

# Vitamin D-status hos friska barn i Sverige ännu tillfredsställande

Ändrad supplementering och ny kunskap motiverar dock ytterligare studier



**SUSANNE ERIKSSON**, leg dietist, med dr, avdelningen för pediatrik, institutionen för kliniska vetenskaper, Sahlgrenska akademien, Göteborgs universitet [susanne-e-sson@bredband.net](mailto:susanne-e-sson@bredband.net)

**BIRGITTA STRANDVIK**, professor emerita, med dr, avdelningen för folkhälsonutrition, institutionen för biovetenskaper och näringslära, Novum, Karolinska institutet, Stockholm

Vitamin D har huvudsakligen förknippats med kalkomsättning och benbildning och är viktigt för kalciumreglering och fosfatnivåerna i blodet. Utan vitamin D tar tunntarmen bara upp 10–15 procent av det kalcium som intas via kosten [1]. Under senare år har vitamin D uppmärksamats i samband med olika sjukdomstillstånd, bland annat cancer, diabetes, metabola sjukdomar och infektioner [2, 3].

Den viktigaste källan till vitamin D är solen, och huden kan under normala förutsättningar förse kroppen med tillräckliga mängder. Exponering av ansikte, armar, händer och ben 2–3 gånger i veckan, cirka 6–8 minuter per gång, anses tillräckligt för att tillgodose kroppens behov [2]. Naturligt vitamin D finns endast i ett fåtal livsmedel, däribland fet fisk. De största källorna till vitamin D i kosten är berikade mejeriprodukter. Vitamin D intas i form av ergokalciferol ( $D_2$ ) eller kolekalciferol ( $D_3$ ) och omvandlas i levern till 25-hydroxi-vitamin D, 25(OH)D, och vidare i njurarna till den biologiskt aktiva formen 1,25-dihydroxi-vitamin D. Intaget av vitamin D ligger lågt hos många barn och ungdomar [4–7], men serumkoncentrationer av 25(OH)D hos friska barn i Sverige har tidigare inte presenterats.

I Sverige har sedan slutet av 1970-talet supplementering med AD-droppar rekommenderats till barn från 1 månad till 5 års ålder, med undantag för månaderna maj–augusti efter 1 års ålder. Sedan 2006 rekommenderas supplementering endast till 2 års ålder.

Från 2 års ålder rekommenderas enligt de nordiska näringsrekommendationerna ett intag av 7,5 µg vitamin D/dag via kosten. Det finns idag ingen konsensus för optimala serumnivåer av vitamin D hos barn. Koncentrationer <25 nmol/l anses indikera brist, och koncentrationer <50 nmol/l anses vara otillräckliga [2]. I studier på vuxna har 50 nmol/l föreslagits som lägsta önskvärda nivå, men för att förebygga kronisk sjukdom och uppnå maximal hälsa bör koncentrationerna uppgå till minst 70–100 nmol/l [1, 8].

Rekommendationer för vitamin D-supplementering till barn i våra nordiska grannländer varierar. I Danmark ges tillskott från 2–4 veckors ålder upp till 1 års ålder och i Finland upp till 2 års ålder. I Norge ges supplementering till 6 års ålder

»Rakit har ansetts i det närmaste utrotad, men under de senaste årtiondena har antalet registrerade fall ökat världen över.«

(vintertid efter första året) och på Island året runt upp till 6 års ålder [9].

Eftersom Sverige är beläget på nordliga breddgrader (N 57°) räcker solljuset under delar av året inte till för att bilda tillräckligt med vitamin D i huden. En stor del av populationen är multietnisk, och många väljer att bära heltäckande klädsel och/eller slöja. Gravida kvinnor med låga koncentrationer riskerar att deras barn får bristfälliga nivåer av vitamin D. Då bröstmjolk inte anses innehålla mätbara koncentrationer av vitamin D finns en ökad risk att barn som ammas fullt och inte får någon supplementering inte uppnår tillfredsställande koncentrationer och därför riskerar att utveckla rakit [1]. Rakit har ansetts i det närmaste utrotad, men under de senaste årtiondena har antalet registrerade fall ökat världen över [1, 10, 11].

Under åren 1999–2000 genomfördes en undersökning av nutrition och hälsa hos friska 4-åringar i Göteborg [7, 12, 13]. Barnen kom från tre socioekonomiskt skilda områden. Under 2004 upprepades studien med tidigare deltagare men utökades med ett trettiotal nya barn från ett område med låg socioekonomisk status [14–17]. Från dessa studier rapporteras här bestämmningarna av vitamin D i form av 25(OH)D och relaterade biologiska markörer.

## METOD

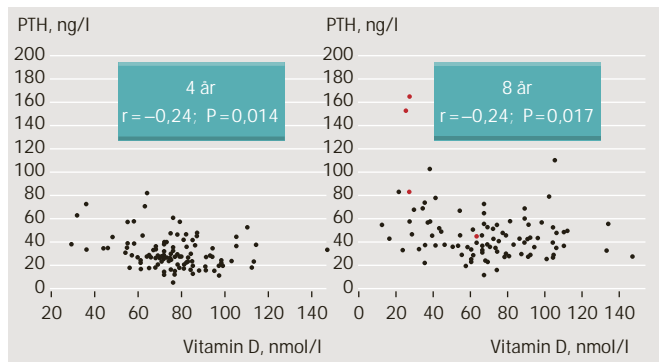
Studierna är godkända av etikkommittén vid Göteborgs universitet. Populationerna av undersökta barn var representativa för barn i Sverige, enligt Statistiska centralbyrån (SCB) [18, 19], fränsett att fler föräldrar hade högre utbildning än genomsnittsbefolkningen. Barn vars mamma var född utanför Sverige definierades som barn till utlandsfödda mödrar (n=9 respektive 25). Fyra mörkhyade barn ingick i 8-årsstudien. Utförliga presentationer av populationerna är publicerade [7, 12–17].

I denna rapport ingår 109 respektive 97 barn som lämnat blodprov för analys av vitamin D, vilken utfördes med radioimmunanalys (RIA) enligt dåvarande rutin för Sahlgrenska universitetssjukhuset. Fastevärderna för blodglukos och se-

## ■ sammanfattat

Trots att intaget av vitamin D är lågt hos många grupper hade svenska 4- och 8-åringar på gruppnivå tillfredsställande serumkoncentrationer (medelvärden 76 respektive 68 nmol/l). Tre gånger fler hade otillfredsställande koncentrationer vid 8 år än vid 4 år, och 62 respektive 45 procent hade serumkoncentrationer <75 nmol/l. Överviktiga barn och barn

till kvinnor födda utomlands hade lägre nivåer, och 8-åriga flickor hade lägre nivåer än jämnåriga pojkar. Serumkoncentrationen var negativt korrelerad med nivåerna av fasteinsulin och parathormon. De undersökta barnen hade rekommenderats supplementering till 5 års ålder, vilket skulle kunna förklara att de hade bättre serumkoncentrationer än barn i andra länder.



**Figur 1.** Negativ korrelation mellan iPTH och 25(OH)D påvisades hos 109 respektive 97 friska 4- och 8-åringar. Vid 8 års ålder deltog fyra barn med mörk hy (•), och när två av dessa barn med extremvärden för iPTH exkluderades var korrelationen inte längre signifikant.

rumkoncentrationer av insulin, kalcium, kolesterol, triglycerider och parathormon (iPTH) har tidigare publicerats [13, 16]. Distributionen av insulin, triglycerider och parathormon var inte normalfördelad, och log-transformerade värden användes vid regressionsanalyser. Students t-test och linjär regressionsanalys användes, samt Wilcoxons teckenrangtest för jämförelse mellan samma barn vid de två undersökningarna. Statistisk signifikans ansågs föreligga för  $P < 0,05$ .

## RESULTAT

Basaldata om barnen redovisas i Tabell I. I Tabell II presenteras serumkoncentrationerna av 25(OH)D, iPTH och insulin som median och konfidensintervall. Andelen barn med otillfredsställande serumkoncentrationer av 25(OH)D var låg i jämförelse med publicerade data från barn (Tabell III).

### 4-åringarna

4-åringarnas serumnivå av 25(OH)D var i genomsnitt 76,03 (SD=17,88) nmol/l. Ingen av 4-åringarna hade koncentrationer av 25(OH)D <25 nmol/l, och ingen könsskillnad förelåg. 45 procent av barnen hade serumnivåer under 75 nmol/l. De barn som hade fått vitamin D-supplementering hade högre koncentrationer av 25(OH)D än de (29 procent) som inte fått någon supplementering, 79,8 (14,7) vs 69,2 (17,7) nmol/l ( $P = 0,003$ ). Barn till utlandsfödda mammor hade lägre koncentrationer än barn till mammor födda i Sverige, 63,22 (19,32) vs 77,12 (17,46) nmol/l ( $P = 0,025$ ). Överviktiga barn hade signifikant lägre nivåer av 25(OH)D än sina normalviktiga jämnåriga (Tabell II).

### 8-åringarna

Medelvärde för 25(OH)D var hos 8-åringarna 68,07 (28,30) nmol/l, utan signifikant könsskillnad. 62 procent av barnen

hade serumnivåer <75 nmol/l. Bland 8-åringarna var 28 procent av föräldrarna utlandsfödda, vilket inkluderade 4 somaliska barn, varav inget barn hade värden <25 nmol/l. I grupp-analys av serumnivåerna av 25(OH)D förändrades inte resultaten om dessa barn exkluderades. Generellt hade barn till utlandsfödda mödrar lägre serumnivåer av 25(OH)D än barn till svenska mödrar, 39,00 (18,79) vs 78,17 (23,71) nmol/l, ( $P < 0,001$ ). Fyra av 8-åringarna (3 pojkar), med båda föräldrarna födda utomlands, låg under bristnivå (<25 nmol/l). Även vid 8 år hade överviktiga barn signifikant lägre nivåer av 25(OH)D än sina normalviktiga jämnåriga (Tabell II). Nitton procent av 8-åringarna fick multivitaminletter, men serumkoncentrationerna av 25(OH)D skilde sig inte från koncentrationerna hos de barn som inte fick något tillskott.

### Relation till biologiska markörer

Vid både 4 och 8 års ålder var 25(OH)D negativt korrelerat med iPTH (Figur 1), dock inte signifikant vid 8 års ålder om de två mörkhyade barnen med de högsta iPTH-koncentrationerna exkluderades. Kalcium och 25(OH)D var positivt korrelerade vid både 4 ( $r = 0,251$ ,  $P = 0,008$ ) och 8 år ( $r = 0,245$ ,  $P = 0,016$ ). Endast vid 8 års ålder fanns en negativ association mellan 25(OH)D och insulin-koncentrationer ( $r = -0,38$ ,  $P < 0,001$ ). Inga korrelationer fanns mellan vitamin D och glukos, triglycerider eller kolesterol vid 4 eller 8 års ålder, där-

**TABELL II.** Serumkoncentrationer av 25(OH)D, iPTH och insulin (median, konfidensintervall 5–95 procent) hos friska barn i Göteborg i åldrarna 4 [Malin Garemo, Abu Dhabi, pers medd; 2009] respektive 8 år [16].

4 år	25(OH)D, nmol/l	iPTH, ng/l	Insulin, mU/l
Samtliga (n=109)			
Median	76,00	27,30	3,75
5:e–95:e percentilen	45,00–107,50	13,31–58,73	1,25–10,03
Pojkar (n=55)			
Median	75,00	26,75	3,65
5:e–95:e percentilen	42,40–106,60	12,55–70,47	1,20–7,92
Flickor (n=54)			
Median	76,00	31,05	4,10
5:e–95:e percentilen	42,50–110,50	13,40–58,23	1,30–10,74
Normalviktiga (n=83) <sup>a</sup>			
Median	76,00	27,55	3,75
5:e–95:e percentilen	54,20–111,60	13,13–55,70	1,22–10,09
Överviktiga (n=23) <sup>a</sup>			
Median	71,00	35,10	3,80
5:e–95:e percentilen	29,70–102,10	17,26–80,55	1,10–10,60
8 år	25(OH)D, nmol/l	iPTH, ng/l	Insulin, mU/l
Samtliga (n=97)			
Median	67,00	43,00	4,00
5:e–95:e percentilen	24,80–110,20	22,90–85,00	1,52–9,63
Pojkar (n=54)			
Median	63,00	40,50	3,83
5:e–95:e percentilen	22,50–105,50	23,00–80,00	0,98–9,87
Flickor (n=43)			
Median	73,00	43,00	4,06
5:e–95:e percentilen	25,40–129,60	17,20–144,40	2,10–9,68
Normalviktiga (n=81)			
Median	69,00	43,00	3,60
5:e–95:e percentilen	27,00–111,80	22,10–101,00	1,09–8,80
Överviktiga (n=16)			
Median	53,50	43,00	5,30
5:e–95:e percentilen	12,00–89,00	23,00–83,00	2,42–15,40

<sup>a</sup>Längd- och viktuppgifter saknas för 3 barn vid 4 års ålder.

**TABELL I.** Basaldata för 107 respektive 97 friska 4- och 8-åringar i Göteborg [13, 16]. Medelvärde (SD inom parentes).

	4 år		8 år	
	Pojkar	Flickor	Pojkar	Flickor
Antal, n	55	52	43	54
Längd, cm	107,2 (0,04)	105,6 (0,04)*	132,1 (0,05)	130,6 (0,05)
z-värde, längd	0,73 (1,09)	0,56 (0,95)	0,39 (0,99)	0,40 (0,90)
Vikt, kg	19,1 (2,3)	18,0 (2,5)*	29,4 (5,2)	28,1 (4,6)
z-värde, vikt	0,97 (1,16)	0,49 (1,19)*	0,80 (1,43)	0,42 (1,11)
BMI, kg/m <sup>2</sup>	16,6 (1,5)	16,1 (1,3)	16,8 (2,2)	16,4 (2,0)
z-värde, BMI	0,38 (1,27)	0,11 (0,96)	0,41 (1,43)	0,17 (1,06)

\*  $P < 0,05$  för skillnad mellan kön inom samma åldersgrupp.

**TABELL III.** Andelen flickor med otillräckliga serumkoncentrationer av 25(OH)D.

Land	n	Ålder, år (SD)	<25 nmol/l, procent	<50 nmol/l, procent	Tid för provtagning	Referens
Sverige	54	4–5	0	7,4	mars–mars	Garemo et al [Malin Garemo, Abu Dhabi, pers medd; 2009]
Sverige	43	7,5–9	2,3	23	december–december	Eriksson et al [17]
Danmark	59	12,5 (0,5)	51	93	februari–mars	Andersen et al [20]
Danmark	37	10–15	81	95	april–september	Andersen et al [21] Pakistanska invandrare
Finland	60	12,8 (0,4)	37	97	februari–mars	Andersen et al [20]
Irland	19	12,2 (0,8)	26	89	februari–mars	Andersen et al [20]
Polen	61	1,6 (0,5)	33	87	februari–mars	Andersen et al [20]
Nederländerna	47	2–12		51	våren	Stellinga-Boelen et al [22] Asylsökande, Afrika, Asien, Östeuropa

emot fanns en positiv korrelation mellan triglycerider och insulin ( $r=0,23$ ,  $P=0,023$ ) hos 8-åringarna.

### Longitudinella jämförelser och årstidsvariation

Bland 8-åringarna hade 66 individer lämnat blodprov även vid 4 års ålder. Ingen signifikant skillnad i koncentrationen av 25(OH)D påvisades mellan dessa år; medelvärden var 77,80 (17,38) respektive 79,35 (22,74) nmol/l.

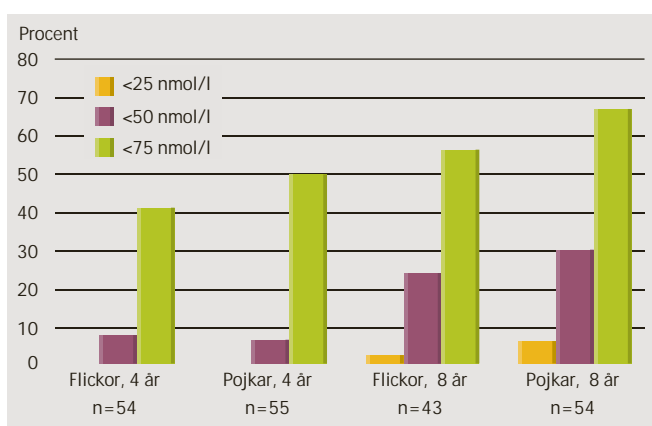
Eftersom provtagning försiggick under större delen av året kunde analyserna korrigeras för årstider. Vid 4 års ålder var det ingen signifikant skillnad, men en tendens fanns till högre 25(OH)D-koncentrationer hos de barn som hade lämnat blod under sommarhalvåret än hos barn som lämnat blod under vinterhalvåret ( $P=0,058$ ). Vid 8 års ålder var koncentrationen lägre på vintern än på sommaren; 59,0 (26,3) vs 82,8 (25,3) nmol/l ( $P<0,001$ ).

### DISKUSSION

I Sverige har data över serumnivåer av 25(OH)D bland barn och ungdomar hittills saknats, och resultaten från våra studier visar ett tillfredsställande resultat på gruppnivå. Trots detta förefaller en stor andel barn vara i behov av supplementering. Figur 2 visar andelen friska 4- och 8-åringar med serumkoncentrationer av 25(OH)D under den föreslagna gränsen för brist, andelen med otillräckliga nivåer respektive andelen barn med rekommenderad nivå (för vuxna). Såväl i vår studie som i andras tvärsnittstudier tycks koncentrationerna sjunka med stigande ålder [23], vilket inte kunde bekräftas i vår longitudinella undersökning vid 4 och 8 års ålder. Delvis kan det bero på att andelen barn som lämnat blod under samma månad vid både 4 och 8 års ålder var för liten för tillfredsställande separat analys. Jämförelser mellan olika studier är svåra att göra beroende på årstidsskillnader men också på grund av att olika analysmetoder använts.

I en studie av Kumar et al [24] uppskattades att 61 procent av amerikanska barn och ungdomar (1–21 år) hade otillräckliga koncentrationer av 25(OH)D (37,5–75 nmol/l) och att 9 procent hade koncentrationer <37,5 nmol/l, motsvarande 50,8 respektive 7,6 miljoner barn. Dessa resultat stämmer väl med resultaten i vår studie. Låg koncentration av 25(OH)D var i den amerikanska studien associerad med riskfaktorer för hjärt-kärlsjukdom, såsom högre blodtryck och lägre HDL-kolesterol. Vi hade inte analyserat blodtryck men fann ingen korrelation med totalcholesterol. Däremot fann vi en negativ korrelation med insulin koncentrationer som i sig var korrelerade med serumtriglycerider, en annan markör för metabola syndromet.

Tabell III visar andelen flickor i studier från Skandinavien [20] och Europa [20] som ansågs ha brist på eller otillräckliga serumnivåer av 25(OH)D, däribland barn till pakistanska immigranter i Danmark [21]. Den stora skillnaden mellan Sverige och övriga länder kan bero på att studierna från andra länder



**Figur 2.** Andelen friska barn vid 4 och 8 års ålder med serumkoncentration av 25(OH)D under 25, 50 respektive 75 nmol/l.

huvudsakligen omfattar äldre flickor och att de är gjorda under vinterhalvåret, vilket förväntas ge lägre koncentrationer [23]. Årstidsvariationen kunde bekräftas även i vårt material av 8-åringar. I flera studier uppges andelen flickor med otillräckliga nivåer av vitamin D vara högre än andelen pojkar [22–24], vilket inte kunde bekräftas i vår studie (Figur 2).

Garemo et al [7] fann utifrån en 7-dagars kostregistrering att vitamin D-intaget låg under rekommendationen hos 92 procent av friska 4-åringar. Föräldrarna rapporterade att barnen främst åt »halfeta« mejeriprodukter (inte lättprodukter) som inte är berikade med D-vitamin och att 71 procent av barnen sällan eller aldrig åt fet fisk [12]. Trots detta var andelen barn med otillfredsställande serumkoncentration av vitamin D låg jämfört med andelen barn vid 8 år och även jämfört med internationella studier. Detta kan delvis bero på att när 4-åringarna undersöktes fanns fortfarande rekommendationen att ge vitamin D-tillskott upp till 5 års ålder, och majoriteten av de undersökta barnen fick vitamin D-tillskott enligt denna rekommendation [7].

I 8-årsstudien kunde intaget inte beräknas med samma noggrannhet eftersom livsmedelsfrekvensformulär (FFQ) och 24-timmars kostanmäns användes, men resultaten indikerade ett lågt intag även i denna ålder [17]. Barn till föräldrar med utländsk bakgrund drack oftare standardmjölk (3 procent fett/100 g) [17]. Barn som drack lätt- eller mellanmjölk hade högre koncentration av 25(OH)D än de barn som drack standardmjölk, 73,09 (25,12) vs 55,79 (31,52) nmol/l ( $P=0,008$ ). Någon relation mellan intag av fet fisk och vitamin D-koncentrationen fanns inte, vilket kan bero på ett generellt lågt intag av fet fisk.

Intaget av vitamin D via kosten har också undersökts i den riksomfattande kostundersökning med 4-dagars kostregi-

strering som presenterades 2003 av Livsmedelsverket [6]. I den rapporterades att 60–90 procent av barnen i åldrarna 4–11 år hade lågt intag av vitamin D i förhållande till rekommendationerna, vilket bekräftar våra fynd. Intaget av fisk minskade med stigande ålder [6]. I samma studie fann man att barn till föräldrar med utländsk bakgrund drack mindre mängd mjölk än barn till svenskfödda föräldrar [6], medan våra resultat endast indikerade en kvalitetsskillnad i mjölkintaget [17].

Från 2006 övergick ansvaret för råd och användning av AD-droppar från Socialstyrelsen till Livsmedelsverket. I samband med detta ändrades rekommendationen om supplementering till att gälla barn från 0 till 2 år. För barn över 2 år som får D-vitaminberikade mejeriprodukter och som vistas ute i solen ansågs supplementering inte nödvändig om det inte fanns medicinska skäl, mörkhyade barn eller barn som av olika orsaker inte vistas utomhus tillräckligt.

I en finsk studie fann man att barn som fått 2 000 IU vitamin D från 1 års ålder hade 80 procent minskad risk att drabbas av diabetes typ 1 [3], vilket är intressant i ljuset av vårt fynd av negativ korrelation mellan vitamin D och insulin.

Under senare år har vikten av att kartlägga prevalensen av D-vitaminbrist och identifiera eventuella riskgrupper diskuterats [26, 27]. Eftersom supplementering inte längre rekommenderas tyder våra resultat på att nya studier av barn och unga bör prioriteras, speciellt i ljuset av den allt vidare betydelsen av vitamin D för hälsan.

## KONKLUSION

Trots att kostintaget överensstämde med de nordiska näringsrekommendationerna och trots att barnen hade fått supplementering till 5 års ålder hade många av barnen i denna studie låga serumkoncentrationer av 25(OH)D. Deras D-vitaminstatus var dock relativt gott i jämförelse med situationen i länder som sedan tidigare har vår nuvarande begränsning av supplementering. Diskussionen om en utvidgad roll för vitamin D i metabolismen medför ökat behov av undersökningar för att fastställa om rekommenderad supplementering är tillräcklig under barnaåren.

■ *Potentiella bindningar eller jävsförhållanden: Inga uppgivna.*

## REFERENSER

- Holick MF. Vitamin D deficiency. *N Engl J Med.* 2007;357(3):266-81.
- Hyppönen E, Läärä E, Reunanen A, Järvelin MR, Virtanen SM. Intake of vitamin D and risk of type 1 diabetes: a birth-cohort study. *Lancet.* 2001;358(9292):1500-3.
- Hagman U, Bruce Å, Persson LA, Samuelsson G, Sjölin S. Food habits and nutrient intake in childhood in relation to health and socio-economic conditions. A Swedish multicentre study 1980-81. *Acta Paediatr Scand Suppl.* 1986;328:1-56.
- Enghardt Barbieri H, Pearson M, Becker W. Riksmaten – barn 2003. Livsmedels- och näringsintag bland barn i Sverige. Uppsala: Livsmedelsverket; 2006.
- Garemo M, Arvidsson Lenner R, Strandvik B. Swedish pre-school children eat too much junk food and sucrose. *Acta Paediatr.* 2007;96(2):266-72.
- Dawson-Hughes B, Heaney RP, Holick MF, Lips P, Meunier PJ, Vieth R. Estimates of optimal vitamin D status. *Osteoporos Int.* 2005;16(7):713-6.
- Modin K, Sandström H, K:son Blomquist H, Nilsson M. Ingen klinisk raket trots inkomplett AD-tillägg. Bör de nationella rekommendationerna omvärderas? *Läkartidningen.* 1998;95(8):745-8.
- Weisberg P, Scanlon KS, Li R, Cogswell ME. Nutritional rickets among children in the United States: review of cases reported between 1986 and 2003. *Am J Clin Nutr.* 2004;80(6 Suppl):1697S-705S.
- Garemo M, Arvidsson Lenner R, Karlge Nilsson E, Borres MP, Strandvik B. Food choice, socio-economic characteristics and health in 4-year olds in a well-educated urban Swedish community. *Clin Nutr.* 2007;26(1):133-40.
- Garemo M, Palsdottir V, Strandvik B. Metabolic markers in relation to nutrition and growth in healthy 4-y-old children in Sweden. *Am J Clin Nutr.* 2006;84(5):1021-6.
- Eriksson S, Mellström D, Strandvik B. Fatty acid pattern in serum is associated with bone mineralisation in healthy 8-year-old children. *Br J Nutr.* 2009;102(3):407-12.
- Eriksson S, Mellström D, Strandvik B. Volumetric bone mineral density is an important tool when interpreting bone mineralization in healthy children. *Acta Paediatr.* 2009;98(2):374-9.
- Eriksson S, Palsdottir V, Garemo M, Mellström D, Strandvik B. Metabolic profiles of fat and glucose differ by gender in healthy 8-year-olds. *Acta Paediatr.* 2010;99(1):78-82.
- Eriksson S, Strandvik B. Food choice is reflected in serum markers and anthropometric measures in healthy 8-yr-olds. e-SPEN, the European e-Journal of Clinical Nutrition and Metabolism. 2010;5(3):e117-e124. doi: 10.1016/j.eclnm.2010.02.002
- Andersen R, Mølgaard C, Skovgaard LT, Brot C, Cashman KD, Chabros E, et al. Teenage girls and elderly women living in northern Europe have low winter vitamin D status. *Eur J Clin Nutr.* 2005;59(4):533-41.
- Andersen R, Mølgaard C, Skovgaard LT, Brot C, Cashman KD, Jakobsen J, et al. Pakistani immigrant children and adults in Denmark have severely low vitamin D status. *Eur J Clin Nutr.* 2008;62(5):625-34.
- Stellinga-Boelen AA, Wiegersma PA, Storm H, Bijleveld CM, Verkaade HJ. Vitamin D levels in children of asylum seekers in The Netherlands in relation to season and dietary intake. *Eur J Pediatr.* 2007;166(3):201-6.
- Rockell JE, Green TJ, Skeaff CM, Whiting SJ, Taylor RW, Williams SM, et al. Season and ethnicity are determinants of serum 25-hydroxvitamin D concentrations in New Zealand children aged 5-14 y. *J Nutr.* 2005;135(11):2602-8.
- Kumar J, Muntner P, Kaskel FJ, Hailpern SM, Melamed ML. Prevalence and associations of 25-hydroxvitamin D deficiency in US children: NHANES 2001-2004. *Pediatrics.* 2009;124(3):e362-70.