



Colina no desenvolvimento infantil: muito além de um micronutriente.



Dra. Denise Brasileiro

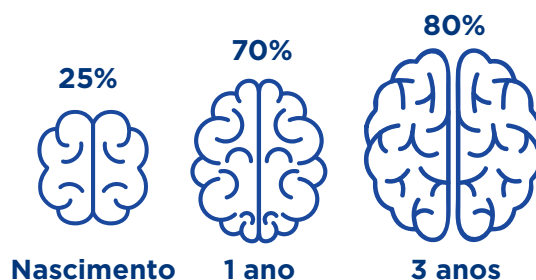
- Pediatra e nutróloga
- Titulada em Pediatria, Nutrologia pediátrica e Terapia intensiva pediátrica e neonatal
- Presidente do Departamento de Pediatria Ambulatória da SBP
- Mentora de pediatras - Nutropedmentoring
- Mentora da mentoria de suplementação pediátrica na prática
- Hoster do Podcast Bicho Papinha



Introdução à colina

A colina é um nutriente essencial, associado com a família das vitaminas do complexo B. Embora o corpo humano consiga sintetizá-la em pequenas quantidades, através da rota metabólica fosfatidiletanolamina N-metiltransferase hepática (PEMT). Muitos indivíduos necessitam consumir alimentos que são fonte de colina para complementar a produção endógena desse nutriente insuficiente para atender às necessidades, prevenindo assim os quadros de deficiência.

Inadequadas quantidades de colina, principalmente nos primeiros dias de vida, podem resultar em déficits permanentes nas funções cerebrais, pois ela é um componente estrutural das membranas celulares e um precursor do neurotransmissor acetilcolina, fundamental para a função cerebral e a comunicação neuronal, importante para a função cerebral e a comunicação neuronal.



Importância da colina na gestação



Durante a gestação, a necessidade de colina aumenta significativamente, pois esse nutriente desempenha um papel crucial no desenvolvimento cerebral do lactente. Muitas referências científicas indicam que a colina, através da sua função no desenvolvimento do hipocampo, impacta na formação da memória e na capacidade de aprendizado ao longo da vida.

Além disso, contribui para:



Desenvolvimento do tubo neural: assim como o ácido fólico, a colina é essencial para a formação adequada do tubo neural do feto, reduzindo o risco de malformações.



Neurodesenvolvimento fetal: a colina participa da formação da bainha de mielina, essencial para a transmissão eficiente dos impulsos nervosos.



Epigenética e expressão gênica: a colina atua na metilação do DNA, um processo que regula a expressão de genes e pode impactar o desenvolvimento cognitivo do lactente.



Colina durante a lactação e a primeira infância



Infelizmente, a maioria das gestantes consomem menos colina do que o recomendado. Um estudo de coorte prospectivo, entre mulheres gestantes e lactantes no Canadá, observou uma ingestão média de colina de 347 mg/dia² e que 23% e 10% de gestantes e lactantes ingeriram a quantidade recomendada, respectivamente.



A colina continua sendo essencial após o nascimento, especialmente durante o período de lactação e os primeiros anos de vida. O leite materno de lactantes com ingestão adequada de colina contará com a presença desse importante nutriente. No entanto, em caso de ingestão inadequada na dieta materna, a colina pode não se manter em quantidades ideais.

Seus benefícios incluem



Desenvolvimento cognitivo e memória: lactentes cujas mães consumiram quantidades adequadas de colina durante a gestação e a lactação apresentaram melhor desempenho em testes de memória e aprendizado na infância.



Formação de conexões neurais: a colina auxilia na plasticidade neuronal, favorecendo a formação de sinapses e o desenvolvimento de habilidades motoras e cognitivas. Importante ressaltar seu papel na fase da primeira infância onde há maior intensidade e velocidade do desenvolvimento cognitivo



Modulação do metabolismo e da imunidade: além do papel no cérebro, a colina também é fundamental para a função hepática e a resposta imunológica na infância.



Colina no leite materno



No leite materno, a colina está presente principalmente na sua forma hidrossolúvel (colina livre, fosfocolina e glicerofosfocolina), contribuindo por uma média de 84% da colina total, enquanto a forma lipossolúvel (fosfatidilcolina e esfingomielina) representam os 16% restantes.

As concentrações de colina no leite materno aumentam rapidamente entre o sétimo e o vigésimo segundo dia após o parto e depois se estabilizam.

A colina livre (forma hidrossolúvel) diminuiu gradualmente entre 12 e 180 dias pós-parto, mas os níveis de fosfocolina e glicerofosfocolina (formas lipossolúveis) permanecem estáveis no leite maduro.

Após 1 ano de idade, as concentrações de colina tendem a diminuir gradativamente, mas ainda são influenciadas pela dieta e pelo metabolismo materno.

Os principais fatores que influenciam a colina no leite materno são:



Níveis séricos maternos de colina: a concentração de colina no leite materno está positivamente correlacionada com os níveis sanguíneos maternos de colina ligada a fosfolipídios no sangue.



As concentrações de colina no leite materno refletem a ingestão habitual de colina através da dieta materna, sendo os alimentos de origem animal sua fonte mais rica.



Adaptação metabólica da lactação: durante a lactação, ocorre um aumento da síntese hepática de colina, garantindo que o leite materno continue fornecendo quantidades adequadas do nutriente para o lactente.



Estado inflamatório e infecções: a inflamação materna pode reduzir as concentrações de colina no leite, afetando a biodisponibilidade do nutriente para o lactente.



Prematuridade: lactentes prematuros recebem menores concentrações de colina no leite materno em comparação a lactente a termo.



Fatores genéticos: polimorfismos nos genes que regulam o metabolismo da colina podem influenciar a capacidade materna de manter níveis adequados desse nutriente no leite materno.



Tabagismo e doenças maternas: podem reduzir a concentração de colina no leite materno.



Fontes alimentares de colina para as crianças



A colina é amplamente distribuída nos alimentos, sendo encontrada principalmente na forma de fosfatidilcolina, também conhecida como lecitina. Além disso, está presente em diferentes formas, como fosfocolina, glicerofosfocolina e esfingomielina.

Alimentos ricos em colina



Fontes de
origem animal

- **Ovos** (especialmente a gema)
- **Fígado** (bovino, de galinha)
- **Carnes vermelhas e aves**
- **Leite e derivados**
- **Peixes e frutos do mar**



Fontes de
origem vegetal

- **Grãos integrais:** trigo, quinoa.
- **Espinafre, couve-flor** e outros vegetais crucíferos
- **Amêndoas** e outras oleaginosas
- **Soja e derivados** (lecitina de soja)

Obs.: Muitos alimentos ricos em colina também contêm gorduras e colesterol, o que pode influenciar sua recomendação em diferentes dietas. A betaína, um derivado da colina, é encontrada em grãos e vegetais como beterraba e espinafre, auxiliando na função metabólica do nutriente.



Benefícios da colina para o neurodesenvolvimento

Mecanismo de ação da colina no cérebro

A colina desempenha um **papel crucial no desenvolvimento e funcionamento cerebral** por meio de diferentes mecanismos:



Precursor de acetilcolina: a colina é essencial para a síntese do neurotransmissor acetilcolina, fundamental para a memória, aprendizado e função neuromuscular.



Papel na metilação do DNA: a colina participa do metabolismo do carbono, influenciando a metilação do DNA e a expressão gênica, afetando o neurodesenvolvimento e a plasticidade cerebral.



Formação de membranas celulares: a colina é um precursor da fosfatidilcolina e da esfingomielina, dois fosfolípidios essenciais para a integridade das membranas neuronais e a mielinização dos axônios. Exerce um papel importante na manutenção da fluidez e estabilidade das membranas celulares otimizando a sinalização celular.



A fosfatidilcolina e seus derivados ajudam a transportar ácidos graxos essenciais como o DHA através da barreira hematoencefálica, contribuindo para o desenvolvimento e a manutenção das membranas celulares.



Neurogêneses e diferenciação celular: a disponibilidade de colina modula a proliferação, a diferenciação e apoptose de células progenitoras neurais, impactando a formação e organização do córtex cerebral.



Plasticidade sináptica: a colina modula a plasticidade sináptica e a formação de novas conexões neuronais impactando diretamente o aprendizado e a memória.



Impacto na neuroinflamação: a colina desempenha um papel na resposta inflamatória, modulando a sinalização celular e prevenindo danos oxidativos às membranas celulares.

Estudos científicos e outros benefícios da colina

Heland e colaboradores (2022) propuseram recentemente que os déficits nutricionais poderiam ser fatores de risco para os transtornos de neurodesenvolvimento (TDAH e TEA) e que certos nutrientes como a colina possuem a função de mitigar os processos patológicos tais como a inflamação, hipóxia e o estresse oxidativo.

Segundo os resultados da revisão sistemática de Derbyshire e Obeid (2020), a colina nos primeiros mil dias de vida está associada a melhor desempenho em testes de memória e função executiva, prevenindo déficits cognitivos, otimizando a função cerebral ao longo da vida.

A colina também participa no desenvolvimento da retina por participar da maturação das células neuronais, incluindo os fotorreceptores, que são essenciais para a captação de luz e a formação da visão.

Durante a gestação, a deficiência de colina foi associada a um desenvolvimento anormal da retina, comprometendo a estrutura e a função visual.

A fosfatidilcolina facilita a incorporação do DHA nas membranas celulares da retina, otimizando a função dos fotorreceptores e a plasticidade sináptica da visão.

A colina reduz o risco de degeneração macular e outras condições relacionadas ao envelhecimento devido ao seu papel na proteção das membranas celulares contra o estresse oxidativo.

Interações entre colina e DHA

Como a colina aumenta a captação do DHA

Facilitação da absorção e transporte do DHA: a colina é precursora da fosfatidilcolina, um fosfolípido essencial na composição das lipoproteínas que transportam o DHA pelo organismo. A fosfatidilcolina rica em DHA melhora a biodisponibilidade do DHA para tecidos específicos, incluindo o cérebro.

Melhoria da integração na membrana celular: a colina por ser precursora da fosfatidilcolina, componente das membranas celulares, facilita a incorporação eficiente do DHA nas células neuronais e outros tecidos. Essa incorporação melhora a fluidez das membranas e otimiza a comunicação celular.

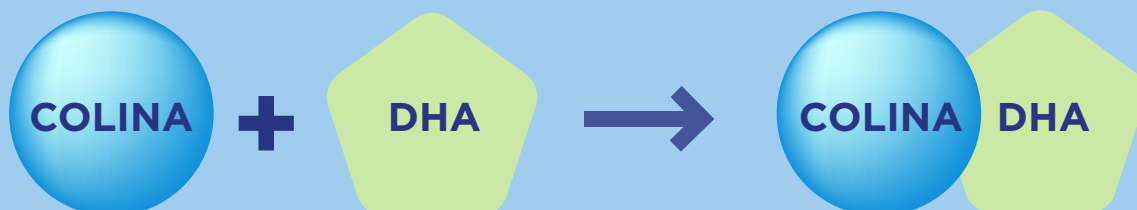
Apoio ao desenvolvimento neurológico: o DHA é um componente essencial para a mielinização neuronal e a colina potencializa esse processo ao aumentar a disponibilidade do DHA para as células do sistema nervoso.

Modulação do metabolismo lipídico e hepático: a colina regula a metabolização dos lipídios no fígado, prevenindo a esteatose hepática, garantindo que o DHA seja utilizado pelo organismo. O metabolismo adequado de gorduras facilita o transporte de DHA para tecidos-alvo.



Como o DHA facilita a captação de colina

Sinergia entre a colina e DHA



1

DHA facilita a captação celular de colina: estudos in vitro mostraram que a suplementação com DHA aumentou significativamente a captação de colina em células da retina humana, comparado às células sem DHA.

2

A fluidez da membrana influencia o transporte de colina: a alta concentração de DHA nas membranas retinianas facilita o funcionamento do sistema de transporte de alta afinidade para a colina.

3

DHA estimula a atividade da enzima colina acetiltransferase (CHAT): o DHA demonstrou estimular a enzima responsável por converter colina em acetilcolina, fundamental para a neurotransmissão e função cerebral.

4

Suplementação com DHA compensa deficiências na via síntese de fosfatidilcolina: em modelos animais sem a enzima PEMT (fundamental na produção endógena de fosfatidilcolina a partir de colina), a suplementação materna com DHA restaurou os níveis de DHA no cérebro fetal¹ e reduziu a apoptose neuronal.

Muitos estudos científicos mostraram que a suplementação combinada de DHA e colina atua de forma sinérgica, principalmente elevando mais os níveis de DHA quando comparado com a suplementação feita de DHA de forma isolada.

A colina deve ser reconhecida como um neuronutriente essencial na pediatria, com potencial para otimizar o neurodesenvolvimento.

Já existem várias fórmulas infantis para lactentes e crianças de primeira infância que permitem, na impossibilidade do aleitamento materno, a otimização da oferta dos principais nutrientes como a colina.



Referências bibliográficas

1. SHUNOVA, Anna et al. Choline and DHA in maternal and infant nutrition: synergistic implications in brain and eye health. *Nutrients*, Basel, v. 11, n. 5, p. 1125, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/nu11051125>. Acesso em: 30 maio 2025.
2. MINARSKI, Michaela et al. Choline and betaine levels in plasma mirror choline intake in very preterm infants. *Nutrients*, Basel, v. 15, n. 22, p. 4758, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/nu15224758>. Acesso em: 30 maio 2025.
3. FRANZ, Axel R. et al. Choline content and composition in breast milk: implications for preterm and term infants. *Nutrients*, Basel, v. 15, n. 10, p. 2334, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/nu15102334>. Acesso em: 30 maio 2025.
4. DERBYSHIRE, Emma; OBEID, Rima. Choline, neurological development and brain function: a systematic review focusing on the first 1000 days. *Nutrients*, Basel, v. 12, n. 6, p. 1731, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/nu12061731>. Acesso em: 30 maio 2025.
5. MUJICA-COOPMAN, María F. et al. The role of prenatal choline and its impact on neurodevelopmental disorders. *Frontiers in Nutrition*, Lausanne, v. 11, art. 1463983, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.3389/fnut.2024.1463983>. Acesso em: 30 maio 2025.
6. DYMEK, Agnieszka et al. Choline—An underappreciated component of a mother-to-be's diet. *Nutrients*, Basel, v. 16, n. 11, p. 1767, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/nu16111767>. Acesso em: 30 maio 2025.
7. ZHOU, Yifan et al. Choline and docosahexaenoic acid (DHA) in maternal and infant nutrition: synergistic implications in brain and eye health. *Nutrients*, Basel, v. 16, n. 11, p. 1767, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/nu16111767>. Acesso em: 30 maio 2025.
8. CAUDILL, Marie A. et al. Maternal choline supplementation during the third trimester of pregnancy improves infant information processing speed: a randomized, double-blind, controlled feeding study. *The FASEB Journal*, Bethesda, v. 32, n. 4, p. 2172-2180, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1096/fj.201700692RRR>. Acesso em: 30 maio 2025.
9. CUNHA, Silvia M. Franciscato. Colina. In: CUNHA, S. M. F. Biodisponibilidade de nutrientes. 6.ed. Barueri: Manole, 2023.

O aleitamento materno é o melhor alimento para os lactentes e, até o 6º mês, deve ser oferecido como fonte exclusiva de alimentação, podendo ser mantido até os dois anos de idade ou mais. As gestantes e nutrizes também precisam ser orientadas sobre a importância de manter uma dieta equilibrada, com todos os nutrientes, e sobre a importância do aleitamento materno até os dois anos de idade ou mais. As mães devem ser alertadas de que o uso de mamadeiras, de bicos e de chupetas pode dificultar o aleitamento materno, particularmente quando se deseja manter ou retornar à amamentação. Seu uso inadequado pode trazer prejuízos à saúde do lactente, além de custos desnecessários. As mães devem estar cientes da importância dos cuidados de higiene e do modo correto do preparo dos substitutos do leite materno para a saúde do bebê. Cabe ao especialista esclarecer previamente às mães quanto aos custos, riscos e impactos sociais dessa substituição para o bebê. É importante que a família tenha uma alimentação equilibrada e que sejam respeitados os hábitos culturais na introdução de alimentos complementares na dieta do lactente, bem como sejam sempre incentivadas as escolhas alimentares saudáveis.

Material técnico-científico destinado exclusivamente aos profissionais de saúde, obedecendo rigorosamente a Portaria nº 2051/01, a Resolução RDC nº222/02, Lei 11265/06 e Decretos que a regulamentam. Proibida a distribuição a outros públicos e reprodução total ou parcial. É proibida a utilização deste material para realização de promoção comercial.

