

STIFTUNG

OrthoKennis

Information über orthomolekulare Ernährung und Gesundheit



Forschung

HOME | FORSCHUNG | NEUIGKEITEN | KURSE | LINKS | KONTAKT

Item

Großes Interesse für Vitamin D

Vitamin D (Calciferol) ist in den letzten Jahren stark in den Mittelpunkt des gesundheitlichen Interesses gerückt. Das Wissen darüber, welche Rolle das fettlösliche Vitamin im menschlichen Körper spielt, hat stark zugenommen. Wissenschaftler entdecken immer mehr - chronische - Erkrankungen, die mit einem inadäquaten Vitamin-D-Status* (* Siehe die Begriffserläuterung am Ende.) in Beziehung stehen. Deshalb wird weiter darüber diskutiert, wie viel Vitamin D ein Mensch ergänzend zu dem Vitamin D benötigt, das der Körper unter der Einwirkung von Sonnenlicht in der Haut selbst produziert. Beängstigend viele Menschen haben einen niedrigen Vitamin-D-Status. Es handelt sich um ein Problem, das weltweit in Erscheinung tritt, auch in sonnigen (sub-) tropischen Ländern.

Calciferol, Calcidiol und Calcitriol

Calciferol, das in der Haut produziert wird (Cholecalciferol) oder aus der Nahrung oder Nahrungsergänzungsmitteln stammt (Cholecalciferol oder Ergocalciferol), wird in der Leber zu 25-Hydroxy-Vitamin D (Calcidiol) umgewandelt. Calcidiol – im Blut an das Vitamin-D-bindende Protein gebunden – hat eine lange Halbwertszeit von 4 bis 5 Wochen und fungiert als interne Vitamin-D-Reserve. Es kann nach Bedarf in den Nieren und anderen Zellen und Geweben in das biologisch aktive Hormon 1,25-Dihydroxy-Vitamin D (Calcitriol) umgewandelt werden. Der Serumspiegel von Calcidiol ist ein gutes Maß für den Vitamin-D-Status.

Breiter Aufgabenbereich

Calcitriol hat Bedeutung für den Kalzium und Phosphathaushalt, Mineralstoffe, die an der Knochenmineralisierung, Muskelkontraktion, Nervenleitung und Zellfunktion im gesamten Körper beteiligt sind. Calcitriol hat darüber hinaus eine autokrine* Funktion in der Regulation der Genexpression, Zelldifferenzierung und Zellproliferation: in über 30 verschiedenen Zelltypen und Gewebearten wurden Rezeptoren für Vitamin D gefunden, die Calcidiol aktivieren können, darunter Immunzellen (Lymphozyten, Makrophagen), Gehirn, Muskeln, Herz, Bauchspeicheldrüse, Schilddrüse, Nebenschilddrüse, Thymus, Eierstockepithel, Zervixepithel, Darm, Plazenta, Keratinozyten*, Brust- und Prostatagewebe.⁽¹⁾ Dies bedeutet, dass Vitamin D ein breites Aufgabengebiet hat und sich in vielerlei Hinsicht auf die Gesundheit auswirken kann. Calcitriol hat unter anderem immunomodulatorische und entzündungshemmende Eigenschaften, ist am Glukose-Haushalt und an der Blutdruckregulation beteiligt und beeinflusst den Hirnstoffwechsel und die Fruchtbarkeit. Eine neue Erkenntnis ist, dass Vitamin D eine entscheidende Rolle bei der Erhaltung einer guten Barrierefunktion der Darmschleimhaut spielt und einer erhöhten Durchlässigkeit der Darmwand entgegenwirkt.⁽²⁾

Krankheitsprävention

Es gibt immer mehr wissenschaftliche Beweise dafür, dass ein guter Vitamin-D-Status zur Prävention häufiger chronischer Krankheiten beiträgt, darunter Krankheiten des Bewegungsapparats,

das Metabolische Syndrom, Diabetes Typ 2, Herz- und Gefäßkrankheiten, Autoimmun-Krankheiten, Infektionskrankheiten, Krebs und psychische Erkrankungen. Dafür zu sorgen, dass der Vitamin-D-Bedarf während des ganzen Jahres optimal gedeckt ist, ist daher eine lohnende und preiswerte Investition in die Gesundheit.

Vitamin D

ist in jeder Lebensphase wichtig; ein entsprechender Kommentar in der niederländischen Medizinzeitschrift Tijdschrift voor Geneeskunde trägt den treffenden Titel 'Vitamine D: belangrijk al vóór de wieg en tot het graf' (Vitamin D: Bereits vor der Wiege und bis zur Bahre wichtig).⁽³⁾ Möglicherweise führt eine Verbesserung des Vitamin-D-Status zu einer höheren Lebenserwartung: In einer kürzlichen Meta-Analyse geben die Forscher an, dass eine Vitamin-D-Ergänzung (durchschnittlich 400-800 IU/d) mit einer Abnahme der Gesamtsterblichkeitsziffern einhergeht.⁽⁴⁾ Tabelle 1 gibt eine Übersicht über die Erkrankungen, die mit einem inadäquaten Vitamin-D-Status oder einer unzureichenden Vitamin-D-Funktion in Verbindung gebracht werden. Vitamin-D-Mangel führt zugleich auch zu einer Reihe recht allgemeiner und unspezifischer Beschwerden wie Mattigkeit, (Muskel-) Schmerzen und Lumbalgie (Hexenschuss).⁽⁵⁾

Bewegungsapparat

Bei einem Calcidiolspiegel <12,5 nmol/l entstehen die typischen Vitamin-D-Mangelerkrankungen Rachitis* bei Kindern und Osteomalazie* bei Erwachsenen. Gegenwärtig nimmt die Zahl der an Rachitis erkrankten Kinder wieder zu, auch in westlichen Ländern. Ein weniger ausgebildeter Vitamin-D-Mangel ist mitverantwortlich für das Entstehen von Osteoporose (Knochenschwund), Muskelschwund (Verlust von Muskelmasse und Muskelkraft), Myopathie (Muskelschwäche insbesondere in den Muskeln der Oberarme und Oberschenkel, diffuse Muskelschmerzen, Knochenschmerzen und Müdigkeit) und Gleichgewichtsprobleme.⁽⁶⁾ Älteren Menschen mit Vitamin-D-Insuffizienz (Calcidiolspiegel 12,5-50 nmol/l) ist hierdurch in höherem Maße der Aufenthalt in einem Pflegeheim vorbestimmt. Es ist wissenschaftlich erwiesen, dass eine Verbesserung des Vitamin-D-Status bei älteren Menschen mit maximaler Unterdrückung der Parathormonsekretion* den Verlust an Knochenmasse verringert und zu weniger Knochenbrüchen führt. Durch ein besseres Gleichgewichtsgefühl und stärkere Beinmuskeln verringert sich auch das Sturzrisiko.⁽⁶⁻⁸⁾

Autoimmun-Krankheiten

Ein niedriger Vitamin-D-Status vergrößert wahrscheinlich das Risiko, an Autoimmun-Krankheiten wie z.B. an Diabetes Typ 1, rheumatoider Arthritis, entzündlicher Darmerkrankung (Morbus Crohn, Colitis ulcerosa) und Multipler Sklerose zu erkranken.^(1,6,9,10) Weil Vitamin D die Produktion der entzündungsfördernden Zytokine und die Aktivität der regulatorischen T-Zellen beeinflusst, kann es Entzündungsprozesse, die bei Autoimmun-Krankheiten eine zentrale Rolle spielen, eindämmen. Kinder, die ein Vitamin-D Nahrungsergänzungsmittel einnehmen, haben ein signifikant geringeres Risiko, an insulinpflichtigem Diabetes zu erkranken, als Kinder ohne zusätzliche Vitamin-D-Versorgung. Die schützende Wirkung von Vitamin D ist wahrscheinlich dosisabhängig und am größten, wenn in sehr jungem Alter mit der Zusatzversorgung begonnen wird.⁽¹⁾

Ein niedriger Vitamin-D-Status in der Pränatalperiode und frühen Kindheit kann (neben anderen Faktoren) zur Erkrankung an Multipler Sklerose im fortgeschrittenen Alter beitragen. Bei Heranwachsenden ist eine Änderung des Calcidiolspiegels um 50 nmol/l mit 41% weniger neuen MS-Fällen assoziiert.⁽⁹⁾ Tierversuche legen nahe, dass Vitamin D wegen der immunosuppressiven Eigenschaften von Calcitriol bei bestehenden Autoimmun-Krankheiten eine therapeutische Wirkung hat.⁽¹⁰⁾

Metabolisches Syndrom und Diabetes

Vitamin D unterstützt den Glukose-Stoffwechsel, in dem es regulierend in die Insulinsekretion und Insulinwirkung eingreift. Ein niedriger Calcidiolspiegel geht mit Insulinresistenz, Hyperglykämie, Hypertonie, Hypertriglyzeridämie, einer Fettansammlung im Bauchbereich und einem niedrigen HDL-Cholesterinspiegel (Kennzeichen des Metabolischen Syndroms) einher.

(6,11) Übergewichtige oder adipöse Personen haben einen signifikant niedrigeren Calcidiolspiegel als Personen mit normalem Körpergewicht. Der Calcidiolspiegel korreliert reziprok mit dem Prozentanteil Körperfett. Wissenschaftler vermuten, dass ein niedriger Vitamin-D-Status durch den erhöhten PTH-Spiegel (Parathormon*) zur Bildung von Fettgewebe (Lipogenese) beiträgt. Umgekehrt hemmt Calcitriol die Bildung von Körperfett. Versuchstiere mit Diabetes-Disposition wurden signifikant häufiger krank, wenn sie Vitamin-D-armes Futter erhielten. Die Nahrungsergänzung mit Vitamin D₃ bei Tieren mit Diabetes Typ 2 führte zu einer signifikanten Abnahme des Blutzuckerspiegels.⁽¹²⁾ Beim Menschen ist das Risiko einer Insulinresistenz, des Metabolischen Syndroms und von Diabetes Typ 2 umso größer, je niedriger der Serumcalcidiolspiegel ist.⁽¹²⁾

Ein guter Vitamin-D-Status kann sich bei Diabetikern positiv auf den Glukosestoffwechsel auswirken. Experimentelle Studien legen außerdem nahe, dass ein guter Vitamin-D-Status zur Prävention der diabetischen Nephropathie* beiträgt.⁽¹³⁾ Weiterhin gibt es Hinweise darauf, dass sich der mit der Diabetikerneuropathie einhergehende Schmerz bei Vitamin-D-Mangel verschlimmert. Studien haben gezeigt, dass alle untersuchten Versuchspersonen mit diabetischer Neuropathie einen Vitamin-D-Mangel aufwiesen (durchschnittlicher Calcidiolspiegel 18 ng/ml), dabei korrelierte die Schmerzbewertungsziffer negativ mit dem Serumcalcidiolspiegel.⁽¹⁴⁾ Die Vitamin-D-Ergänzung führte zu einer signifikanten Abnahme des Schmerzes.

Herz- und Gefäßkrankheiten

Studien legen nahe, dass Vitamin-D-Mangel aufgrund der Assoziation mit Glukoseintoleranz, Metabolischem Syndrom, Dyslipidämie, Hypertonie und einer erhöhten Entzündungsaktivität zur Entstehung von Herz- und Gefäßkrankheiten (darunter ischämische Herzerkrankung, Schlaganfall, Herzversagen) beiträgt.⁽¹⁵⁾ Erhöhte Spiegel entzündungsfördernder Zytokine tragen vermutlich zur Pathogenese und den Symptomen der kongestiven Herzinsuffizienz bei. Eine Vitamin-D-Ergänzung (50 µg/d) bei Patienten mit Herzinsuffizienz hatte einen signifikanten entzündungshemmenden Effekt (bei Zunahme des entzündungshemmenden Zytokins Interleukin-10) und kann das Fortschreiten der Krankheit möglicherweise hemmen.⁽¹⁶⁾

Infektionskrankheiten

Calcitriol ist für das gute Funktionieren des Immunsystems wichtig. Es hat eine starke immunomodulatorische Wirkung und bestimmt unter anderem die Aktivität von dendritischen Zellen*, die antimikrobielle Reaktion von Makrophagen, die Proliferation von T- und B-Lymphozyten und die Bildung verschiedener Zytokine. Die Anfälligkeit für Infektionskrankheiten wie Tuberkulose, akute Atemwegsinfektionen und Influenza ist bei einem niedrigen Vitamin-D-Spiegel größer.^(8,17,35)

Psychische Erkrankungen

Verschiedene Studien weisen auf einen Zusammenhang zwischen einem niedrigen Vitamin-D-Status während der Pränatalperiode (drittes Vierteljahr) und des ersten Lebensjahrs und einem erhöhten Risiko hin, im fortgeschrittenen Lebensalter an

Schizophrenie zu erkranken, vor allem bei Männern.^(18,19) Ein Vitamin-D-Mangel vor der Geburt und in der frühen Kindheit könnte auch bei der Ausbildung von Autismus eine Rolle spielen.⁽²⁰⁾ Weiterhin wurde ein Vitamin-D-Mangel auch mit Niedergeschlagenheit und Depressionen in Verbindung gebracht. Untersuchungen haben gezeigt, dass sich eine Verbesserung des Vitamin-D-Status positiv auf Stimmung und Wohlbefinden auswirkt.^(21,22) In einer großen Reihenuntersuchung, der Longitudinal Aging Study Amsterdam, wurde eine Korrelation zwischen dem Vorhandensein und dem Schweregrad von Depressionen und der Absenkung des Calcidiolspiegels sowie der Erhöhung des Parathormonspiegels* festgestellt.⁽²³⁾

Krebs

Calcitriol reguliert in verschiedenen Zelltypen die Zellteilung und Zelldifferenzierung. Ergebnisse von Laboruntersuchungen, Tierversuchen und epidemiologischen Studien lassen vermuten, dass ein niedriger Vitamin-D-Status zur Entstehung und zum Fortschreiten verschiedener Krebsformen beiträgt (siehe Tabelle 1).⁽⁶⁾ In einer vierjährigen placebokontrollierten Doppelblindstudie mit über 1100 Versuchspersonen im Alter von 55 und mehr Jahren führte die Nahrungsergänzung mit 1100 IU Vitamin D (Cholecalciferol) und 1400-1500 mg Calcium pro Tag zu einer hochsignifikanten Senkung der Sterblichkeit durch Krebs.⁽²⁴⁾

Wie viel Vitamin D brauchen wir?

Die aktuellen Empfehlungen für die Niederlande (siehe Tabelle 2) sind so gewählt, dass sie die Mangelkrankungen Rachitis* und Osteomalazie* (Calcidiolspiegel > 30 nmol/l) verhindern, sie reichen aber nicht aus, um einen optimalen Vitamin-D-Status zu erzielen (maximale Senkung der Risiken Osteoporose und Knochenbrüche, maximale Unterdrückung der sekundären Hyperparathyreose, optimale Kalzium-Resorption im Darm).^(5,8,25,26) Maßgebliche internationale Vitamin-D-Experten vertreten die Meinung, dass ein optimaler Vitamin-D-Status dann vorliegt, wenn der zirkulierende 25(OH)D-Serumspiegel mindestens 70 bis 80 nmol/l beträgt.⁽²⁷⁾ Um einen solchen Calcidiolspiegel zu erreichen, ist eine Oraldosis Vitamin D₃ von mindestens 20-25 µg/d (800-1000 IU/d) erforderlich.⁽²⁷⁾ Älteren Menschen, in deren Haut weniger Cholecalciferol gebildet wird, ist mit einer Tagesdosis von 50 µg/d (2000 IU/d) geholfen; wenn der Calcidiolspiegel nach 3 Monaten Einnahme nicht höher liegt als 32 nmol/l, kann die Dosis zeitweise auf 100 µg/d (4000 IU/d) erhöht werden.⁽⁶⁾ Die Lebensqualität älterer Menschen kann sich dadurch enorm verbessern. Frauen in der Schwangerschaft oder Stillzeit haben ebenfalls einen größeren Vitamin-D-Bedarf, als die aktuellen Empfehlungen ausweisen, gerade wenn man die Gesundheit des Kindes im Auge hat. Eine angemessene Tagesdosis liegt bei 50 µg (2000 IU/d) oder (zeitweise) auch 100 µg (4000 IU/d).^(5,36) Die regelmäßige Überprüfung des Calcidiolspiegels ist eine gute Methode, um die adäquate Tagesdosis festzustellen.

Wann reicht das Sonnenlicht aus?

In den Niederlanden ist es nur zwischen Mai und Oktober möglich, in der entblößten Haut ausreichend Vitamin D zu bilden, wenn man sich zwischen 11 und 15 Uhr mindestens eine Viertel bis halbe Stunde unter freiem Himmel in der Sonne aufhält.⁽²⁸⁾ Für den Rest des Jahres sind wir von Vitamin D aus der Nahrung oder Nahrungsergänzungsmitteln abhängig. Es ist schwierig, wenn nicht sogar unmöglich, ausreichend Vitamin D für einen optimalen Vitamin-D-Status aus unserer Nahrung zu beziehen, auch wenn wir mit Vitamin D angereicherte Lebensmittel zu uns nehmen. Daher empfiehlt sich die Verwendung eines hochdosierten Vitamin-D-Nahrungsergänzungsmittels.⁽²⁸⁾ Auch in den Monaten Mai bis Oktober sind viele Menschen größtenteils von der Vitamin-D-Zufuhr über die Nahrung oder über Nahrungsergänzungsmittel abhängig. Als Ursachen

sind zu nennen: eine dunkle Hautfarbe, das Tragen verhüllender Kleidung (Schleier, lange Ärmel), die Verwendung von Sonnenschutzmitteln (Faktor 15 und höher), der vornehmliche Aufenthalt in Räumen, höheres Lebensalter, (in dem weniger leicht Vitamin D in der Haut gebildet wird,) ungünstige meteorologische Verhältnisse (bedeckter Himmel, Luftverschmutzung) und das Meiden direkter Sonnenstrahlung (wegen der Alterung der Haut und des erhöhten Hautkrebsrisikos).

Inadäquater Vitamin-D-Status

Zahlreiche Studien haben erwiesen, dass beängstigend viele Menschen einen inadäquaten Vitamin-D-Status haben, darunter Ältere, Kranke, Kinder, Schwangere und Menschen mit Migrationshintergrund.⁽²⁷⁾

Einige Beispiele:

- In einer niederländischen Studie hatten 82% einer Gruppe Psychogeriatric-Patienten (durchschnittliches Alter 79 Jahre) einen Calcidiolspiegel unter 30 nmol/l; 47% hatten einen Calcidiolspiegel unter 20 nmol/l.⁽²⁹⁾
- Eine niederländische Reihenuntersuchung ergab, dass 51% der Senioren (60-87 Jahre) in den Wintermonaten einen Calcidiolspiegel <50 nmol/l haben.⁽²⁸⁾
- In italienischen Studien lag der Calcidiolspiegel bei 99 der 104 untersuchten Hochbetagten (älter als 98 Jahre) so niedrig, dass er nicht mehr messbar war (Calcidiolspiegel <5 nmol/l).⁽³⁰⁾
- Wissenschaftler in Den Haag stellten bei schwangeren Frauen türkischer Herkunft einen durchschnittlichen Calcidiolspiegel von 15 nmol/l fest, bei Frauen marokkanischer Herkunft einen Spiegel von 20 nmol/l und bei Frauen aus westlichen Ländern einen mittleren Calcidiolspiegel von 53 nmol/l.⁽³¹⁾ In Amersfoort wurde bei 55% der schwangeren Frauen nichtwestlicher Herkunft eine schwere Vitamin-D-Defizienz (< 20 nmol/l) gefunden, bei einheimischen Schwangeren im Vergleich dazu nur bei 5%. Von den Neugeborenen litten 54% bzw. 6% an einer schweren Vitamin-D-Defizienz.⁽⁵⁾
- In einer britischen Reihenuntersuchung von unter 45-Jährigen hatten 87% in Winter und Frühjahr und 61% in Sommer und Herbst einen Calcidiolspiegel unter 75 nmol/l. 47% bzw. 15% hatten einen Calcidiolspiegel unter 40 nmol/l und 16% bzw. 3% einen Calcidiolspiegel unter 25 nmol/l.⁽³²⁾

Unbedenklichkeit und Wechselwirkungen

Vitamin D ist weitaus weniger toxisch als früher angenommen wurde. Vitamin-D-Toxizität mit Hyperkalzämie tritt erst bei Dosierungen ab 250 µg pro Tag (10.000 IU/d) und Calcidiolspiegeln oberhalb von 220 nmol/l auf.^(8,33) Eine hohe Dosis Vitamin D ist kontraindiziert bei Hyperkalzämie, Hyperparathyreose und Nierensteinen.

⁽⁶⁾ Verschiedene Arzneimittel wirken sich negativ auf den Vitamin-D-Status oder die Funktion von Vitamin D aus: Antiepileptika (darunter Carbamazepin, Phenytoin, Primidon, Phenobarbital), Corticosteroide, Cimetidin, Colestipol, Cholestyramin, Cyclosporin, Abführmittel, Etidronat, Heparin, Steroidhormone und Tuberkulostatika (darunter Isoniazid, Rifampicin). Ein Beispiel: In Untersuchungen hatten über 75% der Versuchspersonen, die über lange Zeit Antiepileptika einnehmen, einen Vitamin-D-Mangel (Calcidiolspiegel < 20 ng/ml).⁽³⁴⁾

Erläuterung der Begriffe:

Autokrin – Mechanismus der hormonellen Beeinflussung, bei dem ein Gewebe

ein Hormon produziert, das nur in der unmittelbaren Umgebung des Produktionsbzw. Sekretionsortes wirkt.

Dendritische Zellen – eine Art weißer Blutkörperchen, die fremde Eiweiße und Zellbestandteile (z.B. von Bakterien und Viren)

intrazellulär aufnehmen und dem Immunsystem so präsentieren, dass das Immunsystem spezifisch darauf reagieren kann.

Keratinocyten – in der Oberhaut (Epidermis) hauptsächlich vorkommender Zelltyp.

Nephropathie – Nierenerkrankung infolge der Schädigung der kleinen Blutgefäße oder des Filterapparats der Niere.

Osteomalazie – durch schweren Vitamin-D-Mangel ausgelöste Knochenerweichung bei Erwachsenen; das Knochenvolumen ist normal, kennzeichnend ist das niedrige Verhältnis des mineralisierten Knochens zur organischen Knochenmatrix.

Parathormon – (Nebenschilddrüsenhormon, PTH), ein Hormon, das zusammen mit Vitamin D und Calcitonin die Kalziumkonzentration im Körper reguliert. PTH sorgt für eine Erhöhung des Kalziumspiegels im Blut.

Rachitis – „Englische Krankheit“; Knochenverformungen bei Kindern (Buckel, O-Beine) durch schweren Vitamin-D-Mangel.

Vitamin-D-Status – hier sind verschiedene Stufen zu unterscheiden. *Vitamin-D-Defizienz*: Calcidiolspiegel <12,5 nmol/l - hierbei entstehen Rachitis, Osteomalazie, Myopathie, Kalzium-Malabsorption und schwere (sekundäre) Hyperparathyreose; *Vitamin-D-Insuffizienz*: Calcidiolspiegel 12,5-50 nmol/l - hierbei nimmt die Knochendichte ab, die Kalziumaufnahme ist vermindert und der Parathormonspiegel erhöht und

es kann eine (subklinische) Myopathie auftreten; *Hypovitaminose D*: Calcidiolspiegel 50 bis 70-80 nmol/l - hierbei ist die Vitamin-D-Reserve gering und der Parathormonspiegel kann leicht erhöht sein.

Vitamin-D-Suffizienz: Calcidiolspiegel 70 oder 80-220 nmol/l - optimaler Vitamin-D-Status.⁽⁸⁾

Literaturhinweise

1. Zittermann A: Vitamin D in preventive medicine: are we ignoring the evidence? Br J Nutr 2003; 89: 552-72.
2. Kong J, et al: Novel role of the vitamin D receptor in maintaining the integrity of the intestinal mucosal barrier. Am J Physiol Gastrointest Liver Physiol. 2008;294(1):G208-16.
3. Grootjans-Geerts I: Vitamine D: belangrijk al vóór de wieg en tot het graf. Ned Tijdschr Geneesk. 2006;150(9):470-2.
4. Autier P, et al: Vitamin D supplementation and total mortality: a meta-analysis of randomized controlled trials. Arch Intern Med. 2007;167(16):1730-1737.
5. Wielders JP, et al: Ernstige vitamine D-deficiëntie bij ruim de helft van de niet-westerse allochtone zwangeren en hun pasgeborenen. Ned Tijdschr Geneesk. 2006;150:495-9.
6. Cherniack EP, et al: Hypovitaminosis D: a stealthy epidemic that requires treatment. Geriatrics. 2008;63(4):24-30.
7. Bischoff-Ferrari HA, et al: Fall prevention by vitamin D treatment: a meta-analysis of randomized controlled trials. J Am Med Assoc 2004;291:1999-2006.
8. Muskiet FA, et al: Vitamine D: waar liggen de grenzen van deficiëntie, adequate status en toxiciteit? Ned Tijdschr Klin Chem Labgeneesk 2007; 32:150-158.
9. Kimball SM, et al: Safety of vitamin D3 in adults with multiple sclerosis. Am J Clin Nutr. 2007;86(3):645-51.
10. Arnson Y, et al: Vitamin D and autoimmunity: new aetiological and therapeutic considerations. Ann Rheum Dis. 2007;66(9):1137-42.
11. Ford ES et al. Concentrations of serum vitamin D and the metabolic syndrome among U.S. adults. Diabetes Care. 2005;28(5):1228- 1230.
12. Tai K, et al: Vitamin D, glucose, insulin, and insulin sensitivity. Nutrition. 2008;24(3):279-85.
13. Zhang Z, et al: Renoprotective role of the vitamin D receptor in diabetic nephropathy. Kidney Int. 2008;73(2):163-71.
14. Lee P, et al: Vitamin D as an analgesic for patients with type 2 diabetes and neuropathic pain. Arch Intern Med. 2008;168(7):771-2.
15. Michos ED, et al: Vitamin D and cardiovascular disease risk. Curr Opin Clin Nutr Metab Care. 2008;11(1):7-12.
16. Schleithoff SS, et al: Vitamin D supplementation improves cytokine profiles in patients with congestive heart failure: a double-blind, randomized, placebo-controlled trial. Am J Clin Nutr. 2006;83

- (4):754-9.
17. Laaksi I, Ruohola JP, Tuohimaa P, et al: An association of serum vitamin D concentrations < 40 nmol/L with acute respiratory tract infection in young Finnish men. *Am J Clin Nutr.* 2007;86(3):714-7.
18. McGrath J, et al: Vitamin D supplementation during the first year of life and risk of schizophrenia: a Finnish birth cohort study. *Schizophr Res.* 2004;67(2-3):237-45.
19. McGrath J, et al: Low maternal vitamin D as a risk factor for schizophrenia: a pilot study using banked sera. *Schizophr Res.* 2003;63(1-2):73-8.
20. Cannell JJ: Autism and vitamin D. *Med Hypotheses.* 2008;70(4):750-9.
21. Wilkins CH, et al: Vitamin D deficiency is associated with low mood and worse cognitive performance in older adults. *Am J Geriatr Psychiatry.* 2006;14(12):1032-40.
22. Berk M, et al: Vitamin D deficiency may play a role in depression. *Med Hypotheses.* 2007;69(6):1316-9.
23. Hoogendijk WJ, et al: Depression is associated with decreased 25 hydroxyvitamin D and increased parathyroid hormone levels in older adults. *Arch Gen Psychiatry.* 2008;65(5):508-12.
24. Lappe JM, et al: Vitamin D and calcium supplementation reduces cancer risk: results of a randomized trial. *Am J Clin Nutr.* 2007;85(6):1586-1591.
25. Bischoff-Ferrari HA, et al: Fracture prevention with vitamin D supplementation: a metaanalysis of randomized controlled trials. *JAMA* 2005;293:2257-64.
26. Hart W: Aanbevelingen voor calcium en vitamine D in het rapport 'Voedingsnormen' van de Gezondheidsraad. *Ned Tijdschr Geneesk* 2000;144(42):1991-1994.
27. Dawson-Hughes B, et al: Estimates of optimal vitamin D status. *Osteoporos Int.* 2005;16(7):713-6.
28. van Dam RM, et al: Potentially modifiable determinants of vitamin D status in an older population in the Netherlands: the Hoorn Study. *Am J Clin Nutr.* 2007;85(3):755-61.
29. Veeninga AT, et al: (A pilot study of vitamin D in psychogeriatric patients: 82% is (severely) deficient.) *Tijdschr Gerontol Geriatr.* 2004;35(5):203-6.
30. Passeri G, et al: Calcium metabolism and vitamin D in the extreme longevity. *Exp Gerontol.* 2008;43(2):79-87.
31. van der Meer IM, et al: High prevalence of vitamin D deficiency in pregnant non-Western women in The Hague, Netherlands. *Am J Clin Nutr.* 2006;84(2):350-3.
32. Hyppönen E, et al: Hypovitaminosis D in British adults at age 45 y: nationwide cohort study of dietary and lifestyle predictors. *Am J Clin Nutr.* 2007;85(3):860-8.
33. Vieth R: Vitamin D supplementation, 25-hydroxyvitamin D concentrations, and safety. *Am J Clin Nutr* 1999;69:842-56.
34. Nettekoven S, et al: Effects of antiepileptic drug therapy on vitamin D status and biochemical markers of bone turnover in children with epilepsy. *Eur J Pediatr.* 2008 Feb 13. DOI 10.1007/s00431-008-0672-7.
35. Cannell JJ, et al: On the epidemiology of influenza. *Virol J.* 2008;5:29.
36. Hollis BW, et al: Vitamin D requirements during lactation: high-dose maternal supplementation as therapy to prevent hypovitaminosis D for both the mother and the nursing infant. *Am J Clin Nutr.* 2004;80(6S):1752S-8S.

—

Zurück