

جهاز الهضم

Digestive system

المحاضرة

9

المراجع المعتمدة

• الاطلاع على المراجع:

- Ref1: Walter F. Boron, Emile L. Boulpaep, Medical Physiology. Updated Edition, 2006, p: 771-825.
- Ref 2: Bruce R. Johnson PH.D, Human Physiology, 5th edition, 2010, p: 686-723.
- Periodical: The Journal of Physiology, monthly journal.

العناوين الرئيسية:

- 1- مدخل
- 2- وظائف جهاز الهضم
- 3- الهضم في الفم
- 4- تنظيم إفراز اللعاب
- 5- البلع
- 6- حركة المري
- 7- الهضم في المعدة
- 8- الوظيفة الحركية للمعدة
- 9- الهضم في العفج
- 10- الإفراز الصفراوي
- 11- وظائف الكبد
- 12- الهضم في الأمعاء الدقيقة
- 13- الهضم في الأمعاء الغليظة
- 14- الامتصاص

1. مدخل Introduction:

يتألف جهاز الهضم من الفم، البلعوم، المري، المعدة، الأمعاء الدقيقة، الأمعاء الغليظة، الشرج. يلحق به الأسنان والغدد اللعابية والكبد والمعتكلة.

تتركب أجزاء جهاز الهضم بشكل عام من ثلاث طبقات: بطانة داخلية ومتوسطة عضلية وخارجية تتألف من نسيج ضام.

2. وظائف جهاز الهضم:

يعمل جهاز الهضم على تحويل الأطعمة المتناولة إلى عناصر بسيطة يسهل امتصاصها والاستفادة منها في بناء الجسم والحصول على الطاقة اللازمة لفعاليات الجسم الحيوية المختلفة. تشمل عمليات الهضم:

- عمليات فيزيائية: تهدف إلى تجزئة الأطعمة ومزجها وتليينها.
- عمليات كيميائية حيوية: تهضم الأطعمة بواسطة العصارات الهاضمة لاحتوائها على الأنزيمات التي تحول المواد الطعامية إلى شكلها البسيط القابل للامتصاص من خلال الزغابات المعوية.
- تتحول البروتينات إلى حموض أمينية، وتتحول المواد الدسمة إلى حموض دسمة وجليسيريدات، والمواد النشوية والسكرية تتحول إلى سكريات أحادية بسيطة.
- تتم وظيفة جهاز الهضم بتأزر ثلاث وظائف:
- الوظيفة الحركية: تقوم بهذه الوظائف المجموعات العضلية المختلفة الخاصة بالجهاز الهضمي التي تؤمن المضغ والبلع وتحريك اللقمة الطعامية على طول السبيل الهضمي، وتحقق تماس جيد بين العناصر المهضومة وظهارة الأمعاء لتأمين امتصاص جيد، ثم طرح الفضلات.
- الوظيفة الإفرازية: تكوين وإفراز العصارات الهاضمة التي تحوي الأنزيمات المختلفة الضرورية لعملية الهضم. حصيلة الوظيفتين السابقتين تدعى الهضم.
- الامتصاص: تمتص العناصر البسيطة الناتجة عن عملية الهضم.

3. الهضم في الفم:

يقطع الطعام ويطحن ويمزج باللعاب ليتحول إلى لقمة يسهل ابتلاعها، تتم عملية المضغ بمساعدة الفكين والأسنان واللسان والعضلات الماضغة، دخول الطعام إلى الفم يحرض إفراز اللعاب وينشط عمل العضلات الماضغة.

توجد في الفم 3 غدد كبيرة هي: الغدة النكفية والغدة تحت اللسان وتحت الفك، يضاف إليها عدد كبير من الغدد اللعابية الصغيرة، وتحوي الغدد اللعابية خلايا تفرز المخاط وخلايا أخرى مفرزاتها مصلية.

اللعاب المفرز من الغدة تحت الفك وتحت اللسان لزوج أكثر من اللعاب المفرز من الغدة النكفية بسبب وجود المخاطين، الذي يمتزج مع الطعام ويسهل تقطيعه ومزجه ثم ابتلاعه، يحوي اللعاب كميات بسيطة من ألبومين وغلوبولين، وأملاح معدنية تشمل كلور الصوديوم والبوتاسيوم وفوسفات الكالسيوم، يميل تفاعل اللعاب إلى القلوية، وكميته في اليوم تعادل 1000-1200 مل.

يبدأ هضم السكريات في الفم بسبب وجود أميلاز في اللعاب الذي يفكك النشاء إلى مالتوز الذي يتفكك بتأثير المالتاز إلى سكر عنب، لعاب الأطفال الرضع يحوي لبياز فيبدأ هضم الحليب عندهم في الفم.

جهاز الهضم

لا تتم عملية الهضم في الفم بسبب قصر فترة بقاء الطعام فيه وعدم ملائمة الوسط لعملية الهضم.

4. تنظيم إفراز لعاب:

يتم الإفراز بمنعكسات غريزية مباشرة عبر الأعصاب: مثلث التوائم والوجهي والبلعومي اللساني، وقد يحدث الإفراز بمنعكسات شرطية، التنبيه اللاودي يؤدي إلى إفراز لعابي غزير.

5. البلع:

جملة من الحركات والتقلصات تنقل المادة الطعامية بعد هضمها في الفم إلى المري لتمر عبره إلى المعدة، تشارك في البلع عضلات اللسان والبلعوم والمري، يسهل اللعاب عملية البلع، يبدأ البلع بشكل إرادي لكنه يتم بشكل غير إرادي، ينظم البلع مركز البلع وهو موجود في جذع الدماغ أعلى مركز التنفس.

6. حركة المري:

ينتقل المري ليدفع الطعام بشكل انعكاسي، وتتابع حركته من الأعلى إلى الأسفل (عضلات المري في الأعلى مخططة إرادية وفي الأسفل ملساء لإرادية)، يعصب المري بالعصب العاشر مع العلم أنه يملك نظاماً ذاتياً خاصاً، في نهاية المري توجد مصرة عضلية تمنع عودة الطعام من المعدة إلى المري.

7. الهضم في المعدة:

يدخل الطعام إلى المعدة ويبقى فيها عدة ساعات يخضع فيها لهضم آلي وكيميائي بتأثير حركية المعدة ومفرزاتها، يتحول في النهاية إلى سائل معلق متجانس يدعى الكيموس ينتقل منها إلى الأمعاء الدقيقة.

تحوي المعدة جملة من الخلايا الإفرازية وهي في القاع:

- خلايا رئيسة تفرز الببسينوجين.
- خلايا جدارية تفرز حمض كلور الماء والعامل الداخلي الضروري لامتصاص الفيتامين B12.
- خلايا مخاطية تفرز المخاط.
- وفي غار المعدة توجد الخلايا:
- خلايا G تفرز الغاسترين.
- خلايا EC تفرز السيروتونين.
- وخلايا تفرز السوماتوستاتين.
- وخلايا مخاطية تفرز المخاط.

تركيب عصارة المعدة: يختلف تركيب العصارة المعدية بحسب الحالة الوظيفية، فالعصارة سائل لا لون له لزج قاتم حامضي تصل PH (3-5) بسبب وجود حمض كلور الماء فيه، يبلغ حجم العصارة المعدية اليومية 2-3 لتر/ يوم، تحوي العصارة الببسين الذي يهضم البروتينات بشكل أولي، فحمض كلور الماء يفعل الببسينوجين ويحوّله إلى الببسين الذي يقوم بتفعيل كميات جديدة من الببسينوجين.

يصل الليياز اللعابي إلى المعدة، ويؤثر على المواد الدسمة ويحوّلها إلى غليسيريدات أحادية وحموض دسمة حرة، يعمل الأنزيم في بداية الهضم عندما تكون حموضة المعدة قليلة. هذا الأنزيم موجود عند الرضع والأطفال الصغار.

تفرز كميات من الحمض بحسب نوع الطعام، فيزداد إفرازه بشدة لدى تناول البروتينات لذلك تصبح العصارة المعدية أكثر حموضة إذا كان الطعام بروتينياً، ويقل لدى تناول الكربوهيدرات (النشويات). يفرز الحمض على شكل حمض كلور الماء من الخلايا الجدارية، ويكون بشكل حر أو متحد مع الببسين أو المخاط المعدني، ويقوم بالوظائف التالية:

- يفعال الببسينوجين.

- يقتل الجراثيم.

- يحل المركبات المعدنية كأملاح الحديد والكلس.

- يحرض العفج على إفراز السكرتين الذي يحرض إفراز المعثكلة والكبد.

تحوي العصارة المعدية كذلك المخاط الذي يحمي الغشاء المخاطي من التأثيرات المخرشة، ويتحد مع الفائض من الحمض ويزيل تأثيره، أما العامل الداخلي فإنه يرتبط بالفيتامين B12 ويحمله إلى الأمعاء الدقيقة، ويحميه من تأثير العصارات الهاضمة حتى يتم امتصاصه.

أطوار الإفراز:

أ- الطور الأول أو الطور الدماغي: ويتم فيه الإفراز بتنبهات عصبية نتيجة منعكسات عصبية غريزية ناتجة عن وجود الطعام في الفم، أو نتيجة لمنعكسات شرطية يمكن أن تنتج عن رؤية الطعام أو حتى التفكير فيه.

ب- الطور المعدني: نتيجة التأثير المباشر للطعام على جدار المعدة بتنبهه آلي أو كيميائي تتحرض الإفرازات المعدية.

ت- الطور المعوي: يؤدي دخول الكيموس إلى العفج إلى نشوء منعكسات عصبية معوية-معدية تثبط حركية وإفراز المعدة (الغاسترين وحمض كلور الماء)، وتنشأ منعكسات خلطية تؤدي إلى إفراز مجموعة من المركبات من العفج والأمعاء بحسب مكونات الكيموس، فيفرز السكرتين من مخاطية العفج استجابة لحموضة الكيموس، ويفرز الكوليسيستوكينين استجابة لوجود الدسم، ويتحرر الببتيد المعوي المثبط استجابة لوجود الدسم والسكريات في الكيموس، تثبط هذه المركبات حركية وإفراز المعدة فتؤخر مرور الطعام من المعدة إلى الأمعاء ليتكيف مع الحالة الوظيفية للأمعاء.

8. الوظيفة الحركية للمعدة:

في الثلث العلوي لانحناء المعدة الكبير توجد منطقة تعمل كناظم خطي للتقلصات المعدية، إذ تولد تنبيهات بنظم معين يؤدي إلى تقلصات معدية تمزج الطعام وتحركه وتدفعه نحو البواب، تصل الموجة التقلصية إلى البواب حيث تكون المصرة البوابية في البداية مغلقة، فترتد الموجة الطعامية ويمتزج الطعام ويتم هضمه.

عند تناول الطعام يتمدد جدار المعدة، وتبدأ الحركات التقلصية بموجات بطيئة من القاع تمزج الطعام مع عصارة المعدة، ويهضم الطعام حتى يتحول إلى كيموس متجانس، وبعد مضي (3-5) ساعات تنفتح المصرة البوابية ويخرج الكيموس تدريجياً من المعدة إلى العفج، تعمل عدة عوامل على تنظيم فتح المصرة البوابية، من أهمها زيادة الضغط على جدران غار المعدة ودرجة تجانس الكيموس ودرجة حموضته، فكلما زادت حموضة الكيموس زادت مقوية البواب وتأخر انفتاح المصرة.

جهاز الهضم

الإقياء: فعل انعكاسي تنتقل فيه المعدة وتقدف محتوياتها عن طريق الفم، ينشأ التحريض من مواقع مختلفة مثل قاعدة اللسان والغشاء المخاطي للمعدة والأمعاء وجوف البطن والرحم، يقع مركز المنعكس في البصلة، ويسيطر على جملة الفعاليات الحركية التي ترافق الإقياء.

9. الهضم في العفج:

يخضع الكيموس لتأثيرات عصارة البنكرياس والصفراء.

إفراز المعثكلة (البنكرياس): تفرز المعثكلة عصارتها عبر قناتي ويرسغ وسانتوريني، تبلغ كمية العصارة حوالي 2 لتر، وهي سائل شفاف مخاطي قلوي التفاعل نتيجة وجود البيكربونات، وتؤثر على أنماط الأغذية الثلاث بسبب احتوائها على:

1- التربسين والكيموتربسين اللذين يحولان البروتينات إلى حموض أمينية.

2- ليباز وفسفوليباز، ويهضمان الشحوم ويحولانها إلى حموض دسمة.

3- الأميلاز وتحول النشاء والجليكوجين إلى غلوكوز.

يبدأ الإفراز بعد 2-3 دقائق من تناول الطعام بتأثير منعكسات عصبية عبر المبهم من الفم والبلعوم والمري إلى البنكرياس، وعندما يصل الطعام إلى العفج ينبه إفراز السكرتين من العفج الذي يحرض الإفراز المعثكلي المائي البيكربونات ليعدل حموضة الكيموس القادم من المعدة، ويعمل الكوليسيستوكينين المفرز من العفج على تحريض إفراز معثكلي أنزيمي، والغاسترين يحرض الإفراز البنكرياسي كذلك، أي يبدأ الإفراز البنكرياسي بمنعكسات عصبية عند تناول الطعام، ويعزز بتأثير مفرزات العفج ليفرز عصارة غزيرة غنية بالأنزيمات والبيكربونات.

10. الإفراز الصفراوي:

تصنع الصفراء في خلايا الكبد، وتفرز عبر الطرق الصفراوية لتخزن في المرارة حيث تتكثف لتفرز إلى العفج حين اللزوم. تتكون الصفراء من بيليروبين وأملاح صفراوية، وتحوي كوليسترول وشحوماً فوسفورية وشوارد معدنية وهي لا تحوي أنزيمات.

تسهم الصفراء في استحلاب الشحوم أي تحويلها إلى جزيئات صغيرة لتتمكن أنزيمات المعثكلة من التأثير عليها، فتساعد على هضم وامتصاص المواد الدسمة والمواد المنحلة في الدم.

يتم إفراز الصفراء باليتين:

1- عصبية بوساطة منعكسات مباشرة تنجم عن وجود الطعام في المعدة والأمعاء عن طريق المبهم الذي ينبه الحويصل الصفراوي، فينقل ويرخي المصرة.

2- آلية خلطية بتأثير الكوليسيستوكينين الذي يفرز من العفج ويحرض إفراز الصفراء. يعد حمض كلور الماء والدم في مقدمة المواد التي تنبه مخاطية العفج، وتؤدي إلى تحريض الإفراز الصفراوي، سعة الحويصل الصفراوي 40 مل والمعدل اليومي للصفراء حوالي 750 مل / يوم.

11. وظائف الكبد:

- تكوين وإفراز الصفراء.

- إزالة السمية وقتل الجراثيم القادمة مع الطعام الممتص من الأمعاء.

جهاز الهضم

- تكوين حمض البول والبولة الدموية.
- تكوين الكريات الحمراء عند الأجنة.
- تركيب الكثير من المواد البروتينية مثل الألبومين وعوامل التخثر والهيبارين والبروتينات الناقلة للحديد والنحاس وغيرها.
- تخزين الحديد والنحاس.
- تركيب الفيتامين A وإدخال العديد من الفيتامينات.
- يحوي الكبد خلايا كوبفر التي تعتبر جزءاً من الجهاز الشبكي البطاني.

12. الهضم في الأمعاء الدقيقة:

- تحتوي الأمعاء الدقيقة غد لبيركون التي تفرز عصارة معوية شفافة تصبح عكرة بسبب المخاط المفرز من الأمعاء، تحوي العصارة على:
- الإنتيالين وكنياز يحفز مولد التربسين ويحوه إلى تربسين.
 - أمينوبولي ببتيداز تحول عديدات الببتيد إلى حموض أمينية.
 - الليباز المعوي يهضم الدسم.
 - المالتاز يحول المالتوز إلى غلوكوز.
 - السكراز يهضم السكروز (سكر القصب).
 - اللاكتاز يحول الغلاكتوز إلى غلوكوز.
- أي تعمل العصارة المعوية على إتمام هضم البروتينات والدسم والسكريات لتتحول إلى العناصر الغذائية الأساسية القابلة للامتصاص.
- الوظائف الحركية:

يوجد نوعان من الحركات المعوية: حركات دفعية وحركات لدفعية، الحركات الدفعية وهي حركات حوية منتشرة تنتج عن تقلص العضلات الدائرية والطولانية، وتدفع الكيموس نحو الأسفل بسرعة 1 سم/د. الحركات اللادفعية وهي حركات موضعية تنتج عن تقلص متقطع للعضلات الدائرية واسترخائها، وتعمل على مزج الكيموس وزيادة احتكاكه مع بطانة الأمعاء لتسهيل الامتصاص، تتقلص الألياف العضلية المعوية بشكل دوري دون منبه خارجي.

13. الهضم في الأمعاء الغليظة:

تدخل المواد غير الممتصة من الأمعاء الدقيقة إلى الأمعاء الغليظة عبر الأعور عن طريق مصرة تسمح بمرور الكيموس، تكون المصرة مغلقة خارج أوقات تناول الطعام.

دور الأمعاء الغليظة في الهضم محدود، لأن الكيموس الواصل إليها تعرض للهضم في المراحل السابقة كلها، ويتم هضم الألياف السيللوزية بأنزيمات الجراثيم في الأمعاء الغليظة، ويتابع هضم جزء من البروتينات بفعل بقايا العصارات الهاضمة، توجد في الأمعاء الغليظة زمر جرثومية تخمر السكاكر وتفكك الألياف النباتية وتسهم في تركيب فيتامين K، نتيجة الفعل الجرثومي تتشكل مجموعة من المواد السامة كالإندول والسكاتول التي تمتص، لكن الكبد يعمل على إزالة سميتها.

جهاز الهضم

يمتص الماء والشوارد، وتتكثف الكتلة المتبقية التي تمتزج بالمخاط وحطام الخلايا وبقايا الأصبغة الصفراوية لتشكل البراز، تمتلك جدر الكولونات حركات ذاتية دفعية ولادفعية لكنها بطيئة والغاية منها مزج الكتلة الطعامية المتبقية ثم طردها.

14. الامتصاص:

الامتصاص عملية فيزيولوجية معقدة تؤمن مرور المواد الطعامية المختلفة المهضومة من خلال الأغشية المخاطية خاصة في الأمعاء الدقيقة إلى الدم واللمف.

يتم الامتصاص بالارتشاح والانتشار والحلول والنقل الفعال والاحتساء.

الارتشاح: يزداد الضغط داخل لمعة الأمعاء بسبب التقلص العضلي بمقدار 10 ملمز مما يسرع انتشار الماء والشوارد عبر جدار الأمعاء.

الانتشار والحلول: تمر المواد بفرق التركيز ويسهم في هذه العملية أيضاً النقل المرافق للصوديوم.

النقل الفعال: حيث تصرف طاقة لامتصاص بعض المواد عبر حوامل بروتينية.

الاحتساء: وتمتص بهذه الطريقة البروتينات الكبيرة الضرورية، وتتم بتشكيل فجوة تحيط بالمادة المطلوبة ثم تنغلق عليها، وتدخلها إلى داخل الخلايا ومنها تنتشر إلى الدم.

- الامتصاص في الفم: وهو مهمل، تمتص فيه بعض السكاكر البسيطة فقط، لكن المهم هو امتصاص بعض الأدوية عن هذا الطريق.

- الامتصاص في المعدة: بسيط جداً لأن جدار المعدة غير معد أصلاً للامتصاص، لكنه يمتص الماء والكحول وبعض الأملاح المعدنية.

- الامتصاص في الأمعاء الدقيقة: يتم الامتصاص بشكل أساسي في الأمعاء الدقيقة لأن غشائها معد لذلك بسبب وجود أهداب الخلايا والتعرجات، وكذلك لتمام عملية الهضم في الأمعاء إذ تتحول جميع العناصر الغذائية إلى وحداتها الأولية التي يمكن امتصاصها، فالنشويات والسكريات تتحول بشكل أساسي إلى غلوكوز يمتص، والبروتينات تتحول إلى حموض أمينية تمتص، الدسم إلى حموض دسمة وجليسيرول يمتص، جميع المواد الممتصة تمر عبر الدوران الوريدي إلى الكبد إلا الدسم فإنها تمتص وتمر عبر الدوران اللمفاوي، ثم تعود إلى الدوران العام.

في الأمعاء الغليظة يتم امتصاص كميات من الماء والشوارد وخاصة الصوديوم.

