu erhalten. Dies bedeutet auch, dass die Oberlippe im Verhältnis schmaler als die Unterlippe bleiben muss, um nicht das Stigma eines „Entenschnabels“ zu produzieren. Aufgründessen arbeiten wir in diesem Bereich, zur exakten Ausgestaltung der Lippen, nur mit feinem Hyaluron. Als Besonderheit sei das Zahnfleischlächeln (gummy smile) genannt, welches mit Botox sehr gut therapierbar ist. Allerdings sind die Lippen kein Anfängerbereich und sollten nur von einem erfahrenen Facharzt behandelt werden. Nachfolgend gelten auch für diesen Bereich die gleichen Nachsorgekriterien wie oben genannt. Operationen in diesem Bereich bedürfen einer speziellen Indikationsstellung und müssen intensiv besprochen sein.

Alle konservativen und operativen Therapien erfordern eine kosmetisch-ästhetische Begleitung, mit den für Sie individuell ausgesuchten Pflegeprodukten und einer Lymphdrainage zur prä- und postoperativen Schwellungsreduzierung. Die persönliche und individuelle Beratung und Betreuung während der gesamten Behandlung ist selbstverständlicher Teil des hochwertigen und nachhaltigen Konzepts unserer modernen plastisch und ästhetischen Gesichtschirurgie.

**PD. Dr. Dr. habil. Andreas Dacho**  
Praxis für Plastische und Ästhetische Chirurgie  
ATOS Klinik Heidelberg  
gesicht@atos.de



**Abb. 1:** Die Nase als wesentliches Merkmal mitten im Gesicht

**Abb. 2:** HydraFacial - die schonende Revitalisierung der Haut



**Abb.:** Möglichkeiten der Gesichtskorrektur

# Sanierung einer ausgeprägten Stammvenenerkrankung ohne Narkose und Narbenbildung

Von Darius Sadeghian,  
Frank Heckmann und Claudia Jäger

**Auf der Suche nach neuen Wegen zur effektiven, sicheren, aber auch nachhaltigen Sanierung einer schweren Varikosis wird hier ein alternativer Weg zur Stripping-Operation und zu thermischen Verschlussverfahren beschrieben.**

Immer wieder ist es auch der Wunsch des Patienten mit Varikosis bzw. seine Vermeidungsstrategie, den Weg zum Chirurgen zu meiden. Auch fühlen sich viele Patienten in großen chirurgischen Abteilungen der Krankenhäuser deplatziert. Die Varizenchirurgie ist dort oft in den Händen von phlebochirurgischen Novizen und eine Nachsorge mit Bewertung des Ergebnisses findet nicht statt. Hausärzten und Fachärzte anderer Disziplinen, die von den Patienten in Bezug auf ihre Varikosis um Rat gefragt werden, kommt daher eine Schlüsselrolle für das weitere Vorgehen zu.

Am Beispiel der nachfolgenden Patientin wird dargestellt, wie ein mehrschrittiges Vorgehen ohne konventionelle Operation auch bei ausgeprägter Varikosis (Stadium Hach 4) zum Erfolg führen kann.

## ANAMNESE

48jährige Patientin, 178 cm, arbeitet im Außendienst, Sportlerin. Varikose seit den Schwangerschaften zunehmend. Die Patientin war schon mehrmals im Seitenastbereich mittels Sklerotherapie behandelt worden. Wegen Schweregefühl und Stauung des rechten Knöchels wurde ein Kompressionsstrumpf verordnet.

Die Dermatologin vermutete kausal das Vorliegen einer Stammvenenerkrankung und überwies zum Gefäßchirurgen.

## BEFUND

Duplexsonographischer Nachweis einer Stammvarikosis der Vena saphena magna rechts im Stadium Hach 4, mit beginnendem Ekzem und Phlebödem. Bisher keine Beinvenenthrombose nachweisbar. Deutliche, knöchelnahe Seitenäste, sowie eine Cockett 2-Perforansvene (Abb. 1a, b).

## THERAPIE

Mit der Patientin wurde zuerst eine konventionelle Operation besprochen. Der venöse Hochdruck musste bis zum Knöchelbereich effektiv gesenkt werden, da sonst ein venöses Ulkus auf dem Boden des Ekzems entstehen könnte. Das Thromboserisiko ist deutlich erhöht. Außerdem füllt die insuffiziente Perforansvene die knöchelnahe Seitenäste so auf, dass eine Corona phlebectatica entstanden ist, welche in einer düster-blauen Verfärbung der Haut resultiert.

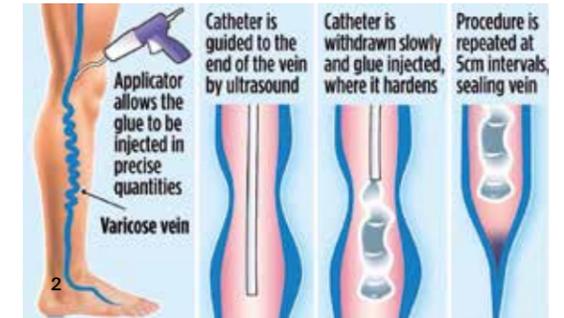
Von einer Operation in Vollnarkose oder Spinalanästhesie war die Patientin jedoch aufgrund traumatisierender Erfahrungen nicht zu begeistern. Eine alternative



Dr. Darius Sadeghian  
Dr. Frank Heckmann  
Dr. Claudia Jäger



Abb. 1a und b: Unterschenkel und Fuß präoperativ  
Abb. 2: Das VenaSeal®-System (Quelle: Medtronic)  
Abb. 3: Das VenaSeal®-System im Einsatz



Verklebung der Stammvene mit zeitnaher Perforans- und Seitenastentfernung in Lokalanästhesie, die wir sonst bei älteren oder nicht narkosefähigen Patienten durchführen, traute sie sich zu. Sie wurde aufgeklärt, dass die mit Histoacrylat-Kleber verschlossene Vene evtl. anfänglich empfindlich zu tasten ist. Andere Spätfolgen einer nicht reversiblen Verklebung wurden ebenso besprochen.

Wir haben eine Verklebung der Stammvene, bei möglichst distaler Punktion am Unterschenkel, mit dem VenaSeal System der Firma Medtronic, empfohlen (Abb. 2 u. 3). Der Eingriff konnte geplant ambulant unter Ultraschallkontrolle durch den erfahrenen Angiologen in der Praxis erfolgen.

Am Folgetag wurde eine Seitenastexhairese mit Verödung im Bereich der Patella durchgeführt sowie eine sehr gründliche Farbduplexkontrolle des zuverlässigen Verschlusses der Stammvene (Abb. 4 und 5). Wichtig ist auch der Ausschluss einer Appositionsthrumbose im Bereich der Leiste nach Verklebung. Diese tritt nicht selten auf und muss mit niedermolekularem Heparin behandelt werden, um eine Lungenembolie durch das tiefe Venensystem zu vermeiden.

Nach einer Woche erfolgten dann die Sanierung des Knöchelbereiches in Lokalanästhesie mittels Perforansdissektion und Seitenastexhairese sowie Verödung der Corona phlebectatica mit 1% Äthoxysklerol-Gemisch. Hiernach erhielt die Patientin einen Klebeverband für zehn Tage und trug tagsüber den Oberschenkel-Kompressionsstrumpf.

Eine Krankmeldung für eine Woche war zur Vermeidung einer Nachblutung sinnvoll. Eine Schmerzmitteleinnahme war nicht erforderlich, auch keine weitere Thromboseprophylaxe. Die Patientin war voll mobil (Abb. 6).

## RESULTAT

Nach zwei Wochen konnte die Patientin nach spätem Fadenzug, bereits mit dem Strumpf wieder Tennis spielen. Der Strumpf sollte insgesamt noch 2 - 4 Wochen weitergetragen werden. Eine sofortige Verbesserung des Schweregefühls und der Schwellneigung wurde berichtet. Die Patientin fühlte sich subjektiv wohl und richtig therapiert. Sie musste eher in ihrer Aktivität gebremst werden, damit sich keine Reizung im Bereich der verklebten Vene einstellt, die dann zur Rötung und Schmerzhaftigkeit führt. Eine kosmetische Nachbehandlung mit Sklerotherapie oder Laser kann nun, nach Ausschaltung der erkrankten Stammvene, wieder bei der vertrauten Dermatologin bzw. Phlebo-

logen erfolgen. Wichtig ist die richtige kausale Abfolge der Therapie, ansonsten sind Therapeut und Patient bei ausbleibendem Erfolg frustriert. Varizen können sich zeitlebens neu bilden, der Patient muss jedoch wissen, dass sie in jedem Stadium erfolgreich und auch erträglich behandelbar sind.

**Dr. Darius Sadeghian**  
Gefäßchirurgie und Phlebologie  
Praxis für Gefäßerkrankungen und Präventivmedizin  
ATOS Klinik Heidelberg  
darius.sadeghian@atos.de

**Dr. Frank Heckmann/Dr. Uwe Zwettler**  
Innere Medizin, Angiologie, Phlebologie  
Zentrum für Gefäßerkrankungen  
und Präventivmedizin  
ATOS Klinik Heidelberg  
info@gefaess-praxis.de

**Dr. Claudia Jäger**  
Dermatologie, Phlebologie, Allergologie  
Praxis für Dermatologie  
ATOS Klinik Heidelberg  
info-derma@atos.de



Abb. 4: Das Knie der Patientin präoperativ  
Abb. 5: Knie postoperativ  
Abb. 6: Postoperatives Ergebnis, noch mit drei Restfäden

## Privatdozent Dr. Marc Schnetzke: Neu ab 1. Januar 2020 im DEUTSCHEN GELENKZENTRUM in der ATOS Klinik Heidelberg



PD Dr. Marc Schnetzke

**Ab 1. Januar 2020 wird PD Dr. Marc Schnetzke das Team der Schulter- und Ellenbogenchirurgie von Dr. Lichtenberg und Prof. Loew im Deutschen Gelenkzentrum, ATOS Klinik Heidelberg, verstärken. Dr. Schnetzke wechselt nach langjähriger Tätigkeit in der BG Klinik Ludwigshafen in die ATOS Klinik Heidelberg. Schwerpunkt seiner klinischen und wissenschaftlichen Tätigkeit ist die Behandlung von Verletzungen und Erkrankungen des Schulter- und Ellenbogengelenkes.**

Nach dem Medizinstudium in Heidelberg begann Dr. Marc Schnetzke seine unfallchirurgisch-orthopädische Ausbildung im Jahr 2010 in der BG Klinik Ludwigshafen. Er spezialisierte sich bereits frühzeitig auf die Schulter- und Ellenbogenchirurgie: In der Assistenzarztzeit absolvierte er unter anderem ein sechsmonatiges Fellowship bei Prof. Habermeyer, Dr. Lichtenberg und Prof. Loew im Deutschen Gelenkzentrum Heidelberg. Im Januar 2018 wurde er zum Oberarzt der Klinik für Unfallchirurgie und

Orthopädie der BG Klinik Ludwigshafen ernannt; er ist Facharzt für Orthopädie und Unfallchirurgie mit der Zusatzbezeichnung „Spezielle Unfallchirurgie“.

PD Dr. Schnetzke leitet die Forschungsgruppe für „Schulter, Ellenbogen und Knochenstoffwechsel“ der BG Klinik Ludwigshafen. Die Kooperation mit der BG Klinik Ludwigshafen wird er auch nach seinem Wechsel in das Deutsche Gelenkzentrum Heidelberg insbesondere in Forschung und Lehre aufrechterhalten.

### „Schulter- und Ellenbogenchirurgie haben Dr. Schnetzke schon früh interessiert“

Dr. Schnetzke ist Autor von über 50 wissenschaftlichen Beiträgen in internationalen Fachzeitschriften und mehreren Buchartikeln. Im August 2018 habilitierte er zum Thema „Experimentelle Validierung von klinischen und bildgebenden Diagnostika der traumatischen Ellenbogeninstabilität“. Dr. Schnetzke ist aktives Mitglied der Deutschen Vereinigung für Schulter- und Ellenbogenchirurgie (DVSE) und Preisträger des DVSE Ellenbogenwissenschaftspreises in den Jahren 2017 und 2018.

Dr. Schnetzke ist verheiratet und Vater eines Sohnes. Seine Hobbys sind Gitarre spielen und Fußball.

## Dr. Guido Volk: seit dem 1. Juli 2019 im HKF – INTERNATIONALES ZENTRUM FÜR ORTHOPÄDIE

**Der Sportmediziner und Unfallchirurg Dr. Guido Volk ist bereits seit elf Jahren an der ATOS Klinik Heidelberg tätig. Begonnen hat er 2008 in der Unfallchirurgisch-orthopädischen Gemeinschaftspraxis/Sportpraxis und Notfallambulanz; nun hat Dr. Volk zum 1. Juli 2019 ins HKF - INTERNATIONALES ZENTRUM FÜR ORTHOPÄDIE gewechselt.**

In der Saison 2018/2019 hat Dr. Volk erneut als Mannschaftsarzt die harten Jungs der Mannheimer Adler in der Deutschen Eishockeyliga auf dem Weg zu ihrer 8. Deutschen Meisterschaft betreut und freut sich mit der Mannschaft und dem ganzen Team über den erneuten großen Erfolg (Abbildung). Schon seit 1994 ist Dr. Volk Mannschaftsarzt des 8-fachen deutschen Eishockeymeisters „Die Adler Mannheim“. Seine große Erfahrung und sein umfangreiches Wissen aus 24 Jahren Betreuung der „Adler“ und vieler anderer Spitzensportler bringt er jetzt für die Patienten des HKF in der ATOS Klinik Heidelberg ein.

Dr. Guido Volk ist Facharzt für Chirurgie und Unfallchirurgie, Sportmedizin und Notfallmedizin. Seine Behandlungsschwerpunkte sind unter anderem die Knochenbruchbehandlung an Schulter, Arm, Hand (Gips und OP), Sportverletzungen an Hüfte, Knie, Fuß, ferner die konservative und operative Behandlung von Sportschäden.

Nach seinem Studium der Humanmedizin an der Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg hat Volk seine Weiterbildung in Heidelberg begonnen (St. Josefskrankenhaus, Sportmedizin an der Medizinischen Universitätsklinik), in Pforzheim fortgesetzt und am Theresienkrankenhaus Mannheim abgeschlossen.

Von 2007 – 2013 war Volk zusätzlich zu seinem Engagement bei den „Adlern“ auch Mannschaftsarzt der Handballbundesligamannschaft Rhein-Neckar Löwen.

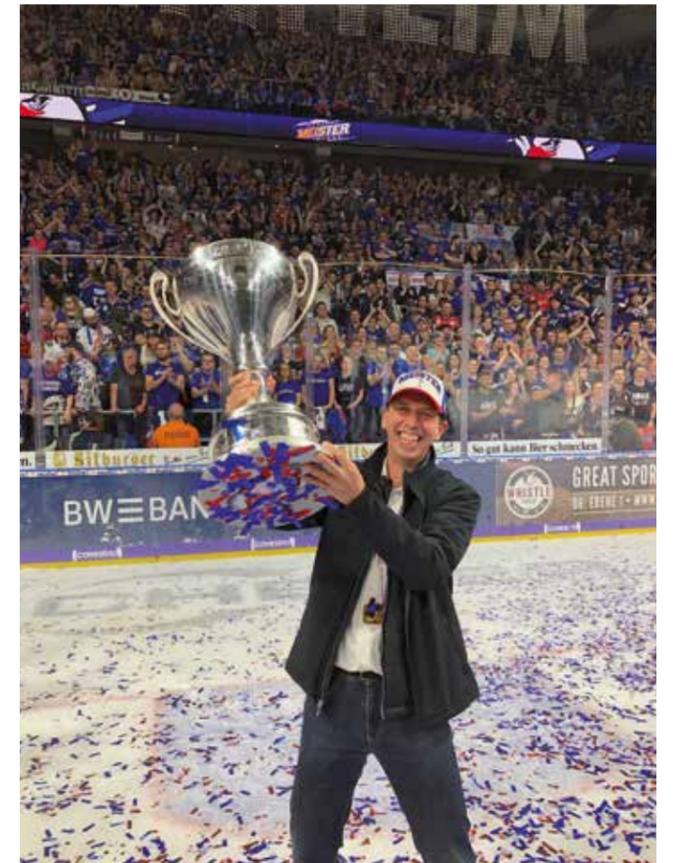


Abb.: Dr. Volk mit dem Siegerpokal der Mannheimer „Adler“

NOTES AND NEWS

## Internationale Fellows im DEUTSCHEN GELENKZENTRUM der ATOS Klinik Heidelberg



Abb.: Die Fellows und ihre Gastgeber: (v.l. Akinobu Nishimura (JOSSM), Munehiro Ogawa (JOSSM), Holger Schmitt (DGZ), Yong Bum Joo (KOSSM), Jo Suenghwan (KOSSM), Christian Schieffer (DGZ), Phakamani Goodman Mthetwa(Südafrika), Nora Edler (DGZ), Matthew Workman (Südafrika), ChristosTasoudis (DGZ))

Im Rahmen eines vierwöchigen Fellowships der drei befreundeten sportmedizinischen Fachgesellschaften Gesellschaft für orthopädisch-traumatologische Sportmedizin (GOTS), der japanischen (JOSSM) und der koreanischen (KOSSM) sportmedizinischen Gesellschaft, waren Prof. Dr. Holger Schmitt (DGZ, ATOS Klinik Heidelberg) und Dr. Gregor Berrsché (Orthopädische Universitätsklinik Heidelberg) Gastgeber der Fellows in Heidelberg.

Zeitgleich waren zwei südafrikanische Kollegen als Fellows der Dachgesellschaft DGOU in Heidelberg. Neben intensiven Gesprächen im Rahmen der Begleitung operativer Eingriffe wurden wissenschaftliche Präsentationen gehalten, die Leistungssportler-Betreuung am Olympia-Stützpunkt Rhein-Neckar vorgestellt und kulturelle Sehenswürdigkeiten in Heidelberg besucht.

NOTES AND NEWS

## Wissenschaftspreise für die ATOS Klinik Heidelberg beim Kongress der Gesellschaft für Orthopädisch-Traumatologische Sportmedizin (GOTS)

Vom 27.-29. Juni 2019 fand in Salzburg der 34. Jahreskongress der GOTS mit mehr als 600 Teilnehmern statt. In diesem Rahmen wurden zwei Preise an Arbeitsgruppen der ATOS Klinik in Heidelberg vergeben.

Mit ihrer Arbeit „VKB-Verletzungsprophylaxe im Leistungssport. Effekte eines sechswöchigen progressiven Koordinationstrainings versus eines gerätegestützten Hypertrophietrainings auf die Kniekinematik, -kinetik und elektromyographische Aktivierung von Handballerinnen bei hochdynamischen Belastungen“ hat Sabrina Erdrich mit der Arbeitsgruppe Benita Kuni (Karlsruhe), Sebastian Immanuel Wolf (Orthopädische Universitätsklinik Heidelberg), Rainer Siebold (HKF ATOS Klinik Heidelberg), Holger Schmitt (DGZ ATOS Klinik Heidelberg) und Klaus Roth (Institut für Sport und Sportwissenschaft der Universität Heidelberg) mit dem zweiten Preis des „Young investigator awards 2019 – by Bauerfeind“ ausgezeichnet.

Malik Jessen wurde der „Award for video instructions – by DJO Global“ verliehen für die Präsentation „Klinische Untersuchung der Werferschulter“, die in einer Kooperation zwischen dem Deutschen Gelenkzentrum der ATOS Klinik Heidelberg (Holger Schmitt) und der BG Klinik in Ludwigshafen (Felix Porschke) entstanden ist.



Abb. 1: Sabrina Erdrich bei der Präsentation der Studie

Abb. 2: Preisverleihung des Awards for video instructions an Prof. Dr. Holger Schmitt (v.l.: Prof. Dr. Romain Seil (Präsident GOTS), Prof. Dr. Holger Schmitt (DGZ ATOS Klinik Heidelberg), Petra Gräf (DJO Global), Dr. Karl-Heinz Kristen (Jury GOTS), PD Dr. Thore Zantop (Jury GOTS))

NOTES AND NEWS

## Für alle, die noch viel vorhaben: Das ATOS Leitbild

Im Rahmen eines klinikübergreifenden Workshops wurde das neue ATOS Leitbild erstellt.

Ziel des Leitbildes ist die Darstellung eines differenzierenden und glaubwürdigen Erscheinungsbildes, welches sowohl intern als auch extern kommuniziert wird.

### DER AUFBAU IST ANHAND VON DREI FRAGESTELLUNGEN STRUKTURIERT:

- WAS tun wir?
- WIE tun wir das?
- WARUM tun wir das?

**ATOS**

**Unser Leitbild**

**FÜR ALLE, DIE NOCH VIEL VORHABEN**

**Wir sind exzellent.**  
Wir wissen, was wir tun. Medizinisch, therapeutisch und pflegend sind wir einflussreich. Wir sind Spezialisten unter den Spezialisten, profitieren von unserer langjährigen Erfahrung und orientieren nach dem aktuellen wissenschaftlichen Erkenntnisstand, mit neuesten Methoden und innovativer Ausstattung. Wir setzen Qualität als maßgeblichen Teil der Unternehmensstrategie, um Zufriedenheit und Sicherheit der Patienten und Mitarbeiter zu gewährleisten. Qualität reicht bei uns daher über die gesetzlichen und behördlichen Anforderungen hinaus.

**Wir sind zielstrebig.**  
Wir geben nicht auf, bis wir das beste Ergebnis für unsere Patienten erreicht haben – egal ob ambulant oder stationär, operativ oder nicht operativ. Wir schaffen durch hochqualifizierten, engagierten und professionellen Zusammenhalt ein Arbeitsklima, das sich durch Sicherheit, Gesundheit, Kompetenz, Kontrolliertheit und Transparenz auszeichnet. Wir schaffen durch unsere fachliche Kompetenz, interdisziplinäre Aufstellung und feste Struktur die Basis, um unseren Patienten die Lösungen zu bieten, die ihnen wieder ein aktives Leben ermöglichen.

**Wir sind engagiert.**  
Was wir tun, tun wir mit vollem Einsatz. Wir hören zu, um unsere Patienten zu verstehen – von der medizinischen Indikation über ihre Lebenssituation bis hin zu Erwartungen an Betriebskultur und Therapie. Wir kommunizieren direkt und offen. Wir sind ein engagiertes Team und unsere Patienten die Teil davon. Und wir nehmen uns Zeit. Wir nehmen uns Zeit den bestmöglichen und individuellen Behandlungsplan zu erörtern. Unser Ziel ist es, dem Krankenhaus mit so angenehmer, vor allem aber so kurz, wie möglich zu gestalten.

**Eletive Chirurgie in den Bereichen Orthopädie und Gelenkchirurgie, von der Diagnose bis zur Nachsorge, für deutschsprachige und internationale Patienten.**

NOTES AND NEWS

## 36. Wochenkurs Sportmedizin am Gardasee: PD Dr. Erhan Basad erneut Mitorganisator



Abb.: von links nach rechts PD Dr. Erhan Basad (ATOS Klinik Heidelberg), Christoph Daum, Sibel Basad, Dr. Gunnar Gerisch (ehem. Deutsche Sporthochschule Köln)

Seit vielen Jahren organisiert PD Dr. Erhan Basad, ATOS Klinik Heidelberg, gemeinsam mit Dr. Jürgen Keemss, Butzbach/Hessen und – bis 2010 – Prof. Dr. Henning Stürz, Gießen, den jährlich stattfindenden Sportmedizin-Wochenkurs in Riva und Torbole am Gardasee/Italien, der in diesem Jahr von 1.-6. September stattfand.

Der Sportmedizin-Kurs wird nach den Ausführungsbestimmungen zur Weiterbildung der Deutschen Gesellschaft für Sportmedizin und Prävention (DGSP) durchgeführt. Die Inhalte sind im theoretischen und praktischen Teil ausschließlich berufsbezogen und haben einen wissenschaftlich medizinischen Charakter. Sie sprechen alle Kollegen an, welche die Weiterbildung für Sportmedizin anstreben oder Fortbildungs-

punkte für die Landesärztekammern erwerben wollen. Der Kurs setzt sich aus insgesamt 3 Modulen von Zweitageskursen gemäß Curriculum der DGSP zusammen und beinhaltet insgesamt 24 Stunden Sportmedizin und 24 Stunden sportmedizinische Aspekte des Sports (Windsurfen, Segeln, Biken, Bergsport, Golf, Gymnastik). Nähere Informationen unter [www.sportmedizin-gardasee.de](http://www.sportmedizin-gardasee.de).

Anlässlich des 36. Sportmedizinischen Wochenkurses am Gardasee begrüßten die Veranstalter und die etwa 100 Teilnehmer den ehemaligen Bundesliga-Fußballtrainer Christoph Daum (Abb. 1). Das Thema seines Vortrages lautete „Anforderungen an die medizinische Abteilung im Profifußball“.

NOTES AND NEWS

## Heartbreak Triathlon HDMAN 2019: Wasserschlacht mit hochkarätigem Teilnehmerfeld



Abb. 1.: Das Team der Dres. der SPORTCHIRURGIE

**538 Einzelstarter und 159 Staffeln gingen an den Start, darunter 11 ATOS'ler**



2

Erst waren die Schwimmer nass vom Neckarwasser, dann goss es ununterbrochen und setzte zudem ganz Heidelberg unter Wasser. Kurz war sogar von Abbruch der Veranstaltung die Rede, denn die Gesundheit der Athleten geht selbst verständlich vor. Ein Swim-and-Run war ebenfalls eine Option, doch dann wurde der HDMAN, der alljährlich stattfindende Heidelberger Triathlon, dennoch in der vollen Distanz gestartet und auch trotz der Regenmassen nicht abgebrochen.

Die Athleten und auch die zahlreichen Zuschauer kämpften sich durch die Wassermassen. Auf der Neckarwiese wurden die Zelte der Sponsoren und Aussteller vom Regen durchflutet. Was von oben herabkam, floss über die Neckarwiese wieder in den Neckar zurück. Doch das tat der Stimmung keinen Abbruch, die Kinder feierten in den riesigen Pfützen und die hartgesottene Zuschauer am Wegesrand.

### ATOS TEILNEHMER AUCH IM STRÖMENDEN REGEN AM START

Den Zuschauern bot sich ein erstklassiges Starterfeld: Sebastian Kienle (Hawaii Ironman-Sieger) lieferte sich mit dem Lokalmatador Maximilian Saßerath ein hartumkämpftes Rennen. Saßerath gewann auf seiner Heimstrecke mit 30 Sekunden Vorsprung. Bei den Frauen lief Karoline Brüstle mit 5 Minuten Vorsprung ins Ziel.

Dazwischen eine kleine Truppe ATOS Ironman-Wütiger, die sich an diesem Tag wortwörtlich in die Fluten stürzten: Zwei Staffeln und vier Einzelkämpfer bezwangen die Strecke, die sich aus 1,8 km Schwimmen, 80 km Radfahren und dem abschließenden 10 km-Lauf zusammensetzt.

Fazit: Juli 2020 ist für uns wieder gebucht!



Abb. 2: Die ATOS Iron Ladys Rebecca Mrosek und Anna-Lena Pohl mit Christos Lemonidis, der kurzfristig eingesprungen war

Abb. 3: Nancy Lämmlein (rechts), Gewinnerin eines Startplatzes im Laura-Philipp-Adventskalender, belegte Platz 31 von 68 Frauen. Respekt!

NOTES AND NEWS

# Stammzellspenden und innovative Zelltherapien an der MediaPark-Klinik Köln

An der ATOS MediaPark Klinik Köln ist mit der Cellex Gesellschaft für Zellgewinnung mbH das weltweit größte Entnahmezentrum für Stammzellen mit einer Betriebsstätte ansässig. Darüber hinaus werden von Cellex zelluläre Therapeutika gegen Krebserkrankungen entwickelt, die aus Immunzellen hergestellt werden. Auch dies geschieht in Köln.

Als Cellex im Jahr 2001 in Dresden gegründet wurde, wuchsen Stammzellspenderdateien (z.B. die DKMS) gerade stark an, was zur Folge hatte, dass die Anzahl der Entnahmen von Stammzellen für Patienten erfreulicherweise ebenfalls anstieg. Den hieraus resultierenden Mangel an Entnahmekapazitäten für Stammzellen und Knochenmark wollte Cellex beheben. Die Zahl der Entnahmen stieg über die Jahre weiter bundesweit an, so dass 2009 eine Betriebsstätte im Kölner MediaPark eröffnet wurde. Heute ist Cellex das größte und erfahrenste Entnahmezentrum weltweit. Über 55% aller Stammzellspenden in Deutschland werden heute bei Cellex durchgeführt – seit der Gründung haben wir mehr als 32.000 Entnahmen begleitet.

**STAMMZELLENTNAHMEN IN DER MEDIAPARK-KLINIK**  
**Periphere Stammzellentnahme**  
 Stammzellen können durch zwei verschiedene Methoden gewonnen werden. Von ca. 80% aller Spender werden die Stammzellen durch eine Apherese aus dem Blutkreislauf entnommen (Abb. 1). Damit im peripheren Blut genügend Stammzellen vorhanden sind, müssen diese im Vorfeld der Spende mobilisiert, also ins Blut ausgeschwemmt werden. Die Spender applizieren sich über vier Tage jeweils morgens und abends G-CSF (Granulozyten-Kolonie-stimulierender Faktor) unter die Haut. Dies ist ein hormonähnliches Präparat, das die Blutbildung beeinflusst und vom Körper bei Infektionen verstärkt produziert wird. Die ausgeschwemmten und später entnommenen Stammzellen bilden sich innerhalb weniger Wochen nach.

Für die eigentliche Stammzellentnahme im Cellex Collection Center wird der Spender an einen Zellseparator (Apherese-maschine) angeschlossen. Dieser trennt durch Zentrifugalkraft das Blut in die einzelnen Bestandteile auf.

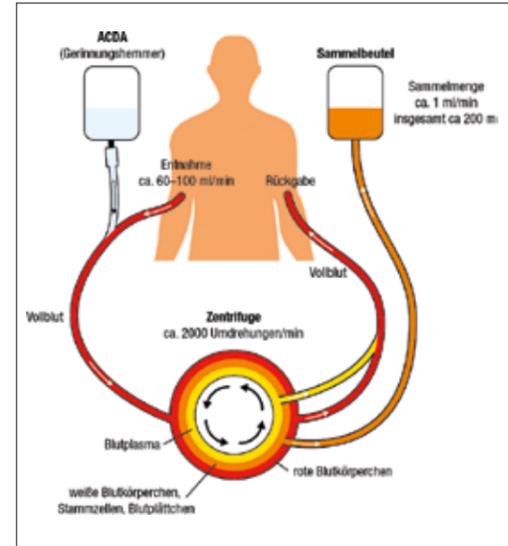


Abb.: Funktionsweise der periphere Stammzellentnahmen

Der Spender wird über venöse Zugänge an beiden Armen an das Gerät angeschlossen. Das Blut verlässt auf der einen Seite den Körper, fließt durch die Maschine und auf der anderen Seite über den zweiten Zugang wieder zugeführt. Die Stammzellen werden so aus dem Blut herausgefiltert. (Abb. 2)

**Knochenmarkentnahme**  
 Im Rahmen einer Knochenmarkentnahme wird ein Knochenmark-Blutgemisch aus dem Beckenkamm entnommen. Dieses Verfahren wird bei etwa 20% der Spenden angewendet (Abb. 3).

In Vollnarkose wird der Spender rechts und links am oberen Beckenkamm punktiert. Für die Entnahme genügen in der Regel zwei kleine Hautschnitte (ca. 0,5 cm). Mit einer Hohlnadel wird der Knochen punktiert, anschließend wird das Knochenmark-Blutgemisch entnommen. Die genaue Entnahmemenge wird durch die für den Patienten ange-

forderte Zellzahl bestimmt, wobei die Obergrenze durch das Spendergewicht bestimmt ist. Das entnommene Knochenmark entspricht ca. 5% des Gesamtknochenmarkes. Die entnommenen Zellen bilden sich innerhalb von zwei bis vier Wochen wieder nach.

**ZUKUNFTSWEISENDE ZELLULÄRE THERAPIEN**

Eine Stammzellspende bietet nicht für alle Krebspatienten die Chance auf Heilung. Alternative Behandlungsmöglichkeiten wie z.B. zelluläre Therapien sind derzeit in Entwicklung und geben Anlass zur Hoffnung auf weitere Erfolge. Für diese Zelltherapie werden den Patienten Immunzellen entnommen und im Labor so „aufgerüstet“, dass sie nach der Rückgabe Krebszellen erkennen und vernichten können.

**Forschung und Entwicklung**  
 Cellex forscht hierzu und entwickelt Behandlungsmethoden, welche bereits in ersten klinischen Studien getestet werden. Die Forschungsarbeit konzentriert sich momentan auf CAR T-Zellen. Dabei handelt es sich um manipulierte menschliche Abwehrzellen, die ihre natürliche Fähigkeit zur Eliminierung artfremder Erreger bewahrt haben, jedoch künstlich umprogrammiert wurden, um gegen Tumorzellen vorzugehen. Hierzu

wird körpereigenen Immunzellen die Eigenschaft verliehen, definierte Oberflächenantigene auf Krebszellen zu erkennen und diese spezifisch zu eliminieren. Die T-Zellen werden dazu außerhalb des Körpers mit einem universellen chimären Antigenrezeptor (UniCAR) modifiziert.

Damit die T-Zellen die malignen Körperzellen bekämpfen können, werden dem Patienten im zweiten Schritt Eiweißmoleküle (Zielformen) infundiert. Diese Zielformen binden spezifisch an die UniCARs und aktivieren sie auf diese Weise. Zudem stellen sie die Erkennungssequenz für die modifizierten T-Zellen dar: Die Krebszellen werden nun von den T-Zellen erkannt und gezielt eliminiert.

Nach erfolgreicher Behandlung verbleiben die modifizierten T-Zellen mitsamt der UniCARs im Körper und verfallen in einen Ruhezustand. Die UniCARs können jederzeit wieder aktiviert werden, sei es bei einem Rückfall oder mit alternativen Zielformen auch zur Bekämpfung von anderen Krankheiten.

**Herstellung von Zelltherapeutika**  
 Cellex forscht nicht nur, sondern produziert auch die Zelltherapeutika. Dies geschieht in einem sehr aufwändigen Prozess individuell für den jeweiligen

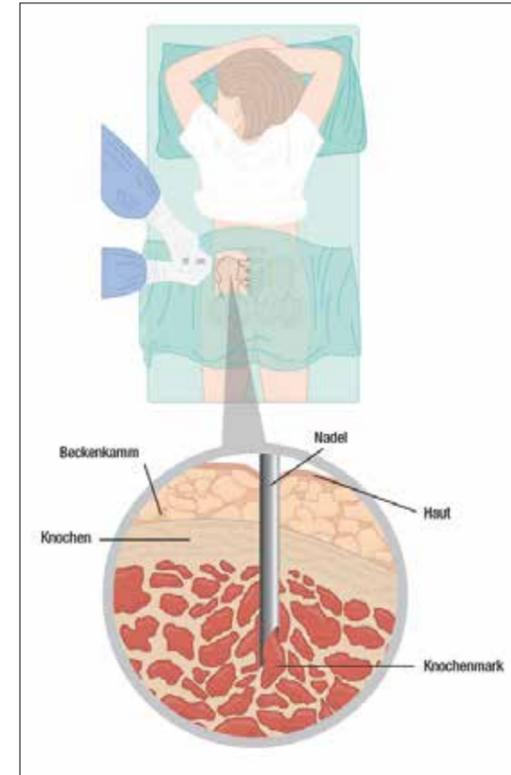


Abb.: Prinzip der Knochenmarkentnahme

Patienten. Für die Herstellung sind diverse Zwischenschritte notwendig, die strengstens reguliert durchgeführt werden müssen. Die Herstellung darf nur in einem speziellen Reinraumlabor erfolgen (Abb. 4), Cellex betreibt zwei von diesen Laboren in Köln.

Zwei von Cellex entwickelte Therapieansätze werden derzeit in frühklinischen Studien am Patienten getestet und zeigen vielversprechende Ergebnisse.

Ziel ist es, Patienten mit malignen Erkrankungen eine Chance auf Heilung zu geben, sei es durch die neuen Zelltherapeutika oder durch die Stammzellentnahme, die weiterhin für viele Patienten die einzige Chance auf Heilung ist.



Abb.: Reinraumlabor zur Verarbeitung von Immunzellen



Abb.: Periphere Stammzellentnahme

**Cellex Cell Professionals**  
 ATOS MediaPark Klinik  
 www.cellex.me

NOTES AND NEWS

## BASF FIRMENCUP – 4,8 km Laufen am Hockenheimring

Die Heidelberger ATOS-Ladys machten sich am 5. Juli 2019 auf dem Weg zum Hockenheimring – der BASF Firmencup-Lauf stand auf dem Plan. Seit Jahren ist die Veranstaltung sommerlicher Treffpunkt von zahlreichen Firmen aus dem Rhein-Neckar-Kreis.

### SCHWITZEN AB MINUTE 1

Lauschige 35 °C, die das Thermometer anzeigte, fühlten sich auf dem Asphalt der Grand-Prix-Rennstrecke an wie 50° C; die schwarzen Outfits der ATOS Damen unterstützten diesen Eindruck.

Aber was für ein Spaß in der Masse von knapp 17.000 Menschen von ca. 820 Unternehmen auf einer Strecke zu laufen, wo sonst der Motorsport zu Hause ist! Die Zeit? Eher Nebensache, im Vordergrund stand das Motto „Wo ist der nächste Wasserstand?“ und Wünsche wie „Schatten wäre toll!“

Gutgelaunt wurde danach in den Sonnenuntergang hinein mit Livemusik im Fahrerlager gefeiert. Die Rhein-Neckar-Region weiß, wie man Firmensport und gute Stimmung miteinander verbindet!

Abb.: Das Frauenteam der Heidelberger ATOS Klinik



Abb.: Das beeindruckende Starterfeld



Abb.: Pränanter Antritt

„Egal ob Hitze oder Regen – wir laufen trotzdem!“

NOTES AND NEWS

## ATOS Heidelberg goes Golf: Ladies Day & Mastercup

„Golf ist keine Frage von Leben und Tod – es ist viel ernster“

(Autor unbekannt)



Abb.: Begrüßung der Teilnehmerinnen nach der Hitzeschlacht beim Sundowner Ladies Day im Golfclub St. Leon Rot.



Abb.: Trotz Kälte gut gelaunt und gut gewappnet für die Rundenverpflegung der Flights: Rebecca Mrosek (links) und Linda Pender (rechts) beim alljährlichen Masters-Turnier im Golfclub Hohenharder Hof Wiesloch, gesponsert vom DEUTSCHEN GELENKZENTRUM HEIDELBERG.



Abb. 1: Lady's Day im Hohenharder Hof in Wiesloch: Dr. Sven Lichtenberg hält einen Kurzvortrag zum Thema „Verletzungen an der Schulter“.

Abb. 2: Referent Prof. Dr. Holger Schmitt und die Gewinnerinnen des Lady's Day Sundownerturniers in St. Leon Rot

NOTES AND NEWS

## 36. AGA-Kongress 2019: Dr. Sven Lichtenberg war Kongresspräsident

Von 12.-14. September 2019 fand der 36. Kongress der Gesellschaft für Arthroskopie und Gelenkchirurgie in Mannheim statt. Unter dem Motto „360 Grad“ ging es in diesem Jahr um eine ganzheitliche Betrachtung der Arthroskopie, also um den Rundumblick. Schwerpunkte waren u.a. die periartikulären Pathologien sowie berufspolitische Fragen, aber auch die Web-basierte Patientenbetreuung oder Themen wie Sport und Aktivität mit Implantaten.

Dr. Sven Lichtenberg, DEUTSCHES GELENKZENTRUM an der ATOS Klinik Heidelberg, hatte gemeinsam mit Prof. Philipp Niemeyer, Orthopädische Chirurgie München, die Kongress-präsidentenschaft inne.

Traditionell begann der AGA-Kongress mit einer Radtour. Diese wurde von Dr. Martin Volz, Dr. Andreas Lehnich und Dr. Wolfgang Nebelung organisiert und zugunsten der Stiftung „Wir für Yannic“ durchgeführt. Mit Start und Ziel am Rosengarten konnten die teilnehmenden Ärzte auf drei Rundkursen zwischen 30 und 110 km ihre Kondition testen.

**HIGHLIGHTS:**

Diskussionen auf der Runden Bühne und Popcorn im ARTHROflix-Saal. Erstmals gab es beim diesjährigen AGA-Kongress einen runden Diskussionssaal. Dem Motto „360 Grad“ entsprechend stand eine runde Bühne in der Mitte des Saals, von der aus die Referenten und Moderatoren mit dem Publikum diskutieren konnten. Ein zweites Highlight war der „ARTHROflix-Saal“, der Videodemonstrationen spezieller Operationstechniken vorbehalten war. Jeder Teilnehmer erhielt in dem mit einem roten Bühnenvorhang ausgestatteten Saal zudem eine Tüte Popcorn.

Am Donnerstagabend wurde die beim letztjährigen AGA-Kongress in Linz initiierte „AGArena“ fortgesetzt. Junge Unternehmen und Innovatoren konnten hier in einem Wettbewerb den Medizinern und Vertretern aus der MedTech-Branche ihre Geschäftsideen präsentieren. Themenschwerpunkte waren u.a. Digital Health, Künstliche Intelligenz und Patientenversorgung der Zukunft. Der beste „Pitch“ wurde online vom Publikum gewählt und mit dem „AGA Innovation Award 2019“ ausgezeichnet.

**Abb.:** Die AGA ist mit über 5.000 Mitgliedern Europas größte Fachgesellschaft für Arthroskopie. Sie bietet ihren Mitgliedern ein breites Spektrum an Unterstützung, von Aus- und Fortbildung über Forschungsförderung und Vernetzung mit Partnergesellschaften bis zu berufspolitischen Themen.



Am Freitagabend fand der Kongressabend im Rosengarten Mannheim statt. Hierbei waren die Teilnehmer – wie schon zu Kongressbeginn – aufgefordert, sich sportlich zu betätigen, diesmal an Stationen wie Bullriding, Torwandschießen und Darts.

Der Kongress mit 1.118 Teilnehmern war somit rundum ein Erfolg. Die ATOS Klinik Heidelberg und das DEUTSCHE GELENKZENTRUM waren mit einem Stand vertreten, der rasch zum beliebten Anlaufpunkt auch für Kollegen aus den anderen ATOS-Kliniken wurde.

Wir freuen uns bereits auf den nächsten, den 37. AGA-Kongress, der von 17.-19. September 2020 in Davos/Schweiz stattfinden wird!

Dr. Sven Lichtenberg



NOTES AND NEWS

## Neues internationales Expertenmeeting „Hip meets Spine“ in Heidelberg



**Abb.:** Die wissenschaftlichen Leiter des Meetings (von links): Dr. Bernd Wiedenhöfer, Prof. Dr. Yann Philippe Charles, Prof. Dr. Michael Clarius und Prof. Dr. Georg Köster

„Hip meets Spine“ ist der Titel eines neuen Konzepts des wissenschaftlichen Austauschs auf höchstem Niveau. Am 22. und 23. März 2019 fand das erstmals ausgerichtete Experten-Meeting in Heidelberg statt, mitorganisiert von Dr. Bernd Wiedenhöfer, Zentrum für Wirbelsäulenchirurgie der ATOS Klinik Heidelberg.

Im medizinischen Alltag, der von einer zunehmenden, für die Patienten wertvollen Spezialisierung gekennzeichnet ist, erfordern diejenigen Krankheitsbilder ein besonderes Augenmerk, die mehrere Ursachen haben können. Außerdem haben Therapien in der Regel nicht nur Auswirkungen auf das behandelte Organ, sondern beeinflussen auch angrenzende Regionen und oft sogar auf die gesamte Körperstatik und Beweglichkeit. Beson-

ders intensiv sind diese Auswirkungen zwischen der Wirbelsäule und den benachbarten Hüften. Speziell mit diesen Wechselwirkungen befasst sich das neue Expertenmeeting.

An zwei Tagen konnte ein für alle Teilnehmer äußerst wertvoller Austausch zu den Themen Diagnostik, Biomechanik, Bewegungsanalyse, Operationstechniken und Fast Track Surgery gestaltet werden.

International führende Chirurgen, wie u. a. Prof. Dr. Pierre Roussouly aus Lyon/Frankreich, einer der Pioniere der Deformitätenchirurgie der Wirbelsäule, und Prof. Dr. Henrik Husted, Kopenhagen/Dänemark, dessen Arbeit die Verbreitung der Fast Track Surgery in der Hüftendoprothetik international stark beeinflusst

hat, setzten mit Keynote Lectures besondere Akzente. Die wissenschaftliche Organisation erfolgte länderübergreifend aus Deutschland und Frankreich durch Prof. Dr. Yann Philippe Charles (Universitätsklinik Strasbourg), Prof. Dr. Michael Clarius (Vulpius Klinik Bad Rappenau), Prof. Dr. Georg Köster (Schön Klinik Lorsch) und Dr. Bernd Wiedenhöfer (ATOS Klinik Heidelberg).

Das Expertenmeeting soll jährlich stattfinden, immer im Wechsel zwischen Heidelberg und Strasbourg. Das nächste Treffen ist von 21.-22. März 2020 in Strasbourg geplant.

**Kontakt & Informationen:**

**Dr. Bernd Wiedenhöfer**  
Die Wirbelsäule – Zentrum für Wirbelsäulenchirurgie  
ATOS Klinik Heidelberg  
wirbelsaeule-hd@atos.de



**Abb.:** Programm des Meetings

## Sportmedizin-Kurs in St. Moritz 2020 unter Leitung von PD Dr. Basad

In der Woche vom 16. bis 21. Februar 2020 findet wieder der jährliche Sportmedizinische Wochenkurs in St. Moritz statt, der seit vielen Jahren geleitet wird von PD Dr. Erhan Basad, ATOS Klinik Heidelberg.

Der Kurs wird nach den Ausführungsbestimmungen (Weiterbildung zur Zusatzbezeichnung Sportmedizin) der Deutschen Gesellschaft für Sportmedizin und Prävention (DGSP) durchgeführt und wird von der LÄK-BW als Fortbildungsveranstaltung mit 48 Punkten anerkannt.

Die hochalpine Region des Engadins bietet ein unerschöpfliches Wintersport-Potenzial, weitläufige Pisten und ideale Schneebedingungen. Für die Wintersportpraxis (Ski-Alpin, Ski-Langlauf und Snowboard) werden vom Veranstalter die Skilehrer der renommierten Suvretta-Snowsports-School gestellt. Außerdem werden gemäß DGSP-Curriculum Tennis und Schießsport angeboten.

Die Vorträge des Kurses finden im Hotel Laudinella in St. Moritz statt. Die Teilnehmerzahl ist auf 140 Plätze begrenzt. Früh Entschlossene können ihre Zimmer aus dem begrenzten Kurs-Kontingent im Kongresshotel buchen. Veranstalter, Sportschulen und Referenten freuen sich auf eine erlebnis- und lehrreiche Woche.

**13. Sportmedizin-Wochenkurs  
St. Moritz/Schweiz  
16. bis 21. Februar 2020**

**DGSP-Curriculum:  
Zweitageskurse (ZTK) 6, 7 und 9**

**Info und Anmeldung:  
[www.sportmedizin-stmoritz.de](http://www.sportmedizin-stmoritz.de)**



PD Dr. Erhan Basad



Abb.:



## Ihre Gesundheits- experten in Deutschland

**Klinik Fleetinsel Hamburg  
MediaPark Klinik Köln  
Orthoparc Klinik Köln  
Orthopädische Klinik Braunfels  
Klinik Heidelberg  
Klinik München  
Starmed Klinik München**

# Arthrex ACP<sup>®</sup>-Therapie

Bei leichter bis mittelschwerer Arthrose

## Vorteile

- Autologe, regenerative Therapie
- Keine unerwünschten Nebenwirkungen<sup>1</sup>
- Aufbereitung des autologen Plasmas in nur 10 Minuten
- Geschlossenes und steriles System zur Aufbereitung und Applikation

## Anwendung

- Schmerzhaft leichte bis mittelschwere Arthrosen (Grad I-III)<sup>1</sup>

## Wirkungsweise

- Unterstützung der Heilungsvorgänge mit hoher Konzentration an Wachstumsfaktoren<sup>2</sup>
- Einleitung von Regenerationsprozessen und Hemmung von Entzündungsvorgängen durch die freigesetzten Wachstumsfaktoren

<sup>1</sup> Smith PA: Intra-articular Autologous Conditioned Plasma Injections Provide Safe and Efficacious Treatment for Knee Osteoarthritis. The American Journal of Sports Medicine. 2016;44(4):884-91

<sup>2</sup> Mazzocca A et al: The positive effects of different platelet-rich plasma methods on human muscle, bone, and tendon cells. The American Journal of Sports Medicine. 2012;40(8):1742-9

