



HNT208 Nutrição Humana

Professora Responsável: Marly Augusto Cardoso

Vitamina D, Cálcio e Fósforo



Leitura básica: Lourenço Bh, Cardoso MA. Vitamina D, cálcio e fósforo. In: Cardoso MA, Scagliusi FB (Org). *Nutrição e Dietética*. 2ª. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2019, p: 181-192.

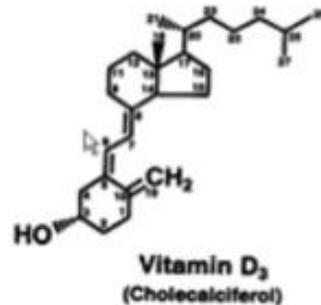
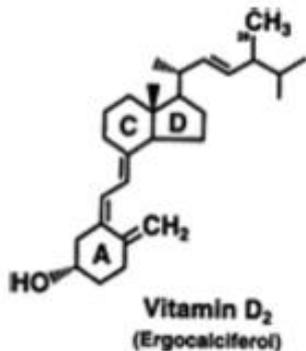
VITAMINA D



Vitamina D

Grupo de compostos esteroides lipossolúveis em duas formas moleculares:

- colecalciferol – D₃ produzida na pele
- ergocalciferol – D₂ derivada de fontes vegetais

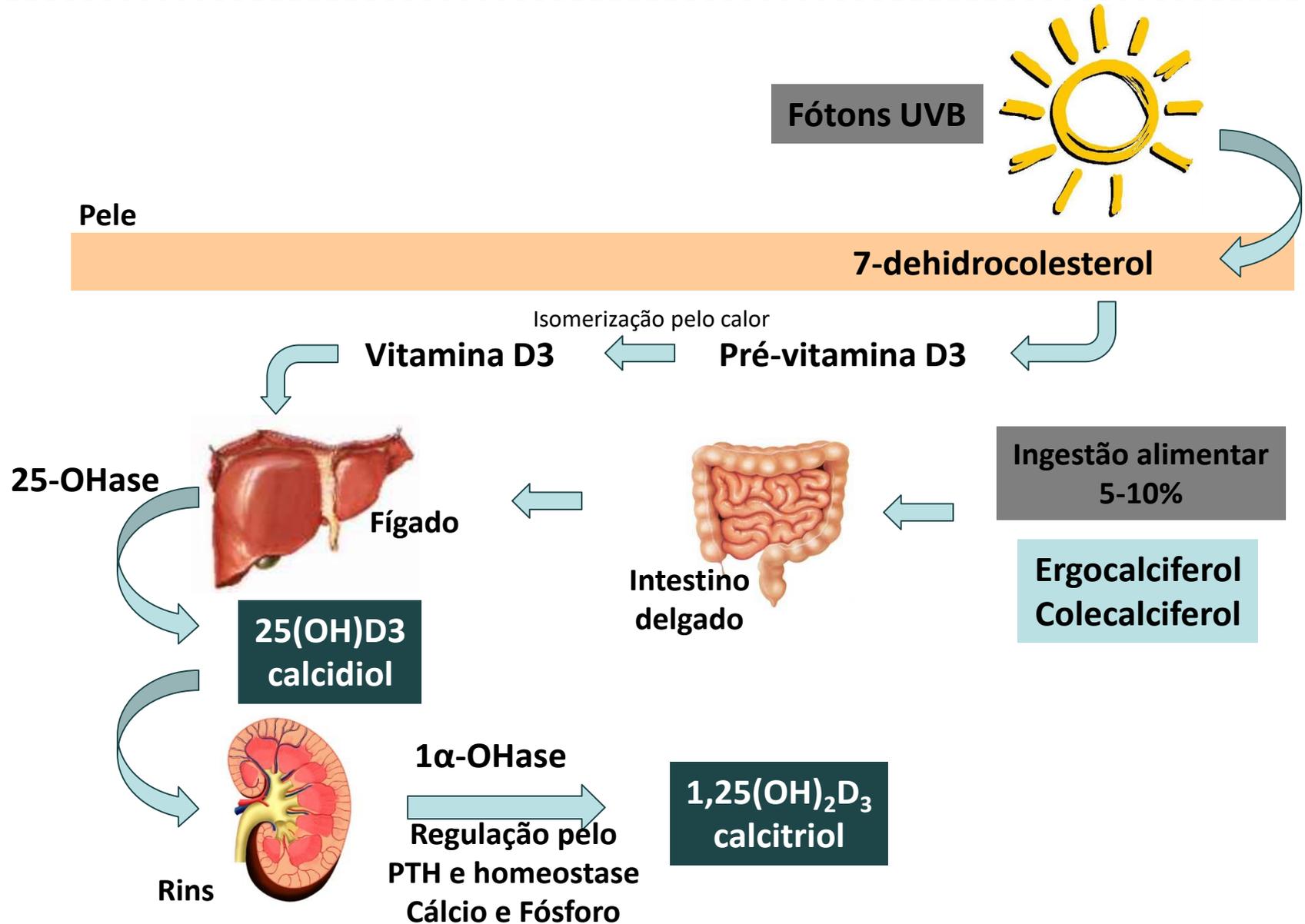


Formas biologicamente inativas

Hidroxilações hepática e renal

Calcitriol – 1,25 (OH)₂ D₃

Vitamina D



Vitamina D

Funções

Manutenção da homeostase de cálcio e fósforo:

- Promoção da **absorção intestinal de cálcio e fósforo**
- **Mobilização de cálcio e fósforo no tecido ósseo**
- **Depósito de cálcio** no tecido ósseo

Participação no mecanismo de **contração e relaxamento muscular**

Diferenciação celular

Imunidade (VDR identificado em linfócitos T)

Vitamina D

Deficiência

Raquitismo crianças

Osteomalácia adultos

Comprometimento da formação de massa óssea/mineralização
associado ao hiperparatireoidismo, hipocalcemia e
hipofosfatemia

Insuficiência

Induz ↑ PTH: aceleração da perda óssea **Osteoporose**

Vitamina D

Excesso

Toxicidade

Acúmulo de vitamina D no tecido adiposo, músculo esquelético, fígado e rins

Sintomas

Náusea, anorexia, fraqueza, dor de cabeça, poliúria, distúrbios digestivos, endurecimento/calcificação da aorta, dermatite e lesão renal

Vitamina D

Fontes alimentares

Óleo de fígado de bacalhau

Gordura de peixe (salmão, sardinha)

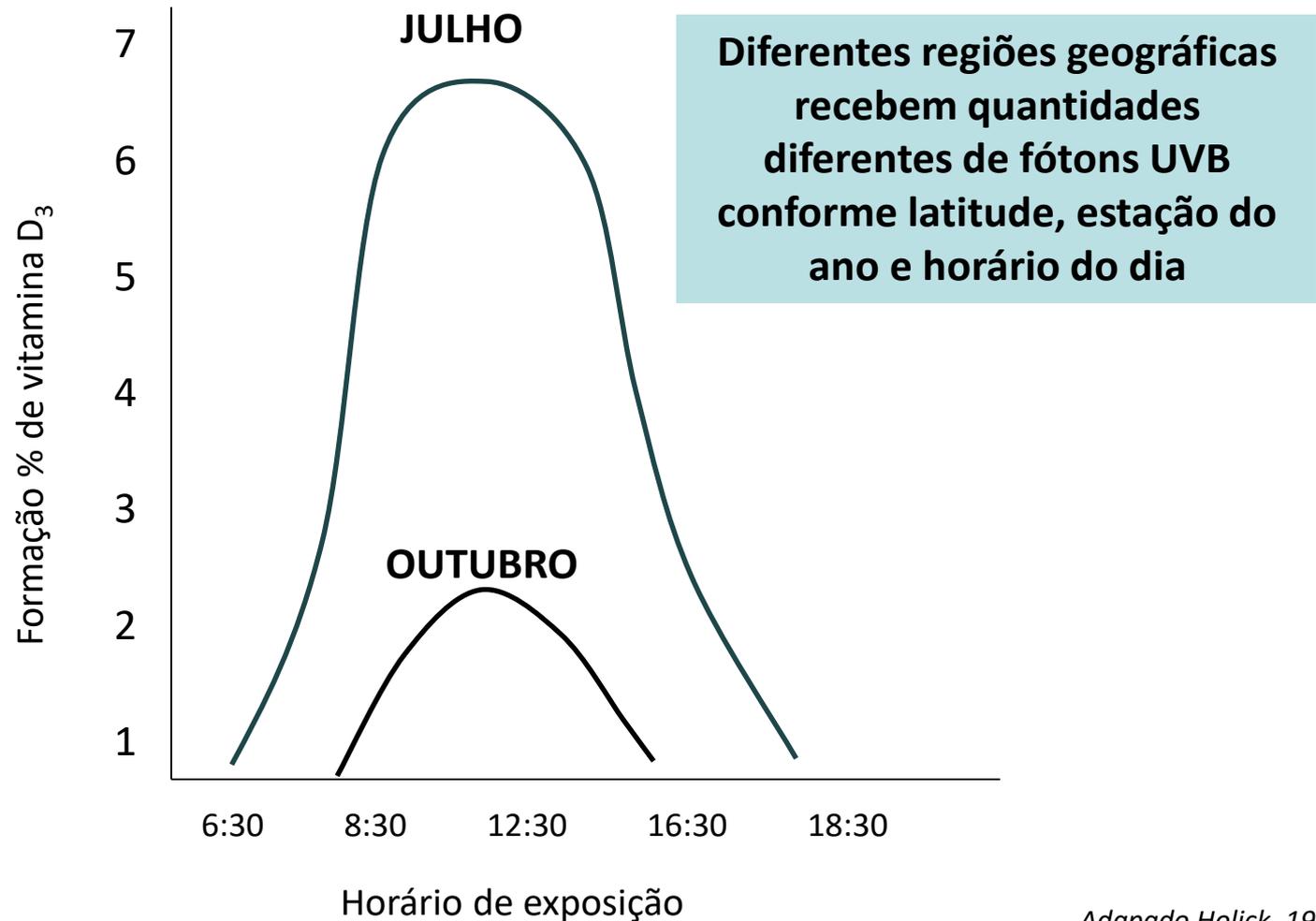
Gema de ovo

Manteiga

Alimentos fortificados

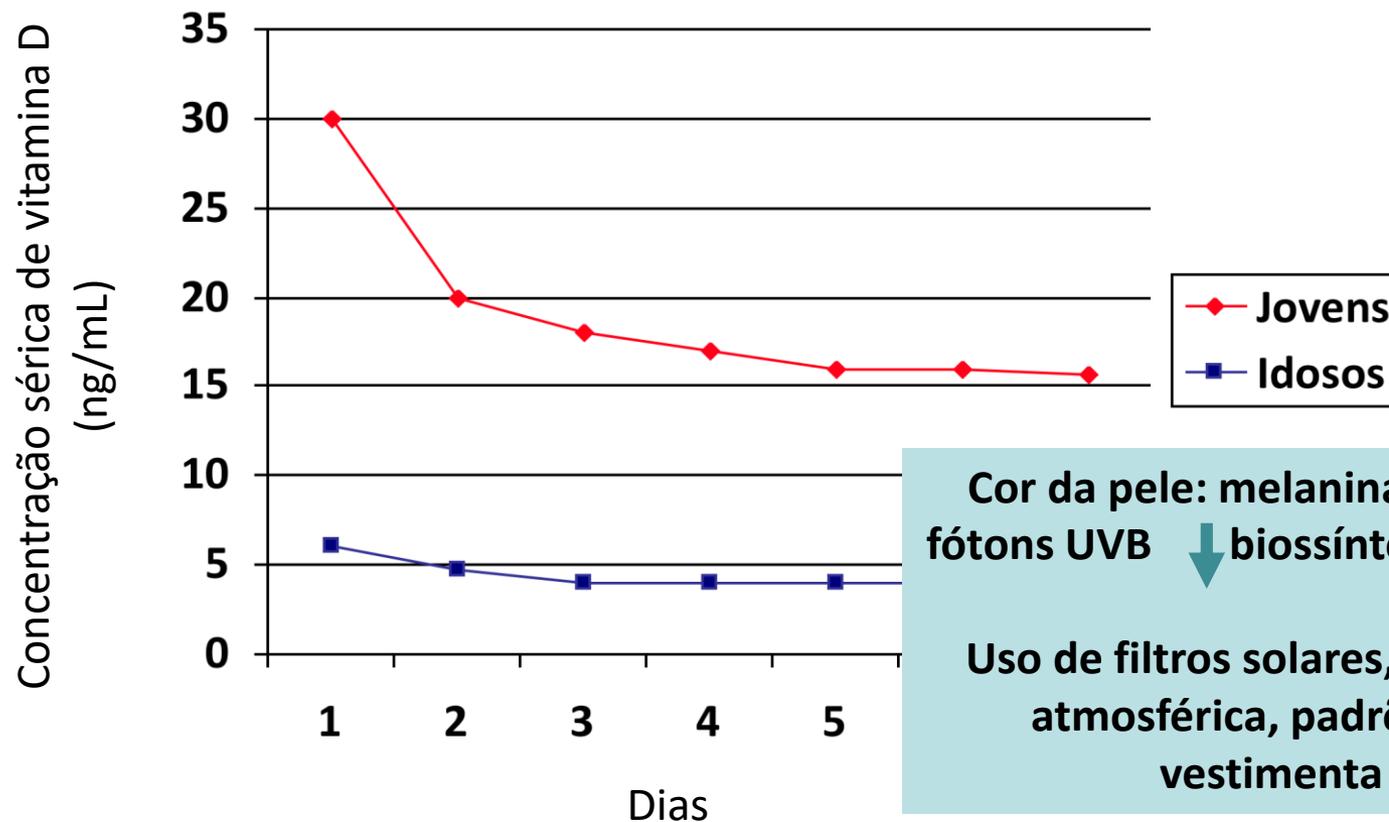
Vitamina D

Influência da estação do ano, na síntese de pró-vitamina D₃ em Boston



Vitamina D

Concentração de vitamina D circulante, após exposição aos raios UV



Vitamina D

Deficiência: <20 ng/mL

Insuficiência: 21-30 ng/mL

Benefícios extra-ósseos?

VDR: distribuição quase “universal”

Risco de quedas

TABLE 2. Indications for 25(OH)D measurement (candidates for screening)

Rickets
Osteomalacia
Osteoporosis
Chronic kidney disease
Hepatic failure
Malabsorption syndromes
Cystic fibrosis
Inflammatory bowel disease
Crohn's disease
Bariatric surgery
Radiation enteritis
Hyperparathyroidism
Medications
Antiseizure medications
Glucocorticoids
AIDS medications
Antifungals, e.g. ketoconazole
Cholestyramine
African-American and Hispanic children and adults
Pregnant and lactating women
Older adults with history of falls
Older adults with history of nontraumatic fractures
Obese children and adults (BMI > 30 kg/m ²)
Granuloma-forming disorders
Sarcoidosis
Tuberculosis
Histoplasmosis
Coccidiomycosis
Berylliosis
Some lymphomas

Conclusions: Considering that vitamin D deficiency is very common in all age groups and that few foods contain vitamin D, the Task Force recommended supplementation at suggested daily intake and tolerable upper limit levels, depending on age and clinical circumstances. The Task Force also suggested the measurement of serum 25-hydroxyvitamin D level by a reliable assay as the initial diagnostic test in patients at risk for deficiency. Treatment with either vitamin D₂ or vitamin D₃ was recommended for deficient patients. At the present time, there is not sufficient evidence to recommend screening individuals who are not at risk for deficiency or to prescribe vitamin D to attain the noncalcemic benefit for cardiovascular protection. (*J Clin Endocrinol Metab* 96: 0000–0000, 2011)

CÁLCIO



Cálcio

Mineral mais abundante no organismo humano

1% fluidos extracelulares e tecidos

99% ossos e dentes (cristais de hidroxiapatita)



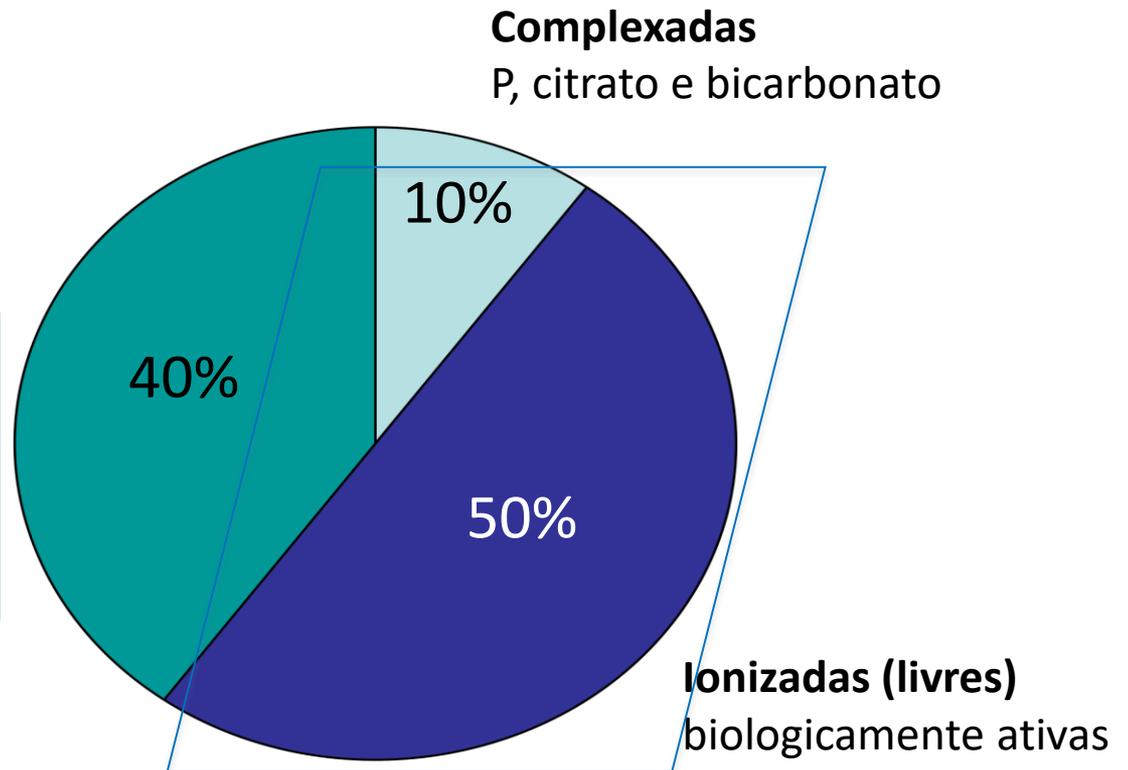
estrutura, postura e locomoção

reserva de cálcio

Cálcio

Frações circulantes

Na homeostase do cálcio, a $[Ca]$ ionizado no fluido extracelular é mantida rigorosamente em intervalo fisiológico normal



$$\begin{array}{l} \mathbf{Ca^{2+} \text{ total}} \\ (2,2 - 2,6 \text{ mmol/L}) \end{array} = \begin{array}{l} \mathbf{Ca^{2+} \text{ ionizado}} \\ (1,1-1,3 \text{ mmol/L}) \end{array} + \begin{array}{l} \mathbf{Ca^{2+} \text{ ligado proteínas}} \\ (0,9-1,1 \text{ mmol/L}) \end{array} + \begin{array}{l} \mathbf{Ca^{2+} \text{ complexado}} \\ (0,2-0,3 \text{ mmol/L}) \end{array}$$

Cálcio

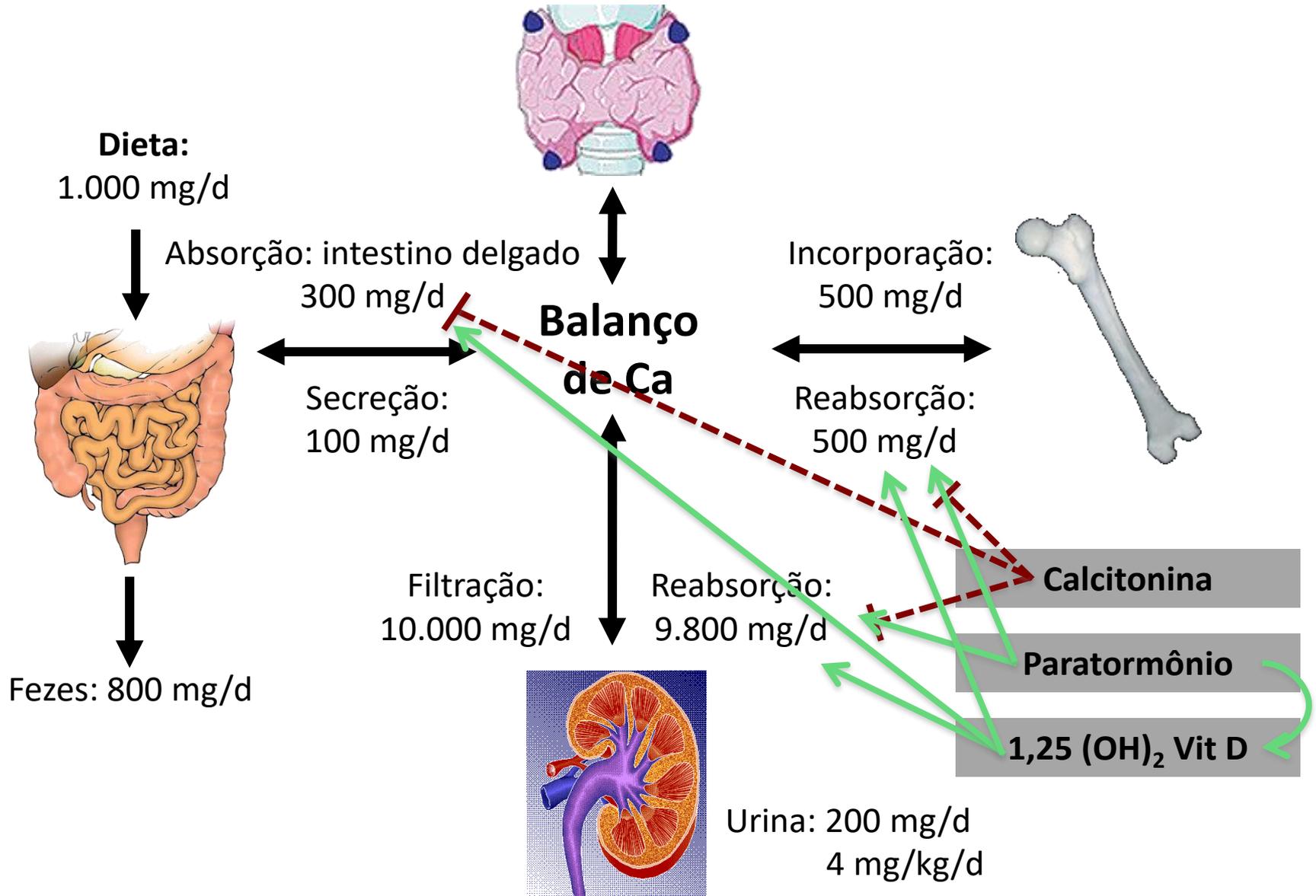
Funções

Estrutural: sais de cálcio – *crístais de hidroxiapatita*, necessários para a mineralização óssea e a manutenção do produto mineral normal

Cofator para enzimas e proteínas: ativação de proteínas envolvidas na cascata de coagulação

Mensageiro intracelular: transmissão de impulsos nervosos, contrações musculares, vasoconstrição e vasodilatação, secreção de hormônios

Cálcio



Cálcio

Absorção intestinal



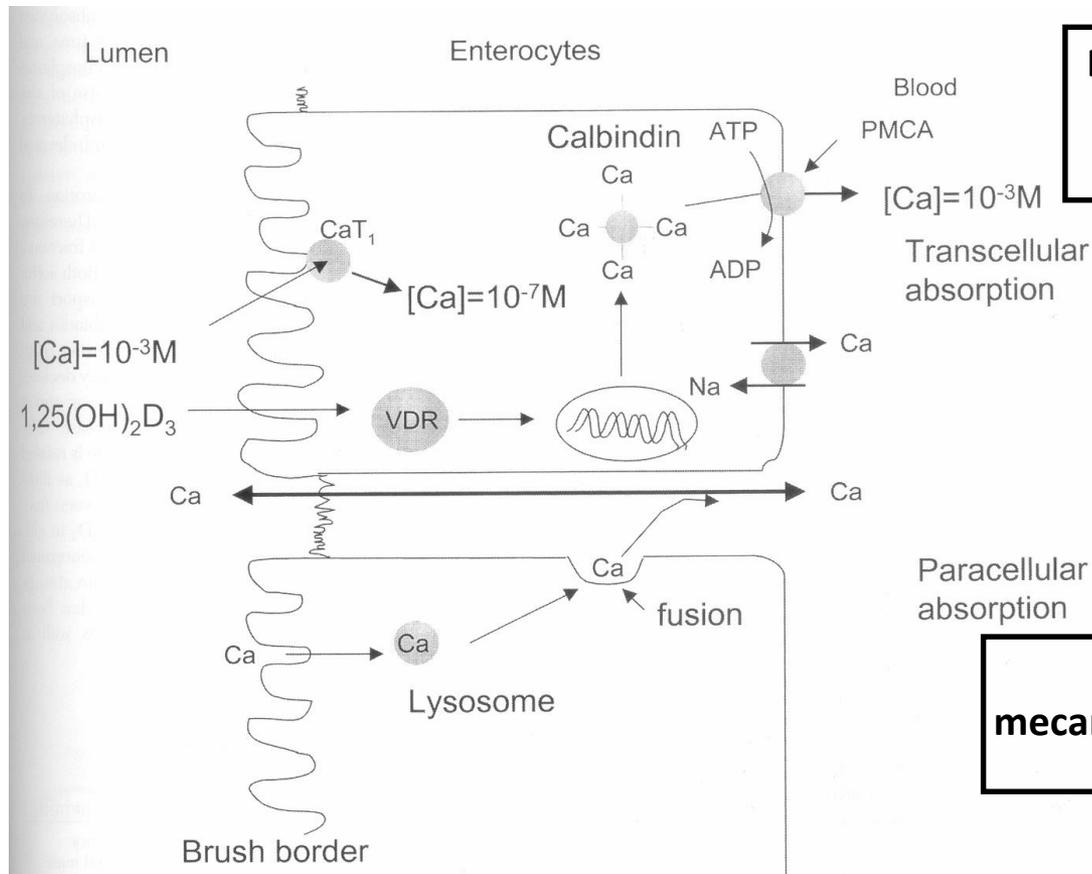
Principal estímulo hormonal para a absorção intestinal
Duodeno e jejuno

Ingestão baixa (160 mg/d): absorção ~120 mg/d

Ingestão normal (800 mg/d): absorção ~400 mg/d

Cálcio

Absorção intestinal



**Baixa ou moderada ingestão:
mecanismo saturável
dependente de vitamina D**

**Alta ingestão:
mecanismo passivo e não saturável**

Cálcio

Absorção intestinal

↑ ABSORÇÃO:

Crescimento

Gestação e lactação

> produção de $1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$

Hiperparatireoidismo

↓ ABSORÇÃO:

Idade

Ingestão **excessiva** de fibras, fitatos, oxalato, fósforo

< produção de $1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$

Cálcio

Excreção renal

[Cálcio] sérico normal: 9,0 a 10,4 mg/dL

Excreção: <4 mg/kg/d

Maior ingestão é acompanhada por maior excreção
6 a 8% do cálcio ingerido é eliminado na urina

Cálcio

Excreção renal

Fatores dietéticos que elevam a excreção renal:

- ingestão elevada de proteínas de origem animal
- ingestão elevada de **sal**



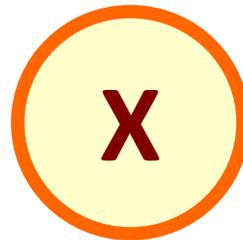
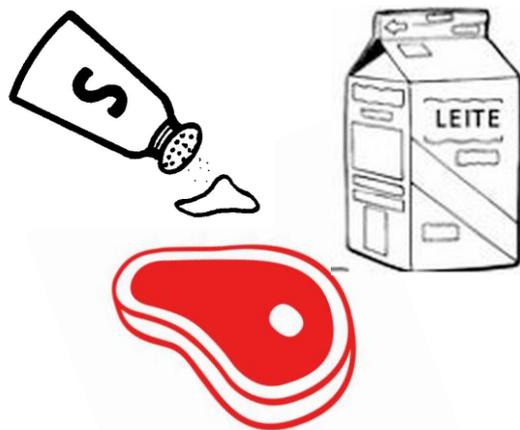
**Cálcio e sódio compartilham
mesmo sistema de transporte no
túbulo proximal**

Cálcio

Excreção renal

Fatores dietéticos que elevam a excreção renal:

- ingestão elevada de proteínas
- ingestão elevada de **sal**



Cálcio

Massa óssea

Reserva de cálcio: regulação de concentrações sanguíneas

- rigidez por hipercalcemia
- tetania por hipocalcemia
- condição de deficiência → massa óssea

Falta de vitamina D
Secreção anormal de hormônios

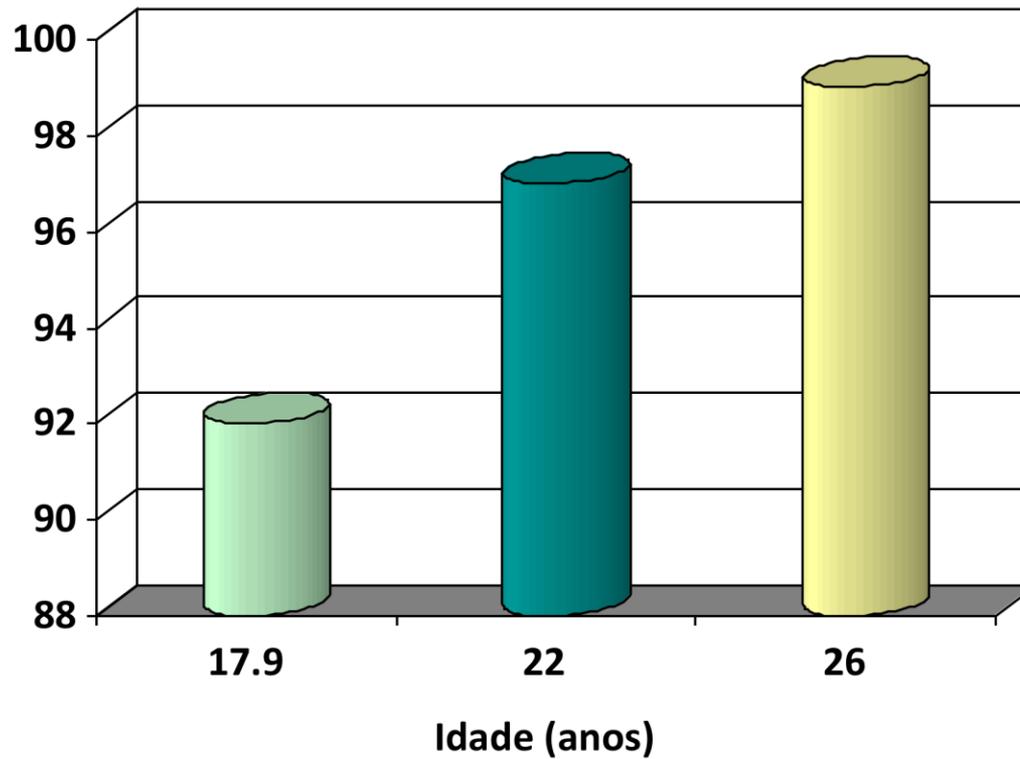
Pico de massa óssea

- quantidade máxima de tecido ósseo alcançada durante a vida
- perdas por eventos fisiológicos ou patológicos
- principal determinante do risco de fratura

Cálcio

Massa óssea

Pico de massa óssea



Cálcio

Formação de tecido ósseo

Estresse mecânico



Osso reage como um CRISTAL PIEZOELÉTRICO

Transformação do estresse mecânico em energia elétrica

As modificações elétricas favorecem o acúmulo de cálcio por parte dos osteoblastos

<http://www.youtube.com/watch?v=asFZS84lfn0>

Alimentos ricos em cálcio

quantidade por porção normalmente consumida

Alimento	Porção	Peso (g)	Cálcio (mg)
Ricota	1 copo	246	669
Iogurte natural	1 potinho	227	452
Queijo fresco	2 pedaços	56	384
Iogurte com frutas	1 potinho	227	345
Espinafre cozido	1 xícara	190	291
Leite semidesnatado	1 copo	240	271
Leite integral	1 copo	240	246
Sardinha em lata	3 unidades	72	234
Queijo provolone	1 pedaço	30	214
Queijo mussarela	1 pedaço	30	207
Salmão cozido	1 posta	85	181
Soja cozida	1 xícara	172	175
Tofu	¼ do bloco	81	131
Queijo Parmesão	1 colher sopa	5	63

Biodisponibilidade de cálcio em alguns alimentos

Alimento	Porção	Cálcio (mg)	% cálcio absorvido	Absorção estimada (mg)	Porções necessárias = 1 copo leite
Leite	1 copo gde	300	32	96	1
Queijo	1 fatia media	303	32	97	1
Feijão	1/2 copo coz	41	24	10	9,7
Tofu	1/2 copo	258	31	80	1,2
Couve	1/2 copo coz	61	49	30	3,2
Brocoli	1/2 copo coz	35	61	22	4,5
Espinafre	1/2 copo coz	115	5	6	16,3

FÓSFORO



Fósforo

Segundo mineral mais abundante no organismo humano

85% cristais de hidroxiapatita em ossos e dentes

15% fluidos extracelulares na forma de P inorgânico

éster de P – tecidos moles

Fósforo

Funções

Componente estrutural das **membranas celulares** (fosfolipídeos)

Componente de **ácidos nucleicos (DNA e RNA)**, necessários à síntese protéica

Participação em processos bioquímicos, incluindo **metabolismo energético** – geração e transferência de energia (ATP)

Manutenção do **equilíbrio ácido-base**

Fósforo

Absorção intestinal

Menos rigidamente controlada no intestino

Rim exerce papel fundamental no metabolismo de P

Transporte passivo predominante após as refeições

Transporte ativo, saturável e estimulado pela $1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$

Adultos: 55-70% absorção

- redução na deficiência de $1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$
- menor biodisponibilidade com suplementos de Al e Ca

Fósforo

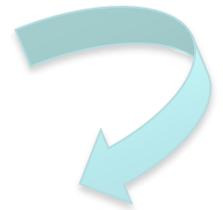
Excreção renal

[Fósforo] sérico normal: 2,5 a 4,5 mg/dL

Excreção urinária: 25 mmol/d

12,5% do filtrado é excretado na urina

85% da reabsorção ocorre no túbulo proximal
transcelular e dependente da concentração



Paratormônio

Alimentos ricos em fósforo

quantidade por porção normalmente consumida

Alimento	Porção	Peso (g)	Fósforo (mg)
Amendoim torrado	6 colheres de sopa	102	365
Leite desnatado	1 copo	240	242
Lentilha cozida	1 concha média	130	234
Carne bovina	1 bife	85	218
Iogurte natural	1 potinho	227	198
Pizza de mussarela	1 fatia	100	179
Pescada frita	1 filé médio	84	169
Feijão (grão + caldo)	1 concha média	140	121
Frango cozido	1 sobrecoxa	68	94
Ovo cozido	1 unidade	50	86
Presunto	2 fatias médias	30	74
Queijo mussarela	1 fatia média	15	56
Tomate	1 unidade média	100	24

Fósforo

Deficiência: hipofosfatemia

Condição rara – uso excessivo antiácidos (Al); hipersecreção PTH

Dieta pobre em P

Indivíduos em risco: alcoólatras, diabéticos em recuperação de cetoacidose, inanição, anorexia nervosa

Sintomas

Perda de apetite, anemia, fraqueza muscular, dor óssea, raquitismo e osteomalácia, maior sensibilidade a infecções, dormência nas extremidades, dificuldade para caminhar

Fósforo

Toxicidade: hiperfosfatemia

Em consequência à insuficiência renal crônica

Calcificação de tecidos moles

Recomendações e limites máximos diários de ingestão de vitamina D, cálcio e fósforo por etapas do ciclo vital, segundo o *Institute of Medicine*.^a

Grupo	Vitamina D (µg/dia)*		Cálcio (mg/dia)		Fósforo (mg/dia)	
	RDA/AI**	UL ^b	RDA/AI** ^c	UL ^b	RDA/AI**	UL ^{b,d}
0 a 6 meses	10**	25	200**	1000	100**	—
6 a 12 meses	10**	38	260**	1500	275**	—
1 a 3 anos	15	63	700	2500	460	3000
4 a 8 anos	15	75	1000	2500	500	3000
9 a 13 anos	15	100	1300	3000	1_250	4000
14 a 18 anos	15	100	1300	3000	1_250	4000
19 a 30 anos	15	100	1000	2500	700	4000
31 a 50 anos	15	100	1000	2500	700	4000
51 a 70 anos	15	100	1000 Homens 1200 Mulheres	2000	700	4000
> 70 anos	20	100	1200	2000	700	3000

^a Recomendações para fósforo 2005; vitamina D e cálcio conforme publicação revisada de 2011.

^b Limite máximo tolerável de ingestão diária (UL).

^c Limite máximo tolerável de ingestão diária de fósforo na gestação, entre 14 e 50 anos: 3.500 mg/dia.

*Uma unidade internacional (UI) de vitamina D = 0,025 µg de D3 cristalizada.

TABLE 4.3

Current calcium intake recommendations (mg/day)

Group	Australia 1991 ^a	United Kingdom 1991 ^b	European Union 1993 ^c	Canada and United States 1997 ^d
Pregnancy (last trimester)	1100	700	700	1000–1300
Lactation	1200	1250	1200	1000–1300
Infancy	300 (human milk) 500 (cow milk)	525	400	210–270
Childhood	530–800	350–550	400–550	500–800
Puberty and adolescence				
Boys	1000–1200	1000	1000	1300
Girls	800–1000	800	800	1300
Maturity				
Males	800	700	700	1000
Females	800	700	700	1000
Later life				
Males > 65 years	800	700	700	1200
Postmenopausal women	1000	700	700	1200

^a Recommended dietary intake (15).

^b Reference nutrient intake (17).

^c Population reference intake (14).

^d Adequate intake (16).

TABLE 4.4

Theoretical calcium allowances based on an animal protein intake of 20–40 g

Group	Recommended intake (mg/day)
<i>Infants and children</i>	
0–6 months	
Human milk	300
Cow milk	400
7–12 months	450
1–3 years	500
4–6 years	550
7–9 years	700
<i>Adolescents</i>	
10–18 years	1000 ^a
<i>Adults</i>	
Females	
19 years to menopause	750
Postmenopause	800
Males	
19–65 years	750
65+ years	800
<i>Pregnant women (last trimester)</i>	800
<i>Lactating women</i>	750

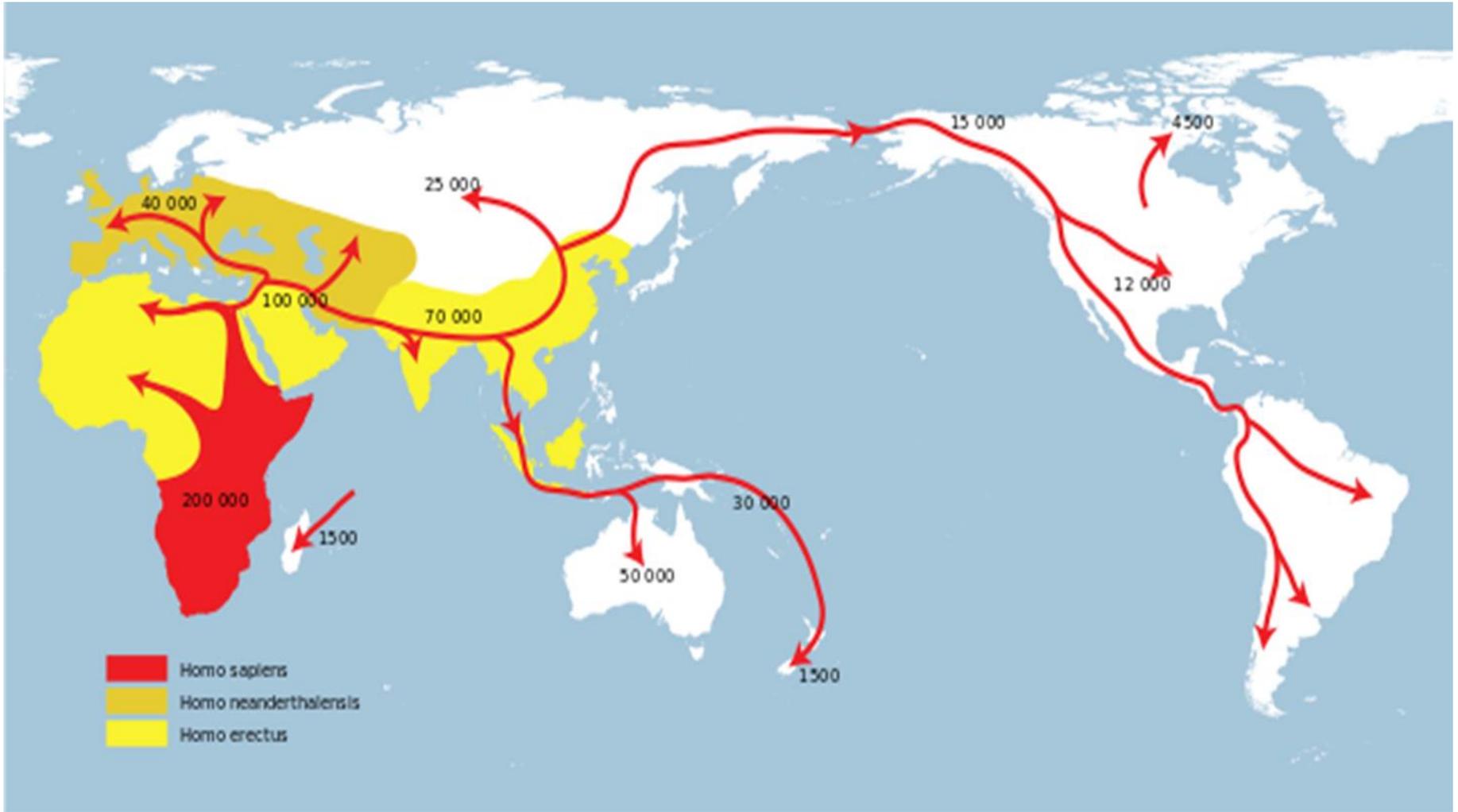
^a Particularly during the growth spurt.

Vitamina D

Exposição solar consciente: 10 a 15 minutos por dia
horários adequados

Atividade física ao ar livre





Skin colour and vitamin D: An update

Andrea Hanel  | Carsten Carlberg 

Abstract

Homo sapiens evolved in East Africa and had dark skin, hair, and eyes, in order to protect against deleterious consequences of intensive UV radiation at equatorial latitudes. Intensive skin pigmentation was thought to bear the risk of inefficient vitamin D₃ synthesis in the skin. This initiated the hypothesis that within the past 75 000 years, in which humans migrated to higher latitudes in Asia and Europe, the need for vitamin D₃ synthesis served as an evolutionary driver for skin lightening. In this review, we summarize the recent archeogenomic reconstruction of population admixture in Europe and demonstrate that skin lightening happened as late as 5000 years ago through immigration of lighter pigmented populations from western Anatolia and the Russian steppe but not primarily *via* evolutionary pressure for vitamin D₃ synthesis. We show that variations in genes encoding for proteins being responsible for the transport, metabolism and signalling of vitamin D provide alternative mechanisms of adaptation to a life in northern latitudes without suffering from consequences of vitamin D deficiency. This includes hypotheses explaining differences in the vitamin D status and response index of European populations.

KEYWORDS

evolution, genetic variations, melanin synthesis, pigmentation, skin, vitamin D, vitamin D receptor, vitamin D response index, vitamin D status

Let the sun shine on you...



Povo Waorani, Equador.