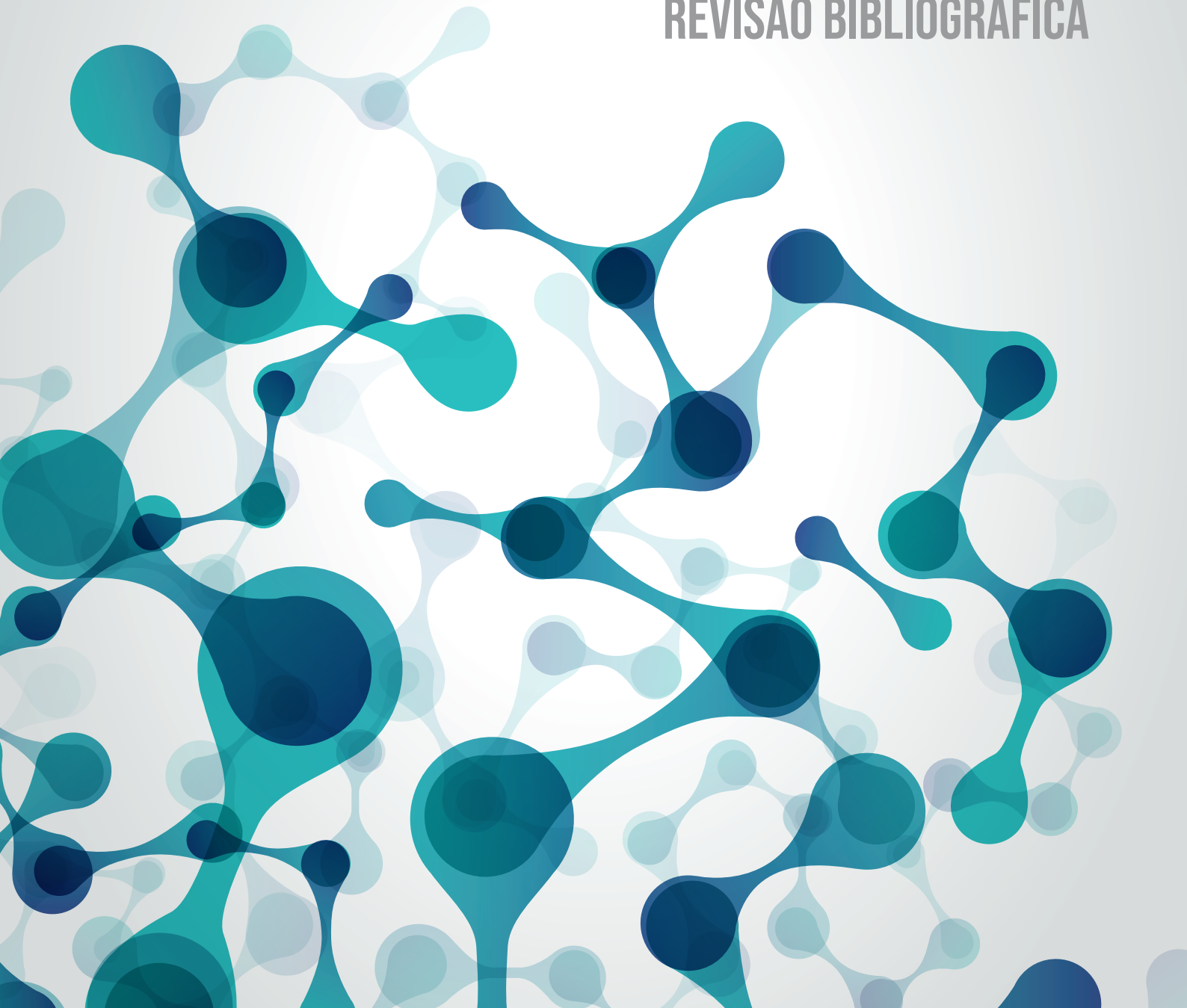




Biblioteca
VET ADVANCE

OS MÚLTIPLOS PAPÉIS DA FOSFATIDILCOLINA NA NUTRIÇÃO E NA SAÚDE DOS ANIMAIS

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA



SUPER PREMIUM

ZUPPY
advance



1 Introdução e Conceitos Gerais

A fosfatidilcolina (FC) é um fosfolípídeo derivado da colina. Nesta revisão, abordaremos a relevância nutricional dessa molécula, bem como os benefícios para a saúde dos animais que foram relatados nas pesquisas mais recentes até o momento.

Os fosfolípídeos são uma classe de moléculas presentes na membrana celular dos mamíferos, atuando principalmente na estrutura delas. Por muito tempo, acreditou-se que essa classe de substâncias atuava principalmente como os “tijolos da membrana”, e serviam para dar formato e proteção as células (FURSE; KRONN, 2015). Os fosfolípídeos da colina são também os principais componentes das lipoproteínas plasmáticas e bile. Seu metabolismo é fundamental para o transporte lipídico e formação de acetilcolina (NILSSON; DUAN, 2019).

Pesquisas recentes têm atribuído outros papéis que não são estruturais aos fosfolípídeos, em especial à fosfatidilcolina (FC).

Sabe-se hoje que essas moléculas também participam de importantes vias metabólicas do organismo animal, como a metabolização das gorduras e o desenvolvimento neurológico, além de serem peça importante no desenvolvimento do sistema imune (FURSE; KRONN, 2015).

A fosfatidilcolina é produzida nas células dos mamíferos a partir da colina, através da via CDP-colina. Os animais obtêm colina principalmente a partir da dieta. O principal destino da colina é a síntese de fosfatidilcolina (LI; VANCE, 2008). Portanto, é imprescindível que a dieta dos animais possa suprir o organismo de condições para sintetizar a FC em quantidades ideais. Isso pode ser atingido tanto pela adição desta substância pronta às rações, como pela utilização do cloreto de colina - precursora do neurotransmissor acetilcolina e dos fosfolípídeos estruturais, como a fosfatidilcolina (ZEISEL, 2012).

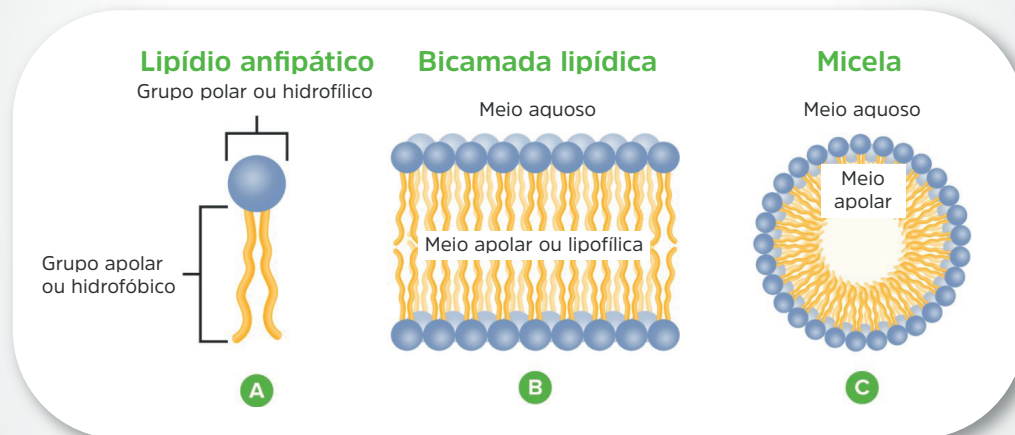


Figura 1 – A estrutura dos fosfolípídeos como a FC tem uma parte polar (hidrofílica) e outra apolar (hidrofóbica) e essas interações são as responsáveis por manter a forma e estrutura de células e organelas.

2 O papel metabólico

Além de ser um componente estrutural da membrana, outras duas funções metabólicas destacam-se dentre os papéis da fosfatidilcolina: a geração de colesterol e a produção de bile. A FC é um metabólito que participa da solubilização dos ácidos biliares e é reconhecido que os fosfolípídeos da colina são importantes para a digestão lipídica no intestino delgado pela ação combinada da fosfolipase pancreática e enzimas da mucosa (NILSSON; DUAN, 2019).

Como vimos na Figura 1, a fosfatidilcolina é um composto com uma parte lipídica e um grupo fosfato, ou seja, uma parte apolar (composta por duas cadeias de ácidos graxos) e outra polar (formada a partir da união de um grupamento colina e um fosfato).

Essa característica química é essencial para a composição das lipoproteínas carreadoras que transportam lipídios através do organismo, auxiliando na produção de hormônios e ácidos biliares. A FC atua na produção de VLDL (Very Low Density Lipoprotein – ou lipoproteína de muito baixa densidade), um colesterol responsável por carrear lipídios do fígado para a circulação. Essa função protege o fígado de uma possível sobrecarga gordurosa, tendo um papel importante na prevenção da síndrome chamada lipidose hepática. (MENDES et al., 2007; SAEED et al., 2017)

Além da função de transportar lipídios, a FC é um componente importante na formação da bile, líquido produzido pelo fígado que atua como emulsificante de gorduras advindas da dieta (MENDES et al., 2007). A correta digestão dessas gorduras implica no melhor aproveitamento energético pelo organismo do animal e evita problemas intestinais, como diarreias.

Pesquisas também mostram que a FC pode estar envolvida em outros processos metabólicos relacionados ao controle dos níveis de glicose no sangue, incluindo a regulação da expressão de genes ligados ao controle do metabolismo dos lipídios. Estes estudos corroboram a teoria de que esta molécula está envolvida em diversos processos importantes para o bom funcionamento de todo o metabolismo energético (FURSE; KRONN, 2015).

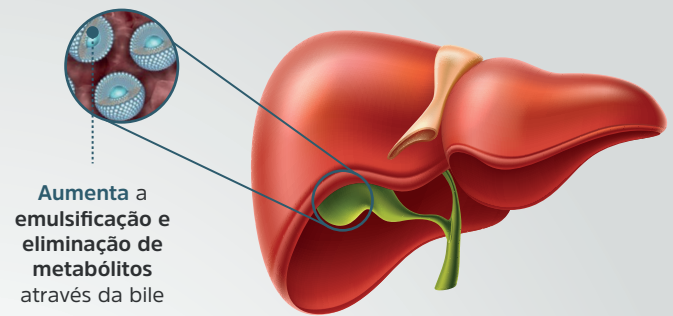


Figura 2 – A participação da fosfatidilcolina na formação da bile é fundamental para o correto funcionamento das funções de detoxificação e eliminação de metabólitos indesejáveis pelo fígado.

3 Funções hepáticas e protetoras do trato gastrointestinal

Existem relatos na literatura da ação protetora da fosfatidilcolina no trato gastrointestinal, ajudando a mitigar os efeitos dos processos inflamatórios gerados a partir do contato com substâncias ácidas.

Em um estudo que submeteu cães à uma exposição da mucosa gástrica à bile concentrada, Eros et al. (2006) encontraram evidências da ação protetora da fosfatidilcolina. Os animais que receberam um tratamento prévio com essa molécula apresentaram menores indicadores da severidade do processo inflamatório, como

uma menor taxa de degranulação de mastócitos e menor atividade de enzimas ligadas à inflamação.

A mieloperoxidase é uma enzima presente em leucócitos da linhagem granulocítica e monocítica, com papel fundamental na produção de espécies reativas de oxigênio (ERO). Quanto maior sua atividade e concentração, maior o processo inflamatório na mucosa. Na Figura 3 podemos ver que o tratamento com a FC fez os níveis desta enzima se comportarem de forma muito semelhante ao controle que não recebeu o estímulo inflamatório pela presença da bile.

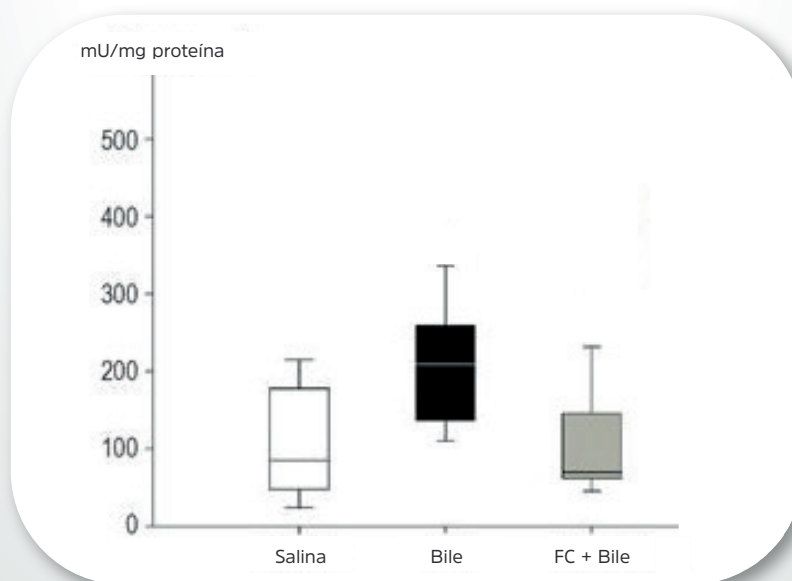


Figura 3 – Atividade da mieloperoxidase (MPO) na mucosa esofágica 180 min após o tratamento. Os gráficos demonstram a mediana (linha horizontal na caixa), os percentis 25 (linha inferior) e 75 (linha superior), respectivamente. Adaptado de Eros et al. (2006)

- a) $p < 0,05$ entre grupos versus valores do grupo controle tratado com solução salina.
c) $p < 0,05$ entre os grupos tratados bile+PC versus valores dos grupos tratados com bile.

Esses resultados estão em linha com a taxa de degranulação de mastócitos observadas entre os grupos, e que são apresentadas na Figura 4. Podemos ver que quem recebeu a FC novamente apresentou taxas semelhantes ao controle não desafiado, demonstrando assim os efeitos protetores da substância contra a inflamação provocada pela presença da bile.

Esses achados são corroborados pelos resultados de Barrios et al. (2000) que observaram que a administração da

FC foi capaz de reverter os efeitos inflamatórios da bile em intestino de ratos.

Tanto em estudos *in vivo* com *in vitro*, um tratamento prévio com a FC promoveu uma menor taxa de hemólise de enterócitos e sangramentos. Os autores postulam que estes resultados apoiam a hipótese de que a FC protege a mucosa intestinal contra as ações prejudiciais da presença da bile, possivelmente através da formação de micelas mistas menos tóxicas.

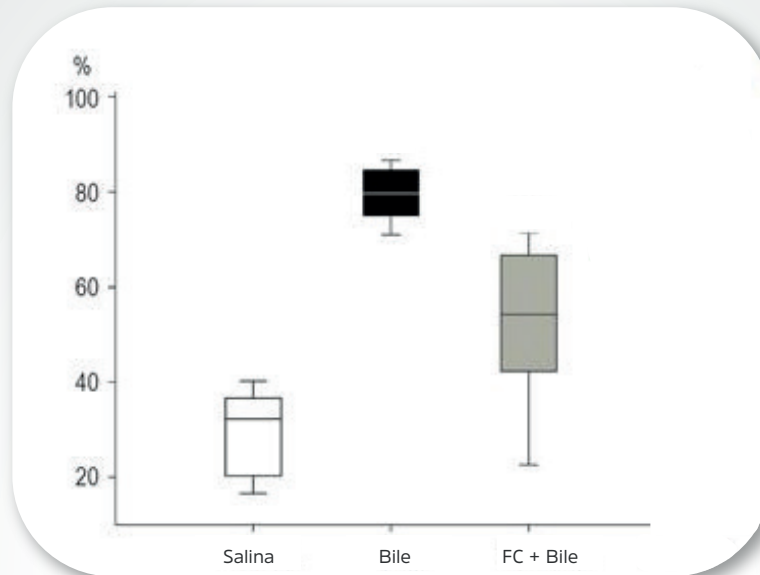


Figura 4 – Degranulação de mastócitos (%) na mucosa esofágica 180 min após o tratamento. Os gráficos demonstram a mediana (linha horizontal na caixa) e os percentis 25 (linha inferior) e 75 (linha superior). Adaptado de Eros et al. (2006)

- a) $p < 0,05$ entre grupos versus valores do grupo controle tratado com solução salina.
c) $p < 0,05$ entre os grupos tratados bile+PC versus valores dos grupos tratados com bile.

4 Funções neurológicas e Imunidade

A nutrição adequada é essencial para o desenvolvimento do sistema nervoso do filhote, bem como para manutenção da função cognitiva durante o envelhecimento, e a má nutrição é um dos fatores de risco para o desenvolvimento de disfunções. Diferente dos agentes farmacológicos atuais, as abordagens nutricionais têm o potencial de afetar positivamente os processos neurodegenerativos antes da manifestação da clínica. As evidências de que um nutriente isolado exerça um benefício sobre a cognição são bem limitadas, porém sabe-se que alguns nutrientes têm papel fundamental na manutenção da saúde neuronal, e a suplementação deles (em conjunto com outros nutrientes) pode contribuir para uma redução dos mediadores que levam aos danos nas células cerebrais (SHEA, 2019).

O processo de diferenciação neuronal é caracterizado por neuritogênese e crescimento de neuritos (partes do neurônio: tanto dendritos como axônios), processos que são criticamente dependentes da biossíntese de membranas e,

portanto, da expressão e regulação de enzimas envolvidas na biossíntese de fosfolipídios. Um estudo recente (2021) mostrou que a FC tem uma propriedade de modulação da plasticidade neuronal (MAGAQUIAN et al., 2021).

Paoletti et al. (2011) estudaram o papel da fosfatidilcolina nesse processo e relataram que ela e seus metabólitos podem agir como fatores da diferenciação neuronal, além de auxiliar na restauração após condições patológicas. Os autores estudaram as vias metabólicas de síntese da FC nos neurônios, e relatam que problemas nas etapas enzimáticas neste processo de síntese estão associadas a diferentes patologias e processos de degeneração neuronal e perda cognitiva. Esses dados sustentam a hipótese de que esse fosfolipídio também exerce impacto no desenvolvimento cognitivos dos animais e na prevenção da perda de função em animais mais idosos.

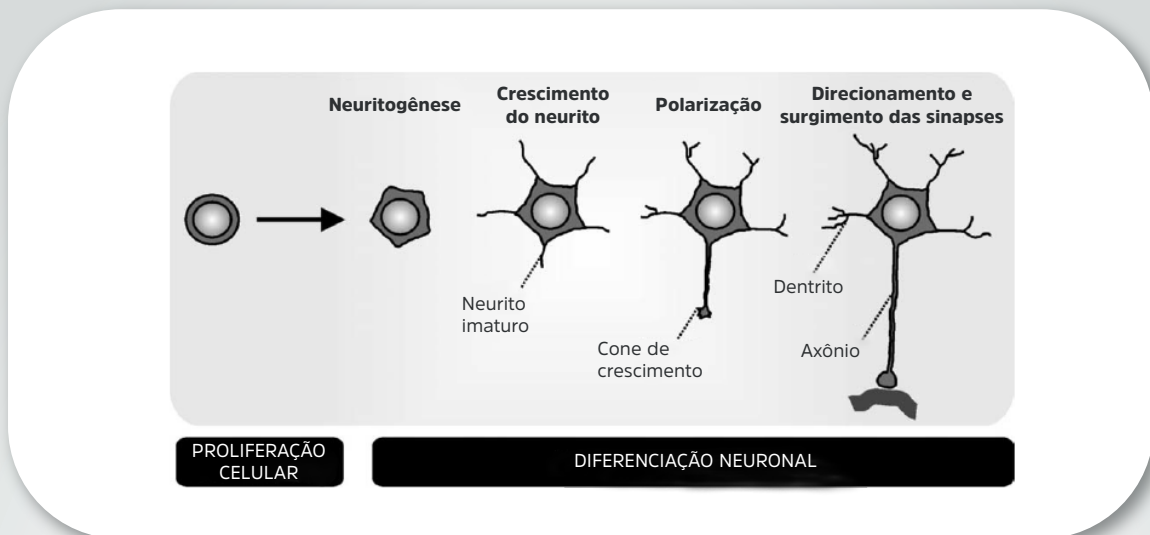


Figura 5 – Processo de crescimento e diferenciação neuronal, no qual a fosfatidilcolina desempenha papel fundamental. Adaptado de Paoletti et al. (2011)

Outro papel importante da fosfatidilcolina é na modulação do sistema imune. Em um experimento conduzido por Lewis et al. (2015) notou-se que ratas em lactação suplementadas com fosfatidilcolina apresentaram filhotes com os índices de Interferon γ maiores que as fêmeas suplementadas somente com colina. Essa classe de interferon está ligada principalmente na capacidade imunomoduladora do organismo, e em atividades antiparasitárias e antivirais.

De uma forma geral, os filhotes das fêmeas que receberam a FC tiveram uma produção maior de uma série de substâncias imunomoduladoras (54% mais interleucina (IL)-2; 163% mais IL-6; 107% mais IFN- γ ; 110% mais IL-6 e 43% mais fator de necrose tumoral (TNF). Todas essas diferenças foram estatisticamente significantes (todos $P < 0,05$). Outra conclusão interessante deste estudo é que existe vantagem na utilização da FC sobre a Colina em sua forma mais tradicionalmente utilizada na alimentação animal.

5 Conclusão

A fosfatidilcolina, derivada do nutriente colina, é um fosfolípido “multifuncional” para os mamíferos, atuando em vários mecanismos fisiológicos essenciais para o bom funcionamento do organismo. Seu papel vai muito além do estrutural.

Entre as funções dessa substância, estão a participação na produção de colesterol e da bile, garantindo assim um bom funcionamento de todo o metabolismo energético. Como vimos nessa revisão, pesquisas também sugerem que a FC está envolvida no metabolismo, participando da regulação da expressão de genes ligados ao controle dos níveis séricos de glicose.

Outro papel interessante é o de proteção de mucosas, com pesquisas demonstrando o seu efeito anti-inflamatório, descrito em trabalhos que estudaram a fosfatidilcolina em animais com lesões causadas pelo refluxo biliar.

Por seu íntimo papel na formação das membranas dos neurônios, vimos também que a fosfatidilcolina é benéfica para o sistema nervoso, especialmente em animais em desenvolvimento, idosos ou em recuperação de condições patológicas.

E por último, mas não menos importante, destacamos o papel da fosfatidilcolina como estimulante da imunidade, exercendo uma modulação positiva do sistema imune, com aumento da população de células ligadas a atividades antiparasitárias e antivirais.

Veja no quadro 1 da página a seguir um resumo das características e dos benefícios da fosfatidilcolina na saúde dos animais segundo a literatura mais atual.

Quadro 1 – Propriedades e funções biológicas da fosfatidilcolina.

Quadro Resumo	
Características	Benefícios
<p>Fosfolipídio contendo uma</p> <ul style="list-style-type: none"> ● parte polar e outra apolar, presente na membrana celular dos mamíferos. <p>Atua como “tijolos de membrana”, dando formato e protegendo as células.</p> <ul style="list-style-type: none"> ● <p>É produzida no organismo a partir da ingestão da colina, mas pode ser ingerida “pronta”, encontrada em alimentos.</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 	<ul style="list-style-type: none"> ● Proteção hepática ● Melhora do aproveitamento dos lipídios ● Auxilia no desenvolvimento neurológico ● Modulação do sistema imune ● Proteção de mucosa gastrointestinal ● Melhora nas funções da bile

Referências Bibliográficas

- BARRIOS, Jose M.; LICHTENBERGER, Lenard M.. Role of biliary phosphatidylcholine in bile acid protection and NSAID injury of the ileal mucosa in rats. **Gastroenterology**, v. 118, n. 6, p. 1179-1186, jun./2000. FANTONI, Denise Tabacchi; CORTOPASSI, Silvia Renata Gaido. Anestesia em cães e gatos. 2010.
- EROS, G. et al. Systemic phosphatidylcholine pretreatment protects canine esophageal mucosa during acute experimental biliary reflux. **World Journal of Gastroenterology**, Hungria, v. 12, n. 2, p. 271-279, jan./2006.
- FURSE, Samuel; KROON, A. I. P. M. D. Phosphatidylcholine's functions beyond that of a membrane brick. **Molecular Membrane Biology**, Utrecht, Países Baixos, v. 32, n. 4, p. 117-119, mai./2015.
- LEWIS, E. D. et al. The Form of Choline in the Maternal Diet Affects Immune Development in Suckled Rat Offspring. **The Journal of Nutrition**, v. 146, n. 4, p. 823-830, abr./2016.
- LI, Zhaoyu; VANCE, Dennis E.. Phosphatidylcholine and choline homeostasis: Thematic Review Series: Glycerolipids. **Journal of lipid research**, v. 49, n. 6, p. 1187-1194, jun./2008.
- MAGAQUIAN, D. et al. Phosphatidylcholine restores neuronal plasticity of neural stem cells under inflammatory stress. **Scientific Reports**, v. 11, n. 1, nov./2021.
- MENDES, Edmar Lacerda; BRITO, Ciro José. Carnitina, colina e fosfatidilcolina como nutrientes reguladores do metabolismo de lipídios e determinantes do desempenho esportivo. **Educación Física y Deportes**, v. 108, n. 12, p. 1, mai./2007.
- NILSSON, Å.; DUAN, R.-D. Pancreatic and mucosal enzymes in choline phospholipid digestion. **American Journal of Physiology-Gastrointestinal and Liver Physiology**, v. 316, n. 4, p. G425-G445, 1 abr. 2019.
- PAOLETTI, L. et al. Role of Phosphatidylcholine during neuronal differentiation. **IUBMB Life**, trocar, v. 63, n. 9, p. 714-720, ago. /2011.
- SAEED, M. et al. Beneficial Impacts Of Choline In Animal And Human With Special Reference To Its Role Against Fatty Liver Syndrome. **Journal of Experimental Biology and Agricultural Sciences**, India, v. 5, n. 5, out./2017.
- SHEA, Thomas B. Choline and phosphatidylcholine may maintain cognitive performance by multiple mechanisms. **The American Journal of Clinical Nutrition**, EUA, v. 110, n. 06, p. 1268-1269, dez./2019.
- ZEISEL, Steven H. A Brief History of Choline. **Annals of Nutrition and Metabolism**, v. 61, n. 3, p. 254-258, jul./2012.

A fosfatidilcolina presente na nutrição de cães e gatos

Além de ser encontrada naturalmente em alimentos como soja e ovos, a fosfatidilcolina pode estar presente em diversos vegetais. A linha de alimentos para cães e gatos Super Premium Zuppy Advance contém um composto herbal 100% natural, rico em FC, derivada da *Acacia nilotica* e *Curcuma longa*, sendo uma complementação natural ao cloreto de colina, ingrediente consagrado nas formulações atuais.

Essa fonte natural utilizada garante a presença de fitoativos, como compostos antioxidantes e polifenóis, o que confere uma série de funções protetivas e de melhora na saúde, que serão abordados em outros materiais desta série.



SUPER PREMIUM

ZUPPY
advance

O AVANÇO EM NUTRIÇÃO
PARA O SEU PET



Escaneie o QR
Code ou clique
para acessar o site
da Zuppy Advance!



@zuppy.advance



@zuppyadvance



   @fvoalimentos  @fvo_alimentospet



**Escaneie o QR
Code ou clique**
para saber mais sobre
a Biblioteca Advance!



Biblioteca
VET ADVANCE