UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto
Curso de Nutrição e Metabolismo
Disciplina de Nutrição Humana

Vitaminas III

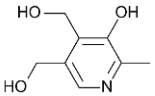
Prof. Dr. Fábio da Veiga Ued

Ribeirão Preto – 2019

Vitamina B6 (piridoxina)

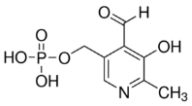
Vitamina B6

- Características principais:
  - Encontrada sob 6 formas na natureza → piridoxina, piridoxal, piridoxamina, piridoxina 5'fosfato, piridoxal 5'fosfato e piridoxamina 5'fosfato
  - Todas as formas vitamínicas → tem a mesma importância biológica no organismo humano → todas podem ser convertidas na forma mais ativa → piridoxal 5'fosfato (PLP)
  - Cofator enzimático



piridoxina

- Cofator enzimático
  - Metabolismo de aminoácidos
    - PLP → coenzima nas reações de desaminação, transaminação, descarboxilação, transulfuração e dessulfuração
    - Síntese e degradação de aminoácidos
  - Metabolismo de carboidratos
    - PLP → coenzima da glicogênio fosforilase → degradação do glicogênio → liberação de glicose
  - Metabolismo de lipídios
    - PLP → coenzima da delta-6-dessaturase → conversão dos AGs α-linolênico e linoleico em ARA, EPA e DHA
    - PLP → biossíntese de fosfolipídios nas bainhas de mielina



PLP

- Cofator enzimático
  - Síntese de neurotransmissores e vasodilatadores
    - PLP → coenzima nas reações de descarboxilação para síntese de serotonina, adrenalina, noradrenalina e histamina
  - Síntese de niacina
    - PLP → coenzima na reação de conversão do triptofano em niacina
  - Síntese do Heme
    - PLP → coenzima da delta-amino-levulinato sintase → síntese do Heme
  - Degradação da homocisteína
    - PLP → coenzima da cistationina beta-sintetase → conversão de homocisteína em cisteína

Absorção e metabolismo

- Vitamina B6 nos alimentos → piridoxal e piridoxamina (origem animal), e piridoxina (origem vegetal)
- Absorção → intestino delgado
  - Biodisponibilidade → 60 a 80%
  - Flora bacteriana → síntese de B6
- No fígado → piridoxal, piridoxamina e piridoxina convertidos em PLP
- Piridoxal e PLP → principais formas circulantes no plasma
- Vitamina B6 → armazenamento no fígado, cérebro, rins e músculos
- Excreção: urina

Avaliação do estado nutricional

- Níveis plasmáticos de PLP
- Níveis plasmáticos de piridoxina
- Vitamina B6 total plasmática

Recomendações nutricionais

- RDA → 1,3 mg/dia para adultos
- UL → 100 mg/dia para adultos

RDA e AI

Dietary Reference Intakes (DRIs): Recommended Dietary Allowances and Adequate Intakes, Vitamins
Food and Nutrition Board, Institute of Medicine, National Academies

Life Stage Group	Vitamin A (µg/d)[a]	Vitamin C (mg/d)	Vitamin D (µg/d)[b,c]	Vitamin E (mg/d)[d]	Vitamin K (µg/d)	Thiamin (mg/d)	Riboflavin (mg/d)	Niacin (mg/d)[e]	Vitamin B_6 (mg/d)	Folate (µg/d)[f]	Vitamin B_{12} (µg/d)	Pantothenic Acid (mg/d)	Biotin (µg/d)	Choline (mg/d)[g]
Infants														
0 to 6 mo	400*	40*	10	4*	2.0*	0.2*	0.3*	2*	0.1*	65*	0.4*	1.7*	5*	125*
6 to 12 mo	500*	50*	10	5*	2.5*	0.3*	0.4*	4*	0.3*	80*	0.5*	1.8*	6*	150*
Children														
1–3 y	**300**	**15**	**15**	**6**	30*	**0.5**	**0.5**	**6**	**0.5**	**150**	**0.9**	2*	8*	200*
4–8 y	**400**	**25**	**15**	**7**	55*	**0.6**	**0.6**	**8**	**0.6**	**200**	**1.2**	3*	12*	250*
Males														
9–13 y	**600**	**45**	**15**	**11**	60*	**0.9**	**0.9**	**12**	**1.0**	**300**	**1.8**	4*	20*	375*
14–18 y	**900**	**75**	**15**	**15**	75*	**1.2**	**1.3**	**16**	**1.3**	**400**	**2.4**	5*	25*	550*
19–30 y	**900**	**90**	**15**	**15**	120*	**1.2**	**1.3**	**16**	**1.3**	**400**	**2.4**	5*	30*	550*
31–50 y	**900**	**90**	**15**	**15**	120*	**1.2**	**1.3**	**16**	**1.3**	**400**	**2.4**	5*	30*	550*
51–70 y	**900**	**90**	**15**	**15**	120*	**1.2**	**1.3**	**16**	**1.7**	**400**	**2.4**[h]	5*	30*	550*
> 70 y	**900**	**90**	**20**	**15**	120*	**1.2**	**1.3**	**16**	**1.7**	**400**	**2.4**[h]	5*	30*	550*
Females														
9–13 y	**600**	**45**	**15**	**11**	60*	**0.9**	**0.9**	**12**	**1.0**	**300**	**1.8**	4*	20*	375*
14–18 y	**700**	**65**	**15**	**15**	75*	**1.0**	**1.0**	**14**	**1.2**	**400**[f]	**2.4**	5*	25*	400*
19–30 y	**700**	**75**	**15**	**15**	90*	**1.1**	**1.1**	**14**	**1.3**	**400**[f]	**2.4**	5*	30*	425*
31–50 y	**700**	**75**	**15**	**15**	90*	**1.1**	**1.1**	**14**	**1.3**	**400**[f]	**2.4**	5*	30*	425*
51–70 y	**700**	**75**	**15**	**15**	90*	**1.1**	**1.1**	**14**	**1.5**	**400**	**2.4**[h]	5*	30*	425*
> 70 y	**700**	**75**	**20**	**15**	90*	**1.1**	**1.1**	**14**	**1.5**	**400**	**2.4**[h]	5*	30*	425*
Pregnancy														
14–18 y	**750**	**80**	**15**	**15**	75*	**1.4**	**1.4**	**18**	**1.9**	**600**[f]	**2.6**	6*	30*	450*
19–30 y	**770**	**85**	**15**	**15**	90*	**1.4**	**1.4**	**18**	**1.9**	**600**[f]	**2.6**	6*	30*	450*
31–50 y	**770**	**85**	**15**	**15**	90*	**1.4**	**1.4**	**18**	**1.9**	**600**[f]	**2.6**	6*	30*	450*
Lactation														
14–18 y	**1,200**	**115**	**15**	**19**	75*	**1.4**	**1.6**	**17**	**2.0**	**500**	**2.8**	7*	35*	550*
19–30 y	**1,300**	**120**	**15**	**19**	90*	**1.4**	**1.6**	**17**	**2.0**	**500**	**2.8**	7*	35*	550*
31–50 y	**1,300**	**120**	**15**	**19**	90*	**1.4**	**1.6**	**17**	**2.0**	**500**	**2.8**	7*	35*	550*

RDA → em negrito
AI → asterisco

UL

Dietary Reference Intakes (DRIs): Tolerable Upper Intake Levels, Vitamins
Food and Nutrition Board, Institute of Medicine, National Academies

Life Stage Group	Vitamin A (µg/d)[a]	Vitamin C (mg/d)	Vitamin D (µg/d)	Vitamin E (mg/d)[b,c]	Vitamin K	Thiamin	Riboflavin	Niacin (mg/d)[e]	Vitamin B_6 (mg/d)	Folate (µg/d)[e]	Vitamin B_{12}	Pantothenic Acid	Biotin	Choline (g/d)	Carotenoids[d]
Infants															
0 to 6 mo	600	ND[e]	25	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
6 to 12 mo	600	ND	38	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Children															
1–3 y	600	400	63	200	ND	ND	ND	10	30	300	ND	ND	ND	1.0	ND
4–8 y	900	650	75	300	ND	ND	ND	15	40	400	ND	ND	ND	1.0	ND
Males															
9–13 y	1,700	1,200	100	600	ND	ND	ND	20	60	600	ND	ND	ND	2.0	ND
14–18 y	2,800	1,800	100	800	ND	ND	ND	30	80	800	ND	ND	ND	3.0	ND
19–30 y	3,000	2,000	100	1,000	ND	ND	ND	35	100	1,000	ND	ND	ND	3.5	ND
31–50 y	3,000	2,000	100	1,000	ND	ND	ND	35	100	1,000	ND	ND	ND	3.5	ND
51–70 y	3,000	2,000	100	1,000	ND	ND	ND	35	100	1,000	ND	ND	ND	3.5	ND
> 70 y	3,000	2,000	100	1,000	ND	ND	ND	35	100	1,000	ND	ND	ND	3.5	ND
Females															
9–13 y	1,700	1,200	100	600	ND	ND	ND	20	60	600	ND	ND	ND	2.0	ND
14–18 y	2,800	1,800	100	800	ND	ND	ND	30	80	800	ND	ND	ND	3.0	ND
19–30 y	3,000	2,000	100	1,000	ND	ND	ND	35	100	1,000	ND	ND	ND	3.5	ND
31–50 y	3,000	2,000	100	1,000	ND	ND	ND	35	100	1,000	ND	ND	ND	3.5	ND
51–70 y	3,000	2,000	100	1,000	ND	ND	ND	35	100	1,000	ND	ND	ND	3.5	ND
> 70 y	3,000	2,000	100	1,000	ND	ND	ND	35	100	1,000	ND	ND	ND	3.5	ND
Pregnancy															
14–18 y	2,800	1,800	100	800	ND	ND	ND	30	80	800	ND	ND	ND	3.0	ND
19–30 y	3,000	2,000	100	1,000	ND	ND	ND	35	100	1,000	ND	ND	ND	3.5	ND
31–50 y	3,000	2,000	100	1,000	ND	ND	ND	35	100	1,000	ND	ND	ND	3.5	ND
Lactation															
14–18 y	2,800	1,800	100	800	ND	ND	ND	30	80	800	ND	ND	ND	3.0	ND
19–30 y	3,000	2,000	100	1,000	ND	ND	ND	35	100	1,000	ND	ND	ND	3.5	ND
31–50 y	3,000	2,000	100	1,000	ND	ND	ND	35	100	1,000	ND	ND	ND	3.5	ND

Fontes alimentares

- Fontes animais e vegetais

- Carnes (suína, bovina, frango, peixe)
- Cereais integrais (arroz, trigo) → porém, 75 a 90% do teor de piridoxina é removido durante a moagem e o refinamento
- Oleaginosas (avelã, castanhas, nozes, amendoim)
- Frutas (banana, abacate, manga, melancia, ameixa)
- Vegetais (batata, brócolis, couve-flor)

- Rapidamente perdida no cozimento, aquecimento e armazenamento prolongado
- Congelamento de vegetais → perda de 35 a 55%

Deficiência

- Deficiência rara
- Maiores níveis de homocisteína (risco para doenças cardiovasculares)
- Alterações dermatológicas
  - Dermatite seborreica
- Alterações neurológicas
  - Epilepsia
  - Convulsões
  - Insônia
  - Neuropatia periférica

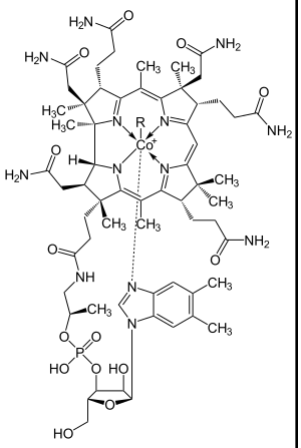
Excesso e toxicidade

- Raros efeitos colaterais
- Neuropatia periférica
- Fraqueza muscular
- Ausência de reflexos
- Degeneração dos axônios e da bainha de mielina
- Apoptose neuronal

Vitamina B12 (cobalamina)

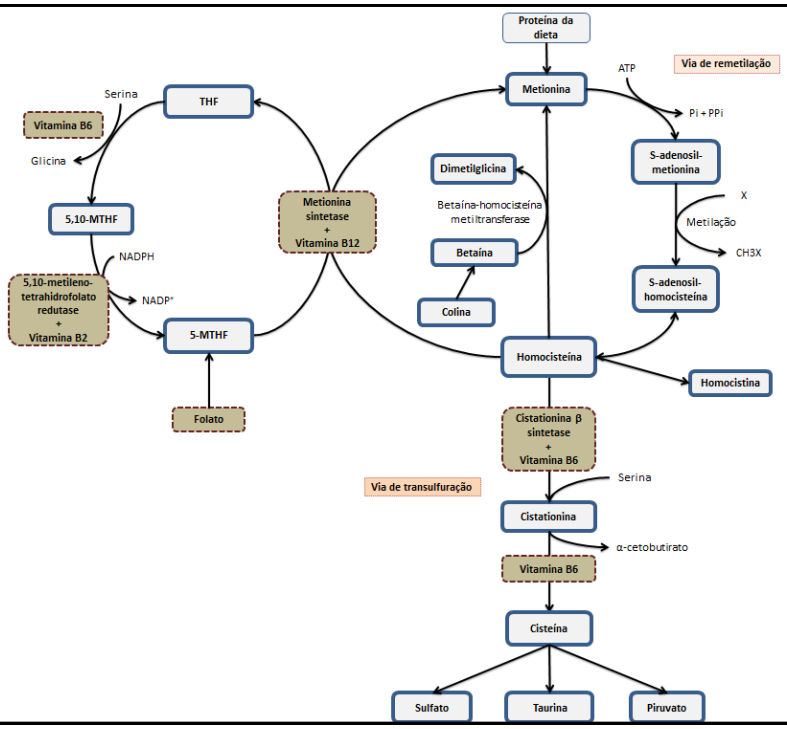
Vitamina B12

- Características principais:
  - Vitamina com estrutura química mais complexa
  - Única que contém elemento traço essencial → cobalto
  - Na natureza: cianocobalamina, metilcobalamina, hidroxicobalamina, aquacobalamina
  - Cofator enzimático

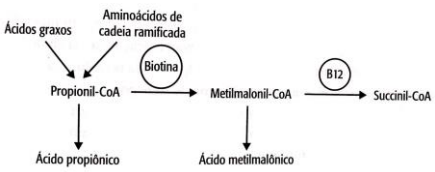


cobalamina

- Cofator enzimático
  - Cofator da enzima Metionina sintetase
    - Metionina sintetase → conversão de homocisteína em metionina/ e conversão de 5-metil-tetrahidrofolato (5-MTHF) em tetrahidrofolato (THF) → fundamental para a síntese de SAM e para a degradação da homocisteína (metabolismo de 1 carbono)
    - SAM (S-adenosil-metionina) → principal doador de grupos metil (CH3) no organismo
    - Grupos metil → utilizados na síntese de bases nitrogenadas (síntese de DNA e RNA)
      - Promoção do crescimento
      - Proliferação das células da medula óssea → formação dos eritrócitos
        - Redução da síntese de DNA → eritrócitos grandes, imaturos e disfuncionais (VCM>100) → anemia megaloblástica
      - Reparação e síntese da bainha de mielina → manutenção do sistema nervoso central



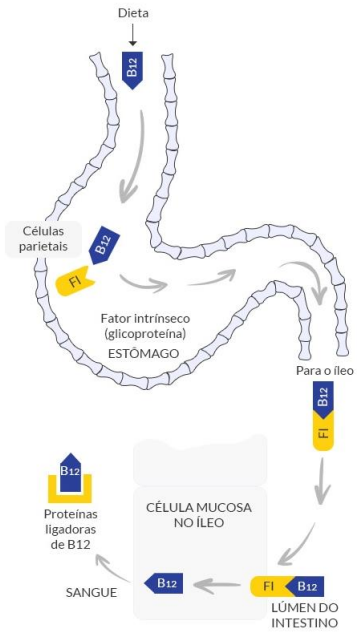
- Cofator da enzima L-metilmalonil-CoA mutase
  - Envolvida no metabolismo de lipídios e aminoácidos
  - Beta oxidação e degradação de aminoácidos → gera propionil-CoA → que é convertido em metilmalonil-CoA
  - L-metilmalonil-CoA mutase → converte metilmalonil-CoA em succinil-CoA
  - Na deficiência de B12 → metilmalonil-Coa se acumula → gerando ácido metilmalônico (MMA) → acidose metabólica e prejuízo na síntese da bainha de mielina (MMA compete com malonil-CoA na síntese de lipídios)



Absorção

- Vitamina B12 nos alimentos → ligada a proteínas
- No estômago → proteínas sofrem ação da pepsina → liberam B12 livre
- Estômago → produção de fator intrínseco (uma glicoproteína resistente à proteólise)
- No intestino → ligação do FI à vitamina B12

- Absorção → intestino delgado (íleo)
  - Difusão passiva (1%)
  - Transporte ativo (99%) → dependente de FI (complexo FI-B12) → FI se liga a um receptor específico na membrana do enterócito
  - FI permanece na superfície da mucosa → apenas a B12 é absorvida
  - Biodisponibilidade: 10 a 60%
    - Se ingestão de 1mcg, absorção de 56%
    - Se ingestão de 5mcg, absorção de 28% (↑ quantidades saturam os receptores no íleo)



Metabolismo

- Após absorção → vitamina circula no plasma ligada à transcobalamina
- Vitamina B12 → armazenamento (≈ 2000 mcg) no fígado
- Excreção: urina e fezes

Avaliação do estado nutricional

- Níveis séricos de cobalamina
  - Nível sérico normal: 200 – 900 ng/L
- Níveis de homocisteína
- Níveis de ácido metilmalônico

Recomendações nutricionais

- RDA → 2,4 µg/dia para adultos
- UL → não determinado
- Na deficiência → suplementação intramuscular (1000 µg/mês), via oral (350 a 500 µg/dia), nasal (500 µg/semana) ou sublingual (500 µg/dia)

RDA e AI

Dietary Reference Intakes (DRIs): Recommended Dietary Allowances and Adequate Intakes, Vitamins
Food and Nutrition Board, Institute of Medicine, National Academies

Life Stage Group	Vitamin A (µg/d)[a]	Vitamin C (mg/d)	Vitamin D (µg/d)[b,c]	Vitamin E (mg/d)[d]	Vitamin K (µg/d)	Thiamin (mg/d)	Riboflavin (mg/d)	Niacin (mg/d)[e]	Vitamin B_6 (mg/d)	Folate (µg/d)[f]	Vitamin B_{12} (µg/d)	Pantothenic Acid (mg/d)	Biotin (µg/d)	Choline (mg/d)[g]
Infants														
0 to 6 mo	400*	40*	10	4*	2.0*	0.2*	0.3*	2*	0.1*	65*	0.4*	1.7*	5*	125*
6 to 12 mo	500*	50*	10	5*	2.5*	0.3*	0.4*	4*	0.3*	80*	0.5*	1.8*	6*	150*
Children														
1–3 y	**300**	**15**	**15**	**6**	30*	**0.5**	**0.5**	**6**	**0.5**	**150**	**0.9**	2*	8*	200*
4–8 y	**400**	**25**	**15**	**7**	55*	**0.6**	**0.6**	**8**	**0.6**	**200**	**1.2**	3*	12*	250*
Males														
9–13 y	**600**	**45**	**15**	**11**	60*	**0.9**	**0.9**	**12**	**1.0**	**300**	**1.8**	4*	20*	375*
14–18 y	**900**	**75**	**15**	**15**	75*	**1.2**	**1.3**	**16**	**1.3**	**400**	**2.4**	5*	25*	550*
19–30 y	**900**	**90**	**15**	**15**	120*	**1.2**	**1.3**	**16**	**1.3**	**400**	**2.4**	5*	30*	550*
31–50 y	**900**	**90**	**15**	**15**	120*	**1.2**	**1.3**	**16**	**1.3**	**400**	**2.4**	5*	30*	550*
51–70 y	**900**	**90**	**15**	**15**	120*	**1.2**	**1.3**	**16**	**1.7**	**400**	**2.4**[h]	5*	30*	550*
> 70 y	**900**	**90**	**20**	**15**	120*	**1.2**	**1.3**	**16**	**1.7**	**400**	**2.4**[h]	5*	30*	550*
Females														
9–13 y	**600**	**45**	**15**	**11**	60*	**0.9**	**0.9**	**12**	**1.0**	**300**	**1.8**	4*	20*	375*
14–18 y	**700**	**65**	**15**	**15**	75*	**1.0**	**1.0**	**14**	**1.2**	**400**[i]	**2.4**	5*	25*	400*
19–30 y	**700**	**75**	**15**	**15**	90*	**1.1**	**1.1**	**14**	**1.3**	**400**[i]	**2.4**	5*	30*	425*
31–50 y	**700**	**75**	**15**	**15**	90*	**1.1**	**1.1**	**14**	**1.3**	**400**[i]	**2.4**	5*	30*	425*
51–70 y	**700**	**75**	**15**	**15**	90*	**1.1**	**1.1**	**14**	**1.5**	**400**	**2.4**[h]	5*	30*	425*
> 70 y	**700**	**75**	**20**	**15**	90*	**1.1**	**1.1**	**14**	**1.5**	**400**	**2.4**[h]	5*	30*	425*
Pregnancy														
14–18 y	**750**	**80**	**15**	**15**	75*	**1.4**	**1.4**	**18**	**1.9**	**600**[i]	**2.6**	6*	30*	450*
19–30 y	**770**	**85**	**15**	**15**	90*	**1.4**	**1.4**	**18**	**1.9**	**600**[i]	**2.6**	6*	30*	450*
31–50 y	**770**	**85**	**15**	**15**	90*	**1.4**	**1.4**	**18**	**1.9**	**600**[i]	**2.6**	6*	30*	450*
Lactation														
14–18 y	**1,200**	**115**	**15**	**19**	75*	**1.4**	**1.6**	**17**	**2.0**	**500**	**2.8**	7*	35*	550*
19–30 y	**1,300**	**120**	**15**	**19**	90*	**1.4**	**1.6**	**17**	**2.0**	**500**	**2.8**	7*	35*	550*
31–50 y	**1,300**	**120**	**15**	**19**	90*	**1.4**	**1.6**	**17**	**2.0**	**500**	**2.8**	7*	35*	550*

RDA → em negrito
AI → asterisco

UL

Dietary Reference Intakes (DRIs): Tolerable Upper Intake Levels, Vitamins
Food and Nutrition Board, Institute of Medicine, National Academies

Life Stage Group	Vitamin A (µg/d)[a]	Vitamin C (mg/d)	Vitamin D (µg/d)	Vitamin E (mg/d)[b,c]	Vitamin K	Thiamin	Riboflavin	Niacin (mg/d)[e]	Vitamin B_6 (mg/d)	Folate (µg/d)[e]	Vitamin B_{12}	Pantothenic Acid	Biotin	Choline (g/d)	Carotenoids[d]
Infants															
0 to 6 mo	600	ND[e]	25	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
6 to 12 mo	600	ND	38	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Children															
1–3 y	600	400	63	200	ND	ND	ND	10	30	300	ND	ND	ND	1.0	ND
4–8 y	900	650	75	300	ND	ND	ND	15	40	400	ND	ND	ND	1.0	ND
Males															
9–13 y	1,700	1,200	100	600	ND	ND	ND	20	60	600	ND	ND	ND	2.0	ND
14–18 y	2,800	1,800	100	800	ND	ND	ND	30	80	800	ND	ND	ND	3.0	ND
19–30 y	3,000	2,000	100	1,000	ND	ND	ND	35	100	1,000	ND	ND	ND	3.5	ND
31–50 y	3,000	2,000	100	1,000	ND	ND	ND	35	100	1,000	ND	ND	ND	3.5	ND
51–70 y	3,000	2,000	100	1,000	ND	ND	ND	35	100	1,000	ND	ND	ND	3.5	ND
> 70 y	3,000	2,000	100	1,000	ND	ND	ND	35	100	1,000	ND	ND	ND	3.5	ND
Females															
9–13 y	1,700	1,200	100	600	ND	ND	ND	20	60	600	ND	ND	ND	2.0	ND
14–18 y	2,800	1,800	100	800	ND	ND	ND	30	80	800	ND	ND	ND	3.0	ND
19–30 y	3,000	2,000	100	1,000	ND	ND	ND	35	100	1,000	ND	ND	ND	3.5	ND
31–50 y	3,000	2,000	100	1,000	ND	ND	ND	35	100	1,000	ND	ND	ND	3.5	ND
51–70 y	3,000	2,000	100	1,000	ND	ND	ND	35	100	1,000	ND	ND	ND	3.5	ND
> 70 y	3,000	2,000	100	1,000	ND	ND	ND	35	100	1,000	ND	ND	ND	3.5	ND
Pregnancy															
14–18 y	2,800	1,800	100	800	ND	ND	ND	30	80	800	ND	ND	ND	3.0	ND
19–30 y	3,000	2,000	100	1,000	ND	ND	ND	35	100	1,000	ND	ND	ND	3.5	ND
31–50 y	3,000	2,000	100	1,000	ND	ND	ND	35	100	1,000	ND	ND	ND	3.5	ND
Lactation															
14–18 y	2,800	1,800	100	800	ND	ND	ND	30	80	800	ND	ND	ND	3.0	ND
19–30 y	3,000	2,000	100	1,000	ND	ND	ND	35	100	1,000	ND	ND	ND	3.5	ND
31–50 y	3,000	2,000	100	1,000	ND	ND	ND	35	100	1,000	ND	ND	ND	3.5	ND

Fontes alimentares

- Fontes animais → somente bactérias (hospedeiras dos animais) sintetizam B12

- Carnes (suína, bovina, frango, peixe)
- Ovos
- Leite e derivados

Deficiência

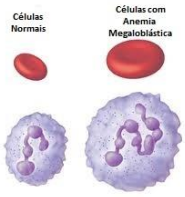
- Comum em indivíduos vegetarianos/ que fizeram cirurgia bariátrica/ com úlceras e gastriste/ com síndrome do intestino curto/ com doenças inflamatórias intestinais

- Divisão celular prejudicada → principalmente em células de rápida divisão (eritrócitos) → anemia megaloblástica (cansaço, palidez, taquicardia) → anemia normocrômica e macrocítica

- Anemia perniciosa (é um tipo de anemia megaloblástica, cuja causa é ↓ produção de fator intrínseco)

- Maiores níveis de homocisteína (risco para doenças cardiovasculares)

- Anormalidades neurológicas
  - Formigamento e queimação nas mãos e nos pés
  - Fraqueza nas pernas
  - Raciocínio prejudicado
  - Irritabilidade
  - Desmielinização



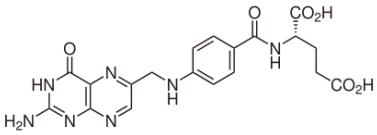
Excesso e toxicidade

- Não há evidências de efeito tóxico

Ácido fólico (folato)

Ácido fólico

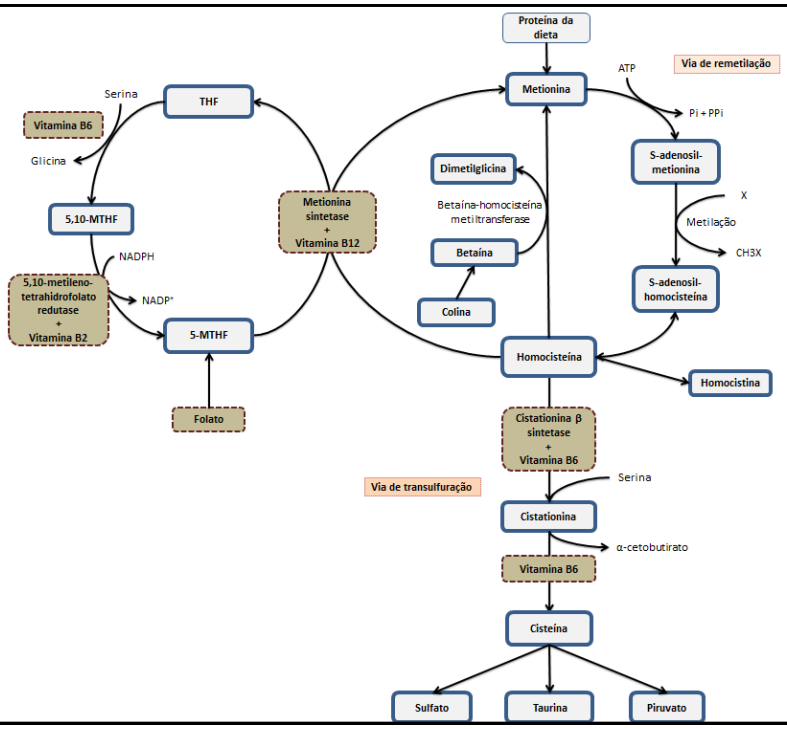
- Características principais:
  - Ácido fólico → também conhecido como folato ou vitamina B9 → termos genéricos para o ácido pteroilglutâmico
  - No organismo humano → folato convertido em 5-metil-tetrahidrofolato (5-MTHF) → convertido em tetrahidrofolato (THF)
  - Reações de transferência de carbono
  - Não tem atividade como coenzima



folato (ácido pteroilglutâmico)

- Reações de transferência de carbono
  - Folato → metabolicamente associado a vitamina B12 (participam da mesma via metabólica) → porém, o folato exerce maior influência no metabolismo de 1 carbono que a vitamina B12 (por conter o grupo metil que será doado)
  - Metionina sintetase → conversão de homocisteína em metionina/ e conversão de 5-metiltetrahidrofolato (5-MTHF) em tetrahidrofolato (THF) → fundamental para a síntese de SAM e para a degradação da homocisteína
  - SAM (S-adenosil-metionina) → principal doador de grupos metil (CH3) no organismo
  - Grupos metil → utilizados na síntese de bases nitrogenadas → bases púricas (adenina, guanina) e pririmídicas (timina, citosina e uracila) → síntese de DNA e RNA
  - Folato → efeitos na expressão gênica e na estabilidade genômica

- Reações de transferência de carbono
  - Promoção do crescimento (essencial na embriogênese)
  - Proliferação das células da medula óssea → formação dos eritrócitos
    - Redução da síntese de DNA → eritrócitos grandes, imaturos e disfuncionais (VCM>100) → anemia megaloblástica
  - Reparação e síntese da bainha de mielina → manutenção do sistema nervoso central
  - Síntese de proteínas, neurotransmissores, DNA, RNA
  - Síntese do Heme

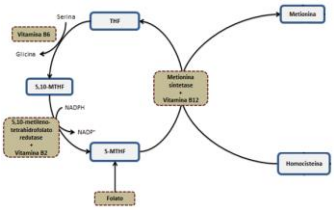


Absorção

- Folato nos alimentos → pteroilmonoglutamato e poliglutamato
- Absorção → intestino delgado (duodeno e jejuno)
  - Conjugases → convertem o folato em monoglutamato
  - Absorção → monoglutamato
  - Biodisponibilidade → 40 a 80%
- Nos enterócitos → monoglutamato sofre metilação e redução → convertido em 5-metil-tetrahidrofolato (5-MTHF)
- Após a absorção → 5-MTHF entra na circulação (principal folato circulante)

Metabolismo

- No fígado → 5-MTHF pode ser armazenado ou liberado para a circulação sanguínea ou secretado na bile
- No interior das células → 5-MTHF é convertido em THF pela enzima metionina sintetase (dependente de B12)
- THF → forma metabolicamente ativa do folato no organismo → pode ser convertido a 5,10-MTHF → convertido a 5-MTHF (ciclo do folato)
- Excreção: urina e bile



Avaliação do estado nutricional

- Níveis plasmáticos de folato
  - Refletem melhor a ingestão habitual recente
- Níveis eritrocitários de folato
  - Refletem o estado nutricional em longo prazo (estoques teciduais)
- Níveis de homocisteína

Recomendações nutricionais

- RDA → 400 µg/dia para adultos
- UL → 1000 µg/dia para adultos (considerando-se apenas o consumo de alimentos fortificados e suplementos; não considera o folato natural dos alimentos)
- Consumo médio no Brasil → 300 µg/dia
- Durante a gestação → necessário suplementação de 400 µg/dia

RDA e AI

Dietary Reference Intakes (DRIs): Recommended Dietary Allowances and Adequate Intakes, Vitamins
Food and Nutrition Board, Institute of Medicine, National Academies

Life Stage Group	Vitamin A (µg/d)[a]	Vitamin C (mg/d)	Vitamin D (µg/d)[b,c]	Vitamin E (mg/d)[d]	Vitamin K (µg/d)	Thiamin (mg/d)	Riboflavin (mg/d)	Niacin (mg/d)[e]	Vitamin B_6 (mg/d)	Folate (µg/d)[f]	Vitamin B_{12} (µg/d)	Pantothenic Acid (mg/d)	Biotin (µg/d)	Choline (mg/d)[g]
Infants														
0 to 6 mo	400*	40*	10	4*	2.0*	0.2*	0.3*	2*	0.1*	65*	0.4*	1.7*	5*	125*
6 to 12 mo	500*	50*	10	5*	2.5*	0.3*	0.4*	4*	0.3*	80*	0.5*	1.8*	6*	150*
Children														
1–3 y	**300**	**15**	**15**	**6**	30*	**0.5**	**0.5**	**6**	**0.5**	**150**	**0.9**	2*	8*	200*
4–8 y	**400**	**25**	**15**	**7**	55*	**0.6**	**0.6**	**8**	**0.6**	**200**	**1.2**	3*	12*	250*
Males														
9–13 y	**600**	**45**	**15**	**11**	60*	**0.9**	**0.9**	**12**	**1.0**	**300**	**1.8**	4*	20*	375*
14–18 y	**900**	**75**	**15**	**15**	75*	**1.2**	**1.3**	**16**	**1.3**	**400**	**2.4**	5*	25*	550*
19–30 y	**900**	**90**	**15**	**15**	120*	**1.2**	**1.3**	**16**	**1.3**	**400**	**2.4**	5*	30*	550*
31–50 y	**900**	**90**	**15**	**15**	120*	**1.2**	**1.3**	**16**	**1.3**	**400**	**2.4**	5*	30*	550*
51–70 y	**900**	**90**	**15**	**15**	120*	**1.2**	**1.3**	**16**	**1.7**	**400**	**2.4**[h]	5*	30*	550*
> 70 y	**900**	**90**	**20**	**15**	120*	**1.2**	**1.3**	**16**	**1.7**	**400**	**2.4**[h]	5*	30*	550*
Females														
9–13 y	**600**	**45**	**15**	**11**	60*	**0.9**	**0.9**	**12**	**1.0**	**300**	**1.8**	4*	20*	375*
14–18 y	**700**	**65**	**15**	**15**	75*	**1.0**	**1.0**	**14**	**1.2**	**400**[i]	**2.4**	5*	25*	400*
19–30 y	**700**	**75**	**15**	**15**	90*	**1.1**	**1.1**	**14**	**1.3**	**400**[i]	**2.4**	5*	30*	425*
31–50 y	**700**	**75**	**15**	**15**	90*	**1.1**	**1.1**	**14**	**1.3**	**400**[i]	**2.4**	5*	30*	425*
51–70 y	**700**	**75**	**15**	**15**	90*	**1.1**	**1.1**	**14**	**1.5**	**400**	**2.4**[h]	5*	30*	425*
> 70 y	**700**	**75**	**20**	**15**	90*	**1.1**	**1.1**	**14**	**1.5**	**400**	**2.4**[h]	5*	30*	425*
Pregnancy														
14–18 y	**750**	**80**	**15**	**15**	75*	**1.4**	**1.4**	**18**	**1.9**	**600**[i]	**2.6**	6*	30*	450*
19–30 y	**770**	**85**	**15**	**15**	90*	**1.4**	**1.4**	**18**	**1.9**	**600**[i]	**2.6**	6*	30*	450*
31–50 y	**770**	**85**	**15**	**15**	90*	**1.4**	**1.4**	**18**	**1.9**	**600**[i]	**2.6**	6*	30*	450*
Lactation														
14–18 y	**1,200**	**115**	**15**	**19**	75*	**1.4**	**1.6**	**17**	**2.0**	**500**	**2.8**	7*	35*	550*
19–30 y	**1,300**	**120**	**15**	**19**	90*	**1.4**	**1.6**	**17**	**2.0**	**500**	**2.8**	7*	35*	550*
31–50 y	**1,300**	**120**	**15**	**19**	90*	**1.4**	**1.6**	**17**	**2.0**	**500**	**2.8**	7*	35*	550*

RDA → em negrito
AI → asterisco

UL

Dietary Reference Intakes (DRIs): Tolerable Upper Intake Levels, Vitamins
Food and Nutrition Board, Institute of Medicine, National Academies

Life Stage Group	Vitamin A (µg/d)[a]	Vitamin C (mg/d)	Vitamin D (µg/d)	Vitamin E (mg/d)[b,c]	Vitamin K	Thiamin	Riboflavin	Niacin (mg/d)[e]	Vitamin B_6 (mg/d)	Folate (µg/d)[e]	Vitamin B_{12}	Pantothenic Acid	Biotin	Choline (g/d)	Carotenoids[d]
Infants															
0 to 6 mo	600	ND[e]	25	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
6 to 12 mo	600	ND	38	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Children															
1–3 y	600	400	63	200	ND	ND	ND	10	30	300	ND	ND	ND	1.0	ND
4–8 y	900	650	75	300	ND	ND	ND	15	40	400	ND	ND	ND	1.0	ND
Males															
9–13 y	1,700	1,200	100	600	ND	ND	ND	20	60	600	ND	ND	ND	2.0	ND
14–18 y	2,800	1,800	100	800	ND	ND	ND	30	80	800	ND	ND	ND	3.0	ND
19–30 y	3,000	2,000	100	1,000	ND	ND	ND	35	100	1,000	ND	ND	ND	3.5	ND
31–50 y	3,000	2,000	100	1,000	ND	ND	ND	35	100	1,000	ND	ND	ND	3.5	ND
51–70 y	3,000	2,000	100	1,000	ND	ND	ND	35	100	1,000	ND	ND	ND	3.5	ND
> 70 y	3,000	2,000	100	1,000	ND	ND	ND	35	100	1,000	ND	ND	ND	3.5	ND
Females															
9–13 y	1,700	1,200	100	600	ND	ND	ND	20	60	600	ND	ND	ND	2.0	ND
14–18 y	2,800	1,800	100	800	ND	ND	ND	30	80	800	ND	ND	ND	3.0	ND
19–30 y	3,000	2,000	100	1,000	ND	ND	ND	35	100	1,000	ND	ND	ND	3.5	ND
31–50 y	3,000	2,000	100	1,000	ND	ND	ND	35	100	1,000	ND	ND	ND	3.5	ND
51–70 y	3,000	2,000	100	1,000	ND	ND	ND	35	100	1,000	ND	ND	ND	3.5	ND
> 70 y	3,000	2,000	100	1,000	ND	ND	ND	35	100	1,000	ND	ND	ND	3.5	ND
Pregnancy															
14–18 y	2,800	1,800	100	800	ND	ND	ND	30	80	800	ND	ND	ND	3.0	ND
19–30 y	3,000	2,000	100	1,000	ND	ND	ND	35	100	1,000	ND	ND	ND	3.5	ND
31–50 y	3,000	2,000	100	1,000	ND	ND	ND	35	100	1,000	ND	ND	ND	3.5	ND
Lactation															
14–18 y	2,800	1,800	100	800	ND	ND	ND	30	80	800	ND	ND	ND	3.0	ND
19–30 y	3,000	2,000	100	1,000	ND	ND	ND	35	100	1,000	ND	ND	ND	3.5	ND
31–50 y	3,000	2,000	100	1,000	ND	ND	ND	35	100	1,000	ND	ND	ND	3.5	ND

Fontes alimentares

- Fontes animais e vegetais

- Vegetais folhosos verde-escuros (espinafre, couve, brócolis, almeirão, alface, rúcula, chicória)
- Frutas (laranja, abacate, mamão, melão, tomate)
- Leguminosas (feijão, soja, ervilha, lentilha, grão-de-bico)
- Vegetais (batata, quiabo)
- Carnes (bovina e frango)
- Ovos
- Alimentos fortificados

- Vitamina instável ao calor → perdas consideráveis durante a cocção

Fontes alimentares

- Prevenção da deficiência de folato no Brasil

- Resolução RDC nº 344, de 13 de dezembro de 2002
- Fortificação obrigatória das farinhas de trigo e milho

- Em 100g de farinha, deve conter 150µg de ácido fólico
- A fortificação de alimentos não substitui a suplementação de folato para grupos de risco (mulheres em idade fértil)

Deficiência

- Divisão celular prejudicada → principalmente em células de rápida divisão (eritrócitos) → anemia megaloblástica
- Divisão celular prejudicada → defeitos no tubo neural (anencefalia, espinha bífica)
- Maiores níveis de homocisteína (risco para doenças cardiovasculares – estresse oxidativo, aterosclerose, indução de trombose)
- Depressão e demência
  - ↓ síntese de dopamina e noradrenalina
- Lesões dermatológicas
- Neuropatia periférica

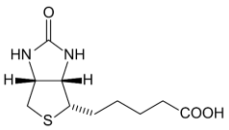
Excesso e toxicidade

- Doses elevadas (↑ 5000 µg/dia) → podem mascarar a deficiência de B12
  - Atraso no tratamento da hipovitaminose por B12 e contribui para o agravamento de neuropatias
- Prejuízo na absorção de zinco
- Antagonista de anticonvulsivantes: ↑ de crises em indivíduos epilépticos

Biotina

Biotina

- Características principais:
  - Também conhecida como vitamina B7 ou vitamina H
  - Contém um átomo de enxofre em sua estrutura
  - Cofator enzimático
  - Regulação da expressão gênica



biotina

- Cofator enzimático
  - Enzimas carboxilases
    - Acetil CoA-carboxilase → síntese de ácidos graxos
    - Piruvato carboxilase → conversão de piruvato em oxaloacetato (favorece gliconeogênese, lipogênese, síntese de aminoácidos e neurotransmissores)
    - Propionil CoA-carboxilase → oxidação de ácidos graxos e degradação de aminoácidos
- Regulação da expressão gênica
  - Mais de 2mil genes dependem da biotina para sua expressão
  - DNA → ligado a proteínas histonas (responsáveis pelo enovelamento do DNA na cromatina)
  - Modificações nas histonas → permitem a regulação gênica
  - Biotina → pode se ligar às histonas (biotinilação → mecanismo epigenético → regulação da expressão gênica)

Absorção e metabolismo

- Biotina nos alimentos → forma livre ou ligada a proteínas
- Absorção → intestino delgado
  - Digestão proteolítica → libera biotina livre → absorção
  - Biodisponibilidade → 5 a 100%
  - Pode ser sintetizada pela flora intestinal
- Após absorção → transporte no sangue → biotina livre ou ligada à albumina
- Armazenamento → fígado
- Excreção: urina

Avaliação do estado nutricional

- Testes pouco sensíveis → estado nutricional da população é pouco conhecido

- Metabólitos da biotina na urina
  - 3-hidroxi-isovalérico
  - 3-hidroxi-isovaleril carnitina
  - Níveis elevados indicam deficiência

Recomendações nutricionais

- RDA → não foi estabelecida
- AI → 30 µg/dia para adultos

- UL → não determinado

RDA e AI

Dietary Reference Intakes (DRIs): Recommended Dietary Allowances and Adequate Intakes, Vitamins
Food and Nutrition Board, Institute of Medicine, National Academies

Life Stage Group	Vitamin A (µg/d)[a]	Vitamin C (mg/d)	Vitamin D (µg/d)[b,c]	Vitamin E (mg/d)[d]	Vitamin K (µg/d)	Thiamin (mg/d)	Riboflavin (mg/d)	Niacin (mg/d)[e]	Vitamin B_6 (mg/d)	Folate (µg/d)[f]	Vitamin B_{12} (µg/d)	Pantothenic Acid (mg/d)	Biotin (µg/d)	Choline (mg/d)[g]
Infants														
0 to 6 mo	400*	40*	10	4*	2.0*	0.2*	0.3*	2*	0.1*	65*	0.4*	1.7*	5*	125*
6 to 12 mo	500*	50*	10	5*	2.5*	0.3*	0.4*	4*	0.3*	80*	0.5*	1.8*	6*	150*
Children														
1–3 y	**300**	**15**	**15**	**6**	30*	**0.5**	**0.5**	**6**	**0.5**	**150**	**0.9**	2*	8*	200*
4–8 y	**400**	**25**	**15**	**7**	55*	**0.6**	**0.6**	**8**	**0.6**	**200**	**1.2**	3*	12*	250*
Males														
9–13 y	**600**	**45**	**15**	**11**	60*	**0.9**	**0.9**	**12**	**1.0**	**300**	**1.8**	4*	20*	375*
14–18 y	**900**	**75**	**15**	**15**	75*	**1.2**	**1.3**	**16**	**1.3**	**400**	**2.4**	5*	25*	550*
19–30 y	**900**	**90**	**15**	**15**	120*	**1.2**	**1.3**	**16**	**1.3**	**400**	**2.4**	5*	30*	550*
31–50 y	**900**	**90**	**15**	**15**	120*	**1.2**	**1.3**	**16**	**1.3**	**400**	**2.4**	5*	30*	550*
51–70 y	**900**	**90**	**15**	**15**	120*	**1.2**	**1.3**	**16**	**1.7**	**400**	**2.4**[h]	5*	30*	550*
> 70 y	**900**	**90**	**20**	**15**	120*	**1.2**	**1.3**	**16**	**1.7**	**400**	**2.4**[h]	5*	30*	550*
Females														
9–13 y	**600**	**45**	**15**	**11**	60*	**0.9**	**0.9**	**12**	**1.0**	**300**	**1.8**	4*	20*	375*
14–18 y	**700**	**65**	**15**	**15**	75*	**1.0**	**1.0**	**14**	**1.2**	**400**[i]	**2.4**	5*	25*	400*
19–30 y	**700**	**75**	**15**	**15**	90*	**1.1**	**1.1**	**14**	**1.3**	**400**[i]	**2.4**	5*	30*	425*
31–50 y	**700**	**75**	**15**	**15**	90*	**1.1**	**1.1**	**14**	**1.3**	**400**[i]	**2.4**	5*	30*	425*
51–70 y	**700**	**75**	**15**	**15**	90*	**1.1**	**1.1**	**14**	**1.5**	**400**	**2.4**[h]	5*	30*	425*
> 70 y	**700**	**75**	**20**	**15**	90*	**1.1**	**1.1**	**14**	**1.5**	**400**	**2.4**[h]	5*	30*	425*
Pregnancy														
14–18 y	**750**	**80**	**15**	**15**	75*	**1.4**	**1.4**	**18**	**1.9**	**600**[i]	**2.6**	6*	30*	450*
19–30 y	**770**	**85**	**15**	**15**	90*	**1.4**	**1.4**	**18**	**1.9**	**600**[i]	**2.6**	6*	30*	450*
31–50 y	**770**	**85**	**15**	**15**	90*	**1.4**	**1.4**	**18**	**1.9**	**600**[i]	**2.6**	6*	30*	450*
Lactation														
14–18 y	**1,200**	**115**	**15**	**19**	75*	**1.4**	**1.6**	**17**	**2.0**	**500**	**2.8**	7*	35*	550*
19–30 y	**1,300**	**120**	**15**	**19**	90*	**1.4**	**1.6**	**17**	**2.0**	**500**	**2.8**	7*	35*	550*
31–50 y	**1,300**	**120**	**15**	**19**	90*	**1.4**	**1.6**	**17**	**2.0**	**500**	**2.8**	7*	35*	550*

RDA → em negrito
AI → asterisco

UL

Dietary Reference Intakes (DRIs): Tolerable Upper Intake Levels, Vitamins
Food and Nutrition Board, Institute of Medicine, National Academies

Life Stage Group	Vitamin A (µg/d)[a]	Vitamin C (mg/d)	Vitamin D (µg/d)	Vitamin E (mg/d)[b,c]	Vitamin K	Thiamin	Riboflavin	Niacin (mg/d)[e]	Vitamin B_6 (mg/d)	Folate (µg/d)[e]	Vitamin B_{12}	Pantothenic Acid	Biotin	Choline (g/d)	Carotenoids[d]
Infants															
0 to 6 mo	600	ND[e]	25	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
6 to 12 mo	600	ND	38	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Children															
1–3 y	600	400	63	200	ND	ND	ND	10	30	300	ND	ND	ND	1.0	ND
4–8 y	900	650	75	300	ND	ND	ND	15	40	400	ND	ND	ND	1.0	ND
Males															
9–13 y	1,700	1,200	100	600	ND	ND	ND	20	60	600	ND	ND	ND	2.0	ND
14–18 y	2,800	1,800	100	800	ND	ND	ND	30	80	800	ND	ND	ND	3.0	ND
19–30 y	3,000	2,000	100	1,000	ND	ND	ND	35	100	1,000	ND	ND	ND	3.5	ND
31–50 y	3,000	2,000	100	1,000	ND	ND	ND	35	100	1,000	ND	ND	ND	3.5	ND
51–70 y	3,000	2,000	100	1,000	ND	ND	ND	35	100	1,000	ND	ND	ND	3.5	ND
> 70 y	3,000	2,000	100	1,000	ND	ND	ND	35	100	1,000	ND	ND	ND	3.5	ND
Females															
9–13 y	1,700	1,200	100	600	ND	ND	ND	20	60	600	ND	ND	ND	2.0	ND
14–18 y	2,800	1,800	100	800	ND	ND	ND	30	80	800	ND	ND	ND	3.0	ND
19–30 y	3,000	2,000	100	1,000	ND	ND	ND	35	100	1,000	ND	ND	ND	3.5	ND
31–50 y	3,000	2,000	100	1,000	ND	ND	ND	35	100	1,000	ND	ND	ND	3.5	ND
51–70 y	3,000	2,000	100	1,000	ND	ND	ND	35	100	1,000	ND	ND	ND	3.5	ND
> 70 y	3,000	2,000	100	1,000	ND	ND	ND	35	100	1,000	ND	ND	ND	3.5	ND
Pregnancy															
14–18 y	2,800	1,800	100	800	ND	ND	ND	30	80	800	ND	ND	ND	3.0	ND
19–30 y	3,000	2,000	100	1,000	ND	ND	ND	35	100	1,000	ND	ND	ND	3.5	ND
31–50 y	3,000	2,000	100	1,000	ND	ND	ND	35	100	1,000	ND	ND	ND	3.5	ND
Lactation															
14–18 y	2,800	1,800	100	800	ND	ND	ND	30	80	800	ND	ND	ND	3.0	ND
19–30 y	3,000	2,000	100	1,000	ND	ND	ND	35	100	1,000	ND	ND	ND	3.5	ND
31–50 y	3,000	2,000	100	1,000	ND	ND	ND	35	100	1,000	ND	ND	ND	3.5	ND

Fontes alimentares

- Fontes animais e vegetais (amplamente distribuído em todos os alimentos)

- Carnes (suína, bovina, frango, peixe), ovos, leite e derivados
- Cereais e grãos (arroz, soja, milho, trigo)
- Oleaginosas (castanhas, avelã, amendoim, nozes, amêndoa)
- Legumes e verduras (acelga, cenoura, batata-doce, cebola, couve-flor, repolho)
- Frutas (abacate, banana, maçã, morango, tomate)

Deficiência

- Deficiência rara
- Pode ocorrer em indivíduos com doenças inflamatórias intestinais, consumo excessivo de álcool, nutrição parenteral por período prolongado
- Pode ser induzida pelo consumo de ovo cru → proteína avidina termolábil → ligante de biotina
- Dermatite seborreica
- Alopecia
- Paralisia
- Cetoacidose

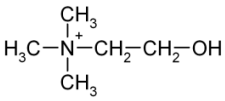
Excesso e toxicidade

- Não há relatos de efeito adverso ao ser humano

Colina

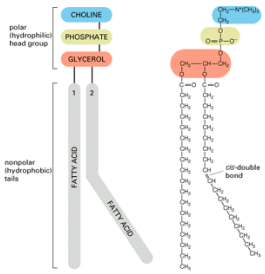
Colina

- Características principais:
  - Amina quaternária (composto rico em metil), encontrada em diversos alimentos
  - Componente estrutural de compostos orgânicos
  - Reações de transferência de carbono

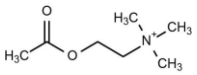


colina

- Componente estrutural de compostos orgânicos
  - Síntese de fosfolipídios
    - Fosfatidilcolina e esfingomielina → importantes fosfolipídios das membranas
    - Fundamental para o desenvolvimento do cérebro, fechamento do tubo neural, função cognitiva
    - Auxilia a secreção de VLDL



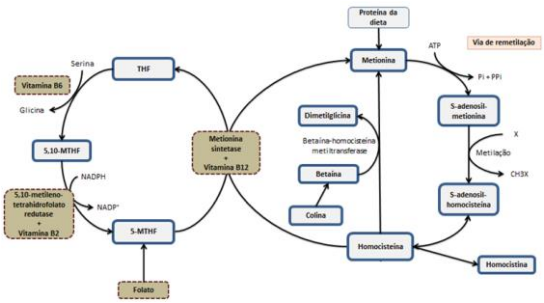
  - Síntese de acetilcolina
    - Neurotransmissor envolvido na memória e aprendizagem, no controle da respiração, na frequência cardíaca e na atividade dos músculos esqueléticos



acetilcolina

  - Síntese do fator de ativação de plaquetas

- Reações de transferência de carbono
  - Colina → oxidada em betaína no fígado e nos rins
  - Betaína → conversão de homocisteína em metionina → fundamental para a síntese de SAM e para a degradação da homocisteína
  - SAM (S-adenosil-metionina) → principal doador de grupos metil (CH3) no organismo



Absorção e metabolismo

- Colina pode ser sintetizada pelo organismo humano → mas não é suficiente para suprir as necessidades humanas
- Colina nos alimentos → forma livre ou forma de fosfatidilcolina
- Absorção → intestino delgado
  - Fosfatidilcolina sofre hidrólise → liberação de colina livre → absorção
- Nos enterócitos → colina convertida a fosfatidilcolina novamente
- Após absorção → transporte no sangue → colina livre ou fosfatidilcolina
- Armazenamento → fígado e rins → colina oxidada em betaína
- Excreção: urina

Recomendações nutricionais

- RDA → não foi estabelecida
- AI → 550 mg/dia para homens adultos, e 425 mg/dia para mulheres adultas
  - Mulheres são menos susceptíveis a deficiência de colina → estrógeno ↑ síntese endógena de colina
- UL → 3,5 g/dia para adultos

RDA e AI

Dietary Reference Intakes (DRIs): Recommended Dietary Allowances and Adequate Intakes, Vitamins
Food and Nutrition Board, Institute of Medicine, National Academies

Life Stage Group	Vitamin A (µg/d)[a]	Vitamin C (mg/d)	Vitamin D (µg/d)[b,c]	Vitamin E (mg/d)[d]	Vitamin K (µg/d)	Thiamin (mg/d)	Riboflavin (mg/d)	Niacin (mg/d)[e]	Vitamin B_6 (mg/d)	Folate (µg/d)[f]	Vitamin B_{12} (µg/d)	Pantothenic Acid (mg/d)	Biotin (µg/d)	Choline (mg/d)[g]
Infants														
0 to 6 mo	400*	40*	10	4*	2.0*	0.2*	0.3*	2*	0.1*	65*	0.4*	1.7*	5*	125*
6 to 12 mo	500*	50*	10	5*	2.5*	0.3*	0.4*	4*	0.3*	80*	0.5*	1.8*	6*	150*
Children														
1–3 y	**300**	**15**	**15**	**6**	30*	**0.5**	**0.5**	**6**	**0.5**	**150**	**0.9**	2*	8*	200*
4–8 y	**400**	**25**	**15**	**7**	55*	**0.6**	**0.6**	**8**	**0.6**	**200**	**1.2**	3*	12*	250*
Males														
9–13 y	**600**	**45**	**15**	**11**	60*	**0.9**	**0.9**	**12**	**1.0**	**300**	**1.8**	4*	20*	375*
14–18 y	**900**	**75**	**15**	**15**	75*	**1.2**	**1.3**	**16**	**1.3**	**400**	**2.4**	5*	25*	550*
19–30 y	**900**	**90**	**15**	**15**	120*	**1.2**	**1.3**	**16**	**1.3**	**400**	**2.4**	5*	30*	550*
31–50 y	**900**	**90**	**15**	**15**	120*	**1.2**	**1.3**	**16**	**1.3**	**400**	**2.4**	5*	30*	550*
51–70 y	**900**	**90**	**15**	**15**	120*	**1.2**	**1.3**	**16**	**1.7**	**400**	**2.4**[h]	5*	30*	550*
> 70 y	**900**	**90**	**20**	**15**	120*	**1.2**	**1.3**	**16**	**1.7**	**400**	**2.4**[h]	5*	30*	550*
Females														
9–13 y	**600**	**45**	**15**	**11**	60*	**0.9**	**0.9**	**12**	**1.0**	**300**	**1.8**	4*	20*	375*
14–18 y	**700**	**65**	**15**	**15**	75*	**1.0**	**1.0**	**14**	**1.2**	**400**[i]	**2.4**	5*	25*	400*
19–30 y	**700**	**75**	**15**	**15**	90*	**1.1**	**1.1**	**14**	**1.3**	**400**[i]	**2.4**	5*	30*	425*
31–50 y	**700**	**75**	**15**	**15**	90*	**1.1**	**1.1**	**14**	**1.3**	**400**[i]	**2.4**	5*	30*	425*
51–70 y	**700**	**75**	**15**	**15**	90*	**1.1**	**1.1**	**14**	**1.5**	**400**	**2.4**[h]	5*	30*	425*
> 70 y	**700**	**75**	**20**	**15**	90*	**1.1**	**1.1**	**14**	**1.5**	**400**	**2.4**[h]	5*	30*	425*
Pregnancy														
14–18 y	**750**	**80**	**15**	**15**	75*	**1.4**	**1.4**	**18**	**1.9**	**600**[i]	**2.6**	6*	30*	450*
19–30 y	**770**	**85**	**15**	**15**	90*	**1.4**	**1.4**	**18**	**1.9**	**600**[i]	**2.6**	6*	30*	450*
31–50 y	**770**	**85**	**15**	**15**	90*	**1.4**	**1.4**	**18**	**1.9**	**600**[i]	**2.6**	6*	30*	450*
Lactation														
14–18 y	**1,200**	**115**	**15**	**19**	75*	**1.4**	**1.6**	**17**	**2.0**	**500**	**2.8**	7*	35*	550*
19–30 y	**1,300**	**120**	**15**	**19**	90*	**1.4**	**1.6**	**17**	**2.0**	**500**	**2.8**	7*	35*	550*
31–50 y	**1,300**	**120**	**15**	**19**	90*	**1.4**	**1.6**	**17**	**2.0**	**500**	**2.8**	7*	35*	550*

RDA → em negrito
AI → asterisco

UL

Dietary Reference Intakes (DRIs): Tolerable Upper Intake Levels, Vitamins
Food and Nutrition Board, Institute of Medicine, National Academies

Life Stage Group	Vitamin A (µg/d)[a]	Vitamin C (mg/d)	Vitamin D (µg/d)	Vitamin E (mg/d)[b,c]	Vitamin K	Thiamin	Riboflavin	Niacin (mg/d)[e]	Vitamin B_6 (mg/d)	Folate (µg/d)[e]	Vitamin B_{12}	Pantothenic Acid	Biotin	Choline (g/d)	Carotenoids[d]
Infants															
0 to 6 mo	600	ND[e]	25	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
6 to 12 mo	600	ND	38	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Children															
1–3 y	600	400	63	200	ND	ND	ND	10	30	300	ND	ND	ND	1.0	ND
4–8 y	900	650	75	300	ND	ND	ND	15	40	400	ND	ND	ND	1.0	ND
Males															
9–13 y	1,700	1,200	100	600	ND	ND	ND	20	60	600	ND	ND	ND	2.0	ND
14–18 y	2,800	1,800	100	800	ND	ND	ND	30	80	800	ND	ND	ND	3.0	ND
19–30 y	3,000	2,000	100	1,000	ND	ND	ND	35	100	1,000	ND	ND	ND	3.5	ND
31–50 y	3,000	2,000	100	1,000	ND	ND	ND	35	100	1,000	ND	ND	ND	3.5	ND
51–70 y	3,000	2,000	100	1,000	ND	ND	ND	35	100	1,000	ND	ND	ND	3.5	ND
> 70 y	3,000	2,000	100	1,000	ND	ND	ND	35	100	1,000	ND	ND	ND	3.5	ND
Females															
9–13 y	1,700	1,200	100	600	ND	ND	ND	20	60	600	ND	ND	ND	2.0	ND
14–18 y	2,800	1,800	100	800	ND	ND	ND	30	80	800	ND	ND	ND	3.0	ND
19–30 y	3,000	2,000	100	1,000	ND	ND	ND	35	100	1,000	ND	ND	ND	3.5	ND
31–50 y	3,000	2,000	100	1,000	ND	ND	ND	35	100	1,000	ND	ND	ND	3.5	ND
51–70 y	3,000	2,000	100	1,000	ND	ND	ND	35	100	1,000	ND	ND	ND	3.5	ND
> 70 y	3,000	2,000	100	1,000	ND	ND	ND	35	100	1,000	ND	ND	ND	3.5	ND
Pregnancy															
14–18 y	2,800	1,800	100	800	ND	ND	ND	30	80	800	ND	ND	ND	3.0	ND
19–30 y	3,000	2,000	100	1,000	ND	ND	ND	35	100	1,000	ND	ND	ND	3.5	ND
31–50 y	3,000	2,000	100	1,000	ND	ND	ND	35	100	1,000	ND	ND	ND	3.5	ND
Lactation															
14–18 y	2,800	1,800	100	800	ND	ND	ND	30	80	800	ND	ND	ND	3.0	ND
19–30 y	3,000	2,000	100	1,000	ND	ND	ND	35	100	1,000	ND	ND	ND	3.5	ND
31–50 y	3,000	2,000	100	1,000	ND	ND	ND	35	100	1,000	ND	ND	ND	3.5	ND

Fontes alimentares

- Fontes animais e vegetais
- Apesar de ser uma vitamina hidrossolúvel → está presente na molécula de fosfatidilcolina → encontrado em alimentos fontes de gordura e colesterol
- Lecitina (fosfatidilcolina) → utilizado como agente emulsificante adicionado a alimentos

- Carnes (suína, bovina, frango, peixe), ovos, leite e derivados
- Grãos (soja, trigo)
- Amendoim
- Verduras (couve-flor, couve, repolho)

Deficiência

- Esteatose hepática (acúmulo de TG no fígado devido a baixa produção de VLDL)
- Níveis elevados de homocisteína (risco cardiovascular)
- Danos ao DNA e à função cerebral no feto

Excesso e toxicidade

- Hipotensão
- Sudorese
- Odor corporal de peixe (excreção excessiva de trimetilamina → metabólito da colina)