

FISIOLOGIA

DIGESTÃO

DIGESTÃO E ABSORÇÃO DE PROTEÍNAS



JALEKO

o melhor amigo do estudante de medicina

www.jaleko.com.br

AS PROTEÍNAS NA DIETA HUMANA

A quantidade de proteína ingerida na dieta humana é muito variável e depende das condições socio-econômicas da população: em geral, populações de países desenvolvidos consomem maiores porções de proteínas por dia (muitas vezes, inclusive, em quantidades excessivas, as quais superam a demanda diária), enquanto nos países mais pobres, a ingestão de proteínas muitas vezes é precária e aquém do necessário.

AS PROTEÍNAS EXÓGENAS

As proteínas exógenas originam-se de carnes e de vegetais ingeridos. Uma vez que os processos digestivos e absorptivos das proteínas são muito eficientes, em condições normais praticamente todas as proteínas ingeridas, além das proteínas naturalmente contidas no trato gastrointestinal, são completamente hidrolisadas e absorvidas.

AS PROTEÍNAS ENDÓGENAS

As proteínas endógenas, presentes na luz do trato gastrointestinal são provenientes das secreções salivar, gástrica, pancreática, biliar e intestinal. Existem variadas proteínas endógenas, dentre as quais podemos citar enzimas, hormônios, imunoglobulinas e proteínas do muco. Além disso, essas proteínas endógenas podem ser originárias da descamação das células da parede do trato gastrointestinal. Nesse contexto, também compõem as proteínas endógenas algumas proteínas plasmáticas, que eventualmente possam ter entrado na luz do trato gastrointestinal.

¡Fique Ligado!

É importante termos em mente que, independentemente de sua origem, todas as proteínas endógenas são hidrolisadas e absorvidas, assim como as proteínas da dieta.

A DIGESTÃO PROTEICA LUMINAL

Os principais locais envolvidos com os processos digestivos e absorptivos das proteínas localizam-se no intestino delgado, mais especificamente no duodeno e no jejuno proximal, sendo todos os produtos da hidrólise proteica absorvidos até o jejuno distal. Nesse contexto, são originados aminoácidos livres e oligopeptídeos, como resultado da atuação de enzimas luminiais de origem gástrica e pancreática.

AS FASES DO PROCESSO DE DIGESTÃO PROTEICA LUMINAL

Os processos de digestão proteica luminal podem ser divididos em duas fases: a fase gástrica e a fase intestinal (ou pancreática), de acordo com os sítios de origem das enzimas proteolíticas:

1. A FASE GÁSTRICA DA DIGESTÃO PROTEICA

- Na fase gástrica, as pepsinas, juntamente com a presença de ácido clorídrico (HCl, o qual confere um pH adequado para a ativação do pepsinogênio à pepsina) propiciam a hidrólise proteica
- Após o processo de ativação, a pepsina ativada efetua, então, autocatálise.
 - Em condições favoráveis de pH, o pepsinogênio é convertido a pepsina por auto-ativação e por auto-catálise *, numa progressão exponencial.
 - A atividade máxima da pepsina se dá em valores de pH entre 1,8 a 3,5; ou seja, isso ocorre durante a fase gástrica da secreção, quando o estômago está em sua atividade máxima de secreção e mecanismos neuro-humorais permanecem ativamente estimulando a secreção das células parietais.

- Quando o pH se encontra acima de dois, o peptídeo da terminação NH_2 qual permanece ligado à pepsina e age como um inativador da pepsina. No entanto, essa inibição é interrompida quando o pH cai a valores abaixo de dois.
- O ácido clorídrico, além da função bactericida, de ativação do pepsinogênio e de estimulador das células principais, desnatura proteínas globulares, facilitando a ação hidrolítica da pepsina.

* Autocatálise consiste em um processo catalítico em que o catalisador consiste em um dos produtos ou intermediário reacional capaz de atuar na reação química; ou seja, um dos produtos formados atua como o catalisador da própria reação, não sendo necessário adicionar um catalisador à reação, uma vez que esse será gerado como produto da própria reação.

A ação da pepsina

A pepsina consiste em uma endopeptídase, a qual tem como função realizar a hidrólise de proteínas, originando oligopeptídeos. Essa enzima é dotada de capacidade de digestão do colágeno (o qual é pouco hidrolisado por outras enzimas proteolíticas) e, por sua vez, a digestão do colágeno pela pepsina facilita a penetração de outras enzimas proteolíticas nos tecidos a serem digeridos. Por isso, inclusive, temos que a disfunção péptica pode desencadear quadros de má digestão.

A ação dos oligopeptídeos hidrolisados

É verdade que cerca de 10 a 15 % das proteínas da ingesta são hidrolisadas pela pepsina. Isso pode parecer muito, mas não torna a ação proteolítica da pepsina essencial. Nessa hora, você deve estar se perguntando... Como assim?

Na realidade, a grande importância da pepsina não é bem a hidrólise desses 10-15% das proteínas da ingesta, mas sim propiciar a atuação dos oligopeptídeos gerados a partir de reações de hidrólise. A grande importância desses oligopeptídeos reside no fato de que eles estimulam tanto a secreção de gastrina pelo estômago quanto a secreção de colecistocinina (CCK) por células endócrinas do duodeno, estimulando, por sua vez, as

células acinares do pâncreas a secretarem enzimas.

2. A FASE INTESTINAL DA DIGESTÃO PROTEICA

Essa fase é efetuada pelas enzimas proteolíticas lançadas no duodeno pela secreção pancreática. Nesse sentido, a chegada do quimo proveniente do estômago é o estímulo que desencadeia a secreção tanto de secretina (pelas células S), quanto de colecistocinina (CKK) pelas células I. Ambas as células mencionadas (células S e células I) consistem em células endócrinas do intestino delgado, as quais encontram-se em maior concentração na região do duodeno.

Por sua vez, a secretina e a colecistocinina são hormônios gastrintestinais. A secretina possui a capacidade de estimular as células dos ductos pancreáticos a secretarem bicarbonato de sódio (NaHCO_3), enquanto a colecistocinina estimula as células acinares pancreáticas a secretarem enzimas.

A secretina

- O bicarbonato, cuja secreção é estimulada pela secretina, não só tampona o ácido clorídrico, como também gera o ambiente alcalino propício à ação das enzimas pancreáticas (as quais desempenham suas atividades máximas em valores de pH próximos à neutralidade).

¡Fique Ligado!

O pH ótimo de ação da pepsina é entre dois e três. Além disso, a pepsina é inativada quando são vigentes valores de pH acima de cinco. Portanto, na acloridria (quando o HCl não é secretado, como ocorre na anemia megaloblástica ou perniciosa, em que o pH intragástrico é maior que sete) e em pacientes gastrectomizados, há aumento de excreção fecal de nitrogênio.

A colecistocinina

- A colecistocinina estimula a secreção de enzimas proteolíticas pancreáticas, as quais

são secretadas em formas inativas de pró-enzimas. Por exemplo, o tripsinogênio é a forma inativa da tripsina, o qual é ativado no jejuno por uma enzima da borda em escova chamada enteroquinase (a enteroquinase é uma endopeptidase).

- Por sua vez, a enteroquinase (além de ter ação autocatalítica sobre o tripsinogênio) ativa todas as outras proteases pancreáticas, como:
 - Quimiotripsinogênio, gerando quimiotripsina
 - Pró-carboxi-peptidases A e B, gerando as carboxipeptidases A e B
 - Pró-elastase, originando a elastase

A ATUAÇÃO DAS PEPTIDASES DA BORDA EM ESCOVA E DAS PEPTIDASES CITOSÓLICAS NA HIDRÓLISE PROTEICA

As peptidases da borda em escova e do citosol dos enterócitos possuem a função de continuar a hidrólise dos oligopeptídeos.

As peptidases da borda em escova

Dentre as peptidases da borda em escova, podemos mencionar:

- As aminooligopeptidases, as quais hidrolisam peptídeos com três a oito resíduos de aminoácidos
- As aminopeptidases, que hidrolisam dipeptídeos e tripeptídeos
- As dipeptilaminopeptidases, que hidrolisam dipeptídeos e tripeptídeos contendo resíduos de prolina e alanina.

As peptidases citosólicas

Inicialmente, as peptidases citosólicas hidrolisam dipeptídeos e tripeptídeos. Nesse sentido, ocorre absorção dos dímeros e trímeros derivados da hidrólise proteica através da membrana lateral (ML) dos enterócitos do delgado, sendo hidrolisados no citosol por peptidases citosólicas e, dessa maneira, originam aminoácidos que são absorvidos através da membrana basolateral (MBL)*

Há, assim, um grande número de peptidases responsáveis pela digestão proteica, as quais possuem grande especificidade, reconhecendo apenas determinados tipos de ligações peptídicas. Por fim, conclui-se a digestão das proteínas e a absorção dos seus produtos de hidrólise até o a região do íleo proximal.

*Através da MBL apenas são absorvidos aminoácidos livres

A REGULAÇÃO DA ABSORÇÃO DE AMINOÁCIDOS E DE PEPTÍDEOS: FATORES INTRÍNSECOS E EXTRÍNSECOS

A capacidade intestinal de absorção de aminoácidos e peptídeos não é fixa; ela pode variar de forma expressiva de acordo com diversas condições, dentre as quais temos os períodos de desenvolvimento ontogenético do indivíduo, a lactação, a gestação e até mesmo pode variar em resposta a determinadas doenças.

No que se refere ao desenvolvimento do indivíduo, sabemos que as taxas de absorção de aminoácidos e peptídeos variam com a idade do organismo, ocorrendo, com o aumento da idade, a diminuição da capacidade absorptiva para aminoácidos e peptídeos (nos adultos, a capacidade de absorção chega a ser 2,5 a 5 vezes inferior do que em recém-nascidos).

Além disso, diversos hormônios, parácrinos e neurotransmissores regulam os processos absorptivos de nutrientes orgânicos em geral. Vamos mencionar alguns exemplos:

- somatostatina diminui a absorção de lisina, glicina e leucina
- o peptídeo vasoativo intestinal (VIP) diminui o transporte de leucina
- o fator de crescimento epidérmico, o qual aumenta o transporte de alanina e glutamina.