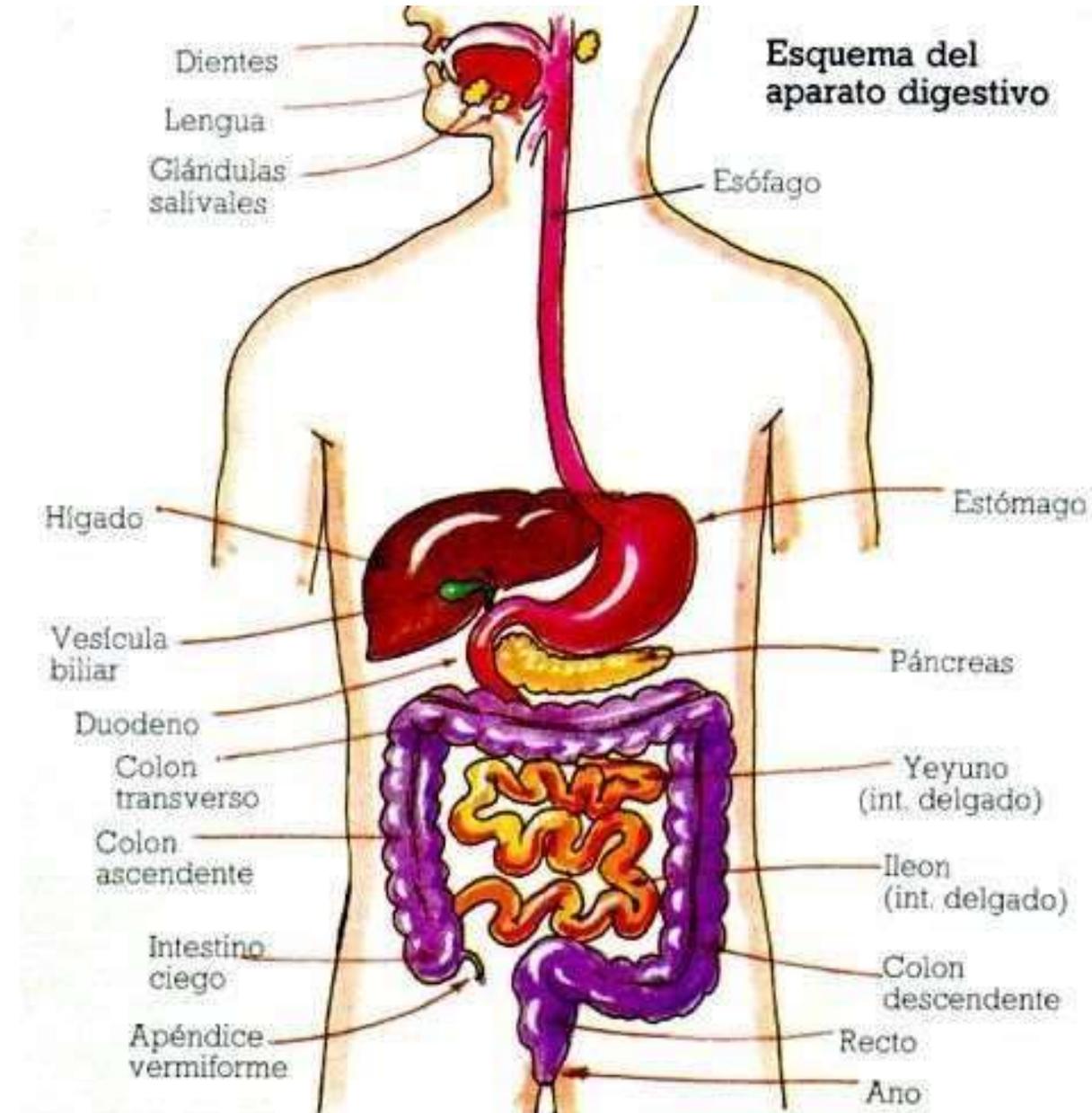


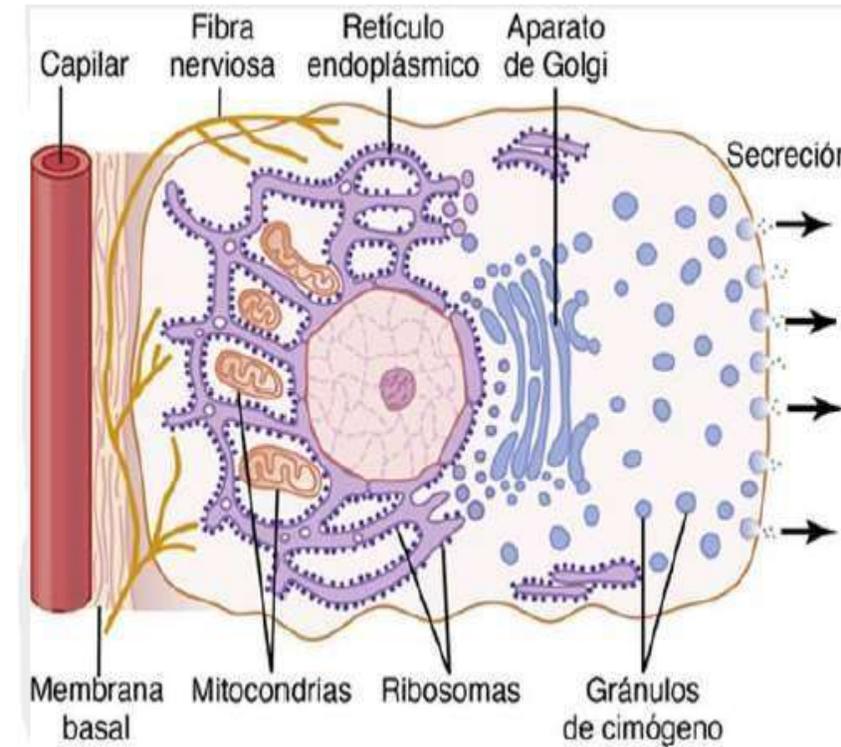
ABSORCIÓN EN EL TUBO DIGESTIVO

Dra. Cecilia García

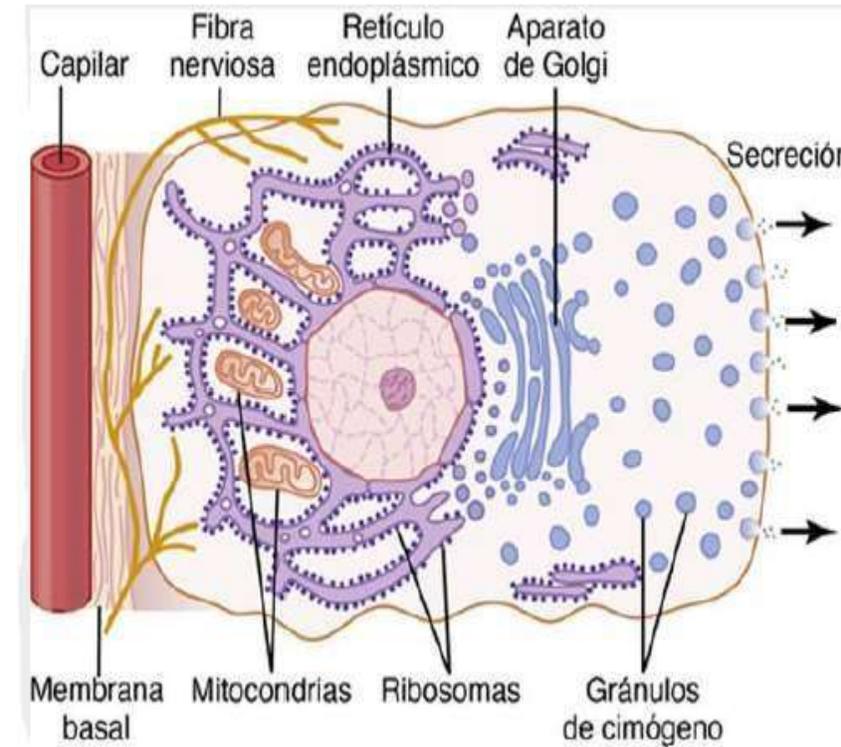


TIPOS DE GLÁNDULAS DEL TUBO DIGESTIVO

- La superficie del epitelio de la mayor parte del tubo digestivo posee literalmente miles de millones de *glándulas mucosas unicelulares* llamadas simplemente *células mucosas* o, a veces, *células caliciformes*, por su aspecto de cáliz. Responden sobre todo a la irritación local del epitelio y expulsan su *moco* directamente hacia la superficie epitelial, para que actúe como lubricante protector contra la excoiación y la digestión.



Muchas zonas superficiales del tubo digestivo están cubiertas por *depresiones* que representan invaginaciones del epitelio hacia la submucosa. En el intestino delgado, estas depresiones, llamadas *criptas de Lieberküh*

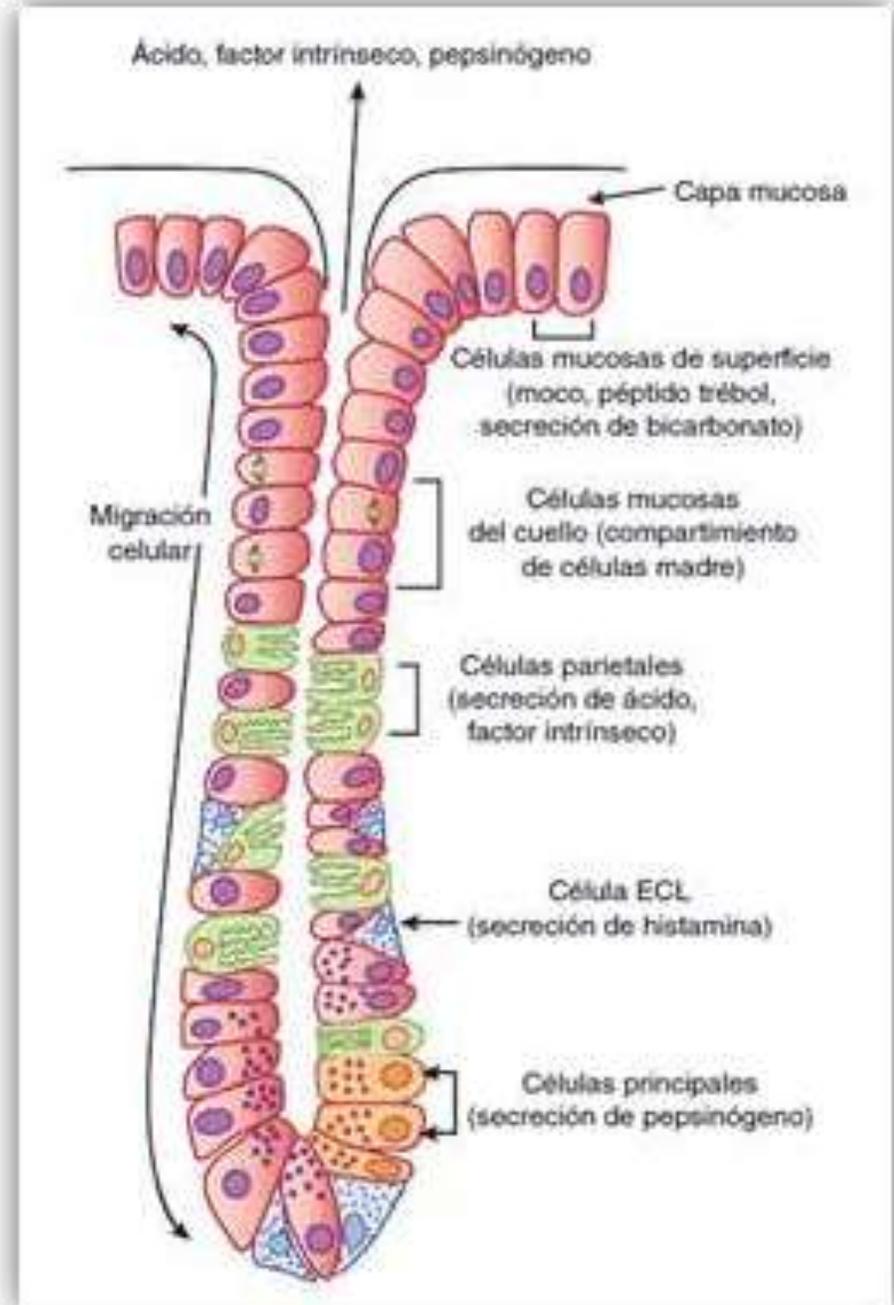


CONTINUACIÓN

- En tercer lugar, el estómago y la parte proximal del duodeno poseen un gran número de *glándulas tubulares profundas (glándula oxíntica)*.
- En cuarto lugar, existen varias glándulas complejas asociadas al tubo digestivo, tales como las *glándulas salivales*, el *páncreas* y el *hígado*, que proporcionan secreciones para la digestión o emulsión de los alimentos.



Las glándulas salivales y el páncreas están formados por glándulas acinares. Estas glándulas se localizan fuera de las paredes del tubo digestivo, por lo que, en este aspecto, difieren de las demás glándulas digestivas. Contienen millones de *acinos* revestidos por células glandulares secretoras; estos acinos confluyen en un sistema de conductos que desembocan en el tubo digestivo propiamente dicho.



FUNCIÓN DE LOS ESTÍMULOS NERVIOSOS ENTÉRICOS

- La presencia de los alimentos en un determinado segmento del tubo digestivo suele estimular a las glándulas de esta zona y de otras adyacentes para que secreten cantidades moderadas o grandes de jugos digestivos.
- Parte de este efecto local, como es la secreción de moco por las células caliciformes, se debe a la estimulación producida por el contacto directo de las células glandulares superficiales con los alimentos.
- Además, la estimulación epitelial local activa también al *sistema nervioso entérico* de la pared intestinal.
- Los tipos de estímulos que activan este sistema son: 1) la estimulación táctil; 2) la irritación química, y 3) la distensión de la pared intestinal.
- Los reflejos nerviosos así desencadenados excitan la secreción tanto de las células mucosas de la superficie epitelial intestinal como de las glándulas profundas de la pared.

ESTIMULACIÓN AUTÓNOMA: PARASIMPÁTICA

- La estimulación de los nervios parasimpáticos del tubo digestivo aumenta la velocidad de secreción glandular.
- Este aumento en la velocidad de secreción sucede en especial con las glándulas de la parte proximal, que se encuentran inervadas por los nervios parasimpáticos glosofaríngeo y vago y que comprenden las glándulas salivales, las esofágicas, las gástricas, el páncreas y las glándulas de Brunner del duodeno.
- Igual ocurre con las glándulas de la porción distal del intestino grueso, que son inervadas por los nervios parasimpáticos pélvicos.
- La secreción del resto del intestino delgado y de los dos tercios iniciales del intestino grueso depende fundamentalmente de los estímulos nerviosos y hormonales que afectan de manera focal a cada segmento del intestino.

ESTIMULACIÓN AUTÓNOMA: SIMPÁTICA

- La estimulación de los nervios simpáticos de algunas zonas del tubo digestivo produce un aumento leve o moderado de la secreción de algunas glándulas locales. Sin embargo, la estimulación simpática también induce la constricción de los vasos sanguíneos que irrigan las glándulas.
- Por tanto, la estimulación simpática puede tener un efecto doble: 1) la estimulación simpática aislada suele provocar un ligero aumento de la secreción, y 2) si la estimulación parasimpática u hormonal está ya produciendo una copiosa secreción, la estimulación simpática sobreañadida la reducirá, a veces en gran medida, sobre todo a través de la disminución del flujo sanguíneo (vasoconstricción).

REGULACIÓN HORMONAL DE LA SECRECIÓN GLANDULAR

- En el estómago y el intestino, varias *hormonas gastrointestinales* ayudan a regular el volumen y el carácter de las secreciones.
- Estas hormonas se liberan en la mucosa gastrointestinal como respuesta a la presencia de alimentos en la luz del tubo digestivo, para absorberse y pasar luego a la sangre, que las transporta hasta las glándulas, donde estimulan la secreción.
- Este tipo de estímulo actúa sobre todo incrementando la producción de jugo gástrico y de jugo pancreático tras la llegada de alimentos al estómago o al duodeno.
- Químicamente, las hormonas gastrointestinales son polipéptidos o derivados de ellos.

SECRECIÓN DE SUSTANCIAS ORGÁNICAS

- 1. Los nutrientes necesarios para la formación de la secreción deben difundir o transportarse de forma activa desde la sangre de los capilares hasta la base de las células glandulares.
- 2. Muchas *mitocondrias*, localizadas dentro de la célula y cerca de su base, utilizan la energía oxidativa para la formación del trifosfato de adenosina (ATP).
- 3. La energía procedente del ATP, junto con el sustrato adecuado aportado por los nutrientes, se utiliza para la síntesis de las sustancias orgánicas secretadas; esta síntesis tiene lugar casi exclusivamente en el *retículo endoplásmico* y en el *aparato de Golgi* de la célula glandular. Los *ribosomas* unidos al retículo son los responsables concretos de la formación de las proteínas secretadas.
- 4. Los productos de la secreción se transportan a través de los túbulos del retículo endoplásmico y en unos 20 min cubren el trayecto hacia las vesículas del aparato de Golgi.

SECRECIÓN DE SUSTANCIAS ORGÁNICAS

- 5. Dentro del aparato de Golgi, los materiales se modifican, sufren adiciones o se concentran y, por último, salen del citoplasma en forma de *vesículas de secreción* que se almacenan en los extremos apicales de las células secretoras.
- 6. Estas vesículas quedan almacenadas hasta que las señales de control nerviosas u hormonales expulsan su contenido hacia la superficie celular.

- Esta acción tiene lugar probablemente de la siguiente forma: la hormona se une a su receptor y, a través de uno de los diversos posibles mecanismos de señalización celular, *aumenta la permeabilidad de la membrana celular para los iones calcio.*
- El calcio penetra en la célula y hace que muchas de las vesículas se fusionen con la membrana celular apical, que después se abre hacia la superficie a fin de vaciar su contenido hacia el exterior.
- Este proceso se denomina *exocitosis*

SECRECIÓN DE AGUA Y ELECTRÓLITOS

- Una segunda función de las glándulas es la secreción suficiente de agua y electrólitos, junto con las sustancias orgánicas. La secreción en las glándulas salivales ofrece un ejemplo del modo en que la estimulación nerviosa haría que grandes cantidades de agua y sales pasaran a través de las células glandulares, contribuyendo así a la expulsión por lavado de las sustancias orgánicas del borde secretor de la célula.

EL MOCO

- El moco es una secreción densa compuesta fundamentalmente por agua, electrólitos y una mezcla de varias glucoproteínas. El moco muestra ligeras diferencias en las distintas partes del tubo digestivo, siendo un lubricante y protector de la pared gastrointestinal excelente.
- En *primer lugar*, tiene una cualidad adherente que permite fijarse con firmeza a los alimentos y a otras partículas, formando una fina capa sobre su superficie.
- En *segundo lugar*, posee la *consistencia* suficiente para cubrir la pared gastrointestinal y evitar casi todo contacto real entre las partículas de alimentos y la mucosa.
- En *tercer lugar*, su resistencia al deslizamiento es muy escasa, por lo que las partículas se desplazan a lo largo del epitelio con suma facilidad.
- En *cuarto lugar*, el moco hace que las partículas fecales se adhieran entre ellas, creando masas fecales que se expulsan gracias a los movimientos intestinales.
- En *quinto lugar*, es muy resistente a la digestión por las enzimas gastrointestinales.

EL MOCO

- En *sexto lugar*, las glucoproteínas del moco poseen propiedades anfóteras, lo que significa que amortiguan pequeñas cantidades de ácidos o álcalis; además, el moco suele contener cantidades moderadas de iones bicarbonato, que neutralizan específicamente los ácidos.
- Así, el moco facilita el deslizamiento de los alimentos a lo largo del aparato digestivo y evita la excoiación y el daño químico del epitelio.
- Cualquier persona se percata de la auténtica calidad lubricante del moco cuando sus glándulas salivales no secretan saliva, pues en estas circunstancias resulta extraordinariamente difícil deglutir los alimentos sólidos, incluso aunque se ingieran grandes cantidades de agua.

LA SALIVA CONTIENE UNA SECRECIÓN SEROSA Y UNA SECRECIÓN MUCOSA

- Las principales glándulas salivales son las *parótidas*, las *submandibulares* y las *sublinguales*; además, hay muchas glándulas *bucales* diminutas.
- La secreción diaria normal de saliva oscila entre 800 y 1.500 ml, con un promedio de 1.000 ml.
- La saliva contiene dos tipos principales de secreción proteica: 1) una *secreción serosa* rica en *ptialina* (una α -amilasa), que es una enzima destinada a digerir los almidones, y 2) una *secreción mucosa* con abundante *mucina*, que cumple funciones de lubricación y protección de la superficie.
- Las glándulas parótidas secretan casi exclusivamente una saliva serosa, mientras que las submandibulares y sublinguales secretan ambos tipos. Las glándulas bucales solo secretan moco. El pH de la saliva varía de 6 a 7, que son límites favorables para la acción digestiva de la ptialina.

SECRECIÓN DE IONES POR LA SALIVA

- La saliva contiene, sobre todo, grandes cantidades de iones potasio y bicarbonato. Por otra parte, las concentraciones de iones sodio y cloruro son varias veces menores en la saliva que en el plasma.
- Los acinos producen una secreción *primaria* que contiene ptialina, mucina o ambas sustancias en una solución de iones con una concentración no muy distinta de la del líquido extracelular. Cuando la secreción primaria fluye por los conductos, se establecen dos procesos de transporte activo que modifican en gran medida la composición iónica de la saliva.

En primer lugar, se produce una reabsorción activa de *iones sodio* a lo largo de todo el conducto salival y, al mismo tiempo, se secretan activamente *iones potasio*, que se intercambian por los de sodio. De esta forma, se reduce mucho la concentración salival de iones sodio, al tiempo que aumenta la de potasio. Sin embargo, la reabsorción de sodio supera a la secreción de potasio, por lo que en los conductos salivales se crea una negatividad de alrededor de -70 mV; a su vez, esta negatividad facilita la reabsorción pasiva de iones cloruro.

CONTINUACIÓN

- En segundo lugar, el epitelio ductal secreta *iones bicarbonato* hacia la luz del conducto. Esta
- secreción se debe, a un intercambio pasivo de bicarbonato por cloruro, aunque también podría ser consecuencia de un proceso de secreción activa.
- El resultado neto de estos procesos de transporte es que, *en condiciones de reposo*, las concentraciones salivales de los iones sodio y cloruro alcanzan solo alrededor de 15 mEq/l cada una, es decir, entre la séptima y la décima parte de sus concentraciones plasmáticas. A su vez, la concentración de iones potasio se aproxima a 30 mEq/l, que es siete veces mayor que la del plasma, y la concentración de iones bicarbonato varía de 50 a 70 mEq/l, alrededor de dos a tres veces la del plasma.

- *Durante la salivación máxima*, las concentraciones iónicas cambian de manera considerable
- porque la velocidad de formación de la secreción primaria por los acinos aumenta hasta 20 veces. En consecuencia, esta secreción acinar fluye por los conductos con una rapidez tal que el acondicionamiento ductal de la secreción queda muy reducido. Por eso, cuando se secretan cantidades copiosas de saliva.

FUNCIONES DE LA SALIVA

- En condiciones basales y de vigilia, cada minuto se secretan alrededor de 0,5 ml de saliva, casi toda ella de tipo mucoso; sin embargo, durante el sueño, la secreción resulta baja. Esta secreción desempeña un papel muy importante en la conservación de los tejidos bucales sanos. La boca contiene grandes cantidades de bacterias patógenas que pueden destruir con facilidad sus tejidos y provocar caries dentales. La saliva ayuda a evitar este deterioro de varias maneras:
 - 1. El flujo de la saliva ayuda a lavar y a arrastrar los gérmenes patógenos y las partículas alimenticias que les proporcionan el sostén metabólico.

- La saliva contiene varios factores que destruyen las bacterias, entre ellos *iones tiocianato* y distintas *enzimas proteolíticas* (la más importante es la *lisozima*), que: 1) atacan a las bacterias; 2) favorecen la penetración en las bacterias de los iones tiocianato para que puedan ejercer su acción bactericida, y 3) digieren las partículas alimenticias, contribuyendo así a la eliminación del sustrato metabólico utilizado por la flora bucal.
- 3. La saliva suele contener cantidades significativas de anticuerpos que destruyen a las bacterias bucales, incluidas algunas de las causantes de la caries dental.

SECRECIÓN ESOFÁGICA

- Las secreciones esofágicas son solo de naturaleza mucosa y principalmente proporcionan
- lubricación para la deglución. Gran parte del esófago está revestido por *glándulas mucosas simples*.
- En el extremo gástrico y, en menor medida, en la porción inicial del esófago existen muchas
- *glándulas mucosas compuestas*. El moco secretado por estas últimas en la parte superior del esófago evita la excoiación de la mucosa por los alimentos recién llegados, mientras que las glándulas compuestas cercanas a la unión gastroesofágica protegen la pared del esófago frente a la digestión por los jugos gástricos ácidos que a menudo refluyen desde el estómago hacia la porción inferior del esófago. A pesar de esta protección, a veces se producen úlceras pépticas en el extremo gástrico del esófago.