

FISIOLOGIA GASTROINTESTINAL

DIGESTÃO

MOTILIDADE GASTROINTESTINAL

PARTE I: DA BOCA AO ESTÔMAGO



JALEKO

o melhor amigo do estudante de medicina

www.jaleko.com.br

ÍNDICE

A MOTILIDADE DO TRATO GASTROINTESTINAL	3
AS CONTRAÇÕES DA MUSCULATURA DO TGI	4
O POTENCIAL DE AÇÃO DAS FIBRAS MUSCULARES LISAS	5
A MASTIGAÇÃO	6
A DEGLUTIÇÃO	6
A MOTILIDADE GÁSTRICA	9



A MOTILIDADE DO TRATO GASTROINTESTINAL

A motilidade do trato gastrointestinal (TGI) possibilita a mistura dos alimentos com as secreções luminiais, bem como propicia o contato desses alimentos com a mucosa de revestimento interna no TGI, o que facilita a absorção e a digestão intestinal.

Além disso, é devido à motilidade intestinal que o alimento consegue ser propelido da boca em direção ao ânus, local por onde serão liberadas as excreções (ou seja, ocorre uma propulsão do alimento na direção céfalo-caudal).

Um sincício morfológico e funcional

Praticamente todo o trato gastrointestinal é dotado de musculatura lisa, a qual é denominada musculatura lisa visceral unitária. Essa nomenclatura é atribuída devido ao fato de que as fibras da musculatura lisa estabelecem conexões por meio de junções do tipo gap (também chamadas de junções comunicantes ou nexos), as quais possibilitam o acoplamento elétrico entre as células. Dessa forma, os neurotransmissores ativam fibras musculares próximas e a excitação é conduzida a todas as células e feixes pelas junções do tipo gap, formando, assim, um *sincício morfológico e funcional*.

!Fique Ligado!

Apesar de praticamente todo o trato gastrointestinal ser dotado de musculatura estriada, algumas regiões que compõem o sistema digestivo possuem musculatura estriada. São elas a cavidade oral, terço superior do esôfago e o esfíncter anal externo.



AS CONTRAÇÕES DA MUSCULATURA DO TRATO GASTROINTESTINAL

Os tipos de contração

A musculatura lisa do trato gastrointestinal desempenha dois tipos de contração: uma contração fásica e uma contração tônica. Vamos falar um pouco sobre cada uma delas?

1. Contração fásica:

- Na contração fásica existe uma periodicidade entre as contrações e os relaxamentos, o que ocorre em cerca de segundos a minutos. Esse tipo de contração é comum às musculaturas do corpo do esôfago, às musculaturas do corpo e do antro do estômago, além da musculatura dos intestinos delgado e grosso.

2. Contração tônica:

- Nesse tipo, ocorrem contrações mantidas ou sustentadas, em que a musculatura mantém-se tonicamente contraída, estabelecendo o que denominamos tônus muscular. Esse tipo de contração está presente na musculatura dos esfíncteres e na musculatura da porção fúndica do estômago.

Os mecanismos de contração

De forma semelhante ao que ocorre no caso da musculatura estriada esquelética e cardíaca, a contração da musculatura visceral fásica depende do nível de cálcio iônico intracelular. Além disso, a contração das fibras musculares lisas é dotada de ritmo, o que é determinado pelas regiões marca-passo, que são formadas por grupos de células intersticiais de Cajal. E o que são células de Cajal?

As células intersticiais de Cajal (ICCs) são um grupo especializado de células presentes na parede intestinal e possuem função relacionada à transmissão da informação dos neurônios entéricos para as células da musculatura lisa. Além disso, devemos ressaltar que as células intersticiais de Cajal são células *marca-passo*, uma vez que possuem a capacidade de gerar o ritmo elétrico básico (REB) ou atividade de “onda lenta”, o qual é caracteristicamente presente na musculatura lisa do trato gastrointestinal.



Ritmo de ondas lentas

Denominamos ritmo elétrico básico ou ritmo de ondas lentas as variações cíclicas no potencial de membrana na musculatura lisa da parede das vísceras intestinais. Por sua vez, essas ondas lentas possuem frequências específicas para cada região do trato gastrointestinal, sendo a frequência determinada pelas células intersticiais de Cajal*, originando o ritmo elétrico basal (REB).

* como dito anteriormente, as Células de Cajal são marca-passos da parede gastrointestinal.

!Fique Ligado!

Cada região do trato gastrointestinal tem seu ritmo elétrico basal (REB) peculiar. Por exemplo, o REB do estômago é de três ondas por minuto, enquanto no duodeno o ritmo é de doze ondas por minuto e o no íleo o REB é de oito a nove ondas por minuto.

O POTENCIAL DE AÇÃO DAS FIBRAS MUSCULARES LISAS

As fibras musculares estriadas possuem potencial de ação muito mais rápido do que o detectado nas fibras musculares lisas (a duração detectada dos potenciais de ação nas fibras musculares lisas geralmente encontra-se entre dez a vinte milissegundos).

As fases do potencial de ação

Durante a despolarização, há a ativação dos canais para sódio e cálcio iônico dependentes de voltagem. Já na repolarização, ocorre redução das condutâncias para sódio e cálcio, bem como aumento da condutância a o íon potássio. Vale ressaltar que mesmo no período entre os potenciais de ação, há sempre uma contração mantida. Ou seja, isso quer dizer que a tensão da fibra muscular não retorna à linha de base, preservando o tônus da musculatura.



A regulação da força contrátil

O sistema nervoso autônomo, assim como o sistema nervoso entérico são responsáveis por regular a força contrátil e a frequência do ritmo elétrico basal (REB), possuindo, portanto, a capacidade de regular a amplitude das ondas lentas. Nesse contexto, em geral admite-se que a estimulação noradrenérgica promove redução da amplitude das contrações, enquanto a estimulação colinérgica acarreta em elevação da força contrátil (o que é possível mediante ao aumento da amplitude das ondas lentas e da frequência dos potenciais de ação).

A MASTIGAÇÃO

Apesar de a mastigação em algumas situações poder ser um ato voluntário, ela é considerada um ato reflexo, uma vez que a presença do alimento na cavidade oral estimula receptores (mecanorreceptores e quimiorreceptores locais) que desencadeiam reflexos, os quais são conduzidos ao sistema nervoso central e coordenam os músculos mastigatórios. Além disso, a ativação desses receptores locais promove a estimulação da secreção salivar, da secreção gástrica e da secreção pancreática.

De maneira geral, pode-se dizer que a mastigação é essencial para a redução do tamanho do alimento e pela sua mistura com o muco secretado pelas glândulas salivares. Além disso, a mistura do alimento com a saliva que ocorre durante a mastigação dá início ao processo de hidrólise dos carboidratos, pela enzima amilase salivar.

A DEGLUTIÇÃO

Quando falamos em deglutição, estamos nos referindo à passagem do bolo alimentar em seu trajeto da boca ao estômago, o que ocorre através do esôfago. A deglutição é considerada um ato parcialmente voluntário e parcialmente reflexo, o qual é coordenado pelo sistema nervoso central (SNC) e pelo sistema nervoso entérico (SNE).



Mais especificamente, a fase reflexa da deglutição é coordenada pelo centro da deglutição, o qual se localiza na medula oblonga e na porção posterior da ponte, no tronco cerebral.

As fases da deglutição

A deglutição é geralmente separada em fases, que são a fase oral, a fase faríngea e a fase esofágica. A primeira fase possui caráter voluntário, enquanto as duas últimas são de caráter reflexo.

1. Fase oral:

- Trata-se de uma fase voluntária, a qual se inicia a partir da ingestão do alimento. Logo após o bolo alimentar na cavidade oral é pressionado pela ponta da língua contra o palato duro e, então, propulso (também pela língua) em direção à orofaringe, contra o palato mole. Em seguida, o bolo alimentar estimula receptores somatossensoriais da orofaringe, dando início à fase faríngea da deglutição.

2. Fase faríngea:

É uma fase totalmente reflexa. Ocorrem os seguintes eventos, em sequência:

- Elevação do palato mole em direção à nasofaringe (devemos lembrar que nessa etapa o alimento é impedido de entrar na nasofaringe por estruturas anatômicas denominadas dobras palatofaríngeas).
- As cordas vocais da laringe são mantidas juntas, o que promove a elevação da epiglote e, conseqüentemente, o fechamento da abertura da laringe. Com isso, evita-se a entrada de alimento para a traqueia.
- Além disso, simultaneamente a respiração é inibida e o bolo alimentar é propulso ao longo da faringe por uma onda peristáltica que se inicia nos músculos constritores superiores. Após essa onda propaga-se para os constritores médios e inferiores da faringe.
- Mais a frente da onda peristáltica, o esfíncter esofágico superior (EES) é relaxado, o que permite, por fim, a entrada do bolo alimentar para o esôfago, dando início à fase esofágica.



3. Fase esofágica:

- A fase esofágica tem início após a passagem do bolo alimentar ao esôfago, evento que precede à contração do esfíncter esofágico superior (EES)
- Mediante à contração do esfíncter esofágico superior, tem início uma onda peristáltica primária que percorre a extensão do esôfago e culmina no relaxamento do esfíncter esofágico inferior (EEI), o que permite então a passagem do bolo alimentar para o estômago.
- No entanto, nem sempre essa onda peristáltica primária é suficiente para esvaziar completamente o estômago. Por isso, em resposta à distensão da parede do estômago, surge uma onda peristáltica secundária, a qual se propaga dessa região distendida em direção às regiões estomacais mais distais. Cabe ao sistema nervoso entérico da parede do estômago a coordenação dessa onda.
- Com a progressão do alimento, além do relaxamento do esfíncter esofágico inferior (EEI), ocorre o relaxamento do fundo gástrico, o que possibilita a passagem do bolo alimentar ao estômago.
 - Vale lembrar que o relaxamento do fundo gástrico é chamado de *relaxamento receptivo* e tem a capacidade de permitir que o bolo alimentar fique acomodado no estômago, sem que haja elevação da pressão intragástrica.

!Fique Ligado!

A regulação neural da deglutição é efetuada pelo centro da deglutição no tronco cerebral e depende da integridade do sistema nervoso entérico do esôfago.

A regulação da contração tônica do esfíncter esofágico superior (EES) é desempenhada pelo CD, via nervos vagais eferentes somáticos. Por outro lado, a contração do esfíncter esofágico inferior (EEI) é regulada por fibras vagais viscerais excitatórias colinérgicas, além de inibitórias mediadas por peptídeo vasoativo intestinal (VIP) ou pelo óxido nítrico (NO).



!Fique Ligado!

A fisiologia e as doenças

A acalásia é uma patologia que decorre do aumento do tônus do esfíncter esofágico inferior (EEI) e pode provocar, como consequência, a vigência de megaesôfago (grave alargamento do esôfago, o qual se relaciona com sintomas como dificuldade de deglutição, sensação de entalo, dor torácica e emagrecimento).

A famosa “azia”, queixa muito comum dos pacientes, é resultado da diminuição do tônus do esfíncter esofágico inferior (EEI) e pode ainda culminar no surgimento de esofagite.

As disfagias, que são distúrbios de deglutição, também podem ocorrer como consequência de lesões neurais centrais ou de lesões que atingem a parede do esôfago.

A MOTILIDADE GÁSTRICA

O estômago tem as funções de armazenar, misturar e triturar o alimento, o qual então será propulso lentamente para o duodeno, passando pelo esfíncter pilórico.

O relaxamento receptivo

Como dito anteriormente, com a progressão do alimento pelo esôfago ocorre o relaxamento do esfíncter esofágico inferior (EEI) e do fundo gástrico, o que possibilita a passagem do bolo alimentar ao estômago. O relaxamento receptivo é, portanto, o relaxamento da musculatura do fundo do estômago e da porção proximal do corpo durante o processo de deglutição. Por sua vez, esse processo consiste em um reflexo longo vago-vagal, o qual pode ser abolido experimentalmente por vagotomia bilateral.

A fase de armazenamento gástrico

Uma vez que a musculatura do fundo gástrico (onde o alimento se acomoda) é menos densa do que a do restante do estômago, ela desempenha contrações relativamente fracas. Dessa maneira, torna-se possível que cerca de 1 a 1,5 litros de alimento consigam se acomodar no fundo gástrico, por um período de cerca de uma a duas horas, sem que haja mistura. Essa fase é a que chamamos de *armazenamento gástrico*.



A peristalse

Os movimentos peristálticos no estômago têm início na porção proximal do órgão (na região de marca-passo) e sofrem aumento de intensidade e de velocidade em direção ao antro.

A sístole antral

Ao chegar no corpo do estômago, o alimento se mistura com as secreções gástricas, e, em seguida, o quimo (produto da digestão parcial do alimento) passa em pequenas quantidades ao intestino delgado à medida que o piloro relaxa-se. Logo após, ocorre uma contração abrupta do piloro, seguida de uma onda peristáltica antral a qual propela o quimo. No entanto, uma vez que o piloro encontra-se fechado, há a retropropulsão do quimo, em um fenômeno conhecido como "sístole antral".

Complexo migratório mioelétrico

Você deve estar se perguntando o que ocorre com os materiais não esvaziados do estômago durante o período digestivo, não é mesmo? Pois bem...

Em termos gerais, o que ocorre é que, após o período interdigestivo (no qual a musculatura gástrica encontra-se quiescente), segue-se um período de intensa atividade elétrica e contrátil, o qual é denominado de complexo migratório mioelétrico (CMM). É justamente o complexo migratório mioelétrico que direciona ao delgado os materiais não esvaziados do estômago.

O esfíncter pilórico

O esfíncter pilórico tem duas funções fundamentais: além de evitar a regurgitação do conteúdo alcalino do duodeno para o estômago, ele também evita a regurgitação do conteúdo ácido no sentido oposto. Ademais, o esfíncter pilórico tem a capacidade de regular a velocidade de esvaziamento gástrico, o que é feito de acordo com a capacidade do duodeno de processar o quimo.



Regulação do esvaziamento gástrico

O esvaziamento gástrico é regulado por mecanismos neuro-hormonais enterogástricos, propiciando condições para o processamento do quimo pelo delgado.

A atividade motora do piloro, nesse caso, além de ser coordenada pelo sistema nervoso autônomo (SNA), é também regulada por hormônios gastrointestinais, dentre os quais podemos citar a gastrina, a secretina, a colecistocinina, o peptídeo inibidor gástrico e enterogastrona. Além disso, os neurotransmissores acetilcolina e noradrenalina também possuem a capacidade de promover a contração do piloro.

Deve-se mencionar também que a motilidade do piloro e a velocidade de esvaziamento gástrico estão sob o controle de alças de retroalimentação negativas. Nesse sentido, o pH, a tonicidade e a composição do quimo gástrico que chega ao duodeno desencadeiam mecanismos neurais e hormonais alimentam essas alças de feed-back. Afinal, como isso ocorre?

O quimo oriundo do estômago é caracteristicamente hipertônico em relação ao plasma, possui pH ácido e contém produtos da hidrólise lipídica e proteica, além de carboidratos parcialmente digeridos. Ao chegar no duodeno, esse quimo estimula os quimiorreceptores e os osmorreceptores duodenais, o que promove o envio de impulsos sensoriais aferentes para o sistema nervoso central, gerando diferentes respostas neurais. Nesse sentido, temos que:

- As respostas neurais parassimpáticas eferentes são a inibição das vias parassimpáticas vagais vipérgicas e a estimulação das vias colinérgicas, o que promove a contração do piloro
- Também ocorre estimulação das vias simpáticas noradrenérgicas, o que induz a contração do piloro, diminuindo, conseqüentemente, a velocidade de esvaziamento gástrico.
- Por sua vez, o piloro permanece contraído até que o quimo possa ser processado pelo delgado. Isso significa que o piloro continuará contraído até que o pH do quimo seja tamponado, bem como os produtos da



hidrólise proteica e lipídica sejam hidrolisados, tornando o quimo isotônico em relação ao plasma.

A isotonicidade do quimo

A isotonicidade do quimo é alcançada no intestino delgado por secreção de água do compartimento intersticial vascular em direção à luz intestinal. De forma concomitante, ocorrem também mecanismos neuro-hormonais regulatórios que estimulam as secreções pancreática e biliar, as quais são isotônicas ao plasma e são lançadas no duodeno.

!Fique ligado!

Uma outra substância (cuja identidade química ainda não foi muito bem determinada) parece ter papel importante na regulação da tonicidade do quimo no intestino delgado. Trata-se de uma secreção hormonal de uma enterogastrona, cujos mecanismos têm sido estudados.

