

## PARA DIVULGAÇÃO IMEDIATA

Serviço de Notícias de Medicina Ortomolecular, 28 de setembro de 2025

**Por que a deficiência de micronutrientes no início da vida deixa danos duradouros, mesmo quando corrigidos mais tarde**

**Por Richard Z. Cheng, M.D., Ph.D. Editor-chefe**

Nota do editor: O OMNS recebe muitas perguntas ponderadas dos leitores, mas nossa plataforma atual não oferece suporte a perguntas e respostas públicas. Para incentivar mais diálogo, compartilharei cartas e respostas selecionadas em meu Substack (  <https://substack.com/@rzchengmd> ). A OMNS continuará a publicar artigos de nossos editores e autores; Esta sessão de perguntas e respostas do Substack é simplesmente um canal complementar. Espero que o OMNS adicione recursos interativos no futuro para que todos os editores possam participar da conversa. - *Richard Z. Cheng, M.D., Ph.D., Editor-Chefe*

### Introdução

A medicina ortomolecular enfatiza o fornecimento ao corpo de concentrações ideais de nutrientes essenciais. No entanto, grande parte da nutrição clínica se concentra na correção de deficiências somente depois que elas são descobertas mais tarde na vida. Uma questão crucial é muitas vezes esquecida: **e se a deficiência ocorreu durante a primeira infância, infância ou mesmo pré-nascimento?** A suplementação subsequente pode reparar completamente o dano?

Enquanto nos preparávamos para uma discussão sobre câncer organizada pela Children's Health Defense, identificamos dez categorias dos principais impulsionadores do câncer e outras doenças crônicas (Cheng, 2025, no prelo). Um desses impulsionadores fundamentais é *a programação de desenvolvimento e início de vida*. Este artigo investiga esse fator, concentrando-se especificamente em como a insuficiência de micronutrientes durante a gravidez, infância e infância pode deixar impactos permanentes que duram a vida toda.

A resposta emergente de estudos em animais e humanos é preocupante: **as deficiências de vitamina C e D durante os primeiros anos de vida podem causar alterações no desenvolvimento cerebral, imunológico, pulmonar e esquelético que nunca serão totalmente revertidas, mesmo com suplementos posteriores.**

### **Vitamina C: impactos irreversíveis no desenvolvimento do cérebro**

Os humanos, como as cobaias, não podem produzir sua própria vitamina C. Estudos em animais mostram claramente que, quando falta vitamina C durante a gravidez ou a primeira infância, o cérebro, especialmente o hipocampo, que controla o aprendizado e a memória, sofre danos que não podem ser totalmente reparados mais tarde.

**Danos duradouros ao hipocampo:** Porquinhos-da-índia nascidos de mães com deficiência de vitamina C tinham um volume menor do hipocampo e menos novas células cerebrais. Mesmo depois que a vitamina C foi administrada mais tarde, o cérebro nunca se recuperou totalmente [\(1\)](#).

- **Memória e perda de neurônios:** Em outro estudo, cobaias jovens que não tinham vitamina C no início da vida tinham menos neurônios do hipocampo e pior desempenho de memória, confirmando que a deficiência precoce programa o cérebro para problemas duradouros [\(2\)](#).
- **Sinapses e interrupção de neurotransmissores:** Um estudo de acompanhamento descobriu que a deficiência de vitamina C também enfraquece o sistema de comunicação do cérebro. Animais deficientes tinham menos conexões entre as células cerebrais (menos sinapses) e alterações no equilíbrio de substâncias químicas cerebrais, como a serotonina. Essas mudanças ajudam a explicar por que os animais desenvolveram déficits de memória que não desapareceram, mesmo depois que a vitamina C foi reintroduzida [\(3\)](#).
- A vitamina C não é apenas um antioxidante, mas também um cofator para enzimas que regulam a síntese de colágeno e a desmetilação do DNA (enzimas TET). Essas **funções epigenéticas** sugerem que a deficiência durante as janelas críticas de desenvolvimento pode "programar" mudanças estruturais e funcionais duradouras [\(4\)](#).

### Vitamina D: Programando Pulmões, Imunidade e Ossos para a Vida

A vitamina D é agora reconhecida como um hormônio chave que regula o desenvolvimento muito além dos ossos. Muitos estudos em animais e humanos confirma que a deficiência pré-natal ou precoce deixa **marcas de longo prazo que a suplementação subsequente não pode apagar completamente**.

- **Desenvolvimento pulmonar:** Em camundongos, a deficiência pré-natal de vitamina D causou estreitamento das vias aéreas e alvéolos simplificados. Mesmo após a suplementação pós-natal de vitamina D, **o estreitamento traqueal persistiu** e a função pulmonar permaneceu prejudicada [\(5,6\)](#).
- **Programação imunológica:** A deficiência pré-natal de vitamina D deixou uma "memória" duradoura nas células-tronco hematopoiéticas, distorcendo o desenvolvimento das células imunológicas na idade adulta [\(7,8\)](#).
- Este estudo de coorte mostrou que a **insuficiência materna de vitamina D foi associada a menor conteúdo mineral ósseo de corpo inteiro e coluna lombar em crianças aos 9 anos de idade**, indicando efeitos esqueléticos persistentes [\(9\)](#).
- Este acompanhamento indicou que a deficiência materna de vitamina D durante a gravidez previu **menor pico de massa óssea em seus filhos com a idade de ~ 20 anos**, sugerindo uma programação esquelética de longa duração [\(10\)](#).

Mecanicamente, a deficiência de vitamina D durante o desenvolvimento influencia as marcas epigenéticas, a expressão gênica e as vias de sinalização sensíveis a hormônios, de acordo com o **modelo** Developmental Origins of Health and Disease (DOHaD) [\(8,11-13\)](#).

Embora as vitaminas C e D sejam exemplos centrais, a pesquisa mostra que outros micronutrientes essenciais também têm um papel sensível ao tempo na formação da saúde ao longo da vida. Uma breve descrição ilustra o quão amplo é esse princípio.

## **Além da C&D: Outros Micronutrientes no Início da Vida com Efeitos Duradouros (e Excelente Segurança Quando Usados Corretamente)**

### **Iodo: a fiação do cérebro depende disso**

Mesmo a insuficiência leve de iodo no início da gravidez tem sido associada a menores QI verbal e pontuações de leitura em crianças em idade escolar. O momento é importante: os benefícios são maiores quando a adequação é garantida **antes ou no início da gravidez** [\(14-17\)](#).

### **Ferro - Os circuitos de aprendizagem precisam ser passados a tempo**

A infância é uma janela de alto risco para a deficiência de ferro. Estudos de acompanhamento da adolescência mostram déficits persistentes na cognição, habilidades motoras e comportamento após a deficiência de ferro nos primeiros anos de vida, mesmo quando a anemia é corrigida mais tarde [\(18\)](#).

### **Folato (com B12): O fechamento do tubo neural é um evento único**

O ácido fólico periconcepcional **previne defeitos do tubo neural (DTNs)**; Este é agora o padrão de atendimento em todo o mundo, porque é impossível recuperar o atraso mais tarde. A baixa vitamina B12 materna aumenta independentemente o risco de defeitos do tubo neural e está associada a um pior desenvolvimento neurológico inicial; a adequação de folato e B12 juntos são as mais seguras [\(19-23\)](#).

### **Colina - Velocidade de atenção e processamento de informações**

Ensaio randomizados de alimentação mostram que a ingestão materna de colina em ~ 2x recomendações atuais no terceiro trimestre melhorou a **velocidade de processamento de informações infantis**, consistente com o papel da colina na metilação e formação da membrana celular durante o desenvolvimento do cérebro [\(24\)](#).

### **Ômega-3 DHA - Visão e cognição precoces**

O DHA é uma gordura estrutural na retina e no cérebro em desenvolvimento. Ensaio randomizados relatam **melhora da acuidade visual** e, em alguns estudos, escores cognitivos mais altos em bebês que receberam DHA adequado no leite / fórmula durante os primeiros anos de vida [\(25-27\)](#).

### **Zinco - Programação de Crescimento, Imunidade e Neurodesenvolvimento**

O zinco está envolvido na síntese de DNA / RNA e na plasticidade sináptica. A deficiência durante a gravidez pode alterar o desenvolvimento neuronal em modelos animais; Em humanos, a suplementação materna de zinco reduz **o parto prematuro** em ambientes com baixo teor de zinco (um fator de risco para problemas posteriores). Os benefícios do neurodesenvolvimento parecem ser dependentes do contexto; garantir a adequação é prudente e seguro [\(28-32\)](#).

## Vitamina A (retinóides) - Estrutura e função pulmonar

Os retinóides orientam as vias aéreas e o desenvolvimento alveolar. A reposição materna de vitamina A nos níveis recomendados melhorou **a função pulmonar da prole** anos depois em um estudo randomizado, ressaltando uma verdadeira "janela" de desenvolvimento ([33-36](#)).

## Selênio: sistemas tireoidianos e redox que direcionam o desenvolvimento

As selenoproteínas apoiam a ativação do hormônio tireoidiano e o equilíbrio redox no cérebro em desenvolvimento. Dados humanos emergentes ligam o baixo teor de selênio materno a resultados adversos na gravidez e na criança; a adequação é essencial, embora, ao contrário de C e D, o selênio tenha uma margem de segurança mais estreita, o que significa que a suplementação deve ser mantida dentro dos intervalos recomendados ([37-41](#)).

## A conclusão: prevenção, não recuperação

Essas descobertas reforçam um princípio central da medicina ortomolecular: **o tempo é importante**. Períodos críticos de crescimento corporal exigem nutrição ideal. Uma vez que as janelas de desenvolvimento se fecham, nenhuma quantidade de suplementos subsequentes pode restaurar totalmente o que foi perdido.

Para médicos, formuladores de políticas e famílias, as implicações são claras:

- A suficiência vitamínica deve ser garantida antes **da concepção, durante a gravidez e na primeira infância**.
- O rastreamento de rotina para o status de vitamina D e C em mulheres grávidas e crianças pequenas deve ser uma prioridade de saúde pública.
- A medicina ortomolecular fornece uma estrutura baseada na ciência para uma prevenção precoce, segura e eficaz.

A nutrição ideal durante a gravidez e a primeira infância é uma das medidas de saúde pública mais econômicas que temos. Ao contrário dos produtos farmacêuticos, a suficiência de micronutrientes é segura, acessível e universalmente acessível.

## Sobre o promotor

**Richard Z. Cheng, MD, Ph.D.** - *Editor-chefe, Serviço de Notícias de Medicina Ortomolecular*

O Dr. Cheng é um médico certificado pelo conselho baseado nos EUA, treinado pelo NIH e especializado em terapia integrativa do câncer, medicina ortomolecular, medicina funcional e antienvelhecimento. Ele mantém práticas ativas nos Estados Unidos e na China.

Membro da Academia Americana de Medicina Antienvelhecimento e membro do Hall da Fama da Sociedade Internacional de Medicina Ortomolecular, o Dr. Cheng é um dos principais defensores de estratégias de saúde baseadas em nutrição e causa raiz. Ele também atua como revisor especialista do Conselho de Examinadores Médicos da

Carolina do Sul e cofundou a China Low Carbohydrate Medicine Alliance e a International Society of Metabolic Oncology.

O Dr. Cheng oferece **serviços de consulta de Medicina Ortomolecular Integrativa online**.

 Siga seus insights mais recentes no Substack: <https://substack.com/@rzchengmd>

## Referências

1. Tveden-Nyborg P, Vogt L, Schjoldager JG, Jeannet N, Hasselholt S, Paidi MD, et al. A deficiência materna de vitamina C durante a gravidez afeta persistentemente a neurogênese do hipocampo na prole de porquinhos-da-índia. *PLoS Um.* 2012; 7 (10): e48488.
2. Tveden-Nyborg P, Johansen LK, Raida Z, Villumsen CK, Larsen JO, Lykkesfeldt J. A deficiência de vitamina C no início da vida pós-natal afeta a memória espacial e reduz o número de neurônios do hipocampo em cobaias. *Eu sou J Clin Nutr.* Setembro de 2009; 90(3):540-6.
3. Hansen SN, Schou-Pedersen AMV, Lykkesfeldt J, Tveden-Nyborg P. A disfunção da memória espacial induzida pela deficiência de vitamina C está associada a alterações nos neurotransmissores monoaminérgicos e à formação de sinapses aberrantes. *Antioxidantes (Basileia).* 29 de junho de 2018; 7(7):82.
4. Camarena V, Wang G. O papel epigenético da vitamina C na saúde e na doença. *Cell Mol Life Sci.* Abril de 2016; 73(8):1645-58.
5. Saadoon A, Ambalavanan N, Zinn K, Ashraf AP, MacEwen M, Nicola T, et al. Efeito da deficiência de vitamina D pré-natal versus pós-natal na estrutura e função pulmonar em camundongos. *Am J Respirar Célula Mole Biol.* Março de 2017; 56(3):383-92.
6. Waiden J, Heydarian M, Oak P, Koschlig M, Kamgari N, Hagemann M, et al. A suplementação pré-natal de vitamina D mitiga a remodelação alveolar relacionada à inflamação em camundongos neonatais. *Am J Physiol Célula Pulmonar Mol Physiol.* 1º de agosto de 2023; 325 (2): L95-103.
7. Ueda K, Chin SS, Sato N, Nishikawa M, Yasuda K, Miyasaka N, et al. A exposição pré-natal à deficiência de vitamina D leva a mudanças de longo prazo nas proporções de células imunológicas. *Sci Rep.* 2024 27 de agosto; 14(1):19899.
8. Oh J, Riek AE, Bauerle KT, Dusso A, McNERNEY KP, Barve RA, et al. A deficiência embrionária de vitamina D programa células-tronco hematopoiéticas para induzir diabetes tipo 2. *Nat Commun.* 13 de junho de 2023; 14(1):3278.
9. Javid MK, Crozier SR, Harvey NC, Gale CR, Dennison EM, Boucher BJ, et al. Status materno de vitamina D durante a gravidez e massa óssea infantil aos 9 anos: um estudo longitudinal. *Lanceta.* 7 de janeiro de 2006; 367(9504):36-43.
10. Zhu K, Whitehouse AJO, Hart PH, Kusel M, Montanha J, Lye S, et al. Status materno de vitamina D durante a gravidez e massa óssea na prole aos 20 anos de idade: um estudo de coorte prospectivo. *J Bone Miner Res.* 2014; 29(5):1088-95.
11. Ideraabdullah FY, Belenchia AM, Rosenfeld CS, Kullman SW, Knuth M, Mahapatra D, et al. Deficiência materna de vitamina D e origens do desenvolvimento da saúde e da doença (DOHaD). *J Endocrinol.* Maio de 2019; 241(2):R65-80.
12. Bianco-Miotto T, Craig JM, Gasser YP, Dijk SJ van, Ozanne SE. Epigenética e DOHaD: do básico ao nascimento e além. *Jornal de Origens da Saúde e Desenvolvimento da Doença.* Outubro de 2017; 8(5):513-9.
13. Fetahu IS, Höbaus J, Kállay E. Vitamina D e o epigenoma. *Fisiologia frontal.* 2014;5:164.
14. Banho SC, Steer CD, Golding J, Emmett P, Rayman MP. Efeito do status inadequado de iodo em mulheres grávidas do Reino Unido nos resultados cognitivos de seus filhos:

resultados do Estudo Longitudinal Avon de Pais e Filhos (ALSPAC). Lanceta. 27 de julho de 2013; 382(9889):331-7.

15. Zimmermann MB. Deficiência de iodo na gravidez e os efeitos da suplementação materna de iodo na prole: uma revisão. Eu sou J Clin Nutr. fevereiro de 2009; 89(2): 668S-72S.

16. Skeaff SA. Deficiência de iodo na gravidez: o efeito no neurodesenvolvimento da criança. Nutrientes. Fevereiro de 2011; 3(2):265-73.

17. Gowachirapant S, Jaiswal N, Melse-Boonstra A, Galetti V, Stinca S, Mackenzie I, et al. Efeito da suplementação de iodo em mulheres grávidas no neurodesenvolvimento infantil: um estudo randomizado, duplo-cego e controlado por placebo. Lancet Endocrinol Diabetes. Novembro de 2017; 5(11):853-63.

18. Lozoff B, Beard J, Connor J, Barbara F, Georgieff M, Schallert T. Efeitos neurais e comportamentais duráveis da deficiência de ferro na infância. Nutr Rev. 2006 maio; 64 (5 Parte 2): S34-43; discussão S72-91.

19. Prevenção de defeitos do tubo neural: resultados do Estudo de Vitaminas do Conselho de Pesquisa Médica. Grupo de Pesquisa de Estudo de Vitaminas MRC. Lanceta. 20 de julho de 1991; 338(8760):131-7.

20. Molloy AM, Kirke PN, Troendle JF, Burke H, Sutton M, Brody LC, et al. Status materno de vitamina B12 e risco de defeitos do tubo neural em uma população com alta prevalência de defeitos do tubo neural e sem fortificação com ácido fólico. Pediatria. Março de 2009; 123(3):917-23.

21. Behere RV, Deshmukh AS, Oti S, Gupte MD, Yajnik CS. Status materno de vitamina B12 durante a gravidez e sua associação com os resultados da gravidez e a saúde da prole: uma revisão sistemática e implicações políticas na Índia. Endocrinol frontal (Lausanne). 2021;12:619176.

22. D'souza N, Behere RV, Patni B, Deshpande M, Bhat D, Bhalerao A, et al. A suplementação materna de vitamina B12 antes da concepção melhora o neurodesenvolvimento da prole aos 2 anos de idade: estudo PRIYA. Pediatr frontal. 2021;9:755977.

23. Cruz-Rodríguez J, Díaz-López A, Canals-Sans J, Arija V. Status materno da vitamina B12 durante a gravidez e o neurodesenvolvimento da primeira infância: o estudo ECLIPSES. Nutrientes. Janeiro de 2023; 15(6):1529.

24. Caudill MA, Strupp BJ, Muscalu L, Nevins JEH, Canfield RL. A suplementação materna de colina durante o terceiro trimestre da gravidez melhora a velocidade do processamento de informações infantis: um estudo randomizado, duplo-cego e controlado de alimentação. FASEB J. Abril de 2018; 32(4):2172-80.

25. Bétula EE, Garfield S, Hoffman DR, Uauy R, Bétula DG. Um estudo controlado randomizado de suprimento dietético precoce de ácidos graxos poliinsaturados de cadeia longa e desenvolvimento mental em bebês a termo. Dev Med Child Neurol. Março de 2000; 42(3):174-81.

26. Birch EE, Carlson SE, Hoffman DR, Fitzgerald-Gustafson KM, Fu VLN, Drover JR, et al. O estudo DIAMOND (DHA Intake And Measurement Of Neural Development): um ensaio clínico duplo-cego, randomizado e controlado da maturação da acuidade visual infantil com base no nível dietético de ácido docosahexaenóico. Eu sou J Clin Nutr. Abril de 2010; 91(4):848-59.

27. Uauy R, Hoffman DR, Mena P, Llanos A, Birch EE. Estudos infantis a termo de suplementação de DHA e ARA no neurodesenvolvimento: resultados de ensaios clínicos randomizados. J Pediatr. Outubro de 2003; 143 (4 Suppl): S17-25.

28. Adamo AM, Oteiza PI. Deficiência de zinco e neurodesenvolvimento: o caso dos neurônios. Biofatores. 2010; 36(2):117-24.

29. Suplementação de zinco para melhorar a gravidez e o resultado infantil [Internet]. [citado 24 agosto 2025]. Disponível em: <https://www.who.int/tools/elena/review-summaries/zinc-pregnancy--zinc-supplementation-for-improving-pregnancy-and-infant-outcome>

30. Mendes Garrido Abregú F, Caniffi C, Arranz CT, Tomat AL. Impacto da deficiência de zinco durante a vida pré-natal e/ou pós-natal nas doenças cardiovasculares e metabólicas: evidências experimentais e clínicas. *Adv Nutr.* 1º de junho de 2022; 13(3):833-45.
31. Tamura T, Goldenberg RL, Ramey SL, Nelson KG, Chapman VR. Efeito da suplementação de zinco de gestantes no desenvolvimento mental e psicomotor de seus filhos aos 5 anos de idade. *Eu sou J Clin Nutr.* Junho de 2003; 77(6):1512-6.
32. Caulfield LE, Putnick DL, Zavaleta N, Lazarte F, Albornoz C, Chen P, et al. A suplementação materna gestacional com zinco não influencia múltiplos aspectos do desenvolvimento infantil aos 54 meses de idade no Peru<sup>123</sup>. *O Jornal Americano de Nutrição Clínica.* 1º de julho de 2010; 92(1):130-6.
33. Checkley W, West KP, Wise RA, Baldwin MR, Wu L, LeClerq SC, et al. Suplementação materna de vitamina A e função pulmonar na prole. *N Engl J Med.* 13 de maio de 2010; 362(19):1784-94.
34. James ML, Ross AC, Bulger A, Philips JB, Ambalavanan N. A vitamina A e o ácido retinóico atuam sinergicamente para aumentar os ésteres de retinol pulmonar durante a normóxia e reduzir a lesão pulmonar hiperóxica em camundongos recém-nascidos. *Pediatr Res.* 2010 junho; 67(6):591-7.
35. Ross AC, Ambalavanan N. O ácido retinóico combinado com a vitamina A é sinergizado para aumentar o armazenamento de ésteres de retinol nos pulmões de ratos recém-nascidos tratados com dexametasona. *Neonatologia.* 2007; 92(1):26-32.
36. Timoneda J, Rodríguez-Fernández L, Zaragozá R, Marín MP, Cabezuelo MT, Torres L, et al. Vitamina A e deficiência pulmonar. *Nutrientes.* 21 de agosto de 2018; 10(9):1132.
37. Polanska K, Krol A, Sobala W, Gromadzinska J, Brodzka R, Calamandrei G, et al. Status do selênio durante a gravidez e desenvolvimento psicomotor infantil - estudo de coorte materno-infantil polonês. *Pediatr Res.* 2016 junho; 79(6):863-9.
38. Hubalewska-Dydejczyk A, Duntas L, Gilis-Januszewska A. Gravidez, tireoide e o uso potencial de selênio. *Hormônios (Atenas).* Março de 2020; 19(1):47-53.
39. Demircan K, Chillon TS, Jensen RC, Jensen TK, Sun Q, Bonnema SJ, et al. Deficiência materna de selênio durante a gravidez em associação com traços de autismo e TDAH em crianças: a coorte infantil de Odense. 2024 1º de agosto; 220:324-32.
40. Calcaterra V, Cena H, Scavone IAM, Zambon I, Taranto S, Ricciardi Rizzo C, et al. Saúde da tireoide e selênio: o papel crítico da ingestão adequada desde o desenvolvimento fetal até a adolescência. *Nutrientes.* 18 de julho de 2025; 17(14):2362.
41. Batyrova G, Taskozhina G, Umarova G, Umarov Y, Morenko M, Iriskulov B, et al. Desvendando o papel do selênio no desenvolvimento infantil: impactos no crescimento, neurodesenvolvimento e imunidade. *J Clin Med.* 14 de fevereiro de 2025; 14(4):1274.