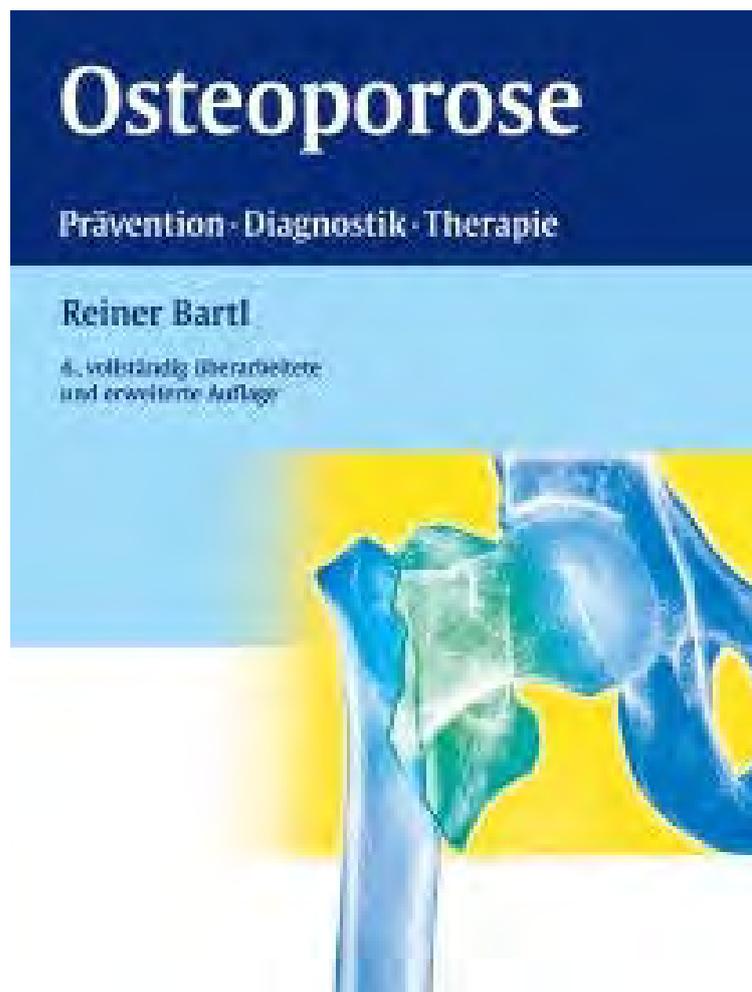




Bartl

Osteoporose

Prävention - Diagnostik - Therapie



zum Bestellen [hier](#) klicken

by naturmed Fachbuchvertrieb

Aidenbachstr. 78, 81379 München

Tel.: + 49 89 7499-156, Fax: + 49 89 7499-157

Email: info@naturmed.de, Web: <http://www.naturmed.de>

Inhaltsverzeichnis

- 1 Osteoporose – besser verstehen ... 1**
 - 1.1 Osteoporose – ein stiller Dieb ... 1
 - 1.2 Osteoporose – eine teure Volkskrankheit ... 1
 - 1.3 Der Knochen – mit vielfältigen Aufgaben betraut ... 2
 - 1.4 Der Knochen – ein meisterliches Bauwerk ... 4
 - 1.5 Der Knochen – eine ständige Baustelle ... 8
 - Knochenumbau – beteiligte Zellen und Umbauphasen ... 8
 - Regulation des Knochenumbaus ... 17
 - 1.6 Die „maximale Knochendichte“ – ein Kapital fürs ganze Leben! ... 20
 - 1.7 Osteoporose – was ist das eigentlich? ... 21
 - 1.8 Osteoporose – ein systematischer Knochenraub! ... 23
 - 1.9 Osteoporose – auch eine Qualitätsfrage! ... 23
 - 1.10 Definition des Begriffs „Fraktur“ – keine leichte Aufgabe! ... 27
 - Wirbelfrakturen („spinal fractures“) ... 27
 - Proximale Femurfrakturen („hip fractures“) ... 28
 - Distale Radiusfrakturen („wrist fractures“, „Colles fractures“) ... 31
 - Andere Frakturen ... 31
- 2 Osteoporose – genauer einteilen ... 32**
 - 2.1 Einteilung nach der Ausdehnung ... 32
 - 2.2 Einteilung nach dem Knochenumsatz ... 34
 - 2.3 Einteilung nach Alter und Geschlecht ... 34
 - 2.4 Einteilung nach der Ätiologie ... 37
 - 2.5 Einteilung nach dem Schweregrad ... 41
 - 2.6 Einteilung nach der Knochenhistologie ... 45
 - 2.7 Anmerkungen zur Begutachtung bei Osteoporose ... 46

- 3 Osteoporose – Risiken erkennen ... 48**
 - 3.1 Risikofaktoren, die wir nicht beeinflussen können ... 49
 - 3.2 Risikofaktoren, die wir beeinflussen können ... 50

- 4 Osteoporose – frühzeitig vorbeugen ... 58**
 - 4.1 Tipp 1: Für kalziumreiche Kost sorgen! ... 58
Knochenfreundliche Ernährung ... 59
 - 4.2 Tipp 2: Ausreichende Vitaminzufuhr sicherstellen! ... 61
 - 4.3 Tipp 3: Auf das „Kreuz“ achten! ... 62
 - 4.4 Tipp 4: Auf regelmäßige Bewegung achten! ... 63
 - 4.5 Tipp 5: Stürze vermeiden! ... 64
 - 4.6 Tipp 6: Das Rauchen einstellen! ... 66
 - 4.7 Tipp 7: Knochenräuber in der Nahrung eliminieren! ... 67
 - 4.8 Tipp 8: Auf das Ideal-Körpergewicht achten! ... 69
 - 4.9 Tipp 9: Knochenschädigende Medikamente erkennen! ... 69
 - 4.10 Tipp 10: Knochenschädigende Krankheiten erkennen! ... 71
 - 4.11 Tipp 11: Fröhlichkeit bewahren! ... 71

- 5 Osteoporose – richtig diagnostizieren ... 73**
 - 5.1 Rückenschmerz und Abnahme der Körpergröße – was steckt dahinter? ... 73
 - 5.2 Was haben Zähne und Haut mit Osteoporose zu tun? ... 77
 - 5.3 Brauchen wir noch das konventionelle Skelettröntgen? ... 77
 - 5.4 Andere bildgebende Verfahren sinnvoll einsetzen! ... 80
 - 5.5 Warum soll die Knochendichte gemessen werden? ... 82
 - 5.6 Welche Methode der Knochendichtemessung wird von der WHO und vom Dachverband Osteologie empfohlen? ... 83
 - Welche Knochen sollen gemessen werden? ... 92
 - Wer soll zur Knochendichtemessung gehen? ... 97
 - Wie belastend ist die Knochendichtemessung für den Patienten? ... 98
 - 5.7 Wie wichtig sind laborchemische Untersuchungen? ... 100
 - 5.8 Wann ist die Bestimmung von „Knochenmarkern“ sinnvoll? ... 101
 - 5.9 Sind genetische Untersuchungen in der Praxis schon sinnvoll? ... 103
 - 5.10 Wann ist heute noch eine Knochenbiopsie nötig? ... 103
 - 5.11 Ein niedriger DXA-Wert muss nicht immer Osteoporose sein! ... 105
 - 5.12 Zusammenfassung ... 110

- 6 Osteoporose – erfolgreich behandeln ... 112**
- 6.1 Welche Behandlungsstrategien sind heute Standard? ... 112
- 6.2 Therapieerfolg – eine Frage des Gesamtkonzepts ... 114
- 6.3 Wann ist eine medikamentöse Therapie indiziert? ... 120
- 6.4 Können wir uns eine leitliniengerechte Therapie überhaupt leisten? ... 121
- 6.5 Zuerst den Schmerz lindern! ... 122
- Gelockerte Bettruhe bzw. körperliche Bewegung ... 123
- Medikamente ... 125
- Magnetfeldtherapie ... 126
- Bei Knochenschmerz – nicht nur an Osteoporose denken! ... 127
- 6.6 Kalzium und Vitamin D – die besten Freunde des Skeletts ... 128
- Kalzium – die Basis für gesunde Knochen ... 128
- Vitamin D – ein vernachlässigtes Hormon mit vielfältiger Wirkung ... 131
- Ist aktiviertes Vitamin D besser als die native Form? ... 136
- 6.7 Andere Vitamine, Mineralien und Spurenelemente ... 137
- 6.8 Hormonersatz in der Postmenopause ... 138
- Pro und Contra ... 138
- Warum viele Frauen die Östrogensubstitution ablehnen ... 139
- Hormonersatztherapie und Osteoporose – Empfehlungen für die Praxis ... 140
- Welche Östrogene wie einsetzen? ... 141
- Können Phytoöstrogene hilfreich sein? ... 142
- „SERMs“ oder auf der Suche nach „maßgeschneiderten Östrogenen“ ... 143
- 6.9 Testosteronmangel – ein wichtiger Risikofaktor beim Mann ... 145
- 6.10 Anabolika – nützlich für den Muskelaufbau ... 145
- 6.11 Bisphosphonate – eine Erfolgsstory in der Osteologie! ... 145
- Wissenswertes über Bisphosphonate/Wirkungsmechanismus ... 146
- Pharmakokinetik ... 151
- Toxizität ... 151
- Kiefernekrosen unter Bisphosphonaten – eine emotional geführte Debatte ... 153
- Kontraindikationen ... 156
- Welche Bisphosphonate werden bei Osteoporose eingesetzt? ... 156
- Wie lange soll ein Bisphosphonat gegeben werden? ... 163
- Gibt es Langzeitschäden des Knochens unter Bisphosphonatgabe? ... 164
- Gibt es „Nonresponder“ bei Bisphosphonatgabe? ... 165

- 6.12 Strontium-Ranelat mit dualem Wirkmechanismus ... 166
 - 6.13 Parathormon – das osteoanabole Prinzip ... 169
 - Parathormon – für die Kalziumhomöostase verantwortlich ... 170
 - Teriparatid und Parathormon –
zwei potente knochenbauende Substanzen ... 171
 - 6.14 Kalzitonin und Fluoride – die Erwartungen nicht erfüllt! ... 173
 - 6.15 Kombinationen – sinnvoll oder nur teuer? ... 175
 - HRT und Alendronat ... 176
 - Raloxifen und Alendronat ... 177
 - HRT und Teriparatid ... 177
 - Teriparatid und Alendronat oder Raloxifen ... 177
 - Zusammenfassung ... 178
 - 6.16 Medikamente mit knochenbauender Nebenwirkung ... 178
 - 6.17 Welche Neuentwicklungen kommen auf uns zu? ... 179
 - 6.18 Verlaufskontrolle – mit Augenmaß ... 183
 - Therapietreue ist der Garant für Erfolg und Effektivität ... 183
 - DVO-Empfehlungen lassen das Problem erkennen ... 183
 - Monitoring antiresorptiver Therapie ... 184
 - Monitoring osteoanaboler Therapie ... 187
 - Therapieversager – was ist zu tun? ... 188
- 7 Osteoporose – Frakturen vermeiden ... 191**
- 7.1 Frakturheilung – ein phasenhafter Ablauf ... 191
 - 7.2 Ursachen der Frakturheilung ... 193
 - 7.3 Knochenbruch – kein Grund zur Verzweiflung ... 194
 - 7.4 Frakturversorgung am osteoporotischen Knochen –
eine Herausforderung ... 200
 - 7.5 Proximale Femurfrakturen ... 201
 - 7.6 Wirbelkörperfrakturen ... 206
 - Vertebroplastie oder Kyphoplastie: wann welche Methode? ... 208
 - 7.7 Radiusfrakturen ... 213
 - 7.8 Proximale Humerusfrakturen ... 215
 - 7.9 Andere Frakturen ... 216

- 8 Osteoporose – Sonderformen beachten ... 219**
- 8.1 Osteoporose – Kinder nicht vergessen! ... 219
 - 8.2 Osteogenesis imperfecta – leicht zu übersehen! ... 225
 - 8.3 Prämenopausale Osteoporose – von Therapiestudien vernachlässigt! ... 228
 - 8.4 Schwangerschaftsassozierte Osteoporose – muss nicht sein! ... 230
 - 8.5 Senile Osteoporose – eine eigenständige Entität! ... 231
 - 8.6 Osteoporose – auch Männersache! ... 235
 - 8.7 Immobilisations-Osteoporose – Vorsorge tut not! ... 237
 - 8.8 Osteoporose nach Verbrennungen – ein bisher wenig beachtetes Problem ... 240
 - 8.9 AIDS-Osteopathie – wenig bekannt, aber klinisch relevant! ... 240
 - 8.10 Glukokortikoide – den Knochenraub frühzeitig bekämpfen! ... 243
 - 8.11 Antidepressivainduzierte Osteopathie ... 246
 - 8.12 Antikoagulanzeninduzierte Osteoporose ... 247
 - Heparin ... 247
 - Cumarin-Derivate (Vitamin-K-Antagonisten, VKA) ... 248
 - 8.13 Antiepileptikainduzierte Osteopathie ... 249
 - Konsequenz für Klinik und Praxis ... 252
 - 8.14 Protonenpumpenhemmer-induzierte Osteoporose ... 252
 - 8.15 Organtransplantation – auch an Osteoporose denken! ... 252
 - 8.16 Renale Osteopathie – der Trend hin zur Osteoporose! ... 253
- 9 Osteoporose – lokal betrachtet ... 258**
- 9.1 Osteonekrose – häufig mit Vorankündigung! ... 261
 - 9.2 Morbus Sudeck – eine lokale Osteoporose mit vielen Rätseln! ... 264
 - 9.3 Transiente Osteoporose – Sonderform des Knochenmarködem-Syndroms ... 267
 - 9.4 Morbus Paget – heute einfach zu behandeln! ... 271
 - 9.5 Gorham-Stout-Syndrom – der ultimative Knochenschwund ... 275
 - 9.6 Fibröse Dysplasie – Bisphosphonate früh einsetzen ... 277
 - 9.7 Periprothetischer Knochenschwund – eine behandelbare Komplikation! ... 278
 - 9.8 Parodontitisinduzierter alveolärer Knochenschwund ... 283

- 10 Osteoporose – dem Tumor im Gefolge! ... 285**
 - 10.1 Tumortherapieinduzierte Osteoporose – nur Nebensache? ... 285
 - Tumortherapie mit Induktion eines sekundären Hypogonadismus ... 286
 - Tumortherapie mit direkter Wirkung auf den Knochen ... 288
 - 10.2 Multiples Myelom – auch eine Knochenkrankheit! ... 289
 - 10.3 Myelogene Osteopathien –
Wie das Knochenmark den Knochen schädigen kann! ... 292
 - 10.4 Primäre Knochengeschwülste –
bei Verdacht konsequent abklären! ... 295
 - 10.5 Knochenmetastasen – Wachstum auf Kosten
von Knochen und Knochenmark ... 297
 - Ossär metastasierendes Mammakarzinom ... 299
 - Andere ossär metastasierende Karzinome ... 302
- 11 Osteoporose – der Patient als Partner ... 305**
- 12 Osteoporose – praktisch zusammenfassen ... 308**
 - 12.1 Definition und sozioökonomische Bedeutung ... 308
 - 12.2 Diagnostik ... 308
 - 12.3 Therapie und Prävention ... 311
 - 12.4 Anti-Osteoporotika von A–Z ... 316
- Anhang: Empfehlungen und Leitlinien ... 323**
- Osteoporose – Literatur genauer nachgelesen ... 332**
 - Mitgliedsgesellschaften und Osteoporosezentren ... 358
- Sachverzeichnis ... 359**

- Osteomyelitis
- Morbus Paget
- Morbus Sudeck
- heterotope Kalzifikationen
- aseptische Prothesenlockerung

Die **Pathogenese** des Knochenschmerzes ist komplex und noch wenig erforscht. Neben mechanischen Faktoren wie erhöhter Druck in den Markräumen, Biegung des Knochens, Dehnung des Periosts bzw. Endosts und Zerstörung von Knochengewebe spielen humorale, entzündliche und nervale Faktoren eine Rolle. Prostaglandine, Histamin, Serotonin, Bradykinin und andere Zytokine agieren als Auslöser und Vermittler. Neue Untersuchungen haben gezeigt, dass vor allem dem **RANKL-OPG-System** eine wichtige Rolle bei der Entstehung des Knochenschmerzes zugeschrieben werden muss. Tumorzellen sezernieren Zytokine, die T-Lymphozyten und Osteoklasten stimulieren. Knochenresorption geht mit einem sauren Milieu im umgebenden Gewebe einher, das zur Freisetzung entzündlicher Mediatoren und zur Reizung von Nozirezeptoren im stark innervierten Periost und damit zu schweren Knochenschmerzen führt. Tierexperimentelle Untersuchungen haben gezeigt, dass die Gabe von Osteoprotegerin sowohl die Skelettdestruktion als auch den Knochenschmerz blockieren kann.

Die Schmerzübertragung erfolgt vor allem über die Stimulation der **Nozizeptoren** in Periost und Endost. Schmerz kann auch durch Irritation und Läsion von **afferenten Nervenfasern** entstehen. Wir wissen aus dem Studium von Biopsien, dass das Knochenmark durchzogen ist mit dünnen Nerven. Diese regulieren die Durchblutung des Knochen-Knochenmark-Systems und den Blutfluss in den Sinusgefäßen. Auch sensorische Nervenfasern sind vorhanden, erkennbar an der schmerzhaften Reaktion im Rahmen des durch Aspiration erzeugten Unterdrucks. Auch Überdruck im Rahmen eines Knochenmarködems oder einer leukämischen bzw. metastatischen Infiltration verursacht schwere generalisierte Knochenschmerzen. Der **„paraneoplastische“ Schmerz** wird indirekt vom Tumor selbst über hormonähnliche Substanzen (PTHrP, Lymphokine, Prostaglandine) verursacht.

6.6 Kalzium und Vitamin D – die besten Freunde des Skeletts

Kalzium – die Basis für gesunde Knochen

Das Erreichen der maximalen Knochenmasse im jugendlichen Alter und das Bewahren des erreichten **Kapitals „Knochenmasse“** hängen von einer ausreichenden Kalziumzufuhr über alle Lebensabschnitte ab. Der normale Kalziumstoffwechsel ist in Abb. 6.4 zusammengefasst. Die empfohlene tägliche Kalziummenge von ca. 1 g kann bei gesunden Personen über eine knochenbe-

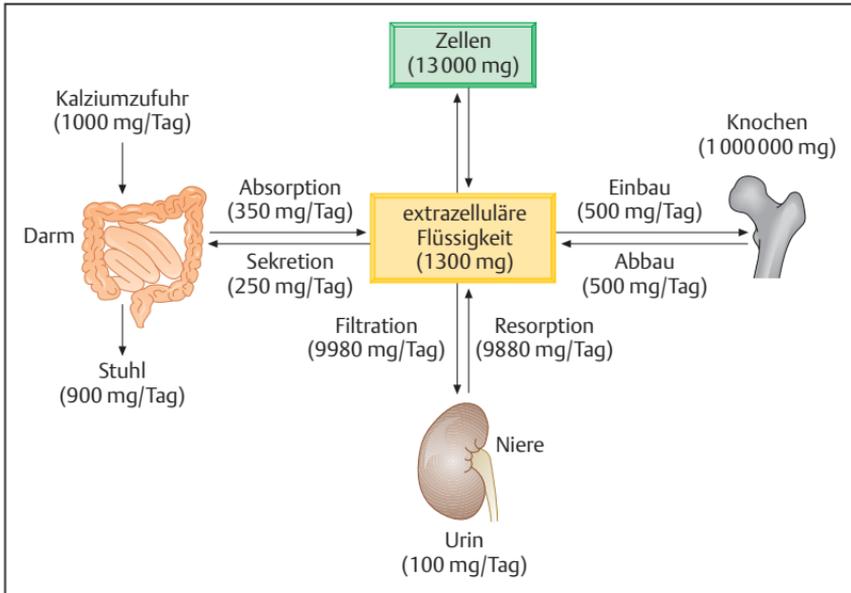


Abb. 6.4 Kalziumstoffwechsel des Erwachsenen.

wusste Ernährung mit Milchprodukten erreicht, aber problemlos auch über eine angepasste Supplementierung ergänzt werden. Eine Gesamtzufuhr von 1,5 g/d wird als ausreichend eingeschätzt. Liegt eine Laktoseintoleranz vor, so kann Kalzium auch über kalziumreiche Mineralwässer oder über laktosefreie Kalziumtabletten zugeführt werden. Regelmäßige Kalziumgabe führt über eine Supprimierung der PTH-Sekretion zu einem verminderten Knochenabbau und damit zu einer Schonung des Mineralspeichers „Knochen“.

Es gibt wenige Patienten, bei denen Kalzium nicht oder nur unter hausärztlicher Überwachung verordnet werden darf. Dazu zählen Patienten mit Hyperkalzämie, Nephrolithiasis oder Niereninsuffizienz.

Folgende praktische Überlegungen können für eine **effektive Kalziumaufnahme** von Vorteil sein:

- Kalzium wird im Dünndarm, v. a. im Duodenum und im proximalen Jejunum, innerhalb von 4 h resorbiert. Während des raschen Skelettwachstums im Kindesalter werden bis zu 75% des zugeführten Kalziums resorbiert, dieser Wert sinkt bis auf 30% beim Erwachsenen.
- Die Einzelmenge sollte 500 mg Kalzium nicht überschreiten. Die Verteilung der Tagesmenge auf mehrere Einzeldosen ist zu empfehlen. Eine Dosis vor dem Schlafen unterdrückt die Parathormonsekretion und verhindert den Knochenverlust in der Nacht.

- Die Kalziumgabe sollte mit dem Essen erfolgen. Dies gilt v. a. bei Patienten mit verminderter Magensäureproduktion. Laktose, Vitamin C sowie geringe Fett- und Proteinmengen fördern die Resorption. Kalziumzitat kann auch nüchtern eingenommen werden.
- Einige Nahrungsbestandteile behindern die Kalziumabsorption: ballaststoff- und fettreiche Nahrung, Zink, Eisen, Spinat, Kaffee, Alkohol und Antazida. Deshalb sollte Kalzium zwischen größeren Mahlzeiten eingenommen werden.
- Ein Kalzium-Phosphat-Verhältnis von 2 zu 1 ist anzustreben. Dies ist in der Regel durch Vermeidung von Coca Cola und phosphatreicher Nahrung zu erreichen.
- Kalzium kann mit bestimmten Medikamenten interagieren: Schilddrüsenhormone, Tetracyclin, Eisen, Antiepileptika und Kortikosteroide. Daher sollten diese Medikamente stets isoliert eingenommen werden. Bei Einnahme von Glukokortikoiden ist der Kalziumbedarf erhöht und sollte 1500 mg/d betragen.
- Die Angst vor Nierensteinbildung ist bei richtiger Wahl der Kalziumpräparate und bei ausreichender Flüssigkeitszufuhr unbegründet. Im Gegenteil gilt: Regelmäßige Kalziumeinnahme bindet Oxalat im Darm und kann sogar Oxalatsteine verhindern. Der Kalziumspiegel in Blut und Urin sollte bei Einnahme von Kalziumpräparaten regelmäßig kontrolliert werden.
- Die Angst vor einem erhöhten Herzinfarktrisiko ist bei alleiniger kalziumreicher Ernährung unbegründet. Lediglich eine zusätzliche Kalziumsupplementierung sollte mit dem Arzt auf die Notwendigkeit hin besprochen werden.
- Kalzium wird über Stuhl, Urin und Schweiß ausgeschieden und kann bei gesteigerter Kalziumzufuhr bis zu 90% betragen. Längeres Schwitzen kann zu erheblichen Kalziumverlusten (bis 30% der über den Urin ausgeschiedenen Menge) führen. Größere Mengen von Natrium und Eiweiß führen ebenfalls zu höherer Kalziumausscheidung über den Urin. Koffein kann zwar auch die Kalziumsekretion über die Niere steigern, die knochenschädigende Wirkung sollte aber bei Bevorzugung von Milchkaffee nicht überschätzt werden.
- Kalziumpräparate können Nebenwirkungen wie Verstopfung oder Durchfall verursachen. Umstellen auf ein anderes Präparat mit Verwendung von reichlich Flüssigkeit und ballaststoffreicher Kost sollte dann erwogen werden.
- Laktose (Milchzucker) in der Milch wird durch das Enzym Laktase in Glukose und Galaktose gespalten. Bei Vorliegen einer **Laktoseintoleranz** (Mangel oder Fehlen von Laktase) muss nach Alternativen zu Milch und Milchprodukten gesucht werden. An erster Stelle sind hier kalziumreiche Mineralwässer zu nennen. Ein Mineralwasser wird als „kalziumreich“ deklariert, wenn es mehr als 150 mg Kalzium pro Liter aufweist. Es gibt Mineralwässer, die mehr als 500 mg Kalzium pro Liter enthalten. Bei einer

Trinkmenge von 1–2 Litern am Tag wird damit der tägliche Kalziumbedarf weitgehend gedeckt. In gewissem Umfang können auch kalziumreiche Gemüse- und Obstsorten einen Beitrag liefern. Bei Einsatz von Kalziumpräparaten ist auf laktosefreie Produkte zu achten.

- Ein zu großer Milchkonsum kann wegen des hohen Fettgehalts in der Milch ungesund sein. Es ist daher günstig, fettarme Milch und Milchprodukte zu sich zu nehmen.
- Kalzium wirkt nur, wenn kein Proteinmangel vorliegt. Milchprodukte sind reich an Kalzium und Protein.

Die Erfahrungen zeigen, dass die Patienten in der Regel über die Nahrung allein die erforderlichen Mengen nicht erreichen. Bei Einsatz einer Östrogen- oder anderen antiresorptiven Therapie verbessert eine Kalziumsupplementierung, ergänzt durch Vitamin D, den positiven Effekt auf die Knochenmasse. Zweifellos ist Kalzium allein kein effektives Antiosteoporotikum, wohl aber zusammen mit Vitamin D eine unverzichtbare additive Begleitgabe bei allen antiresorptiven und osteoanabolen Therapiekonzepten. Bei den meisten „Therapieversagern“ unter einem effektiven Osteoporosemedikament liegt die Ursache in einer Minderversorgung mit Kalzium und Vitamin D!

Vitamin D – ein vernachlässigtes Hormon mit vielfältiger Wirkung

Vitamin D gehört zur Gruppe fettlöslicher Vitamine wie auch Vitamin A, E und K. Diese Vitamine können langfristig im Körper gespeichert werden. Die Dosen von Vitamin D werden üblicherweise in internationalen Einheiten angegeben, wobei 40 IE Cholecalciferol 1 µg entsprechen. Vitamin D wird entweder unter Sonnenbestrahlung in der Haut gebildet oder über die Nahrung zugeführt. Die Stoffwechselwege des Vitamin D sind in Abb. 6.5 dargestellt. Beide Vitamin-D₃-Varianten werden erst über Schritte der **Hydroxylierung** in die biologisch aktive Form umgewandelt: 1,25-Dihydroxyvitamin-D₃ oder auch Kalzitriol genannt (Abb. 6.6) Die erste Hydroxylierung erfolgt in der Leber in die 25-Hydroxyvitamin-D₃-Form, abgekürzt als 25(OH)D₃ und die hauptsächliche Speicherform des Moleküls. Ihre **Bestimmung im Serum** ist aufgrund der langen Halbwertszeit von ca. 3 Wochen der beste Labortest zur Beurteilung des Vitamin-D-Speichers:

- | | |
|--|------------------|
| • niedriger Spiegel | < 100 nmol/l, |
| • insuffizienter Spiegel („insufficiency“) | 25–50 nmol/l und |
| • Mangelzustand („deficiency“) | < 25 nmol/l. |

Erst in der Niere wird 25(OH)D₃ in die biologisch aktive Form, in 1,25-Dihydroxyvitamin-D₃ (Synonym: Kalzitriol) umgewandelt, die als Liganden des Vitamin-D-Rezeptors agieren. Zielgewebe der aktivierten Vitamin-D-Formen sind Darm, Knochen, Niere, Keratinozyten, Monozyten, Lymphozyten und be-

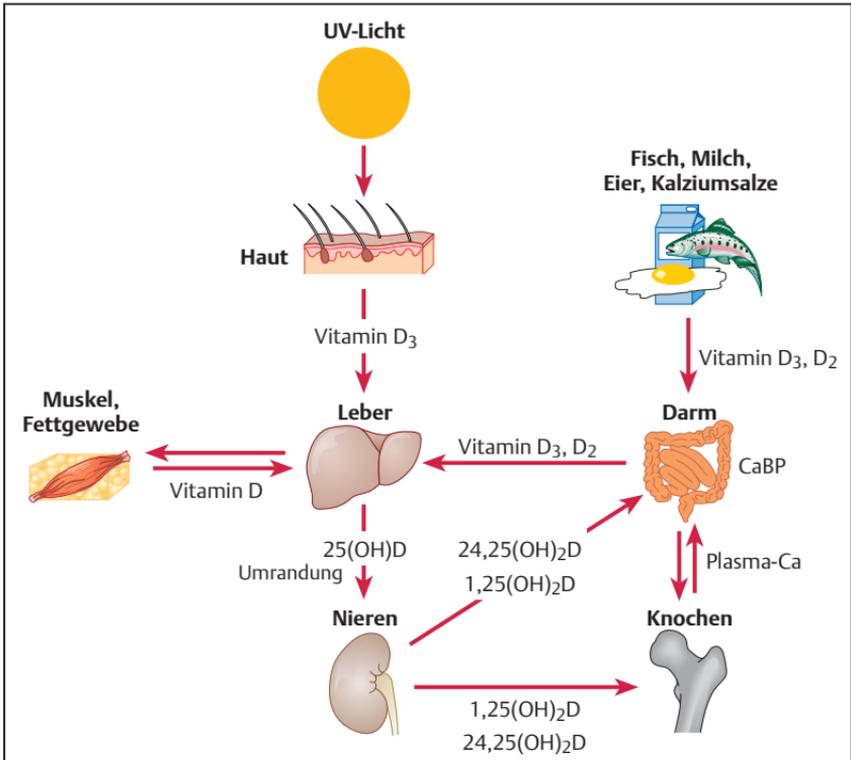


Abb. 6.5 Stoffwechselwege des Vitamin D. CaBP = kalziumbindendes Protein.

stimmte Tumorzellen. 24,25-(OH)₂D₃ ist der zirkulierende Hauptmetabolit von 25-OH-D₃. Seine Serumkonzentration liegt bei 2–4 ng/ml. Bezüglich seiner physiologischen Rolle bestehen noch Unklarheiten, es soll aber für die Frakturheilung wichtig sein.

Die **empfohlene Tagesmenge** an Vitamin D beträgt 200–400 IE, dabei handelt es sich jedoch um eine Erhaltungsdosis. Diese Menge reicht nicht für den therapeutischen Einsatz aus, der zwischen 400 und 2000 IE liegend angesehen wird. Vitamin D₃ ist besonders in der Kindheit während des Skelettwachstums bedeutsam. Kinder benötigen **Vitamin D im Wachstum** für folgende Funktionen:

- für eine erhöhte Absorption von Kalzium aus der Nahrung,
- für die Rekrutierung, Reifung und Aktivierung der knochenbildenden Zellen und
- für die Mineralisation und Härtung des neuen Knochens.

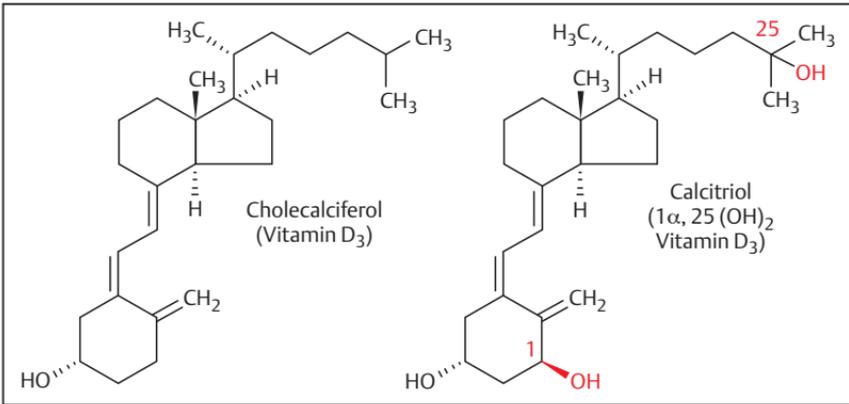


Abb. 6.6 Molekülstrukturen der wichtigsten Vitamin-D-Metabolite.

Eine adäquate Zufuhr von Vitamin D – empfohlene Menge von 1000 IE täglich – ist daher für die normale Entwicklung des Skeletts besonders bedeutsam.

Obwohl als „Vitamin“ bezeichnet, ist Vitamin D ein Hormon, das im Körper synthetisiert werden kann, im Blut zirkuliert und die Aktivitäten verschiedener Zellsysteme reguliert. 1,25-(OH)₂-Vitamin D₃ (Synonym: Kalzitriol) ist die Wirkform und einer der wichtigsten Regulatoren des Kalziums mit zahlreichen **Wirkungen auf das Skelett**. Vitamin D

- steigert die Kalziumabsorption aus dem Darm in die Blutbahn,
- vermindert die Kalziumexkretion über die Niere,
- steigert die Rekrutierung, Reifung und Aktivität der Knochenzellen,
- aktiviert die Osteoklasten und hält damit den extrazellulären Kalziumspiegel im Normbereich und
- steigert den Einbau des Kalziums in den Knochen (Mineralisation).

Weitere extraossärer Vorteile einer adäquaten Versorgung mit **Vitamin D** sind:

- Zunahme der Muskelmasse,
- Verringerung des Fallrisikos,
- Verbesserung der Koordination,
- Senkung des systolischen Blutdrucks und Verbesserung der Herzinsuffizienz,
- Senkung des Risikos für Brust- und Dickdarmkrebs,
- Hauteffekte mit Wachstumshemmung und beschleunigter Reifung der Keratinozyten,
- Effekte auf Zucker- und Fettstoffwechsel,
- Synthesestimulation der endogenen antimikrobiellen Cathelicidine (Einsatz bei Tuberkulose),

- antithrombotische Wirkung durch Aktivierung des Thrombomodulins sowie
- antiinflammatorische Wirkung, insbesondere bei immunologischen und allergischen Erkrankungen, auch bei HIV-Patienten.

Die Datenlage zur **fraktursenkenden Wirkung** von Kalzium und/oder Vitamin D erlaubt folgende Einschätzungen:

Wirkung gesichert. Verminderung von Schenkelhalsfrakturen bei Frauen in Alten- und Pflegeheimen mit einem Kalzium- und Vitamin-D-Mangel durch die kombinierte Gabe von Vitamin D und Kalzium

Wirkung wahrscheinlich. Verminderung von peripheren Frakturen bei Frauen und Männern im höheren Lebensalter mit Kalzium- und Vitamin-D-Mangel durch die kombinierte Gabe von Vitamin D und Kalzium

Wirkung möglich. Verminderung von peripheren Frakturen und Wirbelkörperfrakturen bei Männern und Frauen in allen Altersklassen durch eine Optimierung der Kalzium- und Vitamin-D-Versorgung

Rachitis. Diese Knochenkrankheit im Kindesalter wird durch Vitamin-D-Mangel hervorgerufen; bei Erwachsenen wird die Vitamin-D-Mangelkrankheit als **Osteomalazie** bezeichnet. Häufig werden bei älteren Patienten Mischbilder von Osteoporose und Osteomalazie („**Osteoporomalazie**“) beobachtet. Ursachen für einen Kalzium-/Vitamin-D-Mangel bei älteren Personen sind:

- ungenügende Aufnahme von kalziumreicher Nahrung,
- eingeschränkte Absorption im Magendarmtrakt,
- eingeschränkte Sonnenexposition über das ganze Jahr,
- eingeschränkte Vitamin-D-Synthese in der Haut und/oder
- eingeschränkter Umbau des Vitamin D in die aktive Form.

Deckung des Vitamin-D-Bedarfs. Ein gelegentliches Sonnenbad reicht in jüngeren Jahren aus, um 80–100% des Vitamin-D-Bedarfs abzudecken. Allerdings können ältere Personen (> 70 Jahre), die besonders osteoporosegefährdet sind, trotz häufiger Sonnenbestrahlung nur noch einen Bruchteil des benötigten Vitamin D in der Haut produzieren. Wir wissen, dass **Altern** die Produktion des Provitamin D in der Epidermis drastisch reduziert. Es reicht also nicht aus zu empfehlen, dass ein älterer Osteoporosepatient durch Sonnenbestrahlung im Sommer oder im Sonnenstudio seinen Vitamin-D-Bedarf decken soll (Abb. 6.7). Bei über 50-jährigen Personen ist daher als Basistherapie der Osteoporose immer – Sommer wie Winter – eine Substitution von täglich 1000 IE Vitamin D anzuraten.

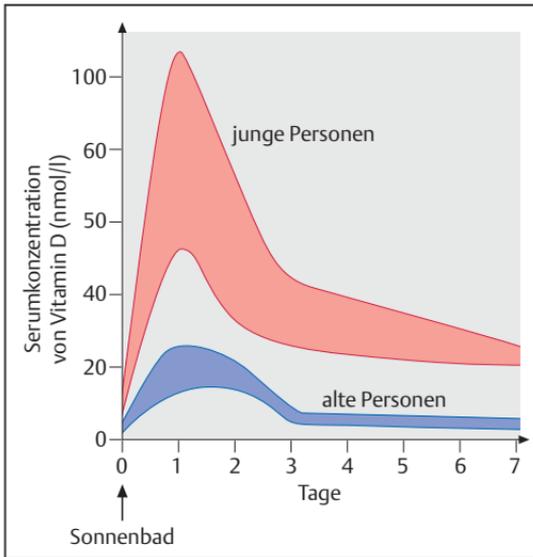


Abb. 6.7 Altersabhängige Abnahme der Vitamin-D-Produktion in der Haut nach halbstündiger Sonnenexposition.

Eine Reihe weiterer Faktoren können die Produktion von Vitamin D₃ in der Haut beeinflussen. So reduziert **Melanin** die Produktion von Vitamin D. Dunkelhäutige Personen benötigen eine wesentlich längere Sonnenexposition (5- bis 10-faches Zeitintervall), um die gleiche Menge Vitamin D einer hellhäutigen Person herzustellen.

Der konsequente Einsatz von **Sonnenschutzcremes** (Schutzfaktor > 8) verhindert die kutane Produktion von Vitamin D um mehr als 97%. Die chronische Verwendung von effektiven Sonnenschutzcremes kann daher zu einem klinisch relevanten Vitamin-D-Mangel führen und eine Osteomalazie verursachen. Andererseits sind Sonnenschutzcremes elementar zur Verhinderung von Hautkrebs oder anderen vielfältigen Hautschädigungen („Hautalterung“). Jugendliche und Erwachsene, die sich wegen Angst vor Hautkrebs konsequent gegen Sonnenbestrahlung schützen, können in den Wintermonaten in einen Vitamin-D-Mangel kommen.

Auch der **Breitengrad** spielt bei der Vitamin-D-Produktion eine wichtige Rolle. Vitamin-D-Mangel ist häufiger als bisher angenommen. In klinischen Studien wurden in mehr als in 25% der Fälle erniedrigte Vitamin-D-Serumspiegel gemessen. In nördlichen Ländern in den Wintermonaten lag ein Vitamin-D-Mangel sogar bei bis zu 70% der untersuchten Personen vor.

Als weitere Ursachen für einen Vitamin-D-Mangel können angeführt werden: chronische Niereninsuffizienz, Leberzirrhose, Gastrektomie, intestinale Malabsorption und antikonvulsive Therapie. Im Alter ist daher fast regelmä-

ßig ein **sekundärer Hyperparathyreoidismus** mit beschleunigtem Knochenabbau nachzuweisen. Vitamin-D-Zufuhr führt daher zu einem Abfall des Parathormonspiegels im Serum, zu einer Abnahme des Knochenumbaus und damit zu einer Zunahme der Knochendichte.

Daher kann die Verordnung von 1000 mg Kalzium und 1000 IE Vitamin D täglich für die Prävention der postmenopausalen und senilen Osteoporose empfohlen werden. Alternativ können auch 150 000 IE alle 6 Wochen i. m. verabreicht werden. Diese Applikationsform bietet sich v. a. bei Patienten mit unzureichender Compliance an. Kürzlich hat eine Expertengruppe aufgrund der vorliegenden Daten die **Empfehlung** ausgesprochen, dass gerade bei älteren Menschen der Serumspiegel von 25(OH)Vitamin D höher als 75 nmol/l liegen sollte. Dieser Spiegel wird in der Regel mit einer täglichen Zufuhr von 25 µg (1000 IE) Vitamin D₃ erreicht. Die Experten gehen dann von einer Reduktion des Frakturrisikos aus.

Schlussfolgerung. Als Folgerung für die Praxis ist zu ziehen, dass die meisten Menschen die heute empfohlenen Dosen nicht erreichen. Eine konsequente Zufuhr muss bereits in der Kindheit gewährleistet sein, um die maximale Knochendichte zu optimieren. Jede Person sollte im Rahmen der Osteoporoseprävention und -therapie mindestens **1000 mg Kalzium und 1000 IE Vitamin D („1000er Regel“)** täglich entweder über die Ernährung oder über Nahrungsergänzungsmittel und über das ganze Jahr erhalten. Sonnenbäder reichen bei älteren Menschen nicht einmal im Sommer aus, um den Vitamin-D-Bedarf in der Haut zu synthetisieren. Die Gefahr einer Überdosierung mit Vitamin D₃ mit Zeichen einer Intoxikation ist extrem gering und erst bei Dosen von mehr als 40 000 IE pro Tag in der Literatur berichtet. Kürzlich hat sich in unserer Ambulanz ein Patient vorgestellt, der irrtümlich über einen Zeitraum von 1 Jahr täglich eine Kapsel mit je 20 000 IE Cholecalciferol eingenommen hat. Mit Ausnahme von deutlich erhöhten 25(OH)-Vitaminspiegeln im Serum waren keine pathologischen Serumwerte oder auffallende klinische Befunde nachweisbar. Auch die daraufhin durchgeführte Knochenbiopsie zeigte keine pathologischen Veränderungen in der Histologie.

Ist aktiviertes Vitamin D besser als die native Form?

Vor allem bei Patienten mit chronischen Nieren- und Lebererkrankungen ist die Aktivierung des Vitamin D gestört. Der direkte Einsatz der **aktiven Vitamin-D-Metaboliten** ist bei dieser Patientengruppe indiziert. Sie stabilisieren und erhöhen sogar die Knochenmasse. Die aktiven Vitamin-D-Metaboliten sind physiologische, d. h. nichttoxische Substanzen. Sie sind aber sehr stoffwechselaktive Substanzen, sodass bei hoher Dosierung der Kalziumspiegel im Serum und die Kalziumausscheidung im Urin zum Ausschluss einer Hypo- sowie Hyperkalzämie oder Hyperkalzurie mit Nierensteinbildung regelmäßig

kontrolliert werden sollte. Eine begleitende Kalziumgabe sollte 500 mg/Tag nicht überschreiten.

Hauptindikationen für die Verwendung aktiver Vitamin-D-Metaboliten sind v. a. die chronische Niereninsuffizienz, die Dialyse, chronische Lebererkrankungen, Transplantationen sowie juvenile und prämenopausale Osteoporosen. Kalzitriol ist nur für die Therapie der renalen Osteopathie, Alfacalcidol für die Therapie der Osteoporose zugelassen. Alfacalcidol ist eine Vorstufe von Kalzitriol, bereits an Position 1 hydroxyliert und wird bei der Leberpassage zu 1,25-Dihydroxycholecalciferol.

Folgende Substanzen und Tagesdosierungen werden empfohlen:

- Alfacalcidol: Bondiol, Doss, EinsAlpha; 0,5–1 µg
- Calcitriol: Rocaltrol, Decostriol; 0,25–0,5 µg

6.7 Andere Vitamine, Mineralien und Spurenelemente

Vitamin K ist ebenfalls ein wichtiges Vitamin für die normale Knochenbildung. Seine Zufuhr verringert in Studien das Frakturrisiko. Vitamin K wird benötigt für die γ -Carboxylierung dreier Matrixproteine (z. B. Osteokalzin), notwendig für ihre Bindung an Hydroxylapatit. Auch die Kalziumausscheidung über die Niere wird reduziert. Die **empfohlene Tagesdosis** für Vitamin K beträgt 100–300 IE. Vitamin K ist wichtig im Rahmen der Therapie des Knochenschwunds bei Patienten mit Leberzirrhose. In der Apotheke wird Vitamin K₁ als Phytomenadion in Form von Injektionslösungen, Tropfen und Kautabletten angeboten.

Vitamin C wird für die Reifung und das „cross-linking“ der Kollagenmoleküle benötigt, stimuliert die Osteoblasten und begünstigt die Kalziumresorption. 60 mg ist die geringste tägliche Menge, idealerweise sollten 250–1000 mg zugeführt werden.

Vitamin A darf mit Bezug auf den Knochen nicht überdosiert werden. Die Zufuhr von mehr als 1500 µg Retinoläquivalent täglich hat in mehreren Studien das Risiko für Oberschenkelhalsfrakturen erhöht.

Vitamin B₁₂, Vitamin B₆ und Folsäure erwiesen sich ebenfalls essenziell für den Erhalt der Knochendichte. Sie beeinflussen den Homozysteinspiegel, einen wichtigen Risikofaktor für Osteoporose. Vitamin-B₁₂-Mangel korrelierte mit niedrigen Werten der Knochenformationsmarker einschließlich der knochenspezifischen alkalischen Phosphatase und Osteokalzin. Patienten mit Vitamin-B₁₂-Mangel zeigten auch niedrigere Knochendichtewerte und ein höheres Frakturrisiko.

Weitere wichtige Nahrungsbestandteile für den gesunden Knochen sind **Magnesium** und 4 **Spurenelemente**: Bor, Silizium, Zink und Kupfer. Magnesium spielt an mehreren Stellen des Vitamin-D-Stoffwechsels und in der Regulation des Parathormons eine Rolle. Ferner aktiviert Magnesium die alkalische Phosphatase des Knochens. Einige Studien an älteren Patienten haben

gezeigt, dass eine höhere Magnesiumzufuhr mit einer höheren Knochendichte korreliert. Eine Magnesiumsupplementierung ist jedoch nur bei Personen mit Magnesiummangel zu empfehlen. Die empfohlene Tagesdosis von Magnesium beträgt 200–500 mg und kann gleichzeitig mit Kalziumpräparaten eingenommen werden.

6.8 Hormonersatz in der Postmenopause

Pro und Contra

Bereits Jahre vor der Menopause führt der zunehmende Östrogenmangel zu einem kontinuierlichen Knochenverlust. Ohne Hormonersatz verliert die Frau nach der Menopause jährlich 1–4% Knochenmasse (Abb. 6.8). Bei langfristiger Anwendung von Östrogen („**Hormone Replacement Therapy**“, HRT) kann die Inzidenz für Hüftfrakturen, Wirbel- und Unterarmbrüche um etwa 50% gesenkt werden. Die größten Effekte werden an der Wirbelsäule erzielt: Innerhalb von 2 Jahren HRT sind Zuwächse der Knochendichte von bis zu 10% an der Lendenwirbelsäule und bis zu 4% am Schenkelhals zu erzielen. Die Frau in der Menopause steht daher vor der weitreichenden Entscheidung, ob

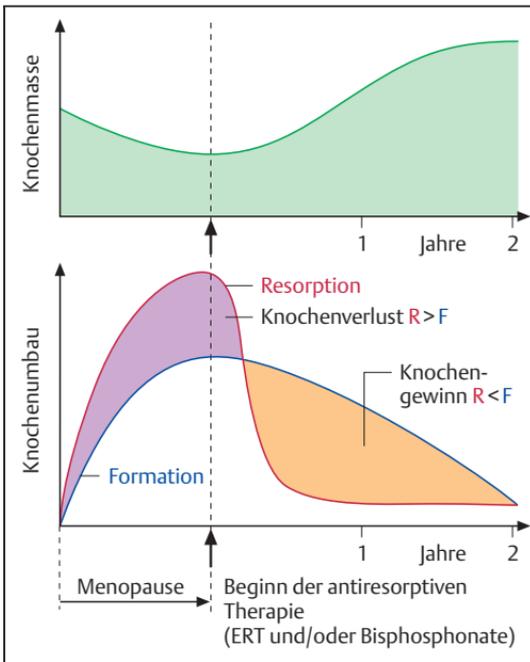


Abb. 6.8 Verlauf des Knochenumbaus und der Knochenmasse zum Zeitpunkt der Menopause. Einfluss einer antiresorptiven Therapie mit Östrogen (ERT) und/oder Bisphosphonaten.

1.4 Der Knochen – ein meisterliches Bauwerk

Der Knochen hat 2 mechanische Eigenschaften zu erfüllen: **Belastbarkeit und Elastizität bei möglichst niedrigem Gesamtgewicht**. Dies ist möglich durch die Verwendung mehrerer **Strukturordnungen**, vom makroskopischen über den mikroskopischen bis zum molekularen Bereich:

- funktionsangepasste Knochengometrie,
- belastungsabhängige Mischung kompakten und spongiösen Knochens,
- Bälkchenarchitektur mit Ausbildung von Knotenpunkten,
- lamelläre Strukturierung des Knochengewebes,
- Ausbildung von Kollagenfibrillen und Filamenten und
- seilförmig angeordnete Kollagenmoleküle und „Cross-linking“.

Die Elastizität des Knochens wird v. a. erreicht durch eine spezielle Mischung der Baumaterialien, die wir im Bauwesen als Prinzip der Spannbetonbauweise kennen: die „**2-Phasen-Komponente**“. So besteht der Knochen aus einer elastischen Knochenmatrix, in der Kollagenmoleküle in Schichten lamellär angeordnet sind (Abb. 1.2 a, b). Dazwischen wird Kalzium und Phosphat in kristalliner Form eingelagert und verfestigt, vergleichbar mit Beton bei der Spannbetonbauweise. Verschiedene Spurenelemente, Wasser und Riesenmoleküle (Mukopolysaccharide) dienen als Leim, der die Proteinseile mit den Mineralkristallen fest verbindet. Das Kollagen ist für die Elastizität, die kristallinen Mineralien sind für die Festigkeit und Rigidität des Knochens zuständig. Die Kollagenbündel sind parallel in lamellären Matrixschichten angeordnet und durch Kittlinien verknüpft.

Der äußere Anblick des Knochengerüsts verbirgt die durchdachte Architektur. Erst im Schnitt oder im Röntgenbild können wir die beiden Bauprinzipien erkennen (Abb. 1.3):

Kompakta, Kortikalis, Knochenrinde. Die Kortikalis der langen Röhrenknochen ist aus Osteonen oder Havers-Systemen aufgebaut. Diese bestehen aus parallel zur Längsrichtung der Diaphyse angeordneten Knochenzylindern, ungefähr 5 mm lang und aus 5–20 Ringen bestehend. Die Querverbindungen werden als Volkmann-Kanäle bezeichnet. In diesem Rohrsystem verlaufen die vom Periost her einmündenden Blutgefäße und Nervenfasern (Abb. 1.2b).

Spongiosa, trabekulärer Knochen, Knochenbälkchen. Einen anderen Aufbau finden wir im axialen Skelett (Schädel, Wirbelsäule, Thorax und Becken). Diese Knochen sind wie ein von fester Hülle umgebener Schwamm konstruiert (Abb. 1.4). Auf den ersten Blick wirken die Knochenbälkchen ungeordnet, bei genauer Betrachtung zeigen die Bälkchen oder Platten eine exakte Anpassung an die Belastungslinien (**Trajektionslinien**). Je dichter die Verknüpfungspunkte (Knoten) der Bälkchen ausgebildet sind, desto stabiler ist der Knochen.

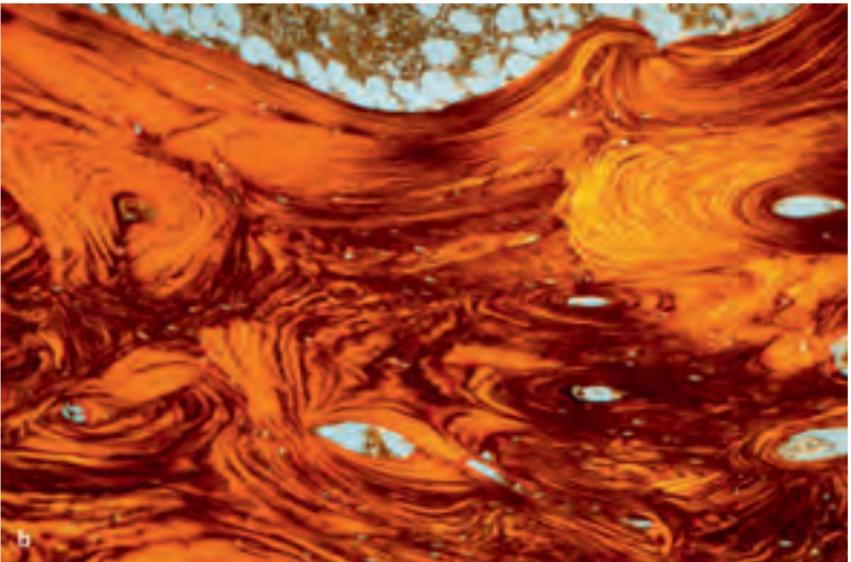
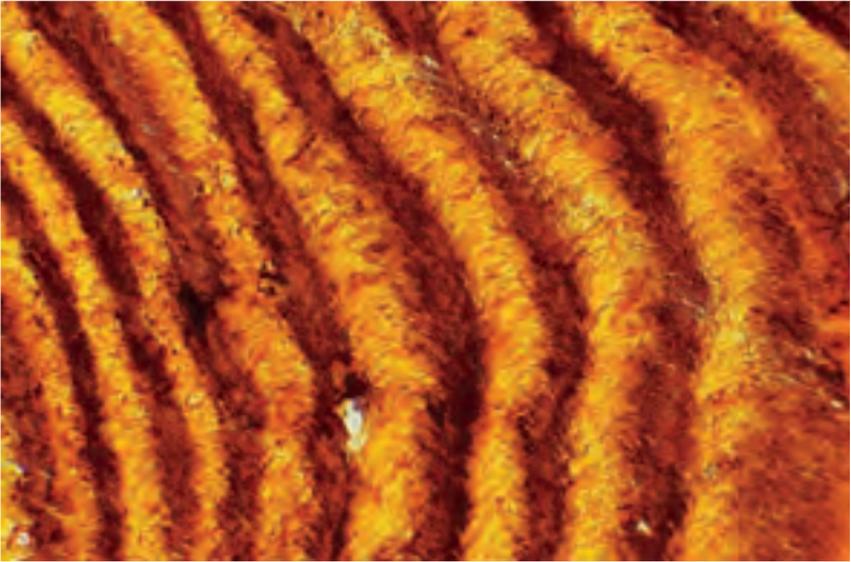


Abb. 1.2a,b **a** Lamelläre Anordnung der Kollagenfibrillen im Knochenbälkchen, mit Einlagerung von Hydroxylapatit zwischen den „Kollagenseilen“. Dieses Bauprinzip der „2-Phasen-Komponente“ ermöglicht eine hohe Elastizität und Belastbarkeit des Knochens. **b** Bauprinzip der Kompakta mit Darstellung der Lamellierung, der Osteone und der osteozytären Lakunen im Polarisationslicht. Angrenzender Markraum am oberen Bildrand.

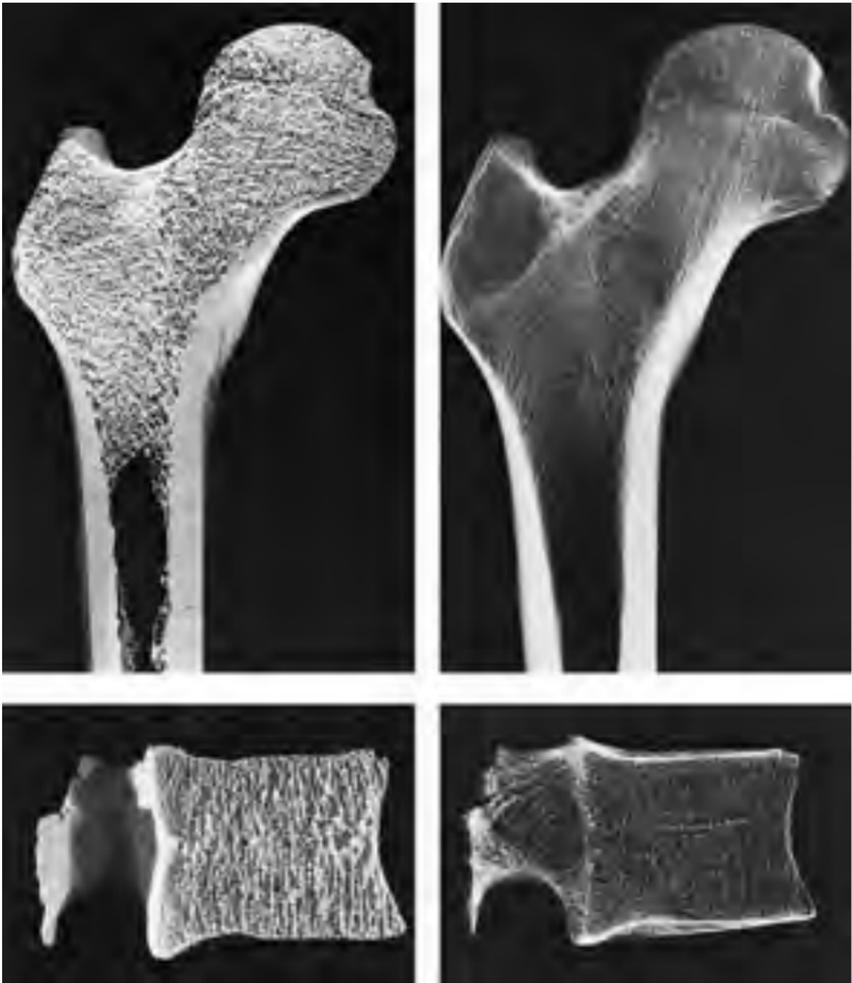


Abb. 1.3 Normale Knochenarchitektur des proximalen Oberschenkels und eines Wirbels: links im anatomischen Längsschnitt und rechts im Röntgenbild. Beachte die filigrane Spongiosastruktur mit den Trajektionslinien und die dicke Kompakta des Röhrenknochens.



Abb. 1.4 Normale Spongiosa in dreidimensionaler Darstellung. Anschnitt einer in Acrylat eingebetteten Beckenkammbiopsie mit Darstellung der schwammartigen Spongiosa.

Die Gesamtmasse des normalen Skelettes beträgt 10 kg, wobei 8 kg auf kompakten Knochen und nur 2 kg auf Spongiosa entfallen. Dafür hat die Spongiosa eine 10-fach größere Oberfläche als die Kompakta. Während im peripheren Skelett die Röhrenknochen mit hohem Anteil an kompakten Knochen dominieren, findet sich im axialen Skelett v. a. spongioser Knochen mit extrem großer Knochenoberfläche (z. B. Wirbelkörper). Das Axialskelett ist daher wesentlich anfälliger für Knochenschwund und weist besonders früh Zeichen einer Osteoporose auf. Im Rahmen einer Früherkennung der Osteoporose muss daher im Bereich des Axialskeletts gemessen werden.

Die **Belastbarkeit** (Festigkeit) des Knochens wird von mehreren Parametern beeinflusst:

- Knochenmasse (DXA-Messung),
- Knochengeometrie (z. B. Länge des Oberschenkelhalses),
- Knochenarchitektur (Spongiosa- und Kompaktastruktur),
- Knochenumbau (Resorptionslakunen = potenzielle Frakturstellen),
- Knochenmineralisation (Osteomalazie) und
- Knochenmatrix (Störung der Lamellierung bei Osteogenesis imperfecta).

1.5 Der Knochen – eine ständige Baustelle

Der Knochen ist ein dynamisches Organ mit hoher Durchblutung und Stoffwechselaktivität. Bei der Geburt sind nur wenige Knochenteile fertig angelegt und werden erst nach und nach aus Knorpel oder Bindegewebe zum festen, lamellären Knochen umgebaut. Es finden sich Unterschiede in der Wachstumsaktivität zwischen proximalem und distalem Epiphysenknorpel, wobei der Femur hauptsächlich im Bereich des distalen Knochenabschnittes wächst. Das Knochenwachstum („**modelling**“) wird in der Pubertät mit Verknöcherung der Wachstumsfugen abgeschlossen.

Auch im Erwachsenenalter wird der Knochen ständig umgebaut und den wechselnden Bedürfnissen angepasst. Zudem verliert die alternde Knochensubstanz durch Mineralverlust und Matrixalterung an Festigkeit und Elastizität, sie bricht leichter. Die gesamte Knochensubstanz wird daher in regelmäßigen Abständen ausgetauscht. Dieser Materialaustausch („**remodelling**“) dient folgenden Aufgaben:

- Kalziummobilisation im Rahmen der Kalziumhomöostase,
- Ersatz des alten Knochengewebes,
- Adaptation an neue Belastungsanforderungen,
- Reparatur beschädigten Knochens.

Dabei geht es nicht nur um Reparatur und Heilung von Brüchen ganzer Knochen, sondern auch um die Tausender mikroskopisch kleiner Perforationsbrüche der Knochenbälkchen (**Mikrofrakturen**, „microdamages“), die neben der Knochendichte das Frakturrisiko mitbestimmen.

Knochenumbau – beteiligte Zellen und Umbauphasen

Für die ständigen Reparaturen und Anpassungen bedient sich das Knochengewebe spezialisierter Zellsysteme (Abb. 1.5).

Osteoklasten (knochenabbauende Zellen). Diese Zellen bauen alten, schwachen Knochen in nur wenigen Tagen ab (Abb. 1.6, Abb. 1.7). Diese mehrkernigen Riesenzellen leiten sich von Monozyten des Knochenmarks ab, sind also Zellen der Hämatopoese. Charakteristisch ist die stark gefaltete Zellmembran („**ruffled border**“) auf der Knochenoberfläche. Hier werden große Mengen proteolytischer Enzyme sezerniert, die das Mineral auflösen und die restliche phagozytierte Matrix im Zytoplasma verdauen (Abb. 1.8). Die Rekrutierung, Differenzierung und Aktivierung der Osteoklasten werden durch zahlreiche Hormone (Parathormon, Östrogen, Leptin, Schilddrüsenhormone) und Wachstumsfaktoren gesteuert. Osteoklasten haben auch Östrogenrezeptoren, wobei Östrogen v. a. die Rekrutierung der Osteoklasten unterdrückt.

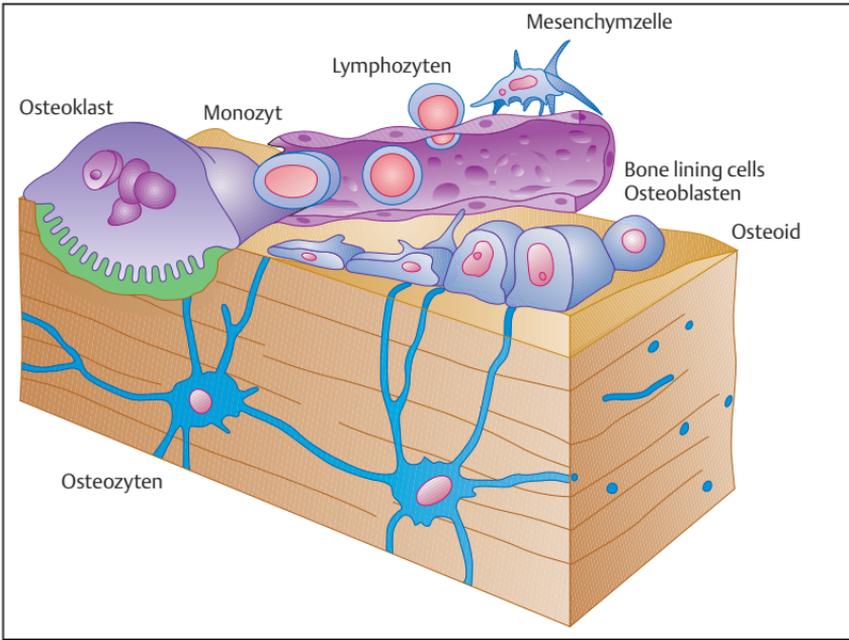


Abb. 1.5 Darstellung eines „Bautrupps“ des Knochengewebes, bestehend aus knochenabbauenden Zellen (Osteoklasten), knochenanbauenden Zellen (Osteoblasten) und knochenerhaltenden und regulierenden Zellen (Osteozyten und bone lining cells), einschließlich deren Vorläuferzellen.

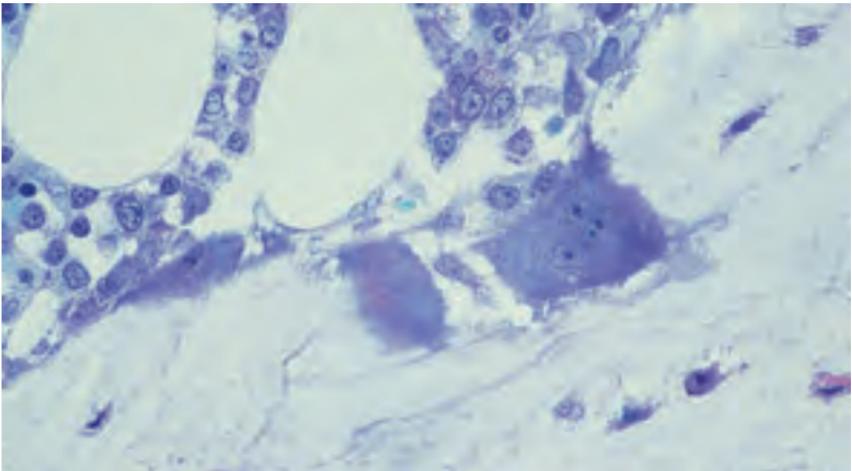


Abb. 1.6 Drei unterschiedlich aktive Osteoklasten in Nachbarschaft einer tiefen Resorptionslakune (Bildmitte).

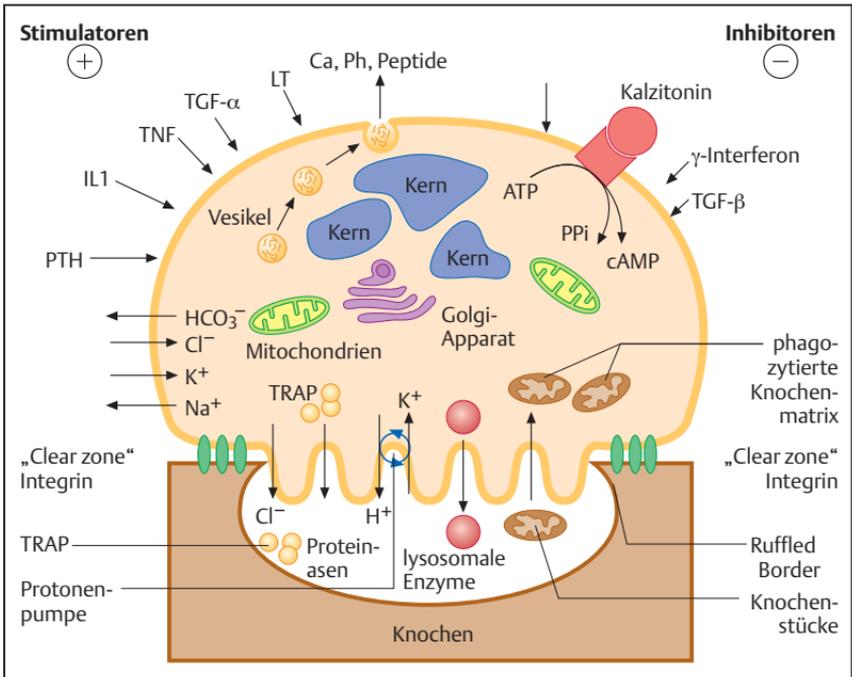


Abb. 1.7 Form und Funktion des Osteoklasten.

Osteoblasten (knochenaufbauende Zellen). Diese mesenchymalen Zellen bauen langsam über viele Wochen neuen Knochen wieder auf (Abb. 1.9a, b). Ihre Hauptfunktion ist die Synthese von Knochenmatrix, insbesondere Kollagen Typ 1, Osteokalzin, Osteonektin und Bone Morphogenic Protein (BMP). Osteoblasten haben ebenfalls Östrogenrezeptoren. Viele Hormone und Zytokine steuern die Osteoblasten: IGFs, TGF- β , FGFs, PDGF, BMPs und Prostaglandine. Fluoride, Statine, Strontium und Parathormon aktivieren, Leptin dagegen hemmt die Knochenproduktion.

Osteozyten (knochenüberwachende Zellen). Etwa jeder 10. auf der Knochenoberfläche liegende Osteoblast wird in das neu gebildete Knochengewebe eingebaut und entwickelt sich zum Osteozyten. Sie liegen in Lakunen und sind durch verzweigte Kanälchen (Canaliculi) untereinander verbunden (Abb. 1.10a, b). Die Oberfläche der Lakunen und Kanälchen wird auf 1200 m 2 geschätzt. Die Funktion der Osteozyten ist noch wenig erforscht. Sie spielen eine wichtige Rolle im Transport von organischen und anorganischen Stoffen im Knocheninneren. Wahrscheinlich registrieren sie den Muskelzug am Kno-

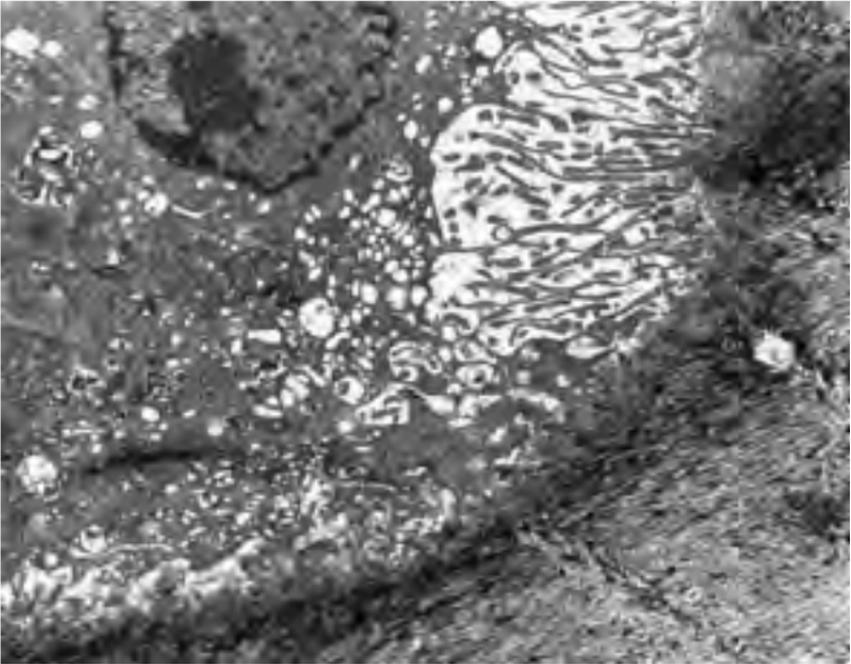


Abb. 1.8 Aktiver Osteoklast mit „ruffled border“, Auflösung des Knochenminerals durch saures Milieu (unterer und rechter Bildrand) und Phagozytose mit enzymatischer Aufspaltung der restlichen Matrix (linker Bildrand), elektronenmikroskopische Aufnahme.

chen und geben diese Signale an die auf der Knochenoberfläche liegenden Baueinheiten weiter. Sie registrieren auch das Alter der Knochensubstanz und leiten deren Umbau ein. Fasst man die Funktionen der Osteozyten zusammen, so fällt auf, dass diese Zellen aktiv in den Prozess des Knochenumbaus und in seine Kontrollmechanismen eingebunden sind. Osteozyten nehmen aktiv am Ionenaustausch teil, sie sind mechanosensorische Zellen, die wesentlich an der funktionellen Adaptation des Knochens beteiligt sind. Die Dichte der Osteozyten bestimmt die Knochendichte. Eine Abnahme der Osteozytenzahl im Alter muss unweigerlich zu einer Abnahme der Knochenmasse sowie zu einer Verschlechterung der Knochenqualität führen.

Endostzellen („endosteal lining cells“, knochenschützende Zellen). Diese flachen Zellen bedecken 80–95% der Oberfläche des Knochens (Abb. 1.11). Man nimmt eine Abstammung von inaktiven Osteoblasten an. Sie bilden zusammen mit der darunter liegenden Kollagenmembran eine Schutzschicht und

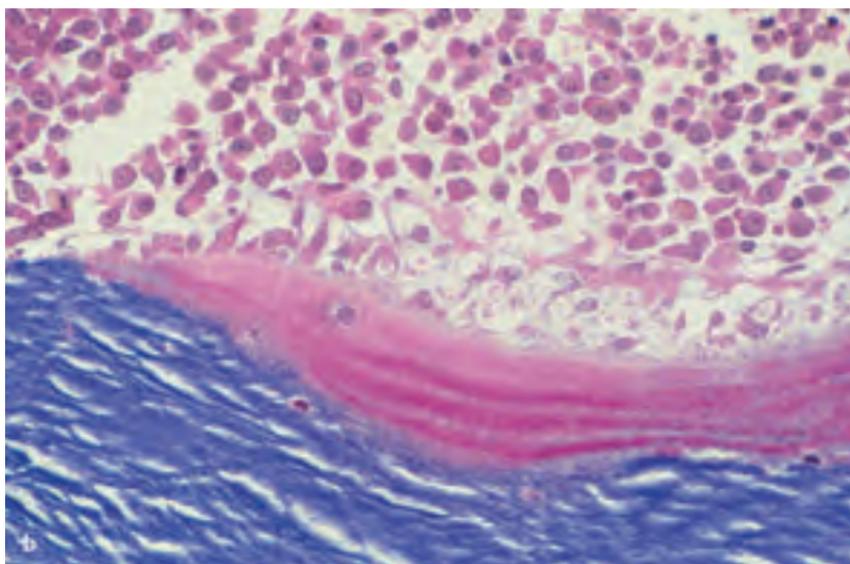
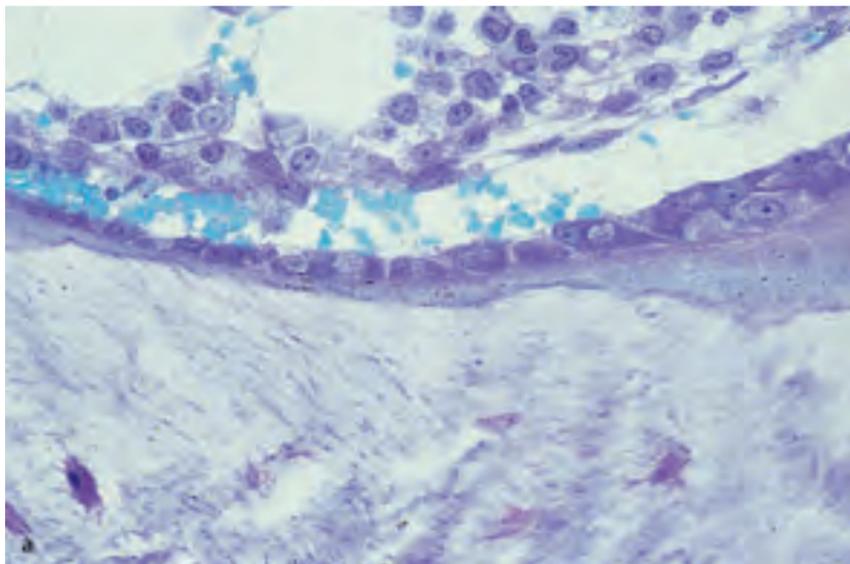


Abb. 1.9a,b **a** Aktiver Osteoblastensaum mit neugebildeter Osteoidschicht. Weites Sinusgefäß in enger Nachbarschaft zu den Osteoblasten als Zeichen einer hohen Durchblutungsrate und intensiven Stoffwechselaktivität. **b** Spezielle Darstellung des Osteoidsaums (neu gebildete Knochenmatrix, rot) bedeckt von aktiven Osteoblasten. Mineralisierter Knochen (blau) und Hämatopoese (obere Bildhälfte).

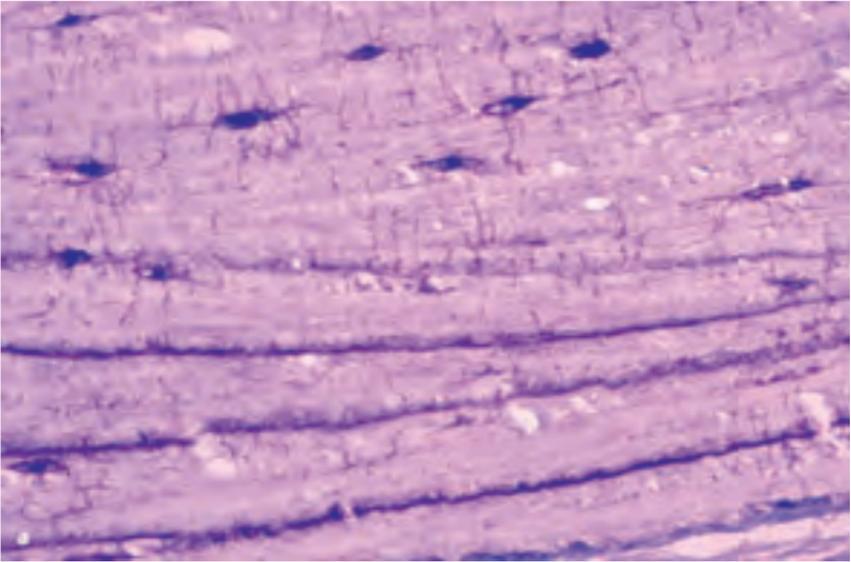


Abb. 1.10a,b **a** Osteozyten in Lakunen, untereinander verbunden über ein dicht verzweigtes Kanalsystem. Mehrere querverlaufende „Zementlinien“ in der unteren Bildhälfte. **b** Aktiver Osteozyt mit zytoplasmatischen Ausläufern in den langen, engen Canaliculi. Beachte drei Kanälchen-Querschnitte oberhalb des Osteozyten (EM).

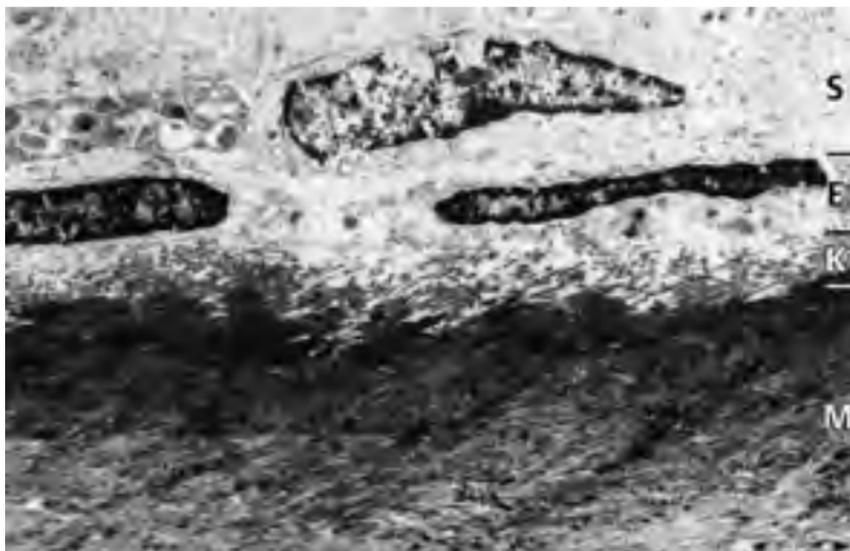


Abb. 1.11 Verschiedene Schichten der endostalen Knochenoberfläche in der Elektronenmikroskopie: S = Stromazellen des Knochenmarks, E = Endostzellen, die die Knochenoberfläche lückenlos bedecken, K = nicht mineralisierte Kollagenmembran, M = mineralisierter Knochen mit Kollagenstrukturen.

eine funktionelle Überwachungseinheit zusammen mit dem verbundenen Kanalsystem der Osteozyten. Eine neue Funktion wird den „lining cells“ in der Aktivierungsphase der Osteoklasten zugeschrieben. Auf der Oberfläche der „lining cells“ und der Osteoblasten-Vorstufen werden verschiedene Oberflächenmoleküle exprimiert, die mit dem Rezeptormolekül RANK (Receptor Activator of NF- κ B) auf der Oberfläche der Osteoklasten-Vorläufer agieren und so den Umbauzyklus anstoßen. Als wichtige Faktoren sind bisher analysiert worden: ODF (Osteoclast Differentiation Factor), OPGL (Osteoprotegerin Ligand), TRANCE (Tumor Necrosis Factor-related Activation-induced Cytokine) und RANKL (RANK ligand, auch als Osteoprotegerin-Ligand, OPGL, bekannt) (Abschnitt Regulation des Knochenumbaus). Parathormon, PGE₂, IL-1 und 1,25(OH)₂-Vitamin-D haben einen negativen Effekt auf die Osteoprotegerin-Produktion, mit der Folge einer gesteigerten Knochenresorption. Osteoblastenvorstufen produzieren auch M-CSF (Macrophage Colony Stimulating Factor), das die Osteoklasten aktivieren kann.

Knochenmarkzellen (Hämatopoese). Das Knochengewebe ist funktionell und strukturell eng mit der Hämatopoese, dem Knochenmarkstroma und dem Gefäßsystem verbunden. In der Tat stammen Osteoblasten, Osteoklasten

Sachverzeichnis

A

- Abklärungsindikation 310
- Accuracy 100
- Achsen skelett 33
- Acrylateinbettung 104
- Adenokarzinom, bronchiales 303 f
- Adherence, European Guidance 2008 326
- Adipozyt 15
- Adventitiazelle 15
- Adynamic bone disease 256
- Affinitätswert, relativer 148
- AIDS-Osteopathie 240 ff
 - Basistherapie 242 f
 - Diagnostik, osteologische 242
- Aktivbandage 208
- Aktivierungsphase 15
- Aktivitätszunahme 63
- Akute-Phase-Reaktion 152
- Akutversorgung 121
- Albuminurie 152
- Alendronat 156 ff
 - Anreicherung Knochenoberfläche 158
 - Beschreibung 316
 - Compliance 157
 - FIT-Studie 164
 - FLEX-Studie 165
 - Gabe, orale 157 f
 - Hypogonadismus und Brustkrebs 287
 - Klinische Studie 116
 - Knochendichte
 - – Veränderung 177
 - – Zunahme 158
 - Knochenresorption 158
 - Knochenschwund
 - – alveolärer Parodontitis-induzierter 283
 - – periprothetischer 281 f
 - – Kombination 157 f
 - – Hormonersatztherapie 176
 - – Raloxifen 177
 - – Teriparatid 177 f
 - Langzeitstudie 164 f
 - Osteoporose, Glukokortikoid-induzierte 246
 - – Schwere, fehlende 239
 - – Therapie 313
- Alfacalcidol 316
- Algodystrophie s. Morbus Sudeck
- Alkoholkonsum
 - hoher 235
 - Missbrauch 52
 - Osteoporose 38
 - Sturzneigung 55
 - Vorbeugung 67
- Allergie 53
- Alltagsverhalten, rückschonendes 62 f
- Alter
 - Frakturheilung 192
 - Frakturrisiko 197
 - Risikofaktor 49
 - Ursache Osteoporose 33 f
 - Vitamin-D-Produktion 134 f
- Altern 134
- Alterskyphose 44
- Aluminium 41, 253 f
- Aluminiumablagerung 254
- Aluminiumeinlagerung 256
- American Academy of Orthopaedic Surgeons (AAOS) 122
- AMG-162 180
- Aminobisphosphonate 149
 - AIDS-Osteopathie 242
 - Transplantationsosteoporose 253
- Amyloidose 256 f, 259
 - Verdrängungsosteopathie 293
- Anabolika 145
- Analgetika
 - Knochenbruchheilung 126
 - WHO-Stufenschema 125
- Anämie, angeborene hämolytische 294
- Anamnese 73 f, 110 f, 309
 - DVO-Leitlinien Update 2009 328
- Anastrozol 286 f

- Anbauphase 15
 - Androgen, adrenales 66
 - Androstendion 51
 - ANGELs (activators of non-genomic estrogen ligands) 182
 - Anorexia nervosa 222, 228
 - Antazida, aluminiumhaltige 70
 - Anti-Androgen 287
 - Antibiotika
 - Frakturheilungsstörung 192
 - Osteoporose-Vorbeugung 70
 - Antidepressiva
 - Osteopathie 246f
 - Osteoporose
 - - prämenopausale 228
 - - Vorbeugung 70
 - Risikofaktor 53
 - Sturzrisiko 65f
 - trizyklische (TCA) 246
 - Antidiabetika
 - Osteoporose-Vorbeugung 70f
 - Risikofaktor 53
 - Antiepileptika
 - Dauertherapie 249
 - Langzeiteffekt 250
 - Lebensweise, knochenbewusste 251
 - Osteopathie 249ff
 - Osteoporose 41
 - - prämenopausale 228
 - - Vorbeugung 70
 - Risikofaktor 53
 - Wahl 251
 - Antihypertensiva 66
 - Antikoagulantien
 - Frakturheilungsstörung 192
 - Osteopathie 247f
 - Osteoporose 41
 - - Vorbeugung 70
 - Anti-Osteoporotika 316ff
 - Antirheumatika, nicht steroidale 125f
 - Antitumorthherapie 288f
 - Aorten-Anomalie 226
 - Aorteninsuffizienz 226
 - Aortensklerose, schwere 211
 - - DXA-Messung 89
 - Apoptose 149
 - Osteoblasten 170f, 244
 - Arbeitsfähigkeit 46
 - Aromatase-Genmutation 235
 - Aromatasehemmer 286f
 - nicht steroidale 286f
 - Osteoporose-Vorbeugung 70
 - Arsen 41
 - Arthritis
 - juvenile 222
 - rheumatoide 259
 - - Methotrexat 288
 - Arthrosis deformans 259
 - Aspirat, AIDS-Osteopathie 240f
 - Asthma bronchiale 53
 - kortisonpflichtiges 41
 - Osteoporose, Glukokortikoid-induzierte 243
 - Astronaut 50
 - ATAC-Studie 286f
 - Ätiologie 37ff
 - Aufklärung 305
 - Aufsteh- und Gehstest 54, 75
 - Aufwärmen 64
 - Augenentzündung 152
 - Ausdauersportart 50
 - Axialskelett 2
- B**
- Baastrup-Syndrom 75
 - Badbelag, rutschfester 55
 - Balance 63
 - Balancestörung 66
 - Balanceverlust 53
 - Bambuswirbelsäule 71
 - Bandscheibenballonierung 226
 - Bandscheibenschädigung 62
 - Bandscheibenvorfall,
 - vs. Wirbelkörperfraktur 206
 - Basedoxifen 182
 - Basisdiagnostik, DVO-Leitlinien
 - Update 2009 329
 - Basistherapie 199, 312, 314
 - AIDS-Osteopathie 242f
 - DVO-Leitlinien Update 2009 329
 - 1000-Regel 312
 - Beckenfraktur 31
 - Beckengürtelfraktur 216f
 - Beckenkammbiopsie 45, 106, 232
 - Morbus Paget 275
 - Beckenringfraktur 27
 - Beeinflussung, zentralnervöse 52
 - Begleitmedikation 189
 - Begutachtung 46
 - Behandlung, Leitlinien-gerechte 305
 - Behandlungskonzept 114ff

- Behandlungsstrategie 112ff, 314f
 - medikamentöse 115f
- Behinderung, Grad 46
- Belastung, familiäre 49
- Beraterfunktion 307
- Berufsunfähigkeit 46f
- Beschwerden, gastrointestinale 152f
 - Frakturheilungsstimulation 192
- Bettlägerigkeit 50, 239
- Bettruhe, gelockerte 123f
- Bewegung, regelmäßige 63f
- Bewegungsmangel, chronischer 50
- Bewegungstherapie 64
- Bewegungsübung 50
- Bildgebung 309f
- Bisphosphonate 145f
 - Augentzündung 152
 - Brustkrebsrisiko 302f
 - Effekt, antiproliferativer 151
 - Einnahmetreue, fehlende 166
 - Erhaltungsphase 163
 - Gorham-Stout-Syndrom 276
 - Hautallergie 152
 - Hypogonadismus und Brustkrebs 287
 - Hypokalzämie 152
 - Hypomagnesämie 152
 - Kiefernekrose 153ff, 284
 - – Risikofaktor 156
 - Knochenhypermineralisierung 165
 - Knochenmineralisierung 149
 - Knochenoberflächen-Affinität 148
 - Knochenschwund, alveolärer Parodontitis-induzierter 283
 - Knochenstruktur 174
 - Kontraindikation 154
 - Kosten 121
 - Langzeitgabe 165
 - Langzeitschaden 164f
 - Langzeitstudie 164
 - Mammakarzinom 301f
 - Medikament 156ff
 - Metastasenrisiko 302
 - Mevalonsäurestoffwechsel 149f
 - Morbus Sudeck 265
 - Myelom, multiples 290f
 - Nachweis, immunhistologischer 46
 - Nebenwirkung 151f
 - Nierenschmerz 152
 - Nonresponder 165f
 - OPG-Produktion 20
 - Osteoklast 149ff
 - Osteomalazie 149
 - Osteomyelitis 153
 - Osteonekrose 262ff
 - Osteopathie, renale 256
 - Osteoporose
 - – Antiepileptika-induzierte 251f
 - – Glukokortikoid-induzierte 245f
 - – prämenopausale 230
 - – schwangerschaftsassozierte 231
 - – senile 234
 - – transiente 268f
 - Pharmakokinetik 151
 - Prostatakrebs 287f
 - Prothesenlockerung 281
 - Pyrophosphatanaloga 146f
 - Reparaturphase 163
 - Resistenzentwicklung 166
 - Schmerzlinderung 126
 - Schwerkraft, fehlende 239
 - Skelettkomplikation 301f
 - stickstoffhaltige 313
 - Struktur, molekulare 147
 - Therapie 313f
 - Therapiedauer 163
 - Therapiekontrolle 98
 - Toxizität 151f
 - Wiederaufbauphase 163
 - Wirkung 149
 - Wirkungsmechanismus 146ff
 - – zellulärer/biochemischer 150
- Bisphosphonatgeneration 150
- Bisphosphonatknochen 164
- Blutbildung 62
- Blutdruck, stabiler 63
- Blutgerinnung 62
- Bluthochdruck 68
 - Betablocker 72
- Blut-Knochenmark-Schranke 297
- Blutkrankheit, bösartige 235
- Blutverdünner 53
- Blutversorgung
 - eingeschränkte 234
 - Knochen 261f
- Body-Mass-Index 51
- Bone bruise 259
- Bone EVA-Studie 2006 23
- Bone line cells 9
- Bone Mineral Density Test (BMD) 82
- Bone remodelling units (BMUs) 15
- Bone Scan 81

Bone Sialoprotein 3
 BONE-Studie 159f
 Borderline osteoporosis (Osteopenie) 43
 Breitengrad 135
 Bronchitis, chronische 71
 Brustkrebs 1, 38
 – CMF-Protokoll 289
 – Hypogonadismus 230
 – – sekundärer 286f
 – Kiefer-Osteonekrose 263
 – Knochenläsion, maligne 79
 Brustkrebsrisiko 139
 – Bisphosphonate 146, 302f
 Brustspannung 143
 Brustwirbelsäule
 – MRT 83
 – Röntgenbild 105
 Bürstenschädel 293

C

Cadmium 41
 Calcitonin 316f
 Calcitriol 317
 Calcium-sensing-Rezeptor-
 Antagonist 182
 Canaliculi 10
 Carbamazepin
 – Osteoporose
 – – Antiepileptika-induzierte 250
 – – Vorbeugung 70
 – Risikofaktor 53
 Chair rising test 54, 75
 Checkliste
 – Osteoporose-Fraktur-Risikotest 56
 – Sturzrisiko 65
 Chemotherapie 285
 – Hypogonadismus, sekundärer 286
 – Myelom, multiples 290f
 Cholecalciferol 133
 Chondrozyt-Steuerung 19
 Cisplatin 289
 Clodronat
 – Hypogonadismus und Brustkrebs 287
 – Knochenschwund,
 periprothetischer 281
 – Myelom, multiples 290f
 CMF-Protokoll 289
 Colagetränk 67
 Colles fractures 31
 Colles-Fraktur 215

Complex regional pain syndrome (CRPS)
 s. Morbus Sudeck
 Compliance 188
 – Knochendichtemessung 82
 – European Guidance 2008 326
 – Östrogensubstitution 139
 – Verbesserung 98
 Computertomografie (CT) 81 f, 310
 – Knochengeschwulst, primäres 295
 – Morbus Paget 272
 – quantitative (QCT) 88 f, 310
 Cost-effectiveness, European Guidance
 2008 327
 Coupling, Knochenmetastasierung 297f
 COX-2-Hemmer (Coxibe) 126, 312
 – Frakturheilungsstörung 192
 CrossLaps 101, 310
 Cross linking 4, 102, 179
 Cross-link-Telopeptide 101
 CRPS (komplexes regionales Schmerz-
 syndrom) s. Morbus Sudeck
 CTX 101
 Cumarin-Derivat 248
 Cushing-Syndrom 243
 – Osteoporose, idiopathische juvenile 33
 Cyclosporin A 53

D

Dalteparin 247
 Darmbeinfraktur, pathologische 31
 Darmerkrankung, entzündliche 53, 71
 Darmoperation 38
 Deformierung, vertebrale 27
 Dehnen 64
 Dehnung 63
 Demineralisierung, periosteozytäre 46
 Denosumab 180
 – Therapie 314
 Depression 52
 Desoxyypyridinolin 101, 310
 Dexamethason 69
 Diabetes mellitus, 71
 – – Frakturheilung 192
 Diagnostik 73 ff, 308 ff
 – European Guidance 2008 326
 – Low-Trauma-Fraktur 324
 – Verfahren, bildgebende 80 ff
 Dialysetechnik 256
 Diaphysentumor, gutartiger 296
 Diazepam 250

- Diclofenac 125
 Differenzialtherapie 2009 331
 1,25-Dihydroxy-Vitamin D
 (1,25-(OH)₂-Vitamin D)
 – Interaktion Glukokortikoide 245
 1,25-Dihydroxyvitamin-D₃
 (1,25-(OH)₂-Vitamin D₃) s. Kalzitriol
 Disability-adjusted life-years
 (DALYs) 325 f
 Diuretika 53, 252
 DIVA-Studie 160
 Doxorubicin 288 f
 Dünndarmerkrankung, entzündliche 53
 Duokopfprothese 201, 203
 Durchblutung 63
 DVO-Leitlinie 75
 – Diagnostik 80
 – Update 2009 327 ff
 DXA-Kontrolle
 – jährliche 200
 – Low-Trauma-Fraktur 324
 DXA-Messung
 – AIDS-Osteopathie 241
 – Aortensklerose, schwere 89
 – Brustkrebs 287
 – European Guidance 2008 325
 – Fallstricke 88
 – Fettgewebeverteilung 70
 – Frakturrisiko, erhöhtes 46
 – Hüfte 87, 309
 – Hüftendoprothese 282
 – Knochen, vergrößerter 187
 – Lendenwirbelsäule 86, 89, 309
 – Osteopathie, renale 255
 – Verlaufskontrolle 184
 – Wert, niedriger 105 f
 – Wirbelsäule, seitlich 88
 DXA-Methode (Dual Energy X-ray
 Absorptiometry) 84
 – Frakturrisiko 51
 – Myelom, multiples 290
 – Osteoporose 111
 – Therapiekontrolle 98
 Dysplasie, fibröse 260, 277 f, 296
- E**
- Edgren-Vaino-Zeichen 237
 Effekt, piezoelektrischer 126
 Ehlers-Danlos-Syndrom 41, 77
 Eikosanoide 19
 Einbettungsmethode, histologische 104
 Einnahmetreue 188
 Eisenresorption 59
 Eiweiß 59
 – Osteoporose-Vorbeugung 68
 Emphysem 71
 Enchondrom 260, 296
 Endost 23
 Endostal lining cell 11 f
 Endostzelle 11 f, 15
 Entlastungshaltung 123
 Entzündungsreaktion, systemische 240
 Enzyminduktion, hepatische 41
 Epilepsie 249
 Epiphysentumor, gutartiger 296
 Episkleritis 152
 Epitheloidgranulom 260
 Erhaltungsphase 163
 Erkrankung
 – osteologisch/orthopädische 127 f
 – rheumatische 53
 Ermüdungsfraktur 27
 Ernährung, knochenfreundliche 59
 Erosion, subperiostale 254
 Erwerbsfähigkeit 46 f
 Erythropoese
 – gesteigerte 38
 – Hyperplasie 293 f
 Estradiol 143
 Estradiolvalerat 142
 Etidronat 156
 – Gabe, intermittierend zyklische 159
 European Guidance 2008 325
 European Medicines Agency (EMA) 155
 Evidence-Based Medicine 312
 Exemestan 286 f
 Exostose, gut abgegrenzte 296
 Extremitäten
 – Fraktur 238
 – Inaktivitätsosteoporose 32
 Extremitätenskelett 2
- F**
- Fallneigung 53 f
 – Osteopathie, Antidepressiva-
 induzierte 246
 Fast looser 33
 Fehlernährung 52
 Femur
 – Dysplasie, fibröse 277

- Femur*
- proximaler 30
 - Röntgenbild 105
 - Trabekelmuster 30
- Femurfraktur*
- distale 216
 - proximale 28ff
 - - Inzidenz 201
 - - Therapie 201
- Femurhals-Längenbestimmung* 80
- Femurkondylus, medialer* 268
- Femurmaß* 29
- Femurnagel, proximaler (PFNa)*
202, 204f
- Ferse* 95f
- Fraktur 31
 - Knochendichtemessung 88
- Fersenfraktur* 31
- Fertigspritze* 313
- Fett* 59
- Osteoporose-Vorbeugung 68
- Fettfehler* 89
- Fettgewebsverteilung* 45, 70
- Fettmarkvermehrung* 45
- peritrabekuläre 232f
- Fettzelle* 45
- Osteoblastenaktivität 45
 - Östrogenproduktion, verminderte 49
- Fibrom* 260
- nicht ossifizierendes 296
- Fibromyalgie* 259
- Fibronektin* 3
- Fibroosteoklasie, paraneoplastisch*
auftretende 38
- Fibrose, zystische* 222
- Fibrozyt* 15
- Finger*
- Computertomografie, quantitative 91
 - Knochendichtemessung 96
- Fischwirbel* 207
- Alterskyphose 43f
 - Röntgenaufnahme, konventionelle
78, 107
 - Wirbelfraktur, Einteilung 27
- FIT-(Fracture Intervention Trial-)*
Studie 163
- Fixateur externe, supraacetabulärer* 216
- Fixateur intern* 210
- und Vertebroplastie 213
- FLEX-(Fracture Intervention Trial Long*
*Term Extension-)*Studie 163
- Fluorid* 113
- Nebenwirkung 173
 - Osteoblastensteuerung 10
 - Studie, neuere 173
 - Therapie 174, 314
 - Transplantationsosteoporose 253
 - Wirkung 173
- Fluorose* 175
- iatrogene 173
 - Röntgendiagnostik 79
- Folgefraktur*
- Risiko 196f
 - Zoledronat 162
- Folsäure* 62, 137
- Fragility fracture* 194
- Fraktur*
- Definition 27
 - Diagnostik, radiologische 188
 - DVO-Leitlinien Update 2009 328
 - European Guidance 2008 325
 - extravertebrale 43
 - Häufigkeit 195
 - - Serotonin-Wiederaufnahmehemmer,
selektive 246
 - pathologische 27
 - pertrochantere 28f, 202
- Frakturheilung* 191
- Einflussfaktor 192f
 - eingeschränkte 234
 - Phasen 191
 - sekundäre 191
 - Substanz, stimulierende 192
 - Verlauf 191f
- Frakturneigung* 193f
- Frakturprophylaxe* 328
- Frakturreduktion* 169
- Frakturrisiko* 64f, 194f
- Altersabhängigkeit 195
 - Antikoagulantien, orale 248
 - Betablocker 71
 - Einschätzung 51
 - erhöhte 46
 - - Osteoporose, sekundäre 287
 - Faktor
 - - DVO-Leitlinien Update 2009 328
 - - European Guidance 2008 326
 - - klinischer 328
 - - vermeintlicher 198
 - Folgefrakturrisiko 196, 205
 - Geschlechtsabhängigkeit 195
 - Knochenkrankheit, renale 253

- Knochenmasse 197
- kumulatives 194
- Osteoporose, prämenopausale 229f
- Wirbelfraktur 197
- Frakturschmerz 74
- Frakturvermeidung 191 ff
- Frakturversorgung 200f
- Frohsinn 72
- Fruchtsaft 59
- Fruchtsäure 59
- Fußwurzelknochenfraktur 216

G

- Gabapentin 250
- Gefäßsprössung 192
- Gehirn 289
- Gelenkerkrankung, entzündliche 281
- Gelenkentzündung 40
- Gelenkersatz, endoprothetischer 278
- Gelenkveränderung, degenerative 79
- Gemüse 59
 - dunkelgrünes 62
 - grünes 59
 - Osteoporose-Vorbeugung 69
- Genetik 103
- Genistein 143
- Gesamtkörper-Knochendichtemessung 97
- Gesamt-Trabekelvolumen 46
- Gesamt-Umbaurate 17
- Geschlecht
 - Frakturrisiko 194f
 - Risikofaktor 49
 - Ursache Osteoporose 34f
- Gestagen 142, 313
 - Präparatebeschreibung 319
- Gesundheitsmanagement, persönliches 307
- Getreideprodukt 59
- Gicht 259
- Gipsbett 208
- Gipsverband 50
- Glasknochenkrankheit 41
 - Osteoporose beim Mann 235
- Gleichgewichtstraining 64f
- Glitazone 70f
- Glukokortikoide 40f, 53
 - Antitumorthherapie 155
 - Chemotherapieprotokoll 288
 - Interaktion 245

- Knochenwirkung 244
- Osteoporose 38, 243ff
 - - Vorbeugung 69
- Regeln für die Gabe 245
- Risikofaktor 53
- Skelettschädigung 189
- Therapiekontrolle 98
- Glykoprotein 3
- Gonadotropin-Releasing-Hormon-Analoga (GnRH) 286
- Gonarthritis 75
 - Osteoporose, transiente 267
- Gorham-Stout-Syndrom (vanishing bone disease) 32f, 260, 275
- Granulom, eosinophiles 293
- Granulozyten-Makrophagen-System 15
- Gruen-Zone 278
- Grundphalangen 41, 93
- Gymnastik 123f
 - Low-Trauma-Fraktur 324
 - Programm 199

H

- Halbwertszeit 131
- Halswirbelsäule-Trauma 50
- Haltegriff, fehlender 55
- Hämangiom 208
- Hämatopoese 14f
- Hämochromatose 235
- Hämolyse, angeborene 38
- Handgelenk 91
- Hausarbeit, rückenschonende 62
- Haut, transparente 77
- Hautallergie 152
- Health economics 326
- Heben, rückenschonendes 62
- Hemialloarthroplastik 201f
- Hemiplegie 50, 238
- Heparin
 - niedermolekulares 247
 - Osteoporose, prämenopausale 228
 - Osteoporose-Vorbeugung 70
 - Risikofaktor 53
- Herzinsuffizienz, chronische 41, 71
- Herzklappenoperation 41
- High turnover 33
 - - Osteoporose 101
- Hinterkopf-Wandabstand 75
- Hip fracture 28ff
- Histiozytose 293

- Hitzewallung 143
 HIV-Patient 241f
 Hochoaktive antiretrovirale Therapie (HAART) 53
 Hochleistungssport 50
 Homozystein 62
 Homozystinurie 293
 HORIZON-Studie
 – Hüftfraktur 161
 – Lendenwirbelfraktur 161
 – Serum-C-Telozeptid 161
 – Wirbelfraktur, morphometrische 161
 – Zoledronat 160f
 – – Infusion 205
 Hormone Replacement Therapy (HRT)
 s. Hormonersatztherapie
 Hormonersatz 138ff
 Hormonersatztherapie (HRT)
 138f, 313ff
 – Kombination Alendronat 176
 – – Teriparatid 177
 – Kontraindikation 141
 – Osteoporose 140f
 – – prämenopausale 230
 – Risikofaktor 53
 – Vorgehen, praktisches 140f
 Hormonsubstitution 314f
 Hüfte
 – DXA-Messung 87, 309
 – Knochendichtemessung 95
 – Osteoporose
 – – regionale transiente 267
 – – transiente 231
 Hüftendoprothese 282
 Hüftfraktur
 – Häufigkeit,
 – – altersabhängige 195
 – – geschlechtsabhängige 197
 – HORIZON-Studie 161
 – Inzidenz, altersabhängige 234
 – Kosten 198
 – Mortalität 162
 – Reduktion 162
 Hüftkopfnekrose 201
 Hüftprotektor 54f, 65
 – Femurfraktur, proximale 205
 Hüftschmerz, schwangerschafts-
 bedingter 231
 Hüftschraube, dynamische 202
 Humerus, proximaler 31
 Humerusfraktur
 – distale 216
 – proximale 31, 215
 Humeruskopffraktur, dislozierte 215
 Humeruskopffrakturprothese 215
 Humerusschwund, vollständiger 276
 17-Hydroxyexemestan 287
 Hydroxylapatit 3, 89, 177
 – Bisphosphonate 164
 – Computertomografie, quantitative 89
 – Knochenbälkchen 5
 – Matrixproteine 137
 – Strontium-Ranelat 166
 Hydroxylapatit-Kristall
 – Bisphosphonate 149
 – Strontiumeinbau 167
 1 α -Hydroxylase 234
 3-Hydroxy-3-Methylglutaryl-Coenzyme-
 A-Reduktase-Inhibitor 179
 Hyperextensionsorthese 208
 Hyperkalzämie 129
 – Osteoklastenhemmung 149
 – Tumorerkrankung 297, 304
 Hyperkalzurie
 – Inaktivitätsosteoporose 32
 – Osteoporosis imperfecta 226
 – Vitamin-D-induzierte 253
 Hyperlordose-Kreuzschmerz 74
 Hyperparathyreoidismus (HPT) 37
 – Hauptmerkmal, röntgenolo-
 gisches 107
 – Laborparameter-Veränderung 110
 – Leitsymptom 110
 – primärer 107, 109
 – Röntgendiagnostik 79
 – sekundärer 71, 107, 109
 – – Osteoporose, senile 36
 – – Vitamin-D-Mangel 136
 – tertiärer 107, 109
 Hyperphosphaturie 32
 Hyperthyreose 37, 228
 – Osteoporose beim Mann 235
 Hypertonie 68, 327
 Hypogonadismus 37, 145
 – Kinder 222
 – Lymphom, malignes 288
 – Morbus Hodgkin 288
 – Osteoporose
 – – beim Mann 235
 – – prämenopausale 230

- Prostatakrebs 287f
- sekundärer 286
- Hypokalzämie
 - Bisphosphonate 152
 - Verbrennung 240
- Hypomagnesiämie 152
- Hypoparathyreoidismus 240

I

- Ibandronat 156
 - Beschreibung 317
 - DIVA-Studie 160
 - Hypogonadismus und Brustkrebs 287
 - intravenöses 160
 - Klinische Studie 117, 159f
 - Knochenschwund, periprothetischer 282
 - MOBILE-Studie 160
 - MOPS-Studie 160
 - Morbus Sudeck 265
 - orales 159f
 - Osteoporose
 - - Glukokortikoid-induzierte 246
 - - transiente 270
 - Schwerkraft, fehlende 239
 - Therapie 313
- Ifosamid 289
- IL-1 14
- Immobilisation 258f
- Immobilisationsosteoporose 237ff, 278
 - senile 36
- Immobilität 50
- Immunhistologie 104f
- Immunopathie 53
- Immunsuppression 252f
- Immunsuppressiva 53
- Immunsystem 152
- Implantat-Mikrobewegung 279
- Inaktivitätsosteoporose 32, 259
- Inflammation mediated osteopenia 41
- Inflammation-induced bone loss in the rheumatic disease 259
- Infraktur 27
- Insulin 17
 - Konzentration 51
- Insulin-like Growth Factor (IGF-1) 103
- Insult, zerebraler 50
- Integrin 179
- Integrin-Inhibitor 181
- Interleukin 6 35

- Involution 35
- Isoflavon 143
- Isoniazid
 - Osteoporose-Vorbeugung 70
 - Risikofaktor 53

J

- Jamshidi-Nadel 103
- Jahresinfusion 313
- Jugendliche
 - Osteoporose, idiopathische 33, 223
 - Vorsorgeprogramm 58
- Juvent Therapie-Plattform 64

K

- Kaffee 52
- Kallmann-Syndrom 235
- Kallusbildung, hyperplastische 226
- Kältebehandlung 123
- Kalzitonin 173
 - Klinische Studie 119
 - Knochenumbau 17
 - Nasenspray 173, 316f
 - Therapie 314
 - Transplantationsosteoporose 253
- Kalzitriol 131ff
 - AIDS-Osteopathie 242
 - Osteoporose bei Kindern 224
 - Transplantationsosteoporose 253
- Kalzium 128ff, 312
 - Ausscheidung 130
 - Basistherapie 189
 - Interaktion 130
 - Knochenanteil 3
 - Low-Trauma-Fraktur 324
 - Nebenwirkung 130
 - Osteoporose
 - - Antiepileptika-induzierte 251
 - - beim Kind 224
 - - beim Mann 237
 - - postmenopausale 36
 - - senile 37
 - Präparatebeschreibung 318
 - 1000er Regel 312
 - Stoffwechsel beim Erwachsenen 129
 - Substitution im Alter 234
 - Therapiekosten 121
 - Vorsorgeprogramm 58ff
 - Wirkung, fraktursenkende 134

- Kalziumabsorption 130
- Kalziumaufnahme
 - Behinderung, nahrungsbedingte 130
 - Darm 59
 - effektive 129f
 - verminderte 71
- Kalziumbedarf, altersabhängiger 58
- Kalziumexkretion 133
- Kalziumgabe 61, 129f, 137
- Kalziumglukonat 61
- Kalziumhomöostase 3
 - Parathormon 170f
 - Störung bei Verbrennung 240
- Kalziumhydroxylapatit 41
- Kalziumkarbonat 61
- Kalziumlaktat 61
- Kalziumlieferant 60
- Kalziummenge, täglich empfohlene 128f
- Kalzium-Phosphat-Verhältnis 130
- Kalziumquelle 60
- Kalziumresorption 61
 - Beeinflussung, ernährungsbedingte 59
 - Darm 68
 - gesteigerte 59
- Kalziumsalz 61
- Kalziumstoffwechsel 129
- Kalziumtabletten 59, 61
- Kalziumverlust 130
- Kalziumzitat 59f
- Kalziumzufuhr 21
- Karzinom, ossär metastasierendes 302ff
- Kastration 235
- Kathepsin 181
- Kathepsin-K-Inhibitoren 179
- Kationsensing-Rezeptor 168f
- Kausalitätsbeurteilung 47
- Keilwirbel 207f
 - Alterskyphose 43
 - Bildungsgefahr 62
 - Röntgenaufnahme, konventionelle 78
 - Wirbelkörperfraktur, Einteilung 27
- Keratokonus 225
- Kiefer 262f
- Kieferknochen 153
- Kiefernekrose
 - Bisphosphonate 153ff, 284
 - Myelom, multiples 292
 - Risikofaktor 156
- Kieferstatus 155
- Kind
 - Klinefelter-Syndrom 222
 - Vorsorgeprogramm 58
- Kittlinie 272
- Klinefelter-Syndrom 41
 - beim Kind 222
 - beim Mann 235
- Kniegelenkarthrose 75
- Knieschmerz, vorderer 74
- Knochen
 - Absterben 261
 - alveolärer 155
 - Aufgabe 2ff
 - Belastbarkeit 4f, 7
 - Blutversorgung 261f
 - Elastizität 4
 - Festigkeit 7
 - gesunde 128f
 - kompakter 42
 - kortikaler 17
 - Mineralbank 3
 - mineralisierter 45
 - nichtmineralisierter 45
 - normaler 42
 - osteoporotischer
 - Frakturversorgung 200f
 - spongioser 42
 - – Östrogenausfall 35
 - – Umbaurate 17
 - trabekulärer 4
 - – (spongioser) 17
 - Übung, körperliche 63
 - Umbaurate 17
 - Untersuchungsmethode, qualitative 100
 - vitaler 261
- Knochenabbau 23
 - direkter enzymatischer 300
 - Herzinsuffizienz, chronische 71
 - massiver osteoklastischer 299
 - Parameter 101
- Knochenarchitektur 104, 185
 - Beckenkammbiopsie 23
 - Bisphosphonate 163, 301
 - Knochenfestigkeit 185
 - normale 6
 - Radius 96
 - Zerstörung 54
- Knochenatrophie 231f, 261
 - Verdrängungsosteopathie 295
- Knochenaufbau 10
 - Übungsgerät 64
- Knochenbällchen 4

- Abbau 23
- freistehende 33, 193
- Knotenpunkt 185
- Lamellierung, ungeordnete 225
- Magnetfeldtherapie 126
- Osteoklasie, hochgradige 35
- osteomalazisches 185
- Perforation 23, 26
- Rarefizierung 232
- Verdünnung 233
- Verschmälerung 25
- Volumen, normales 45
- Knochenbilanz 20, 52
- Knochenbiopsie 33, 103 f, 310
 - Anwendung 102 ff, 111
 - Bedeutung 46
 - Bisphosphonate 165
 - Gorham-Stout-Syndrom 275
 - Knochenschwulst, primäres 295
 - Knochenumsatz 33 f
 - Morbus Paget 273
 - Osteomalazie 45, 79
 - Osteoporose 111
- Knochenbruch 1, 194 ff
 - Faktor, ursächlicher 54
 - Kosten 121
 - beim Mann 236
 - Menopause 2
 - osteoporosebedingter 1
 - osteoporotischer 121
 - Reduzierungsmaßnahme 200
 - Risikofaktor 55
- Knochenbruchheilung 126
- Knochenbrüchigkeit, erhöhte 55
- Knochen deformierung 277
- Knochendichte 42
 - Abnahme unter Therapie 188
 - - vs. Frakturrisiko 23
 - Bewegungstherapie 64
 - Chemotherapie 286
 - erhöhte 194
 - erniedrigte 193
 - HORIZON-Studie 161
 - Knochenfestigkeit 185
 - Kontrollmessung 183 f
 - maximale 20 f, 103
 - - zu niedrige 228
 - niedrige 197
 - Osteozyt 11
 - reduzierte 230
 - Risikofaktor 51
 - Veränderung, therapiebedingte 177
 - Verlaufsmessung 188 f
 - verminderte 222
 - Zunahme, Metaanalyse 186
- Knochendichtemessung 309 f
 - Areal 92 ff
 - Begründung 82
 - European Guidance 2008 325
 - Ferse 88, 95 f
 - Indikation 97 f
 - Kortikoidlangzeittherapie 246
 - Methode 83 ff
 - Myelom, multiples 290
 - Osteoporose 18 f
 - - Antiepileptika-induzierte 252
 - - prämenopausale 229
 - Patientenbelastung 98 ff
- Knochendichtewert 84
- Knochendichtezunahme 158
- Knocheneinheit, strukturelle 17
- Knochenkrankung, adyname 256
- Knochenfresser 68
- Knochenfestigkeit
 - Knochenmaterial 185
 - Parameter 185
 - Verbesserung 184 f
- Knochenfraktur, osteoporotisch bedingte 24 f
- Knochenschwulst, primäres 295 ff
- Knochengewebe
 - Abnormalität 24 f, 193 f
 - alveoläres 155
 - Lamellierung, chaotische 227
- Knochenheilungsprozess 192
- Knochenhistologie 45 f
- Knochenhypermineralisierung 165
- Knocheninfarkt s. Osteonekrose
- Knochen-Knochenmark-System 2 f
 - Regulation 18
- Knochenkrankheit, komplexe (ROD) 253
- Knochenläsion
 - lokal auftretende 285
 - maligne 79
- Knochenmark 292 ff
- Knochenmarkatrophie 233
 - AIDS-Osteopathie 241
 - entzündliche 260
 - herdförmige 241
 - Myelom, multiples 291
 - Verdrängungsosteopathie 295
 - zentrale 291

- Knochenmarkbefall 303
- Knochenmarkbiopsie 310
 - AIDS-Osteopathie 240f
- Knochenmarker 310
 - Bestimmung 101f
 - biochemische 33
 - Osteoporose 111
- Knochenmarkerkrankung
 - maligne 105
 - Osteoporose, idiopathische juvenile 33
- Knochenmarkmetastasierung 105, 297
- Knochenmarködem 229, 261
- Knochenmarködem-Syndrom (KMÖ) 32, 231, 268
 - Femurkondylus, medialer 268
 - Schmerzscore 270
 - Sonderform 267
- Knochenmarkzellen 14f
- Knochenmasse
 - altersabhängige 21
 - Beeinflussung, negative 198
 - Einfluss, medikamentöser 113
 - Frakturrisiko 197
 - Kalzium 128f
 - Menopause 138
 - vs. Krafteinleitung 63
- Knochenmaterial 185
- Knochenmetastase 297f
 - Häufigkeit 297
- Knochenmetastasierung 297
 - fortgeschrittene 297f
- Knochenmineraldichte 83
- Knochenmineralgehalt 83
- Knochenmineralisierung 149
- Knochenmorphogeneseprotein 182
 - Frakturheilungsstimulation 192
- Knochenneubildung 101
- Knochenoberfläche
 - Alendronat-Anreicherung 158
 - Bisphosphonat-Affinität 148
 - endostale 14
- Knochenphosphatase, alkalische 101
- Knochenrarefizierung 234
- Knochenräuber 59
- Knochenreaktion, histologische 298
- Knochenresorption
 - Alendronat 158
 - Marker 101f
- Knochenrinde 4
 - Abbau 23
- Knochenschädigung, Knochenmarkbedingte 292ff
- Knochenschmerz
 - Dysplasie, fibröse 277
 - generalisierter 127, 254
 - lokalisierter 127
 - Morbus Paget 272
 - Pathogenese 128
 - Tumorerkrankung 297, 304
- Knochenschwund 40f
 - alveolärer Parodontitis-induzierter 283f
 - oraler 284
 - Pathogenese 72
 - periprothetischer 278ff
 - – Therapie 281f
 - – Therapieerfolg 282f
 - rascher 238
 - Schweregrad 42ff
 - ultimativer 275f
 - Verdrängungsosteopathie 294
 - Wirbelkörper 79
- Knochenselbstreparatur-Mechanismus 193f
- Knochensituation, Frau vs. Mann 236
- Knochenstruktur 174
 - Veränderung 187
- Knochensubstanzdemineralisierung 239
- Knochenszintigrafie 261
- Knochtumor
 - gutartiger 296
 - primärer 295
- Knochenumbau 8ff
 - Einfluss, medikamentöser 113
 - Einflussfaktor 112f
 - Knochenfestigkeit 185
 - Menopause 138
 - Regulation 17ff
 - Sexualhormon 17
 - Umbauphase 8ff, 15ff
 - Zelle, beteiligte 8ff
- Knochenumsatz 33
- Knochenverlust
 - Querschnittslähmung 238f
 - nach Verbrennung 240
- Knochenwachstum 8
- Knochenzelle
 - Parathormon 170f
 - Raloxifen-Wirkungsmechanismus 144

- Knochenzellmembran, stark gefaltete 8
 Knochenzyste
 – aneurysmatische 296
 – juvenile 296
 Knochenstruktur, Veränderung 187
 Knopfphänomen 25, 233
 Knorpelverletzung 259
 Koffein 59
 – Osteoporose-Vorbeugung 67
 Kohlenwasserstoff 41
 Kollagen Typ 1 3, 103
 Kollagen-Cross-link-Bildung 62
 Kollagen-Cross-link-Telopeptide 101
 Kollagenfibrillen 5
 Kollagenose 77, 259
 Kollagenstoffwechsel 18
 Kollagenstoffwechselerkrankung 235
 Kollagensynthese, verminderte 41
 Kollagen-Typ-1-Genmutation 225
 Kollagen-Typ-1-Gen-Polymorphismus 103
 Kombinationstherapie 175 ff
 – DVO-Leitlinien Update 2009 331
 – Möglichkeit 190
 Kompakta 4f
 – Spongiosierung 232
 Kompaktadicke, kombinierte 81
 Kompressionsfraktur 27
 Kongenitales hämolytisches Syndrom 293
 Kontusion 267
 Koordination, reduzierte 234
 Körpergewicht 50f
 – ideales 69
 – Risikofaktor 50
 Körpergröße, Abnahme 73f
 Korsett 123f
 Kortikalis 4
 Kortikalisdestruktion 296
 Kortikalisverdickung 296
 Kortikoidlangzeittherapie 246
 Kortikosteroide
 – Frakturheilungsstörung 192
 – Osteoporose, schwangerschafts-assoziierte 230f
 Kortison
 – Knochenumbau 17
 – Risikofaktor 53
 Kortisontherapie 235
 Kost, kalziumreiche 58 ff
- Kosten 308
 – Akutversorgung 121
 Kosten-Nutzen-Berechnung 327
 Kraft 63
 Krafteinleitung, vs. Knochenmasse 63
 Krafttraining 64f
 Krankengeschichte 309
 Krankengymnastik 123f
 Krankenhausbettentag 121
 Krankheit, knochenschädigende 70
 Kreuzbeinfraktur 216
 – pathologische 31
 Kreuzschmerz 73, 197
 Kristallarthropathie 259
 Kunststoffschale 54f
 Kyphoplastie 208 ff
 – Computertomogramm 212
 – Durchführung 208 f
 – Indikation 208 f
 – Klinische Studie 210
 – Komplikation 210
 – Kontraindikation 210
 – Technik 209
 Kyphose 208
 – altersabhängige 223
 – senile 44
- L**
- Laboruntersuchung 100, 309
 – DVO-Leitlinien Update 2009 329
 – Knochengeschwulst, primäres 295
 – Morbus Paget 274
 Laktose 61, 130
 Laktoseintoleranz 130
 Lakunen 10
 – osteozytäre 5
 – Osteozyt 13
 Lamotrigin 250
 Längenwachstum 224
 Lasofoxifen 182
 Lastenheben, rückenschonendes 62
 Lastentragen, rückenschonendes 62
 Lebenserwartung
 – durchschnittliche 2
 – geringe 236
 – steigende 278
 Lebensstil 229
 – Osteoporose, Antiepileptika-induzierte 251

- Lebererkrankung
 - chronische 222
 - Osteoporose beim Mann 235
 - Leberschaden 52, 145
 - Leberzirrhose 67
 - Leistung 63
 - Lendenwirbelfraktur 161
 - Lendenwirbelkörper 84f
 - Lendenwirbelsäule
 - Computertomografie, quantitative 89f
 - DXA-Messung 86, 89, 309
 - Magnetresonanztomografie 83, 104
 - Röntgen 309
 - Leptin 71f, 182
 - Knochengesundheit 71
 - Knochenproduktion 10
 - Knochenumbau 17, 20, 113
 - Osteoklasten 8
 - Letrozol 286
 - Leukämie, akute (AL)
 - Knochenveränderung 293
 - Osteoporosehäufigkeit 293
 - Leukämie, chronische myeloische (CML) 38, 292f
 - Knochenveränderung 293
 - Levetiracetam 250
 - Liegen, rücken schonendes 63
 - Lignane 142
 - Lining cells 14
 - Literatur 332ff
 - Lithium
 - Osteoporose-Vorbeugung 70
 - Risikofaktor 53
 - Looser-Umbauzone 27
 - Osteodystrophie, renale 254
 - Osteomalazie 46, 79, 255
 - Osteopathie, renale 254
 - Röntgenaufnahme, konventionelle 77
 - Low turnover 33, 45
 - Osteoporose 101
 - Lower extremity pain syndrome (LEPS) 173
 - Low-Trauma-Fraktur 121, 196
 - Managementempfehlung 324
 - Osteoporose, prämenopausale 230
 - LSC (last significant change) 186
 - Lunar Prodigy 88
 - Lunge, Adenokarzinom 303f
 - Lungenerkrankung, chronische 71
 - Lungenfunktion 66
 - Lungenkarzinom 297f
 - Lupus erythematoses, systemischer 77
 - Lymphom, malignes
 - Chemotherapieprotokoll 288
 - Hypogonadismus 288
 - Osteoporose, Glukokortikoid-induzierte 243
 - Osteoporosehäufigkeit 293
 - Lmphozytenzahl 152
- M**
- Magen-Darm-Operation 71
 - Magenoperation 38
 - Magersucht s. Anorexia nervosa
 - Magnesium 137f
 - Knochenanteil 3
 - Osteoporose-Vorbeugung 68f
 - Tagesdosis, empfohlene 138, 312
 - Magnetfeldtherapie 126f, 314
 - Magnetresonanztherapie 314
 - Magnetresonanztomografie (MRT) 82f
 - Anwendung 310
 - Brustwirbelsäule 83
 - Knochengeschwulst, primäres 295
 - Lendenwirbelsäule 83, 104
 - Myelom, multiples 290
 - Osteonekrose 261
 - Malabsorptionssyndrom 38, 228
 - Mammakarzinom
 - Behandlungsziel 300f
 - Häufigkeit 299
 - Kiefer-Osteonekrose 263
 - Knochenmetastase 297f
 - Metastasenrisiko unter Bisphosphonate 302
 - metastasierendes 79
 - ossär metastasierendes 299f
 - – – Komplikation 300
 - Skelettdestruktion 300
 - Skelettkomplikation 301
 - Management 8, 122, 305
 - Managementstrategie 123
 - Manager der eigenen Gesundheit 307
 - Marcumar
 - Osteoporose-Vorbeugung 70
 - Risikofaktor 53
 - Therapie, langjährige 41
 - Marfan-Syndrom 41, 77
 - Massage 123

- Mastozytose 77
 - systemische 38f
 - – Osteoporosehäufigkeit 293
- Mastzelle 18, 38f
- Mastzellgranulom, endostbezogenes 39
- Matrix-Metalloproteinase 15, 283
- Matrixprotein 137
- McCune-Albright-Syndrom 77
- M-CSF 18f
- Medikament
 - A-klassifiziertes 199, 315
 - – European Guidance 2008 326
 - – Low-Trauma-Fraktur 324
 - antiosteoporotisches 113
 - Einnahmedauer 120
 - Frakturheilung 192
 - Kombination 175ff
 - Nebenwirkung 115
 - – knochenaufbauende 178f
 - Risikofaktor 53
 - schmerzlinderndes 125f
 - Sturz-begünstigendes 65
- Medikamententreue 183
 - fehlende 166
- Melanin 135
- Menarche, verzögerte 228
- Menopause, Vorsorgeprogramm 58
- Menstruationsstörung 228f
- Metaanalyse 185f
 - Knochendichtezunahme 186
- Metakarpalknochen 80f
- Metalloproteinase 15, 283
- Metaphysentumor, gutartiger 296
- Metastase
 - Bisphosphonate bei Mammakarzinom 302
 - Laborparameter-Veränderung 110
 - Leitsymptom 110
 - ossäre 151
 - Risiko 302
 - viszerale 299
- Metastasierung
 - diffuse 38
 - osteoblastische 302f
- Metenolonenantat 145
- Methotrexat, 288f
- Metronidazol 283
- Mevalonsäurestoffwechsel 149f
- Michkonsum 130f
- Michprodukt 129
- Microdamages 8
- Mieder 208
- Migration 280
- Mikroarchitektur 21ff
 - Verlaufskontrolle 186
- Mikrofraktur 8, 23f, 259
 - Osteoporose, transiente 267
- Mikrometastase 300
- Milch 58f
 - fettarme 58
- Milchallergie 59
- Milchprodukt 59f
- Minderwuchs 243
- Mineralbank 3
- Mineraldepot 3f
- Mineralisationsstörung 105
- Mineralwasser 59f
- Mischosteopathie 38
- Mitralklappenprolaps 226
- Mitstreiter der Medizin 307
- MOBILE-Studie 160
- Mobilisation 123
 - Inaktivitätsosteoporose 32
- Modelling 8, 217
- Monatstablette 313
- Monitoring, Therapie
 - antiresorptive 184ff
 - osteoanabole 187
- Monozyt 8
- MOPS-Studie 160
- Morbus Ahlbäck 258
- Morbus Bechterew 259
- Morbus Crohn 38
 - beim Kind 222
 - Osteoporose, Glukokortikoid-induzierte 243, 246
- Morbus Cushing 37
- Morbus Fabry 77
 - Verdrängungsosteopathie 293
- Morbus Gaucher 38
 - Verdrängungsosteopathie 291
- Morbus Hand-Schüller-Christian 293
- Morbus Hodgkin (MH)
 - Hypogonadismus 288
 - Knochenveränderung 293
- Morbus Paget 271ff
 - Beckenkammbiopsie 275
 - Diagnostik 272f
 - Knochenschwund, periprothetischer 281
 - Laborparameter-Veränderung 110
 - Leitsymptom 110

Morbus Paget

- Lokalisation, häufige 271
- Osteoporose, regionale 260
- Stadien 272
- Symptome 272
- Therapie 274
- Tibia 274

Morbus Scheuermann 237*Morbus Sudeck* 32, 77, 258

- Diagnosestellung 265
- Leitsymptom 264
- Osteoporose
 - - lokale 264ff
 - - transiente 267
- Radiusfraktur 47
- Stadien 265
- Stellatumblockade 265
- Sympathikolyse 265
- Therapie 265

MORE-Studie 144

Morphometric X-ray absorptiometry (MXA) 80

Morphometrie 80

Mortalität 196

- Ein-Jahres-/Drei-Jahres- 205

Mortalitätsrate, frakturassoziierte 201

Mosaikstruktur 272

Mozarella 59

MRT s. Magnetresonanztomografie

Müdigkeit 55

Mukopolysaccharid 4

Multiple Sklerose 238

Mundhygiene 264

Muskelaufbau

- Anabolika 145
- Übungsgerät 64

Muskelerkrankung 238

Muskelleistung 65

Muskelmassenreduzierung,

- altersbedingte 234

Muskelrelaxierung 49

Muskelschwäche 234

Muskeltraining,

- aktives 125
- Osteoporose, Glukokortikoid-induzierte 245f
- schlaffe Muskeln 55
- Transplantationsosteoporose 253

Muskulatur, Kräftigung 123

Myelom, multiples (MM) 38, 289ff

- Befund, knochenspezifischer 289

- Brustwirbelsäule 207

- Chemotherapieprotokoll 288

- Diagnostik 289f

- Glukokortikoid 243

- Kiefer-Osteonekrose 263

- Knochenläsion, maligne 79

- Knochenveränderung 293

- Nierenfunktionsstörung 292

- Osteoporose, Glukokortikoid-induzierte 243

- Röntgenaufnahme, konventionelle 78

- Stammskelettröntgen 289

- Therapie 290f

Myotendopathie 74

N

Nagel-Klingen-Implantat 201ff

Nährstoff, ballaststoffreicher 61

Nahrung, fettreiche 61

Nandrolon 318

Nandrolonedecanoat 145

Nasenspray, Kalzitinin 173, 316f

National Osteoporosis Foundation (NOF) 97

Nebennierenrindenhormon 51

Neoplasie

- sexualhormonabhängige 286

- sexualhormonunabhängige 286

Nephrolithiasis 129

Nervenfaser, afferente 128

Nierenfunktionsstörung 292

Niereninsuffizienz

- chronische 40

- - beim Kind 222

- - Osteopathie, renale 253

- Kalziumtherapie 129

Nierenschmerz 152

Nierenstein 59

- Osteoporosis imperfecta 226

Nierensteinbildung 130

Nierentransplantation 40

Nierenzellkarzinom 304

Nikotin

- Abusus 34, 235

- Konsum 52

- Frakturheilung 192

- Osteoporose

- - Antiepileptika-induzierte 251

- - idiopathische junger

- Erwachsener 34

- - Vorbeugung 66f
- Non-Hodgkin-Lymphom (NHL) 293
- Noonan-Syndrom 235
- Nozizeptor 128
- NTX 101
- Number Needed to Treat (NNT) 326

- O**
- Oberflächenmolekül 14
- Oberschenkel, proximaler 202
- Oberschenkelfraktur 52
- Oberschenkelhalsfraktur 202
 - Fallneigung 55
 - Risiko 1, 194
 - Thiazide 178f
- Obst 59
 - Osteoporose-Vorbeugung 69
- Ödem 261
- ODF (Osteoclast Differentiation Factor) 14
- Ohnmachtsanfall, kurzer 55
- Online-Studie 2008 305
- OPG-Knockout-Mäuse 20
- OPG-Produktion 19
- OPGL (Osteoprotegerin Ligand) 14
- Opioide 312
 - schwach wirksame 126
- Orchidektomie 287
- Orchitis 235
- Organtransplantation 252f
 - beim Kind 222
- Orthese 208
- Osteitis fibrosa cystica 255
- Osteoblast 10ff
 - Abstammung 14
 - inaktive 11
 - Hemmung 239
 - Steuerung 19
- Osteoblastensaum, aktiver 12
- Osteochondrom 296
- Osteochondrosis dissecans 259
 - Osteoporose, transiente 267
- Osteoclast differentiation factor (ODF) 14
- Osteodystrophia deformans s. Morbus Paget
- Osteodystrophia generalisata cystica 260
- Osteodystrophie
 - gemischt urämische 256
 - renale (ROD) 40, 253
- Osteogenesis imperfecta (OI) 77
 - Ätiologie 41
 - Differenzialdiagnose 223
 - erblich bedingte 41
 - Form, erbliche 225
 - Laborparameter-Veränderung 110
 - Leitsymptom 110
 - Osteoporose
 - idiopathische junger Erwachsener 34
 - - juvenile 33
 - Typ I 225
 - Osteoidoberfläche 46
 - Osteoidosteam 296
 - Osteoidsaum
 - Breite 46
 - Darstellung, spezielle 14
 - fehlender 45
 - nichtmineralisierter 45
 - Osteoidvolumen 45
 - Osteointegrationsfaktor 279
 - Osteokalzin 3, 101
 - Osteoklasie, hochgradige 35
 - Osteoklast 8ff
 - Abstammung 14
 - aktiver 11
 - Bisphosphonate 149ff
 - Differenzierung 18f
 - Form 10
 - Funktion 10
 - Homozystein 62
 - Kollagenabbau 181
 - Steuerung 19
 - Tumorstolyse, Entstehung 299
 - Osteoklastenaktivierung 239
 - Osteoklastenhemmung 149
 - Osteolyse
 - Dysplasie, fibröse 277
 - metastatische 208
 - multiple 290
 - Tumorerkrankung 297, 304
 - unregelmäßige, im Tumor 296
 - Osteolytische Syndrome 33
 - Osteomalazie 38, 105
 - AIDS-Osteopathie 241f
 - Bisphosphonate 149
 - - Langzeitgabe 165
 - - Wirkung 165
 - Diagnosestellung 46
 - Gradbestimmung 45f

- Osteomalazie
 - Hauptmerkmal, röntgenologisches 107
 - Knochenbiopsie 105
 - Knochendichtemessung 106
 - Laborparameter-Veränderung 110
 - Leitsymptom 110
 - Osteopathie, renale 255
 - Osteoporose, senile 35
 - Röntgenaufnahme, konventionelle 79, 107
 - Röntgendiagnostik 79
 - schwere 45, 108
 - Ursache 127 f
 - Vitamin-D-Mangel 134
- OSTEOMARK 101
- Osteomyelitis 153
- Osteone 5
- Osteonecrosis of the jaw (BP-ONJ) 262 f
- Osteonekrose 261 ff
 - aseptische 242
 - Bisphosphonat-assoziierte 262 ff
 - Lokalisation, bevorzugte 263
 - Osteoporose, transiente 267
 - steroidassoziierte 262
- Osteonektin 3, 101
- Osteopathie
 - Antidepressiva-induzierte 246 f
 - Antiepileptika-induzierte 249 ff
 - - Pathomechanismus 249 f
 - - Therapie 251
 - Antikoaganzien-induzierte 247 f
 - lokale 258 ff
 - metabolische 77
 - myelogene 292 ff
 - renale 40, 253 ff
 - - Diagnostik 254 f
 - - Einflussfaktoren 253 f
 - - Form 255 f
 - - Knochenhistologie 255
 - - Laborparameter-Veränderung 110
 - - Leitsymptom 110
 - - Pathomechanismus 254
 - - Serologie 254
 - - Therapie 256
- Osteopenie
 - DXA-Messung 104 ff
 - Knochendichte 42 f
- Osteopetrose 20
- Osteophyt 79
- Osteopontin 3
- Osteoporomalazie 38, 41, 46
 - AIDS-Osteopathie 241
 - Vitamin-D-Mangel 134
- Osteoporose
 - Abklärung, diagnostische 199
 - Abklärungsindikation 310
 - alimentär bedingte 38
 - Anamnese 110
 - Basistherapie 312
 - Begutachtung 46
 - Behandlungsempfehlung 199 f
 - Behandlungskonzept 114 f
 - Behandlungsstrategie 314 f
 - Definition 21 ff, 308
 - Diagnostik 73 ff, 310
 - - Verfahren, bildgebende 80 ff
 - DXA-Messung 104 ff, 110
 - DXA-Methode 84
 - Dysplasie, fibröse 277
 - Einteilung 32 ff
 - - altersabhängige 33 f
 - - ätiologische 37 ff
 - - geschlechtsabhängige 35 f
 - - nach Knochenumsatz 33
 - - nach Schweregrad 42 ff
 - endokrinologisch bedingte 37 f
 - Erkennen, frühzeitiges 305
 - Folgekosten 2
 - gastroenterologisch bedingte 38
 - generalisierte 32 f
 - genetisch bedingte 41
 - Glukokortikoid-induzierte 243 ff
 - - Behandlungsstrategie 246
 - - Besonderheit 244
 - - Pathogenese 244
 - - Therapie 244 f
 - hämatologisch bedingte 38
 - Hauptmerkmal, röntgenologisches 107
 - Heparin-induzierte 247
 - hepatisch bedingte 38
 - und Hormonersatztherapie 140 f
 - idiopathische 37
 - - junger Erwachsener 34
 - - juvenile 33 f
 - - - Differenzialdiagnose 223
 - immunologisch bedingte 40 f
 - Inzidenz 1 f
 - kardiologisch bedingte 41
 - beim Kind 217 ff

- - Ätiologie 222
- - Diagnostik 223f
- - Mechanismus 222f
- - Therapie 224
- Knochenbiopsie 111
- Knochenhistologie 45f
- Knochenmarker 111
- Knochenschwund,
 - periprothetischer 281
- Laborparameter-Veränderung 110
- Leitsymptom 110
- lokale 281
- lokalisierte 32
- Mammakarzinom 300
- manifeste 194
 - - schwere 42
- beim Mann 235ff
 - - Diagnostik 236f
 - - Prävention 237
 - - Risikofaktor 235
 - - Therapie 237
- medikamentös bedingte 41
- messtechnische 43
- myelogen bedingte 38
- nephrotisch bedingte 40
- onkologisch bedingte 38
- Organtransplantation 252f
- Patientenmitarbeit, aktive 306
- postmenopausale (Typ I) 34f
 - - Pathogenese 36
 - - vs. senile (Typ II) 231f
- präklinische 42
- prämenopausale 228ff
- primäre 37
- pulmonologisch bedingte 41
- regional wandernde 267
- regionale (lokale) 258ff
 - - aggressive 258
 - - Mechanismus
 - - - endokriner 260
 - - - entzündlich-infektiöser 259
 - - - entzündlich-rheumatologischer 259
 - - - hämatopoetischer 260
 - - - metabolischer 259
 - - - traumatischer 259
 - - - tumoröser 260
 - - - vegetativ-neutraler 258
 - - - zellulärer 260
 - - - zirkulatorischer 258
- rheumatologisch bedingte 40f
 - Risiko 2, 48ff
 - Risikofaktor 48ff, 110
 - Röntgen 110
 - Schmerz 74
 - schwangerschaftsassozierte 230f
 - sekundäre 37, 188
 - - Abklärung 100
 - - beim Mann 237
 - - Röntgendiagnostik 79
 - - senile (Typ II) 35, 105, 231ff
 - - Pathogenese 37
 - - Veränderung, histologische 231ff
 - Sonderform 217ff
 - systemische 278
 - - Knochenschwund, periprothetischer 281
 - - Onkologie 285
 - toxisch bedingte 41
 - transiente 267ff
 - - Ätiologie 267f
 - - Behandlungsstrategie 268f
 - - der Hüfte 231
 - - Untergruppe, klinische 267
 - Tumorerkrankung 285ff
 - Tumorthherapie-induzierte 285ff
 - Verlauf, gefährlicher/komplizierter 311
 - - als Volkskrankheit 1f, 308
 - Vorbeugung 58ff
 - WHO-Definition 18f
- Osteoporose-Bäuchlein 74
- Osteoporose-Fraktur-Risikotest 56f
- OsteoporoseMonitor.de 305ff
- Osteoporoseprävention 305, 311, 315
 - European Guidance 2008 326
- Osteoporoseschmerz, chronischer 74
- Osteoporosetherapie
 - Begleitmedikation 189f
 - Knochenstruktur 174
 - 7 Säulen 311
- Osteoporosis circumscripta 258
 - Diaphyse 274
 - - Metaphyse, distale 274
- Osteoporosis imperfecta (OI)
 - Therapie 226f
 - Typ 226
- Osteoprotegerin (OPG) 18f, 179
 - Produktion 14
- Osteoprotektion 285
- Osteosonometrie 93f

- Osteozyt 9ff
 - Lakunen 13
 - Osteozytenverdichtung 225
 - Östrogen 141, 313
 - Einnahmedauer 142
 - maßgeschneidertes 143
 - Molekülstruktur 143
 - Osteoklasten 8
 - Osteoporose beim Mann 235
 - pflanzliches 313
 - Präparatebeschreibung 318
 - Tagesdosis, effektive 142
 - Wirkungsmechanismus 141f
 - Östrogenabfall 58
 - Östrogenantagonist 286
 - Östrogenausfall 35
 - Östrogen/Gestagen 142, 313
 - Präparatebeschreibung 319
 - Östrogenmangel 235
 - Östrogenproduktion, verminderte 49
 - Östrogenrezeptor 8, 103
 - Genmutation 235
 - Östrogensubstitution 139f
 - Transplantationsosteoporose 253
 - Otitis deformans s. Morbus Paget
 - Ovarinsuffizienz, irreversible 288
 - Oxalose 259
 - Verdrängungsosteopathie 293f
 - Oxalsäure 59
 - Oxandrolon 240
- P**
- Pamidronat
 - Kiefer-Osteonekrose 263
 - Myelom, multiples 290f
 - Präparatebeschreibung 319
 - Pancake-Wirbel 27f
 - Pankreasinsuffizienz 38
 - Parodontose 283
 - Paraplegie 50, 238
 - Parathormon (PHT) 3
 - Ausschüttung 68
 - Frakturheilungsstimulation 192
 - Interaktion Glukokortikoide 245
 - Kalziumhomöostase 170f
 - Klinische Studie 118
 - Knochendichte-Veränderung 177
 - Knochenstruktur-Veränderung 187
 - Knochenumbau 17
 - Knochenzellwirkung 170f
 - Osteoklasten 8
 - Osteoporose
 - – postmenopausale 35f
 - – senile 37
 - Präparatebeschreibung 319
 - Prinzip, osteoanaboles 169ff
 - Teriparatid 171f
 - Therapie 314
 - vollständig rekombinantes 172
 - Parathormon-Fragment 171, 192
 - Parathyreoidektomie 256
 - Parkinsonismus 55
 - Parodontitis 283
 - PaTH-Studie 172
 - Patientenaktivität 279f
 - Patientenmitarbeit, aktive 306
 - Peak bone mass 20
 - Periodenblutung 50
 - Periodontitis 77, 283
 - Persistence, European Guidance 2008 326
 - Pflegeheim 54
 - PGE2 279, 283
 - 2-Phasen-Komponente 4f
 - Phenobarbital 250
 - Phenytoin 250
 - Phosphat 59
 - Knochenanteil 3
 - Osteoporose-Vorbeugung 68
 - Phytoöstrogen 142f
 - Plattwirbel 27f, 78, 207
 - Röntgenaufnahme, konventionelle 78
 - Plazeboeffekt 211
 - PFN-Klinge 205
 - POEMS-Syndrom 77
 - Polyarthritits
 - chronische 71
 - primär chronische 40f, 228
 - Polymethylmethacrylat-Zement 208
 - Polyzythämia vera (PV) 38, 292f
 - – Knochenveränderung 293
 - pQCT 187
 - Prader-Willi-Syndrom 235
 - Prävention 305, 311, 315
 - European Guidance 2008 326
 - Prednisolon 288
 - Prednison 69
 - Preotact 172
 - PREVOS-Studie 169
 - Primidon 250
 - Progesteron 142

Prolaktinom 235
 Prolia 180
 Prostaglandin 179
 Prostaglandin E2 149
 Prostaglandin-Agonist, selektiver 192
 Prostatakarzinom (PCA) 287f
 – Häufigkeit 302
 – Hypogonadismus 287f
 – Kiefer-Osteonekrose 263
 – Knochenmetastase 297f
 – Metastasierung, osteoblastische 302f
 – ossär metastasierendes 302f
 Protein
 – kalziumbindendes 132
 – nicht kollagenes 3
 – Vitamin-D-bindendes 103
 Proteinmangel 131
 Proteoglykan 3
 Prothesendesign 279
 Prothesenlockerung
 – aseptische 279
 – – Rate 278
 – Diagnose 280
 – Infektion 279
 – Therapie 281
 Prothesenmigration 280
 Protonenpumpenhemmer
 – Osteoporose, prämenopausale 228
 – Osteoporose-Vorbeugung 70
 – Risikofaktor 53
 Psoriasis 77
 PTH-Fragment 171, 192
 PTH-like compounds 182

Q

Quantitative Computertomografie (QCT)
 88f, 310
 Quantitative ultrasound (QUS) 91f
 Querschnittslähmung 238
 Querschnittssyndrom 50

R

Rachitis 53, 134
 – Knochendichtemessung 106
 Radiolucent line 280
 Radius 96
 Radiusfraktur 213f
 – distale 31, 213
 – intraartikuläre 214

Raloxifen 143f
 – Klinische Studie 118
 – Kombination
 – – Alendronat 177
 – – Teriparatid 177f
 – Kosten 121
 – Osteoporose, prämenopausale 230
 – Präparatebeschreibung 319f
 – Prothesenlockerung 281
 – Therapie 313
 – Therapieempfehlung 144
 – Wirkungsmechanismus 144
 RANK (Receptor Activator of NF- κ B) 14
 – Rezeptor 18f
 RANKL (Receptor Activator of NK- κ B
 Ligand) 14, 18f
 – Antikörper 20, 179f
 – Verbrennung 240
 RANKL-OPG-System, Knochen-
 schmerz 128
 RANKL-Osteoprotegerin-
 Zytokinsystem 18f
 Ratgeber für Betroffene 307
 Rauchen 52
 – Frakturheilung 192
 – Osteoporose
 – – Antiepileptika-induzierte 251
 – – idiopathische junger
 Erwachsener 34
 – – Vorbeugung 66f
 – starkes 235
 Raumausleuchtung, schlechte 55
 Reflexdystrophie, sympathische (SRD)
 s. Morbus Sudeck
 Refluxösophagitis 151
 1000er-Regel 312
 Rehabilitation, Kosten 121
 Remodelling 8, 15, 217
 Reparaturphase 163
 Resorptionsmarker 188
 Rheuma 259
 Riesenzelltumor 296
 Rippenbogenrandschmerz 74
 Rippenfraktur 31, 216
 – Antikoagulanzen 248
 Risedronat 156
 – Gabe, orale 159
 – Hypogonadismus und Brustkrebs 287
 – Klinische Studie 116f
 – Knochenschwund,
 periprothetischer 282

- Risedronat*
- Osteoporose, Glukokortikoid-induzierte 246
 - Präparatebeschreibung 320
 - Schwerkraft, fehlende 239
 - Therapie 313
- Risiko Folgefraktur 196 f
- Risikofaktor 48 ff
- Kiefernekrose 156
 - klinischer 2009 328
 - Knochenbruch 55
 - Knochendichte 51
 - Osteoporose 48 ff, 110
 - - beim Mann 235
- Röntgen 309
- Gorham-Stout-Syndrom 275 f
 - Knochengeschwulst, primäres 295
 - konventionelles 77 ff
 - Morbus Paget 272
 - Myelom, multiples 289 f
 - Osteonekrose 261
 - Osteoporose 111
 - Strahlendosis 98
- Röntgenbild 104
- Rotterdam-Studie 234
- Rückenmarksverletzung 238
- Rückenmuskulatur 125
- Rückenorthese 124
- Rückenschmerz 73 ff
- akuter 74
 - Anamnese 73 f
 - Untersuchung, körperliche 74
- Ruffled border 8, 11
- Rugger jersey-Wirbelsäule (Rugger-jersey-spine) 79, 253
- Ruhephase 15
- Rumpfskelett 2
- Rundrücken 75 f, 206
- S**
- Säbelscheidentibia 272
- Salz 59
- Osteoporose-Vorbeugung 68
- Sandwich-Wirbel 79
- Sarkoidose 77
- Säureblocker, aluminiumhaltige 53
- Schallgeschwindigkeit 92
- Schallschwächung 92
- Schambeinfraktur 218
- Scheitel-Sohlen-Abstand 74
- Schenkelhalsfraktur, mediale 201
- Schilddrüsenhormon
- Knochenumbau 17
 - Osteoklasten 8
 - Osteoporose-Vorbeugung 69
 - Risikofaktor 53
- Schlafen, rückschonendes 63
- Schleifendiuretika
- Osteoporose-Vorbeugung 70
 - Risikofaktor 53
- Schluckstörung 151
- Schlüsselbeinfraktur 31
- Schlüsselfrage
- diagnostische 309
 - therapeutische 311
- Schmerz
- akuter 122
 - chronischer 122 f
 - Morbus Paget 272
 - Osteoporose-bedingter 122 ff
 - paraneoplastischer 128
- Schmerzambulanz 126
- Schmerzklinderung 122
- Schmerzpersistenz 188
- Schmerzpunkt 75
- Schmerzspirale 123
- Schmerzsyndrom
- komplexes regionales (CRPS) 32
 - osteoporotisches 74
- Schmerztherapie 312
- DVO-Leitlinien Update 2009 331
 - Low-Trauma-Fraktur 324
- Schmerztherapieplan 199
- Schmerzverstärkung 122
- Schmorl-Knorpelknötchen 237
- Schmorl-Knoten 28
- Schraubenosteosynthese, sakroiliakale 216
- Schutzreaktion, verzögerte 55
- Schutzreflex 53, 55
- Schwangerschaft
- Risikofaktor 49 f
 - Vorsorgeprogramm 58
- Schweregrad 47 ff
- Schwereelosigkeit 50
- Schwerkraft, fehlende 239
- Schwimmen 123
- Schwindel 55
- Schwindelattacke 63
- Screening-Methode 92
- Sedativa, Sturzrisiko 65 f

- Sedierung 49
 Sehstörung 55
 – starke 66
 Selective Estrogen Receptor Modulators (SERMs) 143
 – neue 182
 Selbstreparatur-Mechanismus 193 f
 SERMs (Selective Estrogen Receptor Modulators) 143
 Serotonin-Wiederaufnahmemhemmer, selektive (SSRI) 246
 Serum-C-Telopeptid 161
 Sexualhormon 17
 Singh 29 f
 Singh-Index 80
 Single Energy X-Ray Absorptiometry (SXA) 88
 Sinterung, langsame 206
 Sinterungsschmerz 74
 Sitzbeinfraktur 218
 Skeletal related event 292, 304
 Skelett
 – Aufgabe 2 f
 – Entwicklungsstörung, fibröse 277
 – fetales 231
 – Gesamt-Umbaurate 17
 – Gesamtmasse 7
 – Mineralisation 231
 – peripheres 2
 – Zusammensetzung 3
 Skelettdestruktion 300
 Skelettkomplikation 301
 Skelettmetastase 297
 Skeletttröntgen, konventionelles 77 f f
 Skelettszintigrafie (Bone scan) 81
 – Anwendung 310
 – Knochengeschwulst, primäres 295
 – Morbus Paget 272 f
 Skelettszintigramm 310
 Skeletttuberkulose 259 f
 SKIBO-Diseases 77
 Skleren, blaue 225
 Sklerenruptur 225
 Skleritis 152
 Sklerodermie, progressive 40
 Sklerose, unregelmäßige 296
 Softdrink 68
 Soja-Isolavon 313
 Sonnenbestrahlung 131
 Sonnenexposition 131
 Sonnenschutzcreme 135
 – Risikofaktor 53
 Sonnenstudio 131
 SOTI-(Spinal Osteoporosis Therapeutic Intervention-)Studie 169
 Sozioökonomie 308
 Speicherkrankheit 38, 259
 – Osteoporose 293 f
 Speiseröhre 151 f
 – Entzündung 152
 – Ulzeration 152
 Speiseröhrenepithel 152
 Spinal fracture 27 f
 Spine Deformity Index 80
 Spinomed aktiv 124
 Spinomed III 124
 Spondylarthrose 79
 Spondylitis
 – Röntgendiagnostik 79
 – tuberculosa 259
 Spongiosa 4
 – Gesamtmasse 7
 – Mikroarchitektur, dreidimensionale 22
 – normale 7
 – Osteoporose 22
 Spongiosaschwund 79
 Spongiosastruktur, verwachsene 79
 Spontanfraktur
 – Dysplasie, fibröse 277
 – Morbus Paget 272
 Sportart, geeignete 63 f
 Sporttherapie 123 f
 Sprungbelastung 63 f
 Sprunggelenk
 – Fraktur 31, 216
 – Knochenmarködem-Syndrom 269
 Spurenelemente 137 f
 Stabilbandage 208
 Standard-Röntgenaufnahme 100
 Statine 179
 – Frakturheilungsstimulation 192
 Steifigkeit 210, 279
 Stellatumblockade 265
 Steroidlangzeittherapie 243
 Steroidosteoporose 260
 Stillzeit
 – Risikofaktor 49 f
 – Vorsorgeprogramm 58
 Stimmungslage, depressive 52, 311 f
 Stolperstein 53 f

- Strahlenbelastung 98 ff
 - Strahlendosismenge 98 f
 - Strahlentherapie 285
 - Strahlentherapieprotokoll Gehirn 289
 - STRATOS-Studie 169
 - Stress shielding 279
 - Stressfraktur, Osteoporose
 - - regionale 259
 - - transiente 267
 - Stresshormon 52
 - Stressreaktion, akute 240
 - Stroma 45
 - Stromazelle 14, 18, 170, 192, 226
 - Strontium-Ranelat 166 ff
 - Hydroxylapatit 166
 - Kationsensing-Rezeptor 168 f
 - Klinische Studie 119, 169
 - Molekülstruktur 166
 - Nebenwirkung 169
 - Präparatebeschreibung 320
 - Wirkmechanismus, dualer 168
 - Strontium-Ranelat-Therapie 314
 - Studie, klinische kontrollierte 116 ff
 - Sturz
 - Checkliste 65
 - lokomotorischer 65
 - Prophylaxe 64 f
 - Risiko 65
 - Risikofaktor 55
 - Schulungsprogramm 54
 - Ursache 65
 - Sturzreflex 54 f
 - Stützmieler 123
 - Substanz
 - anabole 170
 - antiresorptive 113, 169 f
 - - Therapie 287
 - Frakturheilungsstimulation 192
 - Frakturheilungsstörung 192
 - osteoanabole 113, 200
 - Parathormon-ähnliche 182
 - Sympathikolyse 265
- T**
- Tamoxifen 143, 286
 - Tandemmanöver 75
 - Tannenbaumphänomen 74
 - Taubheit 225
 - Telefonkabel 55
 - Telopeptid 101
 - Teppichkante 55
 - Teriparatid
 - Gegenanzeige 172
 - Indikation 171 f
 - Klinische Studie 118
 - Kombination
 - - Alendronat 177 f
 - - Hormonersatztherapie 177
 - - Raloxifen 177 f
 - Nebenwirkung 172
 - Parathormon 171 f
 - Präparatebeschreibung 320 f
 - Therapie 314
 - Testosteron 313
 - Osteoporose beim Mann 235
 - Präparatebeschreibung 321
 - Testosteronmangel 145
 - Alkohol 67
 - Osteoporose
 - - beim Mann 235
 - - postmenopausale 35
 - Therapie 237
 - Transplantationsosteoporose 253
 - Testosteronsubstitution 253
 - Tetrazyklin 130, 192, 283
 - Halbwertszeit 151
 - Thalassämia major 293
 - Therapie 311
 - antiresorptive 138
 - - Monitoring 184 ff
 - - vs. osteoanabole 114
 - antivirale 243
 - DVO-Leitlinien Update 2009 330
 - European Guidance 2008 327
 - immunsuppressive 252 ff
 - leitliniengerechte 121 f
 - medikamentöse 327
 - - Indikation 120
 - - osteoanabole 112
 - - Monitoring 187
 - - osteoporotische 113 ff
 - - spezifische medikamentöse 330
 - Verlaufskontrolle 183 ff
 - Ziel 114
 - Therapiedauer 331
 - Therapieempfehlung 120, 144
 - Therapieindikation 330
 - Therapiekontrolle 97, 183 f, 240
 - Therapietreue 183
 - Therapieversager 188 ff

Thiaziddiuretika 178f
 Thyroxin 53
 Tibia 274
 Tibiafraktur
 – distale 31
 – proximale 216
 Tibolon 321
 Timed up & go test 54, 75
 TOP-Studie 172
 Totalendoprothese 202
 Trabekel s. Knochenbälkchen
 Trabekelmuster 30
 Trabekeloberfläche 46
 Trabekelvolumen 46
 Tragen, rüchenschonendes 62
 Training, effektives 64
 Trajektionslinie 4
 – DXA-Messung 96
 – Knochenaufbau 4, 6, 29
 – Magnetfeldtherapie 126
 – Verlaufskontrolle 185
 TRANCE (Tumor Necrosis Factor-related Activation-induced Cytokine) 14
 Transplantationsosteoporose 252f
 Treppe 55
 TROPOS-(Treatment of Peripheral Osteoporosis-)Studie 169
 T-Score 89ff
 Tumor
 – Beschwerden 295
 – brauner 260
 – Osteoporose 285ff
 – – transiente 267
 Tumor like lesion 295
 Tumorosteolyse 298f
 Tumorzelle
 – Knochenoberfläche 303
 – Tumorosteolyse 299
 Turmschädel 293
 Turner-Syndrom 41, 222
 – männliches 235
 Turnover 15, 33
 T-Wert 310
 Typ-1-Kollagen-Abbauprodukte 102

U

Übergang, thorakolumbalen 206f
 Übergewicht 50
 Übersäuerung 68f
 Übung, Entlastungshaltung 123

Übungsgerät, muskel- und knochen-
 aufbaustimulierendes 64
 Ultraschall 310
 Ultraschallgerät
 – Ferse 95
 – Grundphalangen 92
 Ultraschallmessung, quantitative (QUS) 91f
 Ultraschallwellen 91f
 Unterarmfraktur 213
 – Häufigkeit, altersabhängige 195
 – Risiko 194
 Untergewicht 50, 200
 Untersuchung
 – genetische 103
 – körperliche 23, 188, 225, 309
 – laborchemische 100
 Untersuchungsmethode,
 histologische 104
 Uveitis 152

V

Valproinsäure 250
 Vanishing bone disease 32f, 275f
 Vaskulitis 259
 Venenplexus 297
 Verbrennung 240
 Verdrängungsosteopathie 293f
 Verhalten, kreuzschonendes 62
 Verkalkung 71, 79, 253
 Verknüpfungspunkt 4
 Verlaufskontrolle 331
 Versorgungsdefizit 305
 Vertebral Deformation Score (VDS) 80
 Vertebroplastie 208ff
 – und Fixateur intern 210, 213
 – Schmerzlinderung 208f
 Very high turnover 33
 Virilisierung 145
 Vitamin
 – Kollagenstoffwechsel 18
 – Mangel 193
 – Zufuhr, ausreichende 61
 Vitamin A 62, 137
 Vitamin B₆ 137
 Vitamin B₁₂ 62, 137
 Vitamin C 137
 – Kalziumresorption 59, 61
 – Mangel 38
 – Mindestmenge, tägliche 61

- Vitamin D 131 ff, 312
 - aktives 3
 - – Therapie 314
 - – Transplantationsosteoporose 253
 - aktiviertes 136 f
 - Aufnahme, verminderte 71
 - Basistherapie 189
 - Bedarf 61
 - – Deckung 134 f
 - Hydroxylierung 131
 - Kalziumaufnahme 59
 - Low-Trauma-Fraktur 324
 - Metabolit 133
 - Präparatebeschreibung 318
 - Serumbestimmung 131
 - Skelettwirkung 133
 - Stoffwechselweg 132
 - Substitution in Schwangerschaft 231
 - Tagesmenge, empfohlene 132
 - Therapiekosten 121
 - Versorgung, adäquate 132 ff
 - im Wachstum 132
 - Wirkung, fraktursenkende 134
 - Zufuhr, empfohlene tägliche 136
 - Vitamin D₃
 - AIDS-Osteopathie 242
 - Osteoporose
 - – Antiepileptika-induzierte 251
 - – beim Kind 224
 - – transiente 268
 - – bei Verbrennung 240
 - Präparatebeschreibung 321
 - Substitution im Alter 234
 - Versorgung 251
 - Vitamin K 62, 137
 - Osteoporose, Antiepileptika-induzierte 251
 - Vitamin-Kollagenstoffwechsel 18
 - Vitamin-D-Mangel
 - Häufigkeit 135
 - Knochendichtemessung 104 ff
 - Knochenschwund, periprothetischer 278, 281
 - Osteoporose 38
 - – schwangerschaftsassozierte 231
 - Rachitis 134
 - relativer 41
 - Sturzrisiko 54 f
 - Ursache 135 f
 - Vitamin-D-Metabolismus, defekter 36
 - Vitamin-D-Metabolit, aktiver 136 f
 - AIDS-Osteopathie 242
 - Osteopathie, renale 256
 - Osteoporose beim Kind 224
 - Transplantationsosteoporose 253
 - Osteoporose, Antiepileptika-induzierte 251
 - Vitamin-D-Produktion, altersabhängige 134 f
 - Vitamin-D-Rezeptor 103
 - Vitamin-D-Rezeptor-Gen-Polymorphismus 103
 - Vitamin-D-Verlust, progressiver 240
 - Vitamin K 62, 137
 - Osteoporose, Antiepileptika-induzierte 251
 - Vitamin-K-Antagonist (VKA) 248
 - Vitamin-K-Mangel 248
 - Vitamin
 - Kollagenstoffwechsel 18
 - Mangel 193
 - Zufuhr, ausreichende 61
 - Vorsorgeprogramm 58 ff
 - Vorsorge-Untersuchung 306
- W**
- Wachstumsfaktor 8
 - Wachstumshormon
 - Knochenumbau (rhGH) 17
 - Osteoporose bei Verbrennung 240
 - Wachstumslinie 218 f
 - Ward-Dreieck 30, 87
 - Wärmebehandlung 123
 - Wash-out-Periode 178
 - Wassereinlagerung 143
 - Weichteilgewebe 54
 - Weltgesundheitsorganisation (WHO) 21
 - Stufenschema Analgetika 125
 - Weißbrot 59
 - Werner-Syndrom 41
 - WHI-Studie 139 f
 - Wiederaufbauphase 163
 - Wirbeldeformation
 - bikonkave 28
 - Formen 29
 - Wirbel einbruch 43
 - Wirbeldeformierung 29, 78
 - Wirbelfraktur 27 f
 - Bisphosphonate 157 ff
 - Folgefrakturrisiko 196

- Häufigkeit, altersabhängige 196
- morphometrische 161
- Risiko, erhöhte 125
- Wirbelfrakturenbehandlung 211
- Wirbelkörper
 - Einbruch 27,43
 - Frakturhäufigkeit 207
 - Morphometric X-ray absorptiometry (MXA) 80
 - Rahmenstruktur, auffällige 79
 - Röntgenaufnahme, konventionelle 77
 - Zusammenbruch 74
- Wirbelkörperdeformierung 78
- Wirbelkörperfraktur 206 ff
 - Antikoagulanzen 248
 - vs. Bandscheibenvorfall 206
 - frische vs. ältere 206
 - Graduierung nach Genant 80
 - Häufigkeit 207
 - Inzidenz unter Heparin 247
 - vs. Knochendichte 196
 - Krankenhausbetten-Belegung 195
 - Osteoporoseschweregrad 43
 - Risiko Folgefraktur 196 f
 - Sinterung, langsame 206
 - Skelettszintigrafie 81
- Wirbelkörperhinterkante 208
- Wirbelkörperhöhe 80, 209
- Wirbelmetastase, osteolytische 298
- Wirbelsäule
 - Altersveränderung 44
 - Frakturhäufigkeit 207
 - Frakturrisiko 194
 - Knochendichtemessung 92 f
 - Venenplexus 297
- Witwen-/Witwerbuckel 75
- Wochentablette 313
- Women's Health Initiative Study (WHI Study) 139
- Wrist fracture 31

- Z**
- Zahnanomalie 223
- Zahnausfall 77, 284
- Zähne 77
- Zahnextraktion 155
- Zahnfächer 283
- Zahnfacherweiterung 283
- Zahnhalteapparat 283 f
- Zahnlockerung 77
- Zahnpaste 284
- Zahnproblem 77
- Zahnstatus 263
- Zahnsteinbildung 284
- Zahnverlust 284
- Zelle
 - knochenaufbauende 10
 - knochenschützende 11 f
 - knochenüberwachende 10 f
- Zementaugmentation 202, 205
 - perkutane 208 ff
- Zementausfluss 210
- Zementeinspritzung 210 f
 - perkutane transpedikuläre 208 f
- Zigarette 52, 66
- Zirrhose, primär biliäre 38
- Zoledronat 156
 - Bronchialkarzinom 304
 - Gabe 160 ff
 - HORIZON-Studie 205
 - Kiefer-Osteonekrose 263
 - Klinische Studie 117
 - Knochenschwund, periprothetischer 282
 - Morbus Sudeck 265
 - Osteoporose
 - - Glukokortikoid-induzierte 246
 - - transiente 270
 - Präparatebeschreibung 321 f
 - Schwerkraft, fehlende 239
 - Therapie 313
- Zucker 59
 - Osteoporose-Vorbeugung 67 f
- Zugschraube 202
- Zytokine
 - Ausschüttung, entzündlich-bedingte 71
 - Osteoporose, regionale 259
 - Östrogenausfall 35
 - Syntheseort 18
 - Verbrennung 240
- Zytostatika
 - Frakturheilungsstörung 192
 - Osteoporose-Vorbeugung 70