

VITAMINA D: DEFICIÊNCIA NA PESSOA IDOSA E PAPEL NA ADIPOSIDADE CORPORAL

Costa IFO¹, Carvalho CMRG^{II}

Resumo

A vitamina D pode ser adquirida após exposição aos raios solares na pele ou por meio da dieta. O estado nutricional da população é avaliado pela dosagem da concentração sérica de 25(OH)D, a qual ainda não possui consenso acerca dos valores de referência. Dados revelam elevada prevalência de hipovitaminose D em países ensolarados como o Brasil e em idosos, pois são considerados grupo de risco porque há redução do precursor da vitamina D na pele e a ingestão dietética é inadequada.

A vitamina D comumente atua no metabolismo ósseo, mas pode atuar em processos diferentes dos esqueléticos. Nesse sentido, pesquisas indicam que baixos níveis séricos podem associar-se com o excesso de adiposidade corporal, maior índice de massa corporal, % de gordura e prega cutânea tricipital que indivíduos com níveis normais.

Portanto, a importância de conhecer o metabolismo, a tendência dos valores de referência, os aspectos sobre o estado nutricional, consumo alimentar e associação com a adiposidade corporal, fundamentou a realização deste estudo visando suscitar reflexões e discussões sobre essa temática.

Palavras-chave:

Vitamina D; Idosos; Adiposidade corporal.

Abstract

Vitamin D can be acquired after exposure to sunlight on the skin or through diet. The nutritional status of the population is evaluated by measurement of serum 25(OH)D, which does not have consensus on the reference values. Data show high prevalence of hypovitaminosis D in sunny countries like Brazil and in the elderly because they are considered a risk group because there is a reduction of the precursor of vitamin D in the skin and dietary intake is inadequate.

Vitamin D often acts on bone metabolism, but can act in different processes of skeletal. In this respect, research indicates that low levels may be associated with excess body fat, greater body mass index, % fat and triceps skinfold thickness than individuals with normal levels.

Therefore, the importance of understanding the metabolism, the trend of the reference values, the aspects on nutritional status, food intake and association with body fat, determined to carry out this study to elicit reflections and discussions on this topic.

Keywords:

Vitamin D; Elderly; Body Adiposity.

INTRODUÇÃO

A vitamina D é essencial ao metabolismo ósseo, pois atua regulando a homeostase do cálcio. Além desta função clássica, baixos níveis séricos têm sido associados inversamente com o excesso de adiposidade¹. Os receptores da vitamina D estão presentes no núcleo de quase todas as células e tecidos do organismo, nesse sentido, pode atuar em processos inflamatórios, auto-imunitários, controle de níveis pressóricos, doenças cardiovasculares, diabetes, síndrome metabólica, câncer e obesidade².

A vitamina D é sintetizada a partir da ativação cutânea (derme e epiderme) após exposição aos raios ultravioleta B (UVB). O pré-cursor 7-deidrocolesterol é transportado do sangue até o fígado³. No fígado, o colecalciferol

¹ 1. Mestre em Alimentos e Nutrição da Universidade Federal do Piauí.

^{II} 2. Docente do Mestrado em Alimentos e Nutrição da Universidade Federal do Piauí.

ivonefreirescosta@yahoo.com.br

é convertido a 25(OH)D por meio da enzima D3-25-hidroxilase (25-OHase) no retículo endoplasmático das células hepáticas⁴. Cerca de 75% da vitamina D circulante é convertida em 25(OH)D ou calcidiol depositando-se principalmente no tecido adiposo⁵. A enzima 25(OH)1 α -hidroxilase (1 α -OHase) está presente nos rins e faz parte do citocromo P450, que converte 25(OH)D a 1 α ,25dihidroxitamina D [1,25 (OH)2D] ou calcitriol, forma mais ativa que exerce atividade biológica no organismo⁶.

Com o aumento da idade há redução da capacidade da pele em sintetizar pró-vitamina D, processo que não pode ser explicado apenas pelo decréscimo da massa total da epiderme, mas provavelmente por outros fatores associados⁷. O envelhecimento parece ser um fator de risco para diminuição da vitamina D⁸. Pesquisas recentes indicam que níveis séricos da referida vitamina variam inversamente com índice de massa corporal, com o percentual de gordura corporal total em mulheres e com o peso corporal em homens e mulheres. O mecanismo provável é lipossolubilidade do hormônio e biodistribuição no tecido adiposo⁹.

Nessa perspectiva este artigo abordará a importância da vitamina D para a pessoa idosa, as evidências dos seus efeitos sobre variáveis e indicadores antropométricos de adiposidade, ressaltando, neste processo, os aspectos metabólicos e nutricionais.

VALORES DE REFERÊNCIA E NÍVEIS DE VITAMINA D

Diversos estudos tentaram definir os critérios de classificação baseados na concentração plasmática, abaixo do qual os valores séricos de PTH se elevam, mas em geral este dado tem se mostrado diferente em cada país onde foi pesquisado¹⁰. No entanto, trabalhos recentes apontam que o hiperparatireoidismo secundário associado à hipovitaminose D nem sempre acontece². Para avaliar o estoque de vitamina D indica-se dosar os níveis séricos de 25(OH)D, pois são constantes e a meia vida é de aproximadamente duas a três semanas. De acordo com os valores dosados, os indivíduos podem ser classificados em insuficientes e deficientes¹¹.

Quando os níveis séricos são inferiores a 30 ng/mL define-se a presença de hipovitaminose D¹². Assim tem-se sugerido que a partir de 30 ng/mL pode-se garantir a realização das funções calcêmicas e não calcêmicas adequadamente^{12,13}. A maioria dos autores considera deficiência quando menor que 20 ng/mL e que esse seria o limite para o desenvolvimento do hiperparatireoidismo secundário e prejuízo à manutenção da saúde do esqueleto¹⁴. Por outro lado, a insuficiência pode ser definida quando os valores variam de 21 a 29 ng/mL¹². No entanto, vale ressaltar que os valores de referência para hipovitaminose D, ainda não são consensuais e muitos são os critérios adotados em seu diagnóstico¹¹. Observar tabela 1.

Tabela 1 – Valores de referência para os níveis de 25(OH)D

ESTUDOS	ADEQUADO	INSUFICIENTE	HIPOVITAMINOSE D	DEFICIÊNCIA	DEFICIÊNCIA LEVE	DEFICIÊNCIA MODERADA	DEFICIÊNCIA GRAVE
Van Der Wielen ¹⁵ 1995			<30ng/mL				
Malabanan ¹⁸ 1998				≤20 ng/mL			<10 ng/mL
Thomas ¹⁷ 1998				<14,8 ng/mL			<8 ng/mL
Harris ¹⁸ 2000				≤20 ng/mL			<10 ng/mL
Lips ¹⁹ 2001					10 a 20 ng/mL	5 a 10ng/mL	< 5 ng/mL
Holick ¹² 2007			<30ng/mL	≤20 ng/mL			
TOM ¹¹ 2011	>20 ng/mL	11 a 20 ng/mL		≤10 ng/mL			

Os níveis da vitamina D são derivados da síntese cutânea e ingestão alimentar. A deficiência grave causa defeitos na mineralização esquelética, a leve origina hiperparatireoidismo secundário e aumento na remodelação e perda óssea²⁰. Na insuficiência evidencia-se elevação nas concentrações de PTH circulantes, traduzindo um hiperparatireoidismo secundário, com redução da fração ativa de 1,25(OH)2D, aumentando-se a reabsorção óssea e, conseqüentemente o risco de fraturas²¹.

A deficiência da vitamina D causa diminuição na absorção intestinal do cálcio e hipocalcemia subsequente e breve, seguida pelo hiperparatireoidismo compensatório²². A principal fonte de vitamina D em humanos é a exposição à luz solar, que em grande parte da população é insuficiente²³. Os derivados do colecalciferol são lipossolúveis e circulam ligada a Proteína Ligadora da Vitamina D (DBP), que transporta moléculas hidrofóbicas a vários órgãos²⁴. A vitamina D também circula ligada à albumina²⁵. Quando ingerida é absorvida no intestino delgado, incorporada a quilomicrons e levada por estes ao fígado, depois o metabolismo é igual à sintetizada pela pele²².

Em países ensolarados, como Espanha, Itália e Grécia há também deficiência de vitamina D e uma das causas prováveis é o consumo dietético reduzido²⁶. O Brasil por ser um país tropical e ensolarado, não era aventado à possibilidade de deficiência²⁷. Uma pesquisa realizada em 84 idosos saudáveis de São Paulo o valor médio de 25(OH)D foi de 77,4 nmol/L durante o inverno²⁸. Outro estudo conduzido em um grupo de 250 idosos da cidade de São Paulo 15,4% dos indivíduos eram deficientes²⁹. No Rio Grande do Sul, por suas características climáticas relatos apontam maior possibilidade de deficiência³⁰.

Em uma pesquisa realizada com 738 pessoas com idade variando de 25 a 94 anos, verificou-se uma média de 25(OH)D de $21,9 \pm 13,5$ ng/mL³¹. No Beirute, Líbano, pelos hábitos culturais dessa população, marcados pelo uso de vestimentas cobrindo grande parte do corpo, a média de 25(OH)D foi muito menor ($9,7 \pm 7,1$ ng/mL)³². No nordeste do Brasil, em Recife (PE), foi observada insuficiência de vitamina D em 24% das mulheres na fase pré-menopausa e 43% na fase pós-menopausa³³. Além disso, destaca-se ainda a prevalência de hipovitaminose D em idosos institucionalizados em São Paulo, a qual foi de 71,2% e no grupo ambulatorial foi de 43,8%²².

CONSUMO DE VITAMINA D PELA PESSOA IDOSA

Os idosos alimentam-se de forma inadequada, usam múltiplas drogas que interferem na absorção e metabolização da vitamina D e muitos apresentam comprometimento renal¹⁹. A baixa ingestão alimentar é um fator de risco para hipovitaminose D e para alta prevalência de insuficiência de 25(OH)D³⁴. Muitos estudos sugerem que o consumo alimentar de vitamina D por idosos está muito aquém do recomendado, e as fontes alimentares são limitadas e pouco consumidas pela presença elevada de colesterol³⁵.

Alguns estudos têm recomendado a suplementação de vitamina D em populações que se expõe ao sol com reduzida frequência. Parece que suplementação de 700 a 800 UI de vitamina D por dia associada ao cálcio é suficiente à manutenção da massa óssea e redução de fraturas²². Nesse contexto alguns alimentos ricos em vitamina D encontram-se descritos na tabela 2.

Tabela 2 – Alimentos ricos em vitamina D³⁶

ALIMENTOS	VITAMINA	VITAMINA
	D ₂	D ₃
Salmão cozido (155g)	0,0	36,1
Atum em óleo enlatado (85g)	0,0	5,7
Sardinha (24g)	0,0	4,8
Fígado de boi cozido (85g)	0,0	1,0
Lombo cozido (85g)	0,0	0,2
Leite integral fortificado com vitamina D (244g)	0,0	1,3
Leite integral sem vitamina D (244g)	0,0	0,1
Manteiga (5g)	0,0	1,5
Cogumelos portabella grelhados (121g)	0,3	0,0
Cogumelos grelhados portabella expostos a luz ultra violeta (121g)	13,1	1,0
Cogumelos shitake cozidos (72g)	0,7	0,1
Fígado de frango (100g)	0,0	1,25
Gema de ovo fresca (100g)	0,0	0,53
Ovo de galinha fresco (100g)	0,0	0,875

A ocorrência natural de vitamina D nos alimentos é pequena e a suplementação de alimentos com esta vitamina não é feita de modo universal. Sem exposição aos raios UV-B, a quantidade de vitamina D obtida de fontes alimentares e suplementos disponíveis nos dias atuais está sendo insuficiente para manter a concentração sérica de 25(OH)D acima de 30 ng/ml³⁷.

As Dietary Reference Intakes (DRIs) estabelecem as recomendações de ingestão de vitamina D, determinadas usando a Estimativa de Requerimento Médio (EAR), nível em que 50% das necessidades da população são satisfeitas, Dose Diária Recomendada (RDA), nível em que 95% das necessidades da população são satisfeitas e Nível de Ingestão Tolerável (UL), as quais variam de acordo com a idade do indivíduo. Assim, em homens e mulheres com idade de 51 a 70 anos, a EAR é de 400 UI/dia, a RDA é 600 UI/dia, a partir de 71 anos a EAR continua a mesma e RDA é de 800 UI/dia, destaca-se que para todas essas faixas de idade o UL é 4000 UI/dia³⁸.

Em idosos saudáveis que vivem na comunidade, o nível desejável de vitamina D pode ser alcançado pela exposição regular ao sol, juntamente com o consumo de leite fortificado e também pode ser advinda da suplementação de vitamina D³⁹.

Dados apontam que a ingestão geralmente é 50% da recomendação diária (5 µg de colecalciferol/dia = 200 UI de vitamina D) em indivíduos com mais de 50 anos de idade⁴⁰. Em um estudo que avaliou 120 idosos brasileiros, de Natal, Rio Grande do Norte, verificou-se ingestão de vitamina D insuficiente, com 100% de inadequação⁴¹. Na tabela 3 expõem-se resultados de estudos sobre ingestão dietética de vitamina D por pessoas idosas, a qual foi considerada inferior à recomendação em todos os países relatados.

Tabela 3 – Ingestão dietética de vitamina D pela pessoa idosa

AUTORES	PAÍS	POPULAÇÃO ESTUDADA	N	VITAMINA D (MÉDIA UI/DIA ± DP; MEDIANO)
Corless ⁴² 1975	Reino Unido	Pacientes geriátricos	36	40
Nayal ⁴³ 1978	Reino Unido	Pacientes geriátricos	62	55
Vir ⁴⁴ 1978	Reino Unido	Pacientes geriátricos	43	42 ± 31
		Pacientes ambulatoriais	37	60 ± 40
Egsmose ⁴⁵ 1987	Dinamarca	Pacientes geriátricos	94	70
Lips ⁴⁹ 1987	Holanda	Independentes	74	114 ± 44
		Com fraturas de quadril	125	116 ± 63
Chapuy ⁴⁶ 1987	França	Pacientes ambulatoriais	89	< 200
		Pacientes geriátricos	104	< 200
Goldray ⁴⁷ 1989	Israel	Pacientes geriátricos	338	< 100
Pun ⁴⁸ 1990	Hong Kong	Com fraturas de quadril	69	40 ± 16
Sato ⁴⁹ 1997	Japão	Com doença de Parkinson	51	103 ± 36
Sato ⁵⁰ 1998	Japão	Com doença de Alzheimer	46	82 ± 35
Delvin ⁵¹ 1988	Canadá	Independente	186	80 ± 10
Omdahl ⁵² 1982	EUA	Independente	304	190
O'Dowd ⁵³ 1993	EUA	Pacientes geriátricos	109	379
Gloth ⁵⁴ 1995	EUA	Pacientes domiciliares	52	121 ± 132
		Pacientes geriátricos	64	282 ± 146
Jacques ⁵⁵ 1997	EUA	Mulheres independentes	469	± 200
		Homens independentes	290	± 200
Gallagher ⁵⁶ 1998	EUA	Mulheres independentes	500	150 ± 95
		Homens independentes	235	175 ± 112
Thomas ¹⁷ 1998	EUA	Pacientes hospitalizados	290	300 ± 292

Nesse sentido, uma pesquisa realizada em Barcelona, Espanha, observou-se que nenhuma das 97 mulheres analisadas tinha consumo adequado de vitamina D⁵⁷. Paralelamente, um estudo que avaliou 98 pessoas com idade variando de 40 a 65 anos de idade, a média de consumo de vitamina D foi 73,5 UI/dia⁵⁸.

PAPEL DA VITAMINA D NA ADIPOSIDADE CORPORAL

Estudos relatam ainda uma relação inversa entre vitamina D e medidas de adiposidade, índice de massa corporal (IMC)^{59,60,61,62,63}, circunferência da cintura⁶⁴, relação cintura quadril⁶⁵ e massa gorda⁶⁶. O risco de deficiência da 25(OH)D se eleva com o aumento da espessura de dobras cutâneas⁶⁷. Em estudo realizado na Bélgica, os parâmetros antropométricos, IMC, prega cutânea e circunferência da cintura influenciaram os valores de vitamina D. Na Espanha, uma pesquisa constatou que o IMC e a obesidade abdominal influenciaram o aparecimento de insuficiência de vitamina D⁶⁸.

A obesidade é um fator de risco para doenças crônicas e tem sido associada à deficiência de vitamina D^{59,69,70}. A associação entre aumento da adiposidade e redução da concentração sérica de 25(OH)D é relatada há mais de três décadas, sugerindo-se como hipótese primária a facilidade de ser estocada em tecido adiposo devido à lipossolubilidade⁷¹. Além de ser liberada vagarosamente na circulação e possuir lipólise diminuída¹². Outra

hipótese é a obesidade ser consequência dos baixos níveis de vitamina D, que causaria produção excessiva de PTH e aumento do influxo de cálcio nos adipócitos, provocando ganho de peso⁷².

Também são postulados, reduzida exposição ao sol⁷¹, maior quantidade de peças do vestuário⁶² e feedback negativo exercido pela 1,25(OH)2D⁷³. O estado nutricional da vitamina D é influenciado pelo tipo de gordura corporal. Em uma pesquisa realizada com 53 hispânicos e 37 mulheres caucasianas, houve associação entre os níveis séricos de 25(OH)D com a gordura visceral e subcutânea⁷⁴.

Em Africanos-Americanos observou-se diminuição da 25(OH)D associada mais com a distribuição da gordura, do que apenas com sua quantidade, sugerindo-se que a relação entre adiposidade e vitamina D não pode ser explicada apenas pelo aumento do estoque em tecido adiposo. Os níveis de vitamina D 25(OH)D e 1,25(OH)2D são inversamente associados com o IMC em hispânicos, mas não foram associados com 5 anos de mudanças na adiposidade. Dessa forma a relação inversa entre vitamina D e adiposidade pode ser explicada em parte pelo sequestro no tecido adiposo, mas a observação da associação entre a distribuição da gordura corporal e 25(OH)D, e entre 1,25(OH)2D e adiposidade, corrobora com a sugestão de relações mais complexas⁶⁶.

Vale destacar que essas afirmações ainda são controversas e os resultados dos estudos realizados ainda não são consensuais⁷⁰. Estudos envolvendo maiores grupos populacionais, com pessoas de ambos sexos e com maior abrangência das faixas etárias são necessários para melhorar o entendimento da relação entre a vitamina D e a localização da gordura corporal⁶⁶.

Nesse contexto, pesquisas apontam presença de correlação inversa entre IMC e os níveis séricos de 25(OH)D, ou seja, quanto maior o IMC, menor o nível de 25(OH)D, confirmando a teoria de Bolland⁷⁵, na qual os dois maiores determinantes biológicos da concentração de 25(OH)D são a exposição aos raios UVB e a gordura corporal. No estudo de Shea⁷⁶ houve diferenças entre os valores médios de IMC de 977 idosos, de acordo com suficiência e insuficiência de vitamina D, observando-se que o IMC na insuficiência ($28,2 \pm 5,2$ Kg/m²) foi maior que na suficiência ($27,1 \pm 4,2$ Kg/m²), com diferença estatisticamente significativa.

No entanto, em pesquisa realizada por Saron⁷⁷ ao correlacionar os níveis séricos de vitamina D com IMC e prega cutânea tricipital (PCT), não foi observada correlação estatisticamente significativa. Bem como nos estudos de Pieper⁷⁸ e Russo³⁹, que não obtiveram correlação significativa entre IMC e 25(OH)D. Contudo, na pesquisa desenvolvida por Sioen⁷⁹, observou-se correlação negativa e significativa, entre 25(OH)D e, peso, ($r = -0,121$; $p = 0,022$), prega cutânea tricipital ($r = -0,112$; $p = 0,034$) e prega cutânea subescapular ($r = -0,119$; $p = 0,025$).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A vitamina D possui uma grande importância para o ser humano, em especial para a pessoa idosa, especialmente pela elevada prevalência de deficiência encontrada mesmo em países ensolarados como o Brasil.

A população idosa é muito suscetível a deficiência dessa vitamina e a associação inversa entre a deficiência e insuficiência com os parâmetros de adiposidade, IMC, circunferência da cintura, relação cintura quadril e pregas cutâneas são frequentes.

O desafio é compreender o mecanismo de atuação da vitamina D em suas novas funções, por isso a condução de mais estudos ainda é necessária para a elucidação da vitamina D na adiposidade.

REFERÊNCIAS

- 1 Canto M, Lauand TCG. Deficiência de Vitamina D e fatores determinantes dos níveis plasmáticos de 25-hidroxivitamina D. Brasília Méd. 2008;45(3):208-217.
- 2 Silva BCC, Carmagos BM, Fujii JB, Dias EP, Soares MMS. Prevalência de deficiência e insuficiência de vitamina D e sua correlação com PTH, marcadores de remodelação óssea e densidade mineral óssea, em pacientes ambulatoriais. Arq Bras Endocrinol Metabol. 2008;52(3):482-7.
- 3 Gallagher JC, Sai AJ. Vitamin D Insufficiency, Deficiency, and Bone Health. J Clin Endocrinol Metab. 2010;95(6):2630-33.
- 4 Prosser DE, Jones G. Enzymes involved in the activation and inactivation of vitamin D. Trends Biochem Sci. 2004;29(12):664-73.
- 5 Pedrosa MAC, Castro ML. Papel da vitamina D na função neuro-muscular. Arq Bras Endocrinol Metab. 2005;49(4):495-502.
- 6 Plum LA, Deluca HF. The functional metabolism and molecular biology of vitamin D action. Clin Rev Bone Miner Metab. 2009;7:20-41.

- 7 Jacques PF, Felson DT, Tucker KL, Mahnen B, Wilson PW, Rosenberg IH, et al. Plasma 25-hydroxyvitamin D and its determinants in an elderly population sample. *Am J Clin Nutr.* 1997;66(4):929-36.
- 8 Heaney RP. More evidence and still no action. *J Clin Endocrinol Metab.* 2000;85(9):3009-10.
- 9 Dawson-Hughes B, Harris SS, Krall EA, Dallal GE. Effect of calcium and vitamin D supplementation on bone density in men and women 65 years of age or older. *N Engl J Med.* 1997;337(10):670-6.
- 10 Lips P, Duong T, Oleksik A, D Preto, Cummings S, D Cox, et al. A global study of vitamin D status and parathyroid function in postmenopausal women with osteoporosis: baseline data from the multiple outcomes of raloxifene evaluation clinical trial. *J Clin Endocrinol Metab.* 2001;86(3):1212-21.
- 11 Thacher TD, Clarke, BL. Vitamin D Insufficiency. *Mayo Clin Proc.* 2011;86(1):50-60.
- 12 Holick MF. Vitamin D deficiency. *N Engl J Med.* 2007;357(3):266-281.
- 13 Bischoff-Ferrari H. Health effects of vitamin D. *Dermatologic Therapy.* 2010;23(1):23-30.
- 14 Bischoff-Ferrari HÁ, Giovannucci E, Willett WC, Dietrich T, Dawson-Hughes B, et al. Estimation of optimal serum concentrations of 25-hydroxyvitamin D for multiple health outcomes. *Am J Clin Nutr.* 2006; 84(1):18-28.
- 15 Van Der Wielen RP, Löwik MR, Van Den Berg H, De Groot LC, Haller J, Moreiras O, et al. Serum vitamin D concentrations among elderly people in Europe. *Lancet.* 1995;346(8969):207-10.
- 16 Malabanan A, Veronikis IE, Holick MF. Redefining vitamin D insufficiency. *Lancet.* 1998;351(9105):805-806.
- 17 Thomas MK, Lloyd-Jones DM, Thadhani RI, Shaw AC, Deraska DJ, Kitch BT, et al. Hypovitaminosis D in medical inpatients. *N Engl J Med.* 1998;338(12):777-783.
- 18 Harris SS, Soteriades E, Coolidge JA, Mudgal S, Dawson-Hughes B, et al. Vitamin D insufficiency and hyperparathyroidism in a low income, multiracial, elderly population. *J Clin Endocrinol Metab.* 2000;85(11):4125-30.
- 19 Lips, P. Vitamin D Deficiency and Secondary Hyperparathyroidism in the Elderly: Consequences for Bone Loss and Fractures and Therapeutic Implications. *Endocr Rev.* 2001;22(4):477-501.
- 20 Calvo MS, Whiting SJ, Barton CN. Vitamin D intake: a global perspective of current status. *J Nutr.* 2005;135(2):310-6.
- 21 Dawson-Hughes B, Heaney RP, Holick MF, Lips P, Meunier PJ, Vieth R. Estimated of optimal vitamin D status. *Osteoporos Int.* 2005;16(7):713-6.
- 22 Premaor MO, Furlanetto TW. Hipovitaminose D em adultos: entendendo melhor a apresentação de uma velha doença. *Arq Bras Endocrinol Metabol.* 2006;50(1):25-37.
- 23 Compston JE. Vitamin D deficiency: Time for action. Evidence supports routine supplementation for elderly people and others at risk. *BMJ.* 1998;317(7171):1466-67.
- 24 Levine MA. Normal Mineral homeostasis. Interplay of Parathyroid Hormone and Vitamin D. *Endocr Dev. Basel, Karger.* 2003;6:14-33.
- 25 Verboven C, Rabijns A, De Maeyer M, Van Baelen H, R Bouillon, De Ranter C. A structural basis for the unique binding features of the human vitamin D-binding protein. *Nat Struct Biol.* 2002;9(2):131-36.
- 26 Bandeira F, Griz L, Dreyer P, Eufrazino C, Bandeira C, Freese E. Vitamin D deficiency: a global perspective. *Arq Bras Endocrinol Metab.* 2006;50(4):640-46.
- 27 Bandeira F, Griz L, Freese E, Lima DC, Thé AC, Diniz ET, et al. Vitamin D deficiency and its relationship with bone mineral density among postmenopausal women living in the tropics. *Arq Bras Endocrinol Metab.* 2010;54(2):227-32, 2010.
- 28 Maeda SSK, Lazaretti-Castro M. Influência sazonal sobre as concentrações de 25-Hidroxivitamina D em população idosa ativa na cidade de São Paulo. *Arq Bras Endocrinol Metab.* 2003;48:503.
- 29 Saraiva GL, Cendoroglo MS, Ramos LR, Araújo LMQ, Vieira JGH, Kunii I, et al. Influência da radiação ultravioleta sobre a produção de 25-hidroxivitamina D na população idosa na cidade de São Paulo (23 ° 34 s'), Brasil. *Osteoporos Int.* 2005;16(12):1649-54.
- 30 Premaor MO, Alves GV, Crossetti LB, Furlanetto TW. Hyperparathyroidism secondary to hypovitaminosis D in hypoalbuminemic is less intense than in normoalbuminemic patients: A prevalence study in medical inpatients in southern Brazil. *Endocrine.* 2004;24(1):47-53.
- 31 Vashi PG, Lammersfeld CA, Braun DP, Gupta D. Serum 25-hydroxyvitamin D is inversely associated with body mass index in cancer. *Nutr J.* 2011;10(51):1-6.
- 32 Gannagé-Yared MH, Chemali R, Yaacoub N, Halaby G. Hypovitaminosis D in a sunny country: relation to lifestyle and bone markers. *J Bone Miner Res.* 2000;15(9):1856-62.
- 33 Bandeira F, Caldas G, Freese E, Griz L, Faria M, Bandeira C. Relationship between serum vitamin D status and clinical manifestations of primary hyperparathyroidism. *Endocr Pract.* 2002;8(4):266-70.
- 34 Holick MF. Vitamin D: its role in cancer prevention and treatment. *Prog Biophys Mol Biol.* 2006;92(1):49-59.
- 35 Calvo MS, Whiting SJ. Public Health Strategies to overcome barriers to optimal vitamin D status in population with special needs. *J Nutr.* 2006;136(4):1135-9.
- 36 Usda (United States Department of Agriculture). National Nutrient Database for Standard Reference, Release 23. <http://www.ars.usda.gov/nutrientdata>. Acesso: 02.10.2011.
- 37 Vieth R. What is the optimal vitamin D status for health? *Prog Biophys Mol Biol.* 2006;92(1):26-32
- 38 Institute of Medicine. Dietary reference intakes for calcium and vitamin D. Food and Nutrition Board. Washington. DC: National Academy, 2010.
- 39 Russo LAT, Gregório LH, Lacativa PGS, Marinheiro LPF. Concentração plasmática de 25 hidroxivitamina D em mulheres na pós-menopausa com baixa densidade mineral óssea. *Arq Bras Endocrinol Metab.* 2009;53(9):1079-1087.
- 40 Russell RM, Suter PM. Vitamin requirements of elderly people: an update. *Am J Clin Nutr.* 1993;58(1):4-14.

- 41 Silva AKQ, Gusmão SC, Castro KR, Moreira RAN, Moraes AHA, Perfil nutricional de idosos assistidos em instituição de longa permanência na cidade de Natal, RN. *Geriatrics & Gerontology*. 2010;4(1):27-35.
- 42 Corless D, Beer M, Boucher BJ, Gupta SP. Vitamin-D status in long-stay geriatric patients. *Lancet*. 1975;1:1404-1406.
- 43 Nayal AS, MacLennan WJ, Hamilton JC, Rose P, Kong M. 25-Hydroxyvitamin D diet and sunlight exposure in patients admitted to a geriatric unit. *Gerontology*. 1978;24:117-122.
- 44 Vir SC, Love AHG. Vitamin D status of elderly at home and institutionalized in hospital. *Int J Vitam Nutr Res*. 1978;48:123-130.
- 45 Egsmose C, Lund B, McNair P, Lund B, Storm T, Sorensen OH. Low serum levels of 25-dihydroxyvitamin D in institutionalized old people: influence of solar exposure and vitamin D supplementation. *Age Aging*. 1987;16:35-40.
- 46 Chapuy MC, Chapuy P, Meunier PJ. Calcium and vitamin D supplements: effects on calcium metabolism in elderly people. *Am J Clin Nutr*. 1987;46:324-328.
- 47 Goldray D, Mizrahi-Sasson E, Merdler C, Edelstein-Singer M, Algoetti A, Eisenberg Z, et al. Vitamin D deficiency in elderly patients in a general hospital. *JAmGeriatr Soc*. 1989;37:589-592.
- 48 Pun KK, Wong FHW, Wang C, Lau P, Ho PWM, Pun WK, et al. Vitamin D status among patients with fractured neck of femur in Hong Kong. *Bone*. 1990;11:365-368.
- 49 Sato Y, Kikuyama M, Oizumi K. High prevalence of vitamin D deficiency and reduced bone mass in Parkinson's disease. *Neurology*. 1997;49:1273-1278.
- 50 Sato Y, Asoh T, Oizumi K. High prevalence of vitamin D deficiency and reduced bone mass in elderly women with Alzheimer's disease. *Bone*. 1998;23:555-557.
- 51 Delvin EE, Imbach A, Copti M. Vitamin D nutritional status and related biochemical indices in an autonomous elderly population. *Am J Clin Nutr*. 1988;48:373-378.
- 52 Omdahl JL, Garry PJ, Hunsaker LA, Hunt WC, Goodwin JS. Nutritional status in a healthy elderly population: vitamin D. *Am J Clin Nutr*. 1982;36:1225-1233.
- 53 O'Dowd KJ, Clemens TL, Kelsey JL, Lindsay R. Exogenous calciferol (vitamin D) and vitamin D endocrine status among elderly nursing home residents in the New York City area. *J Am Geriatr Soc*. 1993;41:414-421.
- 54 Gloth FM, Smith CE, Hollis BW, Tobin JD. Functional improvement with vitamin D replenishment in a cohort of frail, vitamin D-deficient older people. *J Am Geriatr Soc*. 1995;43:1269-1271.
- 55 Jacques PF, Felson DT, Tucker KL, Mahnken B, Wilson PWF, Rosenberg IH. Plasma 25-hydroxyvitamin D and its determinants in an elderly population sample. *Am J Clin Nutr*. 1997;66:929-936.
- 56 Gallagher JC, Kinyamu HK, Fowler SE, Dawson-Hughes B, Dalsky GP, Sherman SS. Calcitropic hormones and bone markers in the elderly. *J Bone Miner Res*. 1998;13:475-482.
- 57 Solanellas MG, Pérez-Portabella AR, Olmo EZ, Escudero NG, Díaz CP, Feliu RM. Deficiencia de vitamina D en mujeres en edad fértil. *Aten Primaria*. 2008;40(8):393-9.
- 58 Palacios C, Gil K, Pérez CM, Josphura K. Determinants of Vitamin D Status among Overweight and Obese Puerto Rican Adults. *Ann Nutr Metab*. 2012;60(1):35-43.
- 59 Arunabh S, Pollack S, Yeh J, Aloia JF. Body fat content and 25-hydroxyvitamin D levels in healthy women. *J Clin Endocrinol Metab*. 2003;88(1):157-61.
- 60 Parikh SJ, Edelman M, Uwaifo GI, Freedman RJ, Semega-Janneh M, Reynolds J, et al. The relationship between obesity and serum 1,25-dihydroxy vitamin D concentrations in healthy adults. *J Clin Endocrinol Metab*. 2004;89(3):1196-1199.
- 61 Snijder MB, Visser M, Deeg DJH, Dekker JM, Bouter LM, Seidell JC, et al. Adiposity in relation to vitamin D status and parathyroid hormone levels: a population based study in older men and women. *J Clin Endocrinol Metab*. 2005;90(7):4119-23.
- 62 Hypponen E, Power C. Vitamin D status and glucose homeostasis in the 1958 British birth cohort: the role of obesity. *Diabetes Care*. 2006;29(10):2244-2246.
- 63 Alemzadeh R, Kichler J, Babar G, M Calhoun. Hypovitaminosis D in obese children and adolescents: relationship with adiposity, insulin sensitivity, ethnicity, and season. *Metabolism*. 2008;57(2):183-191.
- 64 McGill AT, Stewart JM, Lithander FE, Strik CM, Poppitt SD, et al. Relationships of low serum vitamin D3 with anthropometry and markers of the metabolic syndrome and diabetes in overweight and obesity. *J Nutr*. 2008;7(4):1-5.
- 65 Vilarrasa N, Maravall J, Estepa A, Sánchez R, Masdevall C, Navarro MA, et al. Low 25-hydroxyvitamin D concentrations in obese women: their clinical significance and relationship with anthropometric and body composition variables. *J Endocrinol Invest*. 2007;30(8):653-658.
- 66 Young K, Engelman CD, Langefeld CD, Hairston KG, Haffner SM, Bryer-Ash M, et al. Association of Plasma Vitamin D Levels with Adiposity in Hispanic and African Americans. *J Clin Endocrinol Metab*. 2009;94(9):3306-3313.
- 67 Need AG, Morris HA, Horowitz M, Nordin C. Effects of skinthickness, age, body fat, and sunlight on serum 25-hydroxyvitamin D. *Am J Clin Nutr*. 1993;58(6):882-5.
- 68 Rodríguez-Rodríguez E, Via-Lombán B, López-Sobaler AM, Ortega RM. Associations between abdominal fat and body mass index on vitamin D status in a group of Spanish schoolchildren. *Eur J Clin Nutr*. 2010;64(5):461-467.
- 69 Konradsen S, Ag H, Lindberg F, Hexeberg S, Jorde R. Serum 1,25-dihydroxy vitamin D is inversely associated with body mass index. *Eur J Nutr*. 2008;47(2):87-91.
- 70 Harris SS, Dawson-Hughes B. Reduced sun exposure does not explain the inverse association of 25-hydroxyvitamin D with percent body fat in older adults. *J Clin Endocrinol Metab*. 2007;92(8):3155-3157.
- 71 Wortsman J, Matsuoka LY, Chen TC, Lu Z, Holick MF. Decreased bioavailability of vitamin D in obesity. *Am J Clin Nutr*. 2000;72(3):690-693.

- 72 McCarty MF, Thomas CA. PTH excess may promote weight gain by impeding catecholamine-induced lipolysis-implications for the impact of calcium, vitamin D, and alcohol on body weight. *Med Hypotheses*. 2003;61(5):535-542.
- 73 Bell NH, Shaw S, Turner RT. Evidence that 1,25-dihydroxyvitamin D₃ inhibits the hepatic production of 25-hydroxyvitamin D in man. *J Clin Invest*. 1984;74(4):540-4.
- 74 Kremer R, Campbell PP, Reinhardt T, Gilsanz V. Vitamin D status and its relationship to body fat, final height, and peak bone mass in young women. *J Clin Endocrinol Metab*. 2009;94(1):67-73.
- 75 Bolland MJ, Cizzento AB, Ames RW, Mason BH, Horne AM, Gamble GD, et al. The effects of seasonal variation of 25-hydroxyvitamin D and fat mass on a diagnosis of vitamin D sufficiency. *Am J Clin Nutr*. 2007;86(4):959-64.
- 76 Shea MK, Houston DK, Toozé JA, Davis CC, Johnson MA, Hausman DB, et al. Correlates and Prevalence of Insufficient 25-Hydroxyvitamin D Status in Black and White Older Adults: The Health, Aging and Body Composition Study. *J Am Geriatr Soc*. 2011;59(7):1165-1174.
- 77 Saron MLG. Níveis Séricos das Vitaminas lipossolúveis (A, D e E) em pacientes com atresia biliar e hepatite auto-imune e a relação com o estado nutricional e indicadores clínicos e laboratoriais. [Tese]. Campinas: Faculdade de Ciências Médicas, Universidade Estadual de Campinas, 2008.
- 78 Pieper CF, Colon-Emeric C, Caminis J, K Betchyk, Zhang J, Janning C, et al. Distribution and Correlates of Serum 25 Hydroxyvitamin D Levels in a Sample of Hip Fracture Patients. *Am J Geriatr Pharmacother*. 2007;5(4):335-340.
- 79 Sioen I, Mouratidou T, Kaufman JM, Bammann K, Michels N, Pigeot I, et al. Determinants of vitamin D status in young children: results from the Belgian arm of the IDEFICS (Identification and Prevention of Dietary- and Lifestyle-Induced Health Effects in Children and Infants) Study. *Public Health Nutr*. 2011;1-7.