

## Resposta ideal para animais com condição nutricional inadequada

A subnutrição ou nutrição inadequada é um problema generalizado em diversos regimes de internamento, ou ainda de doentes recebendo tratamento doméstico. Esse problema não é identificado pela equipe médica, e, além disso, muitos pacientes ainda apresentam deterioração do seu estado nutricional durante o internamento (MC-WHIRTER, 1994). A desnutrição tem sido associada com maior risco de mortalidade e aumento do tempo de internamento (BRAUNSCHEWIG et al, 2000).

Outra consequência importante é o aumento da incidência de complicações decorrentes da desnutrição e déficit de energia, resultando em período de internação prolongado e o aumento das despesas hospitalares.

As respostas metabólicas à doenças ou lesões graves são complexas e levam os animais em estado crítico a um alto risco de desnutrição e seus efeitos deletérios. Estes efeitos, que têm impacto negativo na taxa de sobrevivência global, incluem alterações no metabolismo de energia, comprometimento da função imunológica, e diminuição da cicatrização de feridas.

Os objetivos clássicos da terapia nutricional são fornecer ao paciente as necessidades nutricionais básicas e preservar os tecidos endógenos de processos catabólicos futuros. Já está comprovado cientificamente que é possível modular processos metabólicos e patológicos através do uso de nutrientes específicos e metabólitos.

Teoricamente o suporte nutricional deve fornecer substrato para gliconeogênese, síntese proteica, e produção de ATP para manutenção da homeostase. Deve assegurar fornecimento calórico adequado para manter processos fisiológicos críticos, como função imune, cicatrização, divisão celular e crescimento.

### Nutrientes que influem na recuperação do animal

#### Glicose

É um monossacarídeo importante no metabolismo celular sendo usado como fonte de energia

e intermediário metabólico. É um cristal sólido de sabor adocicado, de fórmula molecular  $C_6H_{12}O_6$ , encontrado na natureza na forma livre ou combinada. Juntamente com a frutose e a galactose, é o carboidrato constituinte da maioria dos dissacarídeos e outros carboidratos maiores.

É encontrada como reserva energética dos vegetais na forma de amido e dos animais como glicogênio. Sua degradação química durante o processo de metabolismo celular é a principal fonte energética na forma de moléculas de ATP. É a principal fonte energética dos animais.

A glicose e a frutose são a forma predominante de ocorrência de monossacarídeos livres em dietas de cães e gatos. Cereais e grãos, e seus subprodutos, e outras partes de plantas são as principais fontes de monossacarídeos nas dietas de cães. Os monossacarídeos livres são absorvidos diretamente, não necessitando de enzimas digestivas. Dessa forma a glicose representa uma forma de energia prontamente utilizável por cães e gatos.

#### Antioxidantes

Radicais livres de oxigênio são produzidos em maior concentração em inflamação ou lesão de reperfusão após um período de isquemia. Em ambas as circunstâncias, que normalmente acompanham as doenças críticas, estas moléculas reativas causam dano à membrana celular por peroxidação lipídica e desativação das proteínas. Elas também ativam o sistema imunitário e perpetuam a inflamação por estimular a liberação de citocinas pelos macrófagos, induzindo a expressão de moléculas de adesão celular nas células endoteliais, e promoção da adesão de leucócitos. Nutrientes solúveis em água e metabólitos são encontrados nos espaços intercelulares e intravascular que tem o potencial de remover e inativar os radicais livres. Estes incluem a vitamina C, betacaroteno, os aminoácidos taurina e cisteína, e glutathione, que é sintetizada a partir de cisteína, glicina, e glutamato. A vitamina E, o principal antioxidante de membrana celular, impede iniciação e propagação da peroxidação lipídica por radicais livres. Existem também enzimas antioxidantes, tais como superóxido dismutase, gluta-

tiona peroxidase e catalase, a função dos quais dependem de um fornecimento adequado de minerais da dieta (selênio, zinco, cobre, manganês e ferro).

**PRINCIPAIS CLASSES DE ANTIOXIDANTES**

- Nutrientes hidrossolúveis e metabolitos (vitamina C, betacaroteno, taurina, cisteína, glutatona)
- Nutrientes lipossolúveis (vitamina E)
- Enzimas antioxidantes (superóxido dismutase, glutatona peroxidase, catalase)

**Tabela 1.** Principais classes antioxidantes. Adaptado de MICHAEL, KE, 1998

**Proteína e aminoácidos**

A principal contribuição das proteínas da dieta consiste em fornecer aminoácidos para os vários processos realizados no organismo animal. O organismo animal necessita de aminoácidos diferentes, sendo alguns “não essenciais” (produzidos pelo próprio organismo) e o restante “essenciais” (como não são sintetizados pelo organismo, têm de advir da alimentação).

A ingestão proteica inadequada pode levar ao catabolismo e diminuição da competência imunológica e aumento da suscetibilidade a infecções e lesões. A perda de massa muscular ocorre geralmente secundária ao hipercatabolismo em doentes graves, e pode estar presente em pacientes que parecem ter uma condição corporal adequada (MICHEL et al, 1997; CHAN, 2004). Dessa forma a ingestão adequada de proteína e aminoácidos pode auxiliar na resposta imunológica e cicatrização.

**Ácido aspártico e ácido glutâmico**

O ácido aspártico é um aminoácido considerado não essencial, contudo, desempenha um papel vital no metabolismo durante a construção de outros aminoácidos e no ciclo do ácido cítrico.

O ácido glutâmico quando aminado, forma a glutamina. A glutamina é preferencialmente utilizada por enterócitos como fonte de energia e pode ajudar a promover a saúde do intestino delgado, especialmente em pacientes criticamente doentes com doença gastrointestinal. Além disso, a glutamina é também utilizada como uma fonte de energia por células do sistema imunológico e pode

ajudar a melhorar a resposta imunitária do paciente.

**FUNÇÕES METABÓLICAS DA GLUTAMINA**

- Síntese de proteína
- Transporte nitrogênio entre órgãos
- Combustível metabólico para células de divisão rápida, incluindo enterócitos e linfócitos
- Substrato para síntese de amônia renal
- Precursor para a síntese de nucleotídeos

**Tabela 2.** Funções metabólicas da glutamina Adaptado de MICHAEL, KE, 1998

**Alanina**

A alanina é um aminoácido envolvido no metabolismo do triptofano e da piridoxina (B6), empregado na construção de várias proteínas do organismo animal.

**Arginina**

Este é considerado um aminoácido nobre, capaz de atuar de diferentes formas no metabolismo. Uma das suas atribuições é aumentar a captação do hormônio do crescimento (GH) pela hipófise, promovendo assim uma maior liberação desse hormônio na corrente sanguínea e com isso criando um forte estado anabólico no organismo, aumentando a massa muscular pela maior tonificação dos tecidos e também aumentando a mobilização de gorduras. Alguns efeitos da suplementação com arginina: aumento da quantidade de esperma, ajuda na resposta imunológica e na cicatrização de ferimentos, colabora no metabolismo de gordura armazenada no organismo, tonifica os tecidos musculares, auxilia na recuperação muscular devido ao seu papel na remoção de catabólitos formados durante o exercício, promove a prontidão física e mental.

**Betaína**

A betaína, também é conhecida como trimetilglicina, modula o metabolismo das proteínas e das gorduras.

**Metionina**

A metionina é um aminoácido essencial que auxilia a produção de proteína, sendo o primeiro aminoácido incorporado na posição terminal-N de todas as proteínas. Este aminoácido é fonte de en-

xofre para a cisteína com importante papel na formação do pelo e outras estruturas de proteção em animais.

### **Fenilalanina**

A fenilalanina é um aminoácido essencial que possui papel chave na biossíntese de outros aminoácidos e de alguns neurotransmissores. É também o aminoácido aromático mais comum em proteínas e enzimas.

### **Cisteína**

A cisteína é crítica para o metabolismo de um número de substâncias bioquímicas como é a coenzima A, a heparina, a biotina, o ácido lipoico e a glutathione. Tem importante ação antioxidante.

### **Hidroxiprolina**

A hidroxiprolina é derivada do aminoácido prolina e é utilizada principalmente em proteínas estruturais, como o colágeno, tecidos conectivos nos animais. Este aminoácido tem como característica o fato de não ser diretamente incorporado no colágeno durante a biossíntese no ribossomo, mas formado a partir da prolina por uma modificação pós-translacional, através de uma reação enzimática de hidroxilação. O colágeno não hidroxilado é comumente chamado pró-colágeno.

### **Carnitina**

Substância cristalina derivado de um aminoácido (o ácido 4-amino-3-hidroxi-butírico) e é essencial ao metabolismo das gorduras. A maior função bioquímica da carnitina é agir como um transportador transmembrana de ácidos graxos no interior das mitocôndrias. A carnitina não é utilizada na biossíntese de proteínas ou de enzimas e possui uma estrutura incomum, quando comparada aos outros aminoácidos clássicos. A carnitina é sintetizada naturalmente a partir dos aminoácidos metionina e lisina em quantidades por vezes não suficientes pelo organismo animal.

### **Lisina**

A lisina é um aminoácido ácido essencial, com uma carga geral positiva em nível de pH fisiológico, o que a torna um dos três aminoácidos básicos. Este aminoácido polar é encontrado na superfície de enzimas e proteínas, e por vezes aparece nas porções ativas. É essencial para o crescimento muscular e exigido em maiores quantidades nas fases iniciais. Responsável principalmente pela

manutenção do equilíbrio do nitrogênio no animal adulto. É o primeiro aminoácido na construção muscular, atualmente é usado como principal aminoácido no conceito de proteína ideal.

### **Prolina**

A prolina é um dos aminoácidos componentes primários da proteína colágeno, o tecido do conectivo que liga e sustenta todos os outros tecidos.

## **Aminoácidos de cadeia ramificada - BCAAS**

Aminoácidos de cadeia ramificada (valina, leucina e isoleucina) são metabolizados pelo músculo esquelético, enquanto todos os outros aminoácidos são metabolizados pelo fígado. Por esta razão, o fornecimento de BCAAs é geralmente aumentado para fornecer energia para o tecido magro corporal, e para ajudar a manter a massa corporal magra. Devido aos BCAAs não serem metabolizados no fígado, eles também são fornecidos para os pacientes com doença hepática e sinais clínicos de encefalopatia hepática.

## **Vitaminas do complexo B**

As vitaminas do complexo B: Tiamina, riboflavina, niacina, piridoxina, ácido pantotênico e biotina atuam como coenzimas na liberação energética de carboidratos, gorduras e proteínas. Elas ainda contribuem para a saúde das hemácias (células vermelhas do sangue) e para o funcionamento normal do sistema nervoso central.

### **Vitamina B1**

A vitamina B1 também é conhecida como Tiamina e tem papel chave no metabolismo energético e dos carboidratos. Também é particularmente importante no sistema nervoso.

### **Vitamina B6**

A Piridoxina (também conhecida como vitamina B6) participa de muitas reações enzimáticas e atua em diversos processos fisiológicos como gliconeogênese, função eritrocitária, síntese de niacina, função do sistema nervoso, resposta imune, metabolismo lipídico, modulação hormonal e expressão gênica. Há evidência de que a deficiência de vitamina B1 afeta negativamente a conversão de ácido linoleico a ácido aracdônico, que é de

particular interesse para gatos, que apresentam baixa eficiência de conversão de ácido linoleico à aracdônico.

### Vitamina B12

A cianocobalamina atua como coenzima em diversas reações metabólicas, atuando na hematopoiese, desenvolvimento dos glóbulos vermelhos e funcionamento nervoso. A cianocobalamina é única entre as vitaminas por ser produzida apenas por alguns micro-organismos. Também é conhecida por possuir ação estimulante do apetite.

### Vitamina B5 (Pantotenato de cálcio)

Forma comercial do ácido pantotênico que age como um componente da coenzima A, o qual funciona na transferência de grupamentos acil. A coenzima A tem uma participação fundamental no metabolismo intermediário do organismo animal, desde a interconversão de nutrientes à ácidos graxos até a participação na utilização de energia. O ácido pantotênico também é um componente da síntese dos ácidos graxos.

Necessária para o metabolismo dos carboidratos (via ciclo do Ácido Cítrico), gorduras e proteínas. Também desempenha papel na produção de hormônios.

### Colina (Vitamina B4)

Não é uma vitamina no sentido clássico, porque muitos animais são capazes de sintetizá-la no fígado. Como a síntese sob determinadas circunstâncias é inadequada, e pequenas quantidades de colina na dieta podem prevenir certas condições patológicas, a colina foi incluída no grupo das vitaminas B.

Desempenha ações de fundamental importância no metabolismo animal, assim é componente essencial da acetilcolina, um neurotransmissor do qual a colina é precursor; faz parte da fosfatidilcolina, que é um elemento estrutural da membrana celular, na transmissão dos impulsos nervosos e também na utilização de lipídeos. Age como precursor da betaína, sendo por via indireta indispensável para a formação da metionina.

## Referências

1. AVELAAR JW, OTTER CD, VAN BODEGRAVEN AA, THIJS A, VAN BOKHORST-DE VAN DER SCHUEREN MA. Diagnosis and treatment of (disease-related) in-hospital malnutrition: the performance of medical and nursing staff. *Clin Nutr* 2008;27:431-8.
2. BIOLO G, TOIGO G, CIOCCHI B, et al: Metabolic response to injury and sepsis: changes in protein metabolism. *Nutrition* 13:52S-57S, 1997 (suppl)
3. BRAUNSCHWEIG C, GOMEZ S, SHEEAN PM. Impact of declines in nutritional status on outcomes in adult patients hospitalized for more than 7 days. *J Am Diet Assoc* 2000;100:1316 -22.
4. CHAN DL: Nutritional requirements of the critically ill patient. *Clin Tech Small Anim Pract* 19(1):1-5, 2004
5. CHAN, DL Nutritional Requirements of the Critically Ill Patient. *Clinical Techniques in Small Animal Practice*, Vol 19, No 1 (February), 2004: pp 1-5
6. ENRIONE ED, GELFAND MJ, MORGAN D, et al. The effects of rate and route of nutrient intake on protein metabolism. *J Surg Res* 1986;40:320
7. HASEBE M, SUZUKI H, MORI E, FURUKAWA J, KOBAYASHI K, UEDA Y. Glutamate in enteral nutrition: can glutamate replace glutamine in supplementation to enteral nutrition in burned rats? *PEN J Parenter Enteral Nutr.* 1999 Sep -Oct;23(5 Suppl):S78-82.
8. MCWHIRTER JP, Pennington CR. Incidence and recognition of malnutrition in hospital. *BMJ* 1994;308(6934):945- 8.
9. MCWHIRTER JP, Pennington CR. Incidence and recognition of malnutrition in hospital. *BMJ* 1994;308(6934):945- 8.
10. MICHEL KE. Interventional nutrition for the critical care patient: optimal diets. *Clin Tech Small Anim Pract.* 1998 Nov;13(4):204-10.
11. MICHEL KE. Interventional nutrition for the critical care patient: optimal diets. *Clin Tech Small Anim Pract.* 1998 Nov;13(4):204-10.
12. MICHEL KE: Nitrogen metabolism in critical care patients. *Vet Clin Nutr* 5:20-22, 1998 (suppl)

## Informativo Organnact

13. National Research Council. Nutrient Requirements of Dogs and Cats. Washington, DC: National Academy Press, 2006
14. VAN DER SCHOOR SR, VAN GOUDOEVER JB, STOLL B, HENRY JF, ROSENBERGER JR, BURRIN DG, REEDS PJ. The pattern of intestinal substrate oxidation is altered by protein restriction in pigs. *Gastroenterology*. 2001 Nov;121(5):1167-75.
15. WAITZBERG DL, CAIAFFA WT, CORREIA MI. Hospital malnutrition: the Brazilian national survey (IBRANUTRI): a study of 4000 patients. *Nutrition* 2001;17: 573-80.
16. WRAY CJ, MAMMEN JM, HASSELGREN P: Catabolic response to stress and potential benefits of nutrition support. *Nutrition* 18:971-977, 2002