CAPÍTULO 62

Principios generales de la función gastrointestinal: motilidad, control nervioso y circulación sanguínea

El aparato digestivo suministra al organismo: nutrientes, electrolitos, agua y vitaminas. Para ello los alimentos deben pasar por todo el tubo digestivo, deben ser digeridos y absorbidos, además se necesita de circulación sanguínea en las vísceras digestivas para transportar las sustancias absorbidas y del control nervioso y hormonal local.

## PRINCIPIOS GENERALES DE LA MOTILIDAD GASTROINTESTINAL

Anatomía fisiológica de la pared gastrointestinal

La pared intestinal tiene 5 capas (desde la más externa hasta la más interna):

1. Serosa
2. Capa muscular lisa longitudinal
3. Capa muscular lisa circular
4. Submucosa
5. Mucosa🡪en su zona profunda tiene fibras de músculo liso las cuales reciben el nombre de MUSCULARIS MUCOSAE.

EL MÚSCULO LISO GASTROINTESTINAL FUNCIONA COMO UN SINCITIO. Cada capa muscular actúa como sincitio y cuando aparece en algún punto de la masa muscular un potencial de acción, este se transmite por ella en todas las direcciones posibles.

En cada haz las fibras musculares están conectadas eléctricamente unas a otras mediante un gran número de uniones intercelulares en hendidura que permiten el paso de los iones de unas células a otras con escasa resistencia. Por tanto las señales eléctricas pueden viajar con rapidez de una fibra a otra, éstas viajan más rápido en sentido longitudinal que en sentido lateral.

Actividad eléctrica del músculo liso gastrointestinal

La actividad eléctrica del músculo gastrointestinal es intrínseca, lenta y casi continua. Dicha actividad posee dos tipos de ondas eléctricas, las lentas y en espiga.

ONDAS LENTAS

* DETERMINAN EL RITMO DE LAS CONTRACCIONES GASTROINTESTINALES.
* No son potenciales de acción, sino que son cambios lentos y ondulantes del potencial de membrana en reposo.
* Intensidad varía entre 5 y 15 mV.
* Frecuencia entre 3 y 12 por min. (3 en cuerpo gástrico, 12 en duodeno, 8 a 9 en íleon terminal)
* No inducen contracciones musculares salvo en estómago. SU FUNCIÓN PRINCIPAL ES CONTROLAR LA APARICIÓN DE POTENCIALES EN ESPIGA QUE A SU VEZ GENERAN CONTRACCIÓN MUSCULAR.
* Se originan debido a la interacción entre células musculares y células intersticiales de Cajal.
* Las células intersticiales de Cajal tienen canales iónicos que se abren periódicamente y producen corrientes hacia el interior, para generar cambios cíclicos del potencial de membrana en dichas células. Por ello se cree que las CÉLULAS INTERSTICIALES DE CAJAL ACTÚAN COMO MARCAPASOS.
* NO PROPICIAN LA ENTRADA DE IONES CALCIO SÓLO DE IONES SODIO EN LAS FIBRAS MUSCULARES LISAS.

POTENCIALES EN ESPIGA

* Son verdaderos potenciales de acción que se generan automáticamente cuando el potencial de reposo de la membrana del músculo liso gastrointestinal es más positivo que -40 mV.
* Su frecuencia es 1 y 10 espigas por segundo.
* Duran 10 a 20 ms.
* Son producidos por apertura de canales lentos de calcio-sodio. El movimiento de grandes cantidades de Ca durante el potencial de acción hacia el interior de las fibras musculares tiene papel importante en la producción de las contracciones de las fibras del músculo intestinal.
* Penetran grandes cantidades de Ca

EN CONDCIONES NORMALES EL POTENCIAL DE MEMBRANA EN REPORSO TIENE VALOR MEDIO DE -56 mV.

Hay factores que permiten DESPOLARIZAR la membrana y a su vez eso permite hacerla MÁS EXCITABLE, esos factores son:

1. Distención del músculo
2. Estimulación con ACETILCOLINA 🡪 liberada en terminaciones parasimpáticas
3. Estimulación por distintas HORMONAS GASTROINTESTINALES.

Hay factores que HIPERPOLARIZAN la membrana y a su vez la hacen MENOS EXCITABLE, esos factores son:

1. Efectro de la NORADRENALINA o ADRENALINA.
2. Estimulación de NERVIOS SIMPÁTICOS

Contracción tónica🡪es continua y no está asociada al ritmo eléctrico básico. Esta persiste varios minutos o incluso horas, además su intensidad aumenta o disminuye pero la contracción se mantiene.

La contracción tónica se puede dar debido a tres situaciones:

1. Potenciales en espiga repetidos y continuos🡪a mayor frecuencia, mayor grado de contracción.
2. Acción de hormonas o factores que inducen despolarización parcial y continua.
3. Entrada continua de Ca a través de vías no asociadas a cambios del potencial de membrana.

## Control nervioso de la función gastrointestinal: sistema nervioso entérico

El sistema nervioso entérico es exclusivo del tubo digestivo y se encuentra en la pared del mismo desde el esófago hasta el ano.

SIRVE PARA CONTROLAR LOS MOVIMIENTOS Y SECRECIONES GASTROINTESTINALES.

El sistema nervioso entérico está formado por dos plexos:

* Plexo Mientérico o de Auerbach
  + Situado entre las capas musculares longitudinal y circular.
  + CONTROLA LOS MOVIMIENTOS GASTROINTESTINALES.
  + Está formado por cadenas lineales de neuronas interconectadas.
  + Se extiende por toda la pared intestinal.
  + Tiene algunas neuronas inhibidoras que secretan POLIPÉPTIDO INTESTINAL VASOACTIVO. Las señales inhibidoras permiten la relajación de algunos esfínteres musculares.
  + Los efectos de su estimulación son:
    - Aumento de la contracción tónica
    - Aumento de la intensidad de contracciones rítmicas
    - Ligero aumento de la frecuencia de contracciones
    - Aumento de la velocidad de conducción de señales de excitación a lo largo del intestino.
* Plexo Submucoso o de Meissner
  + Situado en la submucosa.
  + CONTROLA LA SECRECIÓN Y FLUJO SANGUÍNEO LOCAL.
  + Regula la función parietal interna de cada segmento del intestino.
  + Junto con señales del epitelio gastrointestinal controla secreción intestinal, absorción local y contracción del músculo submucoso.

En el epitelio gastrointestinal se originan fibras aferentes que son enviadas a los plexos del sistema nervioso entérico y a ganglios prevertebrales del SNS, médula espinal y por el nervio vago al tronco del encéfalo.

Neurotransmisores secretados por las neuronas entéricas

* Acetilcolina🡪estimula actividad gastrointestinal
* Noradrenalina🡪inhibe actividad gastrointestinal
* Leuencefalina
* Somatostatina
* Bombesina
* Sustancia P
* Peptido intestinal vasoactivo
* Colecistocinina
* Dopamina
* Serotonina
* Trifosfato de adenosina
* Metencefalina

Control autónomo del aparato gastrointestinal

La INERVACIÓN PARASIMPÁTICA se divide en componente craneal y componente sacro. Además en general esta inervación AUMENTA LA ACTIVIDAD DEL SISTEMA NERVIOSO ENTÉRICO Y EL TUBO DIGESTIVO.

El componente craneal tiene fibras que son trasportadas por los N. X, dichas fibras inervan hasta la primera mitad del intestino grueso.

El componente craneal tiene fibras que se originan de S2-S4 de la médula espinal, luego viajan por nervios pélvicos hacia la mitad distal del intestino grueso y llegan hasta el ano.

La INERVACIÓN SIMPÁTICA inerva prácticamente TODAS las regiones del tubo digestivo, sin dividirse en componentes como la parasimpática. Además su estimulación suele INHIBIR ACTIVIDAD DEL TUBO DIGESTIVO.

Las fibras de la inervación simpática se generan entre los segmentos t5 y l2 de la médula espinal. Sus fibras preganglionares llegan hasta los ganglios celíaco y mesentéricos para encontrarse con neuronas simpáticas posganglionares.

El SNS inhibe la actividad del tubo digestivo ejerciendo efectos mediante dos formas. Mediante discreto efecto directo de noradrenalina secretada sobre el músculo liso del tracto intestinal y por efecto inhibidor más potente de la noradrenalina sobre las neuronas de todo el sistema nervioso.

LA NORADRENALINA EXCITA LA MUSCULARIS MUCOSAE.

El tubo digestivo tiene fibras nerviosas aferentes que se originan en el propio sistema entérico y otras en los ganglios de la raíz dorsal de la médula. Estos nervios sensitivos pueden estimularse por irritación de la mucosa intestinal, distención excesiva del intestino o presencia de sustancias químicas específicas en el intestino.

El 80% de las fibras nerviosas de los vagos son aferentes en lugar de eferentes. Estas fibras aferentes transmiten señales sensitivas desde el tuvo digestivo hacia el bulbo raquídeo, el cual inicia señales vagales reflejas que regresan al tubo digestivo para controlar muchas funciones.

Reflejos gastrointestinales

Existen tres tipos de reflejos gastrointestinales esenciales para el control gastrointestinal y estos son:

1. REFLEJOS ORIGINADADOS POR COMPLETO DENTRO DEL SISTEMA NERVIOSO DE LA PARED INTESTINAL

* Controlan secreción digestiva, peristaltismo, contracciones de mezcla y efectos de inhibición locales.

1. REFLEJOS QUE VAN DESDE EL INTESTINO Y GANGLIOS SIMPÁTICOS PREVERTEBRALES HACIA LA MÉDULA Y DE ÉSTA VUELVEN AL TUBO DIGESTIVO

* Transmiten señales por largas distancias inducen reflejo gastrocólico, reflejos enterogástricos y reflejo colicoileal.

1. REFLEJOS QUE VAN DESDE EL INTESTINO HACIA LA MÉDULA O EL TRONCO ENCEFÁLICO Y DESDE ELLOS VUEVEN AL TUBO DIGESTIVO

* Son reflejos originados en el estómago y duodeno para controlar la actividad motora y secretora.
* REFLEJOS DOLOROSOS QUE PROVOCAN INHIBICIÓN GENERAL DE LA TOTALIDAD DEL APARATO DIGESTIVO.
* Reflejos de defecación que viajan desde el colon y recto hasta la médula espinal y vuelven.

Control hormonal de la motilidad gastrointestinal

Las hormonas gastrointestinales son liberadas en la circulación portal.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Hormona | Células secretoras | Estímulo | Acción |
| Gastrina | Células G, en el antro gástrico. | Distensión del estómago.  Proteínas  Péptido liberador de gastrina. | Secreción de ácido graso.  Estimulación del crecimiento de la mucosa gástrica. |
| Colecistocinina | Células I, en la mucosa del duodeno y yeyuno | Ácidos grasos y monoglicéridos. | Aumenta la motilidad de la vesícula para que secrete bilis.  Disminuye la contracción gástrica.  Inhibe el apetito. |
| Secretina | Células S, en la mucosa del duodeno | Ácido gástrico | Secreción de bicarbonato por el páncreas. |
| Péptido inhibidor gástrico/ Péptido insulinotrópico dependiente de glucosa | Células K, en mucosa de la parte alta del intestino delgado | Ácidos grasos  Aminoácidos  Carbohidratos (en menor grado) | Reducción leve de la actividad motora del estómago.  Secreción de insulina. |
| Motilina | Células M, en estómago y primera parte del duodeno. | Ayuno | Aumenta motilidad gastrointestinal |

( VER TABLA 62-1 TAMBIÉN)

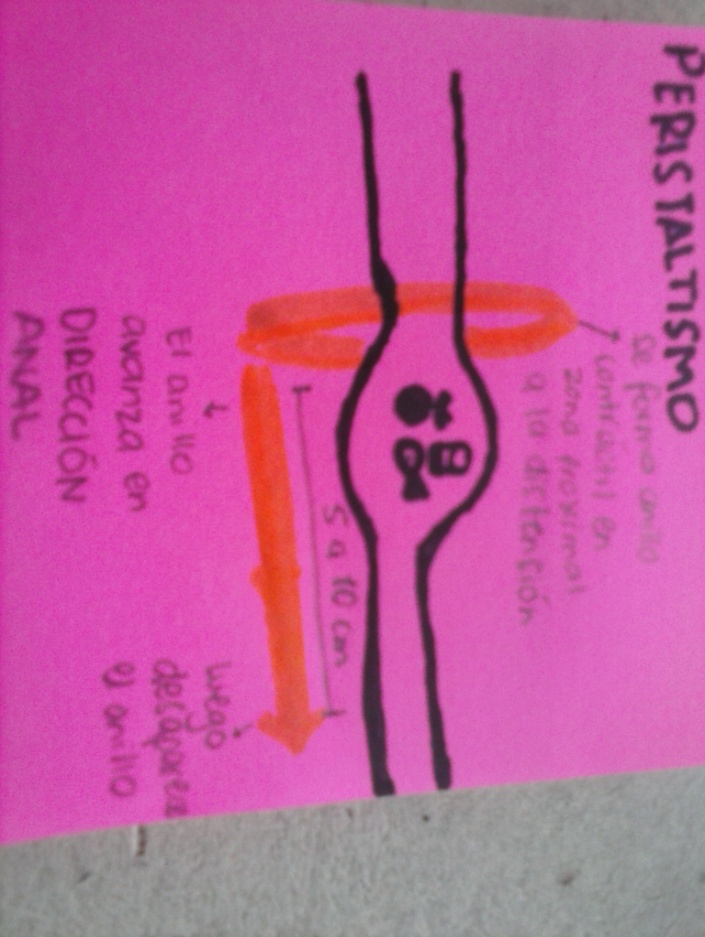
## Tipos funcionales de movimientos en el tubo digestivo

El tubo digestivo tiene dos tipos de movimientos, los movimientos de propulsión y los de mezcla.

Movimientos de propulsión: Peristaltismo

EL MOVIMIENTO BÁSICO PROPULSIVO DEL TUBO DIGESTIVO ES EL PERISTALTISMO.

El ESTÍMULO HABITUAL del peristaltismo es la DISTENCIÓN DEL TUBO DIGESTIVO. Además el peristaltismo puede ser estimulado por irritación química o física del revestimiento digestivo.

Así, cuando una gran cantidad de alimento se concentra en algún punto del tubo digestivo, la distensión de las paredes en este nivel estimula el sistema nervioso entérico para que contraiga la pared gastrointestinal haciendo que se forme un anillo de contracción que inicia el movimiento peristáltico.

Para que el peristaltismo sea eficaz se necesita que el plexo mientérico sea activo. Si el plexo mientérico falta, el patrón del peristaltismo desaparece y a dicha desaparición se le llama reflejo mientérico o peristáltico.

La suma del reflejo mientérico y del movimiento peristáltico en sentido anal se conoce como LEY DEL INTESTINO.

El movimiento de las ondas peristálticas recorre mayores distancias en SENTIDO ANAL, que en sentido oral.

Movimientos de mezcla

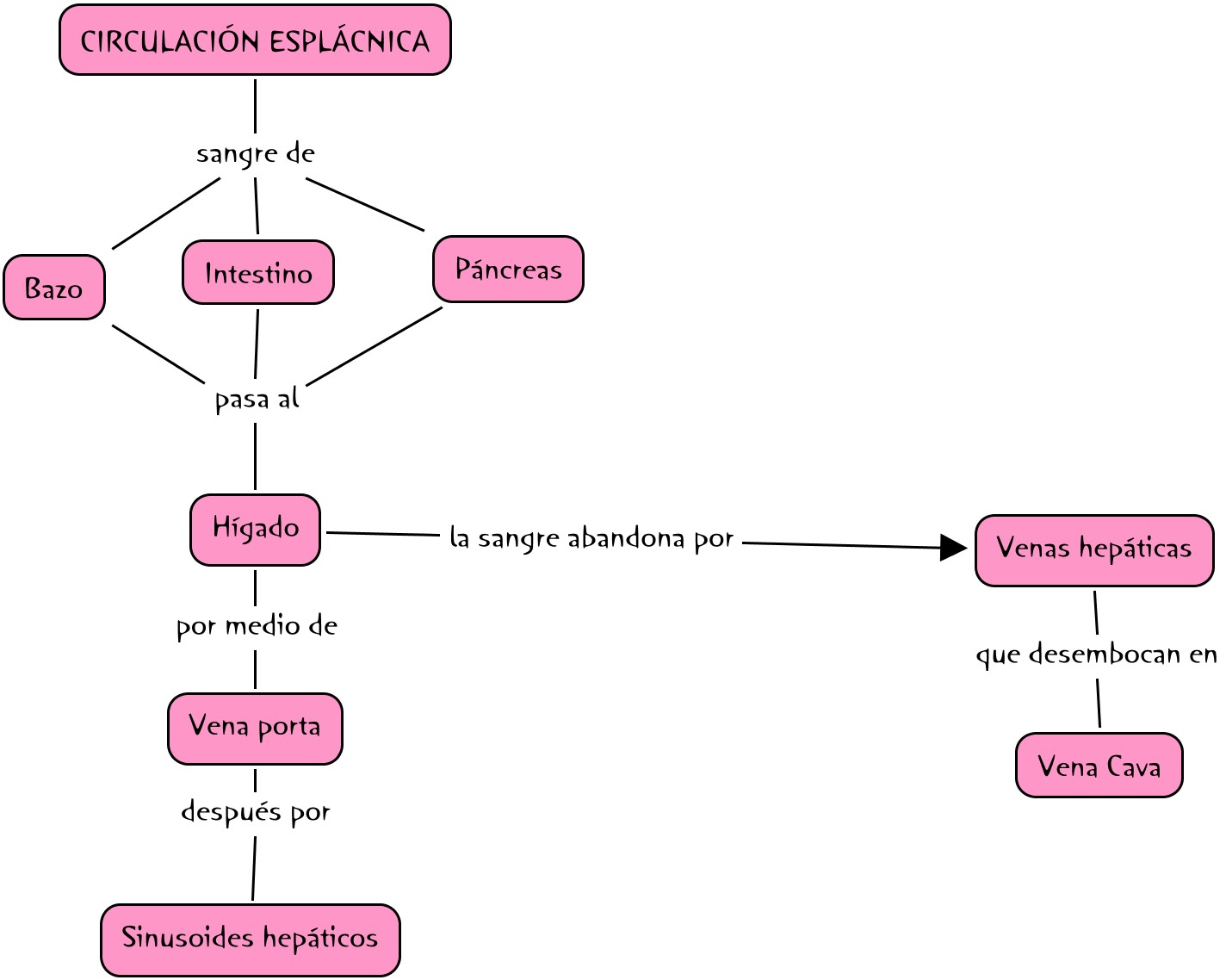
Son muy distintos en las diferentes zonas del tubo digestivo.

En algunas zonas el movimiento peristáltico produce mezcla de los alimentos, en especial cuando el avance del contenido intestinal se ve interrumpido por un esfínter la onda peristáltica sólo puede amasar el contenido intestinal.

En otras zonas sobrevienen contracciones locales de constricción cada pocos centímetros, estas constricciones duran sólo entre 5 y 30 seg y van seguidas de nuevas constricciones en otros segmentos del intestino, con lo que logra trocear y desmenuzar el contenido intestinal.

## Flujo sanguíneo gastrointestinal: Circulación esplácnica

Los vasos del aparato digestivo forman parte de la circulación esplácnica. Dicha circulación se forma por el flujo sanguíneo del tubo digestivo, bazo, páncreas e hígado.



Este flujo sanguíneo secundario a través del hígado permite que células reticuloendoteliales eliminen bacterias y partículas que podrían penetrar en la circulación general a partir del tubo digestivo. Además estas células junto con los hepatocitos absorben y almacenan temporalmente entre la mitad y dos terceras partes de los carbohidratos y proteínas absorbidos en el intestino.

Por su parte las grasas no alcanzan la sangre portal y pasan a los linfáticos intestinales y luego se dirigen por el torrente sanguíneo general al conducto torácico.

Efecto de la actividad intestinal y los factores metabólicos sobre el flujo sanguíneo gastrointestinal

El flujo sanguíneo de cada región del tubo digestivo y de cada capa de la pared es proporcional al grado de actividad local.

Durante la absorción se multiplica el flujo sanguíneo de vellosidades y regiones adycentes de la submucosa.

Cuando aumenta la actividad motora aumenta el riego sanguíneo de las capas musculares de la pared intestinal.

Después de comer aumenta el flujo sanguíneo ya que aumenta la actividad motora, secretora y de absorción.

Durante el proceso de digestión la mucosa del tubo digestivo libera varias sustancias vasodilatadoras, casi todas ellas son hormonas como colecistocinina, péptido intestinal vasoactivo, gastrina y secretina. Dichas hormonas también participan en el control motor y secretor del intestino.

Otra razón por la que aumenta el flujo sanguíneo en el tubo digestivo es porque algunas glándulas gastrointestinales secretan cininas, cladina y bradicina.

Además se piensa que por el aumento del índice metabólico se disminuye la concentración de O2, por lo cual se aumenta el flujo sanguíneo. Por otra parte la reducción de O2 puede aumentar la producción de adenosina que es un vasodilatador.

Flujo sanguíneo a contra corriente de las vellosidades

El flujo arterial y drenaje venoso en las vellosidades siguen direcciones opuestas, aunque los vasos se encuentran muy próximos. Gracias a esta disposición la mayor parte del O2 difunde desde las arteriolas directamente hacia las vénulas.

Hasta el 80% de O2 sigue este cortocircuito y no se halla accesible para la funciones metabólicas de las vellosidades. Esto en condiciones patológicas origina isquemia causante de necrosis y desintegración de la punta o toda la vellosidad.

Control nervioso del flujo sanguíneo gastrointestinal

ESTIMULACIÓN PARASIMPÁTICA del estómago y parte distal del colon AUMENTA FLUJO SANGUÍNEO. Este aumento del flujo sanguíneo podría ser secundario al incremento de la actividad glandular.

ESTIMULACIÓN SIMPÁTICA ejerce efecto directo y provoca vasoconstricción intensa de las arteriolas con la consiguiente DISMINUCIÓN DEL FLUJO SANGUÍNEO.

Escape autorregulador🡪mecanismo que permite volver a la normalidad el flujo sanguíneo después de unos minutos de vasoconstricción. Se constituye de mecanismos vasodilatadores metabólicos locales que son desencadenados por la isquemia, ayudan a superar la vasoconstricción simpática y restablecer el flujo sanguíneo.

Un efecto importante de la vasoconstricción simpática intestinal es el bloqueo pasajero de la perfusión gastrointestinal y de otras zonas del área esplácnica durante el ejercicio agotador, debido a la mayor demanda de los músculos esqueléticos y del corazón.

Además contribuye a que por medio de la constricción las venas intestinales y mesentéricas aporten sangre en casos como shock hemorrágico para aumentar el volumen sanguíneo y así mantener la circulación general. Dichas venas aportan 200 a 400 ml adicionales.