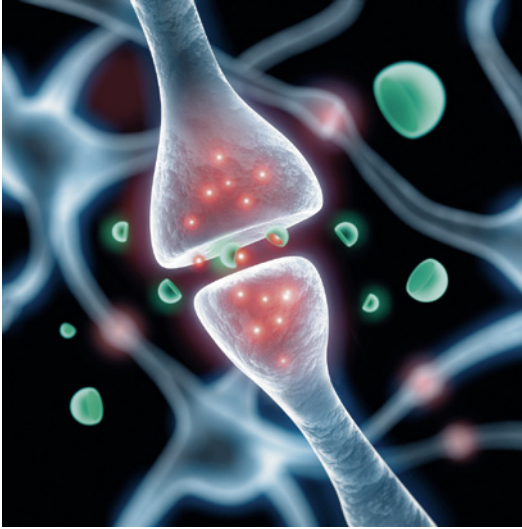


Von der Knochengesundheit zur Hirngesundheit



Während man in der Medizin bis in die 1970er-Jahre dachte, dass Vitamin D nur für die Knochengesundheit wichtig ist, weiß man heute, dass die Stoffwechselfunktion zahlreicher Gewebe und Organe durch das Sonnenvitamin gesteuert wird. Wie schon in Kap. 1 erläutert, wird das in der Haut mithilfe des Sonnenlichts gebildete oder mit der Nahrung zugeführte Vitamin D über den Blutkreislauf zur Leber transportiert (siehe Abb. 1.3).

Die Leber wandelt nun das Vitamin D mithilfe des Enzyms 25-Hydroxylase (25-OHase) in 25-OH-D, auch 25-OH-D, genannt um. 25-OH-D ist der beste Indikator für die Vitamin-D-Reserven des Körpers. Daher wird 25-OH-D gemein hin auch als das Barometer für die Vitamin-D-Gesundheit bezeichnet.

25-OH-D kann von den Nieren oder von den meisten Zellsystemen über die 1-alpha-Hydroxylase (1-OHase) zum biologisch aktiven Vitamin-D-Hormon, $1,25\text{-(OH)}_2\text{-D}$ aktiviert werden. Neben den Nieren sind in nahezu allen Geweben spezifische Vitamin-D-Rezeptoren (VDR) nachgewiesen worden. Dazu zählen unter anderem die:

- Bauchspeicheldrüse,
- Blutgefäße,
- Muskulatur,
- Zellen des Immunsystems,
- Zellen des Gehirns und Nervensystems.

Die wichtigsten Aufgaben des Sonnenvitamins

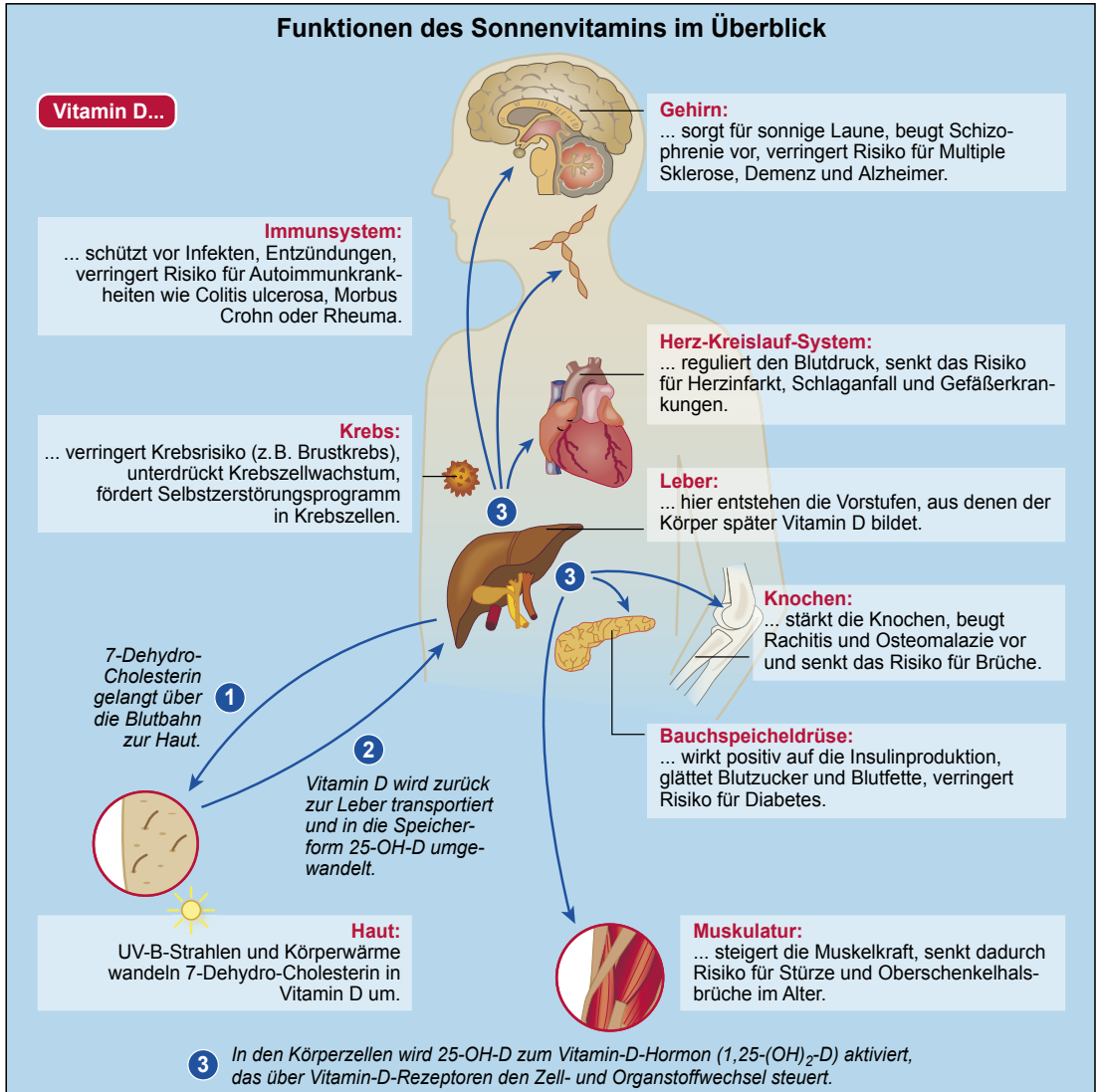


Abb. 3.1 Die Funktionen von Vitamin D im Körper. Nach Spitz J, 2011

Von der Knochengesundheit zur Hirngesundheit



Hormone sind biochemische Botenstoffe unseres Körpers. Kaum ein Lebensvorgang kommt ohne sie aus, und genauso verhält es sich mit dem Vitamin-D-Hormon: $1,25\text{-(OH)}_2\text{-D}$ gehört, wie auch die Sexualhormone zu den Steroidhormonen. In seinen Zielzellen reagiert $1,25\text{-(OH)}_2\text{-D}$ mit eigenen Rezeptoren, den oben erwähnten Vitamin-D-Rezeptoren. An der Zelloberfläche bindet $1,25\text{-(OH)}_2\text{-D}$ dabei zunächst an den Vitamin-D-Rezeptor. Mithilfe dieses Rezeptors wird $1,25\text{-(OH)}_2\text{-D}$ dann in die Zellen geschleust, um hier spezifische Wirkungen oder komplexe Regulationsfunktionen des betroffenen Organs zu steuern. Im Dünndarm steigert $1,25\text{-(OH)}_2\text{-D}$ auf diese Weise die Aufnahme des Calciums aus der Nahrung ins Blut.

Die Gesundheit und Stoffwechselfunktion der meisten Organe und Gewebe ist von einer guten Versorgung mit Vitamin D abhängig.

3.1 Fokus: Knochen

Vitamin D ist für die Calcium- und Phosphatverwertung sowie für die Knochengesundheit unabdingbar. Zur Vorbeugung von Rachitis oder Osteoporose reicht eine calciumreiche Ernährung nicht aus, da der Körper erst durch Vitamin D in der Lage ist das Knochenmineral aufzunehmen und effizient zu verwerten. Vitamin D ist sozusagen der Schlüssel, der Calcium das Tor zum Knochen öffnet. In der frühen Kindheit und im Erwachsenenalter sorgt das Sonnenvitamin für die gesunde Entwicklung und den Erhalt stabiler Knochen.

Für die bestmögliche Knochengesundheit und die gute Aufnahme von Calcium aus dem Dünndarm ist ein 25-OH-D-Status von mindestens 30 ng/ml notwendig. Ein Abfall der 25-OH-D-Spiegel unter 30 ng/ml ist mit einer erhöhten Ausschüttung von Parathormon aus der Nebenschilddrüse verbunden. Parathormon (PTH) fördert die Reifung und Aktivierung der Osteoklasten. Das sind

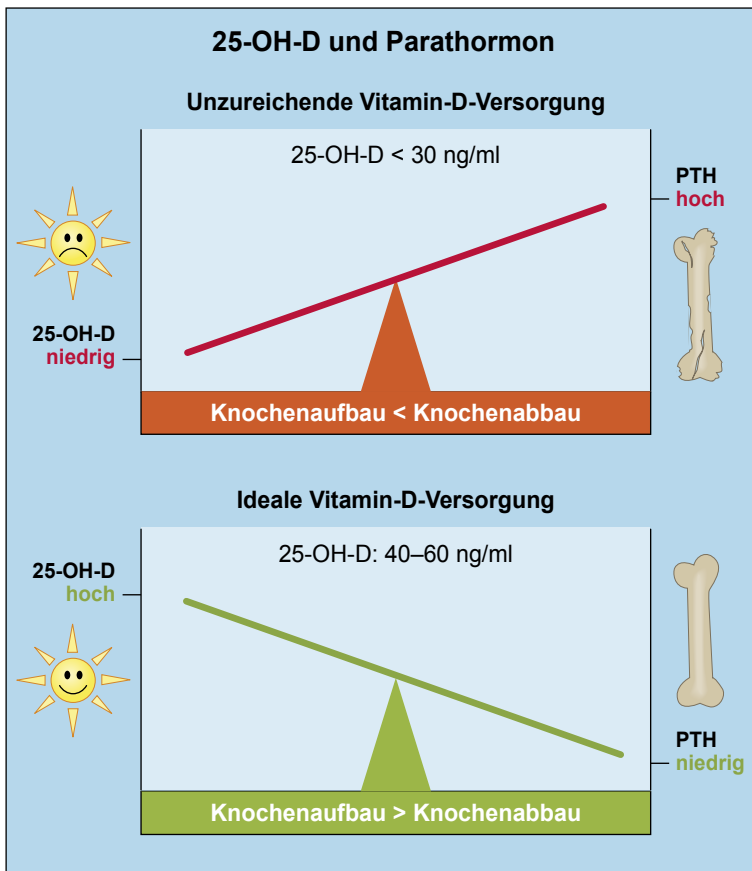


Abb. 3.2 Vitamin D und Knochengesundheit

Von der Knochengesundheit zur Hirngesundheit

INFO

Die ersten frühen Symptome eines Vitamin-D-Mangels (Rachitis) beim Kleinkind sind sehr unspezifisch und werden meistens zum Leid der betroffenen Kinder übersehen: Schreckhaftigkeit, Unruhe oder juckender Hautauschlag. Ein charakteristisches Vitamin-D-Mangel-Symptom beim Neugeborenen ist nächtliches Kopfschwitzen!



knochenabbauende Zellen, die Calcium aus dem Knochengewebe herauslösen. Erhöhte Parathormonspiegel begünstigen daher Störungen der Knochenmineralisation, fördern die Entwicklung der Knochenkrankheiten Rachitis und Osteomalazie und wirken muskeltatabol. Vitamin D ist der natürliche Gegenspieler des Parathormons und wirkt den knochenabbauenden Prozessen entgegen. Aktuelle Studien zeigen, dass der ideale 25-OH-D-Status, um einen Anstieg des Parathormons zu vermeiden bei mindestens 40 ng/ml liegen sollte (siehe Abb. 3.2).

Bis zum Alter von 20 Jahren werden 90% der maximalen Knochenmasse eines Menschen aufgebaut. In der 3. Lebensdekade wird der Knochenaufbau abgeschlossen und in der 4. Lebensdekade beginnt in aller Regel der Knochenabbau. Neben dem Säuglingsalter ist vor allem die Pubertät durch ein besonders rasches Knochenwachstum gekennzeichnet. Osteoporose ist eigentlich eine Kinderkrankheit, die man in der Kindheit gut vorbeugen kann, die aber im Erwachsenenalter schlecht zu therapieren ist. Eine der wichtigsten vorbeugenden Maßnahmen ist die gute Versorgung mit Vitamin D und Calcium in der Kindheit und im jungen Erwachsenenalter. Intensive körperliche Aktivität im Freien – täglich mindestens eine Stunde – ist daher für Kinder unabdingbar für die Entwicklung gesunder Knochen. Über die Sonnenlichtexposition wird die natürliche Vitamin-D-Versorgung zum Einen verbessert und über die Bewegung zum Anderen der Aufbau der maximalen Knochenmasse gesteigert.

3.1.1 Vitamin-D-Mangel im Kindesalter

Im Säuglings- und Kindesalter verursacht ein Vitamin-D-Mangel infolge einer unzureichenden Bildung von Calcium-Phosphat-Produkten Störungen des Knochen- und Muskelstoffwechsels, die

in ihrer schlimmsten Ausprägung als Rachitis bekannt sind. Aktuell kommen in Deutschland bei Säuglingen und Kleinkindern immer wieder Fälle dieser klassischen Vitamin-D-Mangelkrankheit vor. Sobald Kinder anfangen das Gehen zu lernen und die Schwerkraft auf die weichen Knochen einwirkt, bilden sich die für Rachitis typischen Verformungen: stark ausgeprägte X- oder Sabelbeine aus. Als weitere Symptome können Fehlstellungen der Beinachsen, eine trichterförmige Einsenkung des Brustbeines, Muskelschwäche besonders der unteren Extremitäten, Knochenschmerzen und eine erhöhte Infektanfälligkeit auftreten. Die schlaffe Muskulatur an der Bauchdecke führt zu einem Froschbauch. Insgesamt ist das gesamte Wachstum verlangsamt. Durch das Abflachen des Hinterkopfes und Auftreiben der Schädelnähte kann sich bei den betroffenen Kindern sogar ein Quadratschädel entwickeln.

Der starke Abfall der Calciumspiegel im Blut führt zu einer Übererregbarkeit der Nerven- und Muskelzellen bis hin zu schmerzhaften Krämpfen – in der Medizin bekannt als Tetanie. Im Extremfall können diese Muskelkrämpfe lebensbedrohliche, epilepsieähnliche Erscheinungsformen annehmen. Aktuell kommen in Deutschland bei Säuglingen und Kleinkindern immer wieder Fälle einer Rachitis vor.

Um die Vitamin-D-Versorgung bereits im Mutterleib sicherzustellen sollten Frauen in der Schwangerschaft täglich 1 500–2 000 I.E. Vitamin D einnehmen. Im Säuglingsalter reicht die Vitamin-D-Versorgung durch die Muttermilch zur Bedarfsdeckung nicht aus. Muttermilch enthält nur 12–60 I.E. Vitamin D pro Liter. Um die altersgerechte Mineralisation des im ersten Lebensjahr stark wachsenden Skelettsystems zu er-

TIPP

Stillende Mütter, die sicher gehen wollen, dass ihr gestilltes Kind über die Muttermilch ausreichend Vitamin D erhält sollten 4 000–6 000 I. E. Vitamin D am Tag ergänzen. In Pilotstudien konnte der Vitamin-D-Gehalt der Muttermilch von 82 I. E. Vitamin D pro Liter durch die mütterliche Supplementierung von 6 400 I. E. Vitamin D pro Tag auf 873 I. E. Vitamin D pro Liter angehoben werden.



Von der Knochengesundheit zur Hirngesundheit

INFO

Ein einfacher Osteomalazie-Test ist eine starke Schmerzprovokation bei moderatem Druck auf das Brustbein oder die Schienbeinkante, der normalerweise nicht schmerzhaft ist.

möglichen, ist daher die Deckung des Vitamin-D-Bedarfs durch die tägliche zusätzliche Gabe von Vitamin-D-Präparaten erforderlich. Säuglinge sollten im ersten Lebensjahr täglich 400–1 000 I. E. Vitamin D einnehmen. Nimmt die stillende Mutter selber hochdosiert Vitamin D ein (z. B. 4 000 I. E. Vitamin D pro Tag), um den Vitamin-D-Gehalt in der Muttermilch zu erhöhen, dann sollten die dem Säugling zusätzlich gegebenen Vitamin-D-Supplemente in der Dosierung entsprechend angepasst werden!

Vom ersten bis zum 12. Lebensjahr empfehlen wir die regelmäßige Einnahme von 1 000–2 000 I. E. Vitamin D pro Tag, und ab einem Alter von 13 Jahren 1 500–2 000 Vitamin D täglich. Übergewichtige Kinder benötigen in Abhängigkeit des Körpergewichts und der Fettmasse 2–3-mal so viel Vitamin D wie Normalgewichtige zur Aufrechterhaltung eines normalen 25-OH-D-Status.

3.1.2 Vitamin-D-Mangel im Erwachsenenalter

Beim Erwachsenen führt ein Vitamin-D-Mangel zu einer schmerzhaften Knochenerweichung, der Osteomalazie. Bei der Osteomalazie geraten Knochenneubildung und Knochenabbau aus dem Gleichgewicht. Die niedrigen Calciumspiegel im Blut lassen bei einem Vitamin-D-Mangel ($25\text{-OH-D} < 20 \text{ ng/ml}$) die Konzentrationen an Parathormon ansteigen. Die erhöhten Parathormon-Spiegel fördern den Verlust von Phosphat über den Urin. Die Folge ist eine unzureichende Bildung von Calcium-Phosphat-Produkten, die der Knochen für seine Mineralisierung benötigen würde. Durch die Störung der Knochenmineralisierung wird der Knochen nicht genügend gehärtet (siehe Abb. 3.3).

Die unzureichende Mineralisierung der Knochengrundsubstanz führt zusätzlich zu anhaltenden Knochenschmerzen in den Armen

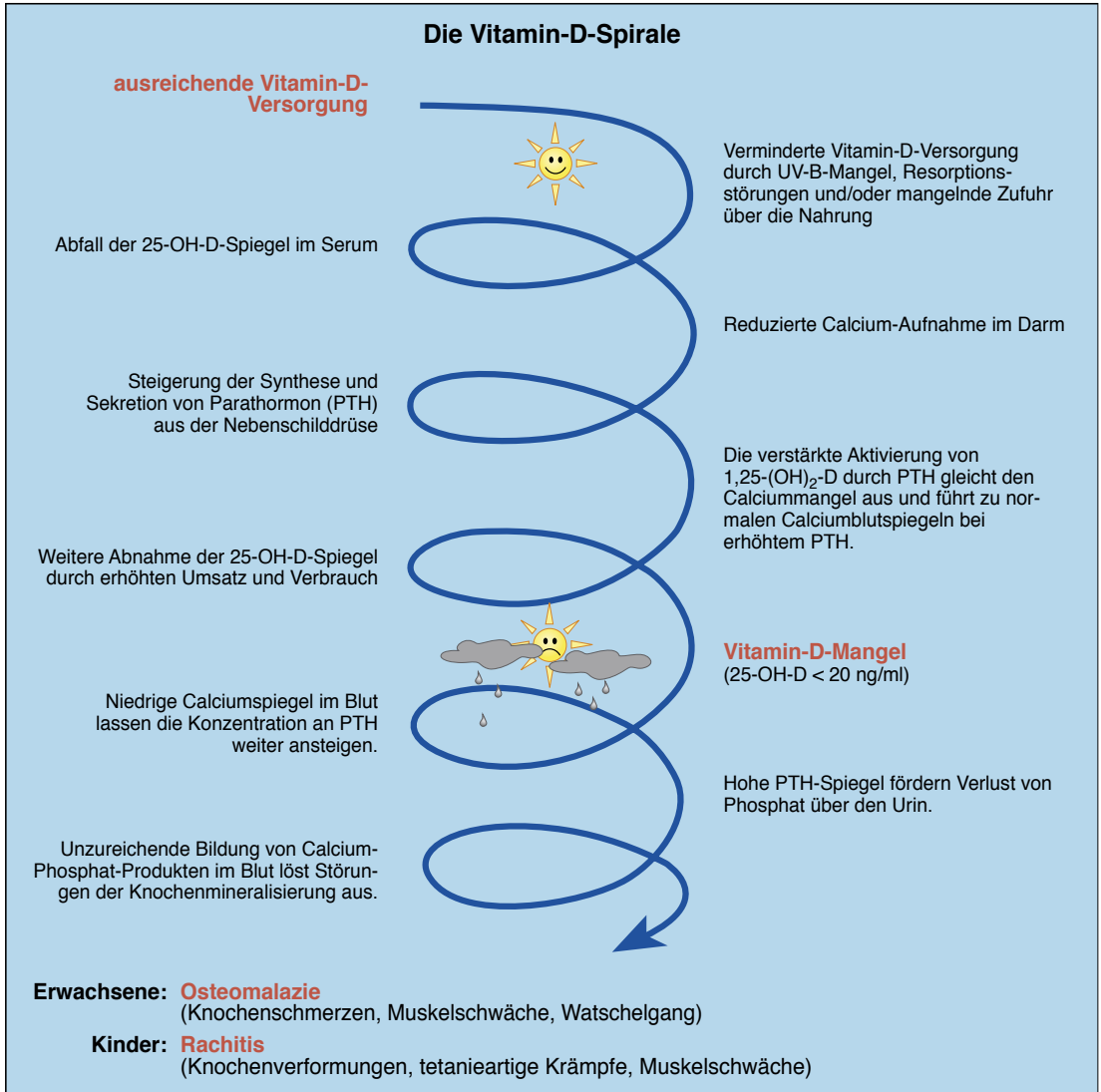


Abb. 3.3 Die Vitamin-D-Mangel-Spirale. PTH = Parathormon