

## Inhalt

<b>2.1 Haut und Anhangsgebilde</b>	59
2.1.1 Spezielle Anatomie der Fußhaut	59
2.1.2 Mechanische Traumata	60
2.1.3 Thermische Verletzungen	71
2.1.4 Chemische Noxen	77
2.1.5 Hochdruckinjektionsverletzungen	77
2.1.6 Strahlenunfälle	78
<b>2.2 Gefäße</b>	78
2.2.1 Anatomie	78
2.2.2 Akute Gefäßverletzung	80
2.2.3 Subakute und chronische Gefäßschäden	82
<b>2.3 Nerven</b>	83
2.3.1 Anatomie	83
2.3.2 Pathophysiologie der peripheren Nervenläsion	86
2.3.3 Klassifikation der Nervenläsion	86
2.3.4 Untersuchung	87
2.3.5 Therapie der peripheren Nervenverletzung	88
2.3.6 Therapie nervaler Logensyndrome	91
2.3.7 Entrapments	95
<b>2.4 Muskeln, Faszien und Aponeurosen</b>	99
2.4.1 Anatomische und physiologische Grundlagen	99
2.4.2 Spezielle topographische Anatomie der Fußmuskeln	102
2.4.3 Akute und chronische Muskelläsionen	105
2.4.4 Läsionen der Faszien und Aponeurosen	109
<b>2.5 Sehnen</b>	114
2.5.1 Anatomische und physiologische Grundlagen	114
2.5.2 Sehnenruptur und Sehnenheilung	118
2.5.3 Achillessehne	120
2.5.4 Tibialis-posterior-Sehne	151
2.5.5 Flexor-hallucis-longus-Sehne	168
2.5.6 Flexor-digitorum-longus-Sehne	172
2.5.7 Tibialis-anterior-Sehne	174
2.5.8 Extensor-hallucis-longus-Sehne	179
2.5.9 Extensor-digitorum-longus-Sehne	183
2.5.10 Peronealsehnen	185
<b>Literatur</b>	200

## 2.1 Haut und Anhangsgebilde

### 2.1.1 Spezielle Anatomie der Fußhaut

Die *Haut* (Kutis) des menschlichen Körpers geht als Oberhaut (Epidermis) mit ihren Anhangsgebilden aus dem äußeren Keimblatt (Ektoderm) und als Lederhaut (Dermis oder Korium) zusammen mit der Unterhaut (Subkutis) aus dem mittleren Keimblatt (Mesoderm) hervor. Als Hautdecke (Integument) umfasst sie ca. 1,6 m<sup>2</sup> und bedingt ca. 12 % des Körpergewichts (Bucher 1973). Die Epidermis besteht aus einem mehrschichtigen, verhornenden Plattenepithel, die in einem 27-tägigen Zyklus die oberflächliche Hornhaut als Schutzbarriere regeneriert. Die in ihr zahlreich vorhandenen Keratinozyten produzieren das Eiweiß Kera-  
tin, den essentiellen Anteil von Hornhaut, Haaren und Nägeln. In ihrer basalen Schicht finden sich Melano-  
zyten, Langerhans-Riesenzellen und Merkel-Zellen, die zusammen etwa 15 % aller Zellen der Epidermis ausmachen. Mit einer Stärke von bis zu 4 mm ist die Epidermis als *Leistenhaut* an der Fußsohle im Bereich des Fersenpolsters neben den Handinnenflächen am gesamten Körper am kräftigsten ausgebildet, wäh-  
rend sie als *Felderhaut* über dem Fußrücken und dem medialen und lateralen Rückfuß nur einen reichlichen Millimeter misst.

Die darunter liegende Dermis ist etwa gleich stark und aufgrund des sehr hohen Kollagengehalts extrem reißfest. Die in ihr reichlich vorhandenen Glukopoly-  
saccharide regulieren den Flüssigkeitsdruck (Haut-  
turgor). Sie ist reich an Gefäßen und Nerven und spielt nicht nur als Thermo-/Kreislaufregulator und Sinnesorgan eine wichtige Rolle, sondern auch in der Immunabwehr durch spezielle Immunzellen im Stratum capillare. Die Papillen mit ihren zahlreichen

Nervenkörperchen und Kapillaren bilden mit den Leisten der Epidermis die genetisch fixierten, individuellen Schleifen, Bögen und Wirbel an den Zehenbeeren. Die tiefere Retikularschicht enthält neben zahlreichen Kollagenfasern, Gefäße, Schweiß- und Talgdrüsen sowie Haarwurzeln, die an den Fußsohlen fehlen (Bucher 1973).

Die tiefe Schicht der Hautdecke ist die Unterhaut (Subkutis), die besonders in der extrem belasteten Ferse eine besondere Struktur aufweist. Die Fettzellen (Lipozyten) produzieren Lipide, die im Bereich des Fersenpolsters bis zu 25 % mehr ungesättigte Fettsäuren in der Fraktion der Triglyzeride als in übrigen Fettpolstern enthalten, was zu einer Reduktion der Viskosität und Zunahme der Schockabsorption innerhalb der festen, tiefen Makro- und oberflächlichen Mikrokammern des Fersenfettpolsters führt (Blechsmidt 1934). Das für den Menschen einzigartige Fersenpolster ist 13–21 mm dick und durchschnittlich 23 cm<sup>2</sup> groß. Die belastete Zone variiert zwischen 9 und 19 cm<sup>2</sup> und verfügt über eine äußere (Dermis) und innere Kappe (Ligament). Letztere ist zum Periost des Tuber calcanei durch zahlreiche, sehr straffe Septen verbunden, die sowohl frontal als auch sagittal ein U-System formieren (Bojsen-Møller und Jørgensen 1991). Die Fußsohle stützt die plantaren Muskeln, Nerven, Gefäße, Knochen und dessen äußerst sensibles Periost vor übermäßigen Druck- und Schockmomenten (Abb. 2.1). Die Gefäße des Fußes, insbesondere jene distal der Faszien und Aponeurosen, d. h. die zuunterst gelegenen, müssen einem erhöhten hydrostatischen Druck standhalten. Verzögerte Wundheilung und Ödembildung nach Trauma sind deshalb in dieser Region immer limitierende Konditionen (Blechsmidt 1934; Perry 1983). Dies ist auch einer der Gründe, warum operative Zugänge an der belasteten Fußsohle möglichst vermieden werden sollten. Auch erlangt das Sohlenpolster bei Narbenbildung nicht seine ursprüngliche Elastizität wieder, da die biomechanisch bedeutsame Kammerung an der Stelle der Inzision verloren geht. Während des normalen Gehens wirken durchschnittliche Drücke von 3,3 kg/cm<sup>2</sup> auf das gesamte Fersenpolster, auf Höhe der Tuberositas calcanei konzentrieren sich die Druckwerte auf 5 kg/cm<sup>2</sup> (Perry 1983). Bereits beim Joggen wird die Ferse bei jedem Bodenkontakt mit 200 % des Körpergewichts belastet.

Die Plantaraponeurose spaltet sich unmittelbar proximal der Metatarsale-Köpfchen in zwei Blätter. Die oberflächlichen Anteile enden in der Haut des Fußballens. Die tiefen Anteile bilden intermediäre sagittale Septen, die sich mit den plantaren Ligamenten (Ver-

stärkungen der MTP-Gelenkkapseln) und dem Lig. metatarsale transversum profundum zu einem Kammer-System verbinden, das sowohl die Beugesehnen als auch die Gefäßnervenbündel gegen Druck- und Scherkräfte schützt (Abb. 2.2). Obwohl die Dermis am Ballen ca. 2 mm stark ist, sind Sensibilität im Sinne der Zwei-Punkte-Diskrimination, Vibrationssinn und das Druckempfinden dennoch sehr gut, was die Bedeutung des Fußes als Tastorgan unterstreicht. Während die zahlreichen Vater-Pacini-Körperchen hochfrequente Erschütterungen weiterleiten, registrieren die Meissner-Körperchen die niederfrequenten (Brodal 1981). Eine verminderte plantare Empfindung führt zur Unsicherheit und ataktischem Gehen, wie man es bei der Tabes dorsalis, bei der diabetischen und alkoholtoxischen Polyneuropathie beobachten kann (Luskin et al. 1986).

Für die chirurgische Praxis bedeutsam ist, dass die einzigartige und durch gleichwertiges Gewebe nicht ersetzbare Fußsohlen- und Fersenhaut nicht nur hinsichtlich Inzisionen – wenn immer möglich – geschont, sondern im Fall einer zwingenden Amputation als plantarer Lappen zur Stumpfdeckung (z. B. Chopart-/modifizierte Pirogoff-Amputation) benutzt werden sollte (vgl. Kap. 6.6.8).

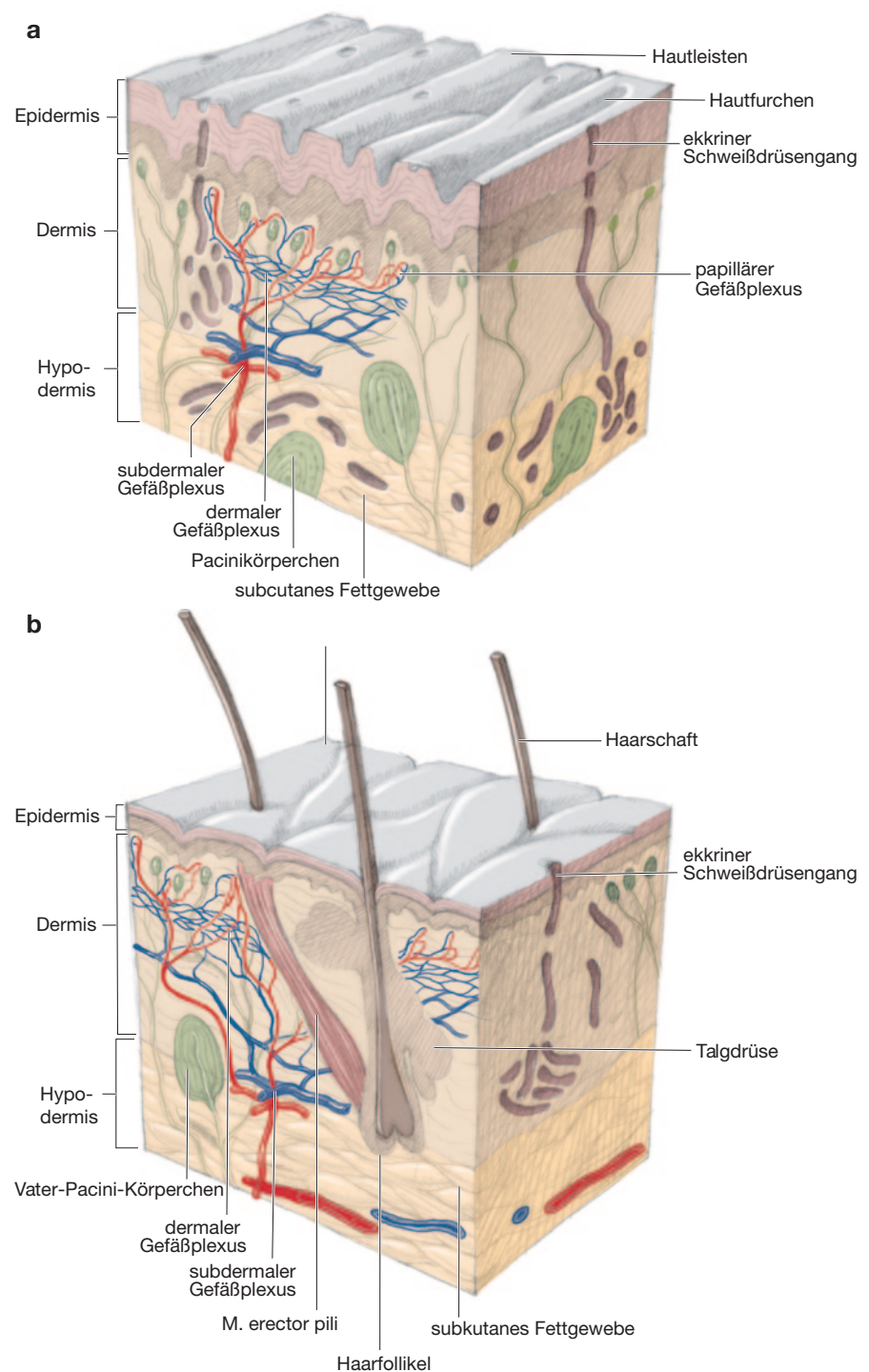
Die Anatomie der Zehennägel entspricht den anatomischen Strukturen der Fingernägel (Abb. 2.3a, b). Klinisch relevante Unterschiede bestehen in der größeren Schichtdicke des proliferierenden Zehennagels, seiner Prädisposition zur Nagelmykose und der Entität des eingewachsenen Nagels der vorzugsweise am Großzeh auftritt. Eine Analogie zur Hand gibt es beim Krankheitsbild der Paronychie.

## 2.1.2 Mechanische Traumata

### 2.1.2.1 Akute Verletzungen

Die häufigsten mechanischen Verletzungen akuter Entstehung sind *Schürfungen* und *Kontusionen*. Während die Schürfung, oberflächliche Laceration oder Abrasion der Haut, lediglich einer Reinigung, Desinfektion und eines schützenden sterilen Verbandes bedarf, erfordert die Kontusion Kühlung mit Eis oder antiphlogistischen Gels und nur in schweren Fällen wie bei Schürfung und Kontusion im Rahmen einer reinen Weichteilverletzung wie typischer Fahrradspeichenläsion des kindlichen Fußes die zusätzliche Ruhigstellung im Gipsverband für einige Tage. Großflächige oberflächliche Schürfwunden werden nach initialer Wundreinigung mit einem Verband behandelt, der ein feuchtes Milieu erhält, um die physiologische Wundheilung anzuregen (Bishop et al. 2003). Bei

**Abb. 2.1** Schematische Darstellung der **a** Leisten- und **b** Felderhaut nach Salecker (1943)



kontaminierten Wunden kommen initial lokale Antiseptika zur Anwendung. Hierbei ist Substanzen der Vorzug zu geben, die die Wundheilung nicht negativ beeinflussen, wie Polyhexanid (Lavasept) 0,04 % oder Octenidin-Dihydrochlorid (Octenisept) 0,1 % (Kallenberger 1979; Kramer et al. 2004). In einer In-vitro-Studie an humanen Fibroblasten wies Polyhexanid

gegenüber Octenidin und Povidon-Jod (Betasisodona) eine deutlich geringere Zytotoxizität auf (Hirsch et al. 2009). Auf die Notwendigkeit des Sekretabflusses bei Verwendung von Octenidin ist mehrfach hingewiesen worden (Högele und Neu 2011).

*Riss-Quetsch-Wunden* und *Stichwunden* erfordern die chirurgische Wundausschneidung in Lokal-, Lei-

**Abb. 2.1** (Fortsetzung) c–d  
Der gekammerte Aufbau der Fersenhaut in den Hauptbelastungszonen ist in der MRT gut zu erkennen



tungs- oder ggf. in Allgemeinanästhesie. Bei tiefer Stichwunde insbesondere im Bereich der Fußsohle ist die sorgfältige Spülung mit Kürettage, Redondrainage mit kurzfristiger Ruhigstellung im Unterschenkelgipsverband und Thromboseprophylaxe, bei Kontamination die zusätzliche Gabe eines Breitspektrum-Antibiotikums (Cephalosporin der 2. Generation) indiziert. In allen diesen Fällen ist grundsätzlich der Tetanusschutz zu überprüfen und ggf. herzustellen bzw. aufzufrischen.

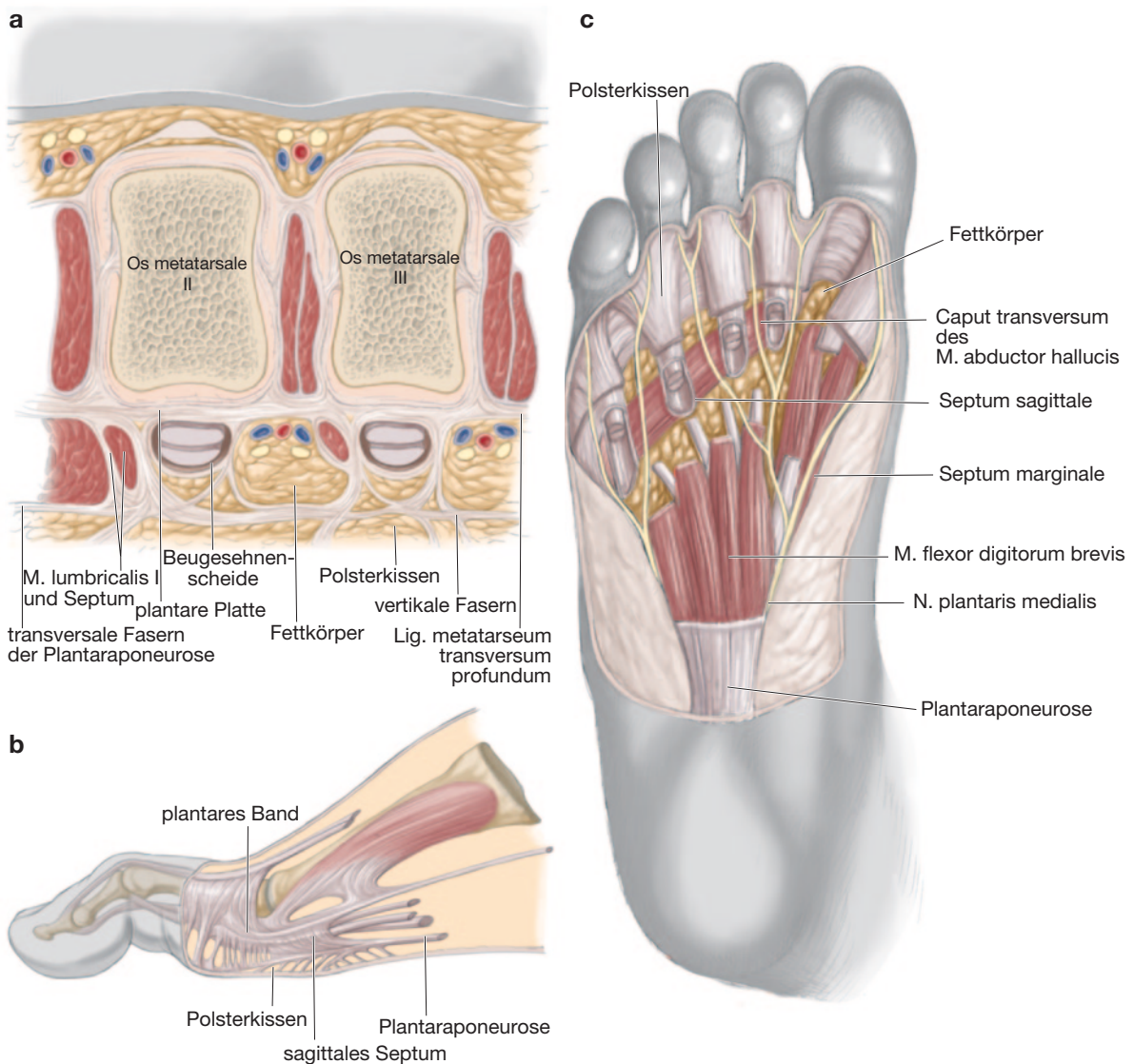
Eine häufige Ursache unfallbedingter Weichteilinfekte bis hin zur Osteomyelitis und septischen Arthritis sowie der Ausbildung von Fremdkörpergranulomen stellen die oft zunächst harmlos erscheinenden *Punktionsverletzungen* dar.

An erster Stelle stehen hier Verletzungen bei Bauarbeitern und Dachdeckern durch Tritte in hervorstehende Nägel oder Krampen, aber auch Punktionswunden des ungenügend geschützten Fußes im häuslichen Bereich an Glasscherben, Holzsplittern, Dornen, Nadeln, Reißzwecken und ähnlichen spitzen Gegenständen. Bei Kindern sind Punktionswunden am Fuß verantwortlich für 0,81 % der Vorstellungen in der pädiatrischen

Notaufnahme (Fitzgerald und Covan 1975). Allen Verletzungen gemeinsam ist ein erhebliches Risiko für das Entstehen tiefer Weichteilinfektionen, da Verunreinigungen, Glas- und Holzsplitter, häufig auch Teile von Socken und Schuhwerk, durch einen relativ schmalen Stichkanal in tiefere Gewebsschichten getragen werden und somit besonders zu Anaerobierinfektionen prädisponieren. Beim Verdacht auf Fremdkörper-einsprengung sind Röntgenaufnahmen anzufertigen. Die Therapie besteht in Exploration, randständigem Débridement und antiseptischer Lavage des gesamten Stichkanals sowie einmaliger Antibiotikagabe bei Hinweisen auf eine Kontamination. Bis zur Wundheilung sollte die Ruhigstellung (bei tiefen und kontaminierten Wunden im Unterschenkelgips) und die Entlastung des betroffenen Fußes erfolgen. Wie eine Studie an 146 Kindern mit Punktionsverletzungen gezeigt hat, lässt sich mit einem prophylaktischen Débridement innerhalb von 24 Stunden nach der Verletzung eine Infektrate von weniger als 2 % sowie eine Vermeidung der gefürchteten Pseudomonasinfekte erzielen (Sharpe et al. 2003).

Häufig erfolgt die Vorstellung der Patienten mit Punktionsverletzungen jedoch erst beim Auftreten von Infektzeichen 24–36 Stunden nach dem Ereignis. Das verspätete Aufsuchen des Arztes stellt bereits einen wesentlichen negativen Prognosefaktor dar (Fitzge-





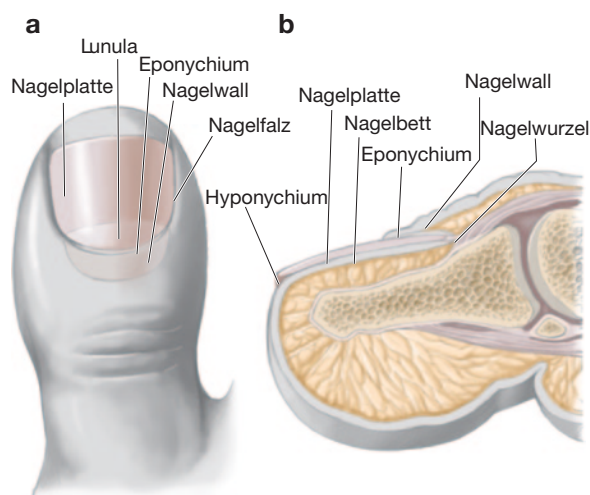
**Abb. 2.2** Struktur und Lagebeziehung des Bandapparats auf Höhe der Metatarsaleköpfchen, die die Beugesehnen und Gefäß-Nerven-Bündel schützen und für eine dynamische Ver-spannung der Ossa metatarsalia sorgen. Die transversalen Lamellen verweben sich nach Bojsen-Møller (1982) zu einem

kräftigen plantaren interdigitalen Band („transverse tie-bar“). Unter den Metatarsaleköpfchen und den Zehengrundgliedern liegen straffe, von Ausläufern der Plantaraponeurose begrenzte Polsterkissen

rald und Covan 1975; Eidelman et al. 2003). Während beim Auftreten eines lokalen Abszesses oder Erysipels *Staphylococcus aureus* den klassischen Erreger darstellt, muss beim Ausbreiten des Infekts auf Knochen und Gelenke bis hin zur Sepsis auch an *Pseudomonas aeruginosa* als auslösendes Agens gedacht werden, insbesondere wenn die Verletzung durch einen Schuh hindurch erfolgte (Inaba et al. 1992). Gelegentlich imponiert dabei ein persistierend-fistelnder Stichkanal mit grünlichem Wundsekret. Beim Diabetiker können aus den bekannten Gründen selbst kleinste Hautverletzungen zu schweren Infektionen führen, denen fast

immer eine Mischinfektion zugrunde liegt. Die Häufigkeit von Weichteilinfekten nach Punktionsverletzungen wird mit 0,6–14,8 % angegeben, das Auftreten einer Osteomyelitis oder septischen Arthritis immerhin mit 0,8–1,6 % (Fitzgerald und Covan 1975). Betroffen sind in erster Linie der Kalkaneus und das Os metatarsale II bzw. das II. Metatarsophalangealgelenk.

Im Rahmen der chirurgischen Exploration wird in der Mehrzahl dieser Fälle retiniertes Fremdmaterial gefunden. Beim Verdacht auf Fremdkörperretention sollte zunächst eine Röntgenaufnahme in Weichteiltechnik durchgeführt werden, wodurch sich Metall-



**Abb. 2.3** Anatomie des Zehennagels von dorsal (a) und im Sagittalschnitt (b)

und Glassplitter nachweisen lassen. Besteht bei einem negativen Röntgenbild weiterhin ein dringender Verdacht sowie bei Verletzungen mit nicht schattengebenden Fremdkörpern wie Holzsplittern oder Dornen, ist die Sonographie oder die MRT deutlich aussagekräftiger, wobei insbesondere die T1-Wichtung hilfreich ist (Abb. 2.4). Dauerhaft retinierte Fremdkörper können aufgrund der chronischen granulomatösen Fremdkörperreaktion als Pseudotumor imponieren, was in die Differentialdiagnose einzubeziehen ist (Dürr et al. 2001). Die Therapie besteht in einem gründlichen Débridement, gefolgt von einer kalkulierten und ggf. nach Resistogramm ausgerichteten intravenösen Antibiotikatherapie. Die Entlastung und Ruhigstellung ist bis zur Wundheilung und klinischen Infektfreiheit indiziert.

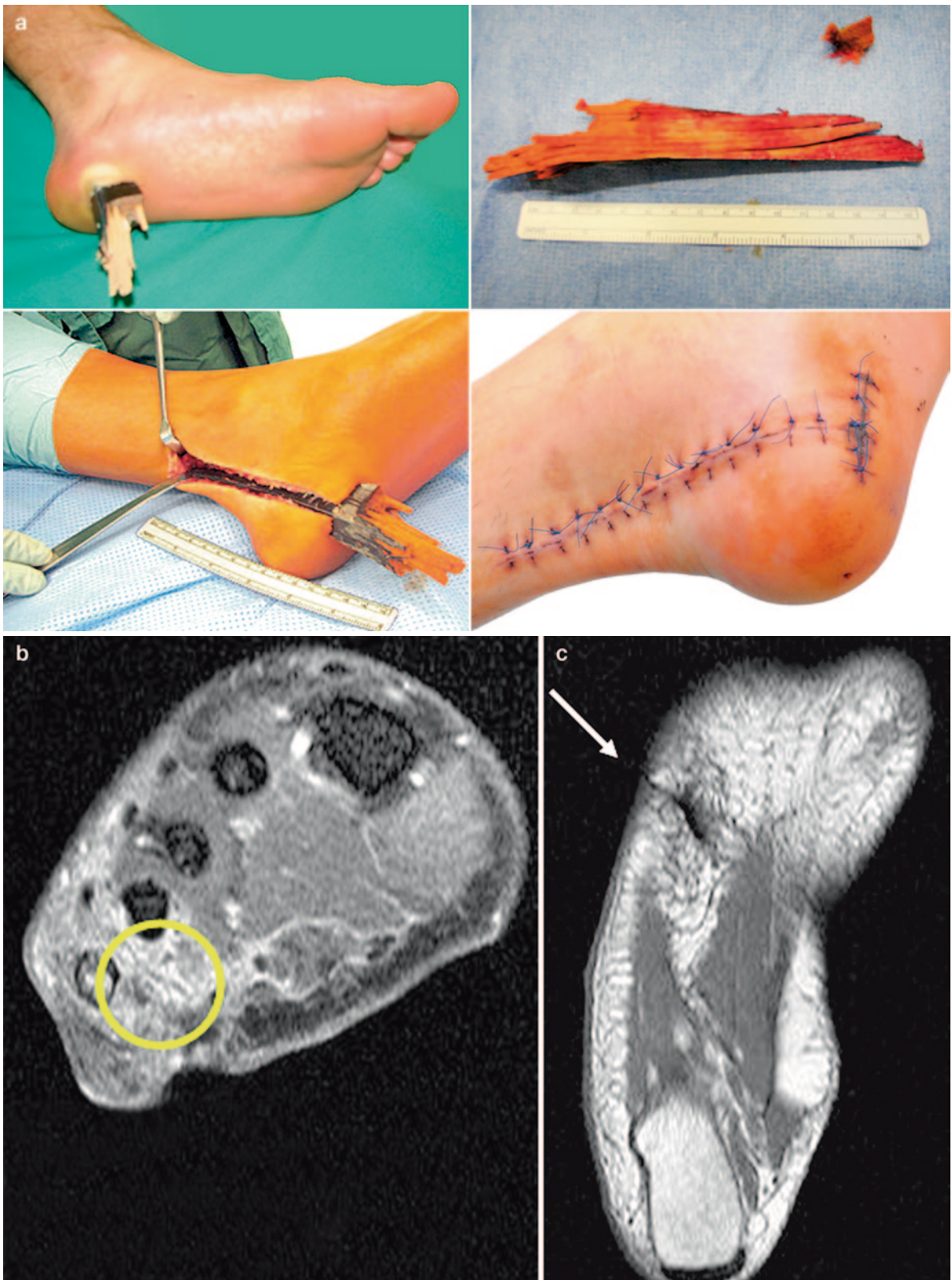
Bei *Wunden mit Substanzdefekt* kommen je nach Defektgröße und -tiefe die direkte Naht nach Mobilisierung der Wundränder, Spalt- oder Vollhauttransplantate, Verschiebe- oder Rotationslappen sowie gestielte oder freie Lappenplastiken in Betracht. Meist wird initial nach gründlichem Débridement zunächst ein Kunsthautprodukt (auf Kollagen- bzw. Polyurethanbasis) aufgelegt und Maßnahmen zur plastischen Deckung erst im Rahmen eines geplanten Revisions-eingriffes („second look“) bei sauberen Wundverhältnissen nach 2–5 Tagen durchgeführt. Ein detaillierter Algorithmus zur Weichteildeckung am Fuß wird in Kap. 6.6.9 vorgestellt.

Primär *kontaminierte Wunden* mit hohem Infektrisiko wie landwirtschaftliche Verletzungen, Bisswunden, Metzger-, Schnitt- und Beilhiebsverletzungen etc.

erfordern ein gründliches, scharfes Débridement sowie eine reichliche Lavage mit physiologischer Kochsalz- oder Ringerlösung. Lazerierte, nekrosegefährdete Wundränder werden exzidiert, die Wunde wird mit Situationsnähten adaptiert und in tiefe Taschen werden Kapillardrainagen eingelegt. Bei offener Wundbehandlung aufgrund von Substanzverlust oder starker Kontamination wird ein feuchtes Milieu mit in physiologischer Kochsalzlösung getränkten Kompressen aufrechterhalten. Unterschenkel und Fuß werden bis zur Wundheilung in einer Gipslonguette oder mittels tibiotarsaler Transfixation ruhig gestellt, zusätzlich erfolgt eine einmalige intravenöse Antibiotikagabe. Lokale Antiseptika (Octenidin, Polyhexanid etc.) kommen nur bei manifester Infektion zum Einsatz. Die Anwendung von lokalen Antibiotika ist aufgrund der schnellen Resistenzentwicklung, des allergenen Potentials und des schmalen Wirkspektrums meist kontraindiziert (Karrer 2007).

Das *subunguale Hämatom* entsteht durch eine Quetschverletzung, aufgrund seiner Exposition zumeist am Großzehenglied. Unabhängig von Begleitverletzungen des Nagelbettes und des Knochens kommt es zur Hämatombildung zwischen Nagel und Nagelbett, was heftige, klopfende Schmerzen verursacht. In Oberst-Leitungsanästhesie wird der Nagel an 1–2 Stellen im zentralen Anteil des Hämatoms mit einer großkalibrigen Injektionskanüle oder Stanze trepaniert, um einen Sekretverhalt zu verhindern. Ein luxierter Nagelrand wird unter den angehobenen Nagelwall reponiert und nach Ausspülen des Hämatoms, Desinfektion und Kürzung des freien Nagelrands von beiden Seiten her mit einem monofilen Faden fixiert, der durch Nagelwall und Nagel gestochen und über Letzterem verknotet wird. Bei subungualem Hämatom mit Lazeration des Nagelwalles und zusätzlicher Fraktur des Endglieds liegt definitionsgemäß eine offene Fraktur vor (vgl. Kap. 5.6.5). In diesen Fällen ist eine zusätzliche axiale Kirschner-Draht-Transfixation in die Grundphalanx notwendig. Finden sich unter einem verloren gegangenen Nagel noch zusätzlich Verletzungen des Nagelbettes oder ein Ausriss des Nagelbettes aus der Nagelwurzel, ist nach Débridement eine Refixation des Nagelbettes beidseits unter den Nagelwall und an die Nagelwurzel erforderlich. Finden sich hingegen unter dem Großzehennagel Fremdkörperereinsprengungen, so ist die Nagelplatte keilförmig aufzuschneiden, falls der Fremdkörper nicht von distal her entfernt werden kann. Ähnliches gilt für die Kleinzehen, wobei diese jedoch weitaus seltener betroffen und funktionell nicht mit der Großzehe zu vergleichen sind.





**Abb. 2.4** Fremdkörperverletzungen verschiedener Ausprägung in Abhängigkeit vom Vorstellungszeitpunkt. **a** Pfählungsverletzung mit einem 20 cm langen Holzseicht, der 10 cm tief in den Fuß und die retromalleolare Region eingedrungen war. Bei der offensichtlichen Verletzungsschwere erfolgte ein frühzeitiges, ausgedehntes Débridement, im weiteren Verlauf kein

Infekt. **b, c** Lokale Entzündungsreaktion am lateralen Fußrand mit erkennbarer Signalalteration im Os metatarsale V bei verzögerter Vorstellung 5 Tage nach Verletzung mit einem hölzernen Fremdkörper. Zur Infektsanierung waren mehrfache Débridements erforderlich



**Abb. 2.4** (Fortsetzung) **d–f** Eitrig-einschmelzende subkutane Abszessbildung 14 Tage nach Tritt in einen Nagel. Bei der Exploration und Abszessausraumung fand sich makroskopisch kein Fremdmaterial mehr

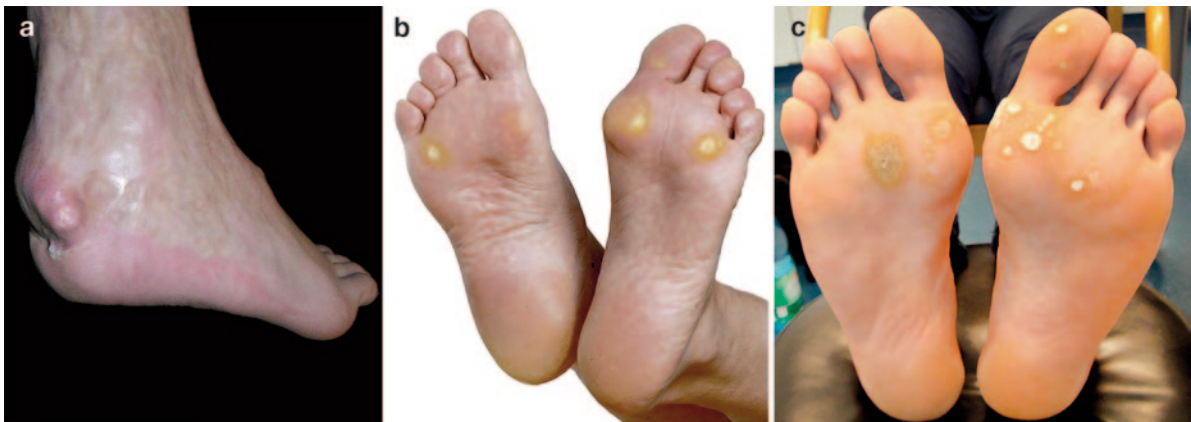
### 2.1.2.2 Subakute und chronische Verletzungen

Die häufigsten pathologischen Veränderungen dieser Art entstehen als Blasen, Schwielen, Clavi, Ulzerationen und andere Hautveränderungen durch *repetitiven Druck* bzw. *lokale Friktion* der Haut durch unpassende, meistens neue Schuhe nach längerem Gehen oder Märschen.

Die funktionsbedingte *Blase* bei wundgelaufenen Füßen sollte bei klar-serösem Inhalt steril punktiert, desinfiziert und keinem weiteren Druck oder Reiben ausgesetzt werden, da sie sich leicht bakteriell super-

Die funktionsbedingte *Blase* bei wundgelaufenen Füßen sollte bei klar-serösem Inhalt steril punktiert, desinfiziert und keinem weiteren Druck oder Reiben ausgesetzt werden, da sie sich leicht bakteriell super-





**Abb. 2.5** **a** Kallus durch mechanische Reizung der Fersenhaut über einer prominenten Kalkaneus-Exostose bei 10 Jahre zurückliegendem Überrolltrauma. **b** Ausgeprägter Klavus unter dem I. und V. Metatarsaleköpfchen bei Hohlfußdeformität links. Auf

der rechten Seite ist es ein Jahr nach deflektierender Osteotomie des I., IV. und V. Strahles bereits zu einer deutlichen Reduktion des Klavus gekommen. **c** Verruca vulgaris an beiden Fußsohlen

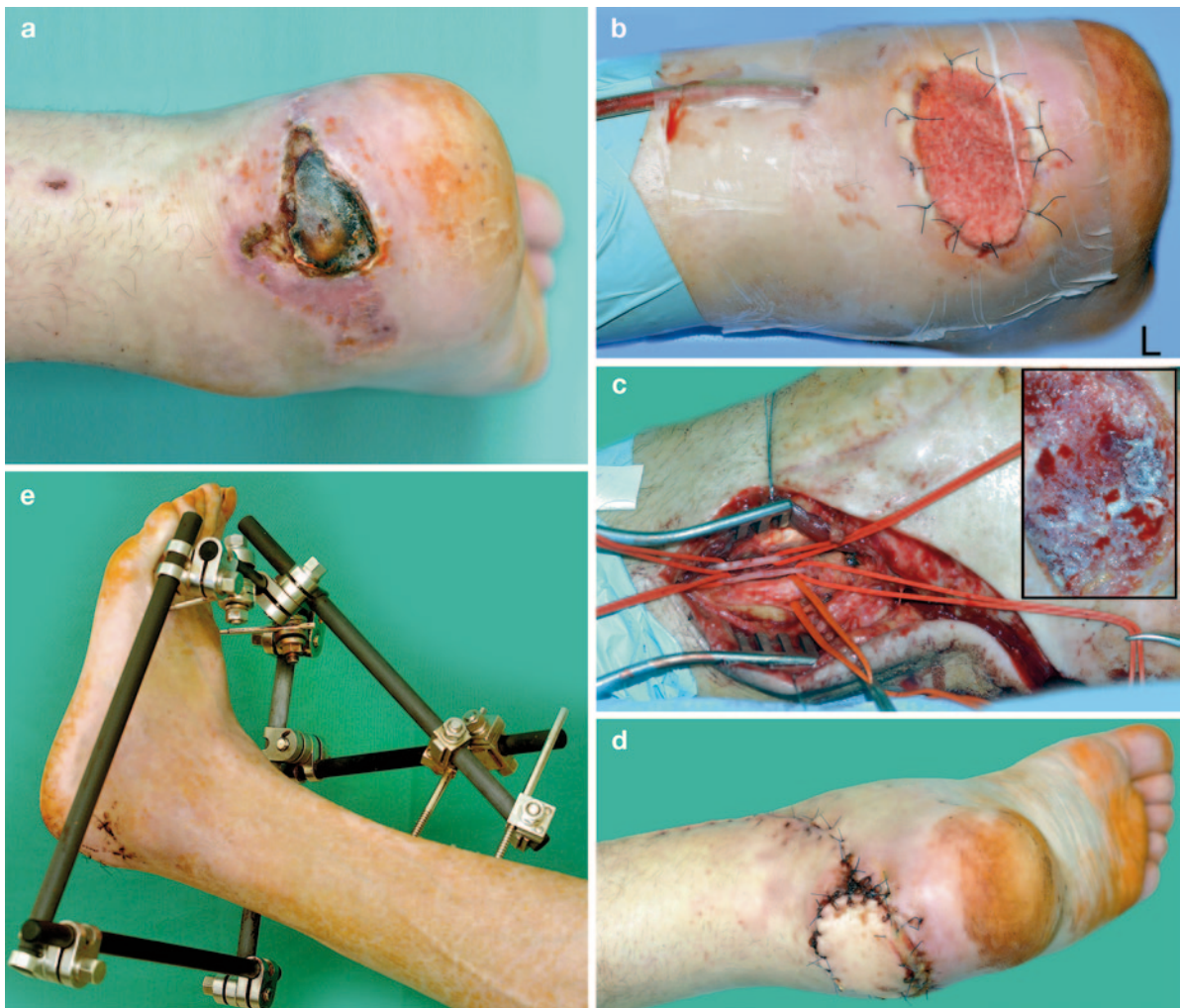
infizieren kann. Bei bereits getrübttem Sekret sollte sie besser abgetragen und der Wundgrund lokal mit einer Desinfektionslösung behandelt werden. Im Gegensatz dazu entstehen *Spannungsblasen* innerhalb von wenigen Stunden nach Frakturen durch einen akuten Schermechanismus zwischen Epidermis und Dermis. Verbleiben einzelne epidermale Zellen auf der Dermis (inkomplette Separation), resultieren mit klarem Sekret gefüllte Blasen, bei kompletter Separation entstehen blutgefüllte Blasen (Giordano et al. 1994). Letztere erfordern eine größere Gewalteinwirkung und sind mit einem erhöhten Komplikationsrisiko verbunden. In einer prospektiven Studie an 47 Patienten mit Spannungsblasen nach Frakturen der unteren Extremität sahen Strauss et al. (2006) mit einer standardisierten Blasenabtragung, Behandlung des Wundgrunds mit Sulfasalazin-Salbe und Frakturversorgung nach Reepithelialisierung innerhalb von durchschnittlich 8 Tagen Weichteilkomplikationen in 13,3 %, darunter lediglich 2 Fälle mit Vollhautnekrosen bei Diabetikern.

*Kallus* (Synonyme: Kallositas, Tyloma) entspricht einer reaktiven, umschriebenen oberflächlichen Hyperkeratose (Schwiele) über einer knöchernen Prominenz. Er ist differentialdiagnostisch abzugrenzen vom *Klavus* (Hühnerauge, engl.: corn), der durch eine Kombination aus Druck und Reibung von außen oder innen entsteht (Saye 1994) sowie von der *Verruca vulgaris* (Plantarwarze), die durch verschiedene Stämme des humanen Papillomavirus (HPV) hervorgerufen wird. Die Unterscheidung gelingt bei tangentialer Abtragung der Hyperkeratose mit einer 15er-Skalpellklinge. Während Kallus unregelmäßig begrenzt und nur gering schmerzhaft ist, weist der Klavus eine scharfe Begrenzung und einen schmerzhaften Kern (Konus)

auf. Harte Klavi finden sich über den knöchernen Prominenzen (meist über dem dorsalen Aspekt des PIP-Gelenks der Hammerzehe) fehlgestellter Zehen sowie unter den Metatarsale-Köpfchen (Abb. 2.5), weiche Klavi in den Interdigitalräumen (Saye 1994a). Plantarwarzen wiederum sind auf seitlichen Druck schmerzhaft und weisen eine kapillare Blutung bei Abtragung der Hyperkeratose auf. Sie finden sich regelmäßig auch an unbelasteten Arealen der Fußsohlen.

Hyperkeratosen an der belasteten Sohlenhaut können der Entstehung von *Fissuren*, *Rhagaden* oder *Ulzerationen* Vorschub leisten, die sich unter permanenter Druck- und Reibbelastung leicht infizieren und phlegmonös ausbreiten. Die Therapie erfolgt durch Fußbäder in Kamillenextrakt mit anschließender Anwendung von rückfettenden laktat- oder salizylsäurehaltigen (2,5–10 %) Salben, in hartnäckigen Fällen durch eine Kombination aus feuchthaltenden Salben mit Teer- und Harnsäurepräparaten (5–10 %). Bei ausgeprägtem Befund ist die tangentielle Abtragung der Hyperkeratose unter sterilen Kautelen erforderlich. Über eine kurzzeitige Entlastung sowie die Verordnung von weichen Einlagen muss individuell entschieden werden.

Harte Klavi erfordern die komplette Abtragung inklusive des schmerzhaften Kerns. Eine nachhaltige Therapie von Kallus und Klavi erfordert die Druckentlastung durch die Vermeidung unpassenden Schuhwerks bzw. die Korrektur einer zugrunde liegenden biomechanischen Fehlstellung (z. B. durch deflektierende und/oder verkürzende Metatarsale-Osteotomie, Hallux-valgus- oder Hammerzehekorrektur; s. Kap. 5.5.8 und 6.10.3). Weiche Einlagen, Pelotten, Polster, Ringe, Schutzbandagen aus Molescin oder



**Abb. 2.6** a Dekubitalulkus über dem Achillessehnenansatz mit Vollhautnekrose durch einen Lagerungsschaden innerhalb einer Woche nach intraartikulärer Kalkaneusfraktur. b–d Nach Nekrektomie und temporärer Konditionierung des Wundgrundes im Vakuumverband erfordert die Defektdeckung häufig eine Lappenplastik (im vorliegenden Fall ein gestielter Peroneuslappen). e Zur Prophylaxe von Druckulzerationen empfiehlt sich bei erforderlicher tibio-metatarsaler Transfixierung ein zusätzlicher Rahmen zur Entlastung der Ferse, insbesondere bei bewusstlosen Patienten (z. B. bei Fußverletzungen im Rahmen eines Polytraumas)

Schaumgummi hingegen führen zu einer Entlastung bei Kontraindikationen zum operativen Vorgehen (Saye 1994b). Plantarwarzen heilen – insbesondere bei Kindern – in etwa 50 % der Fälle spontan innerhalb von 2 Jahren ohne spezifische Therapie ab. Das Spektrum der dermatologischen Behandlung umfasst unter anderem Kryotherapie, topische antiinflammatorische, immunmodulierende und antiseptische Salben, die regelmäßige Abtragung von Hyperkeratosen sowie Lasertherapie.

Arterielle oder venöse Ulzerationen entstehen regelmäßig in der Mallolarregion. Sie werden nach initialem Débridement von nekrotischen und infizierten Arealen mittels konditionierter Wundauflagen zur Granulation gebracht, so dass die definitive Defektdeckung mittels Spalthauttransplantation möglich wird.

Bei oberflächlichen Wunden eignet sich Wundgaze (vorzugsweise Fettgaze auf Paraffingrundlage), bei tieferen, stark sezernierenden Wunden Hydrogel-, Hydrokolloid- oder Alginat-Verbände, wobei diese den Wundrand nicht überragen sollen, damit es nicht zu Mazerationen der intakten Haut kommt (Karrer 2007; Jöckel et al. 2009). Gemeinsam ist diesen Verbänden eine Förderung der Granulation durch das Schaffen eines feuchten Wundmilieus.

Das Dekubitalulkus, die Drucknekrose an den Prä-dilektionsstellen des hinteren Fersenaspektes, über Außen- und Innenknöchel oder lateraler Basis des fünften Mittelfußknochens entspricht einer ischämischen Nekrose und Ulzeration des Gewebes durch längerfristigen Druck von außen. Diese tritt bei bettlägerigen, insbesondere alten Menschen, aber selbst

Tscherne Unfallchirurgie

Fuß

Zwipp, H.; Rammelt, S.

2014, XIV, 802 S. 650 Abb., 450 Abb. in Farbe.,

Hardcover

ISBN: 978-3-540-63290-0