

D-vitaminmangel hos børn og unge i Danmark

Signe Sparre Beck-Nielsen^{1,2} & Christian Mølgaard³



KLINISK
PRAKSIS

STATUSARTIKEL

1) Børne- og Unge-afdelingen, Sydvestjysk Sygehus
2) Forskningsenheden, H.C. Andersen Børnehospital, Klinisk Institut, Odense Universitet
3) Institut for Idræt og Ernæring, Københavns Universitet

Ugeskr Læger
2015;177:V10130596

Fokus på D-vitaminmangel i befolkningen som helhed er i det seneste årti øget, og de sundhedsmæssige perspektiver er flyttet fra at sikre optimal knoglesundhed til også at omfatte andre ikkeskeletale helbredsforhold.

FUNKTION

D-vitamins mest velbeskrevne funktion er at sikre absorption af calcium og fosfat fra tarmen til opretholdelse af calcium- og fosfathomøostasen [1]. Serum 25-hydroxyvitamin D₂+D₃ (S-25(OH)D) udgør det bedste mål for D-vitaminstatus og afspejler både D-vitaminindtaget via kosten og det D-vitamin, der er dannet ved solens UVB-bestråling af huden [2]. D-vitamin omdannes i leveren til 25(OH)D, der igen omdannes af enzymet 1 α -hydroxylase til den aktive metabolit 1,25-dihydroxyvitamin D (1,25(OH)₂D). 1 α -hydroxylase er ud over i nyrerne også påvist i mange andre væv. 1,25(OH)₂D udøver sin virkning ved binding til D-vitaminreceptoren, der ud over i knoglevæv også er påvist i adskillige andre væv, f.eks. i immunforsvarets celler, hvor D-vitamin således også kan aktiveres og udøve sin virkning [3].

Der er publiceret et stort antal associationsstudier, hvor et højere 25(OH)D-niveau er forbundet med forskellige positive helbredsforhold såsom lavere forekomst af cancer, type 1-diabetes, autoimmune sygdomme og infektionssygdomme, men dette studiedesign muliggør ikke konklusioner om kausal sammenhæng [4]. I flere in vitro-studier har man bl.a. påvist antiproliferative, immunmodulerende og

antiinflammatoriske effekter af D-vitamin, men der foreligger ikke bekræftende, randomiserede, humane interventionsstudier, hvori man har bevist en kausal sammenhæng med et sufficent D-vitamniveau [4]. Der er desuden påvist en U-formet sammenhæng, hvor både lav (hhv. < 30 og \leq 19 nmol/l) og høj (hhv. \geq 80 og > 100 nmol/l) 25(OH)D var associeret til øget forekomst af skizofreni [5] og prostatacancer [6], hvilket viser, at sammenhængene er mere komplicerede.

FOREKOMST

D-vitamininsufficiens, defineret som S-25(OH)D < 50 nmol/l, er udbredt blandt børn og unge i Danmark, specielt hos teenagere og børn af immigrantfamilier og ved slutningen af vinterperioden (**Tabel 1**) [7-13]. Svær D-vitaminmangel medførende raktitis, ses hyppigst i spæd- og småbarnsalderen og igen i puberteten, hvor den største længdevækst og dermed det største behov for calcium og fosfat til knoglemineralisering forekommer. I et epidemiologisk studie, som dækkede perioden 1985-2005 i Region Syddanmark, fandt man 112 tilfælde af raktitis pga. D-vitaminmangel. Hos etnisk danske børn debuterede tilstanden kun i alderen 5-24 mdr., hvorimod raktitis sås i både småbarnsalderen og pubertetsårene hos børn af indvandrere [14]. Blandt 0-2,9-årige var incidensen af raktitis hhv. 2,0 pr. 100.000/år blandt etisk danske børn, og 100 pr. 100.000/år blandt børn af indvandrere [15].

OPTIMALT D-VITAMINNIVEAU

Det europæiske selskab for bl.a. børns ernæring (ESPGHAN) anbefaler en grænse for D-vitaminsufficiens på S-25(OH)D > 50 nmol/l og insufficiens < 25 nmol/l [16]. Tidligere definitioner baseret på normalfordelingen i befolkningen er mindre egnet til afgørelse af D-vitaminstatus, idet mange har suboptimale niveauer, specielt i vintermånederne. En fysiologisk tilgang kan hos voksne baseres på niveauet af S-25(OH)D, hvor parathyroideahormon (PTH) er stabilt. I studier af børn/unge er der fundet indikationer på, at stabilt PTH opnås ved S-25(OH)D > 75 nmol/l [17], men der er ikke enighed om anvendeligheden af dette princip hos børn/unge, da PTH stiger i perioder med høj væksthastighed [18]. Der mangler randomiserede studier til belysning af det optimale D-

Kort tids ophold i sol er tilstrækkeligt til at danne 25 mikrogram D-vitamin, men på grund af risikoen for hudkræft er det vigtigt at undgå soleksponering, der medfører rødme af huden og solskoldning.





TABEL 1

Danske studier, hvor forekomsten af D-vitaminmangel blandt børn og unge er beskrevet.

Etnicitet	Alder	n	Årstid	25(OH)D (Sundhedsstyrelsens graduering af D-vitaminstatus ^a), %				Reference
				< 12 nmol/l (svær mangel)	12-25 nmol/l (mangel)	< 50 nmol/l (insufficiens)	> 50 nmol/l (sufficiens)	
Dansk	8 uger	209	Hele året	–	4	23	–	Milman et al, 2011 [7]
96% dansk	9 mdr. ^b	255	Hele året	0,04	–	11	–	Østergård et al, 2011 [8]
Palæstinensisk	0-8 år	41	November-april	–	46	–	–	Glerup et al, 2004 [9]
	9-16 år	27			81			
Pakistansk	10-15 år	37	Januar-november	46 ^c	35 ^d	95	–	Andersen et al, 2008 [10]
Dansk	11-13 år	54	Vinter 1	–	52 ^e	93	–	Andersen et al, 2013 [11]
			Sommer	–	0 ^e	19		
			Vinter 2	–	24 ^e	87		
Dansk	12-13 år	59	Februar-marts	–	51 ^e	93	–	Andersen et al, 2005 [12]
65% dansk	14 år	76	December	–	–	41	–	Horn et al, 2009 [13]

25(OH)D = 25-hydroxyvitamin D-koncentration.

a) Kilde: [19]

b) 97% rapporterede at barnet havde fået den anbefalede D-vitaminprofylakse på 10 µg/dag.

c) 25(OH)D < 10 nmol/l.

d) 25(OH)D 10-25 nmol/l.

e) 25(OH)D < 25 nmol/l.

vitaminniveau, der sikrer opnåelse af de ikkeskeletale virkninger af D-vitamin generelt i befolkningen [16].

D-VITAMIN – NUVÆRENDE ANBEFALINGER

Anbefalet dagligt D-vitaminindtag

De nye nordiske næringsstofanbefalinger fra 2013 er ændret, så det anbefalede daglige D-vitaminindtag for børn over to år og voksne er øget til 10 mikrogram. Børn i alderen fra seks mdr. til to år anbefales uændret et D-vitaminindtag på 10 mikrogram/dag.

Anbefalet dagligt D-vitamintilskud

Sundhedsstyrelsen anbefaler et D-vitamintilskud på 10 mikrogram/dag til børn i alderen 0-2 år, uanset om de i spædbarnsalderen ernæres på D-vitaminberiget modermælkserstatning eller ammes, samt til alle børn med mørk hud, børn, der bærer tildækkende påklædning om sommeren, og børn, der sjældent kommer udendørs eller undgår sollys. Under graviditeten er fosteret helt afhængigt af tilførslen af 25(OH)D via placenta, og Sundhedsstyrelsen anbefaler, at gravide tager et D-vitamintilskud på 10 mikrogram/dag. Desuden anbefales 20 mikrogram D-vitamin dagligt til personer med øget risiko for osteoporose uanset alder [19].

Børn/unge med en primær skeletal lidelse, der medfører øget risiko for fraktur og børn/unge, som er i langvarig glukokortikoidbehandling (kontinuerligt peroralt (p.o.)/ ≥ 4 p.o.-kure pr. år/inhalation > 800

mikrogram/dag) bør anbefales et D-vitamintilskud på 20 mikrogram/dag, idet normal D-vitaminstatus er essentiel for at sikre et optimalt tilbud af calcium og fosfat til knoglemineraliseringen.

Den øvre sikre grænse for D-vitaminindtag er for nylig revideret af European Food Safety Authority og sat til 25 mikrogram/dag for spædbørn, 50 mikrogram/dag for børn op til ti år og 100 mikrogram/dag for børn fra 11 år, voksne og gravide [20].

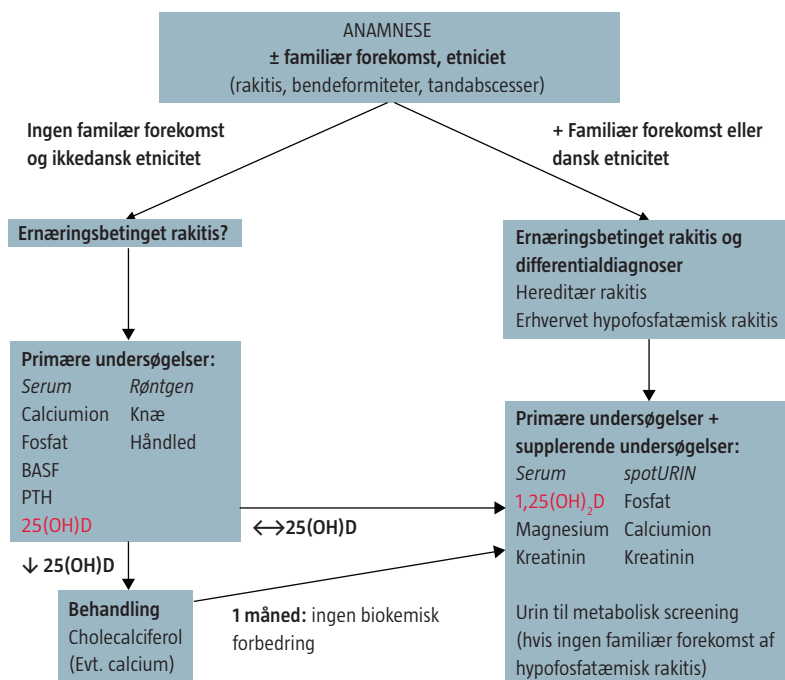
OPNÅELSE AF DET ANBEFALEDE

DAGLIGE D-VITAMININDTAG

Få fødevarer indeholder større mængder D-vitamin. Mest findes i fede fisk, men der er stor forskel på indholdet i forskellige fiskearter, og fiskens leveforhold er afgørende, f.eks. er indholdet i opdrættet laks (6,2 g/100 g) betydeligt lavere end i vildlaks (24,5 mikrogram/100 g) [21]. Til sammenligning indeholder den mere magre fisk rødspætten kun 3 mikrogram/100 g [22]. En opgørelse over danskernes kostvaner i perioden 2003-2008 viste et gennemsnitligt dagligt D-vitaminindtag hos børn på 2,3 mikrogram [23]. Idet D-vitamin dannes ved soleksponeering af huden, dækkes D-vitaminbehovet i sommermånederne primært ved ophold udendørs. Kort tids ophold i sol med 25% eksponeret hud (dvs. hvis man er iført shorts og T-shirt) af hudtype 2 er tilstrækkeligt til at danne 25 mikrogram D-vitamin (6-17 min. dagligt hhv. 1. juli og 1. april kl. 12 ved København i skyfrit vejr) [24, 25]. På

FIGUR 1

Flow chart til udredning ved mistanke om rakis.



1,25(OH)₂D = 1,25-dihydroxyvitamin D

25(OH)D = 25-hydroxyvitamin D

BASF = basisk fosfatase

PTH = parathyrin

grund af risikoen for hudkræft er det vigtigt at undgå soleksponering, der medfører rødme af huden og solskoldning. Det D-vitamindepot, som opnås om sommeren, rækker ikke længere end 2,5-4 mdr. (dvs. indtil medio december eller januar), da halveringstiden for 25(OH)D er ca. 15-25 dage [26, 27]. I perioden fra oktober til marts dannes der ikke D-vitamin ved soleksponering i Danmark [28], og for at få tilført nok D-vitamin kan det være nødvendigt at tage D-vitamin tilskud f.eks. som en vitaminpille, hvilket 34% af de 14-årige gør [13]. Alternativt kan det anbefalede D-vitaminindtag i vinterhalvåret opnås ved at indtage 200-300 g fede fisk om ugen og/eller fødevarer, som er beriget med D-vitamin. En arbejdsgruppe nedsat under DTU Fødevareinstituttet anbefalede i 2010 D-vitaminberigelse af kosten [29], og man kan i dag købe bl.a. D-vitaminberiget mælk og brød.

DIAGNOSTIK

Symptomer/fund ved D-vitaminmangel

Lettere D-vitaminmangel (S-25(OH)D-niveau på 25-50 nmol/l) er normalt symptomløst, og det er usikkert, hvad det betyder for ellers raske børn. Ved raki-

FAKTABOKS

D-vitamin sikrer primært absorption af calcium og fosfat, men tillægges også betydning for forebyggelse af andre ikke-skeletale sygdomme.

Sufficient D-vitaminiveau hos børn angives af ESPGHAN som en koncentration af serum-25-hydroxyvitamin D (S-25(OH)D) > 50 nmol/l og insufficient niveau som < 25 nmol/l.

I Danmark ses lave D-vitaminiveauer specielt ved slutningen af vinterperioden hos teenagere og børn af immigrantfamilier.

Den øvre sikre grænse for D-vitaminindtag er sat til 25 mikrogram/dag for spædbørn, 50 mikrogram/dag for børn op til ti år og 100 mikrogram/dag for børn fra 11 år. Tilstrækkelig D-vitamin tilførsel sikres ved daglig soleksponering af huden (uden rødme/solskoldning) i sommerhalvåret; tilskud er for mange nødvendigt i vinterhalvåret, hvis man ønsker at holde S-25(OH)D-niveauet over 50 nmol/l. Inden S-25(OH)D-analysen ordineres, bør den forventede konsekvens af resultatet overvejes.

Sundhedsstyrelsens generelle anbefaling af D-vitaminprofylakse til især risikogrupper bør følges.

tis i spæd- og småbarnsalderen er der ofte sparsomme symptomer, idet børnene endnu ikke kan redegøre for deres gener. Generaliserede, hypokalcaemiske kramper som debutsymptom i alderen 0-2 år forekommer hyppigere hos børn af etniske danskere (41%) end hos børn af indvandrere (17%). Spæd- og småbørnene med rakis vægrer sig imod at støtte på benene som udtryk for bensmerter. Småbørnene er ofte vækstretarderede, forsinkede i deres motoriske udvikling og har en vraltende gang. Endvidere ses de klassiske tegn på rakis: epifysesvulst, genu varus/valgus, rosenkrans, Harrisons fure, kraniotabes, forsinket lukning af fontaneller og forsinket tandfrembrud. De radiologiske karakteristika ved rakis er kopformede, breddeøgede metafysers med flosset afgrænsning til vækstzonen, specielt tydeligt ved hånd- og knæled. Paraklinisk ses lavt S-25(OH)D- og initialt nedsat S-calciumniveau. Kompensatorisk stiger PTH, hvorefter calciumniveauet i blodet kan normaliseres ved frisætning fra knogledepotet. En periode med relativt normalt PTH, hypokalcaemi og hyperfosfatæmi, kan ses, hvor risikoen for hypokalcaemiske kramper er forøget. Ved fortsat faldende S-25(OH)D-niveau stiger PTH, hvilket medfører øgning af S-calciumniveauet og hypofosfatæmi. Som respons på hypokalcaemien øges dannelsen af 1,25(OH)₂D, der således kan være forhøjet. Først når niveauet af substratet 25(OH)D bliver for lavt, falder 1,25(OH)₂D-niveauet, hvilket derfor er uanvendelig i udredningen af D-vitaminmangel. S-basisk fosfatase (BASF)-niveauet stiger som respons på den øgede knogleomsætning, som er induceret af PTH.

Ved rakis i pubertetsårene er symptomerne uspecifikke i form af f.eks. smerter i benene, knogle-smerter, rygsmerter, muskelsvaghed, træthed, muskelsmerter og paræstesier. De kliniske fund er begrænsede, men hos nogle findes der epifysesvulst, genu varus/valgus og vraltende gang. Røntgenundersøgelser viser ofte normale forhold. Paraklinisk ses de samme ændringer som hos småbørn, fraset at pubertetsbørnene ofte har normal BASF [2, 14, 30]. Sjældne hereditære former for rakis lader sig ikke klinisk skelne fra nutritiv rakis, og da dette er den hyppigste årsag til rakis hos etnisk danske børn [15] anbefales udredning herfor ved klinisk mistanke om rakis, jf. flow chart (Figur 1).

Måling af D-vitaminstatus

Indikationen for at måle S-25(OH)D-niveauet har været omdiskuteret pga. kraftig stigning i antallet af målinger, hvor analyseomkostningerne beløber sig til ca. 250 kr. pr. stk. Sundhedsstyrelsen anbefaler måling af D-vitaminstatus ved kliniske symptomer på D-vita-

minmangel eller mistanke om svær D-vitaminmangel som følge af livsførelse. Gravide med mørk hud eller personer, der bærer tildækkende påklædning om sommeren, og familiemedlemmer til personer med svær D-vitaminmangel bør også have målt deres D-vitaminstatus. 25(OH)D anbefales målt hos patienter med kendt sygdom, hvor D-vitaminstatus har betydning som ætiologi og/eller for behandlingseffekt, f.eks. ved malabsorptionssygdomme. Desuden bør 25(OH)D måles hos patienter, der er i behandling med lægemidler, som ændrer D-vitaminmetabolismen, eks. carbamazepin [19]. For at sikre behandlingseffekt måles 25(OH)D-niveauet desuden efter tre måneders behandling, hvis det initialt var < 25 nmol/l.

Måling af S-25(OH)D-niveauet er en del af en udførlig vurdering af knoglesundheden hos patienter med øget risiko for fraktur. Niveauet af S-25(OH)D afgør, om patienten bør substitueres og i givet fald med hvilken dosis for at opnå værdier over 50 nmol/l, jf. Tabel 2. S-25(OH)D > 25 nmol/l medfø-



TABEL 2

	Indgift af D-vitamin ^a eller calcium		generelt
	første 3 mdr.	herefter	
<i>D-vitaminmangel</i>			
Let (25 nmol/l < 25(OH)D < 50 nmol/l):			
Alle aldre	–	–	10 µg/dag
Moderat (10 nmol/l < 25(OH)D < 25 nmol/l):			
< 5 år	20 µg/dag	10 µg/dag	
5-10 år	40 µg/dag	10 µg/dag	
> 10 år	60 µg/dag	10 µg/dag	
Svær (25(OH)D < 10 nmol/l)			
inklusive biokemisk rakis:			
< 1 md.	25 µg/dag	10 µg/dag	
1-12 mdr.	75 µg/dag eller 2.500 µg/md.	10 µg/dag eller 300 µg/md.	
> 12 mdr.	125 µg/dag eller 3.750 µg/md.	10-20 µg/dag eller 300-600 µg/md.	
Calciummangel			
Hypokalcæmi	–	–	P.o. 40-80 mg/kg/dag fordelt på 4-6 doser calciumchloridinjektionsvæske 0,5 mmol/ml ≈ 20 mg/ml, i.v. infunderet over 5-10 min
Hypokalcæmiske kramper ^b			Dosis: < 4 år: 0,18-0,46 ml/kg 4-12 år: 0,1-0,2 ml/kg > 12 år: 5-10 ml Evt. gentaget

Behandling af D-vitaminmangel, rakis og calciummangel. Modificeret efter [2, 31, 32].

25(OH)D = 25-hydroxyvitamin D-koncentration.

a) 10 µg = 400 IU.

b) <http://pro.medicin.dk>.

rer ofte ingen symptomer, og hvis patienten har gener, må en anden årsag til disse overvejes.

Inden S-25(OH)D-analysen ordineres, bør behandleren overveje, hvilke konsekvenser resultatet vil få, idet den asymptomatiske etnisk danske patient oftest vil have S-25(OH)D-værdier > 25 nmol/l, hvor behandlingsdosis er lig dosis for D-vitaminprofylakse på 10 mikrogram/dag.

BEHANDLING

Behandling af let, moderat og svær D-vitaminmangel inklusive biokemisk raktis fremgår af Tabel 2. Almindelig D-vitaminmangel skal behandles med D₃-vitamin, der er mere potent end D₂-vitamin. Kun ved genetiske hydroxyleringsdefekter eller sjældne former for hypoparathyroidisme anvendes det aktiverede D-vitamin alfacalcidol. Ved komplianceproblemer anbefales stærke D-vitamin-dråber (300.000 IE/g) doseret én gang pr. måned. Malabsorption indikerer højere doser end de nævnte i Tabel 2 eller eventuelt intramuskulær injektion af D₂- (magistrelt fremstillet) eller D₃-vitamin (speciel udleveringstilladelse).

KONKLUSION

D-vitaminmangel hos børn og unge i Danmark forekommer hyppigt, specielt i vinterhalvåret, og desuden forekommer der stadig svær D-vitaminmangel. Det bør kunne undgås, og det er derfor vigtigt, at sundhedspersoner er opmærksomme på, at Sundhedsstyrelsens anbefalinger om D-vitaminprofylakse til især risikogrupper følges.

KORRESPONDANCE: Signe Beck-Nielsen, Nørregade 120, 1., 6700 Esbjerg.
E-mail: sbeck-nielsen@health.sdu.dk

ANTAGET: 18. november 2013

PUBLICERET PÅ UGESKRIFTET.DK: 24. marts 2014

INTERESSEKONFLIKTER: Forfatterens ICMJE-formularer er tilgængelige sammen med artiklen på Ugeskriftet.dk

LITTERATUR

- Anderson PH, Turner AG, Morris HA. Vitamin D actions to regulate calcium and skeletal homeostasis. *Clin Biochem* 2012;45:880-6.
- Misra M, Pacaud D, Petryk A et al. Vitamin D deficiency in children and its management: review of current knowledge and recommendations. *Pediatrics* 2008;122:398-417.
- Pike JW. The vitamin D receptor: biochemical, molecular, biological, and genomic era investigations. I: Feldman D, red. *Vitamin D*. Elsevier, Waltham MA, 2011:97-135.
- Rosen CJ, Adams JS, Bikle DD et al. The nonskeletal effects of vitamin D: an Endocrine Society scientific statement. *Endocr Rev* 2012;33:456-92.
- McGrath JJ, Eyles DW, Pedersen CB et al. Neonatal vitamin D status and risk of schizophrenia: a population-based case-control study. *Arch Gen Psychiatry* 2010;67:889-94.
- Tuohimaa P, Tenkanen L, Ahonen M et al. Both high and low levels of blood vitamin D are associated with a higher prostate cancer risk: a longitudinal, nested case-control study in the Nordic countries. *Int J Cancer* 2004;108:104-8.
- Milman N, Hvas AM, Bergholt T. Vitamin D status during normal pregnancy and postpartum. A longitudinal study in 141 Danish women. *J Perinat Med* 2011;40:57-61.
- Østergård M, Arnberg K, Michaelsen KF et al. Vitamin D status in infants: relation to nutrition and season. *Eur J Clin Nutr* 2011;65:657-60.
- Glerup H, Rytter L, Mortensen L et al. Vitamin D deficiency among immigrant children in Denmark. *Eur J Pediatr* 2004;163:272-3.
- Andersen R, Mølgaard C, Skovgaard LT et al. Pakistani immigrant children and adults in Denmark have severely low vitamin D status. *Eur J Clin Nutr* 2008;62:625-34.
- Andersen R, Brot C, Jakobsen J et al. Seasonal changes in vitamin D status among Danish adolescent girls and elderly women: the influence of sun exposure and vitamin D intake. *Eur J Clin Nutr* 2013;67:270-4.
- Andersen R, Mølgaard C, Skovgaard LT et al. Teenage girls and elderly women living in northern Europe have low winter vitamin D status. *EurJ Clin Nutr* 2005;59:533-41.
- Horn PB, Brandslund I, Schmedes A et al. Effekten af sund skolekost på udvalgte blodparametre. *Ugeskr Læger* 2009;171:2174-9.
- Beck-Nielsen SS, Jensen TK, Gram J et al. Nutritional rickets in Denmark: a retrospective review of children's medical records from 1985 to 2005. *EurJPediatr* 2009;168:941-9.
- Beck-Nielsen SS, Brock-Jacobsen B, Gram J et al. Incidence and prevalence of nutritional and hereditary rickets in southern Denmark. *Eur J Endocrinol* 2009;160:491-7.
- Braegger C, Campoy C, Colomb V et al. Vitamin D in the healthy paediatric population: a position paper by the ESPGHAN Committee on Nutrition. *J Pediatr Gastroenterol Nutr* 2013;56:692-701.
- Rajakumar K, Fernstrom JD, Janosky JE et al. Vitamin D insufficiency in pre-adolescent African-American children. *Clin Pediatr (Phila)* 2005;44:683-92.
- Prentice A, Schoenmakers I, Laskey MA et al. Nutrition and bone growth and development. *Proc Nutr Soc* 2006;65:348-60.
- <http://sundhedsstyrelsen.dk/da/sundhed/ernaering/d-vitamin.aspx> (5. jan 2014).
- EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies (NDA); Scientific opinion on the tolerable upper intake level of vitamin D. *EFSA Journal* 2012;10:2813.
- Chen TC, Chimeh F, Lu Z et al. Factors that influence the cutaneous synthesis and dietary sources of vitamin D. *Arch Biochem Biophys* 2007;460:213-7.
- www.foodcomp.dk/v7/fvdb_foodnutrlist.asp?Compld=0023 (5. jan 2014).
- Pedersen AN, Fagt S, Groth MV et al. Danskernes kostvaner 2003-2008. København: DTU Fødevarerinstitutionen, 2010.
- Webb AR, Engelsen O. Calculated ultraviolet exposure levels for a healthy vitamin D status. *Photochem Photobiol* 2006;82:1697-703.
- http://nadir.nilu.no/~olaeng/fastrt/VitD_quartMED.html (5. jan 2014).
- Lips P. Relative value of 25(OH)D and 1,25(OH)2D measurements. *J Bone Miner Res* 2007;22:1668-71.
- Jones G. Pharmacokinetics of vitamin D toxicity. *Am J Clin Nutr* 2008;88:582S-586S.
- Webb AR. Who, what, where and when-influences on cutaneous vitamin D synthesis. *Prog Biophys Mol Biol* 2006;92:17-25.
- Mejborn H, Andersen R, Bredsdorff L et al. D-vitamin. København: DTU Fødevarerinstitutionen, 2010.
- Allgrove J. A practical approach to rickets. *Endocr Dev* 2009;16:115-32.
- Munns C, Zacharin MR, Rodda CP et al. Prevention and treatment of infant and childhood vitamin D deficiency in Australia and New Zealand: a consensus statement. *Med J Aust* 2006;185:268-72.
- Wharton B, Bishop N. Rickets. *Lancet* 2003;362:1389-400.