

Fuss-Skriptum



Herausgegeben vom Arbeitskreis Fuss-Orthopädie der ÖGO

Mit Beiträgen von

Abdolvahab Farshid, Dr. med.

Allg. KH Wien, Univ. Klinik für Orthopädie Wien, 1090 Wien

Bock Peter, Dr. med.

SMZ-Ost, 1220 Wien

Gruber Florian, Dr.med

KH-Herz Jesu, 1030 Wien

Hofstätter Stefan G., Dr. med.

Klinikum Wels-Grieskirchen, 4600 Wels

Ivanic Gerd, Dep.Ltr. Priv. Doz. Dr. med.

LKH Stolzalpe, 8852 Stolzalpe

Klein Christian, Dr. med.

Ordination, 5310 Mondsee

Radler Christoph, Dr. med

Orthopädisches Spital Speising, 1130 Wien

Schneider Wolfgang, Prim. Univ. Doz. Dr. med. MSc, MBA

KH-Herz Jesu, 1030 Wien

Siorpaes Robert, Prim. Dr. med.

Bezirkskrankenhaus St. Johann in Tirol , 6380 St. Johann in Tirol

Trieb Klemens, Prim. Univ. Doz. Dr. med.

Klinikum Wels-Grieskirchen, 4600 Wels

Trnka Hans-Jörg, Univ. Doz. Dr. med.

Fusszentrum Wien, 1080 Wien

Wanivenhaus Axel, Univ. Prof. Dr.med.

Allg. KH Wien, Univ. Klinik für Orthopädie Wien, 1090 Wien

Kapitel

1. Biomechanik
2. Klinische Untersuchung
3. Bildgebung
4. Der Hallux valgus Komplex
5. Der Hallux rigidus
6. Metatarsalgie
7. Kleinzehendeformitäten
8. Achsfehlstellungen und Formvarianten des Fuß
9. Der Hohlfuß
10. Der erworbene Plattfuß
11. Die Achillessehne
12. Sonstige Sehnenerkrankungen (folgt demnächst)
13. Erkrankungen des oberen Sprunggelenkes (OCD & OSG
Arthrose)
14. Rückfußarthrosen
15. Knochenmarksödem & Nekrose & Streßfrakturen
16. Nervenaffektionen am Fuß
17. Der diabetische Fuß - Charcotfuß
18. Amputationen
19. Tumoren am Fuß
20. Der rheumatische Fuß
21. Orthopädietechnische Versorgungen
22. Kindlicher Fuß Übersicht

Kapitel 1

Biomechanik des Fußes

1. Definition:

Umsetzung mechanischer Meßwerte und Gesetze für die statische und dynamische Darstellung von Fußfunktionen.

2. Allgemeines:

Der Fuß stelle eine komplexe Struktur dar, die aus knöchernen, bindegewebigen (Bänder) und sehnigen Anteilen besteht. Diese ermöglichen zwischen den einzelnen Gelenken ein gewisses Ausmaß an Beweglichkeit und dienen aufgrund ihrer Form der Kraft Ein- und Umleitung.

Die Vorstellung, dass es sich beim Fuß letztendlich um eine Gewölbekonstruktion handelt, die über Außen- und Innengewölbe über Ferse, Metaköpfchen I und V, die gesamte Form des Fußes vorgibt, ist nur bedingt berechtigt. Anders als gotische Gewölbebauten handelt es sich viel mehr um eine aus Zug und Druck zusammengesetzte Kraftverteilung, die eben durch die Anordnung des knöchernen Gewölbes und Positionierung der Sehnen unter Sicherung durch Bänder (Gegenzug) funktioniert.



Abb. 1 Das Prinzip der Gegenkraft. Die Sehne als Gegenzug kann die Wölbung des Bogens sogar verstärken.

3. Spezielle Strukturen

3.1. Tibiales Längsgewölbe

Tatsächlich besteht eine knöcherne Gewölbebildung, die vom Calcaneus über den Talus das Naviculare Cuneiforme und das Metatarsale I bis zum Metaköpfchen reicht. Allerdings ist dieses Gewölbe nicht wie wir es von gotischen Gewölben kennen frei tragend, sondern sehr subtil in jedem einzelnen dieser Knochenbereiche gestützt.

Am Naviculare setzt der Tibialis posterior an, der auch bis zum Cuneiforme I zieht.

Der Peroneus longus, der über die Fußsohle nach medial zieht, hat letztendlich eine plantar flektierende Wirkung auf das Metatarsale I, sodass der Peroneus longus, sowohl das Metatarsale I, als auch das Cuneiforme nach plantar zieht, während die Tibialis posterior Sehne das Naviculare und den Talus nach dorsal hebt, wodurch es zu einer Verstärkung des medialen Gewölbes kommt.

Abb. 2 zeigt, dass auf großen Distanzen durch Zug von dorsal Belastung aufgeteilt werden kann.



Diese Bogenbildung wird einerseits durch den Flexor hallucis longus, andererseits durch den Flexor digitorum longus gestützt.

3.2. Fibuläres Längsgewölbe

Im fibulären Bereich des Fußes ist es vor allem das Ligamentum plantare longum, dessen oberflächlichen und tiefen Anteile den plantaren Aspekt zwischen Calcaneus und Cuboid, sowie Cuboid und Metatarsale V verstärken, sodass unter Belastung ein Aufklappen in diesem Bereich nicht zu erwarten ist. Dieses wird vom Musculus peroneus brevis unterstützt. Noch komplexer ist hier der Musculus peroneus longus, der einerseits um das Cuboid herum in der Trochlea peronealis läuft und damit den Calcaneus im distalen Anteil hebt und zusätzlich auch durch seinen Ansatz am medialen Bogen an der Metatarsale I Basis eine ausgezeichnete Stützfunktion, ähnlich dem Flexor hallucis longus an der Medialseite aufweist.

Die seitlich plantare Verspannung lateral wird durch den Musculus adductor digiti minimi und medial durch den Abductor hallucis gebildet.

3.3. Quergewölbe

Das so genannte Quergewölbe wird distal in Höhe der Metatarsalköpfchen durch das Caput transversum des Musculus adductor hallucis, der mit seinem Ansatz am fibulären Sesambein jeweils Insertionen am Kapselbereich der Köpfchen der Metatarsalia II-V aufweist.

Weiters ist der Musculus peroneus longus zu erwähnen, der mit seinen Ausstrahlungen an die Basis der Metatarsalia II-IV reicht. Die distale Verbindung der Metatarsalköpfchen ist durch das Ligamentum metatarsium transversum profundum gegeben. *Es liegt hier also nur eine passive Spannungsstruktur vor, während im Mittel- und Rückfußbereich nur aktive Verspannungsstrukturen bestehen.*

Zusätzlich besteht zur Verspannung praktisch sämtlicher Gewölbe, sowohl des Quer- als auch Längsgewölbes die plantare Aponeurose, die aufgrund ihrer biomechanisch ideal am weitesten vom Scheitel des Bogens entfernt liegenden Verlaufes sehr effizient wirksam ist.

Zwei Gelenke im Längsgewölbeverlauf bedürfen unserer speziellen Betrachtung:

- Das Tarsometatarsale-I-Gelenk, dem eine entscheidende Schlüsselposition im Rahmen der Entwicklung eines Hallux Valgus Komplexes zukommt und
- Das Großzehengrundgelenk

3.4. TMT I Gelenk:

Das TMT I-Gelenk ist aufgrund seiner Form am ehesten als Propellergelenk zu bezeichnen, das mit einer Gelenkrinne und einer mehr oder weniger gut ausgebildeten kranialen und plantaren Gelenkfläche imponiert. Die Führungsrille des Gelenkes ist dabei in etwa 15 Grad Eversionsrichtung gekippt und weist korrespondierend dorsal und plantar eine deutliche Aufwölbung der Randleiste auf. Im Bereich dieses Gelenkes besteht Physiologischerweise im Auftritt ein Bewegungsausmaß, das entsprechend der schrägen Anlage der Gelenksachse eine kombinierte Plantaradduktion, Pronationsbewegung aufweist, bzw. theoretisch auch eine Dorsalflexion, Abduktion und Supinationsbewegung aufweisen kann, was allerdings ausgeprägt selten der Fall ist. Physiologischerweise ist eine Ab-, Adduktion von etwa 5-7 Grad und eine plantare Dorsalflexion um 3 Grad. Werte darüber können als pathologisch angesehen werden.

3.5. Großzehengrundgelenk

Im Bereich des Großzehengrundgelenkes besteht eine Dreh- und Translationsbewegung, die einerseits das Metatarsalköpfchen Sesamoidalgelenk, andererseits das Metaköpfchenphalangealgelenk betrifft. Kommt es nun zum Auftreten einer Bewegungsstörung bei Hallux rigidus, so resultiert daraus eine komplette Veränderung des Bewegungsmusters. Die Translationsbewegung im Metaköpfchensesomoidalbereich kommt

gegen 0 und die Rotationsbewegung im Metatarsalköpfchen-Sesamoidal-gelenk reduziert sich ebenfalls weitgehend und verwandelt sich teilweise in eine Translationsbewegung. Die ihrerseits die Drücke im Gelenk derartig erhöhen, dass eine rasche Progredienz der Gelenkszerstörung nachfolgt.

Störungen dieses Gleichgewichtes aus Zug und Druck führen somit zu einer kompletten Veränderung dieser Strukturen.

- Auffällig ist dies zum Beispiel bei Läsion der Tibialis posterior Sehne, wo es durch Schwächung in diesem Bereich zum Verlust der Funktionen der Sehne, somit zum Absinken des medialen Längsgewölbes kommt.
- Auch eine Degeneration, bzw. Elongation der plantaren Haltebänder Talocalcaneum interosseum und Calcaneo naviculare plantare, sowie des Ligamentum plantare longum führen in der Gewölbekonstruktion der Fußwurzelknochen zu einem plantaren Aufklappen, was als Reaktion mit minimaler Translation und Osteophytenbildung am dorsalen Aspekt des Gelenks beantwortet wird. Resultat ist die so genannte dorsale Fußgeschwulst als Ausdruck der Gelenksinstabilität.
- Die Ruptur der plantaren Platte mit biomechanischer Aufhebung der Zugfunktion des Plantaraponeurose resultiert mit einer Abflachung des Fußlängsgewölbes.

Conclusio:

Letztendlich muss man klar sagen, dass Veränderungen im Bereich der Fußstatik – so sie nicht angeboren sind – immer eine Ursache in der Störung des knöchernen Gewölbes in der Destruktion von Bändern oder im passiven oder aktiven Halteapparat haben müssen, sodass bei Kenntnis der Biomechanik sehr wohl ein Schluss in Richtung Diagnostik vollzogen werden kann.

Literatur

Kapandji I.A.: Funktionelle Anatomie der Gelenke: in Bücherei des Orthopäden Band 47, Enke Stuttgart 198

Wanivenhaus A, Pretterklieber M.: First tarsometatarsal joint: anatomical biomechanical study., Foot Ankle. 1989 Feb;9(4):153-7.

Kapitel 2

Klinische Untersuchung von Fuß und Sprunggelenk

Allgemeines:

Folgender Untersuchungsalgorithmus hat sich bewährt:

1. Patienten beobachten
2. Anamnese
3. Klinik (inklusive Gangbild)
4. Schuhe, Einlagen
5. gezielte Bildgebung (s Kapitel 4)
6. Zusätzliche Diagnostik

1. Beobachtung:

Beobachten sie den Patienten sehr genau, vor allem wenn er zu ihnen in die Ambulanz oder in die Ordination kommt.

2. Anamnese:

Hier ist es wichtig, den Patienten frei über sein Problem sprechen zu lassen. Mit zunehmender Erfahrung sollte man gezielt den Patienten führen, um möglichst effizient und in kurzer Zeit die wichtigsten Fakten vom Patienten zu erfahren. Wichtig ist es aber auch, den Patienten frei sprechen zu lassen und ihn nicht unnötig zu unterbrechen.

Generell haben Patienten die Angewohnheit, mit eigenen Worten ihre Probleme gut zu beschreiben.

2.1. Was ist bei der Anamneseerhebung wichtig:

Seit Wann tut es weh, Wann tut es weh, Wo tut es weh, Wie tut es weh, Warum tut es weh?

Seit wann bestehen die Beschwerden.

Wann treten die Beschwerden auf.

Wo bestehen die Beschwerden und wie äußern sie sich.

Man sollte auch nach dem Warum fragen (z.B. beim Kind, das sich dann über zu kleine Schuhe beklagt...)

Auch die Frage nach empfundenem kausalem Zusammenhang sollte gestellt werden (seit ich gestürzt bin, wenn ich meine Menses habe, nach Infekt...)

Weiters Geschlecht, Beruf, Freizeit, Schuhe und etwaige Sportausübungen.

2.2.Schmerz:

Wie äußert sich der Schmerz. Ist er eher punktuell, ist er stumpf oder spitz, besteht er unter Belastung oder auch in Ruhe, sind diese Beschwerden ausstrahlend (können z.B. auch von der Wirbelsäule im Sinne einer Ischialgie kommen).

3. Klinische Untersuchung:

3.1.Inspektion:

Die Schuhe, Socken und Strümpfe müssen ausgezogen werden. Begutachten der Beine, ob z.B. Varus- oder Valgusdeformität vorhanden sind.

Kontrolle von Haut und Nägeln, gibt es Schwellungen, besteht eine Fettatrophie nach langem Cortison Gebrauch, gibt es Temperaturunterschiede zwischen den Füßen, sind die Fußpulse tastbar?

Beobachten der Füße im Stehen. Hier vor allem von allen Seiten, respektive vor allem auch von hinten bzw. auch im Zehenspitzen- und Fersenstand und - Gang.

3.2.Gangbild:

Im Rahmen der Beobachtung ist es wichtig den Patienten und sein Gangbild genauestens zu detektieren. Wichtig ist das Gangbild sowohl mit, als auch ohne Schuhe anzusehen. Hier wiederum sind verschiedene Punkte die weiterhelfen können wie Schrittlänge, Schrittabfolge, das Abrollverhalten, die Schrittdauer und das Verhalten des restlichen Körpers, wie z.B. ein Schwanken, ein Humpeln, ein Vorneüberbeugen. Kommt es z.B. zu einer Kompensation des Gangbildes oder eines pathologischen Gangbildes durch den restlichen Körper.

3.3.Klinische Untersuchung:

Neurologischer Status, Tasten der Fußpulse und eben das wichtigste, das Begreifen von Fuß und Sprunggelenk (und seiner Strukturen wie Sehnen, Muskel etc. – siehe unten bzw. bei den

einzelnen Pathologien). Viele auch nur leichte Druckstellen oder starke Verhornungen können gut ertastet und zum Teil auch gesehen werden. Des Weiteren auch Erkennen und Beschreiben von Pseudoexostosen und dergleichen.

3.3.1. Spezifische anatomische Regionen:

MTP Gelenke:

Erkennen und Beschreiben von Luxationen, Fehlstellungen, Instabilitäten.

Langzehen:

Beschreiben der Stellung der Zehen, ob es Hammerzehen gibt, Krallenzehen, Beweglichkeit in den einzelnen Gelenken, Druckstellen, Nageldeformitäten.

Fußsohle:

Genaueres Beobachten der Fußsohle, sind Druckstellen vorhanden, gibt es Ulzera, atypische Hautveränderungen, Fremdkörper.

Fußformen:

Senkfuß, Spreizfuß, Plattfuß, Knickfuß, Hohlfuß, Klumpfuß, Sichelfuß, Rückfuß varus

Wichtig ist es, diese Fußformen sowohl ohne Belastung als auch mit Belastung genauestens zu beobachten, da es hier zu großen Unterschieden kommen kann. Die verschiedenen Fußformen können für die Diagnose bzw. Behandlung sehr wichtig sein.

Ein Hohlfuß hat z.B. viel kleinere Druckauflageflächen als ein Senkfuß. Gerade Druckspitzen können aber zu Problemen führen.

OSG:

Bewegungsumfang, Gelenksstabilität, z.B. den Talusvorschub und die med und lat. Aufklappbarkeit.

3.3.2. Schmerz:

Suche nach dem Locus dolendi, z.B. durch gezielte, „gefühlvolle“ Schmerzprovokation. Ertasten von z.B. Ansatzentendinopathien oder Schwellungen.... Im Zuge der Palpation Untersuchung von Sehnen, Bändern, Muskeln und einzelner Gelenke.

3.3.3. Spezielle Pathologien:

Achillessehne:

In Bauchlage ertasten sie den Verlauf der Achillessehne. Man kann hier Verplumpungen, Verdickungen oft genauso ertasten wie ein verklebtes, schlecht bis gar nicht verschiebliches Sehnengleitgewebe. Durch Zusammendrücken der Gastrocnemiusmuskulatur wird der sogenannte Thompson Test durchgeführt. Im Normalfall sollte das Zusammendrücken zu einer Plantarflexion führen.

Plantarfasciitis:

Ertasten des Verlaufs der Plantarfascie bis zum Ansatz am Calcaneus. Unter Dorsalextension und Extension in den Zehen, unter Druck Abtasten des Verlaufs der Plantarfascie bis zum Ansatz der selbigen am Calcaneus. Hier kann eine Schmerzprovokation in der Diagnosefindung hilfreich sein.

Flexor hallucis longus:

Ertasten des Verlaufes hinter dem oberen Sprunggelenk nach distal. Das Bild einer springenden Sehne bzw. Großzehe liegt vor, wenn es beim Verlauf im Sulcus, an der Rückseite des Talus zu einer Verdickung wie beim schnellenden Finger kommt und dadurch Schmerzen provoziert werden können.

Musculus peroneus longus et brevis:

Ertasten des Verlaufes hinter dem Außenknöchel. Durch Stresstests (Eversion / Extension) können hier auch Luxationen der Sehnen vor dem Außenknöchel ertastet werden.

Syndesmose:

Hier sind mehrere Untersuchungen wichtig. Einerseits die forcierte Außenrotation bei Stabilisierung des Unterschenkels in Normalstellung im OSG. Dies kann zu Schmerzen vor allem in der ventralen Syndesmose führen. Des Weiteren der Stresstest unter Zusammendrücken von Fibula und Tibia im Übergang vom proximalen zum mittleren Drittel am Unterschenkel. Zusätzlich maximale Dorsalextension im Bereich des OSG, da dies bei Syndesmosenverletzung oder Instabilität zu Schmerzen führt (der Talus wird nach vorne zu breiter, um physiologisch bei Dorsalextension die Malleolengabel und den Talus gemeinsam zu stabilisieren).

Knochen:

Wichtig ist es auch, verschiedene Knochenstellen zu palpieren, wenn man einen Verdacht auf eine knöcherne Läsion hat wie z.B. an der Basis des Os metatarsale V nach Supinationstrauma (Ansatz des musculus peroneus brevis). Außenknöchelspitzen bzw. auch proximal hin im Sinne von knöchernen Bandläsionen genauso wie einer Malleolarfraktur. Druck am N-Spot am Naviculare bei Verdacht auf naviculare Fraktur (bzw. Stressfraktur). Des Weiteren auch der Zangengriff im Bereich des Calcaneus bei Verdacht auf eine knöcherne Verletzung des Fersenbeins.

4. Schuhe und orthopädietechnische Hilfsmittel:

Untersuchen sie die getragenen Schuhe oder allenfalls vorhandenen orthopädietechnischen Hilfsmittel wie Einlagen. Schauen sie auf die Schweißspuren im Schuh, ob diese Überbelastungen im Sinne einer Verdunkelung zeigen bzw. beobachten sie auch die Schuhsohlen um hier allenfalls ein entsprechend schlechtes oder falsches Gangbild erkennen zu können. Wie ist z.B. die Schuhsohle abgetreten und versuchen sie das in Einklang mit der Fußsohle des Patienten zu bringen.

5. Bildgebung:

s. Kapitel 4

6. Zusätzliche Diagnostik:

Labor:

Laborparameter können ergänzend für die Diagnosefindung wichtig sein (Entzündungsparameter, HbA1c, rheumatische Abklärung).

Conclusio:

1. Patienten beobachten
2. Anamnese erheben
3. Klinik und Gangbild
4. Schuhkontrolle
5. Gezielte Bildgebung
6. Zusätzliche Diagnostik
7. Diagnose, Therapie und Kontrolle

Kapitel 3

Bildgebende Verfahren in der Orthopädie des Fußes

1. Einleitung:

Das konventionelle Röntgenbild stellt in der orthopädischen Behandlung des Fußes nicht nur ein unverzichtbares diagnostisches Hilfsmittel dar, sondern dient in vielen Fällen auch direkt der Indikationsstellung bei der Entscheidung zwischen konservativem und operativem Vorgehen, wie auch in der differenzierten Indikationsstellung bezüglich des zu wählenden Operationsverfahrens. Gerade deshalb ist die Standardisierung der Röntgendiagnostik im Bereich der Orthopädie des Fußes essentiell.

Folgende bildgebende Verfahren werden in der Diagnostik im Bereich des Fußes routinemäßig eingesetzt:

- Röntgen
- MRI
- CT
- Szintigraphie
- Ultraschall
- Pedobarographie

Im folgenden sollen die wesentlichen Röntgenaufnahmen incl. relevanter Einstelltechniken und Besonderheiten aufgelistet werden.

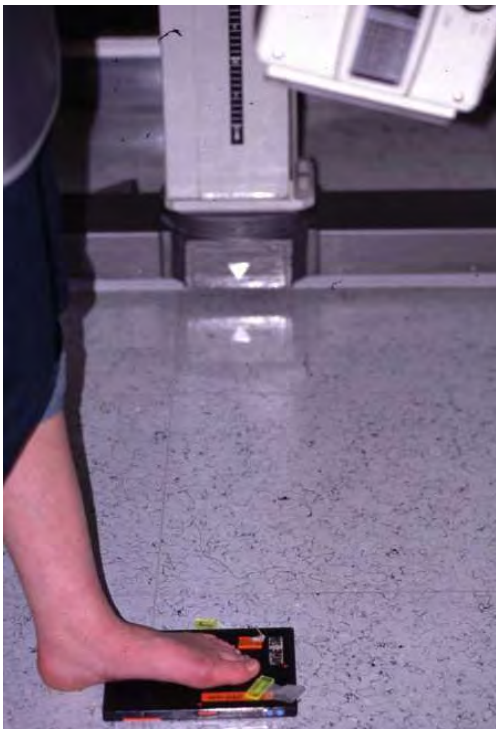
2.Röntgen

2.1.Vorfuß

Als Mindeststandard für die Beurteilung des Vorfußes muss eine Aufnahme „Vorfuß dorsoplantar (dp) im Stehen“, sowie „Vorfuß schräg seitlich“ angesehen werden. Die stehende belastete Aufnahme ist zur Beurteilung vieler Pathologien essentiell und sollte im Zweifelsfall immer durchgeführt werden (sofern eine volle Belastbarkeit des Fußes prinzipiell gegeben ist). In Fällen einer unmittelbar postoperativen Situation ist wahrscheinlich eine volle

Belastbarkeit nicht gegeben, die Differentialdiagnostik zur Auswahl geeigneter operativer Verfahren (insbesondere beim Hallux Valgus) erfordert aber immer eine belastete Aufnahme. Die Ursache dafür ist die Formänderung des Fußes unter Belastung mit Änderung der entscheidungsrelevanten Winkel. So wird unter Belastung der Vorfuß breiter, der Intermetatarsal-Winkel 1-2 sowie der Metatarsophalangealwinkel (Hallux-Valgus-Winkel) größer, und die Sesambeinluxation verstärkt.

2.1.1. Vorfuß dp stehend



Hinweise zur Einstelltechnik:

- Aufnahme unter voller Belastung
- Zentralstrahl auf Mitte 3. Mittelfußknochen
- 15° eingeneigt
- 100cm Objekt-Röhrenabstand
- Format 18/24 quer, zweigeteilt (beidseitige Aufnahme)

Hinweise: der Vorfuß muss in seiner kompletten Länge und Breite incl. der Basis MT-5 abgebildet sein



Fuß dorsoplantar

2.1.2. Vorfuß schräg seitlich



Hinweise zur Einstelltechnik:

- Aufnahme im Sitzen, Hüfte und Knie gebeugt
- Zentralstrahl auf Mitte 3. Mittelfußknochen
- Fuß wird 45° gegen Kassette angehoben, Großzehe filmnah
- Format 18/24 quer, zweigeteilt (beidseitige Aufnahme)

Hinweise: der Vorfuß muss in seiner kompletten Länge und Breite incl. der Basis MT-5 abgebildet sein, Mittelfußknochen sollten möglichst wenig überlagert sein



Vorfuß schräg seitlich

2.1.3. Sesambeineinsichtsaufnahme = Vorfuß tangential

(mit oder ohne Belastung)



Hinweise zur Einstelltechnik:

- Aufnahme im Stehen mit spezieller Lagerungsschale (alternativ dazu ist eine belastete Aufnahme auch im Zehenspitzenstand möglich)
- Aufnahme im Liegen: Bauchlage, Zehen auf Kassette maximal dorsalflektiert
- Zentralstrahl plantar tangential auf 3. Mittelfußknochen
- Format 13/18 quer



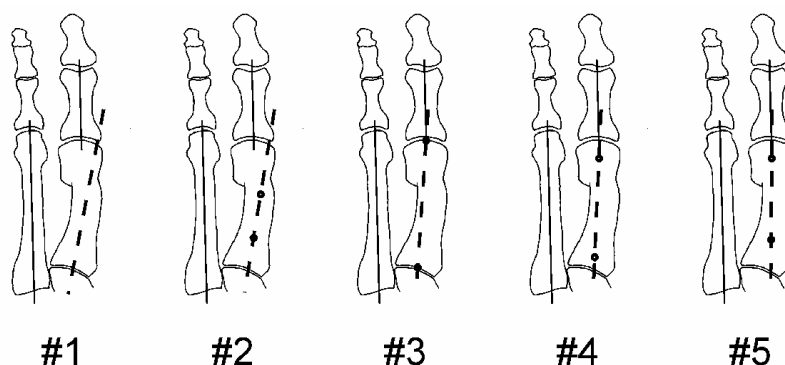
Sesambeinaufsichtsaufnahme

2.2.Relevante Maßzahlen für die radiologische Beurteilung des Vorfußes

2.2.1.Metatarsophalangeal-Winkel

Dieser Winkel wird gemessen zwischen der Längsachse der Grundphalanx der Großzehe und der Längsachse des Metatarsale-1. Für die Definition der Längsachse des MT-1 stehen in der Literatur 5 verschiedene Beschreibungen zur Verfügung. Je nach Auswahl des Meßverfahrens kann der gemessene Winkel variieren. Diese Diskrepanz zwischen den einzelnen Meßverfahren wird insbesondere nach operativen Eingriffen mit Deformierungen des Metatarsale durch eine Osteotomie noch größer. Zumindest bei der Publikation von Meßwerten ist deshalb die Angabe des gewählten Verfahrens notwendig, ebenso ist darauf zu achten, einen Vergleich prä- zu postoperativ immer nach dem gleichen Verfahren durchzuführen. Folgende Meßverfahren sind für die Definition der Längsachse des MT-1 beschrieben:

- #1 Längsachse des MT-1 (ohne genauere Definition)
- #2 Halbierung des Schaftes am Übergang proximales zu mittlerem Schaftdrittel, sowie am Übergang mittleres zu distalem Schaftdrittel – die Längsachse entspricht der Verbindung dieser zwei Punkte
- #3 Zentren der proximalen und distalen Gelenksfläche des MT-1
- #4 Zentrum der Basis und Zentrum des Köpfchens des MT-1
- #5 Halbierung des Schaftes am Übergang proximales zu mittlerem Schaftdrittel, Zentrum des Köpfchens des MT-1



Analysen haben gezeigt, dass die Methode „Zentrum/Basis und Zentrum/Köpfchen des MT-1“ („center/head – center/base“) die beste Meßgenauigkeit bietet und am wenigsten für operationbedingte Formänderungen des MT-1 anfällig ist.



Als Normwert für den MTP-Winkel wurden in der Literatur Werte von $6-18^\circ$ angegeben. Dieser radiologische Winkel ist Bestandteil nahezu aller Entscheidungsalgorithmen für die Auswahl eines geeigneten Operationsverfahrens in der Therapie des Hallux Valgus.

2.2.2 Intermetatarsal-Winkel 1-2

Dieser Winkel wird gemessen zwischen der Längsachse des Metatarsale-2 und des Metatarsale-1. Für die Definition des MT-1 gelten dieselben Vorbehalte und Definitionen wie in der Messung des MTP-Winkels. Dieser Winkel wird in der Literatur mit Normalwerten von $5-10^\circ$ angegeben. Auch dieser Winkel wird in nahezu allen Entscheidungsalgorithmen zur Hallux-Valgus-Chirurgie angegeben und wird generell als der wichtigste Faktor in der Differentialindikation von Hallux-Valgus-Operationen gesehen. Der Intermetatarsalwinkel 1-2 darf nicht mit dem Begriff des „Metatarsus primus varus“ gleichgesetzt werden! (siehe Metatarso-Cuneiforme-Winkel)



2.2.3. PASA (proximal articular set angle)

Dieser Winkel wird zwischen einer Linie, die die Ränder der distalen Gelenksfläche des MT-1 verbindet, und der Längsachse des MT-1 (genauer gesagt einer Normale auf die Längsachse des MT-1) gemessen. Synonym wird für diesen Winkel (insbesondere im Sprachgebrauch und in der Literatur der US-amerikanischen Podiater) auch der Begriff DMAA (= distal metatarsal articular angle) verwendet. Die Messung dieses Winkels ist mit großen Ungenauigkeiten behaftet. Ursache dafür ist die Schwierigkeit, die Ränder der distalen Gelenksfläche des MT-1 zu definieren. Zusätzlich ist durch röntgen-anatomische Vergleichsstudien belegt, dass die radiologische knöcherne Form der Gelenksfläche nur sehr schlecht mit der anatomischen knorpeligen Gelenksfläche korreliert. Der Normalwert für den PASA wird in der Literatur mit 0-8° angegeben (ein stärkeres Abfallen der Gelenksfläche nach lateral bedeutet meßtechnisch eine Erhöhung des PASA). Generell wird dem PASA in den letzten Jahren eine geringere Wichtigkeit zugestanden.



2.2.4. Metatarsal-Index

Der Metatarsal-Index gibt das Längenverhältnis MT-1 zu MT-2 an:

MT-1 > MT-2: Plus-Index

MT-1 = MT-2: Plus-Minus-Index

MT-1 < MT-2: Minus-Index



MT-1-Plus-Index



MT-2-Minus-Index

Die weitest verbreitete Meßmethode (und gleichzeitig die praktikabelste) legt auf Höhe der distalen Gelenksfläche des MT-2 eine Normale in Richtung MT-1. Die Länge des MT-1 wird nun in Relation zu dieser Linie beurteilt. Die Verteilung der verschiedenen MT-Indizes in der Normalbevölkerung wurde wie folgt publiziert:

Plus-Index:	16%
Plus-Minus-Index:	28%
Minus-Index:	56%

Der Metatarsal-Index gibt Hinweise auf die mögliche bzw. notwendige operative Verkürzung im Rahmen der Hallux-Valgus- und Hallux-Rigidus-Chirurgie.

2.2.5. Arthrose des MTP-Gelenkes

Als meistverbreitete Einteilung der Arthrose des MTP-Gelenkes wird die Stadieneinteilung nach Regnault verwendet. Die meisten anderen Einteilungen basieren auch auf dieser Einteilung mit jeweils nur geringen Modifikationen.

Normales Gelenk(A):

- Fehlen von radiologischen Abnormalitäten um das Metatarsophalangealgelenk

Grad I(B):

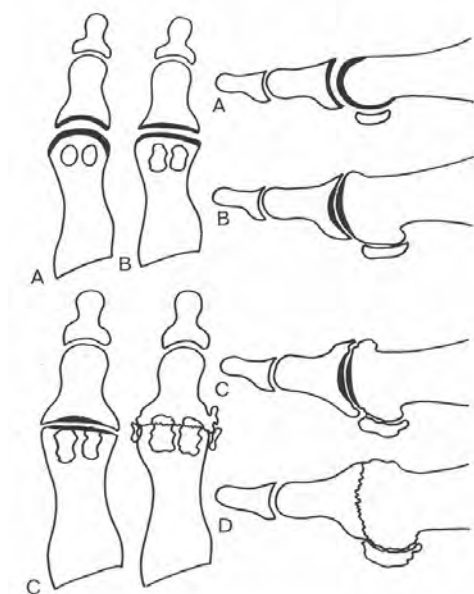
- Kondensation von Knochen um die Peripherie
- Minimale Verschmälerung des Gelenksspaltes
- Verringerung der Konvexität des Metatarsophalangealgelenks, widerspiegelt durch die gegenüberliegende Phalanx
- Die Sesambeine sind regulär, aber minimal vergrößert im Verhältnis zu normalen Sesambeinen

Grad II (C):

- Allgemeine Verschmälerung des Gelenksspaltes mit peripherer Kondensation
- Irregulär abgeflachte Konfiguration des Gelenksspaltes
- Hypertrophie des subchondralen Knochens mit Sklerosierung
- Irreguläre Hypertrophie der Sesambeine

Grad III (D):

- Komplettes Verschwinden des Gelenksspaltes
- Hypertrophie der Knochenelemente – Metatarsale, Phalanx, Sesambeine
- Osteophyten der Sesambeine überbrücken die Unterfläche des Caput Metatarsale I.



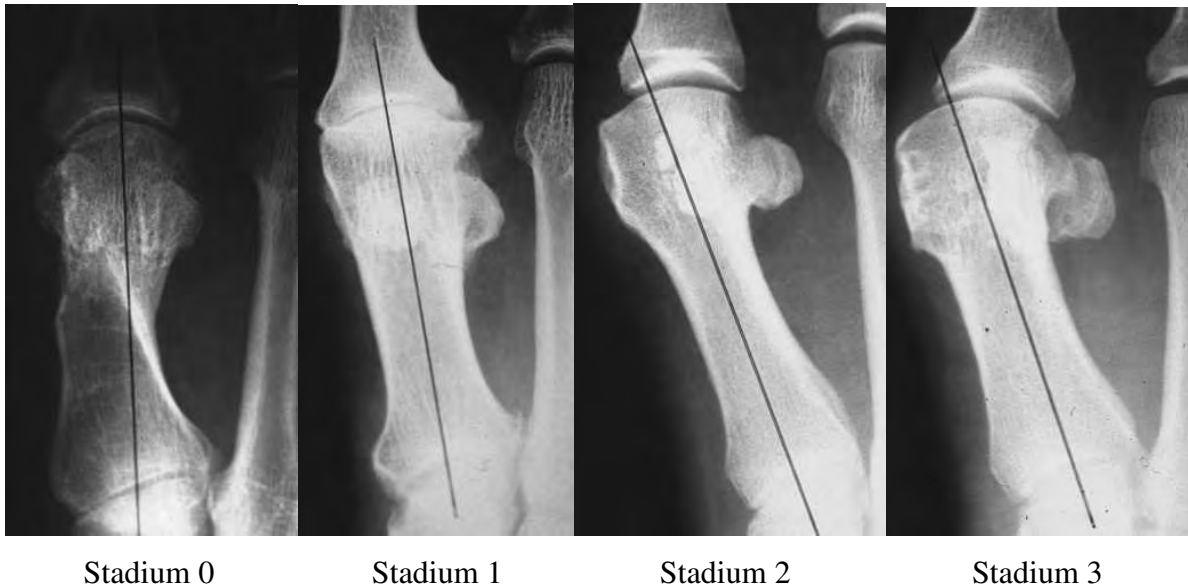
Originalabbildung aus Regnault – The Foot (1985), Springer-Verlag

Die Stadieneinteilung der Arthrose des MTP-Gelenkes hat ihre Rolle in der Differentialindikation der Hallux-Rigidus-Chirurgie.

2.2.6.Sesambeinposition

Die meistverbreitete Stadieneinteilung der Sesambeinposition gibt die Überlappung des medialen Sesambeines über die Längsachse des MT-1 an:

- Stadium 0: 0%
- Stadium 1: < 50%
- Stadium 2: 50-100%
- Stadium 3: > 100%



Die Aussagekraft der Sesambeinposition liegt insbesondere in der Beurteilung der Effizienz einer Hallux-Valgus-Operation (Maß für die Reposition des Metatarsale-1 auf den Sesambeikomplex).

Prinzipiell sollten folgende Parameter in jeder Beurteilung eines Vorfuß-Röntgens bedacht werden:

- MTP-Winkel
- IM-Winkel-1-2
- PASA
- Sesambeinluxationsgrad
- Arthrose des GZGG
- Metatarsalindex

2.2.7. Aligment der MTK-Reihe

Insbesondere in der französischen Literatur wird dem Aligment der Metatarsal-Reihe eine vorrangige Bedeutung zugemessen. Dieses Alignement beschreibt die Längenverhältnisse der Metatarsalia zueinander, entweder in Form der Längenverhältnisse in Relation zur Längsachse des MT-2 oder in Form von Abweichungen von einer die Metatarsalia umhüllenden harmonischen Kurve.



Die Beurteilung des Alignements der MTK-Reihe erlaubt diagnostische Hinweise auf Ursache und mögliche Therapieoptionen der Metatarsalgie. Allerdings ist zu beachten, dass diese Aufnahme nur eine zweidimensionale Abbildung eines dreidimensionalen Geschehens darstellt.

2.2.8. Form der Gelenksfläche des MTK-1

Der Krümmungsradius der distalen Gelenksfläche des MT-1 lässt Rückschlüsse auf die Prädisposition zu Erkrankungen des Großzehengrundgelenkes zu. Ein sehr flaches Gelenk (großer Radius der Gelenksfläche) neigt eher zur Ausbildung eines Hallux Rigidus, ein sehr kleiner Radius der Gelenksfläche kann als Atavismus mit Neigung zum Hallux Valgus gesehen werden (zu sehen insbesondere beim juvenilen Hallux Valgus).



2.2.9. PMAA

Der proximale Gelenksrichtungswinkel (proximal metatarsal articular angle) wird gebildet zwischen der Längsachse des MT-1 und der proximalen Gelenksfläche des MT-1. Aufgrund der schraubenförmigen Konfiguration dieser Gelenksfläche ist dieser Winkel mit einer sehr großen Meßungenauigkeit behaftet. Der Normalwert des PMAA wird in der Literatur mit 85-97° angegeben.



2.2.10. Metatarso-Cuneiforme-Winkel

Dieser Winkel wird gebildet zwischen der Längsachse des MT-1 und der Längsachse des Os cuneiforme mediale. Dieser Winkel bezeichnet den „Metatarsus primus varus“

(der Begriff „Metatarsus primus varus“ wird oft fälschlicherweise für den Intermetatarsalwinkel 1-2 verwendet). Als Normwert werden in der Literatur Werte

zwischen $6-25^\circ$ angegeben. Dieser Winkel dient als Maß für Abduktion/Adduktion des Vorfußes in Relation zum Rückfuß.



2.3. Radiologische Beurteilung Mittelfuß/Rückfuß

Folgende Aufnahmen gehören zum Standard einer Beurteilung von Mittelfuß und Rückfuß

- Fuß dp stehend (15° eingeneigt)
- Fuß schräg seitlich
- Fuß streng seitlich stehend

2.4. Radiologische Beurteilung des Fußgewölbes (Hohlfuß, Plattfuß)

2.4.1. Hibbs-Angle

Als verlässliches Maß für die Beurteilung des Fußgewölbes dient der „Hibbs-Angle“ zwischen der Längsachse des MT-1 und der Längsachse des Calcaneus. Andere Winkelmessungen, die das Os naviculare miteinbeziehen haben den entscheidenden Nachteil, daß oft nach operative Eingriffen nach Hohlfuß oder Plattfuß gerade das Os naviculare radiologisch nicht oder nicht ausreichend abgegrenzt werden kann. Als Normalwert wird ein Winkel von ca 145° angegeben.



2.4.2. Radiologische Beurteilung von Abduktion und Adduktion

Da generell die Längsachse des Rückfußes sehr schlecht beurteilbar ist, muss im Einzelfall (je nach Lokalisation der Pathologie) die Relation des Vorfußes zur Längsachse des Os Cuneiforme med. oder zur Längsachse des Talus angegeben werden.



2.4.3. Radiologische Beurteilung des Sprunggelenkes

Folgende Aufnahmen gehören zum Standard einer Beurteilung von Mittelfuß und Rückfuß

- Sprunggelenk ap
- Sprunggelenk seitlich



Hinweise zur Einstelltechnik

„Sprunggelenk ap“:

- Format 18/24, quer, zweigeteilt (für beidseitige Aufnahme)
- Rückenlage, Knie gestreckt, Neutralstellung im OSG (90°)
- Malleolen müssen gleich weit von Film entfernt sein, d.h.

Aufnahme in 10-15°

Innenrotation erforderlich!

- Zentralstrahl senkrecht auf Sprunggelenksspalt (ca 1cm oberhalb der Innenknöchelspitze)

Hinweise zur Einstelltechnik

„Sprunggelenk seitlich“:

- Format 18/24, quer, zweigeteilt (für beidseitige Aufnahme)
- Seitenlage, Neutralstellung im OSG (90°)
- Sprunggelenk liegt mit Außenknöchel auf der Kassette auf, Malleolen müssen genau übereinander liegen, d.h.

Aufnahme in 10-15°

Innenrotation erforderlich!

- Zentralstrahl senkrecht auf Sprunggelenksspalt (ca 1cm oberhalb der Innenknöchelspitze)

2.4.4. Radiologische Beurteilung von Bandläsionen

- OSG-Stressaufnahme
 - lat. aufgeklappt
 - vord. Schublade

Aufnahme immer im Seitenvergleich

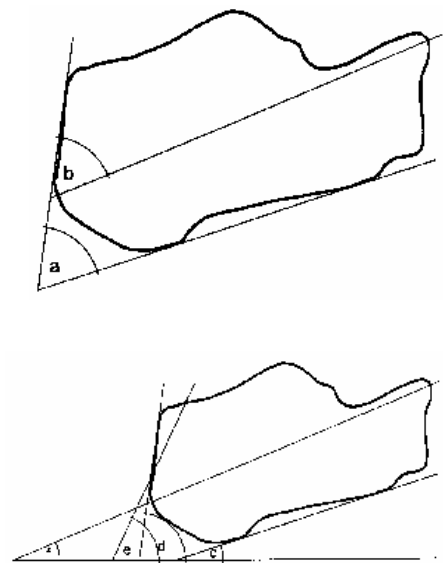
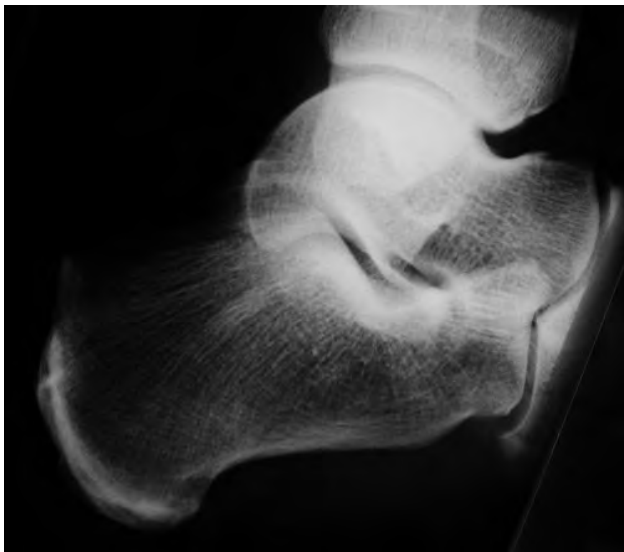


Die „gehaltenen“ Sprunggelenks-Aufnahmen („OSG-Streßaufnahmen“) dienen zur Diagnostik der Sprunggelenks-Instabilität: laterale Instabilitäten werden durch Varus-Stress im OSG dargestellt (die sehr seltenen Fälle von medialen Instabilitäten durch Valgus-Stress), ap-Instabilitäten durch Streßaufnahme in vorderer Schublade. Das Ergebnis sollte immer die Differenz zwischen dem geschädigten Gelenk und der klinisch unauffälligen Vergleichsseite beschreiben. Die Verwendung einer apparativen Haltevorrichtung (z.B. „Telos“) ermöglicht

im Gegensatz zur manuell gehaltenen Aufnahme eine exaktere Einstelltechnik. Die Streßausübung mit einer genau definierten und reproduzierbaren Kraft (meist 15 kp) bietet die Möglichkeit, die Aufnahme erst nach einer Latenzzeit von einigen Minuten (zur Ausschaltung der muskulären Gegenspannung) durchzuführen.

2.4.5. Radiologische Beurteilung des Calcaneus

- Calcaneus seitlich
- Calcaneus axial



Beurteilung des Achillessehnenansatzes

Zur Beurteilung des Achillessehnenansatzes werden neben der morphologischen Beschreibung oft verschiedene Winkel (siehe Abbildung) beschrieben, die die funktionelle Beziehung zur Achillessehne wiedergeben sollen. Im klinischen Gebrauch haben sich diese Winkel jedoch als unzuverlässig herausgestellt und sind deshalb für die Routinediagnostik nur von untergeordneter Bedeutung.

3. Magnetresonanztomographie

Die Magnetresonanztomographie hat sich in den letzten Jahren aufgrund ihrer Aussagekraft in bezug auf Weichteilveränderungen, ihrer leichten Zugänglichkeit und des Fehlens der Strahlenbelastung zu einem universell einsetzbaren Verfahren zur Ergänzung der

Bildgebende Verfahren in der Orthopädie des Fußes

Röntgendiagnostik entwickelt. Für folgende Indikationen stellt sie (neben der obligaten Röntgendiagnostik) das bildgebende Verfahren erster Wahl dar:

Weichteildiagnostik

- Tumoren
- Infektionen
- Arthritis
- Trauma

Sehnenläsionen

- akute Schädigungen
- chron. deg. Veränderungen
- Tenosynovitis

Knöcherne Läsionen

- okkulte Frakturen
- osteochondrale Läsionen (Staging!)
- Trauma
- Tumoren

Avaskuläre Osteonekrose (AVN), Knochenmarködem-Syndrom (BMES)

M. Sudeck (RDS)

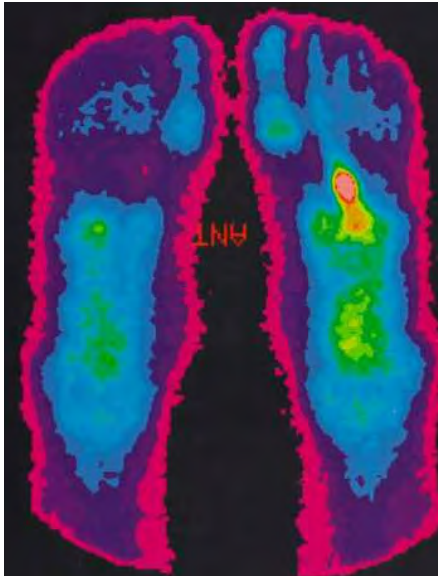


Knochenmarködem im MTK-2
(incip. M. Köhler?), radiologisch
inapparent

4. Szintigraphie

Die Knochenszintigraphie ist bei folgenden Problemstellungen indiziert

- Tumoren
- Okkulte Frakturen
- RDS
- Infektionen



Diagnostik eines Osteoid-Osteoms in der Basis des MT-2 mittels 3-Phasen-Knochen-Szintigraphie

5. Ultraschall

Folgende Einsatzgebiete stehen der Sonographie zur Verfügung

- Fremdkörper
- Tumoren (solid / zystisch)
- Sehnendiagnostik (incl. Funktionsprüfung – dyn. Untersuchungstechniken)

6. Computertomographie

Die Computertomographie wurde in vielen Bereichen durch die Magnetresonanztomographie verdrängt, bietet aber bei folgenden Indikationen gute diagnostische Möglichkeiten:

- Analyse radiologisch überlagerter Strukturen
- Frakturen
- Tumore
- Infektionen
- Fremdkörper
- AVN

- Kongenitale Fehlbildungen (z.B. Coalitio)



Diagnose einer okkulten Fraktur an der Basis MT-4

7. Angiographie

Die Angiographie dient in der Orthopädie neben der Malignom-Diagnostik in erster Linie zur Abklärung der lokalen Durchblutungssituation zur Op-Planung.

- Tumore
- paVK

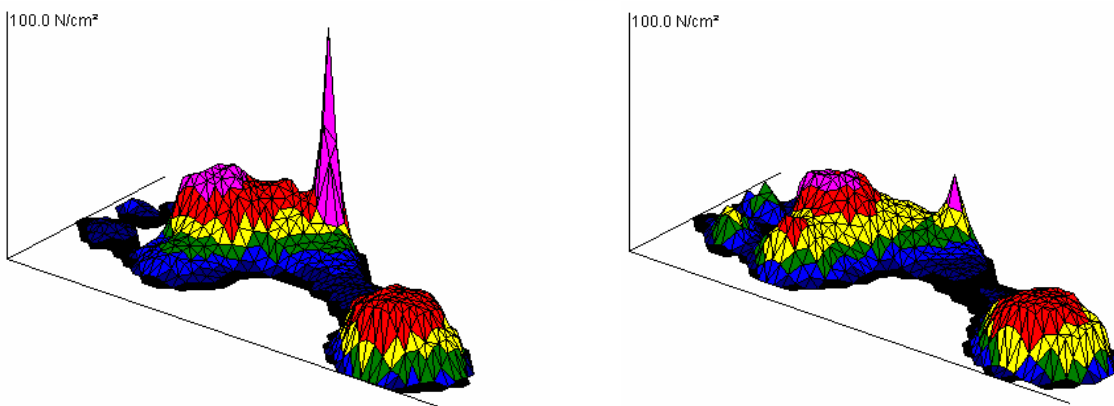
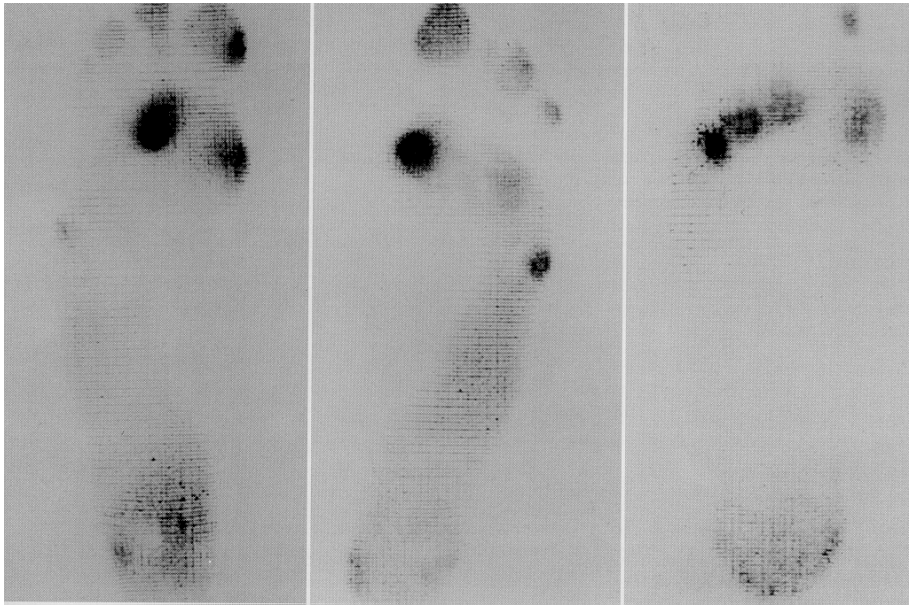
8. Pedobarographie

Die Pedobarographie stellt letztendlich ein bildgebendes Verfahren dar, um die lokale Druckverteilung graphisch darzustellen. Eine sehr alte, dennoch immer noch brauchbare Methode stellt die Harris-Mat dar:

Diese Methode liefert ein gutes Bild der statischen Druckverteilung. Elektronische Verfahren erlauben weiterführende diagnostische Aussagen:

- plantare Druckverteilung
 - im Stehen (statisch)
 - im Gehen (dynamisch)
- quantitative Visualisierung lokalisierter Druckspitzen

- pathologisches Abrollverhalten



Die Pedobarographie ermöglicht eine Visualisierung der statisch oder dynamisch auftretenden Druckwerte. Generell ist jedoch im Einzelfall eine Diagnostik anhand von Einzelmessungen am einzelnen Individuum von eingeschränkter Aussagekraft. Wiederholte Messungen im Sinne von Querschnitt- oder Längsschnittuntersuchungen liefern jedoch für einzelne Krankheitsbilder oder Operationsverfahren aussagekräftige Informationen. Die Kombination von pedobarographischen Techniken mit Video-3D-Ganganalyse und/oder simultaner EMG-Untersuchung erhöht den Einsatzbereich und die Aussagekraft.

Weiterführende Literatur:

Bernau A: Orthopädische Traumatologische Röntgendiagnostik – Einstelltechnik. Elsevier, Urban & Fischer
Breitenseher M: Der MR-Trainer, Untere Extremität. Springer-Verlag

Kapitel 4

Hallux valgus Komplex

1. Definition

Der sogenannte Hallux valgus beschreibt eine Deformität der Großzehe, die durch eine valgische Fehlposition der Zehe im Großzehengrundgelenk (laterale Abweichung der Zehe) definiert ist. Nur selten ist diese Fehlstellung isoliert, in der Regel mit Spreizung des Mittelfußes (Metatarsus primus varus = MT 1varus) zu finden, so dass besser von einem *Hallux valgus Komplex* gesprochen werden sollte.

2. Ätiologie / Pathogenese / Biomechanik

- In seltenen Fällen als Folge einer angeborenen Achsabweichung des Metatarsale 1 oder einer Fehlanlage des Cuneiforme Metatarsale 1 Gelenkes. Eine Abweichung der Achse des Cuneiforme zur Achse des Metatarsale 1 von mehr als 30° erscheint dabei als Grenzwert¹.
- Häufiger findet sich eine Überlastungssyndrom mit kombinierter Spreizfußbildung dessen Ursachen inadäquates Schuhwerk, Übergewicht und das Vorliegen eines Knick- oder Plattfußes mit Elevation und Instabilität des ersten Strahls sind.
- Daneben ist beim Lähmungsfuß bzw. bei der Beteiligung des Fußes im Rahmen einer rheumatoiden Arthritis das Auftreten pathognomonsich.
- Posttraumatische Veränderungen und konstitutionelle Bandschwäche können ebenfalls ursächlich sein.
- Prädisponierend erscheinen eine relative Überlänge der ersten Zehe und eine Überlänge des ersten Metatarsales (MT Index+)

Die sich ausbildende Deformität ist durch eine Disbalance der Muskulatur gekennzeichnet. Das Metatarsalköpfchen ist den Sesambeinen nicht mehr überstellt, und das laterale Sesambein liegt funktionsarm im ersten Interdigitalraum. Die tibiale Köpfchenhälfte ist nach medial exponiert und wird als *Pseudoexostose* bezeichnet.

Bei Vorliegen eines Knick- Plattfußes mit Pronationsstellung des Rückfußes und Plantarisierung des Os Naviculare und Talus kommt es zu einer Abflachung des Innengewölbes. Folge ist wiederum eine Abduktion des Vorfußes (MT 1 varus) und eine Supination und Adduktion der Zehe selbst. Dabei wirken die das MTP Gelenk

überbrückenden Sehnen als Abduktoren, sodass die muskuläre Aktivität zu einer permanenten Verschlechterung beiträgt. Zu diesem Zeitpunkt ist die Progredienz der Deformität nicht mehr reversibel.

3. Klinik

Fehlstellung der Großzehe mit Pseudoexostosenbildung mit der Möglichkeit einer entzündeten Bursa und Clavusbildung an der medioplantaren Seite. Rotationsfehlstellung der Großzehe mit Pronationsstellung des Nagels als Positionszeiger.

Subjektiv Schmerzen im Schuh (Schuhkonflikt), beginnend mit modischen, später auch ausgesuchten Schuhen. Häufig Ruheschmerz nach Belastung. Bewegungsschmerz und Druckschmerz variieren je nach Verlaufsform.

4. Diagnostik

4.1. Bildgebende Diagnostik

Die Beurteilung des Fußes sollte immer wie bereits zuvor angesprochen im dp Strahlengang sowohl im entlastenden als auch belasteten Zustand durchgeführt werden. Die streng seitliche Aufnahme dient auf Grund der Überlagerung nur speziellen Fragestellungen. Eine schräge Aufnahme ermöglicht die Beurteilung sämtlicher Metatarsalköpfchen und ein tangentialer Strahlengang kann zur Bewertung des Sesambein-Metatarsalgelenkes und dessen Luxationsgrad herangezogen werden.

Beurteilung finden dabei:

- Arthrosegrad des MTP 1 Gelenkes und des TMT Gelenkes
- Der Hallux valgus Winkel
- Der Intermetatarsalwinkel im ent- und belasteten Zustand

4.2. Klinische Diagnostik

- Blickdiagnose mit Beurteilung der Haut und Lokalsituation
 - Clavi
 - Ulcera
 - Mykosen
 - Beurteilung der Fehlstellung in Abspreizung und Rotation
- Gefäßsituation (Palpation)

■ Palpation

- Mobilität des TMT 1 Gelenkes und mögliche Korrigierbarkeit einer Fehlstellung in horizontaler und /oder vertikaler Richtung
- Mc.Bride Zeichen – Beurteilung der Fußverbreiterung unter Belastung und Korrigierbarkeit durch seitlichen Druck
- Druck retrocapital 2-4 ermöglicht die Kompensation der interossären Muskulatur (intrinsisch) und erleichtert die Beurteilbarkeit der Fußflexibilität für eine möglich Korrektur.

5. Therapie

5.1. Konservative Therapie

Die konservative Therapie ist vor allem eine Therapie der Spreizfußdeformität und versucht, unter Ausschaltung der intrinsischen Muskulatur eine Entlastung der Metatarsalköpfchen zu ermöglichen.

- Dies kann in frühen Fällen durch gezielte Heilgymnastik erfolgen.
- In fortgeschrittenen Fällen durch Modelleinlagenversorgung mit Metapolster, Metaleiste oder durch orthopädische Schuhe mit entsprechender Deformitätsberücksichtigung.
- Inflammatorische Komponenten können durch Entlastungspflaster, Fußbäder und lokaler sowie systemischer NSAR Anwendung behandelt werden.
- Seltener kann durch Schwellstrom oder Iontophorese zusätzlich Erleichterung geschaffen werden.

Wesentlich erscheint, dass die häufig angebotenen Hallux valgus Nachtschienen der Nachbehandlung und nicht der konservativen Therapie vorbehalten sein sollten!

5.2. Operative Therapie

Die Wahl des Operationsverfahrens richtet sich nach der Deformität wobei Ausmaß der Winkelfehlstellung, des Bewegungsumfangs, dem Ausmaß der Arthrose an TMT1 und MTP1 Gelenk und die Flexibilität bzw. Kontraktur des Fußes Berücksichtigung finden. Daneben muß natürlich auch die Gesamtsituation des Fußes und des Patienten in die Planung einfließen.

Als unbestritten steht fest, dass die Integrität des Großzehengrundgelenkes erhaltenbleiben sollte. Trotzdem bestehen zwingende Kriterien, die die Resektion des Gelenkes (immer an

der Basis der proximalen Phalange, nur beim Arthritischen Gelenk am Köpfchen= von Kapsel umgebener Bereich) erforderlich machen (siehe Tabelle1).

Tabelle 1

Resektionskriterien am MTP I Gelenk (3 Kriterien positiv= Resektion empfohlen)

1. PAVK
2. Hauttrophik herabgesetzt
3. Stoffwechselerkrankungen
4. PNP, Mb. Parkinson
5. HV Winkel über 60 Grad
6. Hohes biologisches Alter
7. Demenz
8. Arthrosegrad 3-4
9. Bewegungsumfang unter 50° oder Dorsalextension unter 30°

Liegen nicht drei der Resektionskriterien vor, so ist eine Arthrodesse des Großzehengrundgelenkes zu bevorzugen. Diese ist auch für komplexe Fehlstellungen zu empfehlen, da die Fixation auch der Korrektur des IMT Winkels² dient.

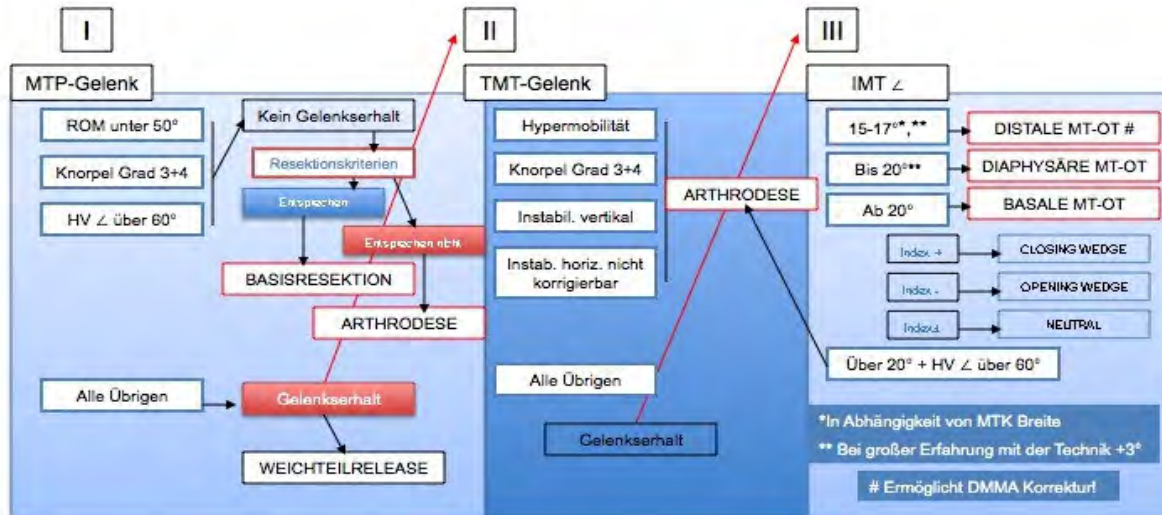
Die prinzipielle Vorgehensweise sollte immer ident verlaufen und eine optimale Versorgung gewährleisten.

- Abtragung der Pseudoexostose
- Durchführung eines Weichteilreleases
- Reduktion des Intermetatarsalwinkels.

In Abhängigkeit vom Ausmaß der Deformität sind verschiedenste Verfahren denkbar, die letztendlich vor allem auf Grund ihrer Art in limitierten Bereichen zweckmäßig verwendbar erscheinen. Dabei sind einerseits knöcherne Landmarks³, andererseits fehlende Korrigierbarkeit im TMT Gelenk zur Entscheidung beitragend. Die Schwierigkeit besteht in der korrekten Erfassung der Deformität und in der Umsetzung einer Planung. Eine Planungserleichterung ist in angefügter Tabelle 2 zu finden. Eine rein knöcherne Korrektur am Metatarsale⁴ kann ohne entsprechendem Weichteilrelease oder Herstellung einer muskulären Balance leicht rezidivieren.

Tabelle 2

Algorithmus der operativen Hallux valgus Therapie



Daneben wird auch der DMAA, gebildet aus der Verbindungslinie des fibulärsten und tibialsten Punktes der metatarsalen Gelenkfläche und der Normalen auf die MT-schaftachse beurteilt. Als Normwert kann hier etwa 8° angesehen werden, wobei die Werte von 0-15° variieren^{5,6,7,8} und vor allem auf die korrekte Definition und radiologische Darstellung geachtet werden muß⁹.

Der kongruent erhöhte DMAA oder PASA Winkel (siehe Abbildung 2) kann durch die Metatarsalosteotomie nur distal unter Keilentnahme¹⁰ korrigiert werden, der inkongruente wird in der Regel durch den Weichteileingriff kongruent. Dies und die Form des Metatarsalköpfchens erscheinen für das dauerhafte Resultat essentiell¹¹.



Abbildung 2 . erhöhter DMAA und hohe Kongruenz im MTP

6. Indikationen / Kontraindikationen

Die Indikation zur Operation stellt sich erst nach Versagen oder fehlender Toleranz konservativer Therapie. Letztendlich ist die Operationsindikation eine durch Schmerz (in Belastung und Ruhe) getroffene. Die Tatsache dass eine frühe Operation präventiven Charakter vor weiterer irreversibler Deformität bietet stellt allerdings auch den kosmetischen Aspekt in den Vordergrund und macht damit den Schuhkonflikt zur häufigsten Operationsindikation. Gebräuche, wie barfuß gehen oder die Verwendung der Geta (japanische Holzsandale) können dabei völlig vernachlässigt werden, auch wenn in diesen Populationen die symptomatische Hallux valgus Deformität unbekannt ist.

Kontraindikationen zum operativen Vorgehen ergeben sich vordringlich in Fällen einer herabgesetzten Durchblutung, wobei hier zu vermerken ist, dass auch rauchende Patienten ein massiv erhöhtes Komplikationsrisiko^{12,13} bis zum 16fachen der Normalpopulation aufweisen.

7. Nachbehandlung

Die Nachbehandlung bei operativer Hallux valgus Korrektur richtet sich im Wesentlichen nach der Operation am MT 1.

- Redressierender Weichteilverband an der Großzehe (Cave – nur Stellung halten nicht durch Zug korrigieren) für 6 Wochen/ wöchentlicher oder 2wöchiger Wechsel.
- Hallux valgus Nachbehandlungsschuh (Schuh mit steifer Sohle, möglichst druckfreies Material und verstellbare Weite, angedeutete Abrollwiege)
- Bei diaphysären Osteotomien ist ein Vorfußentlastungsschuh indiziert .

- Bei basalen Osteotomien US- Gehgips für minimal 6 Wochen, bevorzugt mit Fersenstoppel
- Bei TMT Arthrodesen US- Gehgips für 8 Wochen mit reinem Fersenauftritt
- Nach Verbandsabnahme
 - Heilgymnastik mobilisierend und muskelstimulierend
 - Lymphdrainage
 - Fußwechselbäder
 - Hallux valgus Nachtschiene optional für weitere 6 Wochen
 - Modelleinlagenversorgung bei definierter Spreizfußproblematik

8. Ergebnisse / Komplikationen

Bei entsprechender Indikationsstellung sind sehr gute und gute Ergebnisse in über 80% der Patienten zu erwarten^{14,15}. Die Problematik stellt hier vor allem die Tatsache dar, dass egal welches Verfahren zur Vorfußverschmälerung gewählt wird immer eine Volumszunahme des Fußes resultiert.

Die Pseudoarthrose ist ein Problem der proximalen Osteotomien und nimmt nach distal deutlich ab. Daher sollten die Indikationen auch nur in ihrer aufsteigenden Indikation nach Deformitätsausmaß von distal nach proximal gewählt werden.

Literatur

¹ Bacardi BE, Frankel JP: Biplane cuneiform osteotomy for juvenile metatarsus primus varus. J Foot Surg 25(1986): 472-478

² Pinney SJ, Song KR, Chou LB. Surgical treatment of severe hallux valgus: the state of practice among academic foot and ankle surgeons. Foot Ankle Int. 2006 Dec;27(12):1024-9.

³ Harper MC. Correction of metatarsus primus varus with the Chevron metatarsal osteotomy. An analysis of corrective factors. Clin Orthop Relat Res. 1989 Jun;(243):180-3.

⁴ Granberry WM, Hickey CH: Hallux valgus correction with metatarsal osteotomy: effect of a lateral soft tissue procedure. Foot Ankle Int 1995 Mar; 16(3): 132-8

⁵ Robinson AH, Cullen NP, Chhaya NC, Sri-Ram K, Lynch A. Variation of the distal metatarsal articular angle with axial rotation and inclination of the first metatarsal. Foot Ankle Int. 2006 Dec;27(12):1036-40.

⁶ Mann RA, Coughlin MJ, DuVries HL. Hallux rigidus: A review of the literature and a method of treatment. Clin Orthop Relat Res. 1979 Jul-Aug;(142):57-63.

⁷ Webb BS, Amiot R, Wilson S, Nute M. Hallux rigidus: grading and long-term results of operative treatment. *J Bone Joint Surg Am.* 2005 Feb;87(2):462

⁸ Jahss MH. Hallux valgus: further considerations--the first metatarsal head. *Foot Ankle.* 1981 Jul;2(1):1-4.

⁹ Schneider W, Csepan R, Kasperek M, Pinggera O, Knahr K. Intra- and interobserver repeatability of radiographic measurements in hallux surgery: improvement and validation of a method. *Acta Orthop Scand.* 2002 Dec;73(6):670-3.

¹⁰ Coughlin MJ, Carlson RE. Treatment of hallux valgus with an increased distal metatarsal articular angle: evaluation of double and triple first ray osteotomies. *Foot Ankle Int.* 1999 Dec;20(12):762-70.

¹¹ Okuda R, Kinoshita M, Yasuda T, Jotoku T, Kitano N, Shima H., The shape of the lateral edge of the first metatarsal head as a risk factor for recurrence of hallux valgus. *J Bone Joint Surg Am.* 2007 Oct;89(10):2163-72

¹² Cobb TK, Gabrielsen TA, Campbell DC 2nd, Wallrichs SL, Ilstrup DM. Cigarette smoking and nonunion after ankle arthrodesis. *Foot Ankle Int.* 1994 Feb;15(2):64-7.

¹³ Perlman MH, Thordarson DB. Ankle fusion in a high risk population: an assessment of nonunion risk factors. *Foot Ankle Int.* 1999 Aug;20(8):491-6.

¹⁴ Wanivenhaus AH, Feldner-Busztin H. Basal osteotomy of the first metatarsal for the correction of metatarsus primus varus associated with hallux valgus. *Foot Ankle.* 1988 Jun;8(6):337-43.

¹⁵ Trnka HJ, Muhlbauer M, Zembsch A, Hungerford M, Ritschl P, Salzer M. Basal closing wedge osteotomy for correction of hallux valgus and metatarsus primus varus: 10- to 22-year follow-up. *Foot Ankle Int.* 1999 Mar;20(3):171-7.

Kapitel 5

Der Hallux Rigidus

1. Definition

Der Hallux rigidus ist gekennzeichnet durch eine **schmerzhafte Bewegungseinschränkung des Großzehengrundgelenkes**.

2. Epidemiologie

Das Haupt-**Manifestationsalter** des Hallux Rigidus liegt zwischen dem **30.-50.** Lebensjahr (Regnauld 1986).

Die Arthrose des Großzehengrundgelenkes tritt bei **Frauen häufiger** auf (Bingold und Collins (1950)). Laut den Reihenuntersuchungen von Bonney und MacNab (1952) wurde der Hallux rigidus unter den nachuntersuchten Patienten in **68% bei Frauen** und in 44% bei Männern gefunden, diese Verteilung glich sich aber mit zunehmendem Alter der nachuntersuchten Patienten an. Shereff und Baumhauer (1998) stellten fest, dass das weibliche Geschlecht doppelt so häufig betroffen ist.

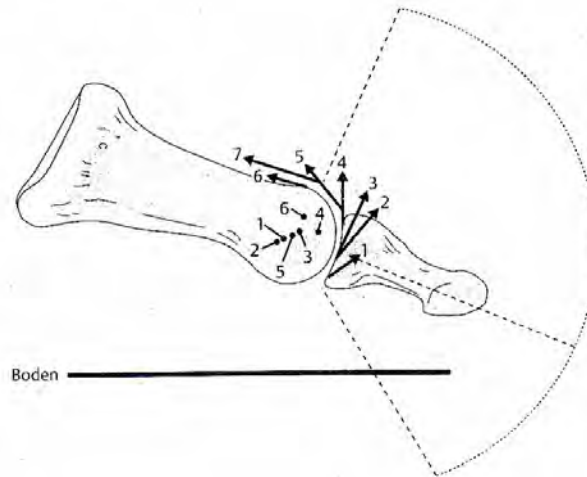
Eine **bilaterale Manifestation** ist häufig (McMaster 1978, Mann et al. 1979, Bonney und MacNab 1952).

3. Ätiologie

3.1. Biomechanik des Großzehengrundgelenkes

Das erste Metatarsophalangealgelenk ist von Seiten der knöchernen Form ein modifiziertes Kugelgelenk, das aufgrund der Führung durch Gelenkscapsel, Muskeln und Bänder funktionell eher einem Scharniergelenk entspricht (Phillips 1990).

Die primäre Bewegung des Gelenkes ist die Bewegung in der sagittalen Achse und stellt eine **Gleit-Kompressionsbewegung** dar. Wird die proximale Phalanx nach dorsal extendiert, verschiebt sich die Achse nach proximal-dorsal und beschreibt einen konkaven Bogen in dorso-distaler Richtung (Phillips 1990). Die wandernde Bewegungsachse des Metatarsophalangealgelenkes liegt im Metatarsalköpfchen und erlaubt ein Gleiten der Gelenksflächen, die bei maximaler Dorsalextension durch eine Kompression ergänzt wird. (Ahn et al. 1997).



Wandernde Bewegungsachse des Großzehengrundgelenkes

Eine Dorsalextension von mehr als 20° der Grundphalanx benötigt eine Plantarflexion des Metatarsale I. So kann die Achse der Bewegung in der Sagittalebene nach dorso-proximal verschoben werden. Sollte diese Achsenverschiebung nicht stattfinden, komprimiert die dorsale Kante der proximalen Phalanx die dorsale Gelenksfläche des ersten Metatarsale. Dies verursacht in weiterer Folge einen Knorpelschaden. Sollte dieser Vorgang nicht unterbunden werden, kommt es zu einer Knochenproliferation in dieser Region, welche zu einer weiter eingeschränkten Dorsalextension führt. Daraus resultiert die Tatsache, dass eine Arthrose des Großzehengrundgelenkes zunächst auf dem streckseitigen Anteil des Caput Metatarsale I entsteht (Wirth 2002).

Der physiologische Bewegungsumfang des Großzehengrundgelenkes beträgt im Durchschnitt 115° bei einer durchschnittlichen Dorsalextension von 70° und einer Plantarflexion von 45° (Buckup 2000). Die Reduktion des Bewegungsumfanges beim Hallux Rigidus bezieht sich in erster Linie auf die Dorsalextension, meistens aufgrund der mechanischen Blockade durch dorsale Exostosen und vernarbendes Weichteilgewebe. Shereff et al. erkennen darin den Grund für eine **Reduktion des translatorischen Gleitens in dorsoplantarer Richtung**, die beim gesunden Metatarsophalangealgelenk wenige Millimeter beträgt.

Bojsen-Moller und Lamoreux (1979) beschreiben die Notwendigkeit der Dorsalextension für einen physiologischen Gang. So findet die Dorsalextension während des Ganges zweimal statt. Eine aktive Dorsalextension beginnt, bevor die Ferse den Boden berührt und hält an, bis der Ballen den Boden erreicht. Die passive Dorsalextension beginnt, nachdem die Ferse vom Boden abhebt und die Zehen durch das Körpergewicht

passiv nach dorsal bewegt werden. So ist eine uneingeschränkte Dorsalextension nötig, um eine Unterstützung in der longitudinalen Achse während der Spitzenbelastung zu sichern.

3.2. Trauma

Das **Trauma bei forcierter Hyperextension** oder durch das Auftreffen einer Kraft auf das Großzehengrundgelenk wird als eine der Hauptursachen für die Entstehung des Hallux rigidus gesehen (Bingold und Collins, 1950). Speziell das **Kompressionstrauma** – z.B. bei Fußballern - kann dazu beitragen. Wird die Großzehe gestaucht, wie bei plötzlich forcierter Extension und axialer Kompression, kommt es zu einem kraftvollen Auftreffen der dorsalen Kante der Grundphalanx auf das Caput Metatarsale. Diese tangentielle Kraft verursacht eine osteochondrale Fraktur oder einen Knorpelschaden an diesen Stellen (McMaster 1978).

3.3. Schuhwerk

Bingold und Collins (1950) führen unpassendes Schuhwerk als Grund für die Entstehung eines Hallux rigidus an. Im Speziellen zu kurze und zu enge Schuhe verursachen **repetitive Mikrotraumen** oder auf die Großzehe einwirkende Kompressionskräfte. So kann natürlich auch eine zu lange Großzehe den gleichen Effekt erzielen.

3.4. Hereditäre Häufung

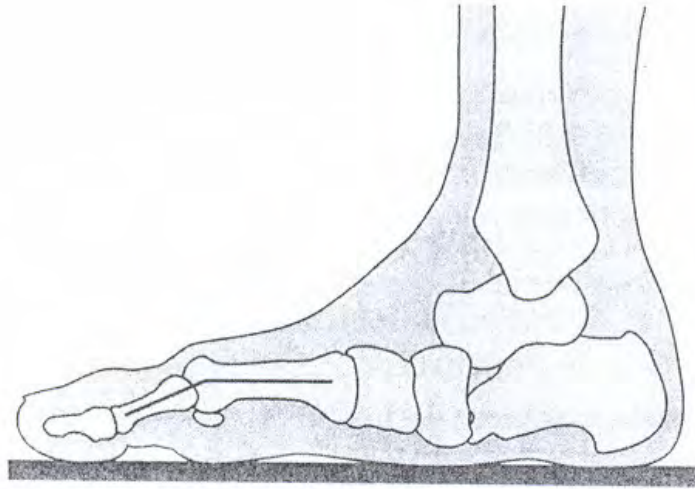
Bingold und Collins (1950) stellten anamnestisch eine **familiäre Häufung** bei 50 % der Patienten fest. Die Gruppe der genetisch Prädisponierten wies auch ein jüngeres Manifestationsalter auf.

3.5. Fußdeformitäten

Der Plattfuß mit pathologischer Belastung des medialen Fußrand wird fallweise als pathogenetischer Faktor erwähnt (Wülker, 1997). Die Fehlstellung soll somit durch verstärktes Abstoßen der Großzehe ausgeglichen werden im Sinne einer stärkeren Plantarflexion, dies soll wiederum zu einer Kontraktur des Großzehengrundgelenkes führen. Coughlin und Shurnas (2003a) hingegen stellten fest, dass 11% der Patienten ihrer Nachuntersuchungsgruppe einen Pes planus aufwiesen. Die Autoren interpretieren dieses Ergebnis als unauffällig und der Normalbevölkerung entsprechend.

3.6. Metatarsus primus elevatus

Die Bezeichnung Metatarsus primus elevatus beschreibt die vermehrte Dorsalextension des Os Metatarsale I.



Metatarsus primus elevatus

Bonney und MacNab (1952) sahen in $\frac{2}{3}$ der von ihnen nachuntersuchten Fälle den Metatarsus primus elevatus als Hauptursache für den Hallux rigidus. Horton et al. (1999) untersuchten die Rolle der Elevation des ersten Strahls in der Pathogenese des Hallux rigidus anhand eines Vergleiches von Hallux-rigidus-Patienten und einer Kontrollgruppe ohne orthopädische Fußprobleme. Dabei wurde festgestellt, dass die Elevation des ersten Strahls bei Patienten bei milder und moderater Hallux rigidus Symptomatik keine signifikante Elevation im Verhältnis zur Kontrollgruppe ergibt. Nur bei Patienten mit einem fortgeschrittenen Stadium von Hallux rigidus konnte radiologisch eine geringe Elevation des Os Metatarsale I bestätigt werden. Folglich konnte keine Korrelation zwischen Schweregrad des Hallux rigidus und der Elevation bewiesen werden.

3.7. Großzehenlänge

Nilsonne (1930) sieht in einer **Überlänge der Großzehe oder des Metatarsale I** im Verhältnis zur zweiten Zehe bzw. des Metatarsale II eine Erklärung für das Entstehen der Großzehengrundgelenksarthrose. Aufgrund dieser Überlänge kommt es auch beim Tragen von Konfektionsschuhen zu einer permanenten Stauchung. Auch Bonney und MacNab (1952) berichten, dass von 53 nachuntersuchten Füßen das Os Metatarsale I in 22 Fällen um mindestens 0,5 cm länger war als das Os metatarsale II. Coughlin und Shurnas (2003a) konnten allerdings keine signifikante Korrelation zwischen der Länge des ersten Metatarsalknochens und der Inzidenz eines Hallux rigidus erkennen.

4. Pathogenese des Hallux Rigidus

In der Literatur wird die Klinik des Hallux rigidus meist in **3 Stadien** unterteilt (Regnauld 1986):

4.1. Stadium I

Zu Beginn der Erkrankung klagen die Patienten nur über mittelmäßige Schmerzen bei Abrollbewegungen nach langer Belastung oder nach Sport. In der klinischen Untersuchung lässt sich noch kein streng lokalisierter Schmerz erkennen, da es sich noch um einen **diffusen Reizzustand** des Gelenkes handelt. Die begleitende Schwellung des Gelenkes signalisiert den Reizzustand, welcher mit **Synovitis** und beginnendem Knorpelabrieb verbunden ist. Eine wesentliche Destruktion des Gelenksknorpels hat noch nicht stattgefunden.

Laut Roukis et al. (2002) ist der **chondrozytäre Schaden** die Ursache für die Progredienz der Gelenksdegeneration. Aufgrund der chondrozytären Fragmente von Kollagen und Proteoglykanen, die sich im Gelenkspalt befinden, wird ein **entzündlicher Prozess** indiziert. Im Speziellen sind die Zytokine IF-1 und TNF-33 für den zunehmenden entzündlichen Prozess verantwortlich, welche die degenerativ wirkenden Proteasen, Stromelysine und Kollagenasen aktivieren und die Zerstörung des Gelenksknorpels forcieren.

Die Ganganalyse lässt ein charakteristisches Hinken erkennen. Die Patienten tendieren zu einer vermehrten Lateralisation der Belastung oder rotieren in der Hüfte nach außen, um den Fuß vom Boden zu heben. Oft wird die Abstoßbewegung vermehrt über die anderen Metatarsalia vollzogen (Shereff und Baumhauer 1989)

4.2. Stadium II

In diesem Stadium sind schon deutliche klinische Anzeichen der **Großzehengrundgelenksarthrose** zu erkennen, die an der dorsalen Seite des Gelenkes beginnen, da hier die mechanische Belastung am stärksten ist. Der Bewegungsumfang ist aufgrund der osteophytären Anbauten an der Dorsalseite der Knorpel-Knochen-Grenze des Metatarsalköpfchens - insbesondere lateral - eingeschränkt. Die reaktiv stattfindende Knochenproliferation an der Basis der Grundphalanx bedingt nun **bei der Dorsalextension ein knöchernes Impingement** zwischen dem größer gewordenen Randwulst des Mittelfußköpfchens und der Basis der Grundphalanx. So kommt es zu einer Unterbindung

der bei der Flexion-Extension stattfindenden Rotations-Translations-Bewegung, die in einer eingeschränkten Translationsbewegung endet. Im weiteren Verlauf nimmt das Großzehengrundgelenk eine kontrakte plantarflektierte Stellung ein („Hallux flexus“ nach Davis-Colley 1897). In der klinischen Untersuchung ist die **Dorsalextension deutlich eingeschränkt**. Der osteophytäre Anbau an der dorsalen Kante vom Caput des Metatarsale I ist oft schon bei äußerer Inspektion zu erkennen und erklärt die Krepitation bei forcierter Dorsalextension. Gelegentlich berichten Patienten über brennende Schmerzen oder Parästhesien an der Großzehe, welche durch eine Traktion oder Kompression des N. cutaneus dorsomedialis an der ossären Prominenz verursacht wird (Shereff und Baumhauer 1998).

4.3. Stadium III

Dieses Stadium stellt das **Vollbild einer Arthrose** des Großzehengrundgelenkes dar. Die Beweglichkeit des Gelenks ist nahezu aufgehoben und beläuft sich in der Dorsalextension auf $< 10^\circ$ und in der Plantarflexion $< 10^\circ$. Die Abrollbewegung erfolgt zunehmend über das Interphalangealgelenk. Der erste Strahl wird kompensatorisch weniger belastet, was einerseits in der reduzierten Beschwielung plantar zu erkennen ist und andererseits zu einer **zunehmenden supinatorischen Belastung des lateralen Fußrandes** führt.

Der am dorsalen Rand anwachsende Osteophyt erzeugt bei zu engem Schuhwerk eine Hautschwiele. Diese als „dorsaler Ballen“ bezeichnete Schwiele kann zu erheblichen Druckbeschwerden führen. In weiterer Folge wird das Os Metatarsale I minimal eleviert (Horten et al. 1999). Das Vollbild der Arthrose kann auch schon bei äußerer Inspektion leicht erkannt werden: ausladende Gelenksränder mit ihren osteophytären Anlagerungen, sowie zunehmend zyanotisch und atrophe Haut über dem Gelenk. Der dystrophe und entzündliche Prozess führt zu einer zunehmenden Durchblutung und bedingt die fibroplastische Proliferation des Weichteilgewebes.

5. Radiologie

Zur radiologischen Klassifizierung der Arthrose des Metatarsophalangealgelenkes wird **am häufigsten die Einteilung nach Regnault** herangezogen wird (Regnault 1985). Vanore et al. (2003) ergänzte die Einteilung von Regnault durch einen vierten Grad, der die Ankylosierung beschreibt. Roukis et al. (2002) stellten ebenfalls ein Klassifizierungs-

Hallux rigidus

Model mit vier Stufen vor. Coughlin und Shurnas (2003) erstellten ein Klassifizierungssystem für Hallux Rigidus mit fünf Stufen, das sowohl Klinik als auch Radiologie berücksichtigt. Im US-Amerikanischen Raum wird die Einteilung nach Hattrup und Johnson (1988), die der Einteilung nach Regnault sehr ähnlich ist, häufiger angewandt.

Radiologische Einteilung nach Regnault

Normales Gelenk:

- Fehlen von radiologischen Abnormalitäten um das Metatarsophalangealgelenk

Grad I:

- Kondensation von Knochen um die Peripherie
- Minimale Verschmälerung des Gelenksspaltes
- Verringerung der Konvexität des Metatarsophalangealgelenks, widerspiegelt durch die gegenüberliegende Phalanx
- Die Sesambeine sind regulär, aber minimal vergrößert im Verhältnis zu normalen Sesambeinen

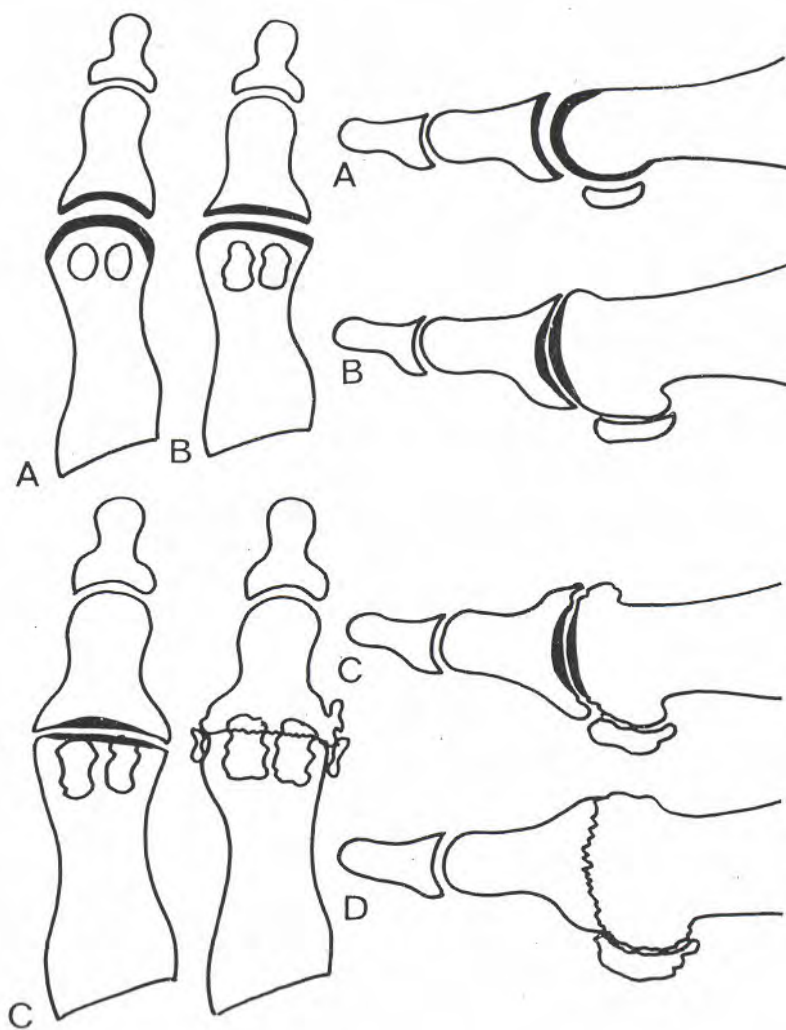
Grad II:

- Allgemeine Verschmälerung des Gelenksspaltes mit peripherer Kondensation
- Irregulär abgeflachte Konfiguration des Gelenksspaltes
- Hypertrophie des subchondralen Knochens mit Sklerosierung
- Irreguläre Hypertrophie der Sesambeine

Grad III:

- Komplettes Verschwinden des Gelenksspaltes
- Hypertrophie der Knochenelemente – Metatarsale, Phalanx, Sesambeine
- Osteophyten der Sesambeine überbrücken die Unterfläche des Caput Metatarsale I.

Hallux rigidus



Regnauld-Klassifikation des Hallux Rigidus: A (Normales Gelenk), B (Grad I),
C (Grad II), D (Grad III)

6. Therapie

6.1. Konservative Therapie

In Stadium I gilt der Schmerz meist als einziges Indiz für einen inzipienten Hallux rigidus. Als entzündungshemmende Maßnahmen werden **Kryotherapie, antiphlogistische Salben, Gele oder Bäder** vom Patienten selbständig angewandt.

Mit Hilfe der **Iontophorese** wird der Wirkstoff (Lokalanästhetika, Diclofenac oder Salicylsäure) aufgrund der elektrischen Ladung mit Hilfe zweier unterschiedlich geladenen Elektroden in die Tiefe (in das Gelenk) transportiert.

Die **Reizstromtherapie** wird aufgrund ihrer analgetischen Wirkung auch bei der Großzehengrundgelenksarthrose angewandt. Die Hochfrequenzstromtherapie führt bei ihrer Anwendung zu einer direkten Erwärmung des Gewebes und wird bei einem akuten Reizzustand des Gelenkes eher unangenehm empfunden.

Die **Ultraschalltherapie** eignet sich besonders zur Linderung der chronischen Beschwerden. Auch diese Therapieform führt zur Erwärmung des Gewebes und somit zur Schmerzlinderung. Auch eine Kombination von Reizstrom und Ultraschall ist möglich.

Eine **Traktionsbehandlung** sollte Bewegungsübungen nach dorsal aufgrund der schon eingeschränkten schmerzhaften Extension vermeiden. Die Traktionsbehandlung mit leichtem axialem Zug an der Großzehe sollte für 10 bis 20 Sekunden beibehalten und mehrmals wiederholt werden. Auch die Grundphalanx kann durch ein translatorisches Gelenkgleiten mobilisiert werden. Die Bewegung wird parallel zur konkaven Gelenkfläche ausgeführt. Durch diese Translationbewegung nach dorsal wird die Dorsalextension der Großzehe mobilisiert. Adjuvant kann vor diesen Übungen eine Kryotherapie angewandt werden, um die Gelenksreizung präventiv zu reduzieren.

Systemische antiphlogistische Applikationsformen könnten als rein symptomatische Therapie alleinig oder adjuvant eingesetzt werden.

Die Indikation zur **intraartikulären Injektionen** ist beim akuten Reizzustand gegeben. Unter aseptischen Bedingungen wird von dorsomedial mit einer dünnen Nadel in das Gelenk eingegangen. Das Gelenk wird leicht nach plantar flektiert, sodass maximal 1ml eingespritzt werden kann. Es können sowohl **Lokalanästhetika** als auch **Glukokortikoide** appliziert werden. Bei den Glukokortikoiden sollten eher kristalline Lösungen angewandt werden, da sie einen nachhaltigeren Effekt aufweisen als wasserlösliche Präparate. *Solan et al. (2001)* behandelten 35 Metatarsophalangealgelenke mit einer intraartikulären Infiltration aus 40 mg Depomedron (2ml) mit 3 ml Bupivacain 0,5%. Der Erfolg dieser Infiltration war

vom Schweregrad des Hallux rigidus abhängig. So konnten die Autoren bei Grad I eine symptomatische Besserung für 6 Monate und bei Grad II für 2 Monate ermitteln. Für Patienten mit Grad III konnte nur eine minimale Besserung bemerkt werden. Solan et al. indizierten diese Therapie bei Hallux-rigidus-Patienten ohne starken dorsalen osteophytären Anbau, um eine temporäre Linderung der Symptome zu ermöglichen. Die intraartikuläre Injektion von Steroiden beschränken die Autoren auf eine einmalige Alternative.

Bezüglich des Schuhwerkes ist darauf zu achten werden, der Großzehe ausreichend Spielraum zu bieten („toe box“). Dies erfordert genügend breite sowie lange Schuhe, um das Metatarsophalangealgelenk nicht zusätzlich durch weitere kleine Mikrotraumen zu schädigen.

So kann durch die Kombination einer „toe box“ mit einer Weichgummisohle eine weitere Irritationen der Großzehe minimiert und die Belastung des Fußes während der Standphase des Ganges reduziert werden. (Shereff und Baumhauer 1998).

Durch geeignete **Einlagen** kann der Schmerz beim Abrollen des Fußes reduziert werden. Durch die **Rigidusfeder**, eine unter der Großzehe eingebrachte Stahlfeder, wird der beim Abrollen nach dorsal gerichtete Druck teilweise abgefangen. Die Großzehe wird weniger dorsalextentiert und das Gelenk somit entlastet. Das Problem eines Bruches dieser Rigidusfeder nach längerer Belastung konnte durch die Entwicklung einer Einlage mit **Carbon-Versteifung** im distalen Anteil gelöst werden. Auch damit wird die Dorsalextension beim Abstoßvorgang verringert, und die Schmerzen beim Gehen reduziert.

Eine weitere Behandlungsmöglichkeit stellt die **orthopädische Schuhzurichtung** mittels einer **Hallux-rigidus-Rolle** dar. Diese Ballenrolle wird als bogenförmige Verdickung in die Schuhsohle eingearbeitet. Ihr geometrischer Mittelpunkt soll unter dem Metatarsophalangealgelenk liegen, sodass die Abrollbewegung mit einer verminderten Dorsalextension verläuft. Um eine ungleiche Belastung der Füße zu vermeiden, sollte die Ballenrolle in beiden Schuhen eingearbeitet werden (Shereff und Baumhauer 1998). Folglich ist auch auf Schuhe mit hohen Absätzen zu verzichten, da diese eine vermehrte Dorsalextension bedingen.

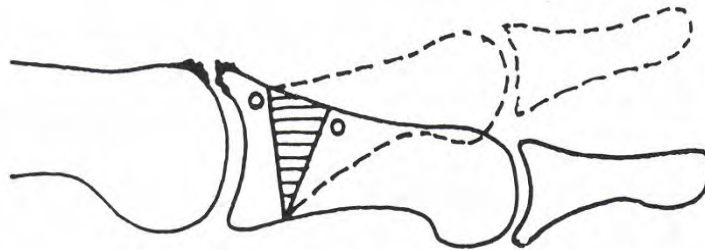
Shereff und Baumhauer (1989) empfehlen auch den Wechsel der Sportart. So sollte eine den Fuß stark belastende Sportart wie Laufen, durch eine den Fuß entlastende Sportart wie Radfahren oder Schwimmen ersetzt werden.

6.2. Operative Therapie

6.2.1. Gelenkserhaltende Eingriffe

A) Osteotomie der Grundphalanx

Bei Hallux rigidus Grad I-II nach Regnauld kann durch die **Entnahme eines dorsal-basigen Keiles** aus dem proximalen Anteil der Grundphalanx die eingeschränkte Dorsalextension verbessert werden (**Operation nach Moberg**).



Dorsale Keilosteotomie

So soll die Plantarflexion zugunsten der reduzierten Extension genutzt werden (Moberg 1979). Die im Zuge der Osteotomie verkürzte Großzehe ermöglicht auch eine Reduktion des Gelenksdrucks, wodurch die Langzeitprognose positiv beeinflusst werden soll (Wanivenhaus 2001).

Studienergebnisse:

Southgate und Urry (1997) konnten nach durchschnittlich 12 Jahren 10 Osteotomien und 20 Arthrodesen nachuntersuchen. Von den nachuntersuchten Osteotomien benötigte kein Patient eine weitere Behandlung. Die Dorsalextension konnte bei allen Patienten deutlich (um $+25^\circ$) verbessert werden. Vier Arthrodesepatienten gaben an, nach wie vor Schmerzen zu haben. Auch konnte in jener Gruppe eine vermehrte Schwielenbildung unter dem Interphalangealgelenk bemerkt werden. Durch die pedobarographischen Nachuntersuchung konnte festgestellt werden, dass kein signifikanter Unterschied bezüglich der Fußbelastung zwischen einer Keil-Osteotomie und einer Arthrodesese besteht. Dennoch kennzeichnet sich die Arthrodesese durch eine vermehrte Belastung unter dem fünften Strahl und eine verminderte Belastung unter dem ersten Strahl aus. *Southgate und Urry* erachteten die dorsale Keil-Osteotomie als eine gute Therapiemöglichkeit bei Hallux rigidus, wenn noch eine Beweglichkeit im Metatarsophalangealgelenk gegeben ist. Sollte die Operation nicht den gewünschten Effekt erzielen, sehen die Autoren in der Arthrodesese die mögliche Salvage-Operation.

Citron und Neil (1987) konnten in einer Studie 10 Großzehen nach durchschnittlich 22 Jahren nachuntersuchen. Alle Patienten gaben eine komplette Schmerzbefreiung kurz nach der Operation an, die

Hallux rigidus

jedoch zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung in nur mehr 50 % bestätigt wurde. Der Bewegungsumfang des Metatarsophalangealgelenkes blieb für die Dorsalextension mit 22° konstant, jedoch war eine Plantarflexion nicht mehr möglich. Die Beweglichkeit des Interphalangealgelenkes nahm in der Dorsalextension ab und in der Plantarflexion zu. Citron und Neil erkannten in der vermehrten Plantarflexion des Interphalangealgelenkes eine Kompensation für die eingeschränkte Plantarflexion im Metatarsophalangealgelenk. Dennoch konnten bis auf eine Ausnahme alle Patienten noch nach zehn Jahren unbegrenzt lange gehen. Die Autoren sehen in der dorsalen Keilosteotomie die Therapie erster Wahl bei Hallux rigidus, wenn keine radiologischen Anhaltspunkte für eine Arthrose vorliegen.

Thomas und Smith (1999) konnten 26 Füße nach durchschnittlich 5,2 Jahren nachuntersuchen. Allerdings wandten Thomas und Smith eine Kombination von Cheilektomie am MTK-I und Keilosteotomie der Grundphalanx an. 96 % der Patienten gaben an, sich nochmals für die Operation zu entscheiden, wenn die Entscheidung erneut getroffen werden müsste. Die Indikation zur Operation war bei Hallux rigidus gegeben, wenn mehr als 50 % des Gelenksspalt aufgebraucht waren. Die Schmerzsymptomatik wurde in „keine“, „gering“, „mäßig“ und „schwer“ kategorisiert. 58% der Patienten gaben Schmerzfreiheit an, 42% mild bis mässig. Radiologisch konnte festgestellt werden, dass durch die kombinierte Therapie nicht nur eine ausreichende Gelenksspaltbreite für die Dorsalextension wiederhergestellt wurde, sondern auch der Bewegungsumfang für die Plantarflexion erweitert werden konnte. Es gab keine Komplikation. Thomas und Smith sehen in der Kombination von Cheilektomie und Keil-Osteotomie eine vorteilhaftere Therapieform bei Hallux rigidus als in der Cheilektomie allein.

Blyth et al. (1998) untersuchten 18 Osteotomien nach durchschnittlich 4 Jahren. Bei diesem Patientenkollektiv wurde die Osteotomie durch eine Cheilektomie ergänzt. Ziel der Operation war es, durch die Exzision des dorsalen Knochenkeils von der Basis der Grundphalanx wieder eine Dorsalextension von mindestens 30° herzustellen. Die Osteotomie wurde nach dem Moberg'schen Prinzip mit einem Draht durch zwei Bohrlöcher fixiert (siehe Abb.7). Ein knöcherner Durchbau gelang in allen Fällen. Bei 15 Fällen konnte bei der Nachuntersuchung eine deutliche Verminderung der Schmerzen verzeichnet werden. In 3 Fällen waren die Schmerzen gleich oder vermehrt. Auch konnte eine Verbesserung der Dorsalextension von 5° auf 40° verzeichnet werden. Nur in 2 Fällen musste ein schlechtes Ergebnis aufgrund von bestehenden Schmerzen und eingeschränkter Aktivität festgestellt werden. In einem Fall wurde eine Metatarsalgie festgestellt. Blyth et al. sehen in dem Ergebnis eine mögliche Therapieform bei Hallux rigidus Grad-III-Patienten, wenn die Cheilektomie alleine eventuell nicht mehr ausreicht.

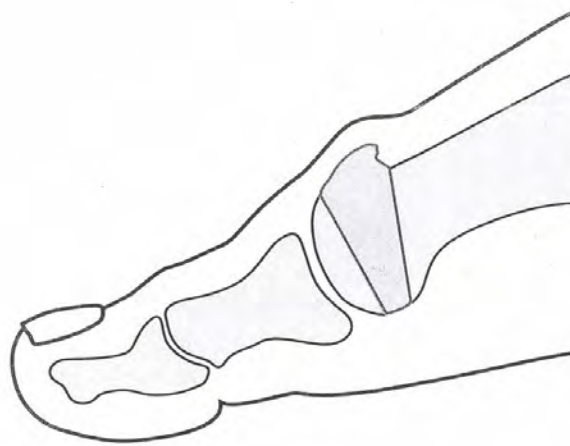
Kilmartin (2005) untersuchte 49 Patienten, die sich aufgrund eines Hallux Rigidus Grad II einer dorsalen Keilosteotomie kombiniert mit einer Cheilektomie unterzogen. Nach 29 Monaten (± 4) konnte das Patientenkollektiv nachuntersucht werden. 65% der Patienten waren komplett zufrieden und 24% waren mit gewissen Vorbehalten zufrieden. Bei 7% der Patienten kam es zu keiner Besserung der Schmerzen. Kilmartin wandte den AOFAS-Score an und konnte einen postoperativen Score von 88 Punkten (± 10) ermitteln. Bezüglich der Beweglichkeit konnte festgestellt werden, dass der Bewegungsumfang gleich blieb. Allerdings befindet sich die Großzehe durch die Keilosteotomie schon in einer Dorsalextension von 19°, sodass die Notwendigkeit einer besseren Dorsalextension nicht gegeben ist. Bei 4% der Patienten wurde aufgrund von Schmerzen eine Resektionsarthroplastik nach Keller-Brandes indiziert. Bei 6% der Patienten stellten sich Schmerzen im Interphalangealgelenk ein, welche Kilmartin auf die Extensionsstellung des Hallux zurückführt. Klinisch wurde auch festgestellt, dass der Hallux den Boden nach einer dorsalen Keilosteotomie

Hallux rigidus

nicht mehr berührt. Eine Metatarsalgie des zweiten Strahls stellte sich bei 8% der Patienten postoperativ ein. Der Autor sieht dieses Problem auch durch die Extensionsstellung der Großzehe verursacht. Radiologisch wurde festgestellt, dass es zu einer Verschmälerung des Gelenksspalt von 1,4mm ($\pm 0,7$) auf 1,1mm ($\pm 0,8$) kam.

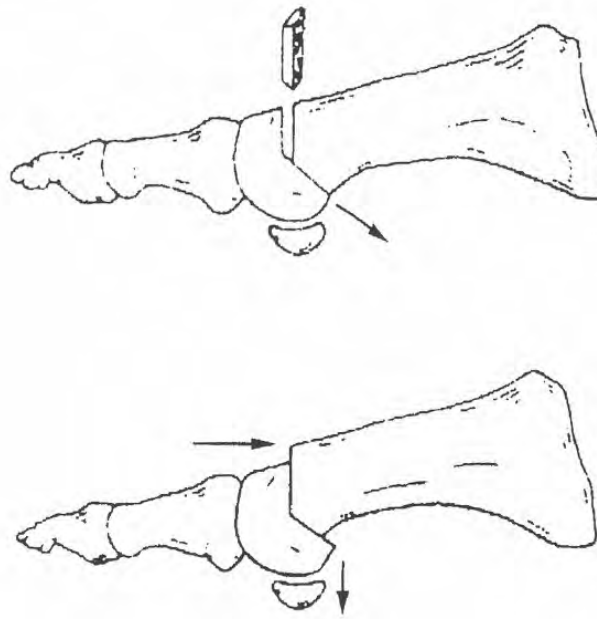
B) Osteotomie am Os Metatarsale I

Watermann (1927) beschrieb erstmals die **Keilentnahme am Metatarsale I**, um die Gelenksflächen des Großzehengrundgelenkes neu einzustellen und das Bewegungsausmaß durch diese Verkürzungsosteotomie zu verbessern. Die Voraussetzung für dieses Verfahren sind noch gut erhaltene Knorpelflächen des Gelenkes. Folglich kann man diese Osteotomie nur bei frühen Stadien des Hallux rigidus indizieren. Durch die Verkürzung wird auch eine Druckentlastung im Gelenk herbeigeführt (Cracchiolo 1990).



Subkapitale Osteotomie des Metatarsale I nach Watermann

Eine weitere Möglichkeit einer Osteotomie am Metatarsale I bei Hallux Rigidus ist die Operation nach **Green-Watermann** (Feldmann 1992), bei der eine Cheilektomie mit der Resektion eines trapezoiden Knochensegment aus dem Metatarsale I kombiniert wird. Die Osteotomie wird durch einen Kirschner-Draht oder durch eine kanülierte Schraube fixiert. Bei dieser Operationstechnik kann bei Erhalt des Gelenks das Metatarsale I verkürzt, der Winkel der proximalen Gelenksfläche und der relative Intermetatarsalwinkel verändert werden. So wird bei Verkürzung des Metatarsale I die Weichteilstruktur relativ verlängert und simultan das Caput Metatarsale I plantar-verschoben, sodass die Gefahr einer Metatarsalgie reduziert wird, welche durch die Verkürzung des Metatarsale I erhöht ist (Kilmartin 2005).



Green-Watermann-Osteotomie

Eine weitere Osteotomie-Variante am Metatarsale I stellt die Operation nach **Reverdin-Green** dar. Bei dieser L-förmigen Osteotomie wird ein resezierter Knochenkeil nach plantar transplantiert, um das Caput des Os Metatarsale I stärker zu plantarisieren. (Kilmartin 2005). Die reine Entnahme einer knöchernen Scheibe aus dem dorsalen Teil einer Chevron-Austin-artigen Osteotomie wird nach **Youngswick** benannt.

Studienergebnisse:

Für *Cavolo et al. (1979)* ist die in der Osteotomie nach Watermann eine geeignete Therapiemöglichkeit bei Hallux rigidus. Die Autoren sehen die Vorteile dieser Operation im Erhalt des Gelenkes und seiner Weichteilstrukturen. Cavolo et al. begründen den Erfolg der Operation in der Verringerung der retrograden Kräfte durch die Verkürzung des Metatarsale I, um das Gelenk zu dekomprimieren.

Dickerson et al. (2002) untersuchten 40 Watermann-Green Osteotomien nach durchschnittlich 4 Jahren. 3% der Patienten wiesen präoperativ einen Hallux Rigidus Grad I (nach Regnault) auf, 80% einen Hallux Rigidus Grad II und 18% eine Hallux Rigidus Grad III. Im Zuge der Nachuntersuchung gaben 94% der Patienten eine signifikante Reduktion der Schmerzen nach der Operation an. In 19% der Fälle entwickelte sich eine Metatarsalgie unter dem Caput des Metatarsale II. In 75% kam es zu einer Verbesserung der Beweglichkeit der Großzehe, in 19% zu einer Verschlechterung. Bei keinem Patienten entstand postoperativ eine Komplikation. Stets konnte eine vollständige knöcherne Konsolidierung erreicht werden. Die Autoren wandten auch den AOFAS-Score an und ermittelten einen Durchschnittswert von 83 Punkten. Radiologisch wurde eine durchschnittliche Verkürzung des Metatarsale I um 4mm festgestellt. Das Caput des Metatarsale I konnte durch die Operation um durchschnittlich 1,25 mm nach plantar verschoben werden. 3 Patienten gaben bei der Nachuntersuchung an, keine dauerhafte Verbesserung zu ihrem präoperativen Zustand der operierten

Hallux rigidus

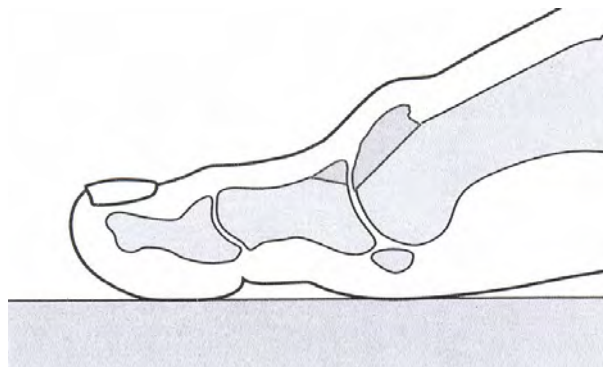
Großzehe zu haben. Stets wurde bei jenen Patienten eine stark eingeschränkte und schmerzhafte Plantarflexion festgestellt. Dickerson et al. sehen in der Kombination von plantarer Transposition des Caput Metatarsale I, Verkürzung des Metatarsale I und Cheilektomie eine Möglichkeit, die Funktion der Großzehe zu verbessern.

Kilmartin (2005) untersuchte 59 Dekompressionsosteotomien des Metatarsale I. So wurden 30 Reverdin-Green-Osteotomien, 15 Plantar-Proximale-Verschiebeosteotomien und 14 Schaft-Verkürzungsosteotomien nach durchschnittlich 15 Monaten (± 3) beurteilt. Der Autor stellte fest, dass 54% der Patienten mit dem Operationsergebnis vollkommen zufrieden waren, 13,5% der Patienten waren zufrieden, hatten allerdings gewisse Vorbehalte. 32% der nachuntersuchten Patienten waren mit ihrem Operationsergebnis unzufrieden. Alle unzufriedenen Patienten gaben als Ursache entweder Schmerzen im Großzehengrundgelenk oder Metatarsalgiebeschwerden (30%) an. Bei zwei Patienten wurde eine Resektionsarthroplastik indiziert. Bei drei Patienten kam es zu einer verzögerten knöchernen Konsolidierung. In zwei Fällen trat eine avaskuläre Nekrose auf. Eine Stressfraktur des Metatarsale II wurde in 4 Fällen beobachtet und in 8 Fällen musste das Osteosynthesematerial wieder entfernt werden. Bei $\frac{1}{3}$ der Metatarsalgiefälle wurde eine Operation der Metatarsalia II und III indiziert. Die dorsale Beweglichkeit konnte von präoperativ $36^\circ(\pm 10)$ auf $42^\circ(\pm 9)$ postoperativ verbessert werden. Der postoperative AOFAS-Score betrug 88 Punkte ($\pm 6,8$). Kilmartin erklärt die hohe Punkteanzahl durch die fehlende Berücksichtigung der Metatarsalgie im AOFAS-Score.

C)Cheilektomie

Die Cheilektomie, die **Abtragung des dorsalen, osteophytär veränderten Anteils des Metatarsalköpfchens** ist als gelenkserhaltende Therapieform ausschließlich bei jenen Formen des Hallux rigidus indiziert, bei denen der Knorpelschaden noch auf den dorsalen Anteil des ersten Os Metatarsale beschränkt ist. Als Voraussetzung gilt eine ausreichende Knorpeldicke an der Plantarseite des Caput des Metatarsale I.

Sollte die Arthrose dennoch progredient verlaufen ist eine spätere Arthrodeese oder Resektionsarthroplastik möglich (Cracchiolo 1990).



Cheilektomie

Hallux rigidus

Studienergebnisse:

Mann et al. (1979) konnten 20 Patienten nach durchschnittlichen 5,6 Jahren nachuntersuchen. Das Resektionsausmaß definierte sich individuell über die nötige passive Dorsalextension von 45°. Nur 3 Patienten gaben noch minimale Beschwerden an. Der totale Bewegungsumfang konnte mit durchschnittlichen 36° gemessen werden, wobei 30° auf die Dorsalextension entfielen. Allerdings konnten Mann et al. eine minimale Progredienz der Arthrose bei der radiologischen Nachuntersuchung erkennen. Alle Patienten waren mit der Operation zufrieden.

Mann und Clanton (1988) untersuchten 25 Gelenke nach durchschnittlichen 4,6 Jahren. 22 (88%) Patienten gaben komplette oder ausreichende Schmerzlinderung an. 2 Patienten gaben keine Besserung ihrer Schmerzen an und 1 Patient klagte über eine Zunahme von Schmerzen. Bei diesen Patienten wurde in weiterer Folge eine Arthrodese durchgeführt. Bei 7 Patienten kam es zu Komplikationen: 6 Patienten hatten persistierende Schwellungen des Großzehengrundgelenkes für 6 Wochen bis zu einem Jahr, bei einem Patienten kam es zu einer Neubildung des dorsalen Osteophyten. Es wurde ein Resektionsausmaß von 25-33% des Metatarsalköpfchens in Kombination mit einer Resektion der lateralen, medialen und dorsalen Osteophyten angewandt. Postoperativ konnte eine Zunahme der Beweglichkeit von 20° ermittelt werden. Mann und Clanton erklärten, dass für ein bequemes Gehen nicht mehr als 15° Dorsalextension nötig sind. Die Autoren sehen nur durch die Cheilektomie die Möglichkeit, Stabilität und Beweglichkeit des Gelenkes - ohne Fremdmaterialien zu implantieren - wiederherzustellen. So sehen die Autoren die Cheilektomie aufgrund der einfachen und komplikationsarmen Anwendung den alternativen Operationsverfahren überlegen und empfehlen sie als operative Therapie erster Wahl bei Hallux rigidus.

Hatrup und Johnson (1988) untersuchten die Ergebnisse der Cheilektomie an 58 Füßen nach durchschnittlichen 3,1 Jahren. So wurde erfragt, ob der Patient vollkommen zufrieden, zufrieden oder unzufrieden mit dem Operationsergebnis ist. Unter „vollkommen zufrieden“ sei zu verstehen, wenn kein Schmerz, außer ein geringer Schmerz nach extremer Belastung, kein Schuhkonflikt und keinerlei Aktivitätseinschränkung bestehen. Unter „zufrieden“ definierten die Autoren eine deutliche Besserung nach der Operation, bei bestehenden milden bis zeitweise moderaten Schmerzen. Hatrup und Johnson stuften Patienten als „unzufrieden“ ein, die sowohl in ihrer Arbeit eingeschränkt waren und permanent unter moderaten bis massiven Schmerzen zu leiden hatten. 53,4% der nachuntersuchten Füße wurden als vollkommen zufrieden, 19% als zufrieden und 27,6% als unzufrieden eingestuft. Das von den Autoren gewählte Bewertungssystem der radiologischen Befunde in Grad I-III stellt ein modifiziertes System nach Regnault (1986) dar. Aufgrund der präoperativen Röntgenbilder konnten die Patienten in Grad I-III eingestuft werden, sodass ein differenziertes Operationsergebnis möglich war (Grad I: 65% vollkommen zufrieden, 20% zufrieden, 15% unzufrieden; Grad II: 45,5% vollkommen zufrieden, 22,7% zufrieden, 31,7% unzufrieden; Grad III 50% vollkommen zufrieden, 12,5% zufrieden, 37,5% unzufrieden). Hatrup und Johnson behaupten, dass diese Ergebnisse über die Jahre konstant bleiben und es zu keiner Progredienz der Arthrose kommt. Die Autoren empfehlen die Cheilektomie bei Hallux rigidus Grad I als Therapie der ersten Wahl. Allerdings sei bei Grad II-III die Arthrodese als Therapie zu bevorzugen. Alternativ indizieren die Autoren die Resektionsarthroplastik anstatt der Arthrodese bei älteren Patienten aufgrund der reduzierten körperlichen Anforderung.

Mackay et al. (1997) konnten bei cheilektomierten Großzehengrundgelenken nach durchschnittlichen 3,8 Jahren feststellen, dass 94% ihrer Patienten mit Hallux rigidus Grad I, 100% der Patienten in Grad II und

Hallux rigidus

nur 66% der Patienten in Grad III keine oder nur fallweise Schmerzen zu verzeichnen hatten. 17% der Grad III-Patienten mussten sogar eine Zunahme der Schmerzen bemerken. Die Aktivität konnte in 72% der Grad I-Patienten, in 100% bei den Grad-II-Patienten und in 67% bei den Grad-III-Patienten verbessert werden. Die postoperative Sportbetätigung war bei Patienten im Grad I und II nicht bis minimal beeinträchtigt. Auch konnte eine deutliche Verbesserung des Schuhkonfliktes bestätigt werden. Die Dorsalextension konnte um durchschnittliche 17° (Grad I), 16° (Grad II) und 9° (Grad III) verbessert werden. Mackay et al. indizieren die Cheilektomie somit bei Hallux rigidus Grad I und II. Bei Patienten in Grad III konnten die Autoren für eine Cheilektomie keine absolute Kontraindikation aussprechen, da 66% der Patienten von der Operation profitierten und alternative Operationen in weiterer Folge möglich wären, da die Autoren nur den dorsalen Osteophyten am Kopf des Metatarsale I und die Gelenksfläche fast nicht resezierten.

Mulier et al. (1999) untersuchten an Athleten die Resultate der Cheilektomie. Hallux rigidus stellt die häufigste orthopädische Erkrankung der Großzehe bei Athleten aufgrund von repetitiven Hyperextensionen dar. 22 Füße konnten nach durchschnittlich 5 Jahren nachuntersucht werden. 15 Patienten gaben an, postoperativ den gleichen Sport auf dem gleichen Niveau wie präoperativ betreiben zu können. 7 Patienten reduzierten ihre sportliche Aktivität, wovon allerdings 5 nicht ihre Hallux-rigidus-Deformität als Grund nannten. Die Beweglichkeit konnte in der Dorsalextension von 27° präoperativ auf 40° postoperativ erweitert werden. Die Plantarflexion konnte von 19° auf 23° verbessert werden. In der pedobarographischen Auswertung konnte eine postoperative Zunahme der Spitzenbelastung unter dem Caput des Os Metatarsale I, sowie eine Zunahme des Maximaldrucks unter dem ersten Caput Os Metatarsale I erkannt werden. Die Spitzendruckbelastung unter dem Hallux war präoperativ höher als postoperativ. Mulier et al. stellten in 78 % ein gutes bis exzellentes Ergebnis fest. 75 % gaben eine komplette Schmerzfreiheit an, 20 % gaben gelegentliche Symptome an. Die Autoren sehen in den überwiegenden Vorteilen der Cheilektomie, wie Verhinderung der Kürzung der Großzehe, Verbesserung der Beweglichkeit, Verhinderung langer Rekonvalenzen nach Osteosynthesen oder Wahrung der Stabilität die ausschlaggebenden Argumente, um die Cheilektomie bei Hallux rigidus Grad I-II als Therapie erster Wahl zu empfehlen.

Easley et al. (1999) konnten 68 Füße nach durchschnittlich 5,2 Jahren nachuntersuchen. Die Autoren wandten bei ihrer Studie den AOFAS-Score an und ermittelten eine Verbesserung von 45 präoperativ auf 85 Punkte postoperativ. So fällt auf, dass der Schmerz von präoperativ 8 auf 34 Punkte deutlich verbessert werden konnte. Auch die Dorsalextension konnte um durchschnittlich 19° verbessert werden. 90% der Patienten waren mit dem Operationsergebnis zufrieden und 93% würden diese Operation auch einem Freund empfehlen. Bei der radiologischen Nachuntersuchung konnte auch festgestellt werden, dass sich bei 21 Patienten ein dorsaler Osteophyt nachgebildet hatte, der bei 9 Patienten symptomatisch wurde. Von diesen 9 Patienten hatten 8 einen Hallux rigidus Grad III und ein Patient Grad II. Die Patienten gaben Schmerzen schon bei mittelgradiger Bewegung an. Easley et al. stellten aufgrund ihrer Studie somit fest, dass die Cheilektomie die Progredienz der Arthrose nicht verhindert. So wurde bemerkt, dass sich der präoperative Grad bei der Nachuntersuchung nach durchschnittlich 5,2 Jahren um meistens einen Grad verschlechtert hat. Bei 3 von 12 Gelenken, die sich schon präoperativ in Grad III befanden, musste bei der Nachuntersuchung die Indikation zur Arthrodese gestellt werden. Easley et al. sehen die Cheilektomie nur in den frühen Stadien des Hallux rigidus von Erfolg gekrönt. Sollte die Schmerzsymptomatik auch schon bei moderater Bewegung auftreten, befinden die Autoren eine Cheilektomie als nicht mehr zielführend.

Hallux rigidus

Lau und Daniels (2001) untersuchten 24 Füße nach durchschnittlich 2 Jahren. Wurde intraoperativ eine passive Dorsalextension von weniger als 60° erzielt, wurde die Cheilektomie durch eine dorsale Keilosteotomie der Grundphalanx ergänzt. Bei 21 Füßen stellte sich diese Notwendigkeit heraus. Lau und Daniels resezierten 25-35% der Gelenksfläche des Metatarsale I. Präoperativ wurden bei 20 Füßen ein Hallux rigidus Grad II und an 4 Füßen Grad III diagnostiziert. 87,5% der Patienten waren mit dem Operationsergebnis zufrieden, sodass ein durchschnittlicher postoperativer AOFAS-Score von 77,3 Punkten erreicht werden konnte. In einem Fall wurde postoperativ eine Metatarsalgie festgestellt. In der pedobarographischen Auswertung wurde ein Vergleich zwischen den operierten und den nicht-operierten Füßen angestellt. Lau und Daniels stellten an den operierten Füßen eine deutliche Abnahme der Belastung unter der Großzehe und eine Zunahme der Belastung unter dem 3. Metatarsale fest. Beim Vergleich zwischen zufriedenen und unzufriedenen Patienten konnte eine Lateralisation festgestellt werden, da der Spitzendruck bei den unzufriedenen Patienten unter den Metatarsalia I und II abgenommen und unter den Metatarsalia III-V zugenommen hat. Auch war eine signifikante Zunahme des Spitzendrucks unter den Metatarsalia IV und V bei den unzufriedenen Patienten zu verzeichnen.

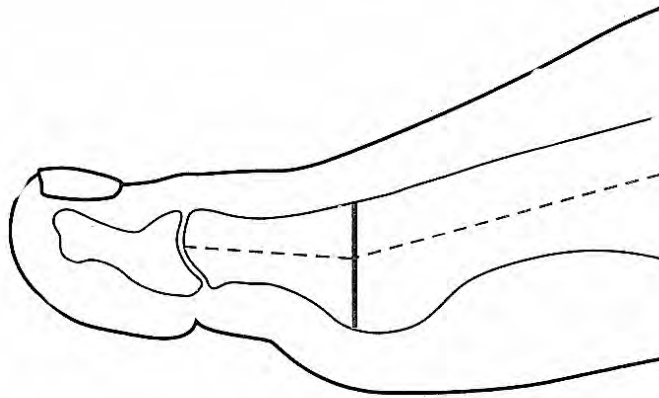
Feltham et al. (2001) konnten nach durchschnittlich 5,4 Jahren 53 Patienten nachuntersuchen. So wurde festgestellt, dass nach der Cheilektomie die Beweglichkeit um durchschnittlich 37° zugenommen hat. Die Autoren stellten fest, dass bei Patienten über dem 60. Lebensjahr ein deutlich höherer AOFAS-Score erzielt werden konnte als bei jüngeren Patienten. Der durchschnittliche AOFAS-Score im gesamten Patientenkollektiv betrug 80 Punkte. Bei 7% der Patienten musste aufgrund eines schlechten Operationsergebnisses einer Arthrodeese indiziert werden. Die Autoren empfehlen die Operation unabhängig vom präoperativen Arthrosegrad speziell Patienten über dem 60. Lebensjahr.

Coughlin und Shurnas (2003b) konnten 93 Füße nach durchschnittlich 9,6 Jahren nachuntersuchen. Die Autoren verwendeten zur Objektivierung den AOFAS-Score. Dieser stand allerdings zum Zeitpunkt der präoperativen Untersuchung noch nicht zur Verfügung, sodass er retrospektiv rekonstruiert wurde. Der präoperative AOFAS-Score verbesserte sich von 45 auf 90 Punkte postoperativ. Die Dorsalextension konnte von 14,5° präoperativ auf 39° postoperativ verbessert werden. Auch konnte die Progredienz der Arthrose für das Metatarsophalangealgelenk nach einer Cheilektomie nachgewiesen werden, da in den postoperativen Röntgen eine Abnahme der Breite des Gelenksspaltes, sowie eine Zunahme des Sklerosegrades erkennbar war. Allerdings konnte diese Progredienz nur radiologisch und nicht klinisch festgestellt werden. Coughlin und Shurnas stellten auch fest, dass für den Erfolg einer Cheilektomie ein Knorpelbestand von mehr als 50% am Caput des Os Metatarsale I nötig ist. Bei fünf Patienten trat postoperativ eine Wundheilungsstörung auf, die mit Antibiotika per os behandelt wurde. In sieben Fällen musste aufgrund des schlechten Operationsergebnisses in weiterer Folge eine Arthrodeese indiziert werden.

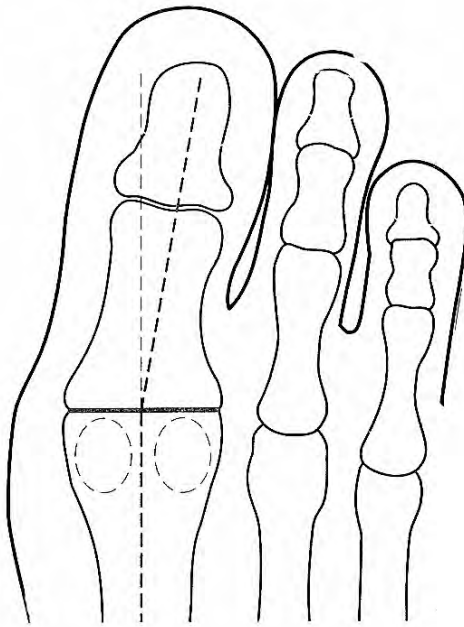
6.2.2. Nicht-gelenkserhaltende Eingriffe

A) Arthrodesse des Metatarsophalangealgelenkes

Die Versteifung des Großzehengrundgelenkes ist bei einer ausgeprägten diffusen Arthrose oder einer entzündlichen Arthropathie mit diffusem Befall des Großzehengrundgelenkes indiziert, wo eine gelenkserhaltende Operation nicht mehr in Frage kommt. Auch stellt diese Therapieform eine gute Rückzugsmöglichkeit nach einer vorangegangenen und fehlgeschlagenen Operation dar.



Arthrodesse in leichter Dorsalextension bei medialer Ansicht



Arthrodesse in leichter Valgusstellung bei dorsaler Ansicht

Hallux rigidus



Großzehengrundgelenksarthrodese (cup&cone-Technik, Fixation mit gekreuzten Schrauben)

Studienergebnisse:

Ettl et al. (2003) konnten 36 Gelenke nach durchschnittlich 4,3 Jahren nachuntersuchen. Das Patientenkollektiv bestand ausschließlich aus Hallux rigidus Patienten. Postoperativ konnte ein AOFAS-Score von durchschnittlich 53 Punkten erzielt werden. Die Autoren fixierten die Osteosynthese entweder mit gekreuzten Schrauben oder mit Hilfe von Kirschner-Drähten. Radiologisch konnte immer eine knöcherne Konsolidierung der Osteosynthese nachgewiesen werden. An acht Gelenken wurde eine persistierende milde Schwellung vermerkt. Ettl et al. sind der Ansicht, dass aufgrund der unkomplizierten und zuverlässigen Operation die Arthrodese eine geeignete Therapiewahl bei Hallux rigidus ist.

Lombardi et al. (2001) konnten 21 operierte Füße nach durchschnittlich 2,4 Jahren nachuntersuchen. Die Nachuntersuchung beurteilte ausschließlich Patienten mit einem präoperativ diagnostizierten Hallux rigidus. Das AOFAS-Score-System wurde dahingehend modifiziert, dass das Kriterium Beweglichkeit des MTP-Gelenkes gestrichen wurde und durch das Kriterium „MTP-Gelenk-Stabilität“ ersetzt wurde. Mittels des AOFAS-Scores wurde das Gelenk sowohl präoperativ als auch postoperativ beurteilt. So ergab sich bei einer maximalen Punktzahl von 90, dass sich der Durchschnitt von 21,2 Punkte präoperativ auf 47,8 Punkte postoperativ verbesserte. Von den 17 Patienten gaben 8 an, zu 100% mit ihrem Operationsergebnis zufrieden zu sein. Weitere 8 Patienten gaben an, zu 75% mit ihrem postoperativen Zustand zufrieden zu sein. Radiologisch konnte eine Abnahme des Intermetatarsalwinkels von 10,6° auf 8,5° festgestellt werden. Weiters

Hallux rigidus

wurde auch eine Korrelation zwischen einer präoperativ gemessenen vermehrten Elevation des Metatarsale I und einem postoperativ höheren Punkteergebnis festgestellt. Bezüglich der Komplikationen wurde bei zwei Patienten eine Irritation im Bereich der Schrauben beklagt, die folglich entfernt wurden. Bei 3 Patienten (23%) wurde keine knöcherne Konsolidierung erreicht, die jedoch nur in einem Fall symptomatisch wurde. Postoperativ wurde bei 2 Patienten das Interphalangealgelenk symptomatisch. Allerdings konnte schon auf den präoperativen Röntgen eine Kontraktur der Interphalangealgelenke erkannt werden. Lombardi et al. empfehlen die Arthrodesen auch schon in den frühen Stadien des Hallux rigidus, da sie die Cheilektomie und die Umstellungsosteotomie nicht als dauerhafte Lösung ansehen. Die Autoren begründen ihre aggressive Vorgangsweise darin, dass eine Cheilektomie oder eine Umstellungsosteotomie die Progredienz der Arthrose nicht stoppt und eine Arthrodesen in weiterer Folge unumgänglich ist.

Fitzgerald (1969) untersuchte 100 Füße nach durchschnittlich 12 Jahren. Die Patienten wurden aufgrund eines Hallux valgus (n=51) oder eines Hallux rigidus (n=49) operiert. Es wurden verschiedene Methoden der Fixation angewandt: Intramedullärer Stift (n=69), Kompressionstechnik (n=12) (vom Autor nicht näher spezifiziert), gekreuzten Drahtnäht (n=8), Schrauben (n=8) oder schräg eingebrachte Kirschner-Drähte (n=2). Die Arthrodesen wurde in einer Dorsalextension von 20-40° eingestellt. Bezüglich Komplikationen trat in zwei Fällen eine Fraktur des Metatarsalschaftes auf. Ein knöcherner Durchbau blieb in 3 Fällen aus, dennoch blieben von diesen Patienten 2 symptomfrei. 77% der Patienten bewerteten ihr Operationsergebnis als „sehr gut“ und „erwartungsgemäß“. Viele der Patienten konnten einem Sport wie Tennis, Fußball oder Badminton wieder nachgehen. 14% stuften ihr Operationsergebnis als „verbessert“ aber „nicht alles erwartungsgemäß“ ein. 2% der Patienten bewerteten ihre Operation als „unverändert“ und 7% befanden ihr Operationsergebnis als Verschlechterung. Fitzgerald konnte keinen Zusammenhang zwischen dem eingestellten Arthrodesewinkel und der Zufriedenheit der Patienten erkennen. Auch gibt der Autor an, dass der eingestellte Winkel keinen Einfluß auf die vertragene Absatzhöhe der Schuhe hat. Auch wurde die Inzidenz der postoperativ aufgetretenen Interphalangealarthrose nachuntersucht und festgestellt, dass eine Einstellung des Arthrodesewinkels von weniger als 20° Valgus die Inzidenz von degenerativen Veränderungen verdreifacht. Der eingestellte Dorsalwinkel hatte keinen Einfluß auf das Ergebnis. Fitzgerald konnte postoperativ keine vermehrte Beweglichkeit des Interphalangealgelenkes feststellen. Nur zwei Patienten gaben an, einen veränderten Gang zu haben. Fitzgerald erkennt zwei Faktoren, die zu einem schlechten Operationsergebnis führen, einerseits eine Malposition der Arthrodesen und andererseits eine Interphalangealarthrose. Der Autor empfiehlt die Arthrodesen in 20-30° Valgusposition und 20-40° Dorsalextension einzustellen.

Crymble et al. (1956) untersuchten nach 1-3 Jahren die Ergebnisse von Arthrodesen an 10 Füßen und Resektionsarthroplastiken an 16 Füßen. Die Autoren befanden die Ergebnisse beider Operationen bei Primärdiagnose Hallux rigidus als gleichwertig. Dennoch empfehlen Crymble et al. die Resektionsarthroplastik als Therapie erster Wahl, aufgrund der potentiell geringeren Komplikationsrate, der kürzeren Hospitalisierung und der einfacheren Operationstechnik.

Lipscomb (1979) konnte bei 95 % seiner Patienten, welche sich einer Arthrodesen unterziehen mussten, das Operationsergebnis als zufriedenstellend beurteilen. Die Indikation zur Arthrodesen wurde sowohl beim Hallux valgus als auch beim Hallux rigidus gestellt. Bezüglich der Komplikationsrate gab der Autor eine gelegentliche fehlende knöcherne Konsolidierung an, die allerdings bei fibröser Stabilisierung der Pseudoarthrose schmerzfrei bleibt. So empfiehlt der Autor die Arthrodesen als Therapie erster Wahl bei

Hallux rigidus

bestehendem Hallux valgus, Hallux rigidus und bei rheumatoider Arthritis, vorausgesetzt, das Interphalangealgelenk ist nur minimal beeinträchtigt. Sollte das Interphalangealgelenk eine inzipiente Arthrose aufweisen, sieht Lipscomb in der Resektionsarthroplastik die bessere Therapie.

O'Doherty et al. (1990) verglichen in einer randomisierten prospektiven Studie die Operationsergebnisse von Arthrodesen und Resektionsarthroplastiken. Nach durchschnittlich 2,6 Jahren wurden die Patienten nachuntersucht. Es wurden 110 Füße bei symptomatischem Hallux rigidus oder Hallux valgus einer Therapiemöglichkeit zugeordnet. So wurden 60 Füße für die Resektionsarthroplastik und 50 Füße für die Arthrodesen eingeteilt. Die Gruppe der Arthrodesen wurde noch zusätzlich in „united“ und „united“ unterteilt. Bezüglich der Schmerzreduktion konnte kein Unterschied zwischen einer Arthrodesen und einer Resektionsarthroplastik erkannt werden. Es konnte allerdings eine vermehrte Schwielenbildung unter den Köpfchen der Metatarsalia, sowie eine Malrotation des Hallux nach Arthrodesen vermerkt werden. Bezüglich der Zufriedenheit mit dem Operationsergebnis konnte kein Unterschied zwischen Arthrodesen und der Resektionsarthroplastik erkannt werden. So waren 75% beider Gruppen mit dem Ergebnis komplett zufrieden und 98% vermerkten zumindest eine Verbesserung. O'Doherty et al. erkannten bei beiden Therapiemöglichkeiten keinen signifikanten Unterschied bezüglich Schmerzreduktion, verbesserter Gehleistung, kosmetischer Erscheinung und reduziertem Schuhkonflikt. In der Gruppe der Arthrodesen wurde eine fehlende knöcherne Konsolidierung von 44% (22/50) bemerkt, die allerdings nur in 4 Fällen symptomatisch wurde. Dennoch musste in 6 Fällen eine Revision durchgeführt werden. Die Inzidenz für ein postoperatives Auftreten einer Metatarsalgie war für beide Gruppen gleich groß. Zusammenfassend erkannten O'Doherty et al. keinen signifikanten Unterschied zwischen den Ergebnissen beider Operationen. Dennoch gaben die Autoren der Resektionsarthroplastik aufgrund der einfacheren Operationstechnik, der geringeren Komplikationsrate und der geringeren Revisionsnotwendigkeit den Vorzug. Shereff und Baumhauer (1998) sehen die hohe Zahl von nicht knöchern durchgebauten Osteotomien in der Studie von O'Doherty et al. in der veralteten Fixierungstechnik durch Drahtschlingen verursacht.

Coughlin und Shurnas (2003b) konnten 30 Füße nach durchschnittlich 6,7 Jahren nachuntersuchen. Es wurden ausschließlich Hallux rigidus Patienten in die Studie inkludiert. Wenn weniger als 50 % des Knorpels der Oberfläche des Caput des Os Metatarsale I vorhanden waren oder Schmerzen schon bei mittelgradiger Belastung auftraten, stellten die Autoren die Indikation zur Arthrodesen. So konnte eine Verbesserung des AOFAS-Scores von durchschnittlich 38 Punkten präoperativ auf 89 Punkte postoperativ festgestellt werden. Allerdings ist aufgrund der Versteifung des Gelenkes nur eine maximale Punktzahl von 90 möglich. Bei 100% der Patienten konnte ein gutes oder exzellentes Operationsergebnis festgestellt werden. In zwei Fällen trat postoperativ eine Wundheilungsstörung auf, die durch Antibiotika per os erfolgreich behandelt werden konnte. In weiteren zwei Fällen musste nach gelungener Osteosynthese die Metallplatte aufgrund von Schmerzen entfernt werden. Eine fehlende knöcherne Osteosynthese wurde in zwei Fällen beschrieben, die dennoch einen AOFAS-Score von 90 erreichten. Bezüglich der Interphalangealgelenke konnte keine Progression von Arthrosen bemerkt werden. Da in dieser Studie rheumatische Erkrankungen ein Ausschlusskriterium waren, sehen die Autoren in einer rheumatischen Arthritis die Ursache für die Verschlechterung der Arthrose des Interphalangealgelenkes (Fitzgerald et al. inkludierten Patienten mit rheumatischer Arthritis in ihre Studie). Coughlin und Shurnas empfehlen aufgrund ihrer Nachuntersuchungsergebnisse, die Cheilektomie bei Hallux rigidus Grad I-II zu indizieren. Sollte sich

Hallux rigidus

allerdings die Arthrose soweit verschlechtert haben, dass der erste Strahl vermehrt eleviert ist, halten die Autoren eine Cheilektomie für unzureichend und die Indikation zur Arthrodesese gegeben.

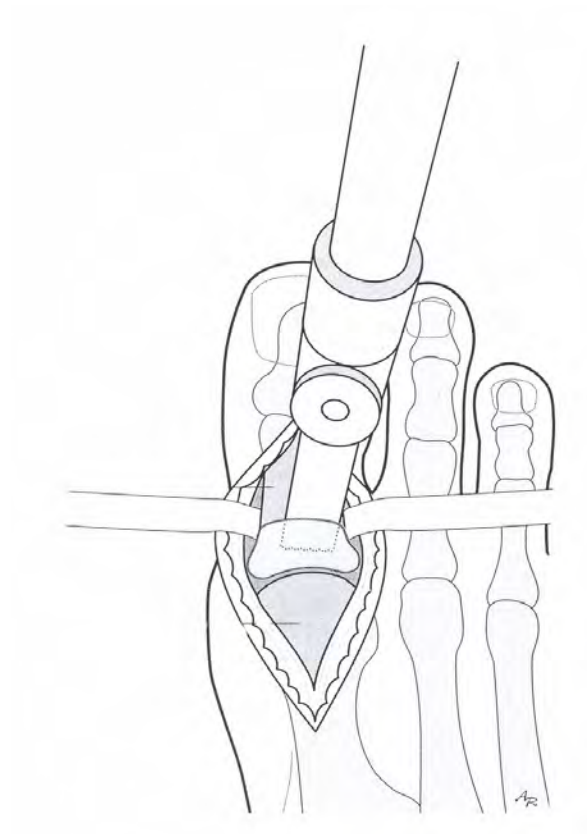
DeFrino et al. (2002) untersuchten 10 Füße nach durchschnittlich 2,8 Jahren. Die präoperative Diagnose aller Patienten lautete auf fortgeschrittener Hallux rigidus. Die Arthrodesese wurde mit zwei parallelen Kortikalischrauben fixiert. Die knöcherne Konsolidierung ist in allen Fällen geglückt. Der AOFAS-Score wurde durch das Exkludieren des Kriteriums „Bewegung“ modifiziert, sodass maximal 100 Punkte erreicht werden konnte. Die Nachuntersuchung konnte aufzeigen, dass sich durch die Operation der präoperative AOFAS-Score von 38 Punkte auf durchschnittlich 90 Punkte postoperativ verbessern konnte. 4 Patienten gaben keinerlei Schmerzen an. In 6 Fällen wurden minimale oder fallweise auftretende Schmerz vermerkt. 3 Patienten gaben an, in ihrer Aktivität eingeschränkt zu sein. 9 von 10 Patienten gaben an, sich dieser Operation nochmals zu unterziehen, falls es nötig sei. Pedobarographisch konnte festgestellt werden, dass sowohl die Kontaktfläche, die Spitzenbelastung (N/kg) und die maximale Kraft (N/cm².kg) unter dem Hallux nach der Operation zunehmen konnten. Die Autoren sehen in diesen Ergebnissen den Beweis für die Wiederherstellung der fast vollwertigen Funktion des Hallux in der Abrollbewegung.

Von Salis-Soglio et al. (1986) untersuchten 95 Füße nach durchschnittlich 3,2 Jahren. Um die planen Gelenksflächen zu fixieren wandten die Autoren eine dynamische Kompressionsplatte an. Die Knochen wurden in einer Dorsalextensionsstellung von 20° und in einer 10°-igen Valgusposition eingestellt. In 11 Fällen trat eine Komplikation auf (Wundheilungsstörung, anhaltende Schwellung, Thrombose, Embolie). In 3 Fällen musste das Osteosynthesematerial vorzeitig wegen einer Infektion entfernt werden. Radiologisch konnte ein knöcherner Durchbau in 95% bestätigt werden. In den postoperativen Röntgen konnte ein seitlicher Versteifungswinkel von 20,7° und ein a.p.-Versteifungswinkel von 12,9° eruiert werden. 78,9% der Patienten beurteilten das Operationsergebnis als sehr gut und gut, 13,7% als mäßig und 7,4% als schlecht. Eine Abhängigkeit vom Versteifungswinkel konnte allerdings nicht erkannt werden. 53% der Patienten beklagten Schuhprobleme, die jedoch in den meisten Fällen als nicht schwerwiegend eingestuft wurden, dennoch konnten 70,5% der Patienten wieder voll Sport betreiben. In 85 Fällen konnte auch eine Verbesserung der Gehleistung vermerkt werden. Nur in 7% konnte kein Sport mehr ausgeübt werden. Von Salis-Soglio et al. sehen in der Arthrodesese eine gute operative Therapie bei Hallux valgus und Hallux rigidus.

B) Resektionsarthroplastik

Die Indikation zur Resektionsarthroplastik nach **Keller-Brandes** ist die Arthrose des Großzehengrundgelenkes im vorgeschrittenen Stadium, insbesondere bei Patienten mit geringerer Erwartung an die postoperative Belastung („low demand“).

Hallux rigidus



Resektionsarthroplastik nach Keller-Brandes: Resektion der Basis der Grundphalanx



Resektionsarthroplastik nach Keller-Brandes 20 a postop

Hallux rigidus

Studienergebnisse:

Cleveland und Winant (1950) führten eine Nachuntersuchung an 193 Füßen nach durchschnittlich 1,9 Jahren durch, wovon 130 Patienten aufgrund eines Hallux valgus und 30 Patienten aufgrund eines Hallux rigidus operiert wurden. Die Autoren beurteilten 12% als exzellent, wenn ein normaler Bewegungsumfang mit Korrektur des Valguswinkels oder Elimination des Hallux rigidus erreicht wurde. In 81% konnte eine mögliche Dorsalextension von 30°, eine Plantarflexion von 10° bei einem Valguswinkel von < 10° festgestellt werden, sodass bei uneingeschränkter Gehleistung die Operation mit gut eingestuft wurde. In 7% musste ein schlechtes Operationsergebnis festgestellt werden, bei Dorsalextension <30°, Plantarflexion <10° und bestehenden Problemen mit der Großzehe. In 22 Fällen wurde eine verzögerte Wundheilung festgestellt, in 6 Fällen ergab sich eine postoperative Infektion und in 4 Fällen persistierte der Schmerz. Cleveland und Winant sahen in der Mobilisierung und Nahtentfernung vor dem 14. postoperativen Tag die Ursache für eine verzögerte Wundheilung. Dennoch waren nur 5 Patienten mit dem Operationsergebnis unzufrieden. Die Autoren befanden ein Resektionsausmaß von mindestens 50% für nötig.

Thomas (1962) untersuchte 139 Patienten nach mindestens einem Jahr postoperativ. Die Indikation zur Resektionsarthroplastik wurde aufgrund eines Hallux Rigidus oder Hallux Valgus gestellt. Der Autor modifizierte die Operation durch eine Distraction mittels eines intramedullären Kirschner-Drahtes oder durch einen externen Staple für 3 Wochen. Thomas sieht in der Distraction eine Möglichkeit, die Verkürzung der Großzehe nach einer Resektionsarthroplastik zu vermeiden, beziehungsweise die Verkürzung der Sehne des M. extensor hallucis longus und in weiterer Folge eine mögliche Cock-up-Deformität zu verhindern. Auch soll durch die Distraction die Retraktion des Weichteilstrukturen und in weiterer Folge die Verschmälerung des Neogelenkspaltes verhindert werden, sodass die uneingeschränkte Beweglichkeit erhalten bleibt. Im Zuge der Nachuntersuchung wurde von ärztlicher Seite die Operation in 40% als exzellent, in 47% als gut und in 13% als schlecht bewertet. Die Patienten beurteilten zu 79% ihr Operationsergebnis als sehr zufriedenstellend, 17% der Patienten waren mit der Operation zufrieden und 4% unzufrieden. In 6,2% der Fälle kam es zu Komplikationen wie verzögerte Wundheilung, Infektion der Distraction, avaskuläre Nekrose, Arthrose des Interphalangealgelenks oder persistierende Schwellung. In 4 Fällen kam es zu Sepsis durch die Distractionfixierung. Thomas stellte auch fest, dass in der Gruppe der Hallux-Rigidus-Patienten die subjektive und objektive Zufriedenheit mit dem Operationsergebnis deutlich höher liegt als in der Hallux-Valgus-Gruppe. Bezüglich der Distractionstechnik lieferte die Gruppe der Kirschner-Draht-Gruppe eine bessere Bewertung bezüglich subjektiver und objektiver Zufriedenheit.

Sherman et al. (1984) führten eine Nachuntersuchung an 51 Füßen nach mindestens einem Jahr durch, die aufgrund eines Hallux Valgus oder Hallux Rigidus operiert wurden. Die Autoren versuchten mittels einer kontrollierten, randomisierten, prospektiven Studie die Folgen einer Distraction bei einer Resektionsarthroplastik zu beurteilen. Als Distractionsmethode wurde ein intramedullärer Kirschner-Draht gewählt, der für 2,5 Wochen postoperativ belassen wurde. So konnte erkannt werden, dass bei Verwendung der Drahtdistraction das Interphalangealgelenk in seiner Beweglichkeit signifikant reduziert war. Es konnte keine Signifikanz bezüglich der Breite des Neogelenkspaltes zwischen den Patienten ermittelt werden, die mit Distraction und jenen die ohne Distraction versorgt wurden. Bezüglich der Flexionskraft der Großzehe konnte eruiert werden, dass es zu einer signifikanten Reduktion bei Verwendung einer Distraction kommt. So stellten Sherman et al. fest, dass die Verwendung einer Distraction bei einer Resektionsarthroplastik keinen Vorteil bringt, sondern nur den möglichen Nachteil der interphalangealen Arthrose.

Hallux rigidus

Wrighton (1972) untersuchte 100 Füße nach 10 Jahren. Die Resektionsarthroplastik wurde sowohl bei Hallux valgus als auch bei Hallux rigidus (27%) Patienten angewandt. In der Hallux-rigidus-Gruppe gaben 1/3 der Patienten an, noch weiterhin Schmerzen zu haben. Jedoch befand keiner der Patienten die Symptomatik als ausreichend, um die Operation als nicht zufriedenstellend einzustufen. In 5 Fällen wurde postoperativ eine Metatarsalgie festgestellt, die in 2 Fällen schon präoperativ bestand. Dennoch konnten alle Patienten ihre volle körperliche Aktivität wiederaufnehmen. Kein Patient war mit dem Operationsergebnis unzufrieden. Wrighton sieht in dem Resektionsausmaß das entscheidende Kriterium für das Operationsergebnis. So empfiehlt der Autor bei Hallux-valgus-Patienten ein Resektionsausmaß von weniger als der Hälfte der Grundphalanx und bei Hallux rigidus ein Resektionsausmaß von mehr als der Hälfte der Grundphalanx, um die Beweglichkeit wieder voll herzustellen. Allerdings sieht Wrighton auch gerade im Resektionsausmaß von mehr als 1/3 die Ursache für eine zu kurze, rotierte und instabile Großzehe.

Anderl et al. (1991) untersuchten 137 Füße nach durchschnittlich 14,1 Jahren. Mit Hilfe von präoperativen Röntgenbildern konnte festgestellt werden, dass 31% eine Arthrose Grad I (nach Regnaud) 41% eine Arthrose Grad II und 22% eine Arthrose Grad III des Metatarsophalangealgelenkes aufwiesen. Der Hallux-Valgus-Winkel betrug durchschnittlich 12,3 Grad. 69 Patienten wurden postoperativ mit Hilfe einer Drahtbügelsextension und einem Gips für zehn Tage versorgt. 68 Patienten wurden nur mit einem Schaumstoffverband für 2 Tage und einer aktiven und passiven Frühmobilisierung ab dem 1. postoperativen Tag nachbehandelt. Bei der Nachuntersuchung wurde das Operationsergebnis sowohl objektiv als auch subjektiv mit sehr gut, gut und schlecht beurteilt. Die subjektive Beurteilung umfasste das kosmetische Resultat, Schmerzbeschwerden und die Gehleistung. In der objektiven Beurteilung wurde die passive Dorsalextension und die passive Plantarflexion überprüft. So wurde das Operationsergebnis subjektiv in 77% als sehr gut, 15% als gut und in 8% als schlecht beurteilt. Objektiv wurden die Operationen in 26% als sehr gut, in 44% als gut und in 33% als schlecht bewertet. Anderl et al. erkannten im Resektionsausmaß den Grund für ein positives Operationsergebnis. So stellten die Autoren fest, dass 87% der positiv bewerteten Operationen ein Resektionsausmaß von $\frac{1}{3}$ bis $\frac{1}{2}$ der Grundphalanx aufwiesen. Auch konnte festgestellt werden, dass die subjektive Zufriedenheit mit der Weite des Neoarthrosespalt korreliert. Bei den sehr gut bewerteten Ergebnissen wurde in 90% ein Neoarthrosespalt von 3-4 mm radiologisch ermittelt. Die Ursache für ein schlechtes Operationsergebnis ist daher in einer zu ausgiebigen oder zu sparsamen Resektion zu begründen. Bezüglich der unterschiedlichen Nachbehandlungsmethoden konnte kein signifikanter Unterschied im Erfolg erkannt werden. Anderl et al. sehen in der Resektionsarthroplastik eine gute und nachhaltige Therapiemöglichkeit bei Hallux rigidus.

Toma (1993) untersuchte 141 Füße nach durchschnittlich 9,7 Jahren. Die Patienten wurden aufgrund eines Hallux rigidus operiert. Der Autor fasste unter der subjektiven Zufriedenheit das vom Patienten beurteilte Operationsergebnis und das kosmetische Resultat zusammen. 75,2% beurteilten ihr Operationsergebnis mit „sehr zufrieden“, 15,6% mit „zufrieden“ und 9,2% mit „unzufrieden“. Die Unzufriedenheit war mit einem schlechten kosmetischen Resultat (9 Fällen), einer Metatarsalgie (5 Fälle) oder einer postoperativen steifen Zehe (2 Fälle) begründet. Eine Dorsalextensionskontraktur (43 Fälle), eine starke Verkürzung der Großzehe (10 Fälle), eine Deviation der Großzehe (7 Fälle), eine relativ zu lange zweite Zehe (7 Fälle) oder eine Deviation der zweiten Zehe (4 Fälle), sowie eine sichtbare Verkürzung der ersten Zehe in 25,5% wurde im Zuge der Nachuntersuchung bemerkt. So beurteilten 37,6% ihr kosmetisches Resultat mit sehr gut, 31,2% mit zufrieden und 31,2% mit unzufrieden. Die Beweglichkeit war mit 18,9°

Hallux rigidus

Dorsalextension und 15,1° Plantarflexion zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung eingeschränkt. In 27 Fällen trat postoperativ eine Metatarsalgie auf, die auch schon durch eine vermehrte Schwielenbildung äußerlich zu erkennen war. In 8,5% der Fälle kam es zu einer postoperativen Komplikation, wie Infektion (5 Fälle) persistierende Rötung und Schwellung (6 Fälle) oder einer Hautnekrose. Toma stellt auch fest, dass eine statistische Signifikanz zwischen den subjektiv unzufriedenen Patienten und einem Resektionsausmaß von > 50% bestand. Der Autor fand allerdings keine Korrelation zwischen der Zufriedenheit der Patienten und der postoperativen Gelenksspaltbreite und empfahl ein Resektionsausmaß von 33-50%. Toma erkennt in der Resektionsarthroplastik eine erfolgsversprechende Therapie in allen Graden des Hallux rigidus.

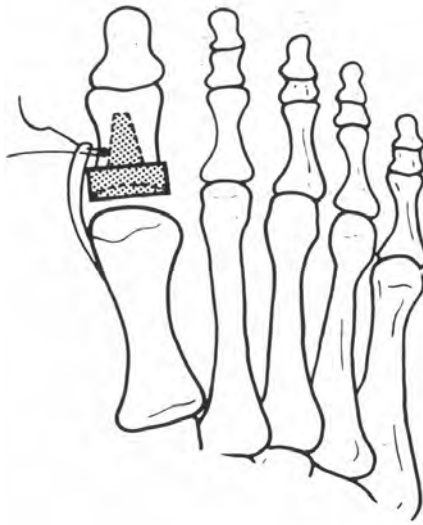
Schneider et al (2006) konnten in einer retrospektiven Studie an 87 Patienten bei einer mittleren Nachuntersuchungsdauer von 22,8 Jahren eine Revisionsrate von nur 5,7% publizieren. Die Berechnung des AOFAS-Score ergab einen Mittelwert von 82,5 Punkten. Eine pedobarographische Analyse zeigte wohl eine Abnahme der plantaren Druck- und Kraftverhältnisse im Vergleich zu einem gesunden Testkollektiv, jedoch eine gute Abrollfunktion. Dementsprechend wurde eine Metatarsalgie nur von 23,1% der Patienten angegeben.

C) Endoprothetischer Ersatz des Metatarsophalangealgelenkes

Silikon-Prothesen

Einstämmige Silikon-Prothesen:

1972 stellte Swanson A eine einstämmige Silikon-Prothese vor, die als „Spacer“ die phalangeale Basis ersetzt. So kann die Beweglichkeit des Metatarsophalangealgelenkes wieder hergestellt werden bei Reduktion der Schmerzen, ohne die ligamentäre Stabilität zu gefährden und gleichzeitig die Länge des ersten Strahles beizubehalten. Swanson setzte das Implantat bei Hallux rigidus, Hallux valgus, rheumatoider Arthritis oder misslungener Keller-Resektionsarthroplastik ein, soweit die Integrität des Metatarsalkopfes gegeben war.



Einstämmige Silikon-Prothese nach Swanson

Studienergebnisse:

Swanson et al. (1979) untersuchten 165 einstämmige Silikon-Implantate nach durchschnittlich 4 Jahren. Die 165 Füße wurden aufgrund von rheumatoider Arthritis (n=95), Hallux valgus (n=50), Hallux rigidus (n=9) oder misslungener Resektionsarthroplastik bzw. Arthrodesen (n=11) operiert. Sämtliche Hallux rigidus-Patienten gaben bei der Nachuntersuchung vollkommene Schmerzfreiheit im Großzehengrundgelenk an. Auch wurde eine allgemeine Zufriedenheit mit der Funktionalität und dem kosmetischen Resultat der Operation eruiert. Das Implantat wurde in allen 9 Fällen gut vertragen. Es traten keine der möglichen Komplikationen in der Hallux-rigidus-Gruppe auf. Bei den 165 einstämmigen Implantaten traten 2 Infektionen, 1 entzündliche Reaktion, 1 Implantatbruch, 1 avaskuläre Nekrose, 2 Osteophytenneubildungen und 6 Varus-Über-Korrekturen auf. Swanson et al. sehen aufgrund der besseren kosmetischen und funktionalen Ergebnisse in dem einstämmigen Silikon-Implantat eine der Resektionsarthroplastik überlegene Therapieform. Als Kontraindikation sieht der Autor einen Valgus-Winkel des Großzehengrundgelenkes von $> 40^\circ$ oder eine Destruktion des Caput des Metatarsale I.

Verhaar et al. (1989) führten an 58 Füßen nach durchschnittlich 5 Jahren eine Nachuntersuchung von einstämmigen Silikon-Hemiprothesen durch. Die Indikation bestand in der Diagnose eines Hallux rigidus. 49 Patienten gaben eine deutliche Besserung an, 7 Patienten gaben nur eine mäßige Besserung und 1 Patient gab keine Besserung der Schmerzen an. Verhaar et al. stellten fest, dass im Lauf der Jahre die operierten Zehen zunehmend an Länge verlieren. Häufig wurden Osteolysen sowie Zystenbildungen (n=40) an den Prothesen und Metatarsophalangealgelenken festgestellt. Auch konnte festgestellt werden, dass die Hemiprothese eine bessere Kraft in der Flexion ermöglicht als die doppelstämmige Silikon-Prothese. Dennoch raten Verhaar et al. zur Vorsicht in der Verwendung der Hemiprothese aufgrund der besorgniserregenden radiologischen Befunde.

Sethu et al. (1980) führten eine Nachuntersuchung an 77 Patienten durch, bei denen aufgrund eines Hallux rigidus (26 Patienten) oder Hallux valgus (51 Patienten) das Metatarsophalangealgelenk durch eine Silikon-Hemiprothese vor durchschnittlich 5 Jahren ersetzt werden musste. In der Gruppe des Hallux-rigidus-

Hallux rigidus

Patienten waren 80% beschwerdefrei. Auch konnte ein gutes kosmetisches Ergebnis erzielt werden. In der Gruppe der Hallux-valgus-Patienten waren 71% beschwerdefrei. Dennoch wurde bei allen Patienten eine bestehende Valgusdeformität festgestellt (44% > 20°). Aufgrund der unterschiedlichen Ergebnisse bei Hallux-rigidus- und Hallux-valgus-Patienten sehen die Autoren nur bei Hallux-rigidus-Patienten eine Indikation für ein Silikon-Hemiprothese gegeben. Sethu et al. schlagen für zukünftige Prothesenimplantationen bei Hallux-valgus-Patienten eine Kombination mit einer Umstellungsosteotomie des Metatarsale I vor.

Rahman und Fagg (1993) untersuchten 78 Füße nach 4,5 Jahren, denen aufgrund eines Hallux rigidus (38 Fälle) oder Hallux valgus (40 Fälle) eine Silikon-Hemiprothese implantiert wurde. 22 Patienten gaben ein exzellentes, 16 ein gutes, 8 ein befriedigendes und 9 ein schlechtes Operationsergebnis an. Von den 78 radiologisch nachuntersuchten Füßen hatten 54 schwere erosive oder zystische Veränderungen. In fast 100% der Fälle konnte nach 4 Jahren radiologisch ein pathologischer Befund festgestellt werden. In drei Fällen musste eine Revision indiziert werden. Im Zuge der Explantation wurde histologisch festgestellt, dass sich Silikonpartikel in zahllosen Granulomen befanden. Rahman und Fagg sahen in der gebrochenen Prothese die Ursache für eine Silikon-Synovitis und Lymphadenopathie. Aufgrund der schlechten Resultate in den Langzeitnachuntersuchungen empfehlen die Autoren, von dieser Operation bei Hallux valgus und Hallux rigidus nicht mehr Gebrauch zu machen.

Shankar (1995) untersuchte 40 einstämmige Silikon-Hemiprothesen nach durchschnittlich 9,1 Jahren. Bei allen Patienten bestand präoperativ ausschließlich ein Hallux rigidus. 36% der Patienten waren mit ihrem Operationsergebnis unzufrieden. 25 Patienten klagten über Schmerzen im Metatarsophalangealgelenk. In 10 Fällen stellte man eine Metatarsalgie fest. In 42,5% trat eine Fragmentierung der Prothese auf. Bei 52% der Patienten wurden Veränderungen im Bezug zum Implantat (Lyse, Zysten, Synovitis, reduzierte Knochenqualität) festgestellt. Shankar sah die Ursache für die Unzufriedenheit der Patienten im Neuauftreten von Schmerzen (10 Fälle), dem Neuauftreten einer Metatarsalgie (10 Fälle) und der fehlenden Zunahme im Bewegungsumfang. Daher beurteilt der Autor aufgrund der unakzeptablen Langzeitergebnisse die Prothese als eine ungeeignete Therapie bei Hallux-rigidus-Patienten und empfiehlt eine alternative Operation wie Cheilektomie, Resektionsarthroplastik oder Arthrodesen.

Krismer und Eichenauer (1990) untersuchten 50 Implantate nach durchschnittlich 7,4 Jahren. Die Operation wurde sowohl bei Hallux valgus sowie bei Hallux rigidus indiziert. Die Autoren legten die Grenze zur Valgus-Deformität bei 18° fest. Es stellte sich heraus, dass die Zufriedenheit der Hallux-rigidus-Patienten mit 93 % sehr hoch war und sich klar von den Hallux-valgus-Patienten unterschied. Krismer und Eichenauer raten von der Prothesenimplantation bei Hallux valgus ab und empfehlen sie bei Hallux rigidus, wenn keine Hallux-valgus-Deformität über 18° vorliegt. So sahen die Autoren eine richtige Indikation nur in 1/3 der Fälle gegeben.

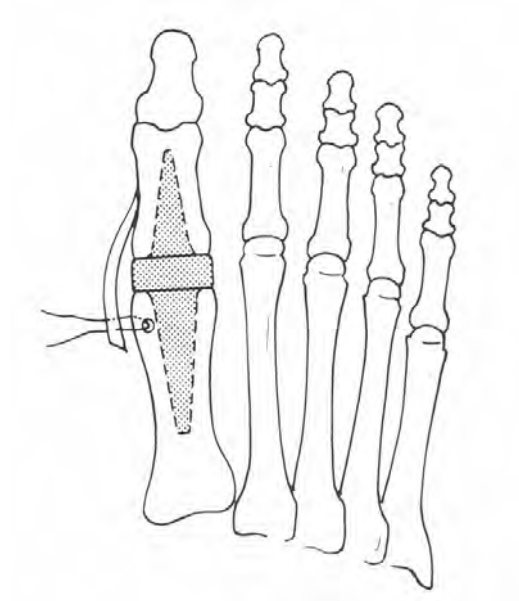
Molster et al. (1980) untersuchten 26 Prothesen nach durchschnittlich 3,9 Jahren. Die Implantation wurde ausschließlich wegen eines therapieresistenten Hallux rigidus indiziert. In 2 Fällen musste das Implantat wegen einer Wundnekrose und wegen eines Traumas revidiert werden. Dennoch beurteilten 80% der Patienten ihr Operationsergebnis als gut oder exzellent. Radiologisch wurde in 15 Fällen eine Sklerose um den Schaft, in 7 Fällen ein Verschleiß der Gelenksflächen des Implantates und in 5 Fällen ein Osteophyt beim Implantat erkannt. Molster et al. bewerten diese Veränderungen allerdings nicht so negativ, da die Klinik

Hallux rigidus

nicht äquivalent ist. So sehen die Autoren in der Erhaltung der Zehenlänge und Mobilität, sowie der Schmerzfreiheit einen Vorteil gegenüber der Arthrodeuse und der Resektionsarthroplastik.

Doppelstämmige Silikon-Prothesen:

1974 stellten Swanson et al. ein doppelstämmiges Silikon-Implantat vor. Das Implantat hat die Funktion eines „Spacers“ und nicht die eines Gelenkersatzes (Lemon und Pupp 1997).



Doppelstämmige Silikon-Prothese nach Swanson



massive zystische Osteolysen 20a nach Swanson Spacer

Hallux rigidus

Studienergebnisse:

Swanson et al. (1979) führten eine Nachuntersuchung bei einem follow-up von 18 Monaten bis 9 Jahren an 105 doppelstämmigen Silikon-Implantaten durch. Die Indikation zur Implantation wurde bei rheumatischer Arthritis (n = 95), Hallux-valgus-Deformation (n = 7), Hallux rigidus (n = 3) oder bei misslungenen Voroperationen an der Großzehe gestellt. Zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung konnte eine Zunahme des Bewegungsumfanges von 10° ermittelt werden. Alle Patienten gaben Schmerzfreiheit an. In keinem Fall konnte ein Implantatbruch, Knochenabsorption oder erneute Osteophytenbildung gefunden werden.

Granberry et al. (1991) untersuchten nach durchschnittlich 3 Jahren 73 Füße, an denen das Metatarsophalangealgelenk durch eine doppelstämmige Silikonprothese ersetzt wurde. Die Indikation zur Prothesenimplantation bestand bei Hallux rigidus (Grad III), rheumatoider Arthritis sowie bei fehlgeschlagener Voroperation. 74% der Patienten beurteilten ihr Operationsergebnis als exzellent bis gut, 19% als befriedigend und 7% als schlecht. Der Bewegungsumfang (26° Dorsalextension, 13° Plantarflexion) war deutlich eingeschränkt. In 69% wurde eine massive Schwielenbildung unter den Metatarsalia festgestellt. Granberry et al. bemerkte einen direkten Zusammenhang zwischen der Verkürzung der Großzehe und der vermehrten Schwielenbildung. In 53% kam es zu einer erneuten Osteophytenbildung und in 23% zu einem Kontakt der Neoosteophyten. In 29% konnte radiologisch eine Fraktur der Prothese festgestellt werden. Die Anzahl der frakturierten Prothesen stieg mit der Dauer der Implantation. So nahmen die Autoren an, dass die Hälfte der Implantate nach 5 Jahren defekt ist. Allerdings gaben 57% der Patienten mit defekten Implantaten an, keinerlei Schmerzen zu haben und 91% der Betroffenen waren mit dem Operationsergebnis zufrieden. Somit konnte keine Korrelation zwischen den objektiven und subjektiven Nachuntersuchungsergebnissen aufgezeigt werden. Pedobarographisch konnte eine deutliche Verminderung der Druckbelastung unter dem ersten Metatarsale festgestellt werden. Granberry et al. nehmen an, dass die massive Bildung von Neoosteophyten auf Silikonpartikel zurückzuführen ist, die einen entzündlichen Prozess verursachen. Außerdem musste festgestellt werden, dass die Prothese den biomechanischen Anforderungen für eine suffiziente Abrollbewegung nicht entspricht. Dennoch wurde festgestellt, dass die gebrochenen Prothesen eine bessere Beweglichkeit und Druckübertragung aufwiesen als die intakten Prothesen. Obwohl die subjektiven Resultate dieses Implantates gut waren, empfehlen die Autoren aufgrund der hohen und zunehmenden Fehlerquote von der Implantation einer doppelstämmigen Silikonprothese Abstand zu nehmen.

Cracchiolo et al. (1992) konnten 86 doppelstämmige Silikonprothesen nach durchschnittlich 5,8 Jahren nachuntersuchen. Das Patientengut wurde in zwei Gruppen eingeteilt. Die erste Gruppe von 37 Patienten umfasste Patienten mit Hallux rigidus, degenerative Arthritis oder misslungenen Voroperationen an der Großzehe. Die zweite Gruppe umfasste 49 Patienten, welche an rheumatischer Arthritis litten. In der ersten Gruppe waren 82% komplett zufrieden, 9% waren einigermaßen zufrieden und 9% waren unzufrieden mit dem Operationsergebnis. Cracchiolo et al. stellten fest, dass voroperierte Metatarsophalangealgelenke signifikant schlechtere Beurteilungen erhielten. Bei 3 Patienten brach das Implantat. Aufgrund einer fehlenden Klinik wurde keine Revision indiziert. Dennoch musste im Zuge der Nachuntersuchung in 3 Fällen eine Revision indiziert werden. In 35% wurde radiologisch eine Lockerung des Implantates festgestellt, die jedoch ohne Konsequenz aufgrund fehlender Symptomatik blieb. In der Gruppe der rheumatischen Gelenke waren 84% komplett zufrieden, 13% waren einigermaßen zufrieden und 3% waren unzufrieden mit dem Operationsergebnis. In fünf Fällen wurde ein Bruch des Implantates festgestellt. Allerdings wurde nur in einem Fall die Indikation zur Revision gestellt. Cracchiolo et al. erklären, dass sich ihre

Hallux rigidus

Nachuntersuchungsergebnisse von den Ergebnissen bei Granberry et al. aufgrund des unterschiedlichen Patientengutes, der unterschiedlichen Patientenbetreuung und der strengeren Vorselektion der Patienten unterscheidet. Cracchiolo et al. machen darauf aufmerksam, dass 57% ihrer Patienten an rheumatischer Arthritis litten und in der Studie von Granberry et al. nur 24%. Weiters berichten die Autoren, dass viele Patienten nicht für eine Implantation in Frage kamen und folglich eine Arthrodese indiziert wurde.

Lemon et al. (1997) konnten 50 Patienten nach durchschnittlich 13,4 Jahren nachuntersuchen. Den Patienten wurde eine doppelstämmige Silikonprothese implantiert. Die Indikation bestand bei Hallux rigidus, Hallux valgus mit degeneriertem Gelenk, rheumatischer Arthritis, Podagra oder Reiter Syndrom. Bei 97% der Patienten konnte eine Schmerzerleichterung festgestellt werden. 35% gaben schmerzhafte Schwielenbildung an. 36% der Patienten gaben an, leichter sportlicher Aktivität nachgehen zu können. In 85% war die Beweglichkeit zufriedenstellend. 9,7% der Patienten gaben an, Probleme mit dem Schuhwerk zu haben. Nach einem modifizierten AOFAS-Score für die Bewertung des Metatarsophalangealgelenkes wurde ein durchschnittlicher Wert von 87,3 Punkten ermittelt. Auffallend war, dass Patienten unter dem 45. Lebensjahr einen niedrigeren AOFAS-Score (<80), mehr Schmerzen bei Aktivitäten hatten, mehr Komplikationen postoperativ aufwiesen und auch allgemein unzufriedener mit dem Operationsergebnis waren. 82% der Patienten würden sich für diese Operation nochmals entscheiden, wenn es erforderlich wäre. Schmerzfreiheit, ausreichender Bewegungsumfang, Erhaltung von mechanischen Vorteilen und Stabilität des Gelenkes und ein gutes kosmetisches Resultat bei Wahrung der Zehenlänge sind für Lemon et al. überzeugende Argumente für die Implantation der doppelstämmigen Silikonprothese. Die unbedingte Notwendigkeit einer sorgfältigen Implantation und Rekonstruktion eines orthograden Kraftvektors ist eine Grundvoraussetzung für den Erfolg der Operation. Die Autoren sehen in der doppelstämmigen Prothese gegenüber der einstämmigen Prothese den Vorteil der besseren transversalen Stabilität, wodurch eine Osteolyse besser vermieden werden kann. Bei allen Patienten konnte radiologisch eine Verschlechterung erkannt werden. Die Autoren erklärten diese Diskrepanz von objektiven und subjektiven Ergebnissen durch die Tatsache, dass es sich bei einem doppelstämmigen Silikonimplantat nicht um ein fixiertes Gelenk handelt, sondern um einen dynamischen Spacer. Lemon et al. sehen den Spacer nur bei älteren Patienten indiziert.

Wenger und Whalley (1978) untersuchten an 86 Metatarsophalangealgelenken nach durchschnittlich 2 Jahren die Ergebnisse der implantierten doppelstämmigen Silikon-Prothesen. Die Indikation zur Implantation wurde bei Hallux rigidus (n = 42) und Hallux valgus (n = 44) gegeben. Bei den Hallux Valgus Patienten waren 79% sehr zufrieden, 16% einigermaßen zufrieden und 5% unzufrieden. In der Gruppe der Hallux rigidus Patienten waren 86% sehr zufrieden, 14% einigermaßen zufrieden und 0% unzufrieden mit ihrem Operationsergebnis. In 2 Fällen musste die Prothese revidiert werden. Der Grund dafür war eine Fraktur des Implantates sowie einmal persistierende Schmerzen. Die Beweglichkeit war in 2/3 der Fälle mit einer aktiven Plantarflexion von 10° und einer aktiven Dorsalextension von 20-30° ausreichend. Wenger und Whalley sehen die Vorteile des Silikonimplantates im kosmetisch guten Ergebnis, in der raschen Mobilisierung und in der Möglichkeit, die Länge der Großzehe beizubehalten. So beurteilen die Autoren die doppelstämmige Silikonprothese als eine akzeptable Alternative zu Resektionsarthroplastik und Arthrodese bei Hallux-Rigidus-Patienten, vorausgesetzt, die Prothese erbringt auch bei Langzeituntersuchungen gute Resultate. Bezüglich Hallux-Valgus-Patienten sehen die Autoren die Notwendigkeit, die Implantation mit einer Umstellungsosteotomie zu kombinieren, um eine orthograde Stellung zu erzielen.

Hallux rigidus

Shankar et al. (1991) wendeten eine doppelstämmige Silikon-Prothese zur Therapie bei Hallux Rigidus und Hallux Valgus. Nach durchschnittlichen 1,9 Jahren wurde an 106 Füßen festgestellt, dass 90% der Patienten ein exzellentes bis zufriedenstellendes Ergebnis aufwiesen. Das Patientengut bestand zum Großteil aus Hallux-Valgus-Patienten ($n = 87$). In der Gruppe der Hallux-Rigidus-Patienten ($n=19$) gaben postoperativ 6 Patienten noch Beschwerden durch persistierende Schmerzen an. 2 Patienten der gleichen Gruppe bemängelten eine reduzierte Belastbarkeit beim Gehen. Pedobarographisch wurde in 76 Fällen eine normale Druckverteilung und in 30 Fällen eine lateral betonte Druckbelastung festgestellt. In 16 Fällen wurde eine oberflächliche Infektion behandlungsbedürftig. Es wurden Antibiotika per os verabreicht. 2 Implantate wurden aufgrund tiefer Infektionen explantiert. In keinem Fall wurde ein Synovitis oder avasculäre Nekrose bemerkt.

Metallische Hemiprothesen



metallische Hemiprothese (unmittelbar postop. Bild)

Studienergebnisse:

Townley und Taranow (1994) stellten eine Nachuntersuchung über metallische Hemiprothesen (phalangeal, unzementiert, Biopro[®]) an. 279 Metatarsophalangealprothesen wurden in unterschiedlich langen Zeiträumen nachuntersucht: nach > als 5 Jahren 101 Patienten, nach > 10 Jahren 62 Patienten und > 20 Jahre 23 Patienten.

Hallux rigidus

Die Indikation zur Implantation wurde bei Hallux rigidus (n = 171), rheumatoider Arthritis (n = 29) und degenerativer Arthritis aufgrund von Fehlstellung (n = 79) gegeben. In 93,1% der Fälle konnte ein exzellentes Ergebnis (kein Schmerz, keine Aktivitätseinschränkung), in 2,2% der Fälle ein gutes Ergebnis (gelegentliche Probleme bei starker körperlicher Aktivität) und in 4% ein unzufriedenes Ergebnis festgestellt werden. Von den 4% der unzufriedenen Patienten (13 Fälle) war einer im 1. Jahr postoperativ, 6 im 1-6 Jahr postoperativ, 4 im 5-10 Jahr postoperativ und einer im 10-20 Jahr postoperativ. Jedoch war kein Patient von insgesamt 23 nach mehr als 20 Jahren postoperativ unzufrieden. Auffallend war auch noch, dass bei den 13 unzufriedenen Patienten immer eine Voroperation am Großzehengrundgelenk stattgefunden hatte oder eine rheumatische Arthritis bestand. In 12 Fällen wurde eine Revision indiziert. Ansonsten konnten in keinem Kontrollröntgen Lysezeichen, Sklerosezeichen oder sonstige Lockerungszeichen festgestellt werden. Townley und Taranow sehen das gute Ergebnis ihrer Untersuchung in der Tatsache begründet, dass die Hemiprothese in der Grundphalanx implantiert wurde, welche deutlich geringere Scherkraft ausgesetzt ist, als das erste Metatarsale. So sehen die Autoren in der Hemiprothese (phalangeal) eine gute und unkomplizierte Alternative zu den bisherigen operativen Therapiemöglichkeiten bei bestehendem Hallux rigidus.

Roukis und Townley (2003) ermittelten die Operationsergebnisse nach 1 Jahr nach der Implantation einer metallischen Hemiprothese (Biopro®) an 16 Füßen. Die Implantation erfolgte beim therapieresistenten Hallux Rigidus. Mittels des AOFAS-Scores konnte eine Verbesserung der Gelenksfunktion von praeoperativ 51,1 Punkten auf 77,8 Punkte postoperativ festgestellt werden.

Totalendoprothesen

Studienergebnisse:

Olms und Dietze (1999) konnten 21 Füße nach mindestens 24 Monaten nachuntersuchen. Die Totalendoprothese wurde aufgrund eines Hallux Rigidus (n = 16) oder als Salvage-Operation (n = 5) nach einer misslungenen Resektionsarthroplastik indiziert. Die metatarsale konvexe Komponente besteht aus einer Chrom-Kobalt Legierung. Die phalangeale konkave Komponente aus Titan besitzt eine Polyethylenbeschichtung. Die Implantate werden unzementiert in Press-fit-Technik eingebracht. Zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung konnte ein Bewegungsumfang von 50° (präoperativ < 10°) und keinerlei Synovitis festgestellt werden. Bezüglich permanenter Schmerzen konnte eine Reduktion von präoperativ 13 Patienten auf postoperativ 4 Patienten bemerkt werden. Beim Tragen von Schuhen hatten von 6 Patienten präoperativ nur noch 4 Patienten postoperativ Schmerzen. Die radiologisch festgestellten Lockerungszeichen in der Spitze der Implantate wurden als zu ausgiebige Aufbereitung der Knochen bei der Implantation interpretiert. Eine periartikuläre Ossifikation wurde in 3 Fällen notiert. In 4 Fällen trat eine Metatarsalgie auf, die mit Schuheinlagen erfolgreich behandelt wurde. Olms und Dietze beurteilen diesen Prothesentyp als geeignetes Mittel, um ein zerstörtes Metatarsophalangealgelenk in seiner anatomischen Funktion, ohne negative Folgen der Silikonprothesen, wiederherzustellen.

Notni et al. (2001) führten eine Nachuntersuchung an 26 Großzehengrundgelenksprothesen bei einem Follow-Up von 13-41 Monaten durch. Die ungekoppelte Prothese „ReFlexion“ wurde 8 x zementfrei, 14 x als Hybridprothese (nur phalangeale Komponente zementiert) und 4 x komplett zementiert eingesetzt.

Hallux rigidus

Die Indikation zur Prothesenimplantation wurde bei konservativ nicht beherrschbaren Beschwerden bei einem ausgeprägten Hallux Rigidus (Grad III) gestellt. In zwei Fällen lag auch noch eine valgische Fehlstellung vor, die jedoch das Operationsergebnis negativ beeinflusste. Bei vier Patienten bestand eine Voroperation am Großzehengrundgelenk. 75% der Patienten waren mit dem Operationsergebnis zufrieden, 15% waren fast zufrieden und 10% waren unzufrieden. Die aktive Beweglichkeit konnte von 10/0/10 präoperativ auf 20/0/10 postoperativ verbessert werden. In 11 Fällen wurde radiologisch eine Lockerung der Prothese festgestellt, die allerdings nur in 4 Fällen durch Schmerzen klinisch manifest wurde. In 3 Fällen musste explantiert werden und eine Distraktionsarthrodese durchgeführt werden. Die Autoren sehen in der Prothesenimplantation vor allem bei jungen Patienten eine Therapiemöglichkeit der fortgeschrittenen Arthrose des Großzehengrundgelenkes bei Erhalt der Gelenkbeweglichkeit. Auch die Möglichkeit, Schuhwerk mit unterschiedlicher Absatzhöhe zu tragen, ist ein Vorteil dieser Therapieform. Notni et al. machen auch auf die Möglichkeit aufmerksam, diese Prothese in schwierigen Fällen nach insuffizienten Voroperationen (Silikonprothese, Resektionsarthroplastik, Cheilektomie) einzusetzen.

Papagelopoulos et al. (1994) untersuchten 93 Großzehen nach durchschnittlich 12 Jahren. In 13 Fällen musste das Implantat explantiert werden. Es wurden 4 Typen von Implantaten eingesetzt: eine einstämmige Silikon-Prothese (n = 36), eine zweistämmige Silikonprothese, eine zementierte Stahl- und Polyethylenprothese „Johnson“ oder eine zementierte Stahl- und Polyethylenprothese „Richards“. Von den 93 Füßen wurde in 22 Fällen aufgrund eines Hallux Valgus, in 38 Fällen aufgrund eines Hallux Rigidus und in 32 Fällen wegen einer entzündlichen Arthritis die Indikation zur Implantation gestellt. Vorhergehende Operationen hatten in 26 % der Fälle stattgefunden. Die Autoren stellten fest, dass die Überlebensrate (Zeitspanne von der Implantation bis zur Explantation) der Implantate nach 10 Jahren bei 86% und nach 15 Jahren bei 82% liegt. Auffallend war, dass die Überlebenszeit der Implantate für Patienten über 57 Jahre höher war. 44% der Implantate waren zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung schmerzhaft. Zusammenfassend konnte festgestellt werden, dass der Zustand der Füße in 67% durch das Implantat verbessert werden konnte. Radiologisch wurde in 40% der Silikonimplantate eine Knochenresorption und in 25% der Fälle eine schwere Implantatdeformität festgestellt. Bei den zementierten Implantaten war in 26% der Fälle eine Migration der phalangealen Komponente und in 26% eine Migration der metatarsalen Komponente zu erkennen. In 56% der Fälle konnte eine definitive Lockerung der phalangealen oder metatarsalen Komponenten erkannt werden. Nur in 13% der Fälle konnte eine Lockerung einer Implantatkomponente ausgeschlossen werden. Auch konnte eine Verkürzung der Zehenlänge mit den Jahren nach der Implantation bemerkt werden. Weiters konnte auch eine Tendenz zur Entwicklung einer Extensionsdeformität des Hallux erkannt werden. Papagelopoulos et al. sehen die Ursache im fehlenden Ansatz des M. flexor hallucis brevis an der Basis der Grundphalanx. So stellten die Autoren dennoch fest, dass eine Korrelation zwischen der Klinik und der Radiologie bei der Nachuntersuchung zu erkennen war. Zusammenfassend wurde die Empfehlung ausgesprochen, die Indikation zur Implantation nur bei älteren Patienten zu stellen.

6.3. Vergleich unterschiedlicher Verfahren

6.3.1. Revisionsraten

Die Revisionshäufigkeit nach **Cheilektomien** wurde von Coughlin und Shurnas (2003) mit 7,5 % nach 9,6 Jahren, bei Easley et al. (1999) mit 4,4 % nach 5,4 Jahren und bei Feltham et al. Mit 7 % nach 5,2 Jahren angegeben. Bei Nachuntersuchungen nach **Arthrodesen** des Großzehengrundgelenkes ergab sich folgende Revisionshäufigkeit bei Hallux-rigidus-Patienten: Lombardi et al. (2001) 4,8% nach 2,4 Jahren, Coughlin und Shurnas (2003b) 6,6% nach 6,7 Jahren, Ettl et al. (2003) 0% nach 4,3 Jahren. Auch die Revisionshäufigkeit von 12% bei dorsalen **Keil-Osteotomien kombiniert mit Cheilektomien** nach nur 2,4 Jahren (Lau et al. 2001) ist kritisch zu interpretieren. Die **Osteotomien am Metatarsale I** (Kilmartin 2005) mussten nach 1,2 Jahren in 26,5% der Fälle revidiert werden. Für die Resektionstechnik nach **Keller-Brandes** zur Therapie des Hallux rigidus wurde von Schneider et al (2006) eine Revisionsrate von nur 5,7% nach 23 Jahren publiziert.

Leichte und reversible Komplikationen nach **Resektionsarthroplastiken** nach Keller-Brandes wurden von Schneider et al (2006) in 10,5% festgestellt, dies umfasst aber auch minimale Komplikationen (z.B. verzögerte Wundheilung, prolongierte Schwellung) ohne Notwendigkeit einer Revision. Toma (1994) stellte 9,7 Jahre postoperativ bei seinem Patientenkollektiv eine Komplikationsrate von 8,5% fest.

Die Komplikationsrate bei **Cheilektomien** war im Vergleich äquivalent: Easley et al. (1999) berichteten über 8%, Hattrup und Johnson (1988) 3,4%, Coughlin und Shurnas (2003b) 6,2%. Hingegen zeigen Hallux-rigidus-Patienten nach **Arthrodesen** bei Nachuntersuchungen eine deutlich höhere Komplikationsrate (oberflächliche Infektion, Taubheit, fehlende knöcherne Konsolidierung, prolongierte Schwellung, Sensibilitätsstörung) als nach Cheilektomien oder Resektionsarthroplastiken: Lombardi et al. (2001) 38,1%, Coughlin und Shurnas (2003b) 17,6% und Ettl et al. (2003) 34,2%. Allerdings lässt sich kein einheitliches Bild bezüglich der Komplikationsrate erstellen, da es keine genaue Definition für eine Komplikation gibt. Ein weiterer Grund für diese uneinheitliche Komplikationsrate ist der unterschiedliche Erfolg des knöchernen Durchbaues der Arthrodesen. So gibt Lombardi et al. (2001) eine fehlende knöcherne Konsolidierung von 14,3%, Coughlin und Shurnas (2003b) von 5,8%, DeFrino et al. (2002) und Ettl et al. (2003) von jeweils 0% an. Von den Autoren wurde einheitlich festgestellt, daß ein **fehlender knöcherner Durchbau** meist asymptomatisch bleibt. Die Nachuntersuchungen bei Arthrodesen lieferten auch immer wieder negative Ergebnisse

bezüglich der **Interphalangealgelenksarthrose** der Großzehe: Fitzgerald und Wilkinson (1981) stellten eine dreifach höhere Inzidenz einer Interphalangealarthrose bei einem Metatarsophalangeal-Winkel von weniger als 20° fest im Vergleich zu jenen Patienten die einen Valgus-Winkel von mehr als 20° aufwiesen. Die Autoren sehen die Ursache für die postoperativ entstandene Interphalangealarthrose in einem Schuhkonflikt der im Großzehengrundgelenk unbeweglichen Großzehe. Auch im Patientenkollektiv von Lombardi et al. (2001) entwickelten 2 Patienten mit Interphalangealarthrosen Schmerzen, wobei diese Interphalangealarthrosen allerdings schon präoperativ radiologisch feststellbar waren. Aus diesem Grund empfiehlt Lipscomb (1979) bei einer inzipienten Interphalangealarthrose von einer Arthrodesis Abstand zu nehmen und die Resektionsarthroplastik zu vorzuziehen. Coughlin und Shurnas (2003) sehen allerdings die postoperativ entstandene Interphalangealarthrose auf das Patientenkollektiv der rheumatischen Arthritis beschränkt, da bei ihrer Nachuntersuchung Rheumatiker von der Studie exkludiert wurden und sich keine postoperative Zunahme der Interphalangealarthrose zeigte. Auch kann die Fixierungstechnik durch zwei axiale Steinmann-Nägel eine Ursache für die postoperativ entstandene Interphalangealarthrose sein, da es durch die Steinmann-Nägel zu einer iatrogenen Läsion und temporären Versteifung des Interphalangealgelenkes kommt. Bei Resektionsarthroplastiken wird nur in einem Fall von einer Interphalangealarthrose berichtet (Thomas 1962), wobei allerdings eine temporäre Versteifung des IP-Gelenkes mit einem Kirschner-Draht vorgenommen wurde.

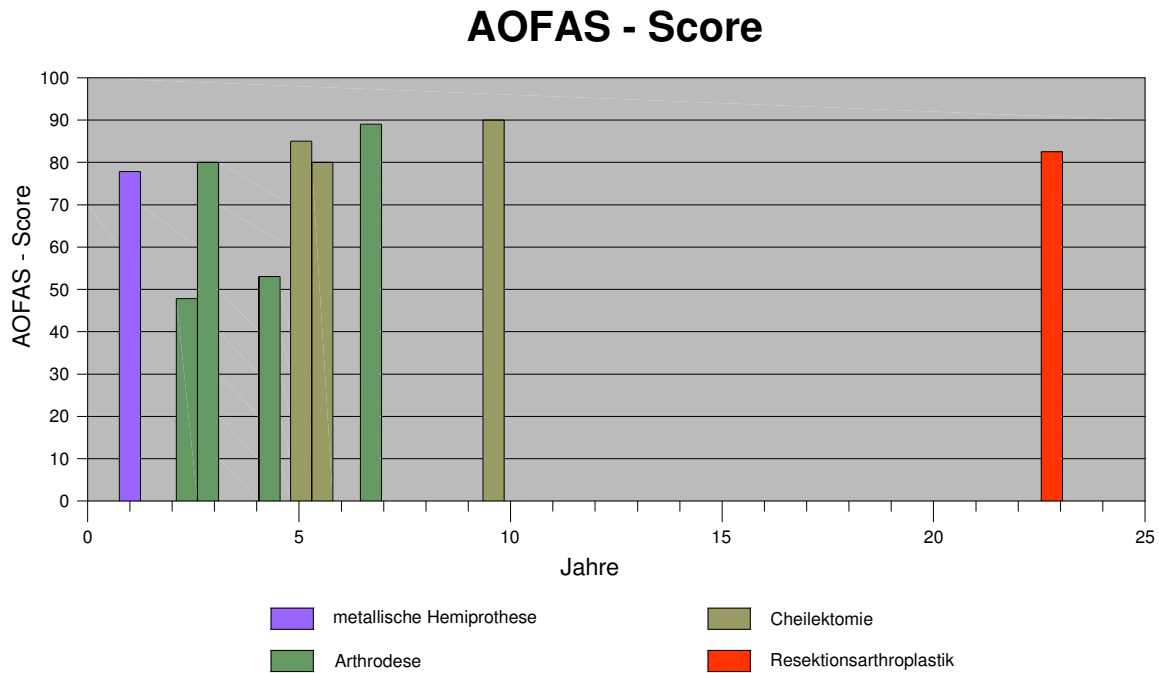
Bezüglich der Komplikationsrate nach **dorsalen Keil-Osteotomien** kombiniert mit einer Cheilektomie stellte Kilmartin (2005) fest, dass sich bei 12% der Patienten Komplikationen wie Beschwerden durch das Osteosynthesematerial oder verzögerte knöcherne Konsolidierung auftraten. Southgate und Urry (1997) vermerkten eine Komplikationsrate (verzögerter knöcherner Durchbau, Wundinfektion) von 20%. Die **Osteotomien am Metatarsale I** ergaben bei Kilmartin (2005) in 30,5% der Patienten eine Komplikation (Stressfrakturen, avaskuläre Nekrose, Beschwerden durch das Osteosynthesematerial, verzögerte knöcherne Konsolidierung, Infektionen).

Silikonprothesen im Großzehengrundgelenk sind entsprechend der Literatur stets mit einer **hohen Komplikationsrate** verbunden. So kommen neben Infektionen und Wundheilungsstörungen auch entzündliche Reaktionen auf das Implantat, Implantatschäden, Dislokation des Implantates, septische Lockerung, avaskuläre Nekrosen, Knochenproliferation oder eine cock-up-deformity bei einer prothetischen Versorgung des

Großzehengrundgelenkes vor (Swanson et al. 1979). Diese Komplikationen sind allerdings nicht nur auf Silikon-Prothesen beschränkt, sondern auch bei metallischen Hemi- und Totalprothesen aufgetreten (Townley und Taranow 1994, Notni et al. 2001). Das Hauptproblem bei den Großzehengrundgelenksprothesen stellen allerdings die häufigen Lockerungszeichen und Implantatbrüche dar, die im Lauf der Jahre stetig steigen. So verzeichnet Shankar (1995) nach 9,1 Jahren in seinem Hallux-rigidus-Patientenkollektiv 42% frakturierte Prothesen. Auch stellt Shankar (1995) bei 52% seiner Hallux-rigidus-Patienten zystische und erosive Veränderungen fest. Dies fanden auch Verhaar et al. (1989) nach 5 Jahren bei ihren Hallux-rigidus-Patienten. Allerdings wurde auch festgestellt, dass in den wenigsten Fällen die defekten Prothesen symptomatisch wurden. In weiterer Konsequenz kann sich auch eine Synovitis und Lymphadenopathie entwickeln, verursacht durch die freien Silikonpartikel. Bei einer histologischen Nachuntersuchung nach einer Revision konnte festgestellt werden, dass meistens eine Silikon-Granulomatose vorliegt, charakterisiert durch zahlreiche Riesenzellen, von denen einige intrazellulär Silikonpartikel aufwiesen (Worsing et al. 1982). Bezüglich der Haltbarkeit von Silikon-Prothesen konnte festgestellt werden, dass Patienten mit Hallux rigidus weniger Komplikationen oder degenerative Veränderungen aufweisen als Hallux-valgus-Patienten oder Patienten mit rheumatischer Arthritis (Krismer et al. 1990, Sethu et al. 1980). Dennoch zeigten mehrere Studien, dass die Nachteile einer Silikonprothese über die Jahre zunehmen, sodass auch die allgemeine Tendenz entstand, von dieser Therapieform Abstand zu nehmen.

Bezüglich der Komplikationsrate und Haltbarkeit von **metallischen Hemi-oder Totalendoprothesen** bei Hallux-rigidus-Patienten liegt bis jetzt nur ein Langzeit-Nachuntersuchungsergebnis vor (Townley und Taranow 1994). Allerdings zeichnet sich eine Tendenz ab, dass eine Langzeit-Haltbarkeit ebenfalls nicht gegeben ist und die Komplikationsrate (insbesondere Lockerung) über die Jahre ebenfalls steigen wird.

Verglichen mit Nachuntersuchungen anderer Therapieformen lässt sich keine vergleichbare Studie bezüglich der Länge des Nachuntersuchungszeitraumes finden. Im Zuge einer Literaturrecherche konnte festgestellt werden, dass der AOFAS-Score bei Studien nach Hallux-rigidus-Operationen unterschiedlicher Techniken angewandt wurde. Allerdings soll die graphische Gegenüberstellung keinen direkten Vergleich darstellen, sondern lediglich die verschiedenen Nachuntersuchungsergebnisse veranschaulichen.



AOFAS-Score-Ergebnisse im Vergleich

Eine Analyse der Studien, die den Score der American Foot and Ankle Society zur Gesamtbeurteilung des Operationsergebnisses herangezogen haben, zeigt bei 3 Cheilektomie-Studien (Easley et al. 1999, 85 Punkte; Feltham et al. 2001, 80 Punkte; Coughlin und Shurnas 2003b, 90 Punkte) ein sehr einheitliches Ergebnis. Die Ergebnisse nach Resektionsarthroplastik zeigten vergleichbare Werte, allerdings bei wesentlich längerer Nachuntersuchungsdauer. Hingegen lieferte der bei den 4 Arthrodesse-Studien bei Hallux-rigidus-Patienten (Ettl et al. 2003, Coughlin und Shurnas 2003b, DeFrino et al. 2002, Lombardi et al. 2001) resultierende AOFAS-Score kein einheitliches Bild. So ergibt der Score bei DeFrino et al. (2002) 80 Punkte und bei Coughlin und Shurnas (2003) 89 Punkte. Die Arbeiten von Ettl et al. (2003) mit 53 Punkten und Lombardi (2001) mit 47,8 Punkten ergaben allerdings ein anderes Bild. Auch musste der Score bei der Studie von DeFrino et al. (2002) abgeändert werden, da der Autor das Kriterium „Beweglichkeit“ (10 Punkte) aus der Bewertung nahm. So konnte bei diesem modifizierten AOFAS-Score eine maximale Punkteanzahl von 100 erreicht werden, die im ursprünglichen Sinn nicht erreichbar wäre.

Zusammenfassung

Die adäquate Therapie des Hallux rigidus lässt sich nicht in einen strengen Behandlungsplan zusammenfassen, zumal die jeweilige Anforderung an die Belastbarkeit der Großzehe und dafür nötige therapeutische Compliance eine individuelle Maßnahme erfordert. Dennoch kann man feststellen, dass in frühen Stadien des Hallux rigidus ein konservativer therapeutischer Versuch sinnvoll ist.

Operativ sollte man bei einem Hallux rigidus Grad I-II die **Cheilektomie** aufgrund des Erhaltes der Biomechanik, der Wahrung der Stabilität, der Verhinderung langer Rekonvaleszenzen, dem guten kosmetischen Resultat und der niedrigen Komplikationsrate als Therapie erster Wahl empfehlen. Allerdings ist die Nachhaltigkeit dieser Therapieform oft angezweifelt worden (Easley et al. 1999, Coughlin und Shurnas [2003b], Feltham et al. 2001) und eine Progredienz der Arthrose festgestellt worden. Als operative Alternative der frühen Stadien eines Hallux rigidus ist die dorsale Keilosteotomie als eine aufwändigere Operationstechnik mit langer Rekonvaleszenz der Cheilektomie unterlegen.

Bei einem Hallux rigidus **im fortgeschrittenen Stadium** ist die Auswahl der operativen Therapie weitgehend abhängig von der **geforderten postoperativen Belastbarkeit**: werden keine großen Ansprüche an die Belastbarkeit gestellt, so ist auch heute beim fortgeschrittenen Hallux Rigidus die Resektionsarthroplastik nach **Keller-Brandes** eine zu sinnvolle Therapieform. Aufgrund des dauerhaft guten Operationsergebnisses, kombiniert mit dem Erhalt der Beweglichkeit der Großzehe kann diese einfache und komplikationsarme Operation bei Patienten mit geringerer Erwartung an die Belastbarkeit indiziert werden. Die Vorteile der **Arthrodes** gegenüber der Resektionsarthroplastik sind allerdings das bessere kosmetische Resultat mit geringerer Verkürzung der Großzehe, sowie die bessere postoperative Belastbarkeit des Hallux. Auch ist die Arthrodes die einzige vernünftige Salvage-Operation nach misslungenen nicht-gelenkserhaltenden Operationen. Eine Cheilektomie erscheint im fortgeschrittenen Stadium oft nicht mehr ausreichend. Die hohen Komplikationsraten der **prothetischen Versorgung** des Großzehengrundgelenkes können diese Operation auch heute nur in Ausnahmefällen Einzelfällen als sinnvolle Alternative erscheinen lassen.

Kapitel 6

Metatarsalgie

1. Definition

Definitionsgemäß handelt es sich um Schmerzen im Bereich der Metatarsalia II – V, im Besonderen im Bereich der Zehengrundgelenke (MTP Gelenke) aufgrund verschiedener Ursachen.

2. Ätiologie / Pathogenese

Die Ätiologie der Metatarsalgie ist mannigfach. Die folgende Auflistung gibt eine Übersicht über die differentialdiagnostischen Überlegungen. Wie bei anderen Krankheitsbildern sind auch fachübergreifende Diagnosen in Betrachtung zu ziehen.

2.1. Hautprobleme

- Atrophie des plantaren Fettpolsters
- Warzen (meist nicht an Belastungsstellen)
- Lokalisierte Hyperkeratose (bei prominentem fibularem Condylus eines Metatarsalköpfchens)
- Diffuse Hyperkeratose (aufgrund einer mechanischen Überbelastung s.auch strukturelle Ursachen)

2.2. Gelenksprobleme (MTP Gelenke):

- Dorsale Luxation und Subluxation : aufgrund der chronischen Schwächung und Degeneration der plantaren Kapselstrukturen kommt es durch eine Verschiebung des Drehpunktes der intrinsischen Fußmuskulatur zur dorsalen (Sub-)luxation
- Synovitis
- Unspezifische oder Arthritis bei Krankheiten aus dem rheumatoiden Formenkreis
- Avaskuläre Köpfchennekrose (Morbus Köhler II)
- Cross over Deformität der Zehen

2.3. Nervale Ursachen

- Morton Neurom

2.4. Strukturell

2.4.1. Primäre /angeborene Ursachen aufgrund anatomischer Gegebenheiten:

- Kurzes Metatarsale I
- Isoliertes langes Metatarsale II – V
- Hallux valgus
- Instabiler I. Strahl
- Hohlfuß
- Spitzfuß

2.4.2. Sekundäre / auch iatrogene Ursachen:

- Iatrogener verkürzter I. Strahl (z.B. Hallux valgus OP)
- Iatrogenes dorsal verlagertes Metatarsale I Köpfchen (z.B. Hallux valgus OP)
- Z.n. Keller Brandes
- Metatarsale Frakturen
- Schuhbedingt (spitz zulaufend, Stöckelschuh)
- Vor allem falsch durchgeführte Hallux Operationen führen aufgrund des Unvermögens der Belastungsaufnahme durch den I. Strahl zur Verlagerung der Belastung auf die anderen Metatarsalköpfchen und somit zur Transfermetatarsalgie. In vielen Fällen findet sich bei Überbelastung der Metatarsalgelenke eine diffuse Hyperkeratose im Bereich des betroffenen Gelenks.

2.5. Andere Ursachen

- Stressfrakturen der Metatarsalia

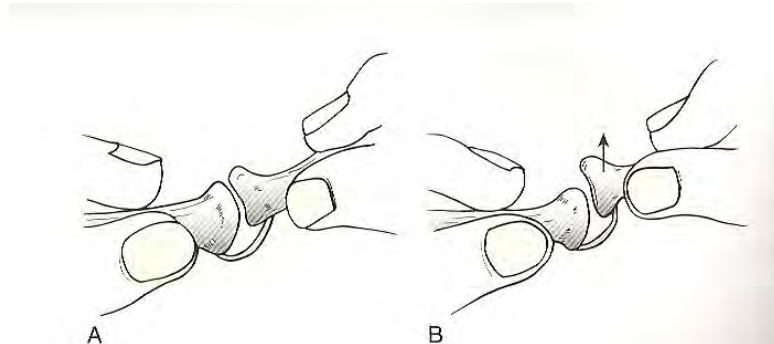
3. Klinik

Der Patient gibt Schmerzen im Bereich der Metatarsalköpfchen und / oder Verlauf der Metatarsalia vor allem bei Belastung (Stehen/Gehen) an. Typischerweise lokalisiert der Patient die Schmerzen eher plantarseitig. Manchmal findet sich eine Schwellung im Bereich des betroffenen Gelenks, welche sich auf den gesamten Vorfuß ausbreiten kann. Bei entzündlichem Geschehen kommen Rötung und Überwärmung dazu. Im Falle einer chronischen Überbelastung kommt es zur Ausdünnung und Distalisierung des plantaren Fettkörpers. Schließlich kann es im Rahmen einer chronischen Überbelastung der plantaren Strukturen der MTP Gelenke auch zum Bild der Hammer- und Krallenzehen kommen.

4. Diagnostik

4.1. Klinisch

Inspektion und Palpation der schmerzhaften Strukturen. Überprüfung des Gelenks auf (Sub-)luxation, indem versucht wird, die Zehe im Gelenk nach dorsal zu luxieren. (s. Bild unten). Evaluierung der Fußform und etwaiger Fehlstellungen. Plantare Callusbildung gibt den Hinweis auf das überbelastete Gelenk.



4.2. Bildgebend

4.2.1. Röntgen dorsoplantar und seitlich im Stehen:

Beurteilung von Fehlstellungen der Zehen, etwaiger Überlängen, Luxationen der MTP Gelenke, avaskuläre Nekrosen, Stressfrakturen

4.2.2. Knochenszintigraphie

Stressfrakturen, avaskuläre Nekrosen, Arthritis

4.2.3. MRT

Stressfrakturen, Arthritis, avaskuläre Nekrosen, Weichteiltumor

5. Therapie

5.1. Konservativ

Der überwiegende Teil der Metatarsalgien lässt sich konservativ behandeln. Das Prinzip der konservativen Therapie ist vor allem die Vermeidung von Druckspitzen und die gleichzeitige Druckverteilung. Dadurch kann es auch zu einer Rückbildung der plantaren Keratosen kommen. Das Grundprinzip der Vermeidung von Druckspitzen und

Metatarsalgie

Druckverteilung lässt sich durch Einlagen erreichen. Dabei kommen vor allem die retrokapitale Abstützung mittels Pelotten oder Metatarsalleisten zur Entlastung der MT II – IV in Frage. Im Akutfall können auch Schmetterlingseinlagen zur Anwendung kommen. Bei ausgeprägten Metatarsalgien sind selten orthopädietechnische Schuhzurichtungen mit Abrollhilfe und versteifter Sohle notwendig.

Andere konservative Behandlungen inkludieren die Infiltrationen interdigital beim Morton Neurom und intraartikulär bei Arthritiden.

5.2. Chirurgisch

Es kommen folgende Verfahren an den Metatarsalia zur Anwendung:

Weil Osteotomie: distales metatarsales Osteotomieverfahren. Die Osteotomie wird von dorsal distal nach plantar proximal durchgeführt. Idealerweise wird ein kleines Knochenscheibchen zur zusätzlichen Hebung des Metatarsalköpfchens entnommen. Fixation mit einer Schraube.

Proximale closing wedge Osteotomie: Hierbei wird durch eine proximale dorsale Keilentnahme am Metatarsalknochen ca. 1 cm distal der Basis eine Hebung des Metatarsalknochens erreicht. Fixation mit einer Schraube. Die Anhebung des distalen Metatarsale ist allerdings schwer planbar.

Die diaphysäre Helal Osteotomie ohne Fixation ist als obsolet zu betrachten.

5.3. Indikation

Generell ist ein operatives Vorgehen bei der Metatarsalgie nur selten und erst nach erfolgloser konservativer Therapie indiziert. Das simple Vorhandensein einer Metatarsalgie vor allem ohne Luxation des Zehengrundgelenks ist KEINE Indikation zum operativen Vorgehen.

Weil Osteotomie:

- (sub-)luxiertes Zehengrundgelenk
- Überlänge des Metatarsale

Proximale Osteotomie:

- Keine (Sub-)luxation des Zehengrundgelenks
- Überlänge oder Index +/-
- Isolierte Metatarsalgie (auf ein Metatarsale beschränkt)

5.4. Kontraindikationen

Allgemeine Operationskontraindikationen wie Infekt, PAVK, Neuropathien, mangelnde Compliance.

5.5. Nachbehandlung:

- Weil Osteotomie: postoperativer Schuh wie nach Hallux OP für 6 Wochen mit erlaubter Vollbelastung
- Proximale Osteotomie: teilbelasteter Unterschenkelgips für 6 Wochen + Thromboseprophylaxe

5.6. Komplikationen:

- Weil Osteotomie: Extensionskontraktur des Zehengrundgelenks, Pseudarthrose, Transfermetatarsalgie
- Proximale Osteotomie: Pseudarthrose, Transfermetatarsalgie

Literatur:

The Weil osteotomy: a seven-year follow-up. Hofstaetter SG, Hofstaetter JG, Petroutsas JA, Gruber F, Ritschl P, Trnka HJ. J Bone Joint Surg Br. 2005 Nov;87(11):1507-11.

Floating-toe deformity as a complication of the Weil osteotomy. Migues A, Slullitel G, Bilbao F, Carrasco M, Solari G. Foot Ankle Int. 2004 Sep;25(9):609-13.

Dorsiflexion contracture after the Weil osteotomy: results of cadaver study and three-dimensional analysis. Trnka HJ, Nyska M, Parks BG, Myerson MS. Foot Ankle Int. 2001 Jan;22(1):47-50.

Metatarsalgia. Treatment of the dorsally dislocated metatarsophalangeal joint Trnka HJ, Ivanic GM, Mühlbauer M, Ritschl P. Orthopäde. 2000 May;29(5):470-8.

Comparison of the results of the Weil and Helal osteotomies for the treatment of metatarsalgia secondary to dislocation of the lesser metatarsophalangeal joints. Trnka HJ, Mühlbauer M, Zettl R, Myerson MS, Ritschl P. Foot Ankle Int. 1999 Feb;20(2):72-9.

Reconstruction de l'avant pied (Forefoot reconstruction). LS Barouk, P Barouk. Springer Verlag 2006.

Surgery of the foot and ankle. M Coughlin, R Mann, Ch Saltzman. Mosby Elsevier 8th edition, 2007.

Kapitel 7

Kleinzehendeformitäten

1. Begriffe:

1.1. Deformitäten II. – IV. Zehe

- Hammerzehe
- Krallenzehe
- Malletzehe

1.2. Deformitäten V. Zehe

- Bunionette
- Digitus V. Varus superductus
- Digitus V. Varus subductus

2. Deformitäten II. – IV. Zehe

- Hammerzehe
- Krallenzehe
- Malletzehe

2.1.Ätiologie

- Angeboren
- Erworben (Schuhkonflikt)
- Hallux valgus
- Überlänge 2. Zehe
- Kompl. rheumat. Deformitäten
- Neuromuskulär (CMT, MS, Insult,...)
- Stoffwechselkrankheiten (DM)

2.2. Pathogenese

Überwiegen der extrinsischen gegenüber der intrinsischen Muskulatur an den proximalen und distalen Zehengelenken sowie an den Zehengrundgelenken.

Extrinsische Muskulatur

- M. extensor dig. longus
- M. flexor dig. longus et brevis

Intrinsische Muskulatur

- Mm. Interossei
- Mm. lumbricales

Stabilisierender Faktor

- Plantare Platte

2.3. Klinik

2.3.1. Hammerzehe

Beugekontraktur im PIP (flexibel/ kontrakt)

2.3.2. Krallenzehe

Beugekontraktur im PIP, Beugekontraktur im DIP, Extensionskontraktur im MTP

2.3.3. Malletzehe

Beugekontraktur im DIP

2.4. Bildgebende Diagnostik

Röntgenaufnahmen: Vorfuß dorsoplantar im Stehen und schräg

2.5. Konservative Therapie

- Einlagen
- Schuhzurichtungen

2.6. Operative Therapie

- Trochlearesektion
- PIP Arthrodesse / DIP Arthrodesse
- Flexor pro Extensor Transfer

2.6.1. Zusatzeingriffe

- Kapsulotomie (MTP)
- Strecksehnenverlängerung
- ev. Weilosteotomie
- MT I Osteotomie

2.7. Nachbehandlung

- Belastung im Therapieschuh möglich
- Antiphlogistika
- Hochlagern
- Draht ex nach 3 – 4 Wochen
- Plantarisierender Verband

2.8. Komplikationen

- Schwellneigung (mehrere Monate)
- Seitl. Achsabweichung
- Schlotterzehe (ausgedehnte Resektion)
- Rezidiv
- Infektion
- Wundheilungstörung

3. Deformitäten V. Zehe

3.1. Bunionette

Deformität des lateralen Vorfußes mit einer schmerzhafter Prominenz des Metatarsale V Köpfchens, ausgeprägter Varusstellung der V. Zehe bei Valgusfehlstellung des Metatarsale V

Kleinzehendeformitäten

Synonyme

Kleinzehenballen

Taylor`s Bunion

3.1.1.Ätiologie

- Vergrößerter Intermetatarsale IV/V Winkel
- kurzes Metatarsale V
- primär hohe Mobilität des MT V
- Muskelimbalance (fehlender Ursprung des queren Anteils des M. add. hallucis)
- verstärkte Pronation des Rückfußes (cP)
- laterale Ausbiegung des MT V (lateral Bowing)
- Verbreiterung des MT V Köpfchens
- meist beidseits
- Frauen > Männer (3,8 : 1)
- häufig bei Spreizfüßen in Kombination mit Hallux valgus

3.1.2. Klinik

- Schuhdruck Lateralseite MTK V über Exostose
- Hypertrophie der Weichteile des Metatarsale V Köpfchens
- Bursitis
- Plantare oder laterale Schwielen
- Interdigitaler Clavus IV/V
- Varusdeformität der Kleinzehe

3.1.3. Bildgebende Diagnostik

Röntgenaufnahmen: d/p und schräg

Normalwerte:

- Intermetatarsale IV/V Winkel: max. 8°
- Quintus varus Winkel: max. 5°

Klassifikation:

- **Typ I:** Durchmesser des MT V Köpfchens vergrößert
- **Typ II:** Ausbiegung des MT V nach lateral
- **Typ III:** Intermetatarsale IV/V Winkel vergrößert
- **Typ IV:** Kombination Typ I – III

3.1.4. Konservative Therapie

- Einlagen
- Schuhzurichtungen

3.1.5. Operative Therapie

- Therapieresistente Schmerzen und Überlastungserscheinungen am Köpfchen des Metatarsale V

Operationstechniken

- Exostosenabtragung
- Köpfchenresektion
- distale Osteotomien (Chevron,..)
- diaphysäre Osteotomien (Ludloff,..)
- basale Osteotomien (Chevron,..)

3.1.6. Nachbehandlung

- Verbandschuh mit starrer Sohle
- ev. Zügelverband
- Röntgenkontrolle 6 Wochen postoperativ

3.1.7. Kontraindikationen

- Degenerative Gelenksveränderungen
- Infektionen
- PAVK
- neurologische Erkrankungen

3.1.8. Komplikationen

- Wundheilungsstörung, Infektion
- Verletzung des Gefäß-Nervenbündels
- Verkürzung
- Transfermetatarsalgie
- Korrekturverlust/ Rezidiv
- verzögerte Knochenheilung
- Pseudarthrose
- Avaskuläre Nekrosen

3.2. Digitus V Varus superductus

3.2.1. Definition

Verkürzte, die 4. Zehe überlagernde Kleinzehe mit Supinationsfehlstellung.

3.2.2. Ätiologie

- Angeborene Deformität
- Familiär gehäuftes auftreten
- Meist beidseits

3.2.3. Pathogenese

- Dysplasie der intrinsischen Muskulatur
- Hypermobiles MTP V Gelenk
- Knöcherne Deformität

3.2.4. Klinik

- Im Schuh Druckschmerz über der Zehe im Kappenbereich
- Bursitis über dem Metatarsale V Köpfchen
- Mit zunehmenden Alter Kontraktur mit Fixierung der Deformität

3.2.5. Therapie

- Konservativ im Kindesalter (redressierende Behandlung mit Tape oder Nachtschienen)
- Operativ

3.2.6. Operative Therapie

- Amputation
- Weichteileingriffe
- Kombinierte Eingriffe (Weichteil und Knochen)

3.2.7. Komplikationen

- Hohe Rezidivquote bei nicht radikalem Vorgehen
- Sensibilitätsstörungen
- Wundheilungsstörungen rel. häufig

3.3. Digitus V Varus subductus

3.3.1. Ätiologie

- Unbekannt
- Ungleichgewicht der intrinsischen Muskulatur
- Neurolog. Veränderungen (spinale Mißbildung)

3.3.2. Klinik

- Beugekontraktur der Interphalangealgelenke
- Geringe Adduktion und Supination
- Selten kontrakt und progredient
- Kinder und Jugendliche
- Meist bds.
- Gelegentlich auch III. und IV Zehe betroffen

3.4. Zusammenfassung Kleinzehendeformitäten dig V

- Der Kleinzehenballen ist eine rel. häufige Veränderung des lateralen Vorfußes.
- Eine operative Sanierung sollte bei klinischer Symptomatik durchgeführt werden.
- Die Chevron Osteotomie ist ein sicheres Verfahren zur Korrektur der Deformität.
- Das Erreichen einer adäquaten Kosmetik bei Digitus quintus varus superductus ist oft schwierig.
- Die Komplikationsrate ist höher als in der Literatur angegeben.

Literatur

- Johnson K.A.: Problems of the lesser toes. In: Surgery of the Foot and Ankle 1989, pp101-150.
- Myerson N.S., Shereff N.J.: The pathological anatomy of claw and hammer toes. J Bone Joint Surg. 71A: 45-49, 1989
- Coughlin M.J.: Operative repair of the mallet toe deformity. Foot Ankle Int., 16: 109-116, 1995
- Coughlin M.J., Mann R.A.: Lesser toe deformities, in Coughlin MJ and Mann RA (eds), Surgery of the Foot and Ankle 1999, pp 320-391.
- Cockin J.: Butler`s operation for an over –riding 5th toe. J Bone Joint Surg 50B: 78-71, 1968
- Taylor R.G.: The treatment of claw toes by multiple transfers of flexor into extensor tendon. J Bone Joint Surg 33B: 539, 1951

Kapitel 8

Achsfehlstellungen und Formvarianten am Fuß

1. Rückfußvalgus

1.1.Ätiologie

- a. Knick-Plattfuß
 - i. Primärer Knick-Plattfuß
 - 1. Idiopathischer physiologischer Knick
 - ii. Sekundärer Knick Plattfuß Plattfuß
 - 1. Schlanfe Lähmungen
 - a. Poliomyelitis
 - b. Myasthenia gravis
 - c. Myotoner Dystonie
 - d. Spinaler Muskelatrophie
 - e. Myleomingozele
 - f. Querschnittlähmung
 - g. Periphere Nervenschädigung
 - h. Charcot Marie Tooth
 - 2. Spastische Lähmung
 - a. Infantile Zerebralparese
 - b. St.p. Schädelhirntrauma
 - c. Hereditäre spastische Spinalparalyse
 - 3. Verletzung der Tibialis posterior Sehne
 - 4. st.p. Calcaneusfraktur
 - 5. St.p.Sprunggelenksfraktur
 - 6. Tibialis posterior Sehnendysfunktion
 - 7. Rheuma
 - 8. Koalitio der Fußwurzelknochen
 - 9. Charcot Arthropathie
 - 10. Seltene Erkrankungen

1.2. Klinik

- a. Fersenvalgus
- b. „Too many toe sign“
- c. Abgesunkenes Längsgewölbe
- d. Prominenter Taluskopf
- e. Druckstelle am os naviculare
- f. Konvexer Fußinnenrand
- g. Fehlende Inversion bei Zehenstand

1.3. Diagnostik

- a. Klinische Untersuchung
 - i. Inspektion im Stehen
 - ii. Von hinten



Juveniler Plattfuß



fehlende Inversion bei Zehenstand
55 jähriger Patient

- b. Radiologische Untersuchung

- i. Fuß seitlich stehend

- 1. Talo-calcaneärer Winkel (normal 25° - 45°)
 - 2. Calcaneus-Boden Winkel (normal 10° - 30°)
 - 3. Talus-metatarsale-I-Winkel (normal -4° bis 4°)

- ii. Fuß dp stehend

- 1. Talocalcaneare Divergenz (normal 15° - 40°)
 - 2. Talus-metatarsale-I-Winkel (normal -20° bis 20°)
 - 3. Talonaviculare Überdeckung I - III (Sangeorzan 1993)

- iii. OSG ap stehend

- c. Harris Beath Matte



- d. Pedobarographie

- i. Statisch
 - ii. Dynamisch

- e. Ganganalyse

f.

1.4. Therapie

- a. Konservative Therapie
 - i. Krankengymnastik
 - ii. Orthopädische Schuheinlagen
 - iii. Orthesen
- b. Chirurgische Therapie
 - i. Weichteileingriffe
 - 1. Achillessehnenverlängerung
 - 2. Augmentation des M. tibialis posterior
 - 3. Raffung des „Spring ligaments“
 - ii. Knöcherne Eingriffe
 - 1. Laterale Calcaneusverlängerung
 - 2. Medialisierende Calcaneusosteotomie
 - 3. Arthrorise
 - 4. Subtalare Arthrodesen
 - 5. Talonaviculare Arthrodesen
 - 6. Metatarsale 1 Plantarflexionsosteotomie
 - 7. Os cuneiforme Plantarflexionsosteotomie
 - 8. Triple Arthrodesen

2. Hohlfuß

2.1. Ätiologie

- a. Neuromuskuläre Ursachen
 - i. Progrediente Erkrankungen
 - 1. Zentral z.B.:
 - a. Erkrankungen mit erhöhtem Muskeltonus (Multiple Sklerose)
 - b. Erkrankungen mit vermindertem Muskeltonus (Tethered-Cord-Syndrom)
 - 2. Peripher z.B.:
 - a. Neuritis, Polyneuropathie
 - b. Spinale Muskelatrophie
 - c. Muskeldystrophien
 - ii. Nicht progrediente Erkrankungen
 - 1. Zentral z.B.:
 - a. Erkrankungen mit erhöhtem Muskeltonus (infantile Zerebralparese, nach Apolpex, nach Schädel Hirn Trauma)
 - b. Erkrankungen mit vermindertem Muskeltonus (Spina bifida)
 - c. Nach Meningitis
 - d. Hirnmissbildungen
 - 2. Peripher
 - a. Poliomyelitis
 - b. Periphere ischiadicusschädigung
 - c. Arthrogrypose
 - iii. Verletzung peripherer Nerven

Achsfehlstellungen am Fuß

- iv. Schädigung von Spinalwurzeln
- b. Posttraumatische Hohlfußdeformitäten
 - i. Nach Kompartmentsyndrom
 - ii. Nach Sehnen oder Muskelverletzung
 - iii. Verbrennungskontrakturen
- c. Weitere Ursachen
 - i. Charcot Arthropathie
 - ii. Iatrogene Ursachen (nach Operationen)
 - iii. Angeborene Klumpfüße mit Hohlfußkomponente
 - iv. Koalitionen

2.2. Diagnostik

- g. Klinische Untersuchung
 - i. Inspektion im Stehen
 - ii. Von hinten
 - iii. Coleman-Block-Test
- h. Radiologische Untersuchung
 - i. Fuß seitlich stehend
 - 1. Talo-calcaneärer Winkel (normal 25 -45°)
 - 2. Calcaneus-Boden Winkel (normal 10 – 30°)
 - 3. Talus-metatarsale-I-Winkel (normal -4 bis 4°)
 - ii. Fuß dp stehend
 - 1. Talocalcaneare Divergenz (normal 15 – 40°)
 - 2. Talus-metatarsale-I-Winkel (normal -20 bis 20°)
 - 3. Talonaviculare Überdeckung I - III (Sangeorzan 1993)
 - iii. OSG ap stehend
- i. NLG
- j. Pedobarographie
 - i. Statisch
 - ii. Dynamisch
- k. Ganganalyse



2.3. Klinik

- a. Fersenvarus
- h. Hohes Längsgewölbe
- i. Vorfußpronation
- j. Steiles Metatarsale 1
- k. Clavusbildung unter den Metatarsalköpfchen
- l. Oft hypotrophe intrinsische Muskulatur



2.4. Klassifikation des Hohlfuß

- a. Medialer Ballenhohlfuß –
 - i. Krallenzehen
 - ii. Vorfußpronation
 - iii. Dorsalflexion im OSG eingeschränkt
 - iv. Wadenmuskulatur intakt
 - v. Rückfuß varisch
- b. Kompletter Ballenhohlfuß
 - i. Krallenzehen
 - ii. Vorfuß gleichmäßig steilstehend

Achsfehlstellungen am Fuß

- iii. Dorsalflexion im OSG möglich
- iv. Wadenmuskulatur intakt
- v. Rückfuß neutral
- c. Hackenhohlfuß
 - i. Wadenmuskulatur geschwächt
 - ii. Intrinsische Muskulatur erhalten
 - iii. Dorsalflexion im OSG Freitag
 - iv. Calcaneusfehlstellung
- d. Mischformen

2.5. Therapie

- b. Konservative Therapie
 - i. Krankengymnastik
 - ii. Medikamentöse Therapie (Botulinum)
 - iii. Orthopädische Schuheinlagen
 - iv. Orthesen
- b. Chirurgische Therapie
 - i. Weichteileingriffe
 - 1. Sehnenverpflanzungen
 - 2. Muskel und Sehnenverlängerungen
 - 3. Sehnedurchtrennungen – Tenotomien (z.B. Plantarfaszie)
 - 4. Tenodesen
 - 5. Kaspulotomien
 - ii. Knöcherne Eingriffe
 - 1. Dwyer Osteotomie
 - 2. Dorsal verschiebende Calcaneusosteotomie
 - 3. Entnahme eine Fußkeiles
 - 4. Resektionsarthrodesen (Lisfranc)
 - 5. Triple Arthrodesen

3. Klumpfuß

Siehe kindlicher Fuß

4. Sichelfuß

Siehe kindlicher Fuß

Literatur

¹⁻³Literatur

1. Döderlein,L., Wenz,W., and Schneider,U.: *Der Hohlfuß* > , 2000.
2. Döderlein,L., Wenz,W., and Schneider,U.: *Der Knickplattfuß* > , Springer Verlag, 2002.
3. Wanivenhaus,A.: Unterschenkel und Fuß, in Wirth,C.J. (ed), *Praxis der Orthopädie, Band II*. Stuttgart , Georg Thieme Verlag, 2001, pp. 558-641.

Kapitel 9

Der Hohlfuß

Die Bezeichnung Hohlfuß oder **Pes cavus** beschreibt eine Fußdeformität mit pathologischer Betonung des Längsgewölbe auf Grund einer fixierten Plantarflexionsstellung des Vorfußes im Verhältnis zum Rückfuß, die sich unter Belastung nicht ausgleichen.

1. Ätiologie

- **Neuromuskuläre Ursachen**

- a. Progrediente Erkrankungen**

- i. Zentral z.B.

- 1. Erkrankungen mit erhöhtem Muskeltonus (Multiple Sklerose)
 - 2. Erkrankungen mit vermindertem Muskeltonus (Tethered-Cord-Syndrom)

- ii. Peripher z.B.:

- 1. Neuritis, Polyneuropathie
 - 2. Spinale Muskelatrophie
 - 3. Muskeldystrophien

- b. Nicht progrediente Erkrankungen**

- i. Zentral z.B.:

- 1. Erkrankungen mit erhöhtem Muskeltonus (infantile Zerebralparese, nach Apoplex, nach Schädel Hirn Trauma)
 - 2. Erkrankungen mit vermindertem Muskeltonus (Spina bifida)
 - 3. Nach Meningitis
 - 4. Hirnmissbildungen

- ii. Peripher

- 1. Poliomyelitis
 - 2. Periphere ischiadicusschädigung
 - 3. Arthrogrypose

- iii. Verletzung peripherer Nerven

- iv. Schädigung von Spinalwurzeln

- **Posttraumatische Hohlfußdeformitäten**
 - a. Nach Kompartmentsyndrom
 - b. Nach Sehnen oder Muskelverletzung
 - c. Verbrennungskontrakturen
- **Weitere Ursachen**
 - a. Charcot Arthropathie
 - b. Iatrogene Ursachen (nach Operationen)
 - c. Angeborene Klumpfüße mit Hohlfußkomponente
 - d. Koalitionen

2. Diagnostik

2.1. Klinische Untersuchung

- a. Inspektion im Stehen
- b. Von hinten
- c. Coleman-Block-Test

2.2. Radiologische Untersuchung

i. Fuß seitlich stehend



- 1. Talo-calcaneärer Winkel (normal 25 -45°)
- 2. *Calcaneus-Boden Winkel* (normal 10 – 30°)
- 3. Talus-metatarsale-I-Winkel (normal -4 bis 4°)

ii. Fuß dp stehend

- 1. Talocalcaneare Divergenz (normal 15 – 40°)
- 2. Talus-metatarsale-I-Winkel (normal -20 bis 20°)
- 3. Talonaviculare Überdeckung I - III (Sangeorzan 1993)

iii. OSG ap stehend

2.3. NLG

2.4. Pedobarographie

- 2.4.1. Statisch
- 2.4.2. Dynamisch

2.5. Ganganalyse

3. Klinik

- a. Fersenvarus
- a. Hohes Längsgewölbe
- b. Vorfußpronation
- c. Steiles Metatarsale 1
- d. Clavusbildung unter den Metatarsalköpfchen
- e. Oft hypotrophe intrinsische Muskulatur



- **Klassifikation des Hohlfuß**

- a. Medialer Ballenhohlfuß
 - i. Krallenzehen
 - ii. Vorfußpronation
 - iii. Dorsalflexion im OSG eingeschränkt
 - iv. Wadenmuskulatur intakt
 - v. Rückfuß varisch
- b. Kompletter Ballenhohlfuß
 - i. Krallenzehen
 - ii. Vorfuß gleichmäßig steilstehend
 - iii. Dorsalflexion im OSG möglich
 - iv. Wadenmuskulatur intakt
 - v. Rückfuß neutral
- c. Hackenhohlfuß
 - i. Wadenmuskulatur geschwächt
 - ii. Intrinsische Muskulatur erhalten
 - iii. Dorsalflexion im OSG freitragend
 - iv. Calcaneusfehlstellung
- d. Mischformen

4. Therapie

- a. Konservative Therapie
 - i. Krankengymnastik
 - ii. Medikamentöse Therapie (Botulinum)
 - iii. Orthopädische Schuheinlagen

- iv. Orthesen
- b. Chirurgische Therapie
 - i. Weichteileingriffe
 - 1. Sehnenverpflanzungen
 - 2. Muskel und Sehnenverlängerungen
 - 3. Sehnendurchtrennungen – Tenotomien (z.B. Plantarfaszie)
 - 4. Tenodesen
 - 5. Kaspulotomien
 - ii. Knöcherne Eingriffe
 - 1. Dwyer Osteotomie
 - 2. Dorsal verschiebende Calcaneusosteotomie
 - 3. Entnahme eines Fußkeiles
 - 4. Resektionsarthrodesen (Lisfranc)
 - 5. Triple Arthrodesen

Literatur

1. **Döderlein,L., Wenz,W., and Schneider,U.:** *Der Hohlfuß* > , 2000.
2. **Döderlein,L., Wenz,W., and Schneider,U.:** *Der Knickplattfuß* > , Springer Verlag, 2002.
3. **Wanivenhaus,A.:** Unterschenkel und Fuß, in Wirth,C.J. (ed), *Praxis der Orthopädie, Band II.* Stuttgart , Georg Thieme Verlag, 2001, pp. 558-641.

Kapitel 10

Der erworbene Plattfuß des Erwachsenen

1. Ätiologie

- A. Fehlfunktion der Tibialis posterior Sehne
- B. Degenerative Veränderungen des Tarsometatarsalgelenkes
- C. PcP mit Kollaps des Talonaviculargelenk
- D. Rückfußvalgus mit Arthrose des Talonavicular und Subtalargelenk
- E. Charcotarthropathie mit Kollaps des Fußes (Löschwiegenfuß)

ad. A Fehlfunktion der Tibialis posterior Sehne

1. Ätiologie

- a. Überbelastung
- b. Impingement-Schaden im Bereich des Innenknöchels
- c. Os tibiale externum
- d. Entzündliche Veränderungen mit chronischer Tenosynovitis
- e. Vorangegangene Kortisoninjektionen

2. Klinik

- a. Schmerzen am Innenknöchel
- b. Schwellung über dem Innenknöchel
- c. Später Schmerzen am Außenknöchel
- d. Verminderung der Gehstrecke
- e. Rückfußvalgus
- f. Schuhe asymmetrisch verformt

3. Demographie

- a. Meist Frauen (75%)
- b. 50 und älter
- c. Übergewicht
- d. 70% DM, Hypertonie oder Kortisonbehandlung

4. Diagnostik

- a. Klinische Untersuchung
- b. Röntgen
- c. US
- d. MRT

5. Stadieneinteilung nach Johnson

a. Stadium I (Degeneration)

- a. Schmerzen um den Innenknöchel
- b. Schwellung
- c. Inversion der Ferse bei Zehenstand möglich
- d. Muskulatur geschwächt
- e. Fuß noch orthograd

b. Stadium II (korrigierbare Begleitdeformitäten)

- a. Schmerzen am Innenknöchel
- b. Mediales Gewölbe abgeflacht
- c. Inversion der Ferse bei Zehenstand nicht mehr möglich
- d. Vermehrte Vorfußabduktion (too many toe sign)
- e. Flexible Rückfußvalgusstellung
- f. Flexible Vorfußsupination

c. Stadium III (nichtkorrigierbare Rückfußdeformität)

- a. Laterales Impingement der Fibulaspitze mit dem Calcaneus
- b. Mediales Gewölbe abgeflacht
- c. Zehenstand nicht mehr möglich
- d. Vermehrte Vorfußabduktion (too many toe sign)
- e. Fixierte Rückfußvalgusstellung
- f. Fixierte Vorfußsupination

d. Stadium IV nach Myerson

- a. Valgusfehlstellung im OSG

6. Radiologische Auffälligkeiten

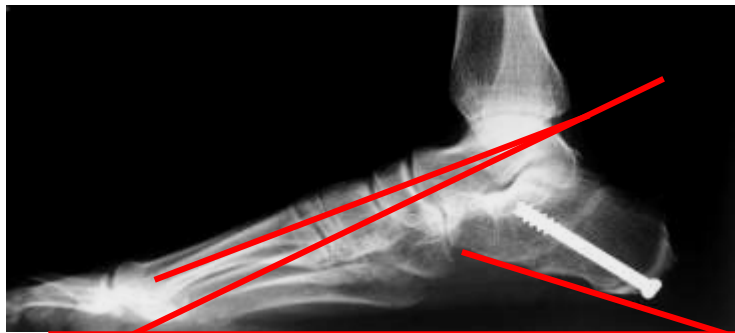
a. AP Röntgen



- a. Talus–Metatarsale I Winkel vergrößert
- b. Talonavicular Zentrierung reduziert (Sangeorzan 1993)
= Lateralverlagerung des Os naviculare auf dem Taluskopf
- c. Abduktion im Chopartgelenk

b. Seitliches Röntgen

- a. Talus–Metatarsale I Winkel vergrößert
- b. Calcaneus-Pitch Angle
- c. Talar Inclination Angle



7. Biomechanik der Tibialis posterior Sehndysfunktion

Die Tibialis posterior Sehne hat die Adduktion des Vorfuß und die Verriegelung des Subtalargelenkes zur Aufgabe. Durch die Inversionsstellung kommt es zu einer Medialisierung des Achillessehnenansatz, dadurch kann der Triceps surae auf den stabilisierten Fußhebel die Abstoßfunktion ausüben. Der Peroneus brevis wirkt als Antagonist und abduziert den Vorfuß und evertiert die Ferse. Die Tibialis posterior Sehne hat mit 2 cm eine sehr geringe Funktionsstrecke. Die relative Muskelkraft der Tibialis posterior Sehne ist mit 6.4 deutlich stärker als die der Peroneus longus Sehne (5.5), Flexor hallucis longus (3,6), Peroneus brevis (2,6) und Flexor digitorum longus (1.8)

8. Therapie

8.1. Stadium I

- a. Schonung und Kücken
- b. Antiphlogistische Medikation
- c. Lokale abschwellende Maßnahmen (Z.B. Topfen)
- d. Gipsruhigstellung
- e. Bei 6 Wochen Therapieresistenz: Synovektomie +/- Calcaneusosteotomie

8.2. Stadium II

- f. FDL Transfer mit medialisierender Calcaneusosteotomie
- g. FDL Transfer mit lateraler Calcaneusverlängerung
- h. Talonaviculararthrodese

8.3. Stadium III

- a. Double oder Triple Arthrodese

8.4. Stadium IV

- a. OSG Arthrodese + Triple Arthrodese
- b. OSG Endoprothese – Triple Arthrodese

Literatur:

1. **Coetzee, JC; Hansen, ST:** Surgical management of severe deformity resulting from posterior tibial tendon dysfunction. Foot Ankle Int, **22**:944-949, 2001.
2. **Harper, MC:** Talonavicular arthrodesis for the acquired flatfoot in the adult. Clin Orthop, 65-68, 1999.
3. **Hintermann, B; Gachter, A:** The first metatarsal rise sign: a simple, sensitive sign of tibialis posterior tendon dysfunction. Foot Ankle Int, **17**:236-241, 1996.
4. **Hintermann, B; Valderrabano, V; Kundert, HP:** Lengthening of the lateral column and reconstruction of the medial soft tissue for treatment of acquired flatfoot deformity associated with insufficiency of the posterior tibial tendon. Foot Ankle Int, **20**:622-629, 1999.
5. **Holmes, GB, Jr.; Mann, RA:** Possible epidemiological factors associated with rupture of the posterior tibial tendon. Foot Ankle, **13**:70-79, 1992.
6. **Horton, GA; Myerson, MS; Parks, BG; Park, YW:** Effect of calcaneal osteotomy and lateral column lengthening on the plantar fascia: a biomechanical investigation. Foot Ankle Int, **19**:370-373, 1998.
7. **Kelly, IP; Nunley, JA:** Treatment of stage 4 adult acquired flatfoot. Foot Ankle Clin, **6**:167-178, 2001.
8. **Kelly, IP; Easley, ME:** Treatment of stage 3 adult acquired flatfoot. Foot Ankle Clin, **6**:153-166, 2001.

Der erworbene Plattfuß des Erwachsenen

9. **Kitaoka, HB; Patzer, GL:** Subtalar arthrodesis for posterior tibial tendon dysfunction and pes planus. Clin Orthop,187-194, 1997.
10. **Kitaoka, HB; Luo, ZP; An, KN:** Effect of the posterior tibial tendon on the arch of the foot during simulated weightbearing: biomechanical analysis. Foot Ankle Int, **18**:43-46, 1997.
11. **Kitaoka, HB; Luo, ZP; An, KN:** Reconstruction operations for acquired flatfoot: biomechanical evaluation. Foot Ankle Int, **19**:203-207, 1998.
12. **Kitaoka, HB; Kura, H; Luo, ZP; An, KN:** Calcaneocuboid distraction arthrodesis for posterior tibial tendon dysfunction and flatfoot: a cadaveric study. Clin Orthop,241-247, 2000.
13. **Lynn, MD:** Nonoperative management of posterior tibial tendon dysfunction. Foot Ankle Int, **18**:457-458, 1997.
14. **Mann, RA:** Acquired flatfoot in adults. Clin Orthop,46-51, 1983.
15. **Mann, RA; Thompson, FM:** Rupture of the posterior tibial tendon causing flat foot. Surgical treatment. J Bone Joint Surg Am, **67**:556-561, 1985.
16. **Mann, RA:** Talonavicular arthrodesis for the painful adult acquired flatfoot. Foot Ankle Int, **18**:375-376, 1997.
17. **Mann, RA:** Posterior tibial tendon dysfunction. Treatment by flexor digitorum longus transfer. Foot Ankle Clin, **6**:77-87, vi, 2001.
18. **Myerson, M; Solomon, G; Shereff, M:** Posterior tibial tendon dysfunction: its association with seronegative inflammatory disease. Foot Ankle, **9**:219-225, 1989.
19. **Myerson, MS; Corrigan, J; Thompson, F; Schon, LC:** Tendon transfer combined with calcaneal osteotomy for treatment of posterior tibial tendon insufficiency: a radiological investigation. Foot Ankle Int, **16**:712-718, 1995.
20. **Myerson, MS; Corrigan, J:** Treatment of posterior tibial tendon dysfunction with flexor digitorum longus tendon transfer and calcaneal osteotomy. Orthopedics, **19**:383-388, 1996.
21. **Myerson,M.S.** Adult Acquired Flatfoot deformity. J.Bone Joint Surg.Am. 78[5], 780-792. 1996. Ref Type: Generic
22. **Myerson, MS:** Adult acquired flatfoot deformity: treatment of dysfunction of the posterior tibial tendon. Instr Course Lect, **46**:393-405, 1997.
23. **Nyska, M; Parks, BG; Chu, IT; Myerson, MS:** The contribution of the medial calcaneal osteotomy to the correction of flatfoot deformities. Foot Ankle Int, **22**:278-282, 2001.
24. **Sammarco, GJ; Hockenbury, RT:** Treatment of stage II posterior tibial tendon dysfunction with flexor hallucis longus transfer and medial displacement calcaneal osteotomy. Foot Ankle Int, **22**:305-312, 2001.
25. **Sferra,J.J. and Rosenberg,G.A.** Nonoperative Treatment of Posterior Tibial tendon Pathology. Foot Ankle Clin. 2, 261-273. 1997. Philadelphia, London, Toronto, Montral, Dyney, Tokyo, W.B.Saunders Company. Ref Type: Generic
26. **Silver, RL; Garza, J; Rang, M:** The myth of muscle balance: A study of relative strengths and excursions of normal muscles about the foot and ankle. J Bone Joint Surg Br, **67**:432-437, 1985.
27. **Trnka, HJ; Easley, ME; Myerson, MS:** The role of calcaneal osteotomies for correction of adult flatfoot. Clin Orthop,50-64, 1999.

Kapitel 11

Erkrankungen der Achillessehne

1. Anatomische Strukturen / Differentialdiagnostik

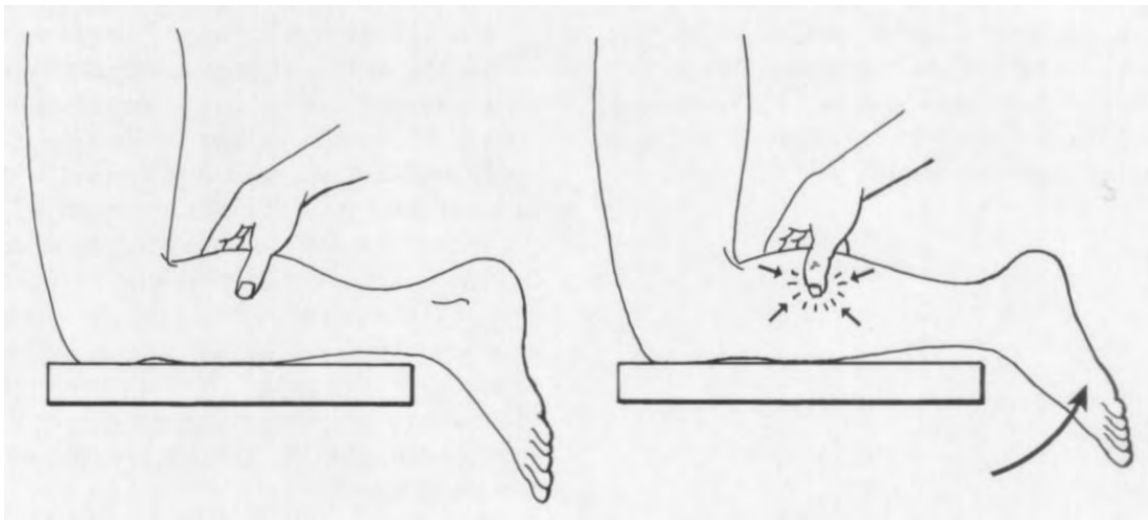
Folgende Strukturen sind in der Diagnostik von Erkrankungen der Achillessehne zu berücksichtigen:

- Achillessehne
- Peritendinium
- parallel verlaufende Muskulatur (M. flex. hall. long., M. flex. dig. long., M. tib. post.; Mm. peron. long. et brevis; M. triceps surae)
- Haut u. Subkutis
- Bursen
- knöcherne Strukturen des Rückfußes
- radikuläre u. periphere Nervenläsionen



2. Akute Achillessehnenruptur

Die akute Achillessehnenruptur ist klinisch-anamnestisch für den Patienten ein meist eindeutig wahrnehmbares Ereignis, nur sehr seltene Fälle von akuten Achillessehnenrupturen ereignen sich für den Patienten nahezu unmerklich und erst aufgrund der darauf folgenden Funktionseinbußen. Die Symptome der akuten Achillessehnenruptur sind der akute Schmerzbeginn, ein meist sogar hörbarer „Schnalzer“ und eine, insbesondere unmittelbar nach dem Trauma palpable Delle im Sehnenverlauf, die in weiterer Folge (innerhalb von Stunden bis Tagen) durch Schwellung, Hämatom und bindegewebige Organisation des Hämatoms weniger deutlich tastbar wird. An Funktionseinbußen zeigt sich die Unmöglichkeit des Zehenspitzenstandes, ein charakteristisches Gangbild mit der Unmöglichkeit, den Vorfuß unmittelbar nach Fersenkontakt kontrolliert aufzusetzen, sowie ein positives Thompson-Zeichen: beim liegenden bzw. knienden Patienten wird normalerweise bei quерem Druck der Wade der hängende Fuß in eine Plantarflexion bewegt, bei Ruptur der Achillessehne fällt diese Plantarflexion aus. Fallweise kann das Thompson-Zeichen bei intakter Sehne des Musculus plantaris longus nur schwach positiv ausfallen.



Thompson-Zeichen neg. (intakte Funktion der Achillsessehne)

2.1.Epidemiologie der akuten Achillessehnenruptur

Die Achillessehnenruptur wird als häufigste Sehnenruptur im Bereich der unteren Extremität angegeben. In letzter Zeit wurde eine zunehmende Inzidenz der akuten Achillessehnenrupturen beschrieben, als Ursache dafür wird eine Zunahme der sportlichen Aktivität im höheren Alter vermutet. Der Altersgipfel wird in der 3.-5. Dekade angegeben, die Geschlechtsverteilung männlich/weiblich beträgt 5:1.

2.2. Ätiologie

Als Ursache wird in den meisten Fällen ein indirektes Trauma in Kombination mit vorbestehender intratendinöser Degeneration angegeben. Ein direktes Trauma (z.B. Schlag auf die Achillessehne von dorsal) ist selten. Das indirekte Trauma besteht meist in einer übermäßigen Belastung der bereits vorgespannten Sehne (z.B. unerwartete Dorsiflexion des oberen Sprunggelenkes bei Trizepsanspannung beim Hängenbleiben des Fußes an einer Treppenstufe oder an einer Gehsteigkante, oder Abstoßen bei gestrecktem Knie).

Anamnestisch ist meist eine Kombination mit vorher bestehender intratendinöser Degeneration mit schon bekannter, klinisch manifester Vorschädigung der Sehne gegeben.

Folgende Risikofaktoren sind anzuführen:

- rheumatoide Arthritis
- Gicht
- systemischer Lupus erythematosus (SLE)
- endokrinologische Störungen wie Hyperthyreose und chronisches Nierenversagen
- Infektionen
- Tumoren
- Corticoidmedikation (sowohl lokal als auch systemisch)
- Medikation mit Fluorochinolonen (Ciproxin, Tarivid, etc.)
- degenerative Vorschäden durch lang anhaltende Überlastung und Fehlbelastung.

Als Lokalisation der akuten Achillessehnenruptur wird in 70-75% der Fälle eine Locus minoris resistentiae ca. 6-8 cm oberhalb des Achillessehnenansatzes angegeben, 10-25% der Abrisse ereignen sich unmittelbar am Achillessehnenansatz, ca. 10% der Fälle proximal im Sehnenspiegel bzw. Übergang in den muskulären Bereich.

3. Degenerative Achillessehnenveränderungen

Degenerative Veränderungen im Bereich der Achillessehne müssen diagnostisch in die Bilder Tendinose bzw. Peritendinitis aufgeteilt werden. Die Tendinose zeigt sich primär meist als asymptomatische Sehnendegeneration mit entsprechender spindelförmiger Verdickung der Sehne, die Peritendinitis bezeichnet eine entzündliche Veränderung der Peritendinums. Dies ist als akutes, subakutes und chronisches Krankheitsbild möglich, die Peritendinitis liegt evtl. in Kombination mit einer sekundären Tendinose vor. Die Prädispositionsstelle der Tendinose liegt in ca 50% ebenso ca. 6cm proximal des Ansatzes (in ca. ¼ der Fälle direkt im Bereich

des Achillessehnenansatzes, noch seltener proximal im Bereich des Sehnenspiegels). Die Ursache für diese Prädispositionsstelle wird in einer Abnahme der Durchblutung im Areal der mittleren Achillessehne ab dem 30. Lebensjahr gesehen, histologisch kommt es in diesem Bereich zu mukoiden Degenerationen, zu kleinen Nekrosearealen mit Mikroverkalkungen bzw. zu Mikrorupturen der kollagenen Fasern. Die Tendinose ist fallweise mit Systemerkrankungen der vergesellschaftet:

- rheumatoide Arthritis
- Infektarthritis
- Spondylitis anchylosans
- Morbus Reiter
- Infektionen (z.B. Tuberkulose)
- Stoffwechselerkrankungen (z.B. Hyperbetalipoproteinämie).

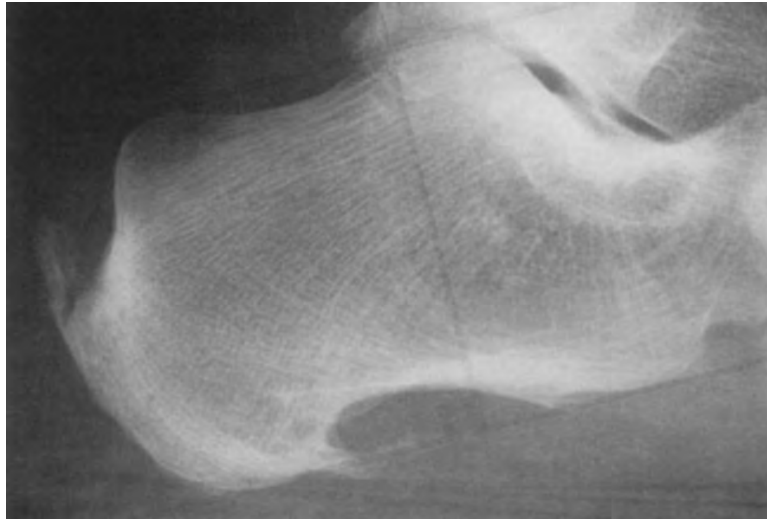
4. Bildgebende Verfahren in der Achillessehnendiagnostik

4.1. Röntgen

Die radiologische Diagnostik im Bereich der Achillessehne zeigt Verkalkungen im Bereich des Sehnenverlaufes, Verkalkungen im Bereich des Sehnenansatzes (dorsaler Fersensporn), pathologische Veränderungen im Bereich des Fersenbeins (Exostosen, sogenannte Haglund-Ferse = Calcaneus altus et latus), Veränderungen im Sinne einer Apophysitis bzw. Fersenbeinfrakturen.



Beispiel einer extremen Verkalkung bzw. Verknöcherung der Achillessehne



großer dorsaler Fersensporn im Achillessehnenansatz

4.2. Sonographie

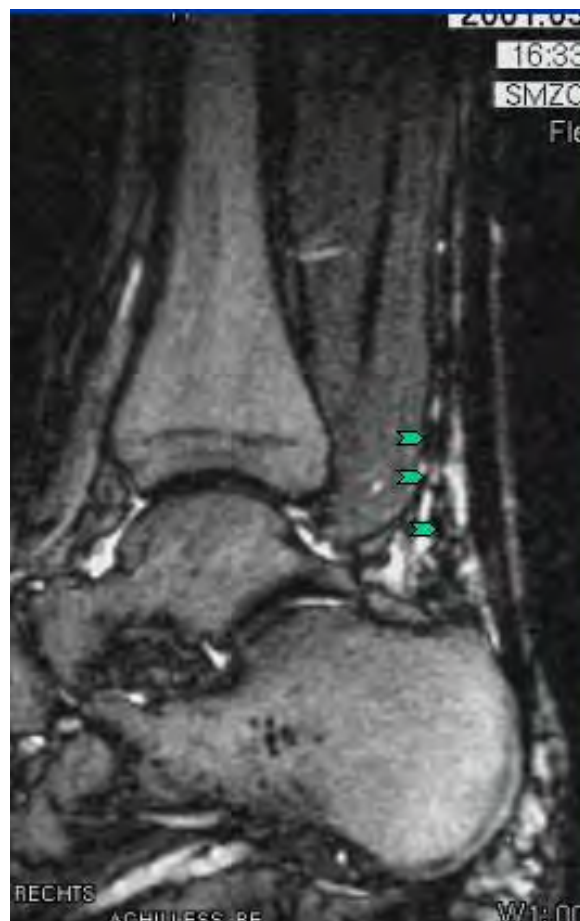
Die Sonographie lässt Aussagen über das Sehnenkaliber bzw. das Sehnenbinnensignal (Aussagekraft über degenerative Veränderungen innerhalb der Sehne, Verkalkungen, Nekroseareale) zu. Die Sonographie des Peritendineums zeigt Verbreiterungen in diesem Bereich, die Kontinuität insgesamt kann sonographisch beurteilt werden, ebenso können Bursitiden zwischen der Haut und der Sehne bzw. der Sehne und dem Calcaneus diagnostiziert werden. Das Gleiten der Sehne im Peritendineum kann in der dynamischen Untersuchung dargestellt werden.

4.3. Magnetresonanztomographie

Sehnenkaliber, degenerative Veränderungen, Nekroseareale, Peritendineum, Sehnenkontinuität, Bursitiden, Beurteilung der anderen tiefer liegenden Sehnen. Es ist jedoch darauf hinzuweisen, dass aufgrund der Schnittbildcharakteristik die oft diagnostizierte „spindelförmige Auftreibung“ ein normales schnittführungsbedingtes Artefakt sein kann.



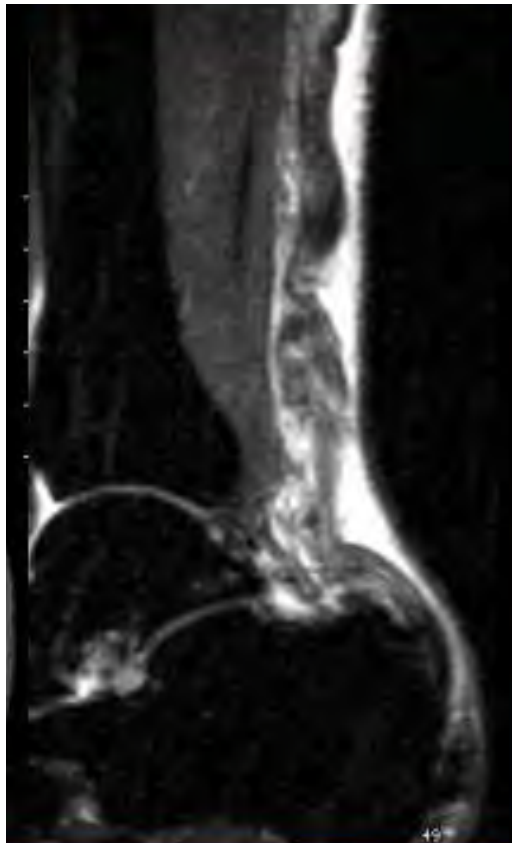
typisches Bild einer Tendinose mit mukoider Verquellung



Peritendinitis der Achillessehne



hochgradige Tendinose mit Verdacht auf Partialruptur der Achillessehne



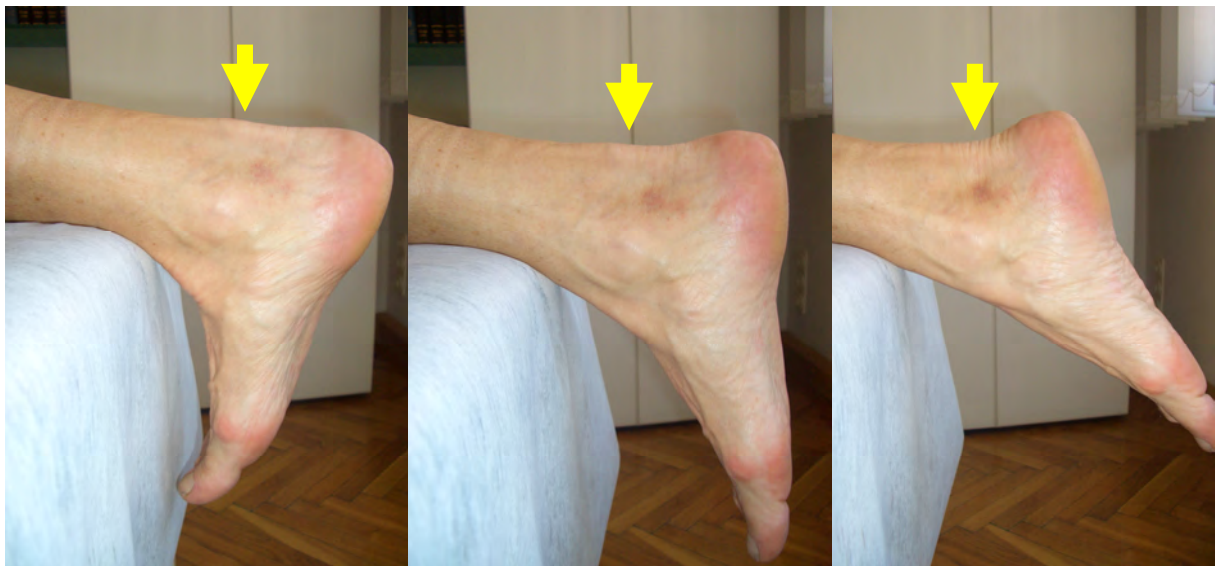
eindeutige Totalruptur der Achillessehne

5. Differentialdiagnostik – Tendinose/Peritendinitis

Die Differentialdiagnose zwischen Tendinose und Peritendinitis kann anhand des Sehnenskalibers, des Schmerzes, der Wadenatrophie und der Lokalisation getroffen werden.

Tendinose		Peritendinitis
verdickt	Kaliber	normal
+/-	Schmerz	+
+	Wadenatrophie	-
umschrieben	Lokalisation	langstreckig

Weiters kann die Differentialdiagnose Tendinose/Peritendinitis auch aufgrund der Änderung der Lokalisation der Schwellung während Bewegung im oberen Sprunggelenk gestellt werden: während die Schwellung im Falle der Tendinose mit der Sehne mitwandert, bleibt die Schwellung bei der Peritendinitis in Relation zum Sprunggelenksbereich konstant.

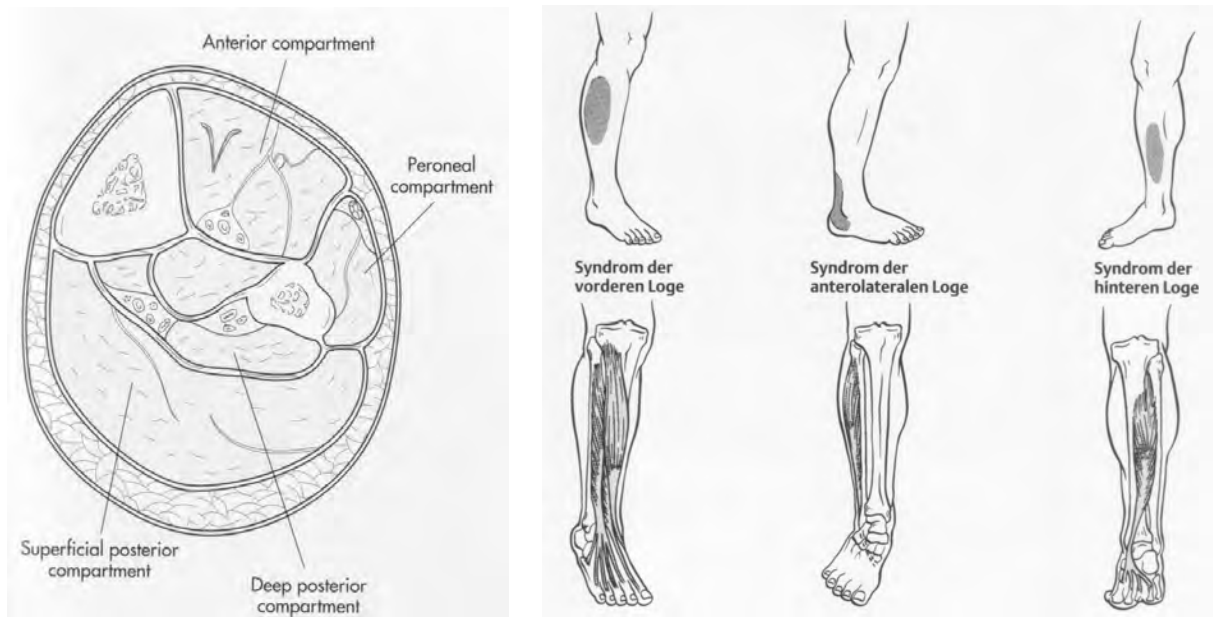


klinische Diagnostik der Peritendinitis (Schwellung bleibt in Relation zur Höhe des Sprunggelenkes konstant)

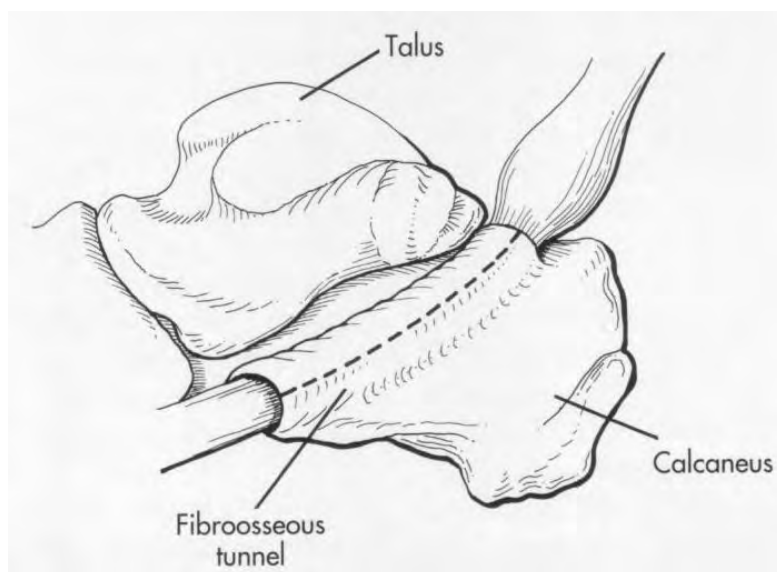
5.1. Differentialdiagnostik - Muskulatur

Differentialdiagnostisch im Bereich der Muskulatur sind die Mm. gastrocnemii und der M. soleus, der M. plantaris longus, der M. tibialis posterior, der M. flexor hallucis longus zu beachten. Differentialdiagnostisch kann jeder einzelne Muskel durch aktive Provokation (Anspannung gegen Widerstand) geprüft werden. Selten sind in diesem Bereich belastungsinduzierte Kompartmentsyndrom Anlass von tiefen Wadenschmerzen. Insbesondere das Syndrom der anterolateralen Loge verursacht Schmerzen im lateral/distalen Achillessehnenbereich.

Erkrankungen der Achillessehne



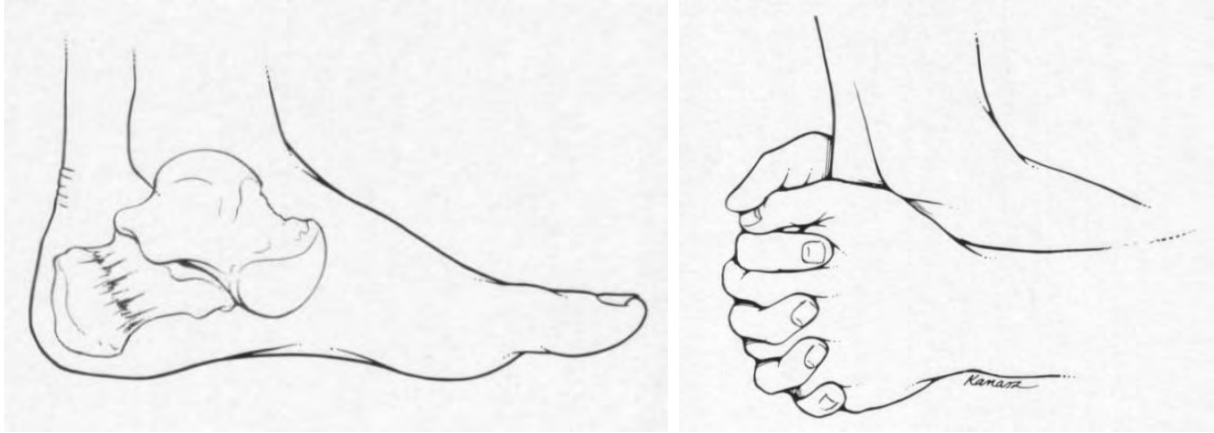
Der M. flexor hallucis longus kann durch Auftreibungen der Sehne vor seinem Eintritt in den fibroossären Kanal medial um den Calcaneus zu Schmerzen dorsal des oberen Sprunggelenkes führen (Trigger-Hallux).



„Trigger-Hallux“ durch Auftreibung der Sehne des M. flex. hall. long. vor seinem Eintritt in den fibroossären Kanal medial am Calcaneus

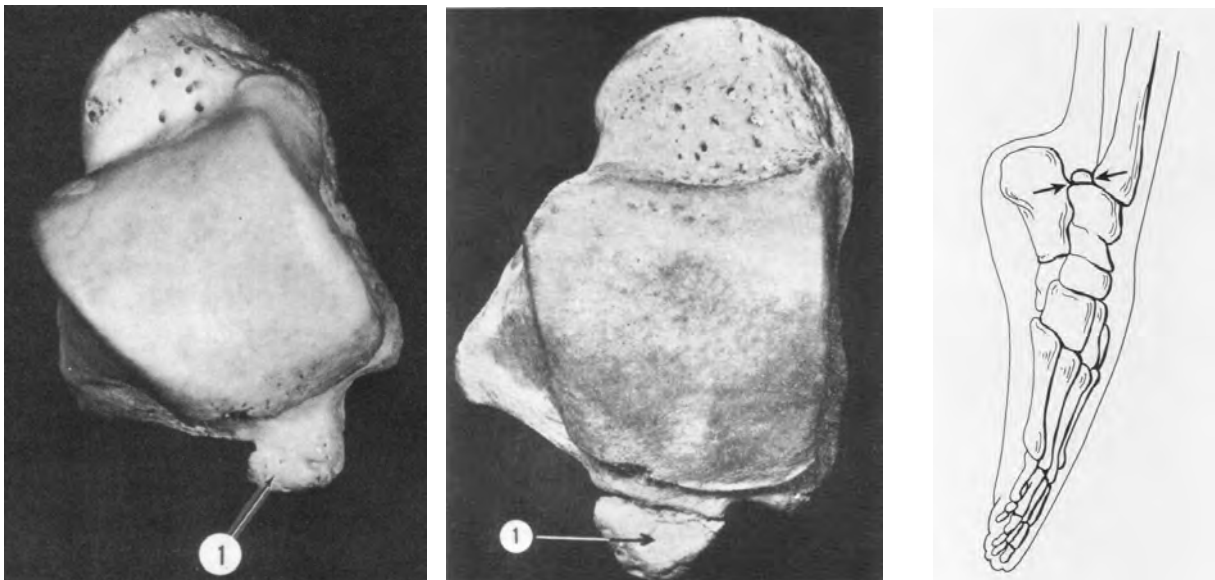
5.2. Differentialdiagnostik – knöcherne Strukturen

An knöchernen Strukturen ist die Calcaneusfraktur bzw. das Knochenmarködemsyndrom mit Bone bruise zu beachten (durch Zangengriff des Calcaneus von medial und lateral können Schmerzen provoziert werden).



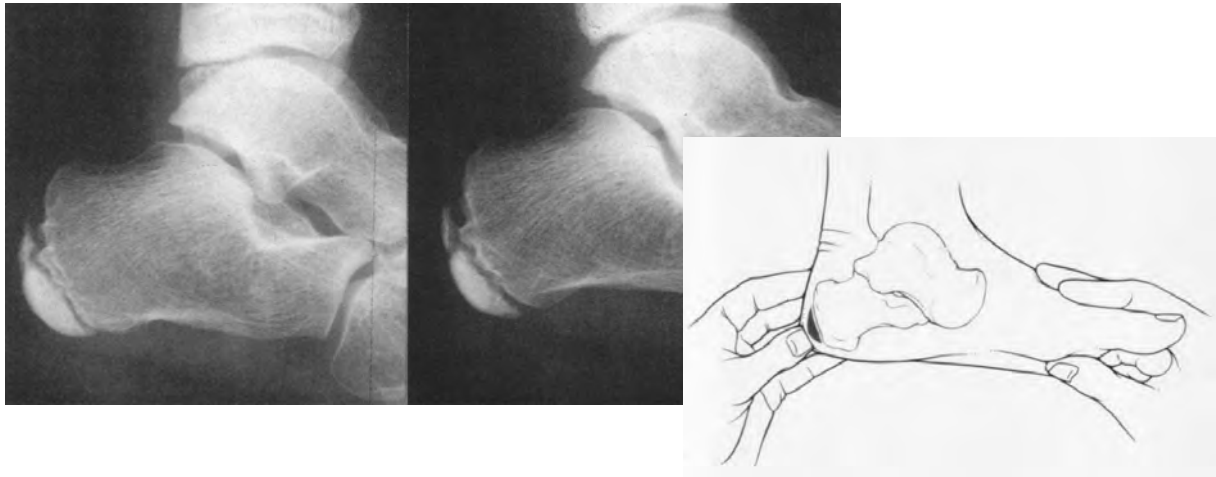
Zangengriff zur Diagnostik knöchernen Läsionen des Calcaneus

An knöchernen Strukturen kann auch ein Impingement eines Os trigonum bzw. eines Proc. posterior tali zwischen dorsaler Tibiakante und Calcaneus bei Plantarflexion Anlass zu Beschwerden geben (Dg: forcierte passive maximale Plantarflexion im oberen Sprunggelenk provoziert Schmerzen dorsal des Sprunggelenkes), oft ist die Diagnostik eines frakturierten Proc. posterior tali und eines Os trigonum schwierig zu stellen.



Impingement eines Os trigonum bei forcierter Plantarflexion im OSG

Die Apophysitis calcanei ist als aseptische Nekrose des Juvenilen zu sehen, klinisch ist der direkte Druck von dorsal-plantar auf die Apophyse des Calcaneus aussagekräftig.



klin. Diagnose der Apophysitis calcanei durch direkten Druck auf die Apophyse

Die **Haglund-Ferse** ist ein Syndrom aus knöchernen Veränderungen (Calcaneus altus et latus), Vorliegen einer Bursitis zwischen Calcaneus-Rückfläche und Achillessehne bzw. Bursitis zwischen Haut und Achillessehne, eine durch chronisch entzündliche Veränderungen hervorgerufene Schwellung des umliegenden Bindegewebes sowie eine Verdickung und Verhärtung der Haut durch mechanische Belastung im Sinne einer Hyperkeratose.

5.3. Differentialdiagnostik - Bursitis

An reinen Bursitiden spielt die Bursa tendinis calcanei (zwischen Calcaneus-Rückfläche und Achillessehne) sowie die Bursa subcutanea calcanea (zwischen Achillessehne und Haut) eine Rolle. Die Bursitis tendinis calcanei ist durch eine typische Schmerzlokalisation unmittelbar am Achillessehnenansatz charakterisiert, durch den sogenannten „Two finger squeeze-Test“ (mediolateraler Zangengriff mit Daumen und Zeigefinger im Bereich der Rückfläche des Calcaneus) lässt sie sich klinisch diagnostizieren, eine Provokation des Schmerzes ist durch passive Dorsalextension möglich. Die Bursitis subcutanea calcanea ist durch zentralen dorsalen Druck unmittelbar oberhalb des distalen Achillessehnenansatzbereiches zu diagnostizieren.



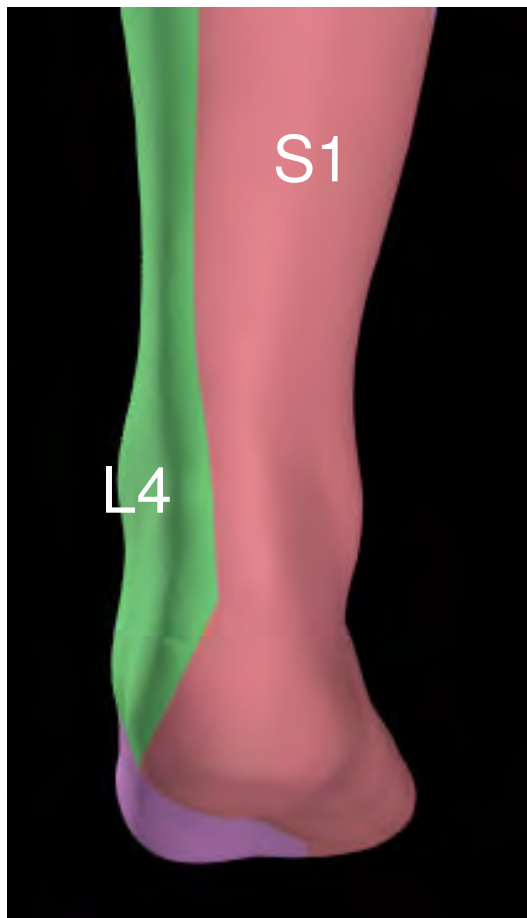
Bursa tendinis calcanei (zwischen Calcaneus-Rückfläche und Achillessehne [gelb]) sowie die Bursa subcutanea calcanea (zwischen Achillessehne und Haut [rot])



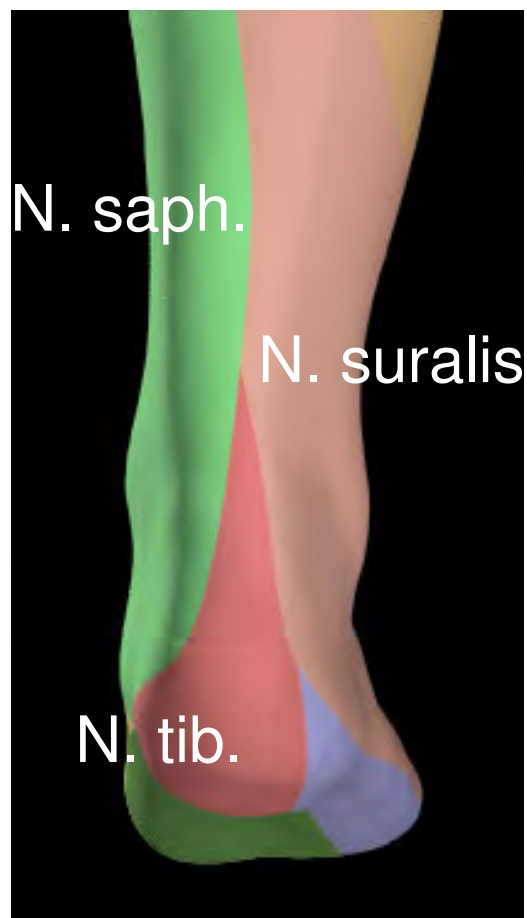
Diagnose der Bursitis tendinis calcanei durch den „two-finger-squeeze-test“

5.4. Differentialdiagnostik - Nervenläsionen

An Nervenläsionen sind radikuläre Veränderungen im Sinne einer Wurzelläsion S1, unmittelbar dorsal im Achillessehnenbereich und im lateralen Wadenbereich, sowie die Wurzelläsion L4 im medial-dorsalen Bereich des Unterschenkels zu beachten. An peripheren Nervenläsionen sind der N. saphenus (medial-dorsaler Unterschenkelbereich), der N. suralis (lateral-dorsaler Unterschenkelbereich) so wie der N. tibialis (distaler Achillessehnen- und Fersenbereich im Bereich des Tuber calcanei) zu nennen.



radikuläre Nervenläsion



periphere Nervenläsion

6. Erkrankungen der Achillessehne - Therapie

6.1. Konservative Therapie

Die konservative Therapie zielt einerseits ab auf eine Entlastung der schmerzhaften Strukturen, andererseits auf eine Reduktion der entzündlichen Schmerzkomponente und weiters auf eine Wiedererlangung bzw. Verbesserung der Belastbarkeit. Eine Entlastung der Sehne wird durch temporäres Höherlegen der Ferse erreicht (Fersenkeil, Fersenkissen, Tragen etwas höherer Absätze). Das Tragen hinten offener Schuhe bzw. Schuhe mit weichem Abschluß der Fersenkappe reduziert den direkten mechanischen Reiz im Fersenbereich. Lokale entzündliche Veränderungen werden durch systemische Antiphlogistika, lokale Applikationsformen (Salben, etc.), sowie physikalische Maßnahmen (z.B. Iontophorese, Ultraschall, etc.) reduziert. Eine Kortikoid-Medikation, insbesondere die lokale Applikation (Infiltrationen) ist aufgrund der großen Gefahr einer dadurch provozierten Sehnenruptur abzulehnen. Eine Verbesserung der Belastbarkeit wird durch spezielles physiotherapeutisches Training (exzentrisches Achillessehnen-Training) erreicht.

6.2. Operative Therapie

6.2.1. Tendinose/Peritendinitis

Die operative Therapie der Peritendinitis besteht in einer Exzision des chronisch entzündlich veränderten Gleitgewebes der Sehne. Im Falle einer Tendinose werden nekrotische Areale durch Längsinzision der Sehne exzidiert, mehrfache Längsinzisionen der Sehne werden als Combing der Sehne bezeichnet.



mehrfache Längsinzision der Achillessehne („Combing“)

6.2.2. Bursitis

Eine therapieresistente Bursitis (meist Bursitis tendinis calcanei) wird operativ durch Bursektomie saniert, die ist auch in endoskopischer Technik möglich ist.

6.2.3. Haglund-Ferse

Die operative Therapie der Haglund-Ferse besteht in einer Abtragung der oberen hinteren Kante des Calcaneus (incl. Bursektomie), wobei auf die lange postoperative Rehabilitationszeit hinzuweisen ist. Auch diese Operation ist in endoskopischer Technik möglich, was in vielen Fällen die Rehabilitationszeit verkürzt.

6.2.4. Akute Ruptur

Die Indikation zur operativen Sanierung einer Achillessehnenruptur ergibt sich aus dem Funktionsverlust. Die Vorteile der operativen Sanierung bestehen in der Wiederherstellung der vollen Funktion des Triceps surae-Komplexes, jedoch verbunden mit dem Op-Risiko (insbesondere Wundheilungsstörungen!). Der Nachteil der konservativen Therapie besteht in einer höheren Re-Ruptur-Rate, sowie in einer Ausheilung in elongierter Stellung mit entsprechendem Funktionsdefizit. Die Indikation für eine nicht-operative Therapie der Achillessehnen-Ruptur ergibt sich eventuell bei Patienten mit geringen Ansprüchen an die Funktion, sowie bei Risiko-Patienten mit schlechter Wundheilung (Durchblutungsstörungen, IDDM, etc.).

Im Falle der akuten Ruptur ist meist eine End-zu-End-Naht möglich, optional mit Augmentation (durch die Sehne des M. plant. longus, durch sonstige autologe Sehnen, Allografts oder synthetisches Material).

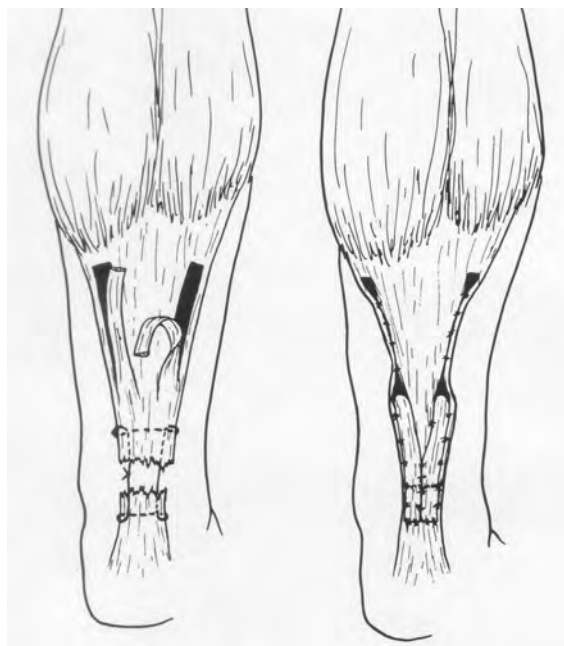
6.2.5. Veraltete Ruptur

Die veraltete Ruptur ist gekennzeichnet durch Retraktion der Sehnenenden, sowie durch zusätzlichen Längenverlust durch Retraktion der Sehnenenden. Die macht in den meisten Fällen eine Defektüberbrückung notwendig. Folgende Techniken der Defektüberbrückung finden Anwendung:

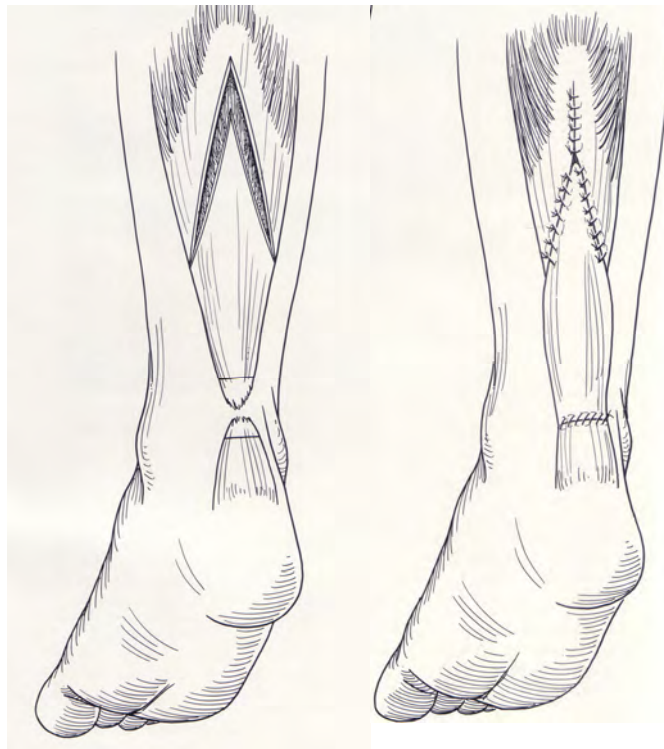
- Mobilisierung von Sehne und Muskel
- Überbrückung mit
 - autologer Achillessehne
 - autologen Sehnen (je nach Länge des Defektes!)
 - homologes Material
 - synthetisches Material (Dacron, PGA, PLA, Carbon, LARS)

Vorteile von Allografts und synthetischen Materialien sind das Fehlen der „donor site morbidity“, das Fehlen des Funktionsverlustes autologer Sehnen und die meist möglich Frühbelastung (zumindest im Falle synthetischer Materialien). Die Nachteile bestehen in einer möglichen Fremdkörper-Reaktion, sowie in der unsicheren dauerhaften Einheilung. Als Techniken der Sehnenersatzplastik stehen folgende Techniken zur Verfügung:

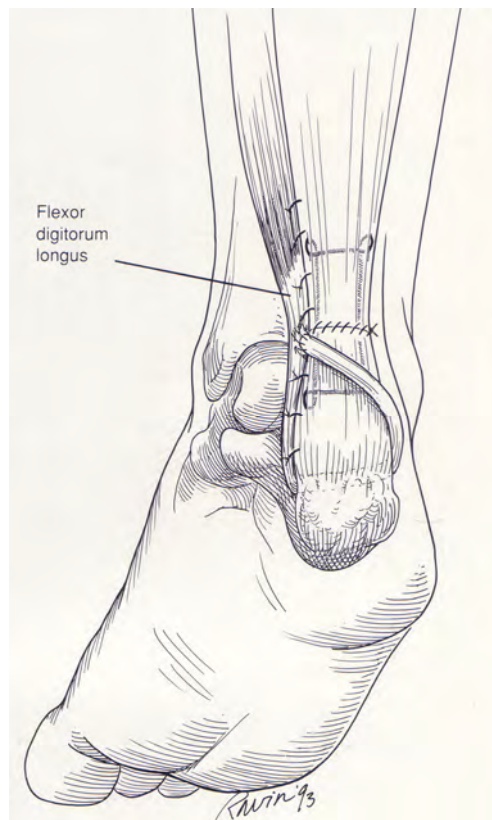
- Griffelschachtel-Plastik
- V-Y-Plastik
- M. flex. hall. long.-Plastik



Griffelschachtel-Plastik in der Modifikation nach Lindholm



V-Y-Plastik



M. flex. hall. long.-Ersatzplastik

Kapitel 13

Erkrankungen des oberen Sprunggelenkes

1. Einleitung

Das obere Sprunggelenk ist ein Scharniergelenk, geführt und gehalten durch die Malleolen, der Syndesmose und kräftigen Seitenbändern. Die Bewegungen im oberen Sprunggelenk finden deshalb nur in einer Ebene statt. Sie werden als Dorsalextension und Plantarflexion bezeichnet.

Wegen der großen Beanspruchung dieses Gelenkes werden Inkongruenz Fehlstellungen und andere Schäden rasch zu Degenerationserscheinungen (=Arthrose des oberen



Sprunggelenkes) führen. Besonders häufig sind also Arthrosen nach Luxationsfrakturen des oberen Sprunggelenkes. Ca. 70% aller OSG-Arthrosen sind traumatisch, 12% rheumatoid, 7% idiopathisch, 5% neuropathisch und 3% werden durch Osteonekrosen verursacht.

Abbildung 1. Röntgen OSG Arthrose

2. Klinik:

Typische Arthrosebeschwerden, wie bei anderen Gelenken, sind Anlaufschmerzen, Belastungsschmerzen, Schwellneigung, Bewegungseinschränkung (Spitzfuß).

3. Bildgebung:

Röntgen ap und seidl. im Stehen, zur Bestimmung der Rückfußachse die Aufnahme nach Meary, CT Untersuchungen für knöcherne Defekte, MRT Untersuchungen zur Untersuchung der OCD bzw Knochenmarksödem, Knorpelverletzungen, Bandverletzungen und dergleichen.

4. Therapie

4.1. Konservative Behandlung:

Injektionen (Corticoid), Knorpelaufbauend (?), Schuhversorgungen (Schaftverstärkung, Abrollrampe, Pufferabsatz), physikaltherapeutische Maßnahmen.

4.2. Operative Behandlung:

1. Cheilektomie
2. Sprunggelenksdistraktion
3. Korrekturosteotomien
4. Arthrodesen
5. Endoprothesen

4.2.1. Cheilektomie

Bei der nicht so weit fortgeschrittenen OSG-Arthrose mit einer starken Ausprägung eines ventralen Osteophyten sowohl am Talus als auch an der Tibia hat sich in bestimmten Fällen das Abtragen dieser ventralen Osteophyten bewährt.

Die Arthrose darf noch nicht so weit fortgeschritten sein und die Abtragung kann in offener als auch in endoskopischer Form erfolgen und bringt eine bessere Beweglichkeit und eine Schmerzminderung, da man davon ausgeht, dass diese Osteophyten zu einem Impingement geführt haben (Abbildung 2).



Abbildung 2. Ventrale Osteophyten

→ Cheilektomie

Erkrankungen des oberen Sprunggelenkes

4.2.2. Die OSG-Distraktion

In der Literatur gibt es vereinzelt Berichte über eine Distraktionsbehandlung zwischen 6 und 12 Wochen mit einem Fixateur.

Die Ergebnisse werden auch in der Literatur unterschiedlich angegeben. Letztendlich ist es kein Verfahren mit einem sicheren Ergebnis.

4.2.3. Korrekturosteotomie

Bei so genannten fokalen Arthrosen ist eine Umstellungsosteotomie in der distalen Tibia in Erwägung zu ziehen.

Durch eine posttraumatische Varisierung oder Valgisierung des Unterschenkels kommt es zu diesen Fehlbelastungen und in diesen Fällen kann sich eine Osteotomie zur Erreichung einer Druckumverteilung durchaus bewähren. (Abbildung)

Ziel ist eine Korrektur der Fehlstellung und eine verbesserte Gelenkskongruenz .



Abbildung 3. Supramalleoläre Umstellungsosteotomie

4.2.4. OSG-Arthrodesese

Bei der schweren Arthrose ist die operative Behandlung mit einer Arthrodesese sicher der goldene Standard.

Eine in richtiger Stellung verheilte Arthrodesese ist funktionell wenig belastend und auf lange Sicht ein sicheres Ergebnis, wie wohl es durch die Überbeweglichkeit in den Nachbargelenken (Talonavicular und Subtalar) doch in diesen Gelenken auf lange Sicht zu Arthrosen kommt.



Abbildung 4. OSG Arthrodesese: gekreuzte Schrauben

Erkrankungen des oberen Sprunggelenkes



Zugänge für die OSG-Arthrodesis gibt es ventrale Zugänge, dann einen lateralen, transfibularen Zugang und auch arthroskopische Zugänge sind möglich.

Für größere Fehlstellungen empfiehlt sich der laterale transfibuläre Zugang, während bei weniger großen Fehlstellungen der ventrale Zugang mit anatomischer Entknorpelung Vorteile hat.

Abbildung 5. OSG Arthrodesis: parallele Schrauben

Fixation

Die Fixation erfolgt mittels kanülierten Schrauben, diese können entweder gekreuzt sein (Technik nach Wagner) oder parallel sein (Technik nach Mann), mit Fixateur extern oder einer Platte.

Die Ergebnisse nach Sprunggelenksarthrodesen sind grundsätzlich gut, wie wohl in manchen Publikationen von einer hohen Komplikationsrate gesprochen wird.

Die häufigste Komplikation ist wohl die Pseudoarthrosenbildung und die 2. häufigste Komplikation ist die Fehlstellung.

Angestrebt werden sollte ein Fuß in Neutralstellung mit einem leichten Fersenvalgus.

Sonderform der Arthrodesis:

Wenn eine Versteifung des oberen und unteren Sprunggelenkes gewünscht ist, kann man das mit einem von plantar her eingebrachten Arthrodesenagel machen.

4.2.5. Sprunggelenksendoprothesen

Die Sprunggelenksendoprothesen ist eine Alternative zur Arthrodesis, ist jedoch mit einigen Nachteilen behaftet.

Die Endoprothese hat sich seit Einführung der 3-Komponentenprothese durch Papas und Büchel sehr gut weiter entwickelt. Neue OSG-Prothesen sind alles 3-Komponentenprothesen.

Die Instrumentarien sind bei allen zur Zeit am Markt erhältlichen Systemen noch nicht so ausgereift, dass sie mit Knie- oder Hüftinstrumentaren zu vergleichen sind. (Abbildung)

Erkrankungen des oberen Sprunggelenkes



Die postoperative Beweglichkeit beträgt bei allen Endoprothesen, die es am Markt gibt, ca. 40° (Dorsal und Plantarextension incl.).

Die Anfangskomplikationsrate beträgt bei allen Nachuntersuchten Prothesen bis zu 20%.

Langzeitergebnisse mit größeren Stückzahlen gibt es nicht.

Abbildung 6. Drei-Komponenten OSG Prothese

5. Osteochondritis dissecans tali

5.1. Ätiologie

Als Ursachen werden Mikrotraumen, vasculäre, genetische und endogene Ursachen diskutiert. Es kommt durch diese nicht bekannten Mechanismen zur Schädigung des subchondralen Knochens und in der weiteren Folge auch zu einem Einbrechen der Knorpelschicht.

5.2. Klinik:

Die Pat. geben belastungsabhängige Schmerzen an der Innenseite des oberen Sprunggelenkes mit zunehmender Schwellneigung an. Unterschiedliche Ausprägung der Klinik nach Stadien.

5.2.1. Stadien der OD:

Stadium I: Sklerosierung des subchondralen Knochens

Stadium II: Schollenstadium

Stadium III: Fragmentationsstadium

Stadium IV: Freie Gelenkskörper

5.3. Bildgebende Verfahren:

5.3.1. Im Röntgen Stadium I und II imponiert im Bereich der medialen Taluswange eine deutliche Aufhellung, im Stadium III ein abgehobenes Knorpelknochenareal sowie eine darunter liegende Sklerosezone. Im fortgeschrittenen IV. Stadium Randzacken im Bereich des medialen Malleolus sowie den vorderen Tibiakanten als Zeichen einer beginnenden Arthrose.

Erkrankungen des oberen Sprunggelenkes

5.3.2. Kernspintomographie ist zur Abklärung und Bestimmung des Stadiums sinnvoll. Im Stadium I und II findet man eine Ödemzone im Talus. Je nach Bildqualität kann man auch die Knorpelkontinuität beurteilen.

5.3.3. Computertomographie dient zur besseren Beurteilung der Abgrenzung des Knochenschadens.



Abbildung 7. MRI Stadium II

5.4. Behandlung:

Falls die bildgebenden Verfahren keinen sicheren Aufschluß über das Stadium sowie die Größe des Knorpeldefektes ergeben, ist eine diagnostische Sprunggelenksarthroskopie sinnvoll.

Im Stadium I und II ist eine retrograde Anbohrung des Ödembereiches als Therapie der Wahl anzusehen. Auch eine Ilomedinbehandlung ist in den Anfangsstadien in Betracht zu ziehen.

Im Stadium III und IV sind Verfahren wie antegrades Anbohren, Mikrofrakturierung oder auch die Mosaikplastik angezeigt.

5.4.1. Mosaikplastik:

Für die Mosaikplastik muss der mediale Malleolus osteotomiert werden. So dass sich der Talus und die mediale Taluswange darstellt. Mit einem Tasthäkchen kann man den Knorpel abtasten und wo ein fehlender Widerstand vorhanden ist, muss man das Dissecat annehmen. Es wird dann der Knorpel entfernt und das Dissecat entfernt, die Defektgröße ausgemessen und dann mit Hohlfräsen der Defekt ausgefräst.

Anschließend erfolgt die Arthrotomie des Kniegelenkes mit einem kurzen parapatellaren Schnitt. es erfolgt die in der gleichen Größe die Entnahme des Knorpelknochenzylinders an der Knorpel-Knochengrenze des femoralen Gleitlagers.

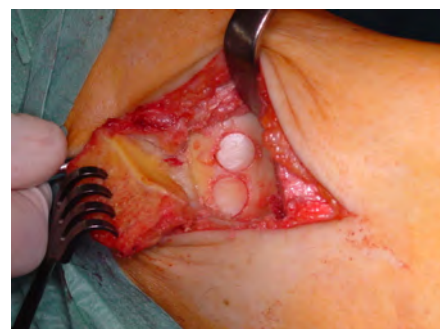


Abbildung 8. Mosaikplastik Talus

Erkrankungen des oberen Sprunggelenkes

5.5. Nachbehandlung:

Alle operativen Verfahren zur Behandlung der OD verlangen eine Entlastung, auch bei einer Ilomedinbehandlung alleine empfiehlt sich eine Entlastung für 4-6 Wochen. Bei nicht all zu großen Knochendefekten bietet sich in Zukunft möglicher Weise die Matrix assistierte Knorpelzellarthoplastik an.

Kapitel 14

Rückfußarthrosen

1. Subtalare Arthrosen

1.1. Definition

Degenerative Veränderungen der distal des Talus gelegenen Gelenke

1.2. Ätiologie und Pathogenese

Der Fuß ist im Subtalargelenk und im Mittelfußbereich enormen Belastungen ausgesetzt die dem Charakter der betroffenen Gelenke entsprechend lediglich abgefedert oder durch Sup- oder Pronation teilweise ausgeglichen werden. Diese physiologischen Aufgaben der subtalaren Gelenke können durch Überlastung und „over using“(Schwerarbeit, Adipositas, Schuhwerk, Läufer etc) oder durch traumatische Schädigung des Kapsel-Band-Apparates und durch Frakturen überfordert werden, so dass es zu artikulären Überlastungsreaktionen mit abnormen Druckmaxima an Gelenkflächen, Randosteophytenbildung bis hin zu Fehlstellungen des Fußes kommen kann . Vor allem Frakturen des Unterschenkels oder Kniegelenksfehlstellungen führen zu einer Malorientierung der Achse mit Fehlbelastung, Rotationsfehlern und zu indirekter degenerativer Knorpelschädigung. Abgelaufene entzündliche Veränderungen leisten der Ausbildung einer Sekundärarthrose Vorschub. Vorrangig davon betroffen sind die Articulatio talocalcanea, talonavicularis, naviculocuneiformia und seltener calcaneocuboidea. Im weitesten Sinne kann hier auch noch das Cuneiforme-Metatarsale-Gelenk angesprochen werden, dass aber bereits zum Hallux valgus Komplex gezählt werden sollte. Anfällig ist vor allem der hochgesprengte Fuß der formbedingt früh zur Überlastung neigt Abb. 1).



1.3. Epidemiologie

Entsprechend den Entstehungsprozessen sind es gering dominant Frauen die einerseits zarte Gelenkfacetten aufweisen und andererseits durch Verwendung hoher Absätze und enger modischer Ballenbreite im Schuh unphysiologisch Überbelastung hervorrufen. Dem ausgleichend steht eine männliche Dominanz beim posttraumatischen Schaden gegenüber.

1.4. Diagnostik:

1.4.1. Beschwerdebild

Das Beschwerdebild entspricht einem Belastungsschmerz, der auch in Ruhe nachklingen kann. Die Schmerzen können oft nicht exakt lokalisiert werden. Symptomatisch werden weniger Beschwerden mit festem Schuhwerk angegeben. Laufen und Springen wird für die Patienten oft plötzlich unmöglich.

1.4.2. Klinische Diagnostik

- Eindeutiger Druckschmerz im Bereich des betroffenen Gelenkes.
- Inversion und Eversion des Rückfußes sind bei Beteiligung des talocalcarearen Gelenkes schmerzhaft und eingeschränkt.
- Die Pro- und Supination wirkt bei fixiertem Rückfuß bei Beteiligung des talonavicularen und calcaneocuboidalen Gelenkes ebendort schmerzhaft.
- Selten kann eine Prominenz des arthrotischen Gelenkes gefunden werden.

Bei Vorliegen einer Fehlstellung (Knick-, Plattfuß des Erwachsenen) erscheint die Diagnose noch einfacher. Lediglich die Frühform, oder die subjektive Erstmanifestation kann zu diagnostischen Schwierigkeiten führen.

1.4.3. Bildgebende Diagnostik

Die Nativradiologie zeigt bei fortgeschrittener Degeneration Gelenkspaltverschmälerung, Sklerosierung, Arthrosezysten und Randosteophyten. In einigen Fällen können auch Gelenkverschiebungen der axial belasteten Gelenke gesehen werden.

In Frühfällen ist die Magnetresonanz vor allem im Hinblick auf den Ausschluss einer Arthritis differentialdiagnostisch hilfreich.

1.4.4. Differenzialdiagnostik

Dabei ist vor allem an entzündliche Veränderungen wie bei rheumatoider Arthritis, Morbus Reiter, Infektarthritis und Osteomyelitis zu denken, aber auch an Osteonekrose und Osteochondritis dissecans der betroffenen Gelenke. Selten kann eine Coalatio von subtalaren Knochen eine ähnliche Symptomatik erst beim Erwachsenen auslösen.

1.5. Therapie

Optionen

Prinzipiell sollte eine konservative Therapie am Anfang stehen. *Eine Heilung kann konservativ nicht stattfinden, vielmehr erfolgt dadurch nur die Vermeidung der Schmerzauslösung und die Beseitigung der Begleitentzündung.* Nur bei Versagen derselben ist ein operatives Vorgehen angezeigt.

1.5.1. Konservative Behandlung

Die Manifestation von Beschwerden mit geringen Deformitäten und radiologisch minimaler Degeneration stellt eine klare Indikation für ein konservatives Vorgehen dar. Manifeste nicht mehr leicht korrigierbare Deformitäten sollten primär operativ geplant werden (Joseph und Meyerson 2005).

- An konservativen Möglichkeiten ist vor allem die Bettung des Fußes mit Modelleinlage oder Schuhversorgung zu nennen.
- Bei akutem Schmerzbeginn und massiver Entzündungsreaktion kann auch eine Entlastung durch 2-3 Wochen mit Gips- oder Softcastruhigstellung erfolgen. Dann ist der Fuß unmittelbar im zugerichteten Schuh belastbar.
- Die Begleitentzündung kann durch Fußwechselbäder, kühle Mohrpäckungen (nach Abklingen akuter Symptome auch warm bis heiß), NSAR und gezielter Heilgymnastik mit dem Versuch einer Muskelkräftigung und Schwellstrom plantar ergänzend behandelt werden.
- Die Infiltration mit Corticosteroid ist ebenfalls nur eine begleitende Therapie und sollte nie alleine stattfinden.

Zu erwartende Probleme sind vor allem die fehlende Patientencompliance in der konsequenten Verwendung der Schuhzurichtungen und die Progredienz der Beschwerden bei Vorliegen definitiver Schäden mit Deformität.

1.5.2. Operative Behandlung

Die Indikation zum operativen Vorgehen stellt sich nach Versagen aller konservativen Möglichkeiten, oder bei zunehmender im zugerichteten Schuh nicht kompensierbarer Dekompensation. Eine relative Kontraindikation zu jeglichem operativen Vorgehen besteht bei PAVK oder eingeschränkt bei Polineuropathie verschiedenster UrsachenAbb.2

Die Arthrose der subtalaren Gelenke sollte durch Stabilisierung mit Arthrodesen erfolgen (Abb. 2). Die betroffenen Gelenke sollten dabei knochenparend entknorpelt, reponiert und bei Knochenkonsumation durch die Deformität auch mit einem



Beckenkammspan rekonstruiert werden. Dies wird vor allem beim Talonavicular-Gelenk häufig der Fall sein um das Längsgewölbe wieder herstellen zu können. Die Versorgung mit Zugschrauben ist im Längsgewölbe nicht immer einfach und kann durch winkelstabile Platten erleichtert werden. Neuere Produkte spezifisch für diese Indikation im Bereich des medialen Fußbogens erleichtern dies durch wählbare Distanzvorgaben oder Absenkungen bis hin zu Systemen, die eine Verplattung vom Metatarsale 1 bis zum Talus ermöglichen.

Nur bei Fehlstellungen sollten Stellungskorrekturen durch plane Keilentnahmen oder unter Einfügung von Beckenkammblocken erfolgen, wobei dadurch die Fusionszeiten prolongiert sein können.

Die Nachbehandlung besteht bei allen Eingriffen im Fußwurzelbereich aus einer Gipsruhigstellung für 8 Wochen entlastend, die bei reiner talocalcaneärer Arthrodesen ohne Stellungskorrektur auf 4 Wochen Entlastung und 4 Wochen Belastung reduziert werden kann. In etwa 50% aller Patienten ist eine nachfolgende Modelleinlagenversorgung indiziert.

Als relevantes Problem muss die mögliche Pseudoarthrose gesehen werden, die nur durch gute Bearbeitung der Arthrodeseflächen (Anmeisseln, vollständige Entknorpelung und Beseitigung von Sklerosezonen) sowie Berücksichtigung nicht widerherstellbarer Knochenlängen durch Spaninterposition verhindert werden kann. Auch die Wahl der Osteosynthese hat auf die Pseudoarthrosenbildung Einfluss, so sollte auf Grund der eher dorsomedialen Applizierbarkeit eine Klammer möglichst vermieden werden, da dadurch plantar eine Spreizung auftreten könnte. Auch die konsequente Entlastung ist trotz bester Osteosynthesemöglichkeiten absolut einzuhalten.

Prognose und Ergebnisse

Bei konsequenter Umsetzung der Therapiemöglichkeiten Schmerzfreiheit erzielbar.

2. Talusnase

Synonym

Os talotibiale, Os supratolare, Pirie's Bone

2.1. Definition

Verknöcherung des Kapselansatzes ventral der Talusgelenksfläche

2.2. Ätiologie

Eine eigenständige Genese wird von vielen Autoren in Frage gestellt und einige Autoren behaupten dass die Talusnase lediglich als akzessorische Skelettvariante (Os talotibiale) des Talus angesehen werden kann.

2.3. Pathogenese

Vieles spricht dafür dass es sich um eine Reaktion des Kapselansatzes als posttraumatische oder überlastungsbedingte reaktive Knochenneubildung handeln dürfte.

2.4. Diagnostik

2.4.1. Beschwerdebild

Bei Verwendung von Schuhwerk mit flacherem als gewohntem Absatz lokale Druck- und Entzündungssymptomatik im Talushalsbereich bzw. ventralem Gelenksabschnitt

2.4.2. Klinik

Druckschmerz über Talushals dorsal und tastbare harte Konsistenz, Ev. Begleitschwellung (Inflammation). Gelegentlich auch Bewegungsschmerz im oberen Sprunggelenk auslösbar.

2.4.3. Bildgebende Diagnostik

Die Diagnose im Röntgen ist im seitlichen Strahlengang mit Ausbildung einer gelenknahen hornförmigen Ausziehung gut erkennbar. Gelegentlich besteht allerdings kein knöcherner Anschluss an den Talus, so dass dann ein freies Ossikel vorliegt (siehe Abb.3)

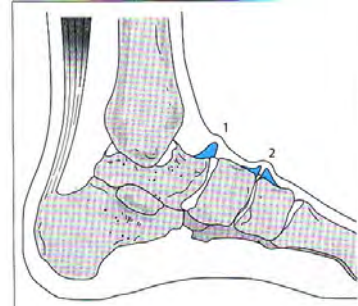


Abb. 3

2.4.4. Differentialdiagnose

Dorsale Fußgeschwulst, ventraler Tibiaphyt

2.5. Therapie

Fast immer konservative Maßnahmen ausreichend. Vermeidung des lokalen Drucks durch Verwendung ausgesuchten Schuhwerks. Lokal antiphlogistische Therapie (Salben, Moor, US etc). In Einzelfällen operative Abtragung je nach Abstand zum Gelenk arthroskopisch oder offen.

2.6. Prognose

Meist ohne Therapie beschwerdefrei.

3. Dorsale Fußgeschwulst

Synonym

Fußhöcker, dorsale Exostose, Siverskiöld-Exostose

3.1. Definition

Dorsale Gelenkverplumpung im Bereich der tarsalen Gelenke

3.2. Ätiologie

Im wesentlichen handelt es sich um eine statische Fehlentwicklung im Bereich von Talus-Navikular- bis Cuneiforme-Metatarsale-Gelenk. Die Verränderung ist fast ausschließlich mit einem Knick-Senk-Plattfuß assoziiert oder Folge desselben.

3.3. Pathogenese

Beginnend mit einer relativen Gelenksinstabilität mit vermehrter Translationsbewegung kommt es zur reaktiven Kapselirridation, gefolgt von ossären Randzackenbildungen bis hin zur spangenförmigen Gelenksüberbrückung. Auch ein permanenter Schuhranddruck kann als Auslöser der Pseudoexostosenbildung fungieren.

3.4. Epidemiologie

Bevorzugt Frauen im Verhältnis 3:1 bedingt durch die Verwendung hoher Absätze über lange Phasen.

3.5. Diagnostik

3.5.1. Beschwerdebild

Anfänglich belastungsabhängiger Schmerz im Bereich des Mittelfußes, später auch Ruheschmerz.

3.5.2. Klinik

Schwellung und Druckschmerz über dem betroffenen Gelenk, meist dem ersten Trasometatarsalgelenk. Seltener auch primär betroffene Gelenke an den lateralen Zehenstrahlen. Die Schwellung kann knochenhart imponieren und in seltenen Fällen kann auch ein Gelenkserguss und/oder eine entzündliche Begleitreaktion bestehen.

3.5.3. Bildgebende Diagnostik

Das Nativröntgen zeigt im Seitlichen Strahlengang die klassische Ausbildung von gelenknahen Osteophyten die schnabelartig die Gelenkfläche nach dorsal verbreitern. Oft auch Sklerose und Gelenkspaltverschmälerung (siehe Abb. 3).

3.5.4. Differentialdiagnostik

Kann bei Prominenz der sekundären Knochenneubildung im Bereich des Talonaviculargelenkes auch mit einer Talusnase verwechselt werden.

3.6. Therapie

3.6.1. Konservative Therapie

Die Therapie ist primär eine konservative und richtet sich nach dem Beschwerdebild. Häufig kann durch Schuhdruckvermeidung und Schonung verbunden mit NSAR, kalten Packungen und lokaler Salbenanwendung sowie Modelleinlagenversorgung mit exakter plantarer Stütze mit Scheitel im Bereich des betroffenen Gelenkes Beschwerdefreiheit erzielt werden. Die intraartikuläre Corticosteroidinfiltration mit nachfolgender Einlage, die allerdings wirklich konsequent auch im Hausschuh getragen werden sollte, kann die konservativen Maßnahmen noch verbessern.

3.6.2. Operative Therapie

Bei fehlendem Ansprechen der konservativen Maßnahmen sollte früh ein operatives Vorgehen vorgeschlagen werden. Dabei muss auf jeden Fall nicht nur die schmerzhafte und möglicherweise im Umgebungsbereich entzündete gelenknahe Knochenprominenz entfernt werden (Siverskiöld 1991), sondern auch deren Ursache die Gelenksinstabilität beseitigt werden. Dies wird durch eine Entknorpelungsarthrodese mit oder ohne Knocheninterposition erreicht, wobei Weiteres in der Regel die anatomischen Verhältnisse besser wiederherstellen kann.

Die häufig gepflegte Arthrodese mit Kompressionsklammer ist wenig zu empfehlen, da damit selten eine anatomische Reposition erreicht werden kann und die doromedial positionierte Kompression biomechanisch keine ideale Versorgung darstellt.

Die Nachbehandlung umfasst eine komplette Entlastung über 8 Wochen. Die Verwendung eines Vorfußentlastungsschuhs oder eines Walkers ist dabei auch bei Verwendung von Platten als nicht ausreichend anzusehen.

An Komplikationsmöglichkeiten sind vor allem die Pseudoarthrose zu nennen, die eben durch sorgfältige Vorbereitung der Arthrodesepartner und entsprechende Nachbehandlung vermeidbar erscheint. Daneben kann es auch zur Verstärkung einer

Knick/Plattfußstellung kommen, die durch unzureichende Korrektur der Stellung bei der Arthrodesis bzw. bei Verzicht einer erforderlichen Interposition entsteht.

3.7. Prognose

Die Resultate der operativen Therapie sind bei konsequenter Umsetzung und Notwendigkeiten ausgezeichnet und die funktionellen Einschränkungen inklusive eventueller Transferarthrosen an Nachbargelenken gering.

Literatur

Fries G.: Haglund Ferse-Fersensporne-Fußhöcker.Talusnase. In : Orthopädie in Praxis und Klinik Hrsg Witt A.N., Rettig H., Schlegel K.F. 1985: 4.36-4.49

Joseph TN, Myerson MS.: Correction of multiplanar hindfoot deformity with osteotomy, arthrodesis, and internal fixation. Instr Course Lect. 2005;54:269-76

Silfverskiöld JP., Common foot problems. Relieving the pain of bunions, keratoses, corns, and calluses., Postgrad Med. 1991 Apr;89(5):183-8

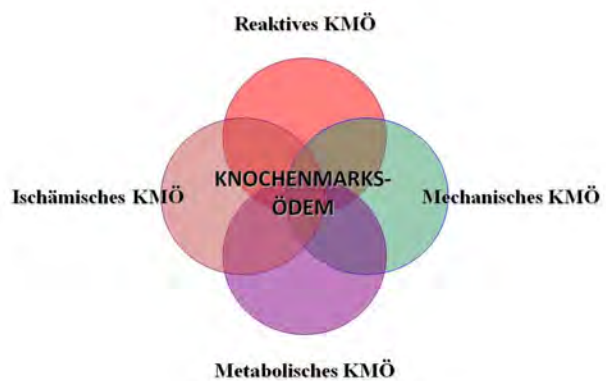
Weinheimer D.: Talonavicular arthrodesis.Clin Podiatr Med Surg. 2004 Apr;21(2):227-40

Kapitel 15

Knochenmarksödem – Stressfraktur – Osteonekrose

1. Einleitung

Knochenmarködeme (KMÖ) am Fuß und Sprunggelenk sind ein häufiger Befund bei der Abklärung von Schmerzen mit der MRT. Flüssigkeiten sind mit der MRT sehr sensitiv zu detektieren, jedoch schlecht bis gar nicht zu differenzieren. KMÖ sind unspezifisch. Eine genaue Anamnese, klinische Untersuchung und konventionelle Röntgenbilder führen in vielen Fällen über den Pathomechanismus zur Diagnose. Die Differentialdiagnose des KMÖ ist wichtig, das sich daraus unterschiedliche Therapieoptionen ergeben. Unklar ist nach wie vor die Diskrepanz zwischen Ausprägungsgrad des KMÖ und der Klinik. Es finden sich gelegentlich KMÖ bei asymptomatischen Patienten. Wichtig ist, ob bei einem aufgetretenen KMÖ eine Traumaanamnese oder Achsfehlstellung vorhanden ist. Weiter Differentialdiagnosen finden sie in der Tabelle 1.



2. Klinik:

- Ruheschmerz
- Belastungsschmerz
- Lokaler Klopfschmerz über dem betroffenen Areal

3. Bildgebende Diagnostik:

- konventionellen **Röntgenaufnahme** dienen der Abklärung bezüglich Fraktur, Arthrose und Achsfehlstellungen
- Die MRT-Diagnostik** hat wegen der hohen Sensitivität einen hohen Stellenwert. Eine Signalvermehrung innerhalb des Knochens in den wassersensitiven

Knochenmarksödem, Osteonekrose und Stressfrakturen

fettunterdrückten Sequenzen (T2) ist zu sehen. Der Nachteil der MRT Diagnostik ist die geringe Spezifität.

■ Szintigraphie:

Sensitiv, geringe Spezifität. Die Skelettszintigraphie weist durch eine Traceranreicherung auf das Vorliegen vermehrter Knochenumbauprozesse hin. Beim CRPS (=Mb. Sudeck) kann hingegen eine Spezifität von bis zu 80% erzielt werden.

4. Pathophysiologie:

Vermehrter intra-und/oder extrazelluläre Flüssigkeitsansammlung im KM. Es lassen sich nach den Pathomechanismen **vier Gruppen klassifizieren**. Bei allen kann in der MRT ein KMÖ festgehalten werden (Bild 1). Die Behandlung gestaltet sich je nach Pathomechanismus unterschiedlich.

1. Ischämisch

- Avaskuläre Nekrose (z.B. M. Köhler I, II)
- Komplexes regionales Schmerzsyndrom (CRPS)
- Osteochondrosis dissecans (sekundär ischämisch)

2. Reaktiv

- Arthrose
- Arthritis
- Tumor
- Postoperativ

3. Mechanisch

- Fraktur
- Mikrofraktur/Trabekuläre Fraktur
- Stress-Fraktur (hohe Belastung)
- Insuffizienzfraktur (normale Belastung, geschwächter Knochen)
- Überlastungssyndrom
- Osteochondrosis dissecans

4. Metabolisch

- Transiente Osteoporose
- Knochenmarködemsyndrom (Syn.)

Therapien der 4 KMÖ-Gruppen

5. Therapie des ischämischen KMÖ

Avaskuläre Nekrose (z.B. M. Köhler I, II), Komplexes regionales Schmerzsyndrom (CRPS), Osteochondrosis dissecans (sekundär ischämisch)

5.1. **Mb. Köhler I** (aseptische Knochennekrose des Os Naviculare) (Bild 2A)

- Klassischerweise ist die Teilbelastung oder der Unterschenkelgehgipses für 1-2 Wochen die Therapie um die Revaskularisation und Reossifikation zu ermöglichen.
- Einlagen mit medialer Abstützung sollen danach getragen werden.



5.2. **Mb. Freiberg-Köhler II** (aseptische Knochennekrose des Metatarsalköpfchen I-V) (Bild 2B) und verläuft in Stadien wie bei der Hüftkopfnekrose, Endstadium ist das kollabierte Metatarsalköpfchen. In mehr als 68% der Fälle ist das Metatarsale II betroffen. Klinisch bietet sich eine Synovitis, eine Schmerzzunahme und Bewegungseinschränkung bei Belastung oder Bewegung.

- **Therapie:**
konservativ: Entlastung, i.a. Infiltration, Einlagen
operativ: selten nötig; subkapitale dorsalflektierende Osteotomien des Metatarsale oder glättende Maßnahmen werden in der Literatur beschrieben



5.3. CRPS: (complex regional pain syndrom) Mb. Sudeck

läuft (überwiegend) in **drei Stadien** ab, wobei aber die Zeitdauer der einzelnen Stadien sehr unterschiedlich sein kann:

1. **Akutes Stadium** (Dauer bis zu 3 Monate) Im Vordergrund stehen Schmerzen, auch in Ruhe, Schwellung infolge eines Ödems und hochgradige Funktionseinschränkung. Die Haut ist rötlich/bläulich verfärbt und teigig verändert sowie überwärmt.
2. **Dystrophisches Stadium** (Dauer bis zu 6 Monate) Das Gewebe ist atrophiert und die Schwellung geht zurück. Schmerzen lassen nach und die Temperatur im betroffenen Körperbereich ist herabgesetzt.
3. **Stadium der Atrophie** (ab 6 Monate nach Krankheitsbeginn, teilweise aber auch erst nach 12-15 Monate einsetzend) Knochen und Weichteile sind atrophiert. Es besteht eine deutliche Bewegungseinschränkung. Die Haut ist dünn, blaß, beteiligte Knochen sind entkalkt (seitenvergleichendes Röntgenbild!)

5.4. Diagnostik:

- **Klinik:** brennende Schmerzen mit trophischen Störungen und sensomotorischen Veränderungen
- **Röntgen:** dystrophe Veränderungen nach 6-12 Wochen zu sehen
- **MRT:** diffuses Ödem in der periartikulären Weichteilen und KMÖ in den Gelenkknöcheln
- **Szintigraphie:** Charakteristische Veränderungen sind eine vermehrte frühstatische Anreicherung in den ersten beiden Phasen des gesamten betroffenen Skelettabschnitts mit Betonung der periartikulären Region.

5.4.1. Therapie des CRPS:

- Systemisch (den Gesamtorganismus betreffende) medikamentöse Schmerztherapie
- Lokale medikamentöse Schmerztherapie

Knochenmarksödem, Osteonekrose und Stressfrakturen

- Physikalische Maßnahmen: Krankengymnastik, Lymphdrainagen, Ultraschall, Akupunktur (Schmerzakupunktur), Calcitonin, Kohlesäurebäder, Eventuell Stellatumblockade (Sympatikolyse), Gabapentin

5.5. Osteochondrosis Dissecans am Talus:

Mehr zum Thema OCD bitte im Kapitel „Erkrankungen des oberen Sprunggelenkes (OCD & OSG Arthrose)“ nachschlagen

6. Therapie der mechanischen KMÖ

(Fraktur, Mikrofraktur/Trabekuläre Fraktur, Stress-Fraktur, Insuffizienzfraktur, Überlastungssyndrom)

Die Stressfraktur entsteht durch ein Missverhältnis zwischen Belastbarkeit des Knochens und der applizierten Belastung. Neben dem Bruch von Trabekeln kommt es zu feinen Brüchen innerhalb der Kortikalis (Bild 3). Es findet sich ein ausgeprägtes Ödem mit Einblutung.

Bei der **Insuffizienzfraktur** führt eine normale Belastung zur Fraktur eines z. B. durch Osteoporose geschwächten (insuffizienten) Knochens. Besteht der Verdacht auf eine Insuffizienzfraktur, ist eine weitere osteologische Abklärung erforderlich. Eine positive Familienanamnese für Osteoporose stellt einen weiteren relevanten Risikofaktor dar, ebenso die Einnahme von Glucokortikoiden, Kalzium-Resorptionsstörungen oder entzündliche Gelenkerkrankungen. In solchen Fällen besteht die Indikation zur oralen Gabe von Bisphosphonaten.



6.1. Therapieprinzipien:

- Entlastung/Belastung bis Schmerzgrenze (Hallux Schuh, US-Gips, Walker). Die Heilungszeiten nicht signifikant unter denen von kompletten Frakturen der

Knochenmarksödem, Osteonekrose und Stressfrakturen

entsprechenden Knochen. Die Stabilität des Knochens ist vorhanden (Ausgenommen Charcot Fuss)

- langsamer Belastungsaufbau ist nach 6 Wochen möglich
- Aufnahme von Sport nach 8-12 Wochen.
- unterstützende medikamentöser Therapie:
 - In den letzten Jahren wurden vermehrt Studien zum Einsatz des Prostaglandinanalogs Ilomedin (Iloprost) bei Knochenödemen des Skelettes und des Fußes publiziert. Evidence based Studien für die Wirksamkeit dieser Substanz beim KMÖ liegen jedoch nicht vor.
 - Interessante Erfahrungen gibt es mit dem Einsatz von Bisphosphonaten

7. Therapie des reaktiven KMÖ (Arthrose, Arthritis, Tumor)

- Bei Arthrosen und Arthritis
 - Einlagen
 - Orthopädischer Schuh
 - Bei Therapieresistenz Arthrodese des arthrotischen/arthritischen Gelenks (Bild 4)
- Tumor: siehe Tumorkapitel



8. Therapie des metabolischen KMÖ (transiente Osteoporose, KMÖ-Syndrom)

Ist eine primäre idiopathische fokale **selbstlimitierende Erkrankung**. Die Ätiologie lässt sich zumeist nicht bestimmen.

Pathophysiologie ist unklar. In Anlehnung an die Entstehung aseptischer Knochennekrosen werden lokale Perfusionsstörungen diskutiert.

- **Differentialdiagnose:**
 - infektiöse Läsion
 - tumoröse Läsion
 - Stressfrakturen

Knochenmarksödem, Osteonekrose und Stressfrakturen

- Erkrankungen des rheumatischen Formenkreises
- Knochenmarkinfarkte

○ Therapie:

Einigkeit besteht darüber, dass es sich bei dem transitorischen Knochenmarködem um eine reversible Erkrankung handelt, so dass eine Behandlung mit nichtsteroidalen Antiphlogistika und Entlastung die Behandlung der ersten Wahl darstellt. Interessante vielversprechende Studiendaten gibt es zu Kalzium und Bisphosphonaten als Therapieoption. Der Spontanverlauf dauert durchschnittlich 6–12 Monate.

Knochenmarksödem, Osteonekrose und Stressfrakturen

Literaturverzeichnis

1. Brukner P, Bennell K. 1997. Stress fractures in female athletes. Diagnosis, management and rehabilitation. *Sports Med* 24: 419-29
2. Chowchuen P, Resnick D. 1998. Stress fractures of the metatarsal heads. *Skeletal Radiol* 27: 22-5
3. Elias I, Zoga AC, Schweitzer ME, Ballehr L, Morrison WB, Raikin SM. 2007. A specific bone marrow edema around the foot and ankle following trauma and immobilization therapy: pattern description and potential clinical relevance. *Foot Ankle Int* 28: 463-71
4. Fernandez-Canton G, Casado O, Capelastegui A, Astigarraga E, Larena JA, Merino A. 2003. Bone marrow edema syndrome of the foot: one year follow-up with MR imaging. *Skeletal Radiol* 32: 273-8
5. Miltner O, Niedhart C, Piroth W, Weber M, Siebert CH. 2003. Transient osteoporosis of the navicular bone in a runner. *Arch Orthop Trauma Surg* 123: 505-8
6. Radke S, Vispo-Seara J, Walther M, Ettl V, Eulert J. 2001. Transient bone marrow oedema of the foot. *Int Orthop* 25: 263-7
7. Trappeniers L, De Maeseneer M, De Ridder F, Machiels F, Shahabpour M, et al. 2003. Can bone marrow edema be seen on STIR images of the ankle and foot after 1 week of running? *Eur J Radiol* 47: 25-8
8. Das Knochenödem am Fuß/The bone marrow edema of the foot. Zeitschrift Fuß & Sprunggelenk, Heft Volume 4, Number 3 / August 2006. Markus Walther, und A. Stäbler

Kapitel 16

Nervenerkrankungen am Fuß

1. Definition / Ätiologie

Nervenerkrankungen am Fuß können entweder als Nervenengpaßsyndrom oder in Folge von einer Schädigung des Nerven auftreten. Als Nervenengpaßsyndrom kommt es ähnlich wie an der Hand zu einer mechanischen Einschränkung des Platzangebotes für den Nerven. Häufiger kommt es am Fuß aber zu chronischen Schädigungen des Nerven im Sinne einer Überbelastung oder zu Beschwerden im Rahmen eines singulären Traumas. Als weitere Genese ist das postoperative Neurom oder die Nervenschädigung aufgrund von Narbengewebe zu sehen.

2. Affizierte Strukturen

- Interdigitalnerv (Morton Neurom)
- Nervus tibialis (Tarsaltunnel)
- Lateraler plantarer Nerv (Ast des N. tibialis)
- Medialer plantarer Nerv (Ast des N. tibialis)
- Oberflächlicher und tiefer N. peroneus
- N. suralis
- N. saphenus

3. Morton Neurom

3.1. Definition

Affektion des Interdigitalnervs - häufiger III / IV als II / III – oft einhergehend mit einer Verdickung des Nerven.

3.2. Histopathologie

Veränderungen des Interdigitalnervs mit Sklerose und Ödem des Endoneuriums, Verdickung des Perineuriums, Demyelinisierung und Degeneration des Nerven sowie lokaler Hyperplasie von nicht myelinisierten Fasern.

3.3 Pathophysiologische Faktoren

- Enge im Bereich des Lig intermetatarseum

- Interdigitalnerv III / IV wird manchmal vom med und lat plantarem Nerv des N.tibialis gebildet
- Chron Überbelastung (falsches Schuhwerk – Stöckelschuhe – Hyperextension der MTP Gelenke)
- Einmaliges Trauma
- Extrinsische Faktoren (Ganglion, Zyste, Bursa, verdicktes Lig intermetatarseum)

3.4. Klinik

- Brennender Schmerz plantar zwischen den Metatarsalköpfchen
- Ausstrahlung in die betroffenen Zehen in ungefähr 60%
- Belastungsinduziert, meist schlechter im Schuh
- Zeitweise Hypästhesie der betroffenen Zehen (40%)

3.5. Diagnose

In erster Linie wird die Diagnose klinisch gestellt:

- Anamnese
- Schmerzhaftes Palpation des Interdigitalraums zwischen den MT Köpfchen und distal, verstärkt durch Kompression von medial und lateral (Mulder's sign)

Die bildgebende Diagnostik wie Röntgen, Sonographie und MRT hat nur eine untergeordnete Bedeutung, vor allem zum Ausschluß anderer Diagnosen.

3.5.1. Differentialdiagnosen

- Affektionen der MTP Gelenke oder Metatarsalia
- Verletzung der plantaren Platte
- Radikuläre Symptomatik (LWS)
- Neuropathie anderer Genese
- Weichteiltumor oder ossärer Tumor

3.6. Therapie

3.6.1. konservativ

- Einlagenversorgung
- Schuhmodifikation (weites bequemes Schuhwerk)
- Infiltration interdigital mit Cortisonzusatz

3.6.2. Chirurgisch

- Excision des gesamten interdigitalen Nerven

- Postoperativer Verbandsschuh mit erlaubter Vollbelastung
- Nahtentfernung 14 Tage postoperativ

3.7. Komplikationen

- Allgemeine Komplikationen
- Rezidiv
- Neuralgie

4. Tarsaltunnelsyndrom

4.1. Definition

Nervenengpaßsyndrom des N. tibialis im Bereich des Tarsaltunnels oder einer seiner Endäste.

In den meisten Fällen teilt sich der N. tibialis noch im Tarsaltunnel in seine **Endäste**:

- Medial plantarer Nerv
- Lateral plantarer Nerv
- Medialer calcaneärer Nerv

4.2. Ätiologie

- Idiopathisch (25%)
- Z.n. Trauma (Exostosen, Frakturfragmente)
- Varicositas
- Tumor (Ganglion, Zyste, Lipom)
- Neurinom des N. tibialis
- Tenosynovitis der umliegenden Sehnen
- Fersenfehlstellung (varus, valgus)
- Hypertropher Abductor hallucis Muskel
- Akzessorischer Muskel (Soleus, Flexor dig long)

4.3. Klinik

- Meist diffuser Schmerz im Bereich des Innenknöchels ausstrahlend an die Planta pedis
- Meist belastungsinduziert
- Dysästhesie
- Proximale Ausstrahlung (30%)

4.4. Diagnose

4.4.1. klinisch

- Anamnese

- Beurteilung der Fußform stehend und gehend
- Palpation entlang des Nervs (Hofman Tinel Zeichen), Suche nach evtl. Tumor / Schwellung

4.4.2. Bildgende Verfahren

- Röntgen: Arthrosezeichen, Z.n. Fraktur ?
- Sonographie: Ganglien, Zysten
- MRT

4.4.3. Elektrodiagnostische Verfahren

- Nervenleitgeschwindigkeit der Endäste des N. tibialis

4.4.4. Differentialdiagnose

- Radikuläre Symptomatik
- Plantare Fasciitis
- Neuropathie (Diabetes, Alkoholoabusus)
- PAVK

4.5. Therapie

4.5.1. konservativ

Eine konservative Behandlung ist auf jeden Fall nicht indiziert, wenn ein pathologisches Substrat für die Beschwerden gibt (z.B. Weichteil Tu). Ansonsten:

- NSAR
- Vit B6
- Orthesen oder Einlagen bei Fehlstellung
- Steroidinfiltrationen sind aufgrund der Nähe zu den Sehnen **eher abzulehnen**

4.5.2. chirurgisch

- Behebung der zugrunde liegenden Ursache
- Alleinige Neurolyse und Nervenrelease nur, wenn keine andere Ursache vorhanden
- Postoperative Immobilisation mit Gips, Entlastung

5. Posttraumatisches / postoperatives Neurom

5.1. Definition

Nervenschädigung durch ein Trauma (ossär oder Weichteil / Distorsio) oder iatrogen hervorgerufen.

5.2. Klinik

- Meist lokalisierter Schmerz
- Meist schlechter im Schuh
- Dysästhesie, Hypästhesie im Ausbreitungsgebiet des Nerven

5.3. Diagnose

- Anamnese: Operation, Trauma (auch eine Distorsion kann ein Neurom hervorrufen)
- Narben
- Palpation / Perkussion des involvierten Nerven
- Diagnostische Infiltration mit Lokalanästhetikum

5.4. Therapie

5.4.1. konservativ

- Schuhmodifikation
- Infiltration mit Steroidzusatz

5.4.2. chirurgisch

- Wenn möglich plastischen Chirurgen hinzuziehen
- Nervenrelease
- Neuromexstirpation und Versenkung des prox Stumpfs in Weichteilgewebe

6. Lateraler plantarer Nerv

6.1. Definition

Nervenengpasssyndrom des ersten Asts des plantaren Nerven. Der Nerv verläuft zwischen dem Abductor hallucis und dem M. quadratus plantae und innerviert den medialen Anteil des Tuber calcanei, den M. flexor dig brevis und den M. abd dig minimi.

6.2. Ätiologie

- Häufig bei Sportlern
- Einengung zwischen dem M abd hallucis und quadratus plantae aufgrund chron Belastung
- Hypertrophie einer der beiden Muskelbäuche

6.3. Klinik

- chronischer Fersenschmerz
- belastungsinduziert
- manchmal ausstrahlend in medialen OSG Bereich

6.4. Diagnose

Rein klinische Diagnose durch tiefe Palpation im Verlauf des Nerven und Auslösen der Schmerzempfindung. Differentialdiagnostisch ist vor allem die Plantarfasziitis auszuschließen.

6.5. Therapie

Die chirurgische Therapie sorgt für eine Dekompression des Nerven

7. Medialer plantarer Nerv

7.1. Definition

Nervenengpaß des medialen plantaren Nerven, welcher an der plantaren Fläche der Sehne des M. flexor digitorum longus bis zum Henry'schen Knoten (Verbindung zwischen flexor hallucis longus und flexor digitorum longus), dann weiter entlang des Flexor hallucis longus, verläuft.

7.2. Ätiologie

- Meist Läufer (jogger's foot)
- Einengung im Bereich des Henry'schen Knotens
- Fersenvalgus
- Einlagen mit med. Gewölbestütze können zur Nervenkompression führen

7.3. Klinik

- Schmerzen medial im Bereich des Fußgewölbes ausstrahlend in dig 1-3 und nach prox
- Belastungsinduziert

7.4. Diagnose

- Anamnese
- Klinik

7.5. Therapie

- Chirurgische Freilegung und Dekompression

Conclusio:

Allgemein ist für die Diagnostik von Nervenaffektionen die genaue Kenntnis der anatomischen Verhältnisse eine grundlegende Voraussetzung. Nervenaffektionen kommen am Fuß entweder durch Engpässe, chronische Überbelastungen, einmalige Traumata oder iatrogen zustande.

Literatur:

Surgery of the foot and ankle. M Coughlin, R Mann, Ch Saltzman. Mosby Elsevier 8th edition, 2007.

Kapitel 17

Diabetisches-Fuß-Syndrom und Charcot Fuß

1. Diabetisches-Fuß-Syndrom (DFS)

1.1. Definition:

Sammelbezeichnung diabetischer Spätschaden des Fußes mit neuropathischer (sensorische, autonome, motorische Polyneuropathie) und vaskulärer (Mikroangiopathie, Makroangiopathie) Komponente

1.2. Demografie DM:

- Prävalenz: ca 4,2% = 154 Millionen (2000)
- Prognose für 2025 5,4% = 300 Millionen
- DM 1: DM 2 ca. 1:9

1.3. Demografie DFS:

- 15-25% mindestens einmal Fußulcus, durchschnittliche Heilungsdauer 4 Monate.
- 10% der Ulzera persistieren über ein Jahr,
- 15% heilen bis zum Tod nicht aus.
- 30%-100% Risiko für Rezidiv
- 40%-60% aller nicht traumatischen Amputationen der UE bei DM
- ca 85% der Amputationen geht eine ulzeröse Läsion voraus.

1.4. Kosten DFS

- Ca 20% der Krankenhausaufenthalte und 50% aller Belagstage von Diabetikern sind auf Fußprobleme zurückzuführen.
- Kosten oberflächliches Ulkus ca 4.500 Euro
- tiefe Infektion ca 23.500 Euro.
- Gangrän ca. 50.000 Euro. (<1% für antibiotische Therapie)

1.5. Teilkomponenten des diabetischen Fußsyndroms

- Diabetische Polyneuropathie (PNP) , ca.50 % der Pat. mit IDDM sensibel, motorisch autonom
- Angiopathie (Mikroangiopathie/Makroangiopathie-pAVK)
 - ca. 60% rein neuropathischen Fuß
 - ca. 10% rein pAVK bedingt.
 - ca. 30% Mischbild aus Neuropathie und pAVK
 - (Bei älteren Patienten und langer Diabetesdauer Mischbild gehäuft)

Prognose von Genese abhängig (rein neuropathisch versus ischämisch/neuroischämisch).

ca. 70 % 5-Jahres-Überlebenszeit neuropathische Ulcera

<50 % bei zusätzlich ischämischer Genese

+ Infektion (Weichteilinfektion? Osteomyelitis?, systemische Inflammation?).

Moulik et al. (Diabetes Care 2003; 26: 491

1.6. Pathogenese

Ursache nicht genau bekannt. Theorien zur die Entstehung der Neuropathie:

- Sorbitol-Myoinositol-Hypothese
Verminderung von zellulärem Myoinositol führt zu erhöhten Sorbitolkonzentration. Folge davon ist eine Störung der Na/K-ATP-ase-Aktivität. Dadurch Depolarisation der Nervenzellmembran und Verzögerung der Nervenleitgeschwindigkeit.
- Verminderte Umwandlung von Linolensäure in Gammalinolensäure durch Schädigung der Vasa nervorum Hypoxie und intrazellulärer oxidativer Stress. Die Abnahme von Stickoxid, welches einen vasodilatatorischen Effekt hat, führt durch Vasokonstriktion zu vermindertem endoneuralen Blutfluss.
- Anhäufung von „Advanced Glycosylation End Products“ (AGEs)
AGE: chemisch nicht mehr metabolisierbare Substanzen, die während einer Hyperglykämie durch nicht-enzymatische Glykosylierung entstehen. Lagern sich in Gefäßwänden ab und verbinden sich mit Eiweißmolekülen peripherer Nerven. Hypoxie bzw. Strukturschädigung des Nervs führen zu Demyelinisierung.
- Verminderung neurotropher Faktoren:
Nerve Growth Factor (NGF), Brain Derived, Neurotrophic Factor (BDNF)...
- Autoimmunprozesse

1.7. Klinische Diagnostik:

■ Anamnese:

- Schmerzen, Parästhesien, Hyperästhesien und Taubheitsgefühl, in der Regel von distal nach proximal aufsteigend (dying-back-neuropathy). Schmerzen brennend (burning feet), bohrend, einschließend, krampfartig oder stechend (lanzinierend). Nächtliche Exazerbation der Beschwerden, Besserung beim Gehen. Schmerzen mit Hypersensitivität (Dysästhesien) bei leichter Berührung verbunden.

■ Klinik:

- Abgeschwächte oder fehlende Muskeleigenreflexe, Sensibilitätsstörungen, sensible Ataxie mit Gang- und Standunsicherheit, herabgesetzte Thermästhesie und Algesie
- Atrophie der kleinen Fußmuskeln durch Ausfall der motorischen Fasern (Mm. lumbricales und Mm. Interossei) Einsinken der Web spaces mit Krallenzehen, Hohl- und Spreizfußstellung.
- Trockene Haut, rosige, warme Füße (autonome Neuropathie) durch arteriovenöse Shunts dennoch Gewebshypoxie
- Hyperkeratosen an Stellen, die Druck ausgesetzt sind. Werden diese nicht regelmäßig abgetragen, können darunter Einblutungen und Ulcera entstehen.
- Druckulcera (Mal perforans)

Tabelle 1: Einteilung nach Wagner zur Läsionsausdehnung beim diabetischen Fuß

Stadium 0	Risikofuß, keine offene Läsion
Stadium I	oberflächliche Läsion
Stadium II	Ulkus bis zur Gelenkscapsel, Sehnen oder Knochen
Stadium III	Ulkus mit Abszess, Osteomyelitis, Infektionen der Gelenkscapsel
Stadium IV	begrenzte Vorfuß- oder Fersennekrose
Stadium V	Nekrose des gesamten Fußes

Diabetisches-Fuß-Syndrom und Charcot Fuß

Tabelle 2: Unterscheidungsmerkmale beim diabetischen Fuß

	neuropathisch	angiopathisch
Inspektion	Haut trocken, warm, rissig	Haut kühl, blass, livide
Ulcus Lokalisation	An druckbelasteter Stelle, wie ausgestanzt, hyperkeratotischer Randwall	Druckunabhängig (akrale Nekrosen an Ferse, Zehen)
Fußpulse	palpabel	schwach/fehlend
Schmerzen	Schmerz-, Druck-, Vibrationsempfinden herabgesetzt, Missempfindungen v.a. in Ruhe	Schmerz bei Belastung bzw. in Ruhe (pAVK °4)
Hyperkeratosen	Ja	nein
Knochen	Osteoporose, Osteolysen, Charcot	Normale Knochenstruktur
Ödem	Ja	nein

Klinische Tests:

- Semmes-Weinstein-Monofilament (Berührung),
- Tiptherm (Temperatur),
- Stimmgabel (Vibration),
- Nadel (Schmerz)
- Muskeleigenreflexe (vorhanden oder fehlend)
- ev. Nervenleitgeschwindigkeit (NLG), Aktionspotentiale...
- ev. bildgebende Verfahren

1.8. Therapie

1.8.1. Konservative Therapie:

■ Allgemeine Maßnahmen / Prophylaxe

- Blutzuckereinstellung ! (HbA_{1c} <6.5%)
- Verletzungsprophylaxe: Barfußgehverbot, Hautpflege, Nagelpflege,
geeignetes Schuhwerk mit diabetischer Weichbettungseinlage

Diabetisches-Fuß-Syndrom und Charcot Fuß

regelmäßige Selbstuntersuchungen

- Betreuung in interdisziplinärer Diabetesambulanz

- **Medikamentöse Therapie:** bei neuropathischen Schmerzen, aber auch bei als unangenehm empfundenen Hyper- oder Dysästhesien.

Adjuvante, symptomatische Therapie, daher nur bei subjektivem Leidensdruck

- Antioxidantien (α -Liponsäure, Thioctacid® 600mg/d i.v. für 14-21 d)
- Vitamin B1(Benfotiamin)
- Tricyclische Antidepressiva, SSRI
- Antikonvulsiva (Neurontin®, Tegretol®)
- Analgetika (zB Tramadol)

- **Ulcustherapie:**

- **Entlastung:** (Entlastungsschuh, Walker, Gips, Total-Contact-Cast)
- **Wundpflege:** mit entsprechenden Materialien (feuchtes Wundmilieu, Proteolyse, Resorption von Sekret, ev. lokale Antisepsis mit Silber z.B. Aquacel®, Alginate)
- **Chirurgisches Ulcusdebridement:** Resektion des hyperkeratotischen Randwalles, Anfrischen des Ulcusgrundes

1.8.2. Operative Therapie:

Rekanalisierung (PTA, Bypass), plastisch chirurgische Deckung, (Teil)-amputation

2. Charcot Fuß

Diabetische neuropathische Osteo-Arthropathie (DNOAP)

2.1. Definition:

Aseptische Auflösung von Knochen und Gelenken assoziiert mit peripherer (Poly)neuropathie

1868 erstmals von Jean Martin Charcot als Manifestation der Lues beschrieben

2.2. Demografie:

- 0,15-2,5% der Diabetiker
- meist Krankheitsdauer > 10 Jahre
- vorbestehende PNP
- in 30 % beidseitig

2.3. Ätiologie:

- Diabetes Mellitus
- Alkoholische Polyneuropathie
- Niereninsuffizienz
- Rückenmarksverletzung
- Neuropathie (Lepra)

2.4. Pathogenese

- **Neurotraumatische Ursache** (Johnson) multiple unbemerkte Mikrotraumen bei fehlender Schmerzempfindung und Propriozeption
- **Neurovaskuläre Ursache** (Brower u. Allman)
Knochenresorption und Schwächung des Bandapparates durch neurogene Gefäßweitstellung, *Autosympathektomie*

Diabetisches-Fuß-Syndrom und Charcot Fuß

Einteilung:

■ Stadieneinteilung nach Eichenholtz

- **Stadium I:** Akutstadium –
Ödem, Rötung, Überwärmung
- **Stadium II:** Umbauphase
Luxation der Fußgelenke, Fraktur von Gelenken, Knochenresorption,
Schwellung und Ödem in Rückbildung
- **Stadium III:** Regenerationsstadium
Konsolidierung des Knochens, Fehlstellungen fixiert

■ Lokalisationseinteilung

- Verschieden Klassifikationen (Sanders, Brodsky, Schon)

2.5. Klinik:

- Stadienabhängig (s.o)
- Anamnestisch und klinisch Polyneuropathie

2.6. Differentialdiagnosen (v.a. in Eichenholtz Stadium I)

- Phlegmone
- Erysipel
- Thrombose
- Osteomyelitis

Abbildung 1-3: Charcot Löschwiegenfuß



2.7. Bildgebende Diagnostik

- **Nativröntgen:** Luxation der Fußgelenke, Fraktur von Gelenken, Knochenfragmentierung Knochenresorption neben „wolkigen“ Knochenneubildungen, Löschwiegenfuß
- **MRT:** Methode der Wahl zur Differentialdiagnose zu Osteomyelitis

2.8. Therapie

2.8.1. Konservative Therapie

- **Stadium I:**
 - Gips / Vollkontaktgips
 - Entlastung
 - Ulcustherapie
- **Stadium II:**
 - Gips / Orthesen
 - zunehmende Teilbelastung
- **Stadium III: Regenerationsstadium**
 - Orthesen / orth. Schuhversorgung
 - Vollbelastung
 - oder chirurgische Therapie

2.8.2. Operative Therapie

- Ulcustherapie
- Resektion von Knochenprominenzen
- Arthrodesen, Ziel:
 - Achsengerechte, plantigrade Fußposition
 - Stabilisierung
 - Druckentlastung
 - Schuhversorgbarkeit
- (ggf. Therapie der Osteomyelitis, Amputation)
-

Diabetisches-Fuß-Syndrom und Charcot Fuß

2.9. Nachbehandlung:

- Entlastende Mobilisation im Gips bis zum radiologischen Durchbau
- Zunehmende Belastung in Gips oder Walker
- Diabetische Schuhversorgung oder orthopädischer Maßschuh

2.10. Komplikationen

- Pseudoarthrose !!
- Fehlstellung
- Infekt

Literatur

Johnson JTH: JBJS 49A 1-30, 1967

Brower AC et al.: Radiology 139: 349-354, 1981

Eichenholz SN. Charcot joints. Springfield, Ill: Charles C Thomas, Publisher; 1966

Sanders LJ, Mrdjencovich D. Anatomical patterns of bone and joint destruction in neuropathic diabetics. Diabetes. 1991;40(suppl 1):529A.

Moulik et al. (Diabetes Care 2003; 26: 491

Dorn, U. (2001): Neuro-Osteoarthropathie, in: Antibiotika Monitor, 12/2001, Internet: www.antibiotikamonitor.at/12_01/12_01_08.htm (5.11.2002)

Kapitel 18

Amputationen am Fuß

1. Allgemeines:

Die Hauptursache für notwendig werdende Amputationen ist das diabetische Fußsyndrom, das für über 50 % aller Amputationen verantwortlich zeichnet.

Die 2. Hauptursache stellt die periphere arterielle Verschlusskrankheit (PAVK) dar.

Die Amputation stellt jedoch nicht das Endstadium oder das Versagen einer Therapie dar, sondern sollte als Beginn eines neuen Lebensabschnittes ohne diesen betreffenden Gliedmaßenanteil angesehen werden. Dies ist insofern wichtig, als die Amputation sonst den Patienten als etwas extrem Negatives „verkauft“ wird. Vielmehr sollte versucht werden, durch eine gut durchgeführte Amputation die Mobilisation des Patienten zu erhalten und den oft beeinträchtigten Allgemeinzustand des Patienten zu verbessern oder sogar das Leben bei eventuell beginnender Sepsis zu retten.

2. Grundsätze bei Amputation:

2.1. Der Hauptgrundsatz ist, **so wenig wie möglich, so viel wie notwendig:**

Darunter versteht man, dass man bei der Amputation möglichst viel erhalten sollte. Dies darf aber nicht aufgrund falschen Ehrgeizes oder einer schlechten präoperativen Abklärung zu einer sogenannten „Salamitaktik“ (darunter versteht man das kurzfristige Nachamputieren innerhalb kürzerer Zeiträume, da bei der Voramputation zu wenig weg genommen wurde) führen. Man darf also auch nicht zu wenig amputieren. Es müssen gesunde Weichteile in ausreichender Menge vorhanden sein, um einen spannungsfreien Wundverschluss zu ermöglichen. Mit so wenig wie möglich zu amputieren meint man, dass möglichst viel an Gliedmassen vorhanden bleibt, um gerade beim Fuß die Standfläche möglichst groß zu halten und damit ein verbessertes Gleichgewichtsgefühl zu erhalten.

2.2. Endbelastungsfähiger Stumpf:

Darunter versteht man, dass möglichst nicht transossär amputiert werden sollte. Hier meint man vor allem den Sprunggelenksbereich, da die Amputation im Tibiabereich automatisch zur

Folge hat, dass keine Endbelastungsfähigkeit erzielt werden kann (ein transossär amputierter Röhrenknochen ist nicht endbelastungsfähig). Eine Exartikulation mit Erhalt des proximalen Gelenkanteiles ermöglicht allerdings eine Vollbelastung.

2.3. Spannungsfreier Wundverschluss:

Bei der Amputation sollte genügend Weichteile erhalten bleiben, um beim Wundverschluss spannungsfrei arbeiten zu können. Ein zu straffer Wundverschluss führt zu Spannungen, die auch im Bereich der Nähte zu Nekrosen führen können. Man muss auch an die postoperative Schwellung denken, die zusätzlich Spannungen erzeugt. Falls zu viel an Weichteilen belassen wird, besteht die Gefahr einer Hämatom-/Serombildung, die einen Nährboden für Infekte bilden kann. Außerdem kann in diesen Fällen ein kolbenartiger (birnenförmiger) Amputationsstumpf resultieren, der später vor allem in der orthopädietechnischen Versorgung große Probleme verursachen kann.

2.4. Gewebeschonung:

Da die Weichteile schon generell stark vorgeschädigt sind und eine schlechte Heilungstendenz bei den meisten Pathologien vorliegt, muss eine entsprechende Behandlung des Gewebes erfolgen. D.h.: Vorsichtiges Verwenden der Pinzette an den verbleibenden Strukturen (kein quetschen..). Das Amputat kann für verschiedenste Tätigkeiten herangezogen werden, da es ja entfernt wird!

2.4.1.

Im Fußbereich wenn irgend möglich erhalten der Fußsohlenhaut, da diese nur 1x am Körper vorkommt und auch nicht mehr nachwächst. Andere Strukturen wie Muskeltransplantate, Spalthauttransplantate oder auch Vollhauttransplantate wenn sie nicht von der Fußsohle kommen bzw. mit Fußsohlenhaut gedeckt werden können, erlauben keine Vollbelastungsfähigkeit, da diese Haut für die Fußsohle zu schwach ist.

2.4.2.

Bradytrophes Gewebe wie Sehnen und pathologische veränderte Weichteile müssen entfernt werden, da es den Heilungsverlauf negativ beeinträchtigen kann.

2.4.3.

Die Amputation sollte nach Möglichkeit bei angelegter, aber primär nicht aufgeblasener Blutsperre erfolgen. Im Idealfall kann ohne Blutsperre amputiert werden. Die Anlage erfolgt möglichst weit von der Amputationsstelle entfernt. Kommt es intraoperativ zu stärkeren Blutungen, so kann diese immer noch aufgeblasen werden, sollte aber vor Wundverschluss

geöffnet sein. Dies hat auch den Vorteil, die Durchblutungssituation im Stumpfbereich besser beurteilen zu können. Kleinere Blutungen werden belassen, da eine zu ausgiebige Blutstillung für die Wundheilung kontraproduktiv ist.

2.4.4.

Eine Entknorpelung bei Exartikulationen sollte nicht durchgeführt werden und ist kontraproduktiv. Dies vor allem um die Belastungsfähigkeit des Knochens zu erhalten und um zu vermeiden, dass der Knochen eröffnet wird und dadurch eher Infektionen zugänglich ist.

2.4.5.

Nerven und größere Gefäße werden unterbunden. Dazu werden sie leicht nach proximal präpariert. V.a. an den Nerven soll nicht gezogen werden. Nach Unterbindung sollten sie wenn möglich „weich gelagert“ werden, z.B. in Muskulatur.

2.4.6.Narkose:

Hier sind prinzipiell verschiedenste Narkosemöglichkeiten gegeben. Bei schlechten allgemeinmedizinischen Zuständen, gerade beim Diabetiker, können (Notfalls)-amputationen in vielen Fällen durchaus auch ohne Narkosen durchgeführt werden. Bei starker Neuropathie spürt der Patient an diesen Stellen einen Schmerz bzw. oft überhaupt nichts.

3. Folgen der Amputation:

3.1.

Im Bereich von Teilamputationen am Fuß muss bedacht werden, dass sich die Standfläche im Sinne der Quadratmeteranzahl mit jeder Amputation verringert. Dies bedeutet auch, dass es zu Standunsicherheiten kommt, was gerade bei älteren Patienten von Nachteil ist.

3.2.

Bei Amputationen im Rückfußbereich kommt es vor allem auch zu einer Beinlängendifferenz, die z.B. bei einer Exartikulation im oberen Sprunggelenk bis zu ca. 7 cm ausmachen kann.

4. Postoperative Behandlung:

4.1.

Generell sollten Wunddrainagen verwendet werden. Im Fußbereich ist zu bedenken, dass bei eingelegten Laschen nach Amputationen beim Liegen des Patienten im Vorfußbereich das

Problem besteht, dass sich entlang der Muskelfascien und Logen Wundsekret nach proximal fortbewegen kann. In diesen Fällen sollte daher mehrmals täglich der Stumpf tief gelagert werden. So kann sich Wundsekret entlang der Lasche entleeren. Besser wäre es, noch eine geschlossene Saugdrainage zu verwenden.

4.2.

Der Autor verwendet postoperativ nach jeder Amputation (außer bei Zehenamputationen) einen Gips, da dieser eine gute Kompressionsmöglichkeit bietet bzw. auch Probleme wie Kontrakturen, Verletzungen beim postoperativen Aufstehen (z.B. auch bei verwirrten Patienten, die in der Nacht aufstehen und stürzen) geringer hält und das Stumpfüdem verhindert bzw. minimiert.

4.3.

Bei der orthopädietechnischen Versorgung muß zwischen Sofort-, Interims- und Definitivversorgung unterschieden werden.

4.3.1.Sofortversorgung: erfolgt direkt nach der Operation z.B. schon am OP Tisch

4.3.2.Interimsversorgung: Behelf, bis die endgültige Versorgung möglich ist

4.3.3.Definitivversorgung: wenn die Wunden abgeheilt und keine größeren Veränderungen mehr zu erwarten sind. Man meint damit Muskelschwund, Wundheilung, Schwellungen etc.

5. Spezielles:

5.1. Zehenamputationen:

Hier können Zehen in den verschiedensten Höhen amputiert werden. Am leichtesten gestaltet sich dies im Sinne von Exartikulationen in den einzelnen Phalangealgelenken oder dem Metatarsophalangealgelenk. Wichtig ist es hierbei, dass genug gesunde Haut zum spannungsfreien Wundverschluss vorhanden ist. Hier wiederum ist anzumerken, dass gerade bei den Zehen etwaige Haut, welche sich bei der Exartikulation bietet, verwendet werden kann, sodass oft nur der Knochen herausgeschält wird und die verbliebene Zehenhaut z.B. über den Defekt geschwenkt werden kann.

5.2. Großzehenamputation:

Hier kann es durchaus auch sinnvoll sein, auch einmal nicht zu exartikulieren. Wenn es z.B. möglich ist die Basis der Grundphalanx zu erhalten, da dies gleichzeitig auch den Erhalt eines Muskelansatzes bedeuten kann. Nagel und Nagelwurzel sind generell zu entfernen.

5.3. Metatarsalamputationen:

Hier kann es entsprechend der Pathologie notwendig sein, einen ganzen Strahl zu entfernen (den Mittelfußknochen mit der dazugehörenden Zehe) oder auch nur den Metatarsalknochen zu entfernen, wenn ein plantares Malum perforans dies erfordert. Mit einer guten postoperativen orthopädietechnischen Versorgung kann dies oft zu einem sehr schönen kosmetischen und funktionellen Ergebnis führen. Da ja nur subcutan amputiert wird und die Zehe selbst erhalten werden kann.

Im Bereich der Metatarsalia selbst können Amputationen an verschiedenen Stellen durchgeführt werden. Aufzupassen ist aber, dass man nicht mit Candysticks - Deformitäten (Zuckerstangendeformitäten) postoperativ zu kämpfen hat. Diese entstehen, wenn im subcapitalen bis proximalen Anteil der Metatarsalia amputiert wird. Hier kommt es postoperativ bei Belastung zum Ausdünnen der restlichen Knochen. Diese präsentieren sich dann radiologisch wie abgelutschte Zuckerstangen bzw. kann es klinisch zu einem Durchbohren der Plantar pedis oder entsprechenden Druckstellen kommen.

5.4. Lisfranc-Gelenkamputation:

Darunter versteht man die Exartikulation im Lisfranc'schen Gelenk, also das Absetzen der gesamten Metatarsalia. Hier ist Augenmerk auf das 2. Metatarsale zu richten, da dieses nach proximal hin länger ist als die benachbarten. Es gibt hier je nach Pathologie die Möglichkeit der Exartikulation der Metatarsalia I, III, IV, V und in deren Niveau das Durchsägen des Metatarsale II, sodass dies wie ein Schlussstein im Lisfranc'schen Gelenk verbleibt. Oder vor allem wenn eine Osteomyelitis oder eine andere Pathologie im Bereich des MT II vorhanden ist, das Entfernen des gesamten Metatarsale II. Wichtig ist bei all diesen Amputationen, dass wenn immer nur möglich von plantar nach dorsal die Fußsohlenhaut zur Deckung verwendet wird und wenn möglich die Fußsohlenhaut bei der Operation nicht verletzt wird.. So erzielt man eine entsprechende Stress resistente Wunddeckung, um diese mit Fußsohlenhaut vor Druck, Reibung, Scherkräften etc. zu schützen.

5.5. Bona-Jäger Amputation:

Erhalt des Os naviculare und Osteotomie am Os cuboideum.

5.6. Chopart Gelenksamputation:

Darunter versteht man die Exartikulation im Chopart'schen Gelenk. Also eine Exartikulation unter Belassung des Talus und Calcaneus.

Probleme:

Aufgrund der überwiegenden plantarflektierenden Muskulatur (vor allem Gastrocnemiusmuskulatur mit Achillessehne) kommt es zu einer postoperativen Spitzfußstellung. Man kann versuchen dies durch eine Modifikation (nach Marquardt-Neff) zu vermeiden, in dem Strecksehnen durch in den Taluskopf gefräste Rinnen nach plantar hin mit der dort liegenden Muskulatur verbunden werden bzw. auch zum Teil leicht transossär fixiert werden. Sinnvoll ist hier auch eine postoperative Gipsversorgung zur Kontrakturprophylaxe bzw. eine entsprechend ehest mögliche eingeleitete orthopädietechnische Versorgung bei entsprechend abgeheilten Wundverhältnissen.

5.7. Pirogoff (Boyd) Amputation:

Darunter versteht man die tibio-calcaneare Fusion (-Amputation) nach Talektomie. Dh. es wird im Chopard Gelenk amputiert und zusätzlich wird auch noch talektomiert. Es wird danach der Calcaneus in die Malleolengabel gestellt und hier eine entsprechende Fusion durchgeführt. Dies unter entsprechenden aseptischen Kautelen um eine Proximalisierung eines eventuell vorhandenen distalen Infektes zu vermeiden.

5.8. Syme Amputation:

Darunter versteht man die Exartikulation im oberen Sprunggelenk. Hier gibt es verschiedene Vorgangsweisen.

5.8.1.

Bei Patienten in schlechten Allgemeinzustand kann man, um schnellstmöglich diese Amputation durchzuführen, nur die Exartikulation durchführen und danach sofort die Wunde spannungsfrei, wenn möglich mit Fußsohlenmuskulatur verschließen. Die Malleolen bleiben bestehen. In diesen Fällen kann im Sinne einer zweizeitigen Operation zu einem späteren Zeitpunkt durch Stichincisionen eine Entfernung der Malleolen durchgeführt werden.

5.8.2.

Einzeitiges Vorgehen mit Exartikulation und sofortigem Entfernen der Malleolen. Eine Entknorpelung bei Exartikulationen sollte nicht durchgeführt werden und ist kontraproduktiv. Dies vor allem um die Belastungsfähigkeit des Knochens zu erhalten und um zu vermeiden, dass dieser Knochen eröffnet wird und dadurch eher Infektionen zugänglich ist.

Kapitel 19

Tumore & tumorstimulierende Läsionen am Fuß

1. Einleitung:

Muskuloskeletale Tumore sind selten (ca. 1% aller Malignome). Diese treten noch seltener am Fuß auf und erfordern daher die genaue Einhaltung der diagnostischen und therapeutischen Algorithmen. Verschiedene große klinische Serien haben gezeigt, daß benigne und maligne Tumoren am Fuß und am Sprunggelenk in einer höheren Rate auftreten als vorher angenommen. In der Wiener Knochengeschwulstregister finden sich seit 1970 386 Tumore am Fuß, es sind 5% aller erfaßten Tumore. 198 (51,3%) befinden sich im Knochen, 188 (48,7%) in den Weichteilen. 129 (33,4%) waren primär benigne Tumore. Die häufigsten Diagnosen dieser Gruppe waren Chondrom (30), Fibromatose (22), Osteoidosteom (9), Lipom (9) und intraossäres Lipom (5). Unter den 74 primär malignen Tumore (19,2%) waren am häufigsten Synovialsarkom (18), Chondrosarkom (9), Ewingsarkom (8), MFH (7), Fibrosarkom (6) und Osteosarkom (3).

Tumorsimulierende Läsionen stellen mit 137 (35,5%) auch eine große Gruppe dar. Hier waren die wichtigsten Diagnosen kart. Exostose (34), verschiedene Zysten (33), Ganglion (26), Synovitis villonodosa (22), Chondromatose (5) und intraossäres Ganglion (5).

Entzündungen (29, 7,5%) und Metastasen (7, 1,8%) kommen seltener vor.

Aufmerksamkeit ist erforderlich bei der Untersuchung jeglicher Raumforderung am Fuß, einschließlich solcher mit einem anscheinend schmerzfreien Verlauf. Obwohl Tumoren am Fuß dazu neigen, wegen der kompakten Struktur des Fußes relativ frühzeitig Symptome zu entwickeln, werden viele Tumoren anfangs fehldiagnostiziert. Bedingt durch das vergleichsweise kleine Volumen der anatomischen Kompartimente im Fuß stellen sich Tumore oftmals außerhalb der eigentlichen Kompartimente dar, was eine frühzeitige

Tumore & tumorstimulierende Läsionen am Fuß

Diagnose unerlässlich macht. Größere Behandlungsfehler können verhindert werden, wenn die Ärzte bei der Beurteilung aller Raumforderungen des Fußes das Potential einer Malignität bedenken. Ein hoher Verdachtsindex, ein organisierter Zugang zur Diagnose und zur Bewertung und Befolgung der Grundprinzipien der Behandlung muskuloskeletaler Neoplasien erhöhen die Wahrscheinlichkeit akzeptabler Ergebnisse.

2. ALGORITHMUS BEI TUMORVERDACHT

Klinisch unterscheiden sich Patienten mit Knochentumoren meist grundsätzlich von anderen Tumorerkrankungen. Aspektmäßig handelt es sich meist um “gesunde” Personen. Besonders wegen der oft uncharakteristischen Symptome sind eine genaue Anamnese und klinische Untersuchung Voraussetzung. Lässt sich hiermit nicht eindeutig eine Diagnose stellen, so muss unverzüglich eine konventionelle Röntgenaufnahme in 2 Ebenen veranlasst werden. Dabei ist darauf zu achten, dass Schmerzen oft von proximal liegenden Veränderungen nach distal ausstrahlen. Meist schon durch das konventionelle Röntgenbild kann der Verdacht auf einen neoplastischen Prozess bestätigt oder ausgeschlossen werden. Alle weiteren Untersuchungen dienen zum Teil weiteren differentialdiagnostischen Abklärungen oder präoperativer Therapieplanung und sollen kurz beschrieben werden.

Das erste klinische Symptom eines Knochentumors ist meist der Schmerz. Dieser ist zunächst uncharakteristisch, “rheumatisch”, ziehend, neuralgiform. Ein wichtiges Unterscheidungsmerkmal zu arthrotischen Schmerzen ist das häufige Auftreten in Ruhe, auch nachts. Nach unterschiedlich langen Intervallen kommt es zum Dauerschmerz. Zu akuten Schmerzen kommt es bei Auftreten von Spontanfrakturen.

Tumor, Schwellung: Die Schwellung ist meist erstes klinisches Symptom bei Weichteilprozessen. Häufig bestehen bei gutartigen Tumoren sehr lange schmerzlose Schwellungen, die erst bei Größenzunahme oder Auftreten von Schmerzen einer genaueren Untersuchung zugeführt werden. Bei malignen Tumoren bestehen Schwellungen meist erst seit kurzer Zeit, nachdem dieser Skelettabschnitt vorher bereits schmerzhaft war.

Bei sehr vielen gelenknahen Prozessen kommt es zu Bewegungseinschränkung in Gelenken und häufig zu reaktiven Ergussbildungen, die die Diagnose verschleiern können.

Spontanfrakturen sind häufig das erste klinische Zeichen von Knochenzysten und Enchondromen der Phalangen. Diese führen dann oft zur ersten radiologischen Abklärung. Bei malignen Tumoren treten pathologische Frakturen meist erst spät auf, nachdem Schmerzen und Schwellung schon länger bestanden haben.

Tumore & tumorstimulierende Läsionen am Fuß

Allgemeinsymptome wie Fieber, Abgeschlagenheit, Konditionsverlust Müdigkeit, Angst, Nachtschweiß treten bei malignen Tumoren bei sehr fortgeschrittener Erkrankung auf.

Die klinische Untersuchung umfasst neben einer kompletten Erhebung des Allgemeinzustands eine exakte Beschreibung des tumortragenden Skelettabschnittes. Diese umfasst die Qualitäten der Schmerzhaftigkeit, Größe und Konsistenz, Verschieblichkeit, Bezug zu tiefen Strukturen und Haut, Venenzeichnung, Zustand der Haut, Umfangsdifferenz im Vergleich zur Gegenseite. Auch Photodokumentationen für die Verlaufsbeobachtung oder zur Dokumentation von Punktionsstellen oder Hämatombildungen haben sich für eine spätere Planung der chirurgischen Zugangswege bewährt.

3. Laboruntersuchungen:

Laboruntersuchungen sind bei Skelettumoren in der Regel unspezifisch und haben ihren Stellenwert vor allem in der Abgrenzung gegenüber entzündlichen Prozessen, Erkrankungen des blutbildenden Systems oder in der Verlaufsbeobachtung osteodestruktiver Prozesse (alkalische Phosphatase). Die alkalische Phosphatase ist vor allem bei malignen Knochen- und Leberprozessen und Morbus Paget erhöht bis stark positiv und als Zeichen eines erhöhten Knochenumbaus zu werten. Eine Hypercalcämie findet sich im Spätstadium von generalisiert osteolytischen Knochenmetastasen und ist als prognostisch ungünstiges bzw. terminales Zeichen zu werten. Eine Paraproteinämie deutet auf ein multiples Myelom hin, findet sich jedoch auch bei multiplen Karzinommetastasen. LDH-Erhöhungen können bei Lymphomen in Tumoren der Leber und des Hodens vorkommen. Die Analyse von Tumormarkern kann bei bekannter Knochenmetastase, jedoch unbekanntem Primum die Suche des Primärtumors erleichtern. Im Folgenden sind die wichtigsten Tumormarker mit den charakteristischen Organen als Tumorausgangspunkt angeführt:

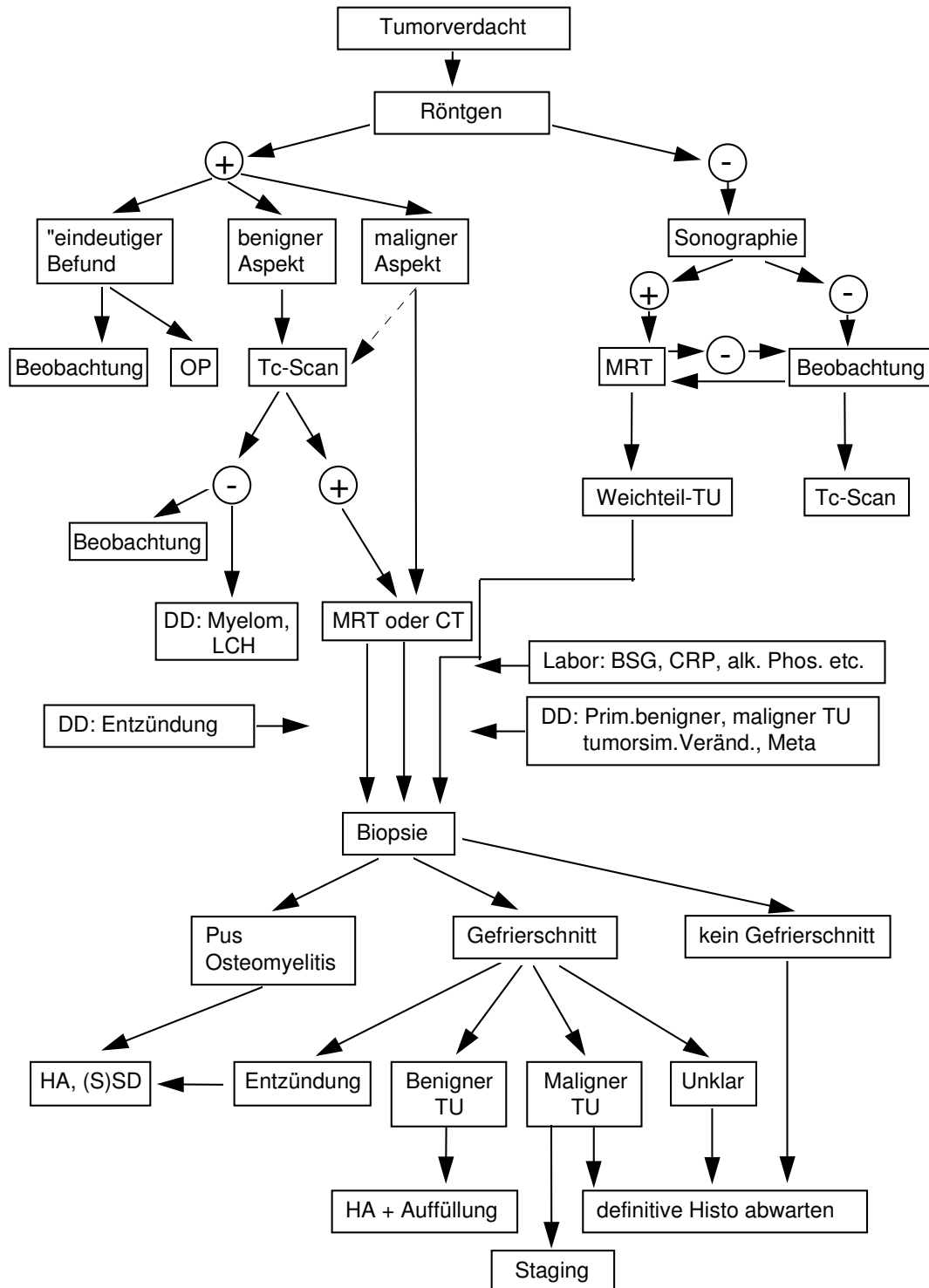
Tumore & tumorstimulierende Läsionen am Fuß

Tumormarker	Tumoren	gutartige Erkrankungen
1-Fetoprotein	Leberzellkarzinome Keimzelltumoren	Benigne Leber- erkrankungen
-HCG	Keimzelltumoren	Schwangerschaft
CA 15-3 Carbohydrat-Antigen 15-3	Mammakarzinome Gastrointestinale Tumore Ovarialkarzinome Bronchialkarzinome	
CA 19-9	Gastrointestinale Tumore	
CA 125	Ovarialkarzinome	
Carcinoembryonales Antigen (CEA)	Kolorektale Karzinome Mammakarzinome Bronchialkarzinome Magenkarzinome	Entzündliche Darm- erkrankungen
Neuronenspezifische Enolase (NSE)	Kleinzellige Bronchialkarzinome Karzinoidtumoren	
Prostataspezifisches Antigen (PSA)	Prostatakarzinome	Prostatitis
Tissue Polypeptide Antigen (TPA)	Mammakarzinome Bronchialkarzinome Kolorektale Karzinome	

Tumore & tumorstimulierende Läsionen am Fuß

Die Aufstellung zeigt den diagnostischen Weg bei Tumorverdacht und wird im Folgenden detailliert besprochen:

Algorithmus der Abklärung bei Tumorverdacht



4. Biopsie

Vor jeder Behandlung eines Knochentumors muss eine histologische Verifizierung durch eine Probeentnahme erfolgen. Dies ist ein unumgänglicher Schritt in der Therapieplanung, unabhängig davon, ob diese chirurgisch, chemo- oder strahlentherapeutisch ist. Die einzige Ausnahme von dieser Regel stellen Knochen- und Weichteilmetastasen bei bekanntem Primärtumor dar, vor allem dann, wenn die Metastase weniger als 2 Jahre nach Behandlung des Primärtumors auftritt. Der Eingriff selbst muss sorgfältig geplant werden und stellt in keinem Falle eine Anfängeroperation dar. Das Ziel der Probeexzision ist es, einerseits genügend repräsentatives Material zu gewinnen und andererseits durch exaktes Anlegen der Schnittführung eine eventuell später notwendige Resektionsbehandlung nicht zu erschweren oder gar unmöglich zu machen. Ausgehend von der Tatsache, dass im Bereich des Biopsieareals oder Biopsietraktes Tumorzellen nachgewiesen werden können, ist der Zugangsweg als kontaminiert zu betrachten und muss bei einer späteren Operation mitreseziert werden. So gesehen ist es auch verständlich, dass Gefäß-Nerven-Bündel, die bei der Probibiopsie dargestellt werden, später reseziert werden müssen (Kotz und Salzer 1975, Kotz et al 1977).

5. Vorbereitung und Planung

Um Lage, Ausdehnung und anatomisches Naheverhältnis eines Tumors beurteilen zu können muss vor jeder Biopsie wenigstens durch ein radiologisches Schichtbild (CT oder MR) bezüglich seiner Größe und Ausdehnung in die Tiefe vorliegen. Hierbei ist es auch wichtig, eine MRT des gesamten Kompartments, z.B. Femur oder Oberschenkel, zu fordern, um eventuelle Skip-Metastasen zu orten. Bei sehr ausgedehnten Tumoren, welche zentral regressive Veränderungen aufweisen, sollte präoperativ noch eine Kontrastmittel-CT oder MRT angefertigt werden, um die Biopsie aus den höchst vitalen Tumorarealen, welche sich massiv anfärben, durchzuführen.

Beim Anlegen der Biopsie orientiert man sich nicht an standardisierten Zugängen der orthopädischen Chirurgie, sondern an der Lokalisation des Tumors. Da die Resektion immer von der Seite der maximalen Tumorausdehnung erfolgt, gilt als Faustregel, dass die Biopsie an der Stelle angelegt wird, an welcher der Tumor am oberflächlichsten liegt, ohne dass dabei Gefäß-Nerven-Bündel präpariert werden müssen. Weiters darf die Biopsie nicht zwischen

Tumore & tumorstimulierende Läsionen am Fuß

Muskelsepten erfolgen, da hierdurch zwei Kompartments eröffnet werden, die später auch reseziert werden müssen, sondern soll direkt durch einen Muskel angelegt werden.

6. ZUSAMMENFASSUNG:

Die Biopsie von Knochen- und Weichteiltumoren sollte in jedem Fall von einem erfahrenen Operateur durchgeführt werden. Die allgemeinen Richtlinien, die für die Knochenbiopsie gelten, sollten auch bei operativer Sanierung eines scheinbar gutartig imponierenden Knochentumors angewandt werden, um im Falle einer histologisch verifizierten Malignität die besten Voraussetzungen für eine spätere Resektionsbehandlung zu schaffen. Bei Verdacht auf einen malignen Knochen- oder Weichteiltumor sollte wegen der Möglichkeit der Gefrierschnittuntersuchung bereits die Biopsie in einem Tumorzentrum durchgeführt werden.

7. PRINZIPIEN DER CHIRURGISCHEN BEHANDLUNG

Die operative Therapie von Knochentumoren richtet sich nach der Notwendigkeit von extra - oder intraläsionalem Vorgehen entsprechend der Tumorentität. Als klinisch praktikabel hat sich die Einteilung der Extremitätensarkome nach ihrem Grading und ihrer Lokalisation (Enneking) durchgesetzt:

Tab.1.1 Tumorgading nach Enneking

IA	niedrig maligne	intrakompartmental
IB	niedrig maligne	extrakompartmental
IIA	hoch maligne	intrakompartmental
IIB	hoch maligne	extrakompartmental
III	jeder Grad	Metastasen

Tumore & tumorstimulierende Läsionen am Fuß

Dieser Einteilung hat Enneking eine Klassifikation entsprechend der Radikalität in Bezug auf die Resektionsränder gegenübergestellt:

Tab.1.2 Klassifikation der Radikalität entsprechend den Resektionsrändern

Intraläsional	Eröffnung des Tumors
Marginal	Resektion entlang der Tumorkapsel, aber innerhalb der perifokalen reaktiven Zone
Weit/wide	Resektion des Tumors mit einem breiten Rand gesunden Gewebes
Radikal	Resektion des gesamten tumortragenden Kompartments

Für primär maligne Tumoren wird ausschließlich die weite oder radikale Resektion als adäquat angesehen, während benigne Tumoren oder tumorsimulierende Läsionen auch durch intraläsionale Exkochleationen oder marginale Resektionen ausreichend sicher behandelt werden können.

Für die Indikationsstellung zur Operation bei benignen oder tumorsimulierenden Läsionen hat sich die **Stadieneinteilung nach Enneking (1983)** bewährt.

	Stadium I (inaktiv)	Stadium II (aktiv)	Stadium III (aggressiv)
Grad	G0	G0	G0
Lokales Wachstum	T0	T0	T1-2
Metastasen	M0	M0	M0-1
Klinischer Verlauf	asymptomatisch kein Wachstum, Tendenz zur Spontanheilung	symptomatisch zunehm. Wachstum Ausdehnung bis in das umgebende Gewebe	aggressiv infiltriert das umgebende Gewebe

Tumore & tumorstimulierende Läsionen am Fuß

Röntgenstadium	I	II	III
	ausgeprägte sklerosierte Begrenzung	mäßig sklerosierte Begrenzung, Zeichen der Expansion	unscharfe, teilweise destruierte Begrenzung
Knochen- szintigraphie	negativ	positiv im Bereich der Läsion	Speicher- aktivität über die Grenzen der Läsion
Angiographie	keine neovaskuläre Reaktion	geringe bis mäßige neovaskuläre Reaktion	beträchtliche neovaskuläre Reaktion
CT,MRI	klare Abgrenzung der Läsion, dicke Kapsel homogener Inhalt	klare Abgrenzung aber ausgebuchtet dünne Kapsel homogener Inhalt	unregelmäßig bis unklare Abgrenz. keine Kapsel inhomogener Inhalt

Anhand dieses Einteilungsschemas ergeben sich folgende allgemeine Richtlinien für die Indikationsstellung und die chirurgische Behandlung.

a.

S

tadium I (inaktiv)

Eine chirurgische Behandlung ist in der Regel nicht indiziert. Verlaufskontrollen in zunehmend größeren Intervallen (6-24 Monate) sind ausreichend. Eine Indikation zur Operation wäre in diesem Stadium nur bei länger dauernder Einschränkung der Aktivität

Tumore & tumorstimulierende Läsionen am Fuß

wegen Frakturgefahr indiziert. In diesen Fällen würde eine Curettage in Abhängigkeit von der histologischen Diagnose (siehe dort) des Tumors genügen.

b.

S

tadium II (aktiv)

In diesem Stadium erfolgt in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle der erste Arztbesuch. Eine operative Sanierung ist in jedem Fall indiziert und je nach Symptomatik, Aktivität in der Knochenszintigraphie und Frakturgefahr als kurz- bzw. längerfristiger Eingriff zu planen. Die sicherste chirurgische Methode stellt in diesem Fall die marginale Resektion dar. Ist dies aus anatomischen Gründen oder wegen der Ausdehnung der Läsion nicht ohne großen Aufwand möglich, so ist auch eine intraläsionale Excision im Sinne einer Curettage unter gleichzeitiger Anwendung einer intraoperativ lokal adjuvanten Behandlung gerechtfertigt.

c.

S

tadium III (aggressiv)

Die Tumoren haben in diesem Stadium die Kapsel durchbrochen (T1), gelegentlich liegt auch eine extrakompartmentale Ausbreitung vor (T2). In diese Gruppe fallen vor allem die potentiell malignen Tumoren (Riesenzelltumoren und border line-Chondrome). Die marginale Resektion des Tumors ist in diesem Stadium auf jeden Fall anzustreben. Bei einer intraläsionalen Excision muss trotz Anwendung einer intraoperativ lokaladjuvanten Behandlung mit einer mittleren bis hohen Rezidivrate gerechnet werden.

Neben der notwendigen onkologischen Radikalität ist ein weiteres Ziel die Erhaltung der bestmöglichen Funktion des Patienten. Diese betrifft nicht nur die objektiv messbaren Funktionsparameter einer Extremität, sondern auch die psychische und körperliche Integrität.

In Hinsicht auf diese Funktion werden prinzipiell unterschieden:

7.1.

Radikalchirurgische Verfahren

a. Ablative Verfahren

d. Amputation, Exartikulation, Umkehrplastik

Tumore & tumorstimulierende Läsionen am Fuß

b. Resektionsbehandlung	e. En-bloc Resektion
c. Resektion-Replantation	

7.2.

Nichtradikalchirurgische Verfahren

a.	Tumorexkochleation
b.	Tumorverkleinerung
c.	Kryotherapie

7.1. Radikalchirurgische Verfahren

Ablative Verfahren

Sowohl Amputation – Absetzen einer Extremität unter Osteotomie eines Knochens - als auch Enukleation – Absetzen einer Extremität durch ein Gelenk – werden in Folge als ablativ Verfahren zusammengefasst. Für den onkologischen Orthopäden ist in diesem Zusammenhang der kompartimentale Bezug der Resektion von größerer Bedeutung als die anatomische Amputationshöhe in Hinsicht auf eine prothetische Versorgung. So sind auch die Amputationshöhen und -techniken unterschiedlich zu unfallchirurgischen Amputationen oder zu Amputationen bei vaskulären Erkrankungen. Oft ist für den Sarkompatienten bei relativ geringer subjektiver Beschwerdesymptomatik die Notwendigkeit eines Extremitätenverlustes nur schwer verständlich. Sowohl durch die dramatisch verbesserte Prognose der primär malignen Knochentumoren durch geeignete neoadjuvante Chemotherapie als auch durch die verfeinerte bildgebende Diagnostik, die nunmehr auf Millimeter genau die intramedulläre Tumorausdehnung und auch die Weichteilverhältnisse darstellen kann, hat sich die Indikation zu ablativen Verfahren geändert. Es konnte gezeigt werden, dass onkologisch eine weite Resektion des Tumors im Kompartiment eine ebenso sichere lokale Tumorkontrolle ermöglicht wie eine Amputation, die oft auch nur eine intrakompartimentale ist, sofern nicht durch eine Exartikulation das gesamte, sowohl knöchernes als auch Weichteil-Kompartiment reseziert wird. Die Indikation zur Amputation oder Enukleation wird daher nur mehr dann gestellt, wenn bei weiter Resektion des Tumors durch Resektion von Nerven eine funktionstüchtige Extremität nicht mehr gewährleistet werden kann, oder der Tumor durch Exulzeration ein solches Ausmaß angenommen hat, dass eine Defektdeckung auch plastisch-

Tumore & tumorstimulierende Läsionen am Fuß

chirurgisch nicht möglich ist. Darüber hinaus ist zu beachten, dass das zu wählende Operationsverfahren die protokollgerechte Durchführung einer notwendigen Chemotherapie nicht gefährden darf.

Resektionsbehandlung

Da eine nach Enneking radikale Operation unter Resektion des gesamten tumortragenden Knochenkompartments, des gesamten involvierten Weichteilkompartments und des Biopsietraktes gegenüber einer intrakompartimentalen Resektion mit weiten gesunden Rändern keinen onkologischen Vorteil in der Lokalkontrolle bietet, hat sich die Resektionsbehandlung unter Extremitätenerhaltung weitgehend als „golden standard“ durchgesetzt, unter der Voraussetzung, dass die adäquate Resektion von onkologisch erfahrenen Orthopäden durchgeführt wird.

Eine wirksame präoperative Chemotherapie führt oft zu deutlicher Verkleinerung des Weichteiltumoranteiles. Dies darf nicht dazu verleiten, die Tumorgrenzen bei der Resektion enger zu setzen, jedoch wird die Resektion durch Entspannung der umliegenden Gewebe technisch erleichtert.

Die präoperative Planung ist vor Resektionseingriffen noch subtiler durchzuführen als vor ablativen und beinhaltet eine genaue Darstellung der Tumorausdehnung in allen Ebenen, eine genaue Kenntnis des Lagebezuges zu Nerven und Gefäßen und die Kenntnis, ob die Extremität nach Tumorresektion funktionstüchtig bleibt. Entscheidend ist die präoperative Sicherheit, dass eine Resektion des Tumors mit weiten Resektionsgrenzen unter Erhaltung der vitalen Strukturen möglich ist. Die Darstellung der Gefäß-Nervenstrukturen erfolgt mit der MR-Tomographie, oder einer Angio-MR Untersuchung.

Cave: Die Erfahrung zeigt aber, dass besonders mit diesen hochsensitiven Untersuchungsmethoden auch ein „Overstaging“ des Tumors möglich ist. So ist der Nahebezug von Nerven und Gefäßen zum Tumor in seiner Darstellung abhängig von der Untersuchungstechnik. Liegt der Patient etwa bei einem dorsal lokalisierten Tumor des Beines bei der Untersuchung am Rücken und belastet den Tumor mit seinem Körpergewicht, so erscheint oft der Tumor direkt an den Gefäßen haftend, obwohl sich dann bei makroskopischer Präparation eine gute Bindegewebsschicht zeigt. Wir fordern daher eine Untersuchungsposition, die das tumortragende Kompartiment weitgehend entlastet, und so eine größere Sicherheit der tatsächlichen anatomischen Verhältnisse wiedergibt. Oft sind präoperative Angio- und Phlebographien notwendig, um bei erforderlichen Gefäßresektionen

Tumore & tumorstimulierende Läsionen am Fuß

die unverzügliche Rekonstruktion schon im Vorhinein planen zu können. Zusätzlich müssen zum Nachweis eventueller Skip-Metastasen MR-Tomographien der beiden dem Tumor angrenzenden Knochenkompartimente (distal und proximal) durchgeführt werden

MERKSATZ

Eine adäquate Behandlung von Knochentumoren setzt eine exakte histologische Diagnose und ein umfassendes „Staging“ des Patienten voraus. Primär maligne Tumoren erfordern chirurgische Tumorresektionen, die entweder weit im Gesunden oder radikal unter Resektion des gesamten tumortragenden Kompartiments sind. Die Entscheidung, ob extremitätenerhaltende Eingriffe oder ablative Verfahren zur Anwendung kommen, richtet sich nach der Resezierbarkeit des Tumors, den funktionellen Ansprüchen des Patienten und der Erfahrung des Operators. Im Allgemeinen sollten diese Operationen nur an spezialisierten Zentren durchgeführt werden. Die Prioritäten müssen aber immer in folgender Reihenfolge sein.

- 1. das Leben des Patienten**
- 2. die Funktion der Extremität**
- 3. das kosmetische Ergebnis**

Kapitel 20

Der rheumatische Vorfuß und Rückfuß

1. Einleitung

Der Fuß ist neben der Hand der häufigste Erstmanifestationsort beim Rheumapatienten. Am Fuß sind zwei Faktoren für die besondere Anfälligkeit bei der Entzündung zu nennen. Einerseits die relativ große Anzahl an Gelenken, andererseits die Belastung durch das volle Körpergewicht, was auf die stützende Weichteilgewebe wie Bänder, Sehnen, Schleimbeutel zum Überschreiten der Belastungsgrenze führt. Ursächlich hierfür ist die Schwächung ligamentärer, kapsulärer und tendinöser Strukturen durch die Artikulo- oder Tenosynovitis im Rahmen der Grunderkrankung. Der Rückfußbefall bei Rheumapatienten liegt zwischen 10% und 60%, der Vorfußbefall weist eine Häufigkeit zwischen 80% und 100% auf..

2. Pathogenese und Klinik

- Der Vorfuß ist bei längerdauernder rheumatoider Arthritis meistens befallen, wobei die Metatarsophalangealgelenke bis zu 90% Beteiligung aufweisen.
- Meistens ist die Erkrankung bilateral zu verzeichnen, wobei die Deformitäten nicht immer symmetrisch sind.
- Der typische **rheumatische Fuß** zeigt einen
 1. Hallux valgus mit Spreizfuß
 2. Varusstellung der Kleinzehe
 3. Luxation/Subluxation der Zehen
 4. Ausbildung von Clavi in den PIP-Gelenken bei Hammerzehenbildung. Dabei kommt es zu Verschiebung des plantaren Fettpolsters unter dem Metatarsalköpfchen, was zu einer Reizung der Schleimbeutel führt.
 5. Pes Planovalgus im fortgeschrittenen Stadium

3. Diagnostik

Im Vordergrund stehen zunächst Anamnese und sorgfältige klinische Untersuchung. Dabei sollten folgende Befunde erfasst werden:

Schwellung, Instabilität, Funktion, Fehlstellung.

Das **konventionelle Röntgenbild** ist noch immer der Goldstandard in der bildgebenden Diagnostik und dient dem Nachweis einer Gelenksdestruktion. Es gibt hier unterschiedliche Stadieneinteilungen, wie zum Beispiel die von **Larsen et al. (=LDE Stadien)**



Stadien	Larsen Score
Grad I	Geringe unspezifische Veränderungen: Periartikuläre Weichteilschwellung Gelenknahe Entkalkung Gelenkspaltverschmälerung (< 25 %)
Grad II	Gering, aber sicher destruierende Veränderungen: Erosionen Gelenkspaltverschmälerungen
Grad III	Mäßig destruierende Veränderungen: Deutliche Erosionen Deutliche Gelenkspaltverschmälerungen
Grad IV	Schwer destruierende Veränderungen: Erhebliche Erosionen Erhebliche Gelenkspaltverschmälerungen Knochendeformationen an den gewichttragenden Gelenken
Grad V	Mutilierende Veränderungen: Gelenkflächen zerstört Dislokation oder knöcherne Ankylose als Folgezustände

4. Differentialdiagnose

- Zur typischen Pathologie des rheumatischen Gelenkes sollten vor allem Arthritiden bei anderen Erkrankungen ausgeschlossen werden. Zusätzlich müssen Erkrankungen infektiöser, chronisch-entzündlicher, hämatologischer, stoffwechselbedingter und sekundär-arthrotischer Genese abgegrenzt werden.

5. Therapie:

Generell erfordert die Behandlung von Patienten mit entzündlich-rheumatischen Erkrankungen eine enge Kooperation zwischen internistischem Rheumatologen und Orthopäden. Eine suffiziente medikamentöse Therapie ist essentiell zur Reduktion der serologischen Entzündungsaktivität, um eine fortschreitende Gelenkdestruktion zu vermeiden.

5.1. Konservative Therapie

Die konservative Therapie ist das klassische interdisziplinäre Zusammenspiel mit der Zusammenarbeit von Ärzten, Physiotherapeuten sowie Sozialdiensten und Selbsthilfegruppen.

- **Hilfsmittel**

Bei druckdolenten Stellen, prominente Knochen, Instabilität, Exostosen, Fehlstellung

- Einlage nach Maß: Vollkontakt des Fußes mit entsprechender Weichbettung und Unterstützung der relevanten Stellen.
- Modifikationen am Schuh: Pufferabsatz, Abrollwiege, Schuhaußenranderrhöhung
- orthopädischer Maßschuh

- **Physikalische Therapie**

Verbesserung der Gelenkbeweglichkeit durch Krankentherapie und Gangschulung

Falls die konservative Therapie in Kombination mit der vom Rheumatologen verordneten und überwachten medikamentösen Therapie innerhalb von 3 Monaten keine Besserung der Gelenksentzündung im Einzelnen verzeichnet, muss eine weiterführende Therapie des jeweiligen Gelenkes in Erwägung gezogen werden.

- **Radiosynoviorthese**

Ziel: bei existierender Synovialitis ohne radiologische Gelenksveränderung den Rückgang der proliferierenden Zellen zu erreichen. Hier wird durch eine intraartikuläre Injektion eines Beta- und Gammastrahlers mit kurzer Gewebsreichweite und Halbwertszeit (einige Millimeter bzw. einige Tage) die Nekrose der Synovialitis induziert, wobei es nach Fibrosierung der Oberflächenzellschicht zu einer neuen

Synovialmembranbildung kommt. **Indikation** ist eine Arthritis des oberen Sprunggelenkes im LDE Stadium 0 – 1 ohne Gelenksdestruktion und ohne Pannusbildung.

5.2. Operative Therapie

○ **Synovektomie**

Die Synovektomie ist hauptsächlich auf das obere SG und die umliegenden Sehnen beschränkt. Es ist zu klären wo die Hauptschwellung liegt, sodann ist beim oberen SG auch die arthroskop. Synovektomie möglich, ansonsten ist ein offenes Verfahren über den vorderen Zugang zu wählen. Vor allem bei der Synovitis der Sehnen sollte über einen medialen und lat. Zugang eine Synovektomie durchgeführt werden, besonders wichtig ist dies zur Verhinderung der Ruptur der Sehne des M. tibialis post. um die Ausbildung eines Plattfußes zu verhindern. So konnte gezeigt werden, dass die Synovektomie eine Langzeitverbesserung bringt und auch sich der Verlauf der Arthritis durch die Synovektomie verändern kann.

● **Operative Therapie des Vorfuß**

Gerade bei der operativen Behandlung des rheumatischen Vorfußes sind eine Unzahl von OP-Techniken publiziert worden

- die **Resektionsarthroplastik** des Metatarsalköpfchens der proximalen Phalanx oder von beiden, kann zu einer Verschlechterung der Ergebnisse mit Re-Hallux-Metatarsalgie Schmerzen und Instabilität. Pedobarographische Studien zeigen eine Druckumverteilung im Vorfuß mit erhöhter Druckbelastung der kleinen Zehen.
- **Arthrodesse des Großzehengrundgelenkes:** bessere Belastung des 1. Strahles (cave: IP-Gelenk)
- **Kleinzehenmetatarsophalangealgelenke:** ebenfalls kontroversiell bezüglich Resektionsort, Ausmaß und Zugang. So ist die klassische Methode nach Gocht gekennzeichnet durch einen plantaren Zugang. Hier wird die Haut über der Bursa reseziert. Dann werden die entzündeten Schleimbeutel reseziert und danach die Metatarsalköpfchen. Die Haut wird unter Raffung und Bildung einer Dermothese verschlossen, was die Relaxation der Zehen verhindern soll. Vorteil dieser Methode ist sicherlich die Entfernung der entzündeten Schleimbeutels und des Callus.

- Mittels **Weil-Osteotomie** werden die Metatarsalköpfe nach proximal verlagert. In Kombination mit Synovektomie und z-förmiger Strecksehnenverlängerung ist auch hier die Reposition der Zehe zu erreichen.
 - Zur Behandlung der HZ ist es wichtig die Deformität mittels einer **Trochlearesektion** nach Hohmann zur korrigieren.
 - Alternativ zur Hohmannresektion kann die **Arthrodesen im PIP-Gelenk** zur Anwendung kommen.
- **Operative Therapie des Rückfuß**



Der Stabilität und achsgerechten Stellung des Rückfußes kommt insbesondere beim Rheumatiker eine besondere Bedeutung zu, da eine Fehlstellung einen pathologischen Einfluss auf die aktive und passive Position des gesamten Fußes und der unteren Extremität hat.

- Die Gelenke des Mittel- und Rückfußes sind bei 30 bis 60% der Patienten mit rheumatoider Arthritis mitbetroffen.
- Durch **Tibialis posterior Sehnenruptur** und Eintreten des rheumatischen Plattfußes kommt es zur Valgusdeformität im Rückfuß, was wieder die Abduktion des Mittelfußes verursacht (das typische „too many toes sign“). Durch das Abrutschen des Talonavikulargelenkes kommt es zusätzlich zur Pronation und Eversion des Fußes.
- Im Laufe der Zeit kommt es zur persistierenden Überdehnung der Weichteilstrukturen zu einem fixierten Plattfuß, der nur mehr knöchern korrigiert werden kann. Es sollte deshalb eine frühe Korrektur bei noch flexiblem Plattfuß angestrebt werden.

- **Rückfuß-Arthrode**

- Das **Talonavikulargelenk (=TN)** ist das am häufigsten betroffene Gelenk und bei noch neutralem und flexiblem Rückfuß kann hier eine isolierte Arthrode den Erhalt des Längsgewölbes gewährleisten. Als Fixation dienen Klammern, Schrauben oder winkelstabile Implantate. Nach der Arthrode dieses Gelenkes ist eine verminderte talocalcaneale Bewegung und somit eine Stabilisierung des Rückfußes zu erreichen.
- Bei einem fixierten **Rückfußvalgus** mit Vorfußsupination und Abduktion ist eine weitreichende knöcherne Korrektur und Arthrode notwendig. So muß der subluxierte oder luxierte Talus reponiert werden und dann mittels subtalarer Arthrode (=ST) zusätzlich zur Talonavikulararthrode fixiert werden.
- Falls das **Calcaneocubitalgelenk (=CC)** von der Entzündung mitbetroffen ist, ist auch hier eine Arthrode durchzuführen. Es handelt sich dann um die **sogenannte Tripple-Arthrode (ST+TN+CC-Arthrode)**.

- **Sprunggelenk**

- Das SG ist zwar nicht so häufig betroffen wie die anderen gewichtstragenden Gelenke der unteren Extremität, wenn jedoch konservative Behandlung und Synovektomie trotzdem zur Zerstörung führen, war die SG-Arthrode für lange Zeit der goldene Standard.
- Es hat sie hier jedoch gezeigt, dass gerade beim Rheumatiker auch die Verwendung einer Sprunggelenks-Endoprothese auch nach subtalarer Arthrode eine gute Option darstellt.
- Die Arthrode des SG ist schwieriger als die des subtalaren Gelenkes, weil hier bei nicht entsprechend exakter Einstellung es zu einer hohen Pseudoarthrosenrate kommen kann.

Literatur

- Cracchiolo A, Cimino WR, Liam G.** Arthrodesis of the ankle in patients who have rheumatoid arthritis. *J Bone Joint Surg* 1992;74A:903-9.
- Coughlin MJ.** Rheumatoid forefoot reconstruction. *J Bone Joint Surg* 2000;82A:322-41.
- Brattstrom H, Brattstrom M.** Resection of the metatarsophalangeal joints in rheumatoid arthritis. *Acta Orthop Scand* 1970;41:213-24.
- Figgie MP, O'Malley MJ, Ranawat C, Inglis AE, Sculco TP.** Triple arthrodesis in rheumatoid arthritis. *Clin Orthop*. 1993;292:250-4.
- Fowler A.** Method of forefoot reconstruction. *J Bone Joint Surg* 1959;41B:507-13.
- Gschwend N, Barbier M, Dybowski WR.** Forefoot correction. Frequency and importance of the toe and metatarsal formula. *Arch Orthop Unfallchir* 1977;88:75-85.
- Hoffmann P.** An operation for severe grades of contracted or clawed toes. *Am J Orthop Surg* 1912;9:441-9, 1912.
- Kitaoka HB.** Rheumatoid hindfoot. *Orthop Clin N Am* 1989;20:593-604.
- Larsen A, Dale K, Eeck M.** Radiographic evaluation of rheumatoid arthritis and related conditions by standard reference films. *Acta Radiol Diagnost* 1977;18:481-90.
- Mann RA, Schakel ME.** Surgical correction of rheumatoid forefoot deformities. *Foot and Ankle Intern* 1995;16:1-6.
- Miehlke W, Gschwend N, Rippstein P, Simmen BR.** Compression arthrodesis in the rheumatoid ankle and hindfoot. *Clin Orthop* 1997;340:75-86.
- Tillmann K.** Surgery of the rheumatoid forefoot with special reference to the plantar approach. *Clin Orthop Rel Res* 1998;340: 39-47.
- Trnka HJ.** Dysfunction of the tendon of tibialis posterior. *J Bone Joint Surg* 2004;86B:939-46.
- Trieb K.** Management of the foot in rheumatoid arthritis. *J Bone Joint Surg [Br]* 2005 ;87:1171-77.
- Trieb K, Hanslik-Schnabel B, Wanivenhaus A.** Die Weilosteotomie zur Versorgung des rheumatischen Vorfuß. *Z Orthop Grenzgeb* 2003;141:S157
- Vandeputte G, Steenwerckx A, Mulier T, Peeraer L, Dereymaeker G.** Forefoot reconstruction in rheumatoid arthritis patients: Keller-Lelièvre-Hoffmann versus arthrodesis MTP-1 Hoffmann. *Foot Ankle Int* 1999;20:438-43.
- Vanio K.** The rheumatoid foot. A clinical study with pathological and rheumatological comments. *Ann Chir Gynaecol Fenn* 1956;45:S1, 1-107.

Watson MS. A long term follow-up of forefoot arthroplasty. *J Bone Joint Surg* 1974;56B: 527-33.

Woodburn J, Barker S, Helliwell PS. A randomized controlled trial of foot orthoses in rheumatoid arthritis. *J Rheumatol* 2002;29:1377-83.

Orthopädietechnische Versorgung nach Vorfußoperationen Gerd M. Ivanic

Einleitung:

Für den mobilen Patienten und entsprechend unserer schnelllebigen Zeit ist es heute ein Muß den Patienten ehestmöglich wieder auf die Beine zu bringen. Die Orthopädietechnik ist hier ein wichtiger Helfer, um dies bewerkstelligen zu können.

Die postoperative Behandlung beinhaltet einerseits die Mobilisation nach dem Eingriff und eine Wiederherstellung eines Körperwohlbefindens des Patienten, als auch eine Rezidivprophylaxe.

Wichtig ist, daß es postoperativ aufgrund der geänderten Biomechanik im Vorfußbereich zu einer Falschbelastung kommen kann. Meist resultiert daraus eine Vorfußsupination und eine Mehrbelastung des Kleinzehengrundgelenkes. Die Ursachen sind mitunter in den postoperativen Schmerzen und oft auch der Angst davor zu suchen, so daß der Fuß nicht richtig belastet wird. Um nun diesem Problem ausweichen zu können sollte so schnell wie möglich mit einer schmerzfreien Mobilisation begonnen werden. Direkt nach der Operation empfehlen sich hier spezielle post OP Schuhe.

Post OP Schuhe:

Wie eine Studie von Trnka und Ivanic zeigt, sollten hier Schuhe wie folgt verwendet werden:

Post OP Schuhe mit mittelharter Sohle und Abrollhilfe (Rathgeber, Darco,...) sind für die Osteotomie und ihre Fixation sichere Behelfe bei Operationen wie Scarf, distalem Chevron, etc...

Vorfußentlastungsschuhe mit durchgehender Sohle ermöglichen die beste Entlastung des Vorfußes. (Darco, Buratto, Barouk, Rathgeber.....) Vor allem bei proximalen Osteotomien sind diese Schuhe zu empfehlen.

Wichtig zu erwähnen ist, daß die gerne verwendeten Holzsohlenschuhe (Wocker Schuhe) als nicht mehr zeitgemäß einzustufen sind und nicht mehr verwendet werden sollen, da sie höhere Drucke auf das Metatarsale I zulassen, als ein normaler Straßenschuh.

Hallux valgus:

Die primär postoperative Versorgung sollte entsprechend der Operationsmethode mit Spezialschuhen erfolgen.

Sobald für die Osteotomie und deren Fixation keine Gefahr mehr besteht, sollte mit Mobilisationsübungen am I. MTP begonnen werden. (Traktion, Rotation, Translation, Rotationsgleiten.....)

Anfangs empfehlen sich auch Behelfe wie der Hallux valgus Gurt und die Hallux valgus Nachtbandage zur Sicherung des postoperativen Ergebnisses. Gerade bei Compliance Problemen können diese Bandagen sehr hilfreich sein.

Einlagen mit einer retrokapitalen Abstützung sind sehr oft zu empfehlen und sollten entsprechend einer Spreizfußversorgung gefertigt sein. (Siehe auch Kapitel Pelotten)

Hallux rigidus:

Postoperative Versorgung mit Vorfußentlastungsschuh. Nach Fusion ist öfters eine Abrollhilfe notwendig. Diese kann am Schuh erfolgen, wobei immer zu bedenken ist, daß eine Rolle am Schuh entsprechend ihrer Positionierung auch eine Auswirkung auf das restliche Bein hat. (siehe auch Kapitel Rolle am Schuh)

Die Patienten wollen aber meist keine orthopädisch zugerichteten Schuhe tragen, weshalb sich eine Abrollhilfe in Form einer Einlage empfiehlt. Das derzeit beste System ist das Einlagensystem CarboPlus der Fa. Rathgeber. Es ist hier eine Abrollhilfe und eine elastische Vorfußversteifung aus Carbon eingebaut. Da es sich um einen reinen Rohling handelt können die noch notwendigen zusätzlichen Adaptierungen im Sinne einer Maß – Modelleinlage noch angebracht werden. Die Einlage ist so dünn, daß Konfektionsschuhe und Sportschuhe in einem hohen Maße verwendet werden können. Spezielle Einlagenschuhe oder Sportschuhe mit herausnehmbaren Innensohlen sind von Vorteil.

Das CarboPlus Einlagensystem ist auch eine bewährte Alternative zu Operation.

Metatarsalgie:

Nach Weil oder Helal Operationen gilt eigentlich das gleiche Behandlungsschema wie nach Rigidus Operationen.

Die Metatarsalgie ist auch eine Domäne der konservativen Therapie und es sollte vor Operation ein konservativer Behandlungsversuch unternommen werden. Ausnahmen sind hier

klare Ursachen für diese Metatarsalgie, welche eine Operation erfordern. Sollte diese nicht möglich sein, so läßt sich in fast allen Fällen eine wirksame orthopädietechnische Versorgung anfertigen.

Gerade Einlagen (CarboPlus Einlagensystem), wie auch Schuhzurichtungen sind hier sehr hilfreich. Prinzipiell sollte versucht werden eine Druckverteilung des Vor – Mittelfusses zu erreichen. Am Besten mit Schuhversteifungen, Abrollhilfen und retrokapitalen Abstützungen, um den Druck von den Mittelfußköpfchen bzw. der MTP Gelenke zu nehmen.

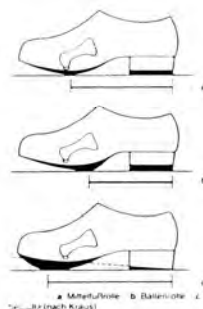
Generell:

Kompressionsstrümpfe sind für die Patienten gerade in den Anfangsphasen nach Nahtentfernung sehr angenehm und helfen stärkere Schwellungen zu verhindern bzw. diese zu behandeln.

DIE ROLLE AM SCHUH

„Vorfußrolle“: Rollenscheitel proximal der Zehengrundgelenke, rechtwinklig zur Gangrichtung

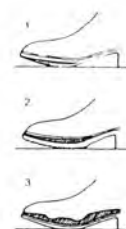
Wirkung: vergrößert die Schrittlänge, erschwert die Abwicklung,



„Mittelfußrolle“: Rollenscheitel unter Mittelfuß:

Wirkung: Entlastung des OSG, Chopart -und Lisfranc'schen Gelenks

Anbringen von Rollen



1. aufgesetzte Rolle
2. Außenrolle zwischen Laufsohle u. Schuh
3. Innenrolle als Bestandteil einer langhöligen Einlage

„Gesamtrolle“: Rolle mit Scheitel nach Knie-radiusmessung

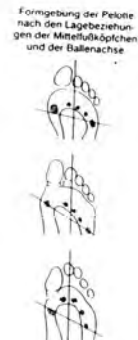


PELOTTEN:

Pelotten sind beim Einlagen- und Schuhbau sehr wichtig zur Erzielung der erwünschten Funktion. Es ist daher wichtig, daß der richtige Sitz überprüft wird. Sind sie zu weit unter dem zu unterstützenden Körperteil werden Schmerzen verursacht. Weiters wird die erwünschte Funktion nicht erzielt. Gleiches gilt für zu weit entfernte Pelotten, die wenigstens keine Schmerzen verursachen. Bestes Beispiel sind hier die sogenannten Gesundheitsschuhe. Hier sind die Pelotten für das Quergewölbe relativ weit hinten angebracht, so daß sie der Masse keine Schmerzen bereiten, aber auch keine gewölbeaufrichtende Wirkung ausüben. Die Längsgewölbeunterstützung ist dafür zu weit vorne angebracht. So kommt es aber eher zu einer Gewölbeabflachung und bringt durch eine Aufbiegung des 1. Strahles den Vorfuß in eine Supination.

Pelotten sollen auch der Anatomie des Patienten entsprechend geformt sein. Dies gilt sowohl für deren Höhe und Steigungsverlauf wie auch Ausdehnung.

Wichtig: die Pelottenhöhe muß auch auf die Schuhart und die Verwendung Rücksicht nehmen. z.B.: „Sporteinlagen“ dürfen nur einen Bruchteil der Korrektoreigenschaften einer Pelotte aufweisen, als bei „Straßenschuheinlagen“. Grundlegerkrankungen wie z.B. ein Diabetes sind zu bedenken.



Kapitel 22

Kindlicher Fuß

1. Einleitung

Die Kenntnis der physiologischen Entwicklung des kindlichen Fußes ist Voraussetzung für die Abgrenzung normaler Entwicklungsstadien zu pathologischen Veränderungen oder Abweichungen.

Die Entwicklung der unteren Extremitätenknospen findet etwa in der 4. SSW statt, während die Differenzierung der Zehen in der 7. SSW vor sich geht.

Das **Fußwachstum** ist nicht linear sondern zeigt einen kurvenhaften Verlauf, wobei die Hälfte der endgültigen Fußlänge bereits mit 1 - 1 ½ Jahren erreicht ist. Das Fußwachstum ist bei Mädchen mit etwa 12 Jahren und bei Burschen mit etwa 14 Jahren abgeschlossen und beträgt vom 5. Lebensjahr an etwa 9 mm pro Jahr.

Bei der Geburt sind die **Knochenkerne** von Talus und Calcaneus als mehr oder weniger runde Blobs im Röntgenbild sichtbar. Die Metatarsale und die Phalangen sind ebenfalls abgrenzbar, wobei der Knochenkern des Cuboids fehlen kann (bei etwa 1/3) und erst mit dem 6. Lebensmonat regelmäßig sichtbar ist. Die Os cuneiforme erscheinen in der Reihenfolge lateral, medial, intermedius. Mit etwa 9 Monaten können die primären Ossifikationszentren des Cuboids und des Os cuneiforme laterale schon sichtbar sein. Die übrigen Cuneiforme erscheinen zwischen dem 2. und 4. Lebensjahr. Das Os naviculare wird zwischen dem 3. und 5. Lebensjahr sichtbar. Die Ossifikation der Apophysen beginnt zwischen dem 8. und 12. Lebensjahr, wobei besonders die Apophyse am proximalen Os metatarsale V und die Calcaneusapophyse von klinischer Bedeutung sind, da sich hier Traktionsapophysitiden bilden können.

Das mediale **Fußlängsgewölbe** ist großteils durch die Verwringung des Fußes durch die divergente Stellung von Talus und Calcaneus bedingt. Während die laterale Säule von Calcaneus, Cuboid und Metatarsale IV und V gebildet wird, beinhaltet die mediale Säule den Talus, das Navikulare die Cuneiforme und schließlich die Metatarsale I-III. Das Längsgewölbe wird primär durch ligamentäre und kapsuläre Strukturen verspannt und

Kindlicher Fuß - Übersicht

dynamisch muskulär abgestützt. Das mediale Fußgewölbe entwickelt sich während der Kindheit von selbst, wobei der mediale Fettpolster verschwindet und die Bandlaxizität zurückgeht. Diese Entwicklung ist mit dem 6.-7. Lebensjahr abgeschlossen.

Das **Gangbild** entwickelt sich langsam und ist durch charakteristische Merkmale geprägt.

Im Vergleich zum adulten Gangbild zeigt sich eine kürzere Schrittlänge und eine größere Spurbreite durch den typischen breitbeinigen Gang. Während des zweiten Lebensjahres zeigen sich oft zusätzlich Genua vara, eine vermehrte Tibiainnentorsion und eine Hyperlordose. Es wird der ganze Fuß aufgesetzt und es findet kein initialer Fersenkontakt statt. Auch der Fußöffnungswinkel zeigt noch eine große Schwankungsbreite wobei viele Kleinkinder physiologisch einen Einwärtsgang präsentieren.

Bei der **Geburt** fallen häufig Fußfehlstellungen auf die auf intrauterine Raumnot zurückzuführen sind, sogenannte **posturale Deformitäten**. Hierzu zählen der Sichelfuß, der Kletterfuß und der Hackenfuß.

2. Sichelfuß

Beim **Sichelfuß** (Pes Adduktus) zeigt sich eine Adduktion des Vor- und Mittelfußes gegenüber dem neutralen Rückfuß. Beim flexiblen Sichelfuß kann der Vorfuß passiv über die neutrale Abduziert werden. In diesen Fällen ist in der Regel eine



Massagetherapie durch die Mutter ausreichend; eine Kontrolle nach 6 Wochen sollte den Erfolg bestätigen. Ist die Abduktion über die Neutrale nicht möglich, so kann der Fuß durch 2-3 redressierende Ober-Unterschenkel Gipsverbände korrigiert werden. Die Nachbehandlung kann mit IPOS Schühchen mit eingebauter Abduktionsstellung durchgeführt werden. Etwa 90% der Sichelfüße korrigieren sich spontan, wobei auch bei den übrigen keine funktionell schlechten Ergebnisse zu finden sind. Eine radiologische persistierende Fehlstellung des MTP I Gelenkes zeigt sich jedoch in mehr als der Hälfte der Fälle.

Kindlicher Fuß - Übersicht

3. Hackenfuß

Der **Hackenfuß** (Pes calcaneus) ist dadurch gekennzeichnet, dass der Fuß maximal dorsal extendiert ist und dem Unterschenkel anliegt. Eine Gipsredression ist nur erforderlich, wenn der Fuß passiv nicht über die Neutralebene plantarflektiert werden kann. In den übrigen Fällen ist eine Massagetherapie ausreichend. Wichtig ist die Abgrenzung gegenüber dem Talus vertikal, der eine typische Schaukelfußstellung mit Verkürzung der Achillessehne zeigt.

4. Kletterfuß

Der **Kletterfuß** zeigt eine subtalare Innenrotation eine Adduktus und einen Fersenvarus und ist optisch dem Klumpfuß am nächsten. Der Kletterfuß kann jedoch passiv reponiert und in die Dorsalextension überführt werden.

5. Klumpfuß

Der **kongenitale Klumpfuß** (Pes equinovarus congenitus) ist die häufigste angeborene Fußdeformität und ist gekennzeichnet durch eine komplexe Fehlstellung mit den Komponenten Vorfuß Adduktus, Cavus, Fersenvarus, subtalare Innenrotation und Spitzfuß. Die Inzidenz ist für Europa mit 1,12:1000 angegeben und in 40-50% der Fälle tritt er beidseits auf, wobei männliche Neugeborenen mehr als doppelt so häufig betroffen sind. Sowohl endogene wie auch exogene Einflüsse sind als ursächliche Faktoren beschrieben, wobei die Ätiologie bis heute nicht geklärt ist. Ein polygener latent rezessiver Erbgang kann vermutet werden, da die Klumpfußhäufigkeit bei Verwandtschaft 1. Grades auf 1:35 ansteigt.

Die Diagnose wird klinisch durch Inspektion und Palpation gestellt. Röntgenaufnahmen sind frühestens im Therapieverlauf notwendig, während eine Klassifikation und Fotodokumentation bei Erstvorstellung durchgeführt werden sollte.

Die Ponseti Methode konnte sich in den letzten Jahren als Gold-Standard in der Behandlung der kongenitalen Klumpfüße durchsetzen und beruht auf einer wöchentlichen gezielten Gipsredression im Ober-Unterschenkelgips bei 90 Grad gebeugtem Kniegelenk. Wenn bis auf den Spitzfuß alle



Kindlicher Fuß - Übersicht

Komponenten der Fehlstellung korrigiert sind, erfolgt eine Tenotomie der Achillessehne und das Anlegen eines letzten Gipses für 3 Wochen. Als Rezidivprophylaxe wird nach Ponseti eine Dennis-Brown-Schiene verwendet. Diese besteht aus knöchelhohen Schienen oder Schuhen, die an einer Abduktionsschiene angebracht sind.

Große Release Operationen mit nachfolgender Vernarbung und Bewegungseinschränkung sind nur noch in seltenen Fällen und bei sekundären Klumpfüßen wie bei neurologischer Grunderkrankung oder Syndromen erforderlich.

6. Plattfuß

Der **kongenitale Plattfuß (Talus verticalis)** zeichnet sich durch eine Schaukelfußstellung aus. Es zeigt sich eine fixierte Spitzfußstellung des Calcaneus und ein vertikal stehender Talus mit Luxation des Navikulare gegenüber dem Talus. Auch bei Plantarflexion ist die talonavikulare Fehlstellung nicht korrigierbar. Diese Fehlstellung tritt gehäuft assoziiert mit anderen Fehlbildungen oder im Rahmen von Syndromen auf. Davon abzugrenzen ist der Talus obliquus, bei dem eine passive Reposition klinisch und im Seitröntgen bei maximaler Plantarflexion möglich ist, und der ohne operativer Intervention korrigierbar ist. Wie beim Klumpfuß ist auch für den Talus verticalis eine Gipsredression beschrieben, die die Korrektur mit einer perkutanen Tenotomie ermöglicht. In schwereren Fällen ist eine Release Operation indiziert.

Komplexe Malformationen des Fußes wie die Polydaktylie, der Spaltfuß, die Makrodaktylie oder das Fehlen von Strahlen im Rahmen einer Fibula- oder Tibiahemimelie sind selten.

7. Knick-Plattfuß

Der **Knick-Plattfuß (Pes planovalgus)** ist wohl der häufigste Grund zur Vorstellung eines Kindes beim Orthopäden. Alle physiologischen Formen der verminderten Ausbildung des medialen Längsgewölbes vor dem 7. Lebensjahr sind grundsätzlich abzugrenzen. Vor diesem Alter zeigt sich nur bei massiver Bindegewebsschwäche oder neurologischer Grundaffektion ein therapiewürdiger Knick- Plattfuß mit pathologischer Valgusstellung der Ferse. Bei frühen und schweren Formen müssen ein Talus obliquus oder verticalis ausgeschlossen werden. Beim flexiblen Knick- Plattfuß zeigt sich ein fehlendes mediales Längsgewölbe eine vermehrte Valgusstellung der Ferse und eine mediale Subluxation des Talus in Relation zum Navikulare. In schweren Fällen zeigt sich zusätzlich eine Verkürzung der Achillessehne mit eingeschränkter Dorsalextension bei passiver Stabilisierung (Varisierung) des Calcaneus. Der Vorfuß ist proniert und beim Betrachten von hinten sind mehr Zehen als üblich sichtbar.

Kindlicher Fuß - Übersicht

Beim flexiblen Knickplattfuß richtet sich die Ferse im Zehenspitzenstand auf und steht neutral oder leicht varisch und das Längsgewölbe wird sichtbar. Das Fehlen dieser Korrektur im Zehenspitzenstand kennzeichnet den kontrakten Plattfuß. Bei Vorliegen eines kontrakten Plattfußes ist der Ausschluss einer Koaleszenz (meist Calcaneonavikular) notwendig. Dies geschieht



klinisch durch Prüfung der Beweglichkeit des unteren Sprunggelenkes und radiologisch durch 45 Grad eingeneigte Schrägaufnahmen des Fußes. Auch eine neurologische Komponente ist durch eine gründliche klinische Untersuchung auszuschließen.

Die Therapie des flexiblen Plattfußes ist primär konservativ, wobei Schmerzen trotz optimaler konservativer Versorgung die Indikation zur operativen Korrektur darstellen. Diese kann mit einer Arthrorise oder einer operativen Verlängerung der lateralen Fußsäule erfolgen. Bei der Arthrorise, die nur beim flexiblen Plattfuß indiziert ist, wird eine Schraube in dp.-Richtung in den Calcaneus am Sinus Tarsi eingebracht und verhindert das Abgleiten des Talus. Zur Verlängerung der lateralen Säule können eine Calcaneusverlängerung oder eine Calcaneus-Cuboid Interpositionsarthrodese durchgeführt werden. Bei starkem Fersenvalgus aber mäßiger talonavikularer Subluxation kann eine Calcaneusverschiebe-Osteotomie erfolgen. Eine genaue Analyse der Fehlstellung durch die klinische Untersuchung, Pedobarographie und radiologische Analyse ermöglicht die Auswahl des optimalen operativen Verfahrens.

8. Juvenile Hallux valgus

Der **juvenile Hallux valgus** tritt bevorzugt bei Mädchen auf, wobei sich eine sehr starke familiäre Prädisposition zeigt. Schmerzen sind anfangs eher selten und gehen meist vom Schuhkonflikt aus. Dieser und die kosmetische Beeinträchtigung führen schließlich zum Korrekturwunsch. Eine gründliche Untersuchung sollte durchgeführt werden um eine neurogene Störung oder eine generalisierte Bindegewebsschwäche auszuschließen. Die Behandlung sollte bis zum Schluss der proximalen Epiphysenfuge des Metatarsale I konservativ erfolgen, und erst danach sollte eine operative Korrektur erwogen werden. Hierbei ist es das Ziel die Anatomie möglichst wieder herzustellen. Wie bei erwachsenen Patienten ist radiologische Analyse die Grundvoraussetzung zur Auswahl des geeigneten Verfahrens. Beim juvenilen Hallux valgus zeigt sich meist ein Varusstellung des Metatarsale I mit einem deutlich erhöhten intermetatarsal Winkel. In diesen Fällen ist eine proximale Umstellung mit Aufklappung des Cuneiforme mediale oder des MT I in Kombination mit einem distalen Weichteileingriff notwendig. Eine exostotische Auftreibung medial am MT I

Kindlicher Fuß - Übersicht

Köpfchen findet sich sehr selten und auf eine Abtragung in diesem Bereich oder Zurichtung kann und sollte in diesen Fällen verzichtet werden.

9. Kongenitale Hallux varus

Beim **kongenitalen Hallux varus** handelt es sich um eine angeborene Deviation des Metatarsale I und der Großzehe nach medial. Diese seltene Fehlstellung ist manchmal mit einer leichten Verkürzung des ersten Strahles kombiniert. Eine Hallux varus Stellung ist auch bei der tibialen Polydaktylie häufig oder kann als Residuum bei einem Klumpfuß auftreten. Die klinische Diagnose wird durch Standard Röntgenbilder im Stehen bestätigt. Hier muss ein Metatarsus adduktus, oder ein Z-Fuß abgegrenzt werden und der



Ursprung der Fehlstellung erkannt werden. In vielen Fällen zeigt sich eine typische Schrägstellung des MTP I Gelenkes, und nur in seltenen Fällen ist die Varus Stellung primär durch die medialen Weichteile verursacht. Die Fehlstellung selbst verursacht in der Regel keine Beschwerden; lediglich der Schuhkonflikt ist die Indikation zur Korrektur. Je nach radiologischer Fehlstellung ist eine Aufklapposteotomie am Cuneiforme mediale oder eine subkapitale Osteotomie am Os metatarsale I mit oder ohne medialem Weichteilrelease möglich.

Von diesen meist bereits optisch auffallenden Fehlstellungen und Fehlbildungen können Erkrankungen am Fuß abgegrenzt werden, die sich während der Kindheit bilden oder manifestieren und mit dem **Leitsymptom Schmerz** verbunden sind.

10. Tarsale Koaleszenzen

Tarsale Koaleszenzen sind durch brückenartige Verbindungen zwischen einzelnen Tarsalknochen charakterisiert, wobei die Calcaneonavikulare Koaleszenz und die Talocalcaneare Koaleszenz die häufigsten darstellen. Ein autosomaler Erbgang wird angenommen und eine Inzidenz von etwas über 1 % ist beschrieben. In beiden Fällen kommt es zu einer Aufhebung der Beweglichkeit im Rückfuß,



Kindlicher Fuß - Übersicht

wobei sich ein fixierter Plattfuß mit Verkürzung der Achillessehne und kontrakten Peronealsehnen bilden kann (peroneal spastic flatfoot).

Das Auftreten der Schmerzhaftigkeit korreliert mit dem Zeitpunkt der Verknöcherung dieser Bindegewebsbrücken, die talonavikular etwa im 3.-5. Lebensjahr, calcaneonavikular etwa im 8.-12. Lebensjahr und talocalcanear etwa zwischen dem 12.-16. Lebensjahr beginnt.

Die Calcaneonavikuläre Koaleszenz lässt sich gut im 45 Grad eingeneigten Röntgenbild darstellen, während die Talocalcanear Koaleszenz im Seitbild durch eine C-förmige verminderte Strahlentransparenz entlang des Subtalargelenk suspiziert werden kann. Eine Computertomographie kann hier die Diagnose bestätigen und das Ausmaß der Koaleszenz aufzeigen.

Die Therapie der Wahl stellt die Resektion und Fettinterposition dar, wobei hier das Alter des Patienten und der Grad der Fehlstellung besonders bei Talocalcanear Koaleszenzen berücksichtigt werden müssen. Bei Patienten über 14 Jahre mit sekundären degenerativen Veränderungen ist bezüglich Resektion Zurückhaltung geboten.

10. Aseptische Knochennekrosen

Aseptische Knochennekrosen können am Fuß an verschiedenen Lokalisation auftreten, wobei die häufigsten die des Os naviculare (M. Köhler I) und des Metatarsalköpfchens II (M. Köhler II oder Freiberg-Köhler) sind.

10.1. Morbus Köhler I

Der **Morbus Köhler I** ist eine Osteochondrose des Os naviculare, die mit Schmerzen im Mittelfuß einhergeht. Im Röntgen zeigt sich eine Sklerosierung und Abflachung des Os naviculare und eine irreguläre Knochenstruktur. Die Ätiologie ist wie bei den allen anderen aseptischen Knochennekrosen nicht geklärt, man nimmt jedoch an, dass die späte Ossifikation des Naviculare, diesen besonders anfällig gegen Kompression macht. Der M. Köhler ist häufiger bei Jungen als bei Mädchen und zeigt sich gewöhnlich zwischen dem 2. und 7. Lebensjahr.



Manchmal zeigt sich eine leichte Schwellung oder Rötung über dem Fußrücken. Die Kinder

Kindlicher Fuß - Übersicht

gehen oft am lateralen Fußrand um das mediale Längsgewölbe zu entlasten. Die Erkrankung ist durch einen selbstlimitierenden Verlauf gekennzeichnet, wobei die Symptome und radiologischen Zeichen nach 18 Monaten bis zu 3 Jahren zurückbilden.

Im Akutstadium ist das Anlegen eines Unterschenkelgipses für 1-2 Wochen gerechtfertigt. Eine Einlagenversorgung mit medialer Abstützung kann ebenfalls zu einer Verbesserung der klinischen Symptomatik führen. In fast allen Fällen zeigt sich ein gutes Remodellieren des Navikulares mit kongruenten Gelenksverhältnissen.

10.2. Morbus Köhler II

Der **Morbus Köhler II** ist eine aseptische Osteonekrose des Köpfchens des Os metatarsale II die sich gewöhnlich nach dem 13. Lebensjahr manifestiert. Die Ätiologie ist wie bei den anderen avaskulären Nekrosen nicht geklärt, es scheint sich jedoch eine Häufung bei Individuen mit Überlänge des 2. Metatarsale und der 2. Zehe zu zeigen. Mädchen sind eher betroffen als Jungen. Klinisch zeigen sich Schmerzen unter dem Metatarsale II Köpfchen mit schmerzbedingtem verminderten push-off im Gangbild. Radiologisch zeigt sich eine Abflachung des Köpfchens mit unregelmäßiger Struktur. Im Akutstadium kann ein Schuh mit fester Sohle Linderung bringen, eine Einlagenversorgung mit Metapolster vermindert den plantaren Druck. Eine subkapitale dorsalflektierende Osetotomie des Metatarsale kann in therapieresistenten Fällen durchgeführt werden.

Die Apophysitis Calcanei (M. Haglung oder Sever's disease) und die Apophysitis an der Basis des Metatarsale V (M. Iselin) sind **Traktionsapophysitiden** die teilweise zu den aseptischen Osteonekrosen gezählt werden. Bei beiden handelt es sich um Überlastungszeichen am Sehnenansatz, die bei jungen aktiven Patienten vor dem 14. Lebensjahr vorkommen und mit kurzzeitiger Ruhigstellung, symptomatischer Therapie und Modifikation des Trainings und der Aktivität erfolgreich behandelt werden können. Die radiologische Abgrenzung der physiologischen Apophysen zu einer vermehrt aufgelockerten und unruhig sklerosierten Apophyse im Rahmen dieser Überlastungssyndrome ist oft schwierig.

11. Os naviculare cornutum

Beim **Os naviculare cornutum** handelt es sich um die Extremvariante eines akzessorischen Fußwurzelknochens an der Medialseite des Os naviculare, also am Ansatz der Tibialis posterior Sehne. Beim milden Typ I zeigt lediglich ein Knochenkern in der Tibialis posterior

Kindlicher Fuß - Übersicht

Sehne, der Typ II ist durch eine Synchronrose zwischen dem Os tibiale externum und dem Navikulare gekennzeichnet und beim Typ III, dem Os naviculare cornutum, ist kein separater Knochenkern mehr vorhanden. Die Auszipfelung des Naviculare und der akzessorische Knochenkern sind im Röntgenbild gut sichtbar. Es entsteht beim Os naviculare cornutum oft ein Schuhkonflikt durch die druckschmerzhaft Prominenz. In solchen Fällen kann die operative Entfernung empfohlen werden.

12. Osteochondrosis dissecans

Bei Schmerzen im Sprunggelenk muss auch an die **Osteochondrosis dissecans** am Talus gedacht werden. Ein Auftreten zeigt sich in der Regel erst ab dem 10. Lebensjahr wobei, oft ein Supinationstrauma in der Anamnese erhoben werden kann. Der Herd ist meist an der medialen Talusrolle lokalisiert wobei eine Magnetresonanz zur Therapieplanung erforderlich ist. Die Therapie ist kontrovers diskutiert und stark abhängig von Größe und Lage des Herdes dem aktuellen Stadium und dem Alter des Patienten. Die Prognose hängt stark vom Alter des Patienten ab, wobei sie bei jüngeren Patienten günstiger zu sein scheint.

13. Sonstige

Es muss bei Kindern auch immer an die Möglichkeit einer **Osteomyelitis** gedacht werden. Osteomyelitiden der Fußknochen können während der gesamten Kindheit auftreten und betreffen bevorzugt den Calcaneus. Es zeigt sich klinisch oft eine deutliche Druckschmerzhaftigkeit mit eventueller Rötung und Überwärmung bei meist deutlicher klinischer Beeinträchtigung des Gesamtbefindens bis hin zum reduzierten Allgemeinzustand mit massiven Infektzeichen.

Frakturen am Fuß zeigen sich bei Kindern und jungen Erwachsenen manchmal an den Metatarsale im Sinne von Marschfrakturen oder bei Sprung aus größeren Höhen am Calcaneus. Am Calcaneus ist jedoch auch ein Knochenmarködem bei Mikrotraumen mit anhaltenden Schmerzen bei Belastung nicht selten.

Tumoren am Fuß sind überaus selten sollten aber in unklaren Fällen stets in die differentialdiagnostischen Überlegungen einbezogen werden. Benigne Osteoblastome, Osteoid Osteome und Calcaneus Zysten können auftreten. Das Ewing's Sarkom am Talus oder Calcaneus ist der häufigste maligne Tumor des Rückfußes. Am Mittelfuß finden sich

Kindlicher Fuß - Übersicht

manchmal Enchondrome an den Metatarsalia. Aneurysmatische Knochenzysten können in den Metatarsalia oder dem Calcaneus auftreten.

Literatur

Disorders of the foot. In: Tachdjian's Pediatric Orthopaedics 3rd ed., Herring JA et al., Philadelphia: WB Saunders Company, 2002; 891–1037.

Unterschenkel und Fuß. In: Kinderorthopädie, Niethard FU et al., Stuttgart-New York: Georg Thieme Verlag, 1997; 143-164.

Oberes Sprunggelenk und Fuß. In: Kinderorthopädie in der Praxis, Hefti F et al. Berlin: Springer Verlag, 2006; 366-453.