

## **II PARTE**

### **METABOLISMO GASTROINTESTINAL**

#### **TEMA 6**

##### **Bases Anatómico funcionales**

###### **del tubo digestivo.**

###### **1.– Introducción.**

El tubo digestivo es el encargado de transformar los nutrientes que tomamos en sustancias útiles para nuestro cuerpo, va a provocar un suministro de sales, agua y de los principios inmediatos.

En condiciones normales el alimento llega al organismo por la boca y una de las funciones del tubo digestivo es la de mover los alimentos (motilidad) ingeridos hasta los puntos donde se han de dirigir y posteriormente absorber.

La digestión será la transformación de los alimentos complejos en otros más simples. Además de moverse el tubo digestivo tiene que realizar secreciones para dirigir el alimento ingerido. Los alimentos una vez han sido dirigidos van a ser absorbidos y pasarán al territorio vascular del área intestinal. Para que haya una adecuada absorción debe de haber una correcta motilidad y una correcta secreción. Tiene que haber una buena circulación de sangre alrededor del tubo digestivo para permitir la absorción por los vasos. El organismo necesita establecer un determinado control que será nervioso y hormonal.

###### **FUNCIONES DEL TUBO DIGESTIVO:**

Movilidad.

Secreción.

Absorción.

Digestión.

Circulación de sangre.

Control nervioso y hormonal.

El tubo digestivo consta de una cavidad bucal que inicia un largo tubo que recibe diferentes nombres. La primera parte se llama Faringe, después viene el esófago que se abre en una bolsa llamada estómago que continua en su camino hasta el Intestino delgado (duodeno, yeyuno y ileon), luego viene el intestino grueso (colon ascendente, transverso y descendente) y por último el ciego, recto y el ano.

Hay también una serie de glándulas anexas al tubo digestivo:

Glándulas salivales.

Páncreas, compuesta por una porción endocrina (que segregá insulina y glucagón), y una parte exocrina (que

segrega jugo pancreático).

Hígado, que fabrica la bilis.

## 2.- Principios Generales de la Motilidad.

Cuando hablemos de la luz de algún tubo estaremos hablando del interior de una víscera.

### 2.1.- Elementos que forman la pared del tubo digestivo.

Tiene una pared externa que se llama serosa. A través de esta penetran arterias, venas y vasos. Presenta dos capas musculares diferentes: una capa externa longitudinal y una capa interna circular. Por dentro de la capa circular vamos a tener una capa llamada submucosa y en contacto con la luz del tubo digestivo va a estar la capa mucosa: **SEROSA, MÚSCULO LONGITUDINAL, PLEXO MIOÉNTERICO O AVERBACH, MÚSCULO CIRCULAR, SUBMUCOSA O MEISSNER, SUBMUCOSA y MUCOSA**

Entre la capa muscular longitudinal y la circular van a haber una fibras nerviosas llamadas **PLEXO MIENTERICO o AVERBACH** y entre la circular y la submucosa van a haber unas fibras nerviosas llamadas **PLEXO SUBMUCOSO o MEISSNER**.

Existen 2 capas musculares y 2 capas nerviosas. lo que caracteriza a la musculatura del tubo digestivo es que es lisa y presenta numerosos puntos que se llaman uniones de baja resistencia que formaban una especie de Plexo o **Sincitio** que hace que la onda de despolarización pase de unas fibras a otras lo que hace que todas las fibras del Plexo o **Sincitio** se contraigan al mismo tiempo.

### 2.2.- Control nervioso de la motilidad, función gastrointestinal.

Las neuronas del plexo mioentérico y del submoco están interconectadas entre sí y estas a su vez conectadas con neuronas del simpático y del para simpático. La activación parasimpática tiene bajo la función gastrointestinal un efecto activador que va a producir un aumento de la motilidad y de las secreciones en general. **Mioentérico = Motilidad / Submucoso = Secretor**.

La excitación simpática si es moderada produce un discreto aumento de las funciones gastrointestinales, pero si la activación es aumenta lo que produce es una inhibición de las mismas funciones.

Existen también fibras nerviosas sensitivas en el tubo digestivo que recogen señales que proceden de la misma pared y que conectan con el **PLEXO MOIENTÉRICO** y con el **SUBMUCOSO** y con el sistema Central (Médula, troncoencéfalo y encéfalo).

¿Cuales son los estímulos que activan las terminaciones nerviosas sensitivas?

El 1º estímulo es la distensión de la propia pared.

El 2º estímulo lo produce la irritación de la pared (por sustancias químicas o por contacto con los alimentos).

Y por último el 3º factor va a ser la presencia de sustancias químicas específicas.

En la diarrea hay una presencia aumentada de secreciones y una exagerada motilidad, y esto se debe principalmente a la presencia de sustancia tóxica.

### 2.3.- Control humoral de la función gastrointestinal.

Existen una serie de hormonas en el tubo digestivo, que se liberan y pasan a la sangre y que actúan a nivel de diferentes tramos del tubo digestivo. Estas al pasar a la sangre, realizan el circuito y llegan a las estructura del tubo digestivo por vía arterial, produciendo efectos activadores o inhibidores.

**La COLESCISTOKININA (CCK).** Se libera a nivel del Yeyuno en respuesta a la presencia de grasas. Esta hormona a provocar la contracción de la vesícula biliar y la inhibición del vaciamiento del estómago, es decir no llega alimento nuevo hasta que se consuma las grasas. Al producirse la contracción de la vesícula biliar permite la secreción biliar hacia el intestino delgado.

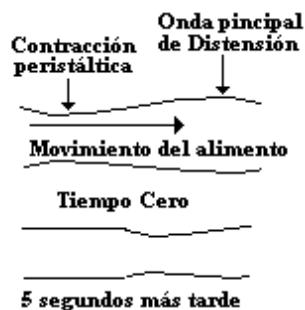
**La SECRETINA:** Se produce en el duodeno en presencia de ácidos. Produce una inhibición de la motilidad del tubo digestivo, impidiendo que llegue ácido nuevo y que actúe en las zonas distales del mismo, de esta manera la secreción ácida no avanza y da tiempo a que actúe sobre ella una neutralización.

**El PÉPTIDO INHIBIDOR GÁSTRICO:** Se libera en la parte alta del intestino delgado y el estímulo que produce es la distensión del mismo, impidiendo la motilidad y como consecuencia de ella evita la llegada de alimento nuevo.

## 2.4.– Tipos funcionales del movimiento del tubo digestivo.

Hay de dos tipos: los movimientos de avance o peristálticos y los movimientos de mezcla o segmentarios.

**MOVIMIENTOS PERISTÁLTICOS.** Cuando hay presencia de alimento se va a producir una distensión. Unos 2 a 3 cm. en dirección proximal a la distensión se va a producir una contracción que va avanzar longitudinalmente en el tubo digestivo en dirección distal que empujará al alimento. Además se produce una relajación en la zona distal al punto de distensión que va a facilitar el avance de los alimentos. El movimiento peristáltico se produce con la participación necesaria del Plexo Mioentérico.



**MOVIMIENTOS DE MEZCLA:** Son contracciones locales, que se producen de forma irregular en cualquier parte del tubo digestivo y que desaparecen en el transcurso de pocos segundos, apareciendo en puntos vecinos. Estos movimientos facilitan el fraccionamiento de los alimentos y el mezclado de los mismos con la secreción. También realizan una cierta función de avance, lo mismo que los movimientos de avance también poseen una cierta función de mezcla.

## 3.– Principios Generales de la Secreción.

### 3.1.– Tipos de Glándulas.

**Estructuras glandulares unicelulares:** Todo el epitelio del tubo digestivo está salpicado de células mucosas

que segregan moco y que se encuentran a todo lo largo de la pared. Existe otra glándula que se encuentra en la pared central llamada **oxíntica**.

**Estructuras glandulares especializadas:** Formadas por varios tipos de células, como en la mucosa que está en toda la pared del tubo digestivo, llamadas glándulas de **LIEBERKÜHN**, que forman invaginaciones en el epitelio intestinal. También existen las glándulas oxínticas especializadas en la secreción típica del estómago.

**Existen también unas glándulas más complejas** que forman auténticos órganos como por ejemplo: las glándulas salivales, el hígado, el páncreas, el estómago en su vertiente endocrina.

### **3.2.– Estimulación de la secreción de las glándulas salivales.**

En primer lugar existe **una estimulación local y una estimulación nerviosa local** (mecánica y nerviosa). La presencia de alimento en la parte interna del tubo digestivo estimula por contacto la secreción de moco en las células mucosas (**células caliciformes**). Este tipo de secreción por contacto es directo. Además el roce del alimento con la mucosa estimula las secreciones a través del **PLEXO DE MEISSNER** y este tipo de secreción es indirecto.

**El estímulo autónomo.** El sistema nervioso vegetativo tiene un control importante sobre la actividad secretora del tubo digestivo, de tal manera, que si estimulación es de origen parasimpático se va a producir un aumento de la actividad secretora, mientras que si la estimulación de origen simpático es alta va a producir una inhibición de la misma, aunque cuando dicha activación simpática es moderada también produce una activación de la actividad secretora.

**Los estímulos hormonales.** Las hormonas son secretadas por la propia pared del tubo digestivo con capacidad para actuar sobre las glándulas digestivas activándolas o inhibiéndolas. Además estos estímulos no solo tienen una función secretora sino que actúan influyendo en la motilidad. Por ejemplo la **GASTRINA**, determina la secreción de CLH (ácido clorhídrico) al tubo digestivo.

## **TEMA 7**

### **LA MOTILIDAD DEL APARATO DIGESTIVO**

#### **1.– La Masticación.**

Es la primera función que se produce en el tubo digestivo. Los dientes durante la masticación ejercen una poderosa fuerza, calculada en 25 Kg. para los incisivos y de 90 Kg. para las muelas.

La oclusión de la mandíbula sobre el maxilar ejerce una fuerza poderosísima.

Los dientes cortan y las muelas trituran. Su principal objetivo es la de reducir el tamaño del alimento y al de contribuir a que el alimento sea un producto menos agresivo (superficies rugosas de contacto con el tubo digestivo). A parte de esto, además tiene otra función que es la de permitir o facilitar el camino para las secreciones mucosas, por lo tanto una masa inicial adecuadamente fraccionada en partículas más pequeñas, ayudará a que la función de los jugos digestivos sea más eficaz. Una correcta masticación es la base de una buena digestión cuyas **dos funciones** más importantes son: **Protectora y facilitadora de la digestión**.

#### **2.– La Deglución.**

El paso del alimento de la boca al estómago se realiza según las siguientes fases:

Fase **voluntaria** (Tragar)

Fase **involuntaria**, en la cual hay una parte faríngea y otra esofágica.

Durante la fase voluntaria se produce un aplastamiento de la lengua sobre el velo del paladar ,con los que conseguimos que se aumente la pendiente de caída del alimento hacia la parte interna.

Durante la fase faríngea ocurren una serie de fenómenos en el que se cierran todas las vías menos la digestiva:

**El reflejo de Deglución:** Hay un cierre de las **COANAS** (orificio que comunica las faringe con las fosas nasales) por medio del velo del paladar.

Hay un estrechamiento de la faringe anterior que impedirá el paso a grandes trozos de alimento.

Hay un cierre de la glotis que impide el paso del alimento hacia las vías aéreas y una apertura del esfínter esofágico superior que se va dilatar.

Una vez en el esófago, los alimentos se van a mover por medio de **movimientos peristálticos** que van a ser de dos tipos:

**Primarios:** Se originan en la faringe y llegan al estómago.

**Secundarios:** Se inician en la propia pared del esófago y se producen cuando los movimientos primarios no son suficientes para llevar el alimento hacia el estómago.

Antes de llegar al estómago, se produce una dilatación del esfínter esofágico inferior (**Cardias**) y a la vez una relajación del estómago. Para este paso juega un papel importante la estructura diafragmática, pues esta es una zona de tránsito entre la zona torácica y la abdominal. Una vez finalizado el proceso de deglución, el esfínter esofágico inferior se cierra, para no permitir la entrada de ácido en el mismo, ya que mientras el estómago está preparado para un PH ultra ácido, el esófago no.

Hay veces que durante el ejercicio, el sistema funcional del esfínter fracasa y el contenido gástrico pasa al esófago, provocando lesiones en la mucosa esofágica (**Ardor de estómago**), que puede convertirse en una úlcera esofágica. Otra lesión es la **Hernia de Yaco**, que es una invaginación del estómago en la estructura esofágica.

### 3.- Función Motora del estómago. Motilidad Gástrica.

#### 3.1.- Mezclado y propulsión en el estómago.

La función principal del estómago es la de mezclar el alimento con las secreciones propias (jugo gástrico) y la de propulsión a través de él mismo. Para esto el estómago desarrolla dos tipos de ondas diferentes:

Ondas constrictoras débiles u ondas de mezcla: Se producen una cada 20 segundos y tienen un efecto propulsor débil. estas ondas comprimen el estómago en diferentes puntos facilitando el mezclado de los alimentos. A medida que estas ondas llegan al lo que se denomina ANTR, se convierten en otras ondas.

Anillo constrictor peristáltico: Estas ondas tienden a empujar el alimento hacia el píloro en dirección al duodeno. Estas ondas realizan una acción impulsora y de mezclado importantes, ya que al empujarlo con fuerza contra el píloro, que permanece cerrado, este vuelve a su parte central, asegurando así una buena función de mezclado.

Cuando el estómago está vacío no hay contracciones , pero cuando el ayuno es prolongado se dan fuertes contracciones que pueden llegar a ser dolorosas tras 14 ó 15 horas de ayuno.

### **3.2.- Vaciamiento y regulación.**

Cuando el aliento ha estado suficiente tiempo en el estómago y se ha transformado en un contenido prácticamente líquido llamado **Quimo**, este pasa al duodeno en pequeñas cantidades gracias a los anillos peristálticos a través del píloro. El píloro deja pasar pequeñas cantidades del estómago al duodeno, mediante un efecto valvular.

#### **¿Como se regula el vaciado del estómago?.**

Existen dos tipos diferentes de mecanismos que regulan este y a la vez son contrapuestos. Mientras que los mecanismos del estómago tienden a vaciar el estómago, los mecanismos del duodeno tienden a frenar el vaciado del estómago.

Hay una serie de factores gástricos nerviosos vaciadores que facilitan el vaciamiento del estómago mediante la distensión de la pared del estómago y son de dos tipos:

**Reflejos cortos:** que afectan a las neuronas sensitivas y producen dicho vaciado.

**Reflejos largos:** Si el SNC actúa sobre ellos se activa la motilidad gástrica y por tanto su vaciado.

Existen otros factores de tipo humorales que actúan sobre la motilidad. El principal agente es una hormona llamada **GASTRINA**. Esta se libera a través de la mucosa del estómago en respuesta a la distensión y en presencia de determinados sustancias, como por ejemplo en las proteínas que se encuentran en las carnes.

Existen así mismo factores duodenales inhibidores del vaciado gástrico, que son de dos tipos: los de tipo nervioso (**Reflejos enterogástricos**), que excitan las terminaciones nerviosas del duodeno y llevan la información al Plexo Mientérico inhibiendo la motilidad gástrica, como consecuencia de la distensión del estómago y por lo tanto el vaciado del mismo. Los otros son de tipo humorales, y entre ellos encontramos la **COLECISTOKININA** (en presencia de grasas) y la **SECRETINA** (por presencia de ácido CLH), que van a producir una disminución de la motilidad gástrica.

Existen también otro tipo de reflejo, llamados **gastroentéricos** que activan la motilidad, pero que no tienen nada que ver con la motilidad.

El resultado final será el resultante del equilibrio entre los dos tipos de fuerzas: las activadoras y las inhibidoras. El píloro estará en contracción o relajación dependiendo de dicho equilibrio.

## **TEMA 8**

### **FUNCIÓN SECRETORA DEL**

### **TUBO DIGESTIVO**

#### **1.- Secreción Salival.**

##### **1.1.- Glándulas Salivales.**

La secreción salival se segregan por las glándulas salivales, que son de 3 pares de tipos:

Glándulas Parótidas.

Glándulas Submaxilares.

Glándulas Sublinguales.

Las glándulas parótidas están situadas por detrás de la rama ascendente de la mandíbula. Las glándulas submaxilares están localizadas entre la mandíbula y la musculatura que forma el suelo de la boca. Y por último las glándulas sublinguales están localizadas por debajo de la lengua.

### **1.2.- Composición de la saliva.**

Cada ser humano segregamos al día una cantidad cercana al 1'5 kg. de saliva, y su composición está en función del alimento ingerido, por ejemplo los alimentos secos provocan una saliva más fluida, mientras que los alimentos líquidos provocan secreciones de saliva viscosas.

La saliva está formada por una enzima llamada **alfa-Amilasa**, que tiene como misión fundamental la de hidrolizar los grandes polisacáridos (almidones) presentes en la dieta, para reducirlos a estructuras más simples (monosacáridos) a lo largo del tubo digestivo. La saliva también contiene grandes cantidades de **MUCINA** (moco) que es una glucoproteína que tiene una función lubricante y protectora de la mucosa.

Las funciones de la saliva son las siguientes:

La función digestiva de los polisacáridos (hidratos de carbono).

La función lubricante.

La función protectora.

La función de limpieza y bactericida. La saliva realiza funciones de arrastre de bacterias patógenas, así como de los restos de alimentos que quedan entre las piezas dentales.

En su composición existen unas sustancias químicas como son el **ION TIOCIANATO** y la **LISOZIMA**, que realizan una importante función bactericida. También encontramos anticuerpos (**INMUNOGLOBULINA A**), que así mismo tiene una función bactericida.

### **1.3.- Regulación de la Secreción Salival.**

Existen en el Sistema Nervioso Central, unos centros nerviosos, llamados **núcleos salivales** que regulan la salivación y que tienen una naturaleza parasimpática. La activación de los mismos produce la salivación.

La información que llega a estos núcleos, viene a través de dos estímulos que se producen en la boca:

Estímulos gustativos ácidos.

Estímulos táctiles, las partículas lisas producen una intensa salivación., mientras que las sustancias ásperas producen una inhibición de la secreción salival, para que no dañen el tubo digestivo.

Existen también otros estímulos, procedentes de centros nerviosos superiores, que producen una intensa estimulación para segregar saliva "**Se me hace la boca agua**".

Llegan también estímulos procedentes del territorio gastrointestinal (estómago y partes altas del intestino

delgado), cuando se ha comido mucho o se ha tomado algún elemento tóxico. Esta sensación de intensa salivación acompaña a la náusea y precede al vómito.

Las glándulas salivales también tienen una discreta inervación simpática. El estímulo simpático moderado implica una activación y el estímulo levado produce inhibición. **En el tubo digestivo la inervación parasimpática es mucho más importante que la inervación simpática.**

## 2.- Secreción Gástrica.

### 2.1.- Regulación de la Secreción gástrica.

Existen centros nerviosos que intervienen de manera fundamental en la secreción gástrica. Estos centros nerviosos están localizados en **los núcleos dorsales del vago**, de naturaleza para simpática. Estos centros nerviosos mandan señales al estómago para provocar las secreciones, además de recibir señales de terminaciones nerviosas sensitivas existentes en la mucosa gástrica.

Estos estímulos son de dos tipos:

**Reflejos largos:** Que provocarían la distensión de la pared del estómago a causa de sustancias químicas (presencia abundante de aminoácidos y proteínas) y estímulos táctiles (contacto del alimento). Este tipo de reacción también lo provocaría los **reflejos cortos**.

**Reflejos cortos:** Que se producen a nivel del Plexo nervioso del Submucoso de la pared y estimulan la secreción gástrica.

Existe también una vía indirecta que aumenta o refuerza la secreción y motilidad gástrica, que es la secreción de **GASTRINA**. La gastrina se produce en el Antró Pilórico y también en el duodeno, cuya misión principal es la secreción y motilidad gástrica. El **CLH** va a transformar el pepsinógeno en pepsina, para lo cual necesita un PH óptimo (0'8/1'5) ultrácido para la acción de la pepsina. El PH originado por ClH desnaturaliza las proteínas de las bacterias ingeridas y por eso se dice que tiene una importante función bactericida. Hay sustancias que resisten el CLH, como por ejemplo el bacilo de la tuberculosis.

La **PEPSINA** es una enzima protoelítica, que se va a encargar de digerir las proteínas y para ello necesita un PH óptimo. Por eso se dice que la digestión de las proteínas empieza en el estómago y la de los hidratos de carbono en la boca.

Existen además mecanismos **nerviosos** (Reflejo enterogástrico) y **hormonales** (CCK y la Secretina que además producen inhibición de la motilidad), que se originan a nivel intestinal y que producen una inhibición de la secreción gástrica.

### 2.2.- Fases de la Secreción gástrica.

Existen 3 etapas:

**FASE CEFÁLICA:** El ver, hablar u oler el alimento provoca estímulos en diferentes partes del cerebro que afectan a los núcleos dorsales del vago que estimulan la secreción gástrica.

**FASE GÁSTRICA:** Está representada por todos aquellos estímulos (reflejos largos y cortos) que tienen como consecuencia un aumento de la secreción debido a la presencia de alimento en el estómago y además a la presencia de gastrina que se segregó como consecuencia de la aparición de dicho alimento en el estómago y esta activa todas las secreciones en especial la de clorhídrico.

**FASE INTESTINAL:** Esta etapa está representada por la secreción de jugo gástrico, que se produce como consecuencia de la presencia de alimento en el intestino. Esta secreción se debe al hormona gastrina-duodenal que activa por vía hormonal y sanguínea la secreción gástrica.

### 3.- Secreción pancreática.

El páncreas es una glándula anexa al tubo digestivo. Se localiza por detrás y por debajo del estómago (en posición horizontal). Además es una glándula mixta ya que tiene una función endocrina y otra exocrina claramente definidas:

Hay una zona central formada por una serie de células que son los **Islotes de Langerhans**, que van a producir insulina y glucagón que se vierten directamente en la sangre (función endocrina).

La zona central está rodeada por una serie de células "**ACINIS**", que forman una estructura tubular y que vierten su contenido (jugo pancreático) al tubo digestivo (función exocrina).

En conducto pancreático junto con el conducto de las vías biliares desembocan a nivel del duodeno en un lugar común llamado **COLEODOCO**.

#### 3.1.- Características de la Secreción pancreática.

El páncreas segregá 1.200 ml. diarios de jugo gástrico. Además va a tener una gran importancia porque contiene gran cantidad de enzimas que van a permitir la hidrólisis o digestión de todos los principios inmediatos:

Frente a las proteínas existen una serie de enzimas protoelíticos: **TRIPSINA, QUIMUTRIPSINA y la CARBOXIPEPTIDASA**, que las van reducir hasta convertirlas en aminoácidos.

Frente a los hidratos de carbono habrá especialmente una enzima llamada **AMILASA PANCREÁTICA**, que hidrolizará los almidones, el glucógeno y todos los polisacáridos hasta convertirlos en disacáridos.

Y por último enzimas como la: **LIPASA PANCREÁTICA, FOSFOLIPASA, ESTERESA DEL COLESTEROL**, se encargarán de hidrolizar las grasas.

Los enzimas protoelíticos se segregan en forma de **PRECURSORES INACTIVOS** que se activan en el tubo digestivo en contacto con el contenido intestinal. Si todos estos enzimas se segregaran de forma activa serían capaces de digerir las propias estructuras pancreáticas.

También páncreas segregá grandes cantidades de bicarbonato sódico, cuya función principal es la de reaccionar con el ácido clorhídrico (**Tamponamiento**) que ha llegado al duodeno para dar ácido carbónico y Cloruro sódico:



La misión del bicarbonato es tamponar el jugo que contiene un PH ultra ácido, ya que de lo contrario provocará una lesión en la mucosa duodenal. **La sal (CLNa)** se elimina por las heces y el ácido carbónico se absorberá en la sangre y pasará al interior del hematí, que gracias a la enzima **AHNIDASA CARBÓNICA**, lo convertirá en agua que es neutra para el organismo y en  $\text{CO}_2$  que se eliminará por la respiración.

#### 3.2.- Regulación de la secreción pancreática.

La secreción pancreática está controlada por un mecanismo múltiple y formado por 4 sustancias

fundamentales.

**ACETILCOLINA (Ach):** Neurotransmisor simpático por excelencia. La acetilcolina representa la fase cefálica de la secreción pancreática.

**GASTRINA:** Hormona que se segregó en el antro pilórico y en las porciones altas del duodeno. Esta representaría la fase gástrica de la secreción pancreática

**SECRETINA:** Hormona que representa la fase intestinal de la secreción pancreática. Esta secreción se va a caracterizar por su alto contenido en bicarbonato.

**COLECISTOKININA (CCK):** Produce la secreción de jugo pancreático muy rico en enzimas y se segregó a nivel del duodeno por presencia de grasas. También representa la fase intestinal.

#### 4.- Secreción biliar.

La secreción biliar es producida por el hígado (secreción hepático biliar). El hígado fabrica la secreción biliar y la vierte en unos pequeños canalículos biliares que confluyen en el conducto hepático. El conducto hepático tiene una parte intrahepática y una parte extrahepática. Este conducto hepático o vía biliar a nivel extrahepático está comunicado a través del conducto cístico con la vesícula biliar. Esta vía hepática una vez que recibe al conducto cístico se llama **COLEODOCO**, que recibirá el jugo pancreático, desembocando en el duodeno en lo que se denomina **ESFÍNTER DE ODDI**.

La **BILIS** es producida por el hepatocito, pasa a través del conducto hepático y se almacena en la vesícula biliar, perdiendo además en su contenido agua. Cuando un estímulo llega a la vesícula, esta se contrae y la secreción biliar llega al intestino. Como consecuencia de que el líquido que forma la bilis está muy concentrado pudieran formarse piedras.

La bilis contiene en su composición sales biliares (que son complejos que los forma el hepatocito a partir de la síntesis del colesterol), colesterol libre, sin formar nada y bilirrubina. Estos dos últimos se suponen que son productos de desecho (no tienen propiedades digestivas).

La bilis desempeña dos funciones fundamentalmente:

**ACCIÓN DETERGENTE:** que emulsionan las grasas, fraccionan las grasas. Las sales biliares permiten que puedan desarrollar su función los enzimas (**LIPASAS**), que digieren las grasas.

Formación de **MICELAS**: Son unas estructuras que dan a las grasas un configuración hidrosoluble, para permitir el transporte de las mismas. Estas estructuras son capaces de englobar un conjunto de moléculas principalmente porque son lipófilas e hidrófobas. La ventaja de estas estructuras es que transportan las grasas desde las zonas altas hasta el borde de la célula epitelial con revestimiento intestinal donde se van a absorber. Las sales biliares que forman las micelas una vez que han liberado la grasa en las paredes intestinales, quedan libres para formar nuevas micelas.

##### 4.1.- Regulación de la Secreción biliar.

La regulación de la secreción biliar tiene una nerviosa de origen parasimpática que fomenta la contracción y el vaciamiento del vesícula biliar y otra vía hormonal, representada por la Colecistokinina (CCK), que se segregó como consecuencia de la presencia de grasas en el duodeno, provocando de este modo la contracción de la vesícula biliar para que vierta su contenido, además de producir un relajación del Esfínter de Oddi, facilitando de ese modo el vaciamiento total. Además si esto no fuera necesario, las ondas peristálticas a nivel del duodeno provocan una distensión distal que produce un relajamiento en el Esfínter de Oddi.

## **5.- Intestino delgado. Secreción y Absorción.**

La secreción intestinal no contiene sustancias con una acción digestiva, por el contrario en el interior del intestino delgado se vierte un líquido que contiene gran cantidad de iones y con una composición parecida al **LEC (Líquido Extracelular)**. Este líquido sigue la ley de la Osmosis. La pared intestinal tiene una serie de proteínas, en el borde luminal de las células que revisten la mucosa intestinal, con una acción enzimática, que completaran la acción digestiva. Estos enzimas son los siguientes:

**PEPTIDASAS:** Hidrolizan polipéptidos convirtiéndolos en aminoácidos.

**DISACÁRIDAS:** Hidrolizan los monosacáridos.

**LIPASAS:** Hidrolizan las grasas.

El que haya mayor o menor cantidad de líquido o moco en el interior del intestino se debe a las influencias que sobre este ejerce la regulación de la digestión.

**¿Porqué el intestino es la zona donde se absorben los principios inmediatos?**

El intestino delgado tiene una disposición especial de la mucosa que le permite aumentar la absorción. La mucosa presenta pliegues que permiten multiplicar por 3 la absorción . El epitelio de la mucosa forma unas vellosidades que además multiplican por 10 la superficie de absorción y si esto no fuera necesario las mismas células presentan a su vez vellosidades que se llaman borde en cepillo que multiplican por 20 la superficie de absorción intestinal. Con este especial dispositivo de la mucosa intestinal se multiplica por 600 su capacidad total de absorción.

La superficie total de absorción del intestino delgado es de 200 m<sup>2</sup>.

## **TEMA 9**

### **FISIOLOGÍA DEL HÍGADO.**

#### **1.- Fisiología anatómica.**

El hígado se localiza en el hipocondrio derecho por debajo de la cápsula diafragmática e invade parte de la línea media del abdomen. Es una víscera grande que pesa sobre el 1'5 kg. En ella se distinguen dos glóbulos, uno más grande que el otro.

El hígado posee una vascularización especial, llamada irrigación peritrial, El hígado recibe sangre procedente de la arteria hepática, que es una rama de la aorta y que gracias a esta recibe el 25% del total del suministro. El otro 75% le llega por la vena porta que lleva sangre procedente del bazo, intestino, páncreas. Esta sangre es venosa y va ser rica en principios inmediatos absorbidos a nivel intestinal.

La sangre portal y arterial se mezclan a nivel de los sinusoides hepáticos y la sangre sale del hígado a través de la vena hepática.

La unidad funcional del hígado es el **LOBULILLO HEPÁTICO**. Tiene forma hexagonal situado alrededor de una vena central. Estas venas centrales confluyen en venas cada vez mayores, hasta llegar a formar la vena hepática. En la confluencia entre 2 lobulillos está el **ESPACIO PORTA**, donde confluirán ramas de la vena porta, de la arteria hepática, del conductillo biliar y ramas de la vía linfática. Los hepatocitos (células hepáticas) se organizan en láminas celulares que tendrán una disposición radial confluyendo hacia la zona central del lobulillo hepático. Estas láminas tienen un polo sanguíneo cerca del capilar y un polo biliar que

está en contacto con la vía biliar primitiva, que desemboca en los canalículos biliares. Entre las sinusoides y las láminas del hepatocito existe un espacio pequeño llamado **ESPACIO DE DISSE**. Además entre las células endoteliales existen poros que dejan pasar elementos.

El hígado desarrolla también una importante función de limpieza inmunológica llevada a cabo por unas células llamadas **CÉLULAS DE KUPFFER**, que pertenecen al sistema retículo endotelial y que forman parte del sistema monocito macrófago (leucocitos). Estas células se van a los tejidos permaneciendo un tiempo indefinido. Tienen una *acción defensiva y macrófaga*.

## 2.- Funciones del hígado.

Son tres las funciones que desempeña el hígado.

**FUNCIONES VASCULARES.** El hígado realiza una importante función de reservorio, almacenaje y limpieza de la sangre. El hígado en condiciones normales llega a almacenar 450 ml. Además como consecuencia de su capacidad para contraerse y dilatarse puede llegar al albergar hasta casi 1'5 litros de sangre. Esta sangre puede ser movilizada en cualquier momento en la que se necesite, por ejemplo cuando el corazón no bombea toda la sangre que le llega provocando una hinchazón en las piernas y el hígado se llena de sangre.

La 2<sup>a</sup> función, como hemos explicado anteriormente, es de limpieza y esta función es realizada por las **células de Kupffer**. Con la sangre portal llegan los productos absorvidos a nivel del intestino y puede que haya presencia de todo tipo de agentes contaminantes (bacterias), por lo que estos macrófagos realizan una acción defensiva frente a estos agentes patógenos, secuestrándolos y fagocitándolos.

La 3<sup>a</sup> función, es por la cual el hígado desarrolla un importante papel en la formación de la **LINFÁ** (líquido con alto contenido en proteínas), que se origina en los espacios de DISSE que a su vez se encuentran entre las sinusoides y los hepatocitos. La formación de la linfa origina la vía linfática que va por el conducto torácico hasta llegar o volver al sistema venoso de retorno.

**FUNCIONES METABÓLICAS:** Estas funciones afectan de manera muy importante al metabolismo de los 3 principios inmediatos:

**1.- HIDRATOS DE CARBONO:** El hígado almacena el glucógeno y es capaz de liberar glucosa a partir del glucógeno si la glucemia es baja e invertir el proceso si la glucemia es alta, es decir convertir glucosa en glucógeno (por ejemplo después de las comidas). Esta función se le conoce como la **FUNCIÓN AMORTIGUADORA** de la glucosa. El hígado tiene la capacidad de almacenar y vaciar moléculas de glucosa. Pero no solamente encontramos glucosa en el hígado, sino que también existe en los músculos. Las grasas son energía de reserva para períodos de ayuno prolongado o cuando se realizan grandes esfuerzos. Cuando bajan los niveles de glucosa en la sangre se movilizan las grasas del tejido adiposo y en el hígado es donde se transforma en glucosa.

El glucógeno es un polímero de la glucosa. Además el hígado también es capaz de convertir dos monosacáridos como son la galactosa y la fructosa procedentes del territorio intestinal en glucosa.

## ¿Cuál es la relación del hígado con el metabolismo de las grasas?

El hígado realiza la función llamada **GLUCONEOGÉNESIS**, que representa la transformación de aminoácidos y ácidos grasos y lactato en moléculas de glucosa.

**2.- GRASAS:** En el hígado se produce lo que se denomina la **BETAOXIDACIÓN** de las grasas, y a través de la oxidación de las mismas la formación de los **CUERPOS CETÓNICOS**. Además se forman las

lipoproteínas que permiten el transporte de las grasas a través del organismo ya que se hacen liposolubles.

En el hígado existen grandes cantidades de **FOSFOLÍPEDOS** y **COLESTEROL**. Los fosfolípedos forman parte de las membranas y estructuras celulares y el colesterol es el responsable de la formación de las hormonas sexuales a partir de su síntesis.

Cuando un individuo es goloso y en su dieta hay una gran presencia de azúcares, estos le proporcionan grasa que será la culpable de su aumento de grosor. En este caso el organismo actúa de la siguiente forma: el hígado tiene la facultad de transformar el exceso de hidratos de carbono y proteínas en grasa. Lo que le sobra al organismo no es desecharlo por el hígado sino que este lo transforma en grasa que irá a parar a cualquier parte del cuerpo. A través de la **LIPOSUCCIÓN**, no solamente se eliminan las grasas sino también las estructuras capaces de almacenar las mismas.

**3.- PROTEÍNAS:** En el hígado se produce la desaminación de los aminoácidos, es decir, en la oxidación de los aminoácidos se elimina el grupo amino ( $\text{NH}_3$ ) que es **amoníaco** y con dos moléculas de amoníaco el hígado lo transforma en **UREA** que no es tóxica y que eliminada a través de los riñones. Si falla el hígado se acumula el amoniaco y puede causar trastornos muy serios y si además deja de funcionar el riñón, el acúmulo de urea puede llegar a ser fatal. El hígado además puede formar las proteínas plasmáticas y tiene la capacidad de sintetizar los aminoácidos no esenciales (aquellos que el organismo es capaz de formar a partir de otros). Un gran aporte de proteínas sobrecarga la actividad hepática.

#### **4.- Otras funciones metabólicas:**

Almacenamiento de proteínas para cuando se produce una dieta deficitaria, durante un corto periodo de tiempo. Sobre todo de vitaminas liposolubles.

Formación de factores de coagulación. Insuficiencias funcionales hepáticas producen hemorragias ya que faltan las proteínas necesarias para la formación del coágulo.

Almacenamiento de hierro en forma de ferritina.

Transformación de sustancias propias y ajenas como fármacos, hormonas, ,etc..

### **FUNCIONES SECRETORAS Y EXCRETORAS**

El hígado fundamentalmente segregá bilis, que contiene sales biliares y excreta varios productos de entre los que estaría el colesterol y la bilirrubina (producto de la metabolización de la hemoglobina) y productos deshecho.

## **Tema 10**

### **Ejercicio físico y**

**respuestas digestivas.**

#### **1.- Funciones digestivas y actividad física.**

Durante la actividad física aparecen tres hechos que afectan a la acción digestiva:

**AUMENTO DE ACTIVIDAD SIMPÁTICA:** La pared y las estructuras glandulares del tubo digestivo están sometidas a inervación simpática, que provocan un activación de la motilidad y de las secreciones gástricas. Durante el ejercicio se produce un aumento de actividad simpática, por lo que una estimulación intensa

produciría una inhibición de la actividad de la función digestiva, es decir, una disminución de la misma, mientras que una estimulación moderada produciría un discreto aumento de la actividad digestiva.

**CAMBIOS CIRCULATORIOS:** Se produce una importante redistribución de la sangre: El músculo requerirá un gran aporte de sangre y esta se la quitará al territorio visceral. La disminución del aporte de sangre puede llegar a ser del orden de 60/70% menor a la afluencia normal. De lo cual deducimos que los procesos digestivos no son compatibles con el ejercicio físico. Por otro lado, durante la actividad física, también se da un mecanismo termorregulador que controla la pérdida de calor por el traslado de la sangre a los plexos de la piel. Funciona como un radiador, regulando la temperatura corporal. Por lo que en condiciones de compatibilizar el ejercicio físico con la función digestiva pueden aparecer, náuseas, vómitos, malestar general, golpe de calor, etc..

**CAMBIOS HORMONALES:** Se producen cambios hormonales que afectan a la acción digestiva. Durante el ejercicio físico aumenta la **SOMATOESTAMINA**, que tiene una acción inhibitoria de las funciones gastrointestinales (inhibe la motilidad y las secreciones digestivas.). Además con el ejercicio físico aumentan las **ENDOMORFINAS** (opiaceos-endógenos), que tienen unas acciones similares a los derivados del opio y la morfina produciendo una acción analgésica potente. Otra hormona que aumenta es la **CODEÍNA**, cuyo efecto secundario más importante es la inhibición de la motilidad gastrointestinal. En general podríamos decir que todas estas acciones (analgesica como de bienestar y placer) tienen como efecto una inhibición de la motilidad del tubo digestivo.

## 2.- Ejercicio físico y salud gastrointestinal.

El ejercicio físico se ha ligado a la mejora de las funciones gastrointestinales. Cuando el ejercicio es de una intensidad moderada mejora en términos generales la función digestiva, siempre y cuando este alejado de los períodos digestivos, se decir, después de la ingesta.

El ejercicio físico mejora no solamente la función gastrointestinal, sino la función intestinal, evitando cuando cualquier tipo de patología intestinal. La teoría más aceptada es que el ejercicio físico moderado contribuye la equilibrio psico-físico del individuo, al equilibrio emocional (muchas patologías digestivas están relacionadas con problemas emocionales, por ejemplo el stress = úlcera duodenal, situaciones de ansiedad pueden causar estreñimiento o diarrea). Además una estimulación simpática moderada mejora la función motora y secretora del estómago.

## 3.- Ejercicio físico y patología gastrointestinal.

### 3.1.- Patología digestiva inducida de deportes específicos.

**Traumatismos viscerales:** Los traumatismos viscerales se producen en deportes violentos (lucha y de contacto), en los que se pueden producir entre otras lesiones de rotura de hígado, bazo generalmente.

**Hernias:** Las hernias se producen por una salida de una porción del intestino a través de la pared abdominal hacia el exterior. Este tipo de hernias se dan con mucha frecuencia en algunos deportes específicos que como la Halterofilia reproducen situaciones de hipertensión abdominal. Se localizan generalmente en el agujero umbilical y en el conducto inguinal.

**Reflejo gastroesofágico:** Aparecen normalmente en submarinistas como ardor intensos, factores alérgicos que provocan el paso del contenido gástrico al esófago (aumento de la secreción ácida), lo que hace que se dañe la mucosa del esófago.

Todo esto se produce por problemas de hipertensión abdominal que junto a la inspiración profunda que se debe a la propia inmersión va a condicionar un fallo en la función esfínteriana (esfínter esofágico inferior) entre

la zona de unión del esófago y del estómago.

Todos estos problemas se solucionan cuando el buceador está respirando aire comprimido. También los buceadores a veces experimentan dolores abdominales que pueden acompañados o no de diarrea, ya que en la descomprensión de las vísceras aumentan de manera considerable los volúmenes de los gases.

**Alteraciones rectales o Perineales.** El Periné lo constituye la base de la pelvis. Es la zona de asiento. Se han descrito problemas rectales y/o perineales en los ciclistas o en jinetes. Además son frecuentes en estos individuos las hemorroides, fistulas, abscesos, forúnculos de repetición (inflamaciones de las glándulas sudoríparas y sebáceas que están alrededor de los pelos de la zona), constituyendo un foco de infección por su proximidad a otras zonas contaminadas por bacterias (culo).

También nos encontramos con hemorroides en personas que practican el golf, debido especialmente a dos motivos: la vida sedentaria que normalmente llevan dichos practicantes y la posición con que se ejecuta el golpe (el swing) ya que la flexión de piernas provoca una hiperpresión abdominal que dificulta el retorno venoso.

### **3.2.– Manifestaciones digestivas en la práctica deportiva en general.**

**La bocas seca:** Se da con frecuencia durante la competición debido a la ansiedad que sufren los deportistas. Como solución se pueden realizar enjuagues y administrar caramelos duros.

**La pirosis o ardor Retroexternal:** Está íntimamente relacionado con el reflejo gastroesofágico. Este ardor es frecuente durante la carrera. No se ha demostrado que exista una disminución de la presión en el esfínter inferior, sino más bien la del esfínter. este podría ser le responsable del dolor en a zona. Su tratamiento sería a través de antiácidos como por ejemplo: almax.

**Nauseas, vómitos y retortijones:** Este tipo de patología es muy frecuente en el deporte en general y muchas veces son consecuencia del stress nervioso. La actividad simpática intensa inhibe la motilidad gástrica e intestinal (genera movimientos antiperistálticos de dirección proximal). Las bebidas muy azucaradas que se deben a soluciones muy concentradas (hiperosmolares) inhiben el vaciamiento gástrico.

Otras causa que se cita que es el aumento de las catecolaminas activan el centro del vómito, por lo que se recomienda no comer las 3/4 horas antes del realizar cualquier esfuerzo. La nausea post–esfuerzo es transitoria y aparece después de un ejercicio muy intenso. No tiene efectos y desaparece a los pocos minutos.