



Fußdeformitäten im Kindesalter – Wann behandeln? Wie behandeln? – Teil 1

L. Döderlein, C. Multerer

Orthopädische Kinderklinik am Behandlungszentrum Aschau GmbH

Fußdeformitäten im Kindesalter sind überaus häufig und vielgestaltig, wobei die Unterscheidung, welche Deformität zur spontanen Verbesserung neigt, welche dazu tendiert, gleich zu bleiben und welche sich wahrscheinlich mit dem weiteren Wachstum verschlechtern wird, nicht immer leicht zu beantworten ist. Wir würden Fußdeformitäten im Kindesalter auf den Zeitraum zwischen der Geburt und dem 10. Lebensjahr begrenzen, d. h. auf die Periode des Fußwachstums und der Reifung.

Wegen der nahezu unübersehbaren Spielbreite verschiedenster Formen und Ausprägungsgrade kindlicher Fußdeformitäten, deren Darstellung diese Arbeit sprengen würde, möchten wir den Klumpfuß und den Knick-Senk-Fuß einschließlich des Knick-Platt-Fußes als zueinander gegensätzliche Fehlstellungen hinsichtlich ihrer Ätiologie, Pathogenese, Pathomechanik und den unterschiedlichen Therapieansätzen herausgreifen. Bei diesen Deformitäten hat sich in den vergangenen Jahren ein grundlegender Wandel bei der Indikationsstellung und bei den Therapieverfahren vollzogen, der eine aktuelle Übersicht geboten erscheinen lässt.

Einleitung

Epidemiologie und Ätiologie

Der angeborene oder primäre Klumpfuß stellt mit einer Prävalenz von 1–2 pro 1000 Lebendgeborenen die häufigste angeborene Fußdeformität dar. Er tritt geografisch in unterschiedlicher Verteilung auf. So zeigen Polynesier die größte, Bewohner des Orients dagegen die geringste Häufigkeit. Eine familiäre Belastung ist bekannt und sollte anamnestisch auch immer mit erfragt werden. Bei Jungen begegnet uns der Klumpfuß etwa 2- bis 3-mal häufiger als bei Mädchen. In etwa der Hälfte der Fälle bestehen beidseitige Klumpfüße.

Die Ursache einer primären Klumpfußdeformität wird häufig mit der Bezeichnung multifaktoriell nur wenig aussagekräftig umschrieben. Eine pathologische Kollagenqualität am medialen Fußrand dürfte mit ihrer wichtigen Komponente der retrahierenden Fibrose des Bindegewebes eine Schlüsselrolle bei der Deformitätsentstehung inne haben. Darüber hinaus werden ver-

schiedene weitere Faktoren für die Entstehung des idiopathischen Klumpfußes (Abb. 1 a) diskutiert, wie z. B. Gefäß- und Muskelanomalien, Schädigungen der motorischen Vorderhornzellen mit nachfolgendem Muskelungleichgewicht, Veränderungen der tarsalen Knochenentwicklung, aber auch Umweltfaktoren (Rauchen, Ernährung). Daneben existiert eine Vielzahl weiterer Ursachen sowohl neurogener als auch nicht neurogener Art, die mit einer Klumpfußdeformität assoziiert sein können. Dazu gehören angeborene Fehlbildungen wie das Schnürfurchensyndrom, die Fibula- oder die Tibiaaplasie, die Arthrogryposis multiplex congenita (Abb. 1 b), die angeborene Querschnittlähmung (Myelomenigozele, Abb. 1 c), spastische Lähmungen durch frühkindliche oder später entstandene Hirnschäden, posttraumatische Zustände wie das Kompartiment-Syndrom (Abb. 1 d) und viele andere mehr. Auch etliche Syndrome sind typischerweise mit Klumpfüßen assoziiert, beispielsweise das Larsen-Syndrom, das Möbius-Syndrom oder die diastrophische Dysplasie. Alle Klumpfüße, die sich auf konkrete Ursachen zurückführen lassen, werden als sekundäre Deformitäten bezeichnet.



Abb. 1 ■ a Idiopathische Klumpfüße. b Klumpfüße bei Arthrogyriposis multiplex congenita. c Klumpfüße bei Spina bifida. d Klumpfuß rechts bei Z. n. Kompartmentsyndrom.



Abb. 2 ■ a Idiopathische Knick-Senk-Füße im Kindesalter. b Talus verticalis beidseits. c Konservativ überkorrigierte Klumpfußdeformität rechts. d Sekundäre Knick-Platt-Füße bei Marfan-Syndrom.

Der lockere primäre Knick-Senk-Fuß des Kindesalters (Abb. 2a) stellt eine überaus häufige und in den meisten Fällen gutartige Formvariante des Normalen dar, solange er passiv und aktiv korrigierbar bleibt und bei neuromotorisch gesunden Kindern auftritt. Schreitet er in den dekompensierten Knick-Platt-Fuß fort, ist die Grenze des Physiologischen überschritten und eine spontane Besserung kaum mehr zu erwarten. Bei der Ätiologie des primären Knick-Senk-Fußes spielen die Hyperlaxizität des Kapsel-Band-Apparats, aber auch genetische Faktoren und die Phasen der raschen Längen- und Gewichtszunahme eine führende Rolle.

Der angeborene Schaukelfuß (Talus verticalis, Abb. 2b) stellt eine pathologische Sonderform des Knick-Platt-Fußes dar, die bereits intrauterin vorhanden ist und die schwerste Form des Knick-Platt-Fußes repräsentiert.

Ähnlich wie beim idiopathischen Klumpfuß können auch beim Knick-Platt-Fuß zahlreiche andere Störungen eine formverwandte Deformität erzeugen, die flexibel oder strukturell fixiert sein kann. Dazu zählen neurologische Störungen mit schlaffer oder spastischer Lähmungskomponente, angeborene Fehlbildungen wie die Fibulaplasie, die seltenen, autosomal dominant vererbten

Koalitionen oder Synostosen der Fußwurzel, posttraumatische oder entzündliche Zustände oder auch konservativ oder operativ überkorrigierte Klumpfußdeformitäten (Abb. 2c).

Angeborene Schaukelfüße (CTV) können mit neuromuskulären Störungen wie der Arthrogyripose oder der Spina bifida assoziiert sein. Wenn sich eine eindeutige Ursache ausmachen lässt, dann sprechen wir – der Klumpfußdeformität vergleichbar – vom sekundären Knick-Platt-Fuß (Abb. 2d).

► **Der angeborene Klumpfuß muss von den zahlreichen Formen des sekundären Klumpfußes unterschieden werden, da dies für die weitere Behandlungsplanung eine wichtige Rolle spielt. Auch beim Knick-Platt-Fuß gibt es primäre und sekundäre Deformitäten, die trotz des gleichen Erscheinungsbilds unbedingt voneinander zu trennen sind.**



Definition

Klumpfuß

Beim **angeborenen Klumpfuß** handelt es sich um eine komplexe, in 3 Ebenen auftretende, mehr oder weniger kontrakte Deformitätenkombination des Rück- und des Vorfußes mit einer Spitzfuß- und Varusstellung des Rückfußes (Abb. 3 a, b), einer Adduktion und

Pronation des Vorfußes (Abb. 3 c) und einer Kavusstellung (Abb. 3 d) des medialen Fußrands, die eine Fußverkürzung bedingt. Eine passive Korrektur der Deformität ist nicht oder nur unvollständig möglich, wobei dies insbesondere die Spitzfußkomponente betrifft.

Sekundäre Klumpfüße zeigen dieselben Teilkomponenten der Deformität, die ebenfalls mehr oder weniger kontrakt sein können. Allerdings sind die knöchernen Adaptationen meist geringer ausgeprägt.



Abb. 3 ■ a Spitzfußkomponente, Vorfuß schon weitgehend korrigiert. b Varusfehlstellung des Rückfußes. c Adduktion und Pronation des Vorfußes. d Kavusfehlstellung mit ausgeprägter medialer Hohlfußfalte.

Definition

Knick-Senk-Fuß und Knick-Platt-Fuß

Beim Knick-Senk-Fuß besteht ebenfalls eine kombinierte Deformität des Rück- und des Vorfußes in 3 Ebenen mit den Komponenten einer Rückfußversion bzw. Valgusstellung (Abb. 4 a), einer Vorfußabduktion (Abb. 4 b) und Supination sowie einer Abflachung der medialen Fußwölbung (Abb. 4 c). Eine passive

Korrektur ist beim idiopathischen Knick-Senk-Fuß erreichbar. Der Knick-Platt-Fuß stellt die dekompenzierte Form des Knick-Senk-Fußes dar.

Sekundäre Knick-Platt-Füße zeigen die Komponenten der primären Form in unter-

schiedlicher Ausprägung und Flexibilität. Der angeborene Schaukelfuß (Abb. 4 d) stellt eine Extremvariante des Knick-Platt-Fußes dar und ist mit einer strukturell fixierten dorsolateralen Luxation des subtalaren Fußkomplexes verknüpft. Das Os naviculare artikuliert dabei mit dem Talushals.



Abb. 4 ■ a Valgusfehlstellung des Rückfußes. b Vorfußabduktion. c Abflachung der medialen Fußwölbung. d Angeborener Schaukelfuß.

Pathomechanik

Beim **idiopathischen Klumpfuß** handelt es sich um eine angeborene bindegewebige Retraktion des Kollagenewebes am Fußinnenrand, das den gesamten Rückfuß wie eine Klammer in die vorliegenden Fehlstellungen zieht (sog. retrahierende Fibrose). Diese Geweberetraktion betrifft:

- das Talonavikulargelenk mit der Tibialis-posterior-Sehne,
- das Pfannenband,
- das lange plantare Band,
- die Bänder des Kalkaneokuboidgelenks,
- die plantare Kreuzungsstelle der langen Zehenbeuger (sog. Master Knot of Henry).

Die unter dem Talus-Knöchelgabelkomplex gelegene sog. subtalare Fußplatte (Strasser 1917) wird bis zu ihrem knöchernen Anschlag nach innen gedreht, wodurch der gesamte subtalare Gelenkkomplex in seiner Beweglichkeit eingeschränkt wird. Die Malleolengabel dreht sich entsprechend entgegengesetzt nach außen. Das Os naviculare kommt so in Kontakt mit dem Innenknöchel, während der Außenknöchel an den Kalkaneus anstößt (Abb. 5 a, b). Durch die Endstellung der Rückfußgelenke erfährt auch die zugehörige Muskulatur eine geänderte Zugrichtung und verliert ihre Exkursion (Abb. 5 c). Der Fuß wird auf diese Weise kürzer und steifer.

Sekundäre Klumpfüße entstehen durch eine muskuläre Imbalance mit Verkürzung der Plantarflexoren, Adduktoren und Invertoren, die zusammenwirken und ebenfalls

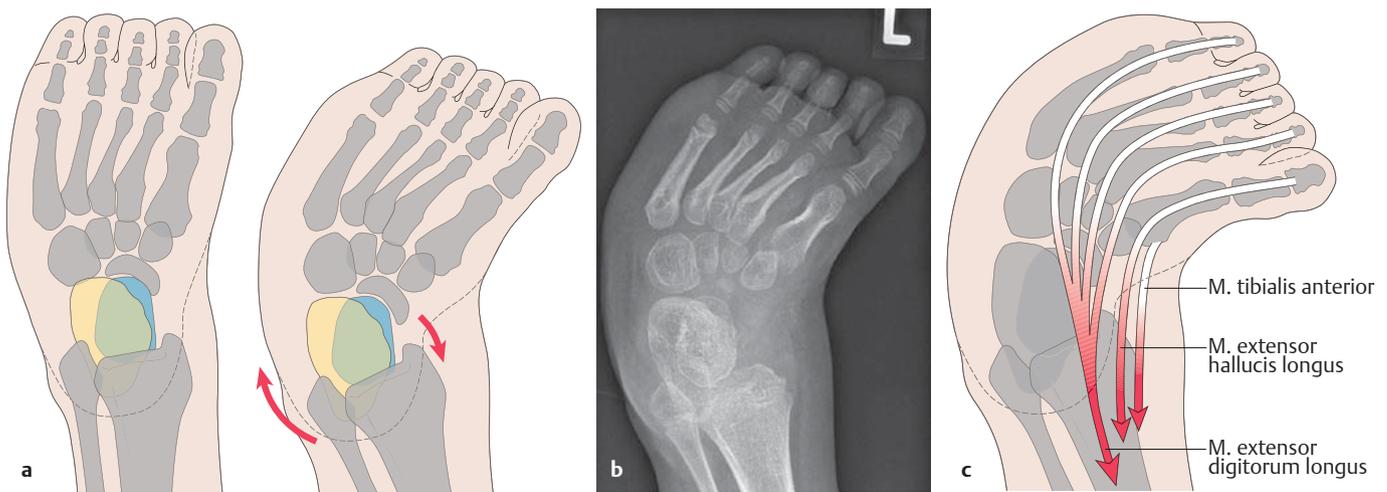


Abb. 5 ■ a Rotation der subtalaren Fußplatte nach innen. b Die Innenrotation der subtalaren Fußplatte (radiologisch). c Medialisierung der Zugrichtung der Muskulatur.

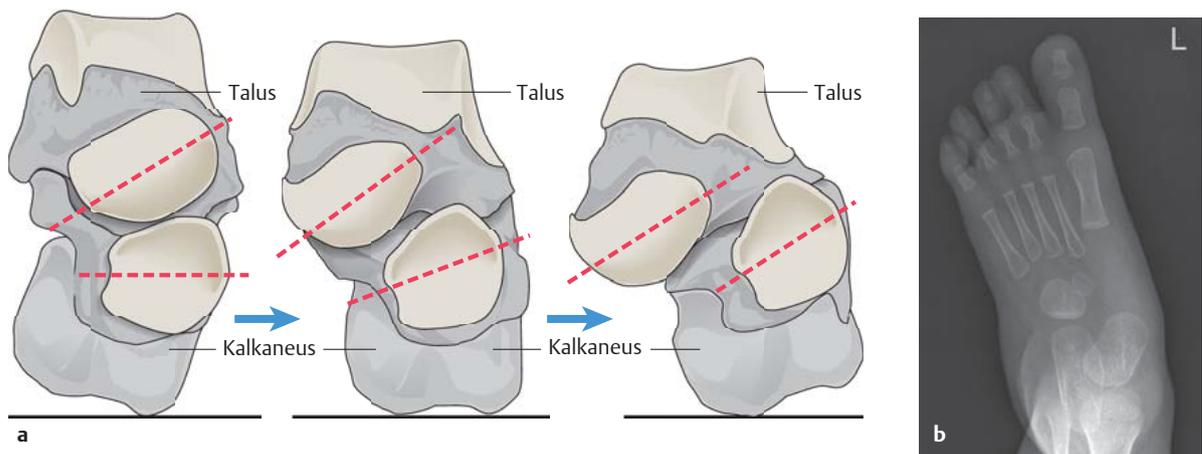


Abb. 6 ■ a Die Rückfußstellung beim Klumpfuß (links), beim Normalfuß und beim Knick-Platt-Fuß. b Die Außenrotation der subtalaren Fußplatte (radiologisch).



die typischen Komponenten des Klumpfußes erzeugen. Beim Klumpfuß resultiert eine mediale Verlagerung des Achillessehnenansatzes zum Calcaneus.

Beim **Knick-Platt-Fuß** kommt es im Gegensatz zum Klumpfuß zu einer Verstärkung der Außenrotation der subtalaren Fußplatte, wodurch der Fuß breiter und flexibler wird. Der Talus dreht sich mit der Malleolengabel gleichzeitig nach medial (Abb. 6). Während beim Übergang des lockeren Knick-Senk-Fußes in den Knick-Platt-Fuß eine graduelle Verstärkungstendenz der Deformitätskomponenten zu beobachten ist, liegt beim rigiden Plattfuß primär eine subtalare Eversionskontraktur vor.

Sekundäre Knick-Platt-Füße können durch ein Muskelungleichgewicht (Evertoren überwiegen die Invertoren), eine kapsuläre Insuffizienz (z.B. iatrogen oder post-traumatisch) oder eine pathologische Skelettform (z.B. Coalitiones, valgische OSG-Achse) entstehen. Der Knick-Platt-Fuß ist durch eine laterale Verlagerung des Achillessehnenansatzes charakterisiert (Abb. 7).

► **Der idiopathische Klumpfuß ist ebenso wie der angeborene Schaukelfuß (Talus verticalis) bereits bei der Geburt vorhanden. Der lockere Knick-Senk-Fuß und der Knick-Platt-Fuß entstehen dagegen erst mit dem Beginn des Stehens und Gehens, d. h. mit dem Zeitpunkt der Lasteinwirkung auf die Füße.**

► **Die Pathomechanik beim Klumpfuß und beim Knick-Platt-Fuß lässt sich durch das Konzept der gegenseitigen Orientierung von Knöchelgabel und Talus einerseits und subtalarer Fußplatte andererseits besonders anschaulich beschreiben. Die Parallelstellung beider Etagen beim Klumpfuß bedeutet eine Verriegelung, die Divergenz beim Knick-Platt-Fuß dagegen eine zunehmende Destabilisierung (Abb. 6a).**

Diagnostik

Symptomatik

Die Symptome des **Klumpfußes** sind gravierend sobald das Laufflernalter erreicht wird. Alle normalen Funktionen des Fußes in der Stand- und Schwungphase des Ganges sind beeinträchtigt. Dies betrifft die fehlende Dämpfungsfunktion bei Standphasenbeginn, die unzureichend stabile und adaptierfähige Basis für den Einbeinstand und die eingeschränkte Fähigkeit, einen stabilen Fußhebel zur Abstoßung am Ende der Standphase zu generieren. Der Fußöffnungswinkel ist stets nach einwärts gerichtet, sodass der Patient dazu neigt, über seine



Abb. 7 ■ Die Veränderung der Fußstellung unter Belastung.
a Unbelasteter Fuß. b Fußform unter Belastung in der Sagittalebene.
c Fußform unter Belastung in der Frontalebene.

Füße zu stolpern. Beim Klumpfuß kommt es, bedingt durch die kleine Standfläche, auch zu Belastungsschmerzen und Schwielenbildungen am Fußaußenrand (Abb. 8).

Die klinischen Symptome sind beim **Knick-Platt-Fuß** deutlich geringer ausgeprägt. Ein angeborener Schaukelfuß kann durch das starke subkutane Fettpolster verborben sein und ist deshalb zu Beginn nicht immer leicht erkennbar. Mit dem Erreichen des Gehalters sind die eingeschränkten Funktionen des Fußes besonders zwischen Standphasenmitte und Standphasenende sichtbar, wenn



Abb. 8 ■ Fußaußenrandbeschwellung beim Klumpfuß.



Abb. 9 ■ Schwielenbildung am Fußinnenrand beim Knick-Platt-Fuß.



Abb. 10 ■ Schuhablaufmuster. a Beim Klumpfuß. b Beim Knick-Platt-Fuß.

ein Knick-Platt-Fuß vermehrt instabil und aufgebogen wird und zur Abstoßung kein ausreichend stabiler Fußhebel geschaffen werden kann. Allerdings sollte immer zwischen kompensierter und dekomensierter Deformität unterschieden werden. Je mehr ein Knick-Platt-Fuß zur Dekompensation neigt, umso stärker treten seine funktionellen Auswirkungen, aber auch die Symptome einer Druckstellenbildung am Fußinnenrand (Abb. 9) und einer Schmerzhaftigkeit am Fußaußenrand unterhalb der Fibulaspitze zutage.

Strukturelle Knick-Platt-Füße sind bereits beim Gehbeginn durch die Umkehrung der medialen Wölbung und den nach auswärts gerichteten Fußöffnungswinkel auffällig.

Diagnostisches Vorgehen

Nach entsprechender Anamnese mit Erfragen einer familiären Belastung und Erfassung von Begleiterkrankungen steht beim idiopathischen Klumpfuß und beim Knick-Senk-Fuß bzw. Knick-Platt-Fuß die **klinische Untersuchung** mit Inspektion, Palpation und Überprüfung der manuellen Redressierbarkeit an erster Stelle. Wenn der Patient gehfähig ist, sollte sich die Beurteilung des Gangbilds anschließen. Grundsätzlich muss zunächst danach gefahndet werden, ob es sich um eine idiopathische (primäre) Deformität handelt oder ob der Deformität andere Ursachen zugrunde liegen. Die klinische Untersuchung kann auch in dieser Hinsicht die wesentlichen Hinweise geben.

Ein weiterer wichtiger Punkt liegt in der Untersuchung der proximalen Gelenke (Knie- und Hüftgelenk) und der Gegenseite.

Allerdings können alle diese Methoden keine objektiven Messdaten liefern, weshalb nach Möglichkeit zusätzliche objektive Befunderhebungen nützlich sind. Dazu zählen primär die standardisierte **Röntgenaufnahme** der Füße im Stehen bzw. beim Klumpfuß des Säuglings sog. gehaltene (belastete) Aufnahmen mit Brettchenunterlage im a.-p. und im seitlichen Strahlengang.

Auch eine **Fotodokumentation** der Füße unter standardisierten Bedingungen im Stehen über mehrere Projektionen hat sich im klinischen Alltag bewährt.

Die **Überprüfung des getragenen Schuhwerks** auf Belastungs- und Abnutzungsspuren an der Schuhsohle und im Fußbett sowie asymmetrische Ablaufmuster ist mit wenig Aufwand verbunden und kann weitere wichtige funktionelle Hinweise liefern (Abb. 10).

Zielführende Diagnostik

Die Reihenfolge der Untersuchungen beim Klumpfuß

- klinische Beurteilung im Hängen (unbelastet) und im Stehen (belastet): eingezogene dorsale und plantare Hautfalten, Beschwiellung, Druckstellen, Narben, Fußöffnungswinkel, Wadenform
- Test der manuellen Redressierbarkeit der einzelnen Klumpfußkomponenten:
 - Abduktion-Supination des Vorfußes unter einem gezielten Gegenhalt lateral am Taluskopf (sog. Ponseti-Abduktions-Manöver, Abb. 11)
 - Reponierbarkeit des Talonavikulargelenks von medial und lateral
 - Spitzfußbeurteilung mit Palpation der Ferse und der Achillessehne
- Test der Korrigierbarkeit der Vorfußpronation in eine Supination des Fußinnenrands
- Reponierbarkeit des Kalkaneokuboidgelenks von lateral
- Test der Orientierung der Malleolengabel (verstärkte Außen- oder – selten – Innenrotation)
- Test der einzelnen Muskelfunktionen und Graduierung nach der MRC-Skala in die Stufen 0 (= keine Aktivität) bis 5 (= normale Kraft)
- Test der Sensibilität und Propriozeption, Untersuchung der typischen Reflexe, Suche nach pathologischen Reflexen (z. B. Babinski, Oppenheim-Greifreflex)
- Test des Muskeltonus (hypoton, spastisch, rigide, klonisch, schlaff)
- Untersuchung der proximalen Gelenke
- Röntgenuntersuchung unter Belastung (im Stehen bzw. durch gehaltene Aufnahmen)
 - Parallelstellung von Talus und Kalkaneus (Abb. 12a)
 - Verdrehung der Malleolengabel (Abb. 12b, c)
 - Abflachung der Talusrolle (Abb. 12c)
 - Prominenz des Metatarsale V (Abb. 12d)
 - Steilstellung des Vorfußes (Abb. 12a, e)
 - Verkürzung des medialen und Verlängerung des lateralen Fußrands (Abb. 12d)
 - Adduktion im Talonavikulär- und Kalkaneokuboidgelenk



Abb. 11 ■ Der Ponseti-Korrekturgriff (Gegenhalt am Taluskopf lateral).



Abb. 12 ■ Typische Röntgenmorphologie beim Klumpfuß.
 a Parallelstellung von Talus und Kalkaneus.
 b Verdrehung der Malleolengabel.
 c Abflachung der Talusrolle.
 d Prominenz der Metatarsale-V-Basis (mit Fußadduktion).
 e Steilstellung des Vorfußes (gehaltene Aufnahme).

Zielführende Diagnostik

Die Reihenfolge der Untersuchungen beim Knick-Platt-Fuß

Der Knick-Senk-Fuß und seine pathologische Form der Knick-Platt-Fuß werden ebenfalls primär klinisch und bei spezifischer Fragestellung auch röntgenologisch erfasst.

- klinische Untersuchung im Hängen (unbelastet) und im Stehen (belastet): Beschwielung, Druckstellen, Formunterschiede unbelastet vs. belastet
- Test der manuellen Redressierbarkeit der einzelnen Knickfußkomponenten:
 - subtalare Inversion in Kombination mit einer Pronation des Vorfußes
 - korrekte oder unterschiedliche Länge von medialer und lateraler Fußsäule bei der Aufsicht von plantar (V-Form vs. „Bananenform“)

Abb. 13 ■ **a** Dorsalextension bei nicht verriegeltem Rückfuß (Korrekturwirkung auf oberes und unteres Sprunggelenk). **b** Dorsalextension bei verriegeltem Rückfuß, es zeigt sich die Wadenmuskelverkürzung (Korrekturwirkung nur auf das obere Sprunggelenk).

- Besteht eine Verkürzung der Wadenmuskulatur? (unter invertierender Verriegelung des Rückfußes in Kniebeugung und Kniestreckung zu testen, Abb. 13)
- Test der Orientierung der Malleolengabel (verstärkte Außen- oder Innenrotation bei korrekter Einstellung des Rückfußes)
- Test der einzelnen Muskelfunktionen (insbesondere die Mm. tibialis posterior und peroneus longus)
- Test von Sensibilität, Propriozeption und Reflexen
- Test des Muskeltonus (hypoton, spastisch, rigide, klonisch, schlaff)
- Untersuchung der proximalen Gelenke
- Röntgenuntersuchung unter Belastung sowie ggf. zusätzliche Aufnahmen (OSG a.-p. und Schrägaufnahmen beim Verdacht auf Koalitionen)
 - vergrößerter talokalkaneärer Winkel (Abb. 14a)
 - Absenkung/Aufbiegung des medialen Fußbrands (Abb. 14b)

- Abduktion im Talonavikulargelenk (Abb. 14c)
- Verlängerung des medialen und Verkürzung des lateralen Fußbrands (Abb. 14d)

Die klinische funktionelle Untersuchung sollte die Form der Füße beim Gangablauf beschreiben (sog. beobachtende Ganganalyse). Spezifische Tests der Leistungsfähigkeit der Füße sind der Zehenstand und das Hüpfen im Zehenstand auf einem Bein. Auch das einseitige Hochdrücken in den Zehenstand sollte überprüft werden. Bei weniger als 15 Wiederholungen ist von einer Wadenmuskelschwäche auszugehen. Die Röntgenuntersuchung hat immer im Stehen und in 2 Ebenen zu erfolgen, um realistische Messwerte zu erhalten. Auch beim Knick-Platt-Fuß können dynamische Zusatzuntersuchungen wie die Pedobarografie oder die 3-D-Fußanalyse bei spezifischer Fragestellung indiziert sein.



Abb. 14 ■ **a** Vergrößerter Talokalkaneärwinkel in der a.-p. Ebene. **b** Absenkung bzw. Aufbiegung des medialen Fußbrands. **c** Abduktion im Talonavikulargelenk nach lateral. **d** Verlängerung der medialen und Verkürzung der lateralen Fußsäule beim Knick-Platt-Fuß.

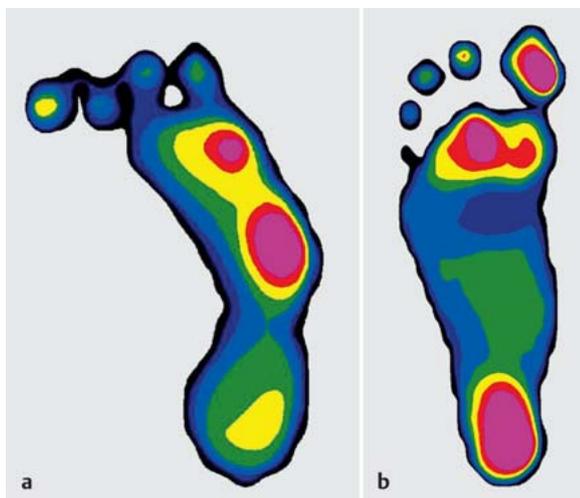


Abb. 15 ■ Pedobarografie. a Typisches Muster beim Klumpfuß (rechts). b Typisches Muster beim Knick-Platt-Fuß (links).

Zusätzliche nützliche Messverfahren sind die **dynamische Fußdruckmessung** (dynamische Pedobarografie, Abb. 15) und in seltenen Fällen bei speziellen Fragestellungen (z. B. zur OP-Planung, postoperative Verlaufskontrolle) auch die **3-dimensionale dynamische Fußuntersuchung im Ganglabor**.

Werden sekundäre Deformitäten vermutet, wird man oft auch Fachkollegen anderer Disziplinen zu Rate ziehen. Daneben ist es besonders beim Verdacht auf neurogene Ursachen notwendig, den gesamten Bewegungsapparat und seine neuromotorischen Funktionen zu untersuchen, was im Rahmen der täglichen Routine aber meist nur eingeschränkt durchführbar ist.

► Die klinische Diagnostik beinhaltet beim Klumpfuß wie auch beim Knick-Platt-Fuß die Prüfung der passiven Mobilität bzw. Reponierbarkeit aller Gelenke des Rückfußes, des Mittelfußes und des Vorfußes, die Prüfung der Muskelfunktionen sowie die Evaluation der Fußfunktion im Stehen und beim Gehen.

► Wichtige Zusatzverfahren sind die Röntgenuntersuchung unter Belastung und – falls verfügbar – dynamische Methoden zur Quantifizierung der pathologischen Fußform und -funktion.

Stadieneinteilung und Klassifikationen

Beim idiopathischen Klumpfuß gibt es eine Reihe von klinischen Stadien- und Schweregradeinteilungen. Die geläufigsten sind die Klassifikation nach Dimeglio und die Einteilung nach Laaveg u. Ponseti bzw. nach Pirani. Die Dimeglio-Einteilung beinhaltet die Art und die Korrigierbarkeit der einzelnen Deformitätskomponenten in 3 Ebenen. Bei der Pirani-Klassifikation werden die Rück- und die Vorfußkomponenten der Deformität in verschiedene Schweregrade klassifiziert.

Beim Knick-Platt-Fuß fehlen bislang allgemein gebräuchliche Klassifikationen. Man kann jedoch immer zwischen dem Grad der aktiven und der passiven Korrigierbarkeit in 4 Gruppen einteilen:

- I: über die Mittelstellung korrigierbar,
- II: noch bis zu Mittelstellung korrigierbar,
- III: noch teilweise, aber nicht mehr bis zur Mittelstellung korrigierbar,
- IV: rigide Deformität.

► Während es für den kongenitalen Klumpfuß verschiedene anerkannte Klassifikationen gibt, stehen solche für den Knick-Platt-Fuß immer noch aus. Deshalb kommt der sorgfältigen Dokumentation der Untersuchungsbefunde insbesondere im Hinblick auf Verlaufskontrollen ein entscheidender Stellenwert zu.

Therapie

► Die Entscheidung, welche Fußdeformität im Kindesalter sich spontan bessern wird und welche therapiepflichtig ist, stellt eine häufige Herausforderung für den Kinderorthopäden dar.

Indikation und präoperative Planungsschritte

Die Indikation für eine operative Korrekturmaßnahme beim Klump- oder beim Knick-Platt-Fuß wird anhand der Anamnese und der umfassenden klinischen und vielfach zusätzlichen radiologischen Diagnostik und möglichst auch unter Berücksichtigung des zeitlichen Verlaufs der Deformität getroffen. Während die primäre Deformität meist isoliert zu behandeln ist, können sekundäre Deformitäten zusätzliche Behandlungsmaßnahmen an proximalen oder gegenseitigen Gelenken notwendig machen.

► **Als Therapieindikationen stehen der Grad der Deformität und die durch sie hervorgerufenen Schmerzen und Funktionseinbußen an vorderster Stelle.**

Die mit dem weiteren Wachstum zu erwartenden Veränderungen bezüglich des Schweregrads und der Ausprägung der Fußfehlstellung sollten ebenfalls in die Indikationsstellung mit einfließen. Je struktureller, d. h. je fixierter eine Deformität ist, d. h. je weniger sie sich durch eine manuelle Redression korrigieren lässt, umso klarer wird die Indikation zur Therapie zu stellen sein. Aber auch globale Gelenkinstabilitäten ohne aktive Kompensationsmöglichkeiten können eine absolute Therapieindikation bedeuten.

Kontraindikationen sehen wir bei der Mehrzahl der flexiblen Knick-Platt-Fuß-Deformitäten bei normaler neuro-motorischer Funktion, besonders im Kindesalter. In diesen Fällen ist die Tendenz zur spontanen Verbesserung günstig, weshalb invasive Behandlungsmethoden nur in sehr seltenen Fällen indiziert werden sollten. Eine externe Gelenkstabilisierung bzw. -führung durch Orthesen kann dagegen in gewissen Fällen durchaus angezeigt sein.

Die Indikation zur Klumpfußbehandlung ist dagegen nahezu stets bereits früh und großzügig zu stellen, da eine spontane Verbesserung kaum jemals eintritt und im Gegenteil der Klumpfuß zur Progredienz neigt.

► **Das Stellen einer therapeutischen Indikation ist an sich schon nicht leicht. Die Auswahl der jeweils adäquaten Behandlungsmaßnahme erfordert zusätzlich umfassende weitere Kenntnisse, da uns insbesondere für die Behandlung kindlicher Fußdeformitäten eine breite Palette von konservativen und operativen Therapiemöglichkeiten zur Verfügung steht.**

Folgende Details können bei der Indikationsstellung und für die Auswahl der Therapie hilfreich sein:

- Ein- oder Beidseitigkeit
- Ausmaß der klinischen Deformität bzw. der einzelnen Komponenten der Deformität,
- Grad der passiven manuellen Korrigierbarkeit,
- Grad der aktiven Ausgleichbarkeit (z. B. beim Knick-Platt-Fuß im Zehenstand),
- Funktionseinschränkung durch die Deformität (Stehen, Gehen, Schuhwerk),
- Schmerzen (Lokalisation, Ruhe- oder Belastungsschmerz),
- Röntgenbefund (schräge Knöchelgabel? Coalitio?),
- bisherige Therapiemaßnahmen,
- bisheriger Verlauf (Verschlimmerung? Wenn ja, über welchen Zeitraum?),

- voraussichtliche Mitarbeit (Compliance) bei der Therapie oder postoperativen Nachbehandlung,
- noch anstehendes Wachstum,
- aber auch:
 - Vorlieben und Erfahrung des Behandlers,
 - technische Möglichkeiten,
 - Fragen der Kostenübernahme.

Ein ganz wesentlicher Punkt für die Behandlungsplanung besteht in der Analyse von Form und Funktion der proximalen und der gegenseitigen Gelenke, da ein plantigrader Fuß nur bei korrekt eingestellten Hüft- und Kniegelenken funktionieren kann.

Die präoperative Planung sollte demnach auch folgende Punkte berücksichtigen

- Welche Deformitäten bzw. Komponenten der Deformität sind strukturell fixiert?
- Welche Deformitäten bzw. Komponenten sind flexibel (d. h. passiv korrigierbar)?
- Liegt ein Muskelungleichgewicht vor?
- Besteht eine Lähmungskomponente?
- Wie ist die Muskelkraft (Graduierung nach MRC-Skala 0–5)?
- Welche Gelenke können aktiv stabilisiert und gesteuert werden?
- Welche Gelenke können nicht muskulär stabilisiert werden?
- Welche Gelenke sind hypermobil?
- Besteht eine allgemeine Hyperlaxizität?
- Wie sind die Gelenkachsen ausgerichtet (in 3 Ebenen insbesondere: besteht eine Achsdeformität am oberen Sprunggelenk, was für Klump- wie für Knickfüße gilt)?

► **Die Indikationsstellung zur Therapie ist beim Klumpfuß sicherlich weitaus einfacher zu stellen als beim idiopathischen Knick-Senk-Fuß. Im Zweifelsfall wird die kontinuierliche Beobachtung der Fußentwicklung hinsichtlich ihrer Form und Funktion über die Therapieplanung entscheiden.**

Therapeutisches Vorgehen

► **Das Therapieprinzip bei der Klumpfußbehandlung besteht in der Beseitigung der übermäßigen subtalaren Verwringung (in Richtung auf eine Rückfußversion und Vorfußsupination).**

Das Therapieprinzip bei der Knick-Platt-Fuß-Behandlung besteht im Gegensatz dazu in der Wiederherstellung bzw. Verbesserung der fehlenden bzw. unzureichenden subtalaren Verwringung (in Richtung auf eine Rückfußinversion und Vorfußpronation).



Die Schritte bei der Auswahl der jeweiligen Behandlungsmaßnahmen richten sich nach dem Grad der Deformität und der durch sie hervorgerufenen funktionellen Einschränkung. Auch die zeitliche Entwicklung im Verlauf spielt eine große Rolle. Neben der lokalen Beurteilung fließen in die Auswahl der Therapie auch allgemeine Faktoren wie die Kenntnisse und Erfahrungen des Behandlers, seine therapeutischen Möglichkeiten, aber auch die voraussichtliche Entwicklung der unbehandelten Deformität und die Compliance des Patienten und seiner Angehörigen mit ein. In Kenntnis dieser Informationen ist zunächst zwischen den 4 Möglichkeiten auszuwählen:

- Belassen, keine weitere Kontrolle nötig,
- Abwarten, aber Verlaufskontrollen (meist halbjährlich),
- konservative Behandlung,
- operative Behandlung.

Therapieziele

Klumpfuß- und Knick-Platt-Fuß-Behandlung

Die Therapieziele sind die dauerhafte Korrektur aller Komponenten der vorliegenden Deformität und die Beseitigung der durch sie hervorgerufenen Funktionseinschränkungen. Im Wachstumsalter zählen selbstverständlich auch die weitere Wachstumsbeeinflussung bzw. die Prävention neuer Deformitäten dazu. Der Fuß sollte möglichst gut beweglich bleiben.

Konservative Therapieverfahren

Die konservativen Behandlungsverfahren lassen sich in physiotherapeutische (mobilisierende bzw. stabilisierende) Techniken, in die Gipsbehandlung und in die Orthetik unterteilen. Alle diese Methoden können nur dann effektiv sein, wenn sie handwerklich korrekt und mit entsprechender Zielsetzung indiziert und angewendet werden. Die Behandlung des idiopathischen Klumpfußes mit der **Ponseti-Gipstechnik** stellt heute den internationalen Standard einer mehrdimensionalen Behandlung dar, nach dem sich über 90% der Klumpfüße erfolgreich beseitigen lassen. Im Anschluss an eine Serie von Redressionsgipsen wird die Achillessehne in nahezu allen Fällen zur Korrektur der strukturellen Spitzfußkomponente (passive Dorsalflexionsfähigkeit im oberen Sprunggelenk unter 10° oder tastbarer Hochstand des Tuber calcanei) durchtrennt, und es wird nochmals ein Gips in Ponseti-Technik angelegt. Dieser Gips liegt 3 Wochen. Danach ist die Achillessehne stabil verheilt. Die Beurteilung des ausreichenden Therapieerfolgs wird primär klinisch, selten auch durch zusätzliche Bildgebung (Röntgen) getroffen.

Nach der Gipsredressionsbehandlung müssen spezielle **Klumpfußorthesen** (Denis-Browne-Schienen bzw. Modifikationen der Originalschiene) für die ersten 3 Monate ganztägig, anschließend bis zum 4. Lebensjahr für 12 Stunden täglich getragen werden, um die retrahierende Fibroseneigung am Fußinnenrand, verbunden mit dem Rezidivrisiko der Klumpfußdeformität zu bannen (meist als Nachtschienen). Die Einstellung der Füße erfolgt in verstärkter Außenrotation über 2 auf einer verstellbaren Schiene gelenkig gelagerte schuhartige Orthesen. Der Erfolg der Behandlung hängt ganz wesentlich von der korrekten Durchführung und der ausreichenden Mitarbeit der Eltern bei der Anwendung der Orthese ab.

Als Alternative zur Ponseti-Technik wird die sog. französische Methode propagiert, die von Seringe u. Mitarb. beschrieben wurde und in frühzeitigem täglichem Redressieren und Taping der Deformität in Verbindung mit zusätzlicher Oberschenkelschienenversorgung als Tag- und Nachtversorgung besteht. Nach Erreichen der Gehfähigkeit wird sie als Nachtversorgung fortgesetzt. Die Achillessehnenotomie wird auch hier bei strukturellem Spitzfuß vorgenommen. Die Ergebnisse beider Methoden sind vergleichbar (Chotel et al. 2011, Richards et al. 2008).

Aufgrund der guten Ergebnisse der Klumpfußbehandlung nach Ponseti wird der primäre angeborene Plattfuß (CTV = congenital talus verticalis) inzwischen primär mit der sog. „**reversed Ponseti-Technik**“ behandelt. Die Korrekturprinzipien sind die gleichen, allerdings erfolgt die Krafteinleitung zur Korrektur der Fehlstellungskomponenten in genau entgegengesetzter Richtung. Der Rückfuß wird in Plantarflexion und Inversion redressiert, der Vorfuß in Pronation und Adduktion. Alle Fehlstellungskomponenten werden simultan korrigiert, das Talusköpfchen wird, wie beim Klumpfuß, in Korrektur gehalten, allerdings jetzt von medial. Die Ferse wird, ebenfalls wie beim Klumpfuß, nicht angerührt. Nach abgeschlossener Redressionsbehandlung erfolgt ein kleiner operativer Eingriff, der bei den operativen Therapiemethoden beschrieben wird (Dobbs et al. 2007).

Da eine Fußdeformität beim gehfähigen Kind den ganzen Tag über unter der Last des Körpergewichts und der Schub- und Scherkräfte steht, müssen diese, wenn sie die Deformität verstärken, durch entsprechende externe Gegenkräfte kompensiert werden. In dieser Hinsicht kommt der Wirkung von **stützenden Einlagen** (Abb. 16a–c) sicher nur eine untergeordnete Rolle zu, da sie keine 3-dimensionale Korrekturwirkung entfalten können.



Abb. 16 ■ Schaleneinlagen mit 3-Punkt-Korrektur (a–c). Ringorthese mit Anziehvorgang (d). Unterschenkelorthesen mit Ringfassung und dynamische Sprunggelenkorthesen (DAFO = Dynamic Angle Foot Ortheses) (e, f).

Die Wirksamkeit von sog. **neuroreflektorischen oder propriozeptiven Einlagen** ließ sich bisher noch nicht objektivieren. Beim Klumpfuß sind krankengymnastische Behandlungen mit manuellen Redressionstechniken und muskulärer Aktivierung und Stabilisierung zu kombinieren.

Orthesen (Abb. 16d–f) können nur dann wirksam sein, wenn sie ähnlich dem manuellen Korrekturdruck einen 3-dimensionalen Korrektoreffekt auf die Fußwurzel entgegen der Deformierungsrichtung gewährleisten (z. B. Ringorthesen, Unterschenkelorthesen mit ringförmiger Fußfassung, bedingt auch dynamische Knöchelfußorthesen, DAFO). Schalenförmige Orthesen- oder Schienenkonstruktionen wirken aber stets nur 2-dimensional und können bestenfalls schützen oder halten, kaum jedoch korrigieren.

Die Anwendung von **Botulinumtoxin A** als zusätzliche Maßnahme hat auch in die Behandlung kindlicher Fußdeformitäten Eingang gefunden. Die Methode kann to-

nuserhöhte Muskulatur, die eine Deformität unterstützt, gezielt und temporär schwächen und so die übrigen konservativen Maßnahmen (Redression, Dehnung, Kräftigung, Orthesen) wirksam unterstützen. Als isolierte Behandlungsmethode ist sie aber nicht geeignet.

Allen konservativen Behandlungsverfahren ist gemeinsam, dass sie als Kombinationstherapie besser wirksam sind als über die isolierte Anwendung einzelner Verfahren. Der Zeitfaktor und der korrekte Sitz mit dem nachgewiesenen Korrektoreffekt von Orthesen sind weitere wesentliche Bedingungen für die Wirksamkeit (Abb. 17). In speziellen Fällen ist die radiologische Dokumentation der Fußstellung in der Orthese hilfreich.

Bedingt durch die Wachstumsgeschwindigkeit des Kinderfußes sind regelmäßige Nachkontrollen und Nachpassungen in maximal halbjährlichen Abständen erforderlich.



Abb. 17 ■ Massive Knick-Platt-Füße und Korrektur in einer Ringorthese.

Kernaussagen

Bei der Behandlung des idiopathischen Klumpfußes hat sich ein standardisiertes konservatives Behandlungsprotokoll durchgesetzt. Operative Maßnahmen sind beim primären Klumpfuß fast immer erst in zweiter Reihe zu erwägen, sieht man von der Tenotomie der Achillessehne und der Versetzung der Tibialis-anterior-Sehne ab. Sekundäre Klumpfüße erfordern demgegenüber aber fast immer operative Korrekturen. Auch beim primären Knick-Platt-Fuß spielt die konservative Behandlung die Hauptrolle. Bei der Auswahl operativer Verfahren muss man streng zwischen flexiblen und fixierten Deformitäten unterscheiden. Sekundäre Fußdeformitäten und rigide Knick-Platt-Füße sollten operativ korrigiert werden.

Quellenangaben

- Chotel F, Parot R, Seringe R et al. Comparative study: Ponseti method versus french physiotherapy for initial treatment of idiopathic club-foot deformity. *J Pediat Orthop* 2011; 31: 320–325
- Dobbs MB, Purcell DB, Nunley R et al. Early results of a new method of treatment for idiopathic congenital vertical talus. *Surgical technique. J Bone Joint Surg Am* 2007; 89: 111–121
- Richards BS, Faulks S, Rathien KE et al. A comparison of two nonoperative methods of idiopathic clubfoot correction: the Ponseti method and the French functional method. *J Bone joint Surg* 2008; 90A: 2313–2321
- Strasser H. *Lehrbuch der Muskel- und Gelenkmechanik*. Berlin: Springer; 1917

Korrespondenzadresse

Dr. L. Döderlein
 Orthopädische Kinderklinik am
 Behandlungszentrum Aschau GmbH
 Bernauerstr. 18
 83229 Aschau im Chiemgau
 Telefon: 08052/1 71-2000
 Fax: 08052/1 71-2099
 E-Mail: l.doederlein@bz-aschau.de

CME-Fragen

CME.thieme.de

CME-Teilnahme

- ▶ Viel Erfolg bei Ihrer CME-Teilnahme unter <http://cme.thieme.de>
- ▶ Diese Fortbildungseinheit ist 12 Monate online für eine CME-Teilnahme verfügbar.
- ▶ Sollten Sie Fragen zur Online-Teilnahme haben, unter <http://cme.thieme.de/hilfe> finden Sie eine ausführliche Anleitung.

Welche der Aussagen zum angeborenen Klumpfuß ist falsch?

1

- A Der angeborene Klumpfuß tritt in Europa mit einer Häufigkeit von 1–2 pro 1000 Lebendgeborenen auf.
- B Beim angeborenen Klumpfuß sind Jungen und Mädchen etwa gleich häufig betroffen.
- C In etwa 50% der Fälle tritt der Klumpfuß beidseitig auf.
- D Eine genetische Prädisposition zur Klumpfußdeformität kommt vor.
- E Die genauen Ursachen des angeborenen Klumpfußes sind bisher unklar.

Welche Aussage ist falsch? Sekundäre Klumpfußdeformitäten treten typischerweise bei folgenden Erkrankungen auf:

2

- A spastische Lähmungen
- B Skelettdysplasien, z.B. diastrophische Dysplasie
- C posttraumatisch, z.B. nach Kompartment-Syndrom
- D Bindegewebserkrankungen, z.B. Marfan-Syndrom
- E Arthrogryposis multiplex congenita

Welche Aussage ist richtig?

3

- A Beim angeborenen Klumpfuß zeigen sich keine strukturellen Veränderungen.
- B Es besteht eine bindegewebige Retraktion am Fußaußenrand.
- C Die Tibialis-posterior-Sehne ist nicht verkürzt.
- D Es besteht eine retrahierende Fibrose am Fußinnenrand.
- E Das Talonavikulargelenk ist nicht von der Geweberetraktion betroffen.

Welche Komponente ist kein Bestandteil des angeborenen Klumpfußes?

4

- A Innenrotation der subtalaren Fußplatte.
- B Rückfußvarusstellung.
- C Vorfußexkavatusstellung.
- D Vorfußpronationsstellung.
- E Vorfußabduktionsstellung.

Welche Aussage ist richtig?

5

- A Der flexible Knick-Senk-Fuß ist eine 1-dimensionale Fehlstellung.
- B Beim Knick-Platt-Fuß kommt es zu einer Verstärkung der Innenrotation der subtalaren Fußplatte.
- C Der angeborene Schaukelfuß stellt eine Extremvariante des Knick-Platt-Fußes dar.
- D Der idiopathische Knick-Senk-Fuß lässt sich passiv nicht korrigieren.
- E Der Knick-Platt-Fuß ist durch eine Medialverlagerung der Achillessehne charakterisiert.



Welche Aussage ist falsch? Sekundäre Knick-Platt-Füße zeigen sich:

- 6**
- A bei überkorrigiertem Klumpfuß
 - B bei Kollagenkrankheiten mit Bandlaxizität
 - C bei Muskelungleichgewicht mit Überwiegen der Invertoren
 - D posttraumatisch
 - E bei talokalkaneärer Coalitio

Welche Aussage ist falsch? Folgende diagnostische Verfahren kommen beim angeborenen Klumpfuß zur Anwendung:

- 7**
- A klinische Untersuchung der Fußstellung, der Beweglichkeit und des Gangbilds
 - B standardisierte Röntgenaufnahmen
 - C Pedobarografie
 - D routinemäßig Kernspinuntersuchung
 - E bei gezielter Fragestellung 3-D-Ganganalyse

Welche Aussage ist richtig? Folgende diagnostische Verfahren kommen beim Knick-Platt-Fuß zur Anwendung:

- 8**
- A Eine Bewegungsprüfung ist nicht erforderlich.
 - B Die klinische Untersuchung ist bei dieser Fußfehlstellung von sekundärer Bedeutung.
 - C Etwaige Achillessehnenverkürzungen müssen im Vergleich zum Klumpfuß nicht überprüft werden.
 - D In Ergänzung zur klinischen Untersuchung ist eine Pedobarografie zur Befundobjektivierung oft sinnvoll.
 - E Ein Muskelfunktionstest ist nicht sinnvoll, aber es sollte immer eine Röntgen-diagnostik erfolgen.

Welcher Röntgenbefund passt nicht zum Klumpfuß?

- 9**
- A Parallelstand von Talus und Kalkaneus.
 - B Abflachung der Talusrolle.
 - C Verdrehung der Malleolengabel.
 - D Abduktion im Talonavikulargelenk.
 - E Prominenz der Metatarsale-V-Basis.

Welcher Röntgenbefund ist atypisch beim Knick-Senk-Fuß?

- 10**
- A Vergrößerter talokalkaneärer Winkel.
 - B Absenkung/Aufbiegung des medialen Fußrands.
 - C Adduktion im Talonavikulargelenk.
 - D Verlängerung der lateralen Fußsäule.
 - E Abduktion im Talonavikulargelenk.