



السلام عليكم ورحمة الله وبركاته

نتابع معكم في أولى محاضراتنا لقسم فيزيولوجيا الهضم، حيث أوردنا في محاضرتنا سلايدات الدكتور الذي عرضها في المدرّج بشكل كامل، وأضفنا بعض الشروحات والصور التوضيحية، راجين أن نكون قد استوفينا كامل المعلومات المطلوبة..

فهرس المحاضرة

العنوان	رقم الصفحة
جهاز الهضم	2
التحكم الوظيفي بالجهاز الهضمي	7
أنماط التقلصات والحركات في الجهاز الهضمي	11
الفعالية الكهربائية للعضلات الملساء الهضمية	14
Overview *_*	20



إنّ استمرارية الكائن الحي في الحياة تعتمد على حصوله على المواد الغذائية التي تؤمن الطاقة والمواد الأولية اللازمة لبناء جسمه ونموه، ولتعويض ما يتلف أو يهدم من هذه المواد، وتتم الاستفادة من هذه المواد الغذائية عبر جملة عمليات تتم بواسطة جهاز الهضم.

➤ الهضم Digestion: هو عملية تحويل المواد الغذائية المعقدة إلى موادها الأولية لكي يتم امتصاصها، كتحويل:

- السكريات إلى سكاكر بسيطة.
- الشحوم إلى أحماض دهنية وجليسرول.
- البروتينات إلى حموض أمينية.

جهاز الهضم

مكونات جهاز الهضم

يتألف جهاز الهضم مما يلي:

أنبوب هضم:

فم، بلعوم، المريء، معدة، أمعاء دقيقة (عفج وصائم ولفائفي)، أمعاء غليظة (قولون صاعد، قولون مستعرض، وقولون نازل)، مستقيم وينتهي بقناة شرجية.

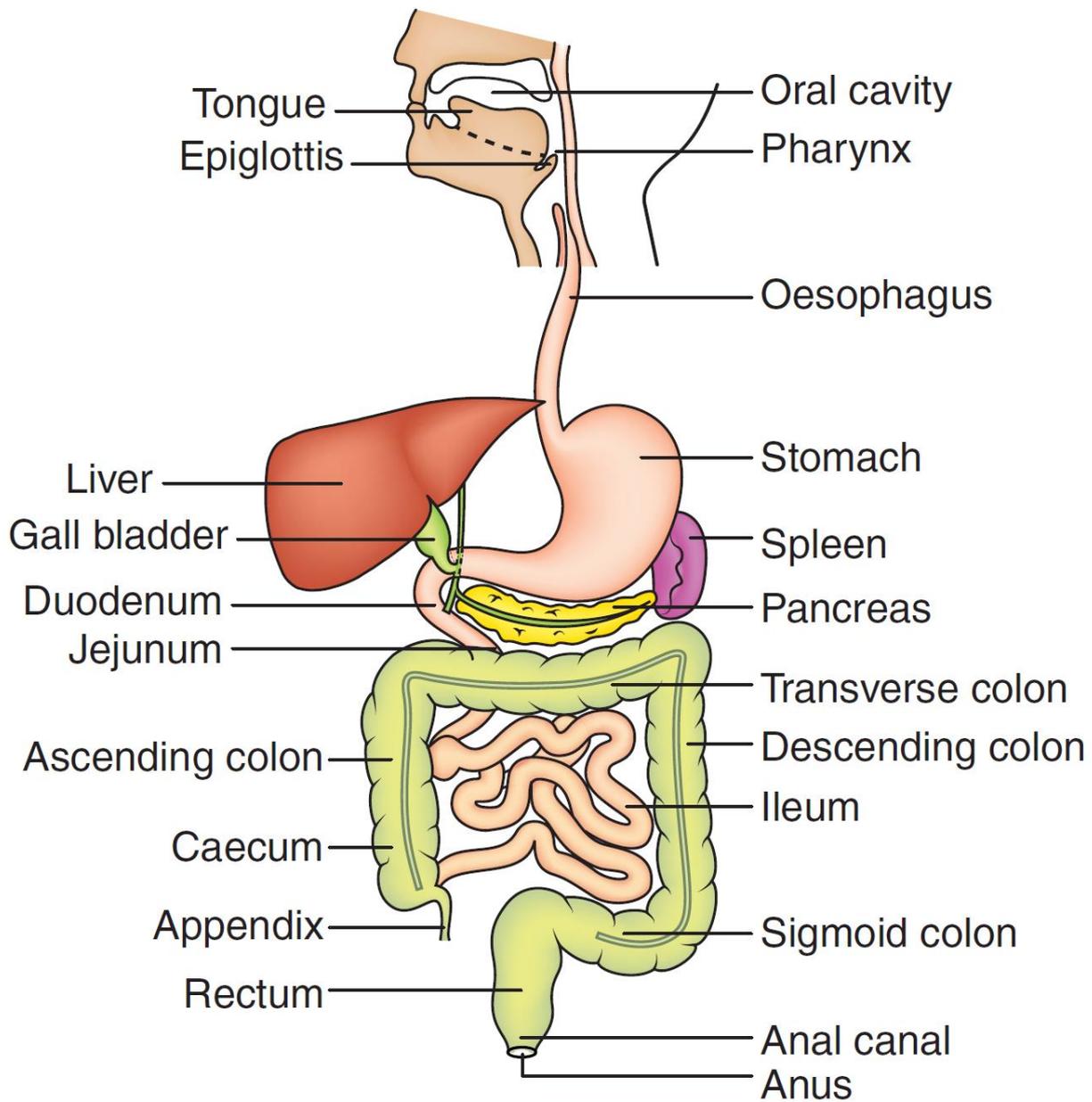
غدد ملحقة:

غدد لعابية، بنكرياس (المعثكلة)، كبد وحويصل صفراوي (المرارة).



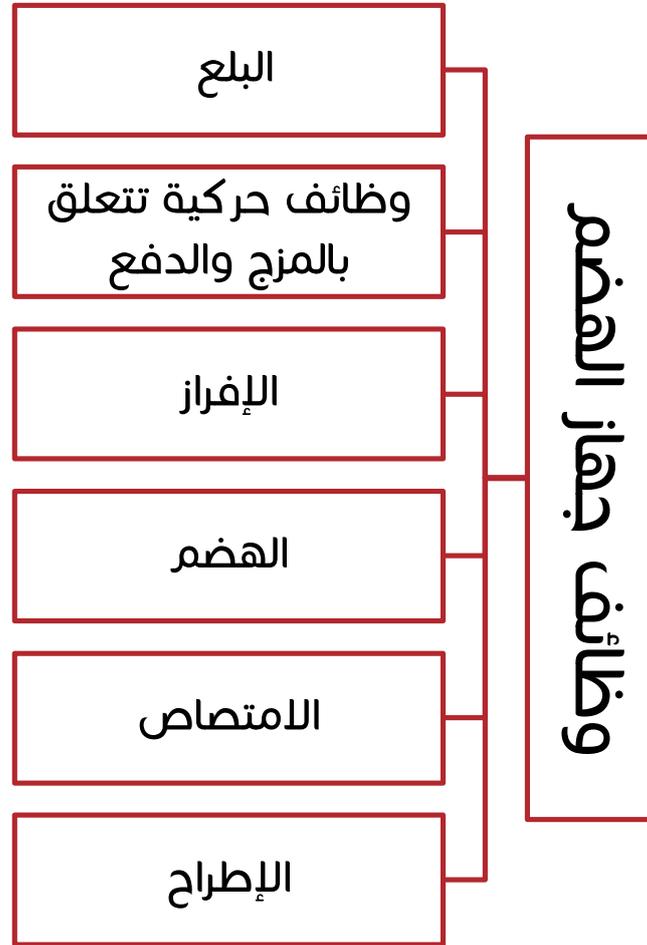
ملاحظات:

- تتميز المعدة عن غيرها من جهاز الهضم بقدرتها على خزن الطعام لـ 3 أو 4 ساعات، حيث إن المريء يصاب بالالتهاب (الأكالازيا Achalasia)¹ عند تجمع الطعام فيه، كما إن تجمع الطعام في الأمعاء الغليظة يسبب الإمساك.
- سميت الغدد الملحقة بهذا الاسم لأن دورها لا يقتصر على الهضم فحسب وإنما تعمل أيضاً على عدة مستويات، أي أنه قد يكون لها دور مع أجهزة أخرى.



¹ سيرد توضيح لهذا المرض بالتفصيل في المحاضرات القادمة.

وظائف جهاز الهضم



طبقات جدار أنبوب الهضم

يتكون جدار أنبوب الهضم من الطبقات الآتية:

- الطبقة المخاطية Mucosa.
- الطبقة تحت المخاطية Submucosa.
- الطبقة العضلية الخارجية (أو العضلية) Muscularis Externa.
- الطبقة المصلية Serosa.

جميع هذه الطبقات متماثلة وموحدّة نسيجياً، أي تمتلك نفس الترتيب في جميع الجهاز الهضمي، وإنما يكمن اختلافها عن بعضها بالسماكة فقط، وذلك تبعاً لموقع تواجدتها.

الطبقة المخاطية Mucosa:

➤ الطبقة المبطنة للمعة السبيل الهضمي.

➤ تحتوي على خلايا ذات إفراز داخلي صمّاوي Endocrine وخلايا ذات إفراز خارجي Exocrine وخلايا مفرزة للمخاط.

➤ تقوم بإفراز المخاط والعصارات الهاضمة وهرمونات محددة، بالإضافة لدورها في الامتصاص.

➤ تحتوي على:

• شعيرات دموية وأوعية لمفاوية (تكون محتواة ضمن الطبقة المخصوصة Lamina Propria²)

• طبقة عضلية ملساء تكون في الجزء السفلي (العميق) من هذه الطبقة تدعى: الطبقة العضلية

Muscularis Mucosa المخاطية

للطبقة العضلية المخاطية Muscularis Mucosa دور في الإفراز أكثر من دورها في الحركة الخاصة بالأمعاء.

الطبقة تحت المخاطية Submucosa:

➤ طبقة من نسيج ضام كثيف تحوي أوعية دموية أكبر ولمفاوية أكبر من تلك الموجودة في الطبقة المخاطية.

➤ تحوي على صفيرة مايسنر المسماة بالصفيرة تحت المخاطية Submucosal Plexus، تقوم هذه الصفيرة بتعصيب الطبقة العضلية المخاطية.

الطبقة العضلية الخارجية (أو العضلية) Muscularis Externa:

➤ تتألف من قسمين:

✓ خارجي: مكون من ألياف عضلية طولانية ملساء Longitudinal.

✓ داخلي: مكون من ألياف عضلية دائرية ملساء Circular.

فيما بين هذين القسمين تتوضع صفيرة أورباخ (الصفيرة العضلية المعوية Myenteric Plexus).

² إضافة من مرجع Medical Physiology for Undergraduate Students

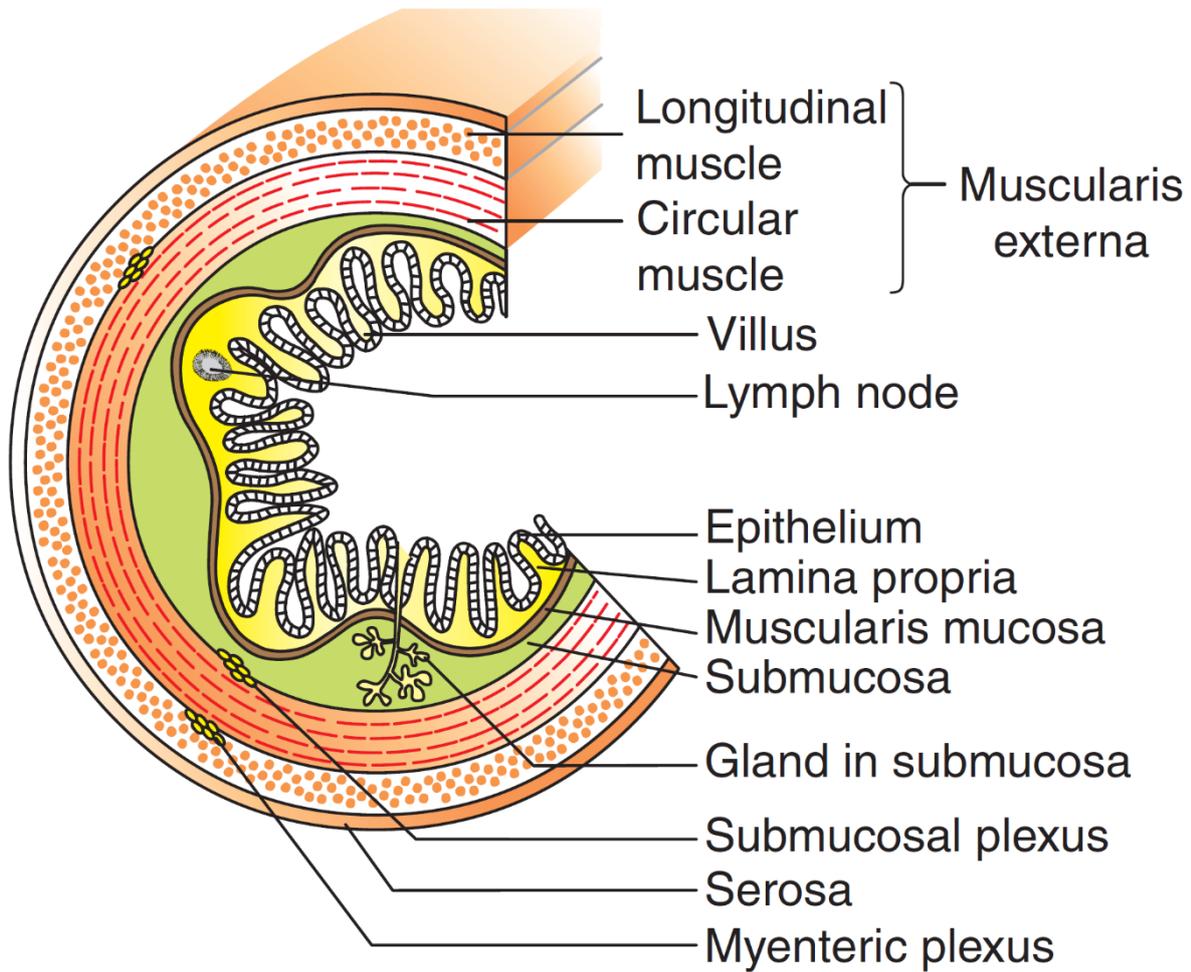
الطبقة المخصوصة Lamina Propria: جزء من الطبقة المخاطية تتألف من نسيج ضام رخو يحوي أوعية دموية ولمفاوية وغدد وألياف عصبية.

الطبقة المصلية Serosa:

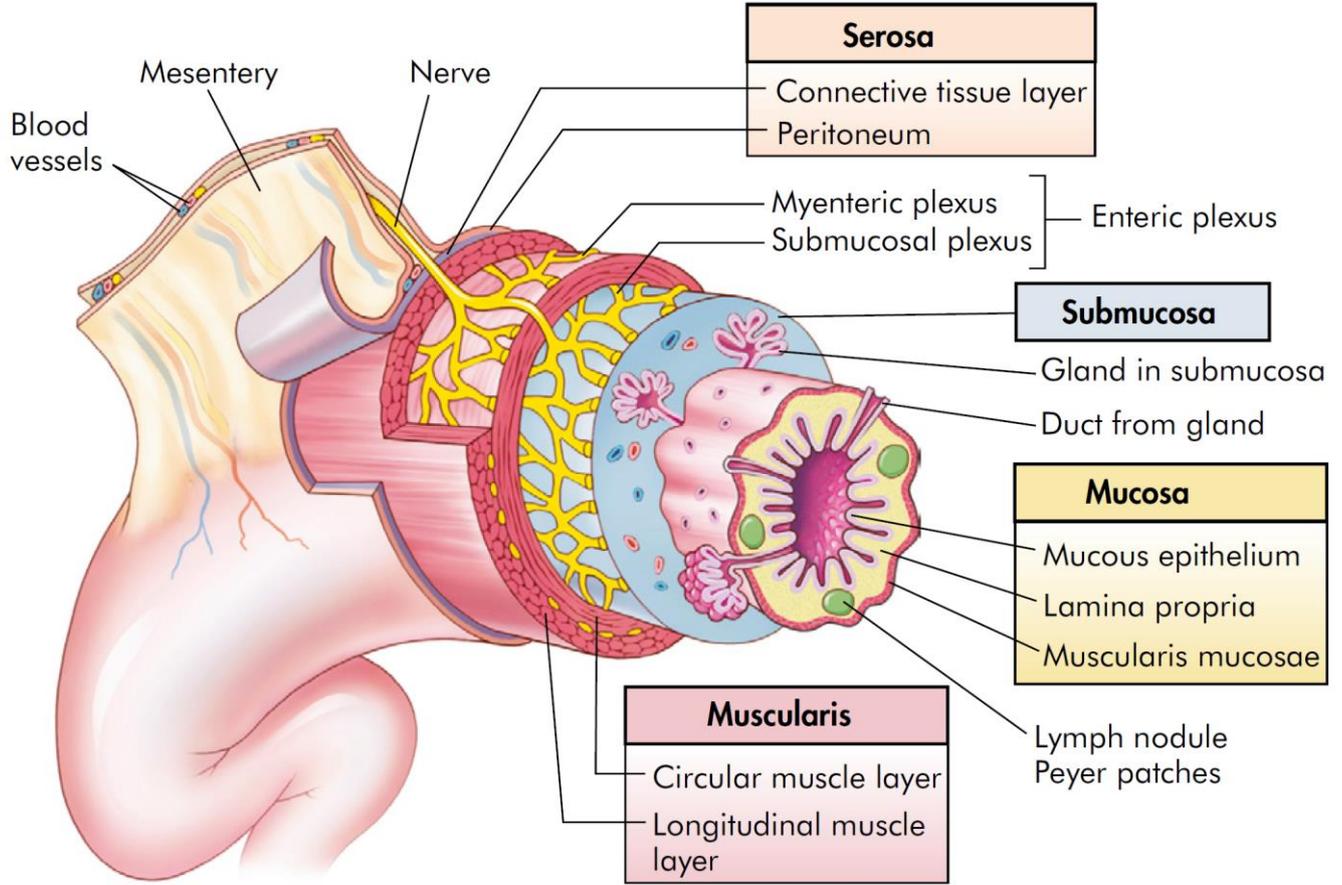
طبقة خارجية ليفية تستمر بالمساريقا³. Messentery

نلاحظ وجود ضفيرتين عصبيتين في طبقات جهاز الهضم:

- ضفيرة مايسنر: في الطبقة تحت المخاطية.
- ضفيرة أورباخ: ما بين الطبقتين العضلتين الدائرية والطولانية في الطبقة العضلية الخارجية.



³ المساريقا: عبارة عن امتداد البريتوان من الأمعاء إلى الجدار الخلفي للبطن.



صورتان توضحان طبقات
جدار أنبوب الهضم

التحكم الوظيفي بالجهاز الهضمي

يُنجز من خلال نمودجين من الضبط:

- ضبط عصبي.
- ضبط هرموني.

الضبط العصبي

يتم تعصيب الأمعاء Gut عبر:

تعصيب داخلي المنشأ Intrinsic:

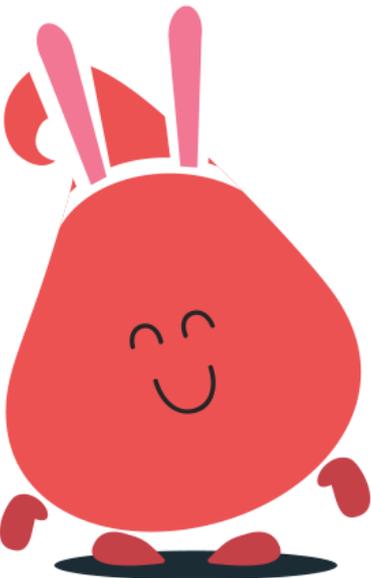
- عبر الجهاز العصبي المعوي الذي يتألف من:
1. **ضفيرة مايسنر**: تتحكم بالوظيفة الإفرازية.
 2. **ضفيرة أورباخ**: تتحكم بالوظيفة الحركية.

تعصيب خارجي المنشأ Extrinsic:

عبر قسمي الجهاز العصبي المستقل:

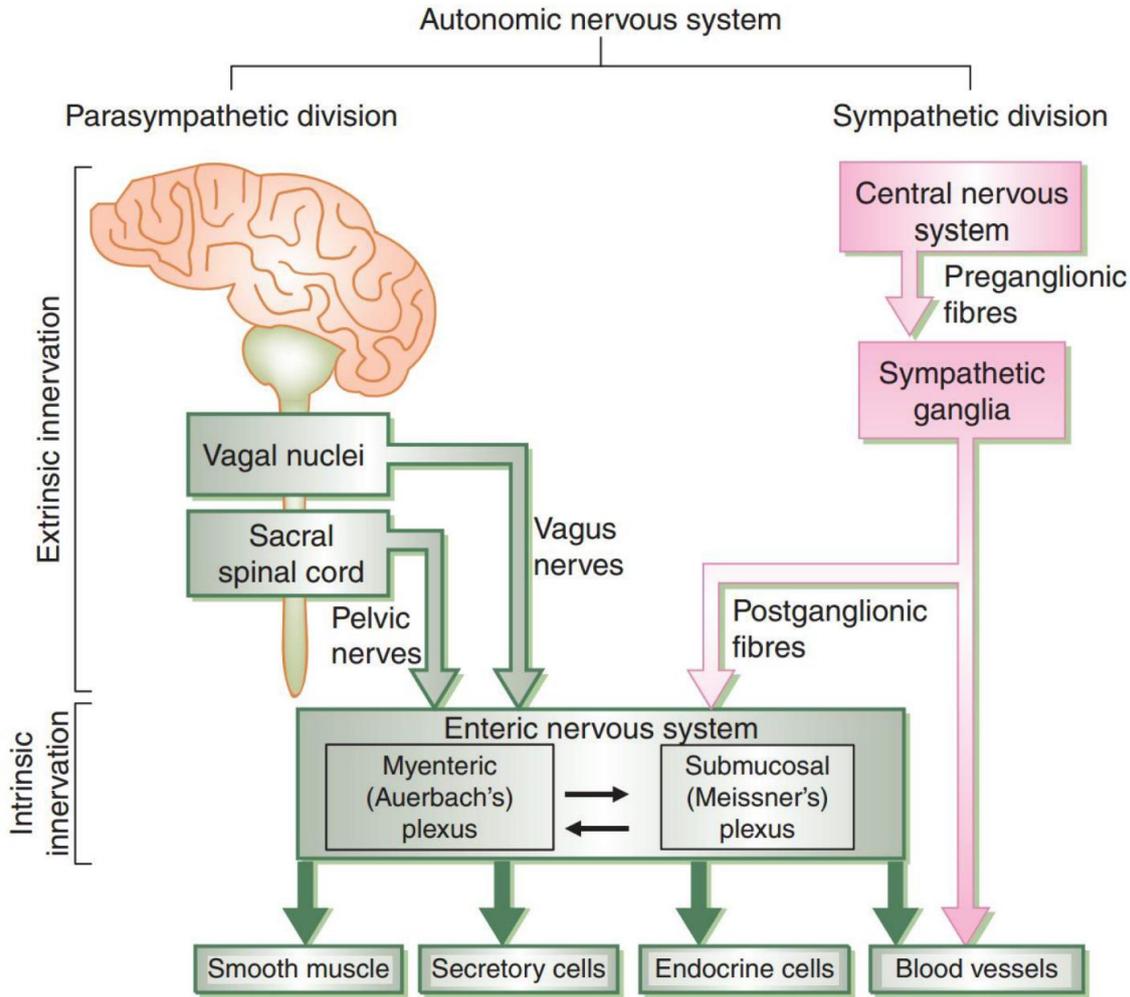
1. الودي Sympathetic:

- يتم بواسطة الأعصاب الشوكية الصدرية الخمسة الأخيرة (8 ⇔ 12) والعصبين الشوكيين القطنيين الأول والثاني.
- يقلل من النشاط الحركي والإفرازي ويساهم في تقلص المعصرات Sphincters.
- تتوضع العقد الودية على جانبي النخاع الشوكي، أي بعيداً عن الأحشاء (الأعضاء الهدف)، فالألياف قبل العقدية قصيرة وبعد العقدية طويلة.
- يعتبر **الأسيتيل كولين** الناقل العصبي الودي قبل العقدي، بينما يعتبر **النورأدرينالين** الناقل العصبي الودي بعد العقدي.



2. نظير الودي Parasympathetic:

- يتم بواسطة الأعصاب القحفية (لاسيما العصب المبهم Vagus Nerve) والأعصاب الشوكية العجزية.
- تأثيره مُحفّز معاكس لتأثير الجملة الودية.
- تتوضع العقد نظيرة الودية إلى القرب من الأحشاء (الأعضاء الهدف)، فالألياف قبل العقدية طويلة وبعد العقدية قصيرة.
- يعتبر الأستيل كولين الناقل العصبي نظير الودي قبل وبعد العقدي.



صورة تبين الضبط
العصبي للجهاز القضي

الضبط الهرموني

➤ الهرمونات: عبارة عن مواد كيميائية مكونة من أحماض أمينية أو كوليسترول تفرزها الغدد استجابةً للتنبيه، ترتحل عبر الدم إلى الخلايا الهدف لتؤثر في مستقبلاتها النوعية وفي استجابتها الوظيفية.

❖ يتم هذا الضبط عبر ثلاث هرمونات رئيسية:

الغاسترين:

- يفرز من خلايا G في المعدة.
- يحرض حركية المعدة وإفرازاتها.

الكوليسيستوكينين CCK:

- يفرز من الأمعاء الدقيقة (من العفج).
- يحرض الإفراز البنكرياسي الغني بالانزيمات، وتقلص المرارة (أي يحرض الإفراغ الصفراوي).
- يثبط الإفراغ المعدي، وذلك بغية منح المعدة الوقت الكافي لهضم المواد الغذائية لاسيما الشحوم. (أي أنه يحافظ على الأطعمة داخل المعدة إلى أن يتم هضمها).

السكرتين:

- يفرز من الأمعاء الدقيقة (من خلايا S في العفج).
- يحرض الإفراز البنكرياسي الغني بالبيكربونات.

- المرارة Gall Bladder: حويصل شكله كيسبي إجابسي، يعتبر مستودع لاختزان الصفراء المفروزة من الكبد، يجري في هذا الحويصل تكثيف الصفراء بامتصاص الماء منها، يتم إفراز الصفراء من المرارة بعد تناول الطعام بتأثير CCK والسكرتين.

ملاحظات:

- يتم استهداف الغاسترين والعمل على **التقليل** من إفرازه في سبيل علاج حموضة المعدة المرتفعة، بسبب تأثيره المحفّز للإفرازات المعدية.

أنماط التقلصات والحركات في الجهاز الهضمي

تقلصات التقطع (حركات مزجة) Segmentation Contraction

- النمط الأكثر شيوعاً بين التقلصات المعوية.
- تنتج عن تقلص العضلات **الدائرية** الموجودة في جدران الأمعاء الدقيقة.

آليتها:

1. تتقلص عضلات منطقة معينة من الأمعاء الدقيقة.
2. هذا التقلص سوف يرسل الكيموس في اتجاهين متعاكسين.
3. تسترخي عضلات هذه المنطقة ويعود الكيموس حيث كان **ممزوجاً** مع المفرزات المعوية.

وظيفتها:

1. مزج الكيموس Chyme⁴ مع مختلف المفرزات في الأمعاء الدقيقة.
2. تحقيق تماس جيد بين الكيموس وظهارة الأمعاء وبالتالي توفير فرص امتصاص أفضل.
3. تشكيل مدرج للضغط بين اللمعة والطبقة المخاطية لجدار المعي وبالتالي توفير فرص امتصاص أفضل (فعندما يكون الضغط الحلولي للكيموس في لمعة المعي أعلى مما هو عليه في طبقة الخلايا الظهارية والبلازما ضمن الطبقة المخاطية يتم الإفراز لإحداث التوازن في الضغط التناضحي).

⁴ الكيموس: هو خليط يضم بقايا الطعام والمفرزات الهاضمة، يتشكل في المعدة وطبيعته حامضية.

سرعتها وتواترها:

تواتر هذه التقلصات (أي عدد التقلصات في واحدة الزمن) هو 8-12 في الدقيقة:

✓ إذ يكون أعلى ما يمكن في العنق (القسم الداني من الأمعاء) ويبلغ 12 تقلص في الدقيقة.

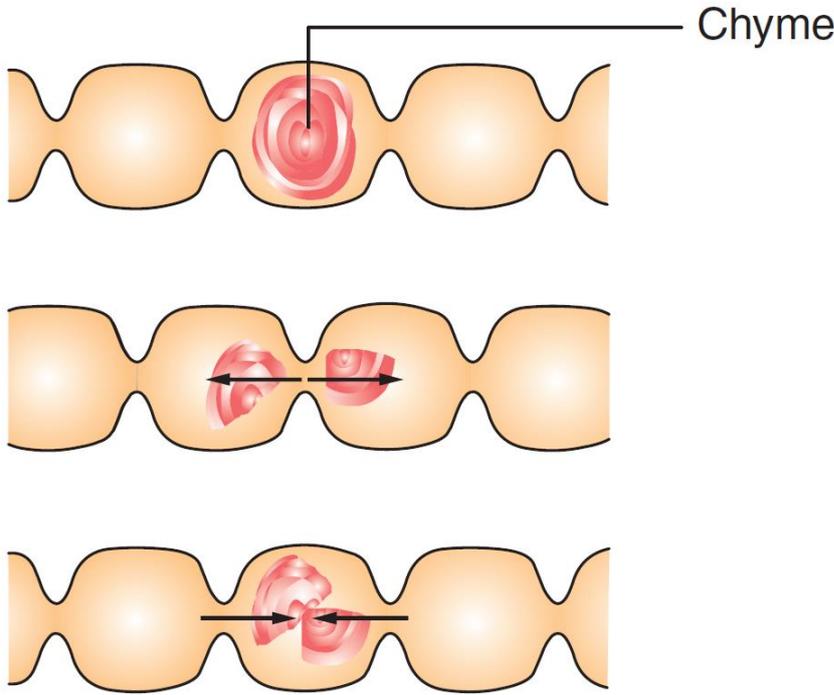
✓ ويكون أقل ما يمكن في اللفائفي (القسم القاصي من الأمعاء) ويبلغ 8 تقلصات في الدقيقة.

← أي أنّ هناك تناقصاً في التواتر كلما اقترب الكيموس من الأمعاء الغليظة.

➤ تستغرق هذه التقلصات **عدة ثوانٍ** وتحدث بشكل موجي، فما إن تسترخي عضلات منطقة معينة

حتى تبدأ أخرى في نقاط جديدة بالتقلص (أي أنّ المنطقة التي كانت في حالة استرخاء سوف

تصبح في حالة تقلص والعكس صحيح).



صورة تبين تقلصات
التقطع

التقلصات التمعجية (الحركات الدافعة) Peristaltic Contraction

• هي عبارة عن تقلصات منتظمة وهادفة تنتج عن تقلص العضلات الدائرية والطولانية.

• يشرف عليها الجهاز العصبي (المعوي) داخلي المنشأ المتمثل بـ:

○ ضفيرة مايسنر.

○ ضفيرة أورباخ.



وظيفتها:

1. تشكيل قوة دافعة نتيجة تقلص العضلات الدائرية (وبالتالي المساعدة في تحريك محتويات الأمعاء).
2. اختصار المسافة المتوجّب قطعها من قبل الكيموس نتيجة تقلص العضلات الطولانية.
3. دفع موجودات الأمعاء (الكيموس) نحو الأمام على طول الأمعاء الدقيقة.

آليتها:

1. تتقلص العضلات الدائرية والطولانية في مكان وجود الكيموس (وأعلى بقليل من مكان تواجده).
2. تسترخي العضلات الدائرية وتتقلص الطولانية (والعكس بالعكس) أسفل بقليل من الكيموس، بحيث تشمل هذه الفعاليات عدّة سنتيمترات.
3. تثار فعاليات تالية أسفل هذه المنطقة بشكل منتشر وتدفع الكيموس حتى نهاية اللّفائف. ← هذا يؤدي إلى تقصير المسافة المتوجب على الكيموس اجتيازها على طول الأمعاء.

سرعتها (في الحالة العادية):

- ضعيفة.
- تتخامد بعد انتشارها بـ 5 سنتيمترات، لتبدأ بعدها موجة تمعجية جديدة.
- سرعتها تعادل 1 سم في الدقيقة.

زمنها:

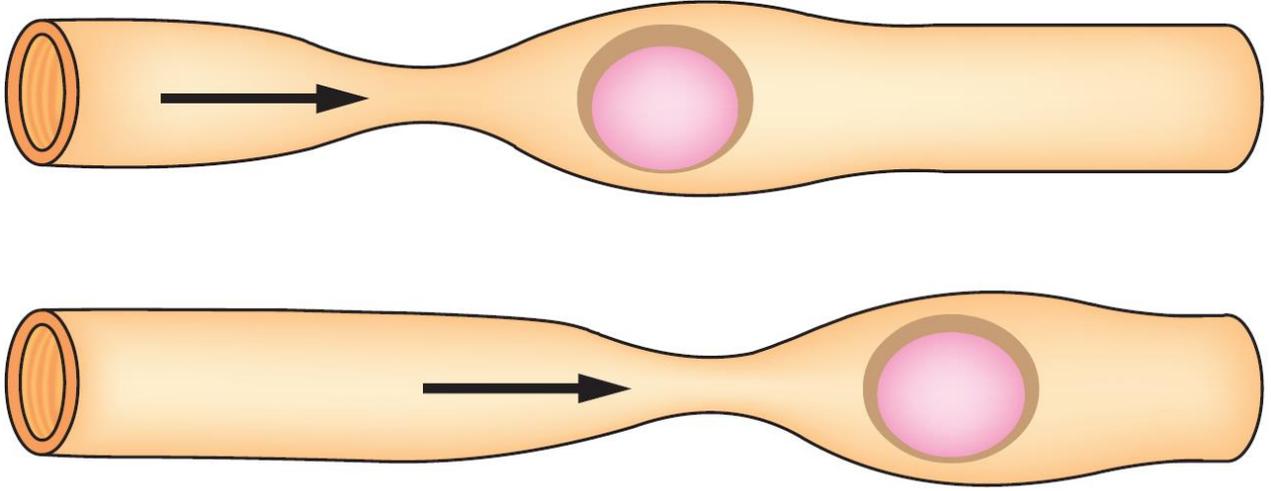
- من ساعتين ونصف وحتى ثماني ساعات.
- يتحدّد الرّمن وفقاً لـ:
 - ✓ طبيعة المواد المتناولة.
 - ✓ حجم الوجبة الطّعاميّة.

المسؤول عنها:

منعكسات معوية جداريّة (داخليّة المنشأ) ← يقع على عاتقها تنسيق تقلص العضلات الدائرية والطولانية.

نلاحظ:

- وجود تنسيق دقيق بين العضلات الدائرية والطّولانية أثناء التقلّصات التمعجية.
- التناسق في الحركات التمعجية يؤدي إلى نقل الكيموس على طول الأمعاء.



صورة تبين التقلّصات
التمعجية

الفعاليّة الكهربائيّة للعضلات الملساء الهضمية

- تخضع العضلة الملساء في السبيل الهضمي لاستثارة كهربائية متواصلة غالباً وبطيئة.
- فعند تمدد جدار الأمعاء يتنبه ناظم الخطا المعوي (خلايا كاجال) فيقوم بإرسال إشارات تؤدي لتقلص العضلات الملساء⁵ وذلك بإحداث زوال استقطاب وتشكيل كامن فعل، أي تشكل شوكة كمونية التي تسبقها عدد من الموجات البطيئة.

تمدد جدار الأمعاء ← كامن فعل ← تقلص العضلات الملساء

⁵ تحوي العضلات الملساء الكالسيوم بدلاً من التروبونين، وتكون الألياف العظمية أقل انتظاماً فهي تتمتع بخاصية التقلص المعدي.

الموجات البطيئة (BER) Slow Waves

تعريفها:

- هي تغيرات متموجة بطيئة في كامن الراحة الغشائي للعضلة الملساء.
- تنجم عن التداخل المعقد بين الخلايا العضلية الملساء وخلايا كاجال.

الشدة والتواتر:

- تتراوح شدتها بين 5 و 15 ميلي فولط بينما يتباين مجال تواترها باختلاف أجزاء السبيل الهضمي:
- 3 موجات بالدقيقة في جسم المعدة.
 - 12 موجة بالدقيقة في الاثني عشر.
 - 8 أو 9 موجات في نهاية اللفائفي.

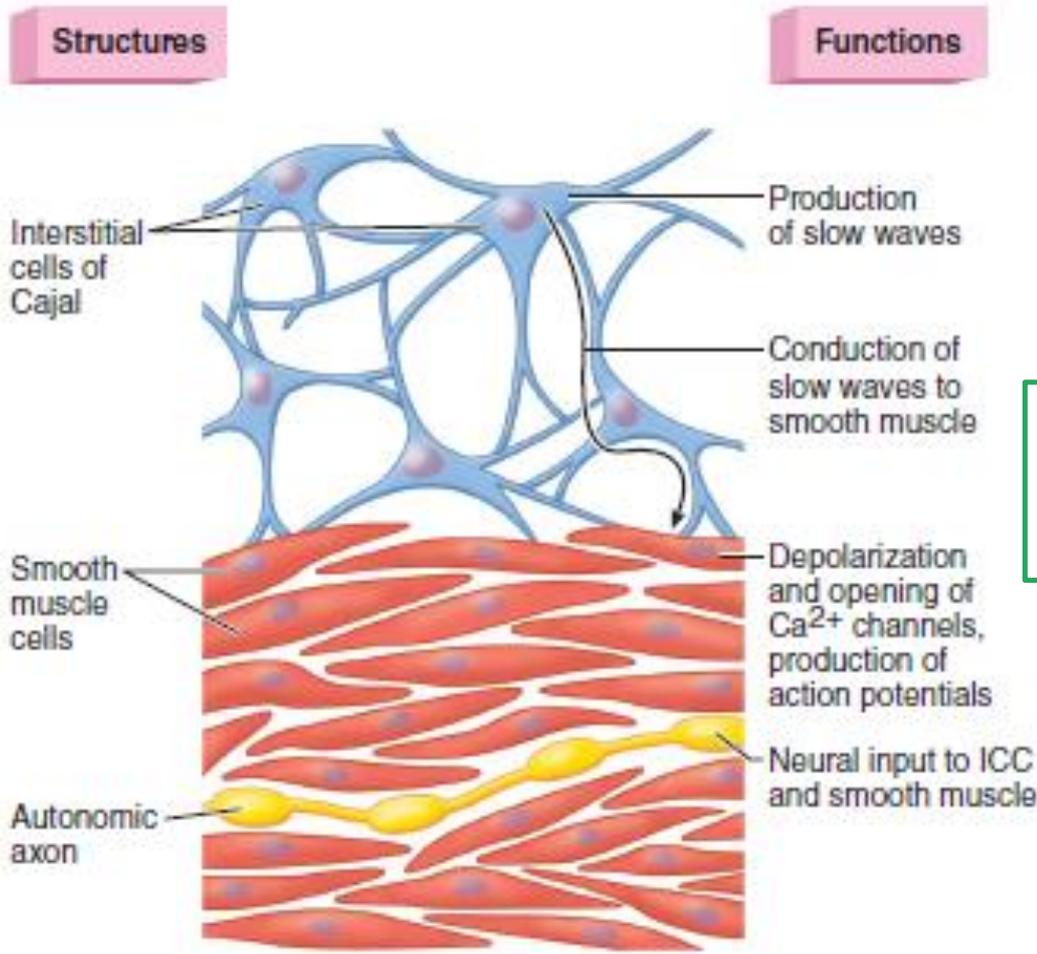
السبب:

عمل مضخة الصوديوم والبوتاسيوم لخلايا كاجال هي السبب في هذه التموجات في قيمة كامن الراحة (أي سبب الموجات البطيئة).

خلايا كاجال (الخلايا الخلالية):

- هي خلايا تعمل كناظمة خطا كهربائية للخلايا العضلية الملساء.
- تتصل مع بعضها من جهة ومع الخلايا العضلية الملساء بما يشبه المشابك العصبية من جهة أخرى.
- يخضع كامن الراحة بغشائها لتغيرات دورية (أي موجات بطيئة)، والتي إما أن تنجم:
 - عن وجود قنوات شوارد فريدة تنفتح بشكل دوري ومن ثم دخول تيار من الشوارد.
 - أو عن مضخة الصوديوم والبوتاسيوم.

لا تسبب الموجات البطيئة بذاتها تقلص العضلة بشكل مباشر وإنما تقوم بالتحكم بظهور الشوكة الكمونية التي تؤدي فعليا إلى تقلص العضلة.
تعد الموجات البطيئة مسؤولة عن التقلصات الطورية Phasic Contraction.



الشوكة الكمونية Spike Potential

تعريفها:

كوامن فعل حقيقية، تحدث تلقائياً عندما يصبح كامن الفعل لغشاء العضلة الملساء الهضمية أكبر من 40- ميلي فولط⁶.

المدة:

تدوم كل شوكة كمونية 10-20 ميلي ثانية (تدوم مدة أطول ب 10 إلى 40 مرة من مدة كامن الفعل في الألياف العصبية الكبيرة).

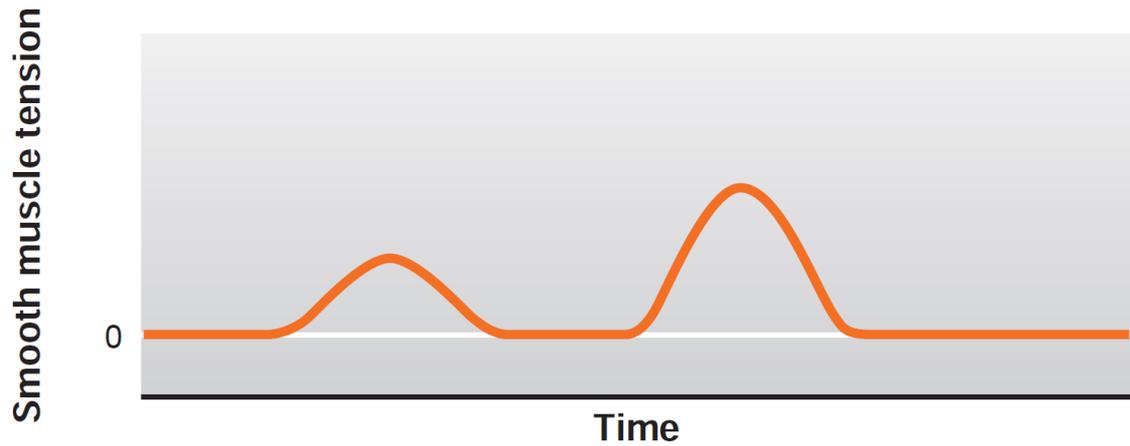
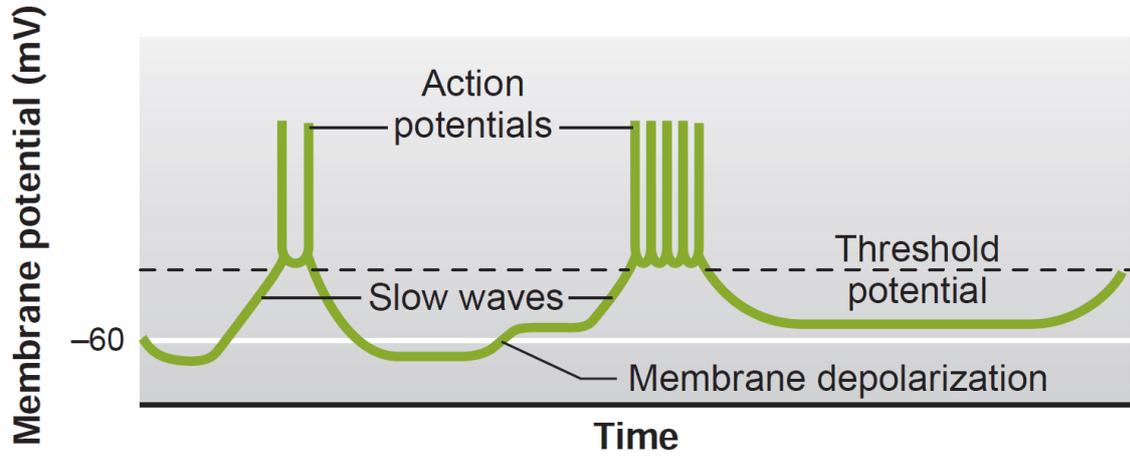
⁶ يتراوح كامن الراحة لغشاء السوي بين -50 و -60 ميلي فولط.

السبب:

تنجم عن دخول أعداد كبيرة من شوارد الكالسيوم إضافة إلى أعداد أقل بكثير من شوارد الصوديوم عبر قنوات صوديوم-كالسيوم (بينما تنجم كوامن فعل الألياف العصبية بشكل كامل تقريباً عن دخول سريع لشوارد الصوديوم عبر قنوات الصوديوم).

تتميز قنوات صوديوم-كالسيوم بأنها أبطأ انفتاحاً وأبطأ انغلاقاً من قنوات الصوديوم السريعة.

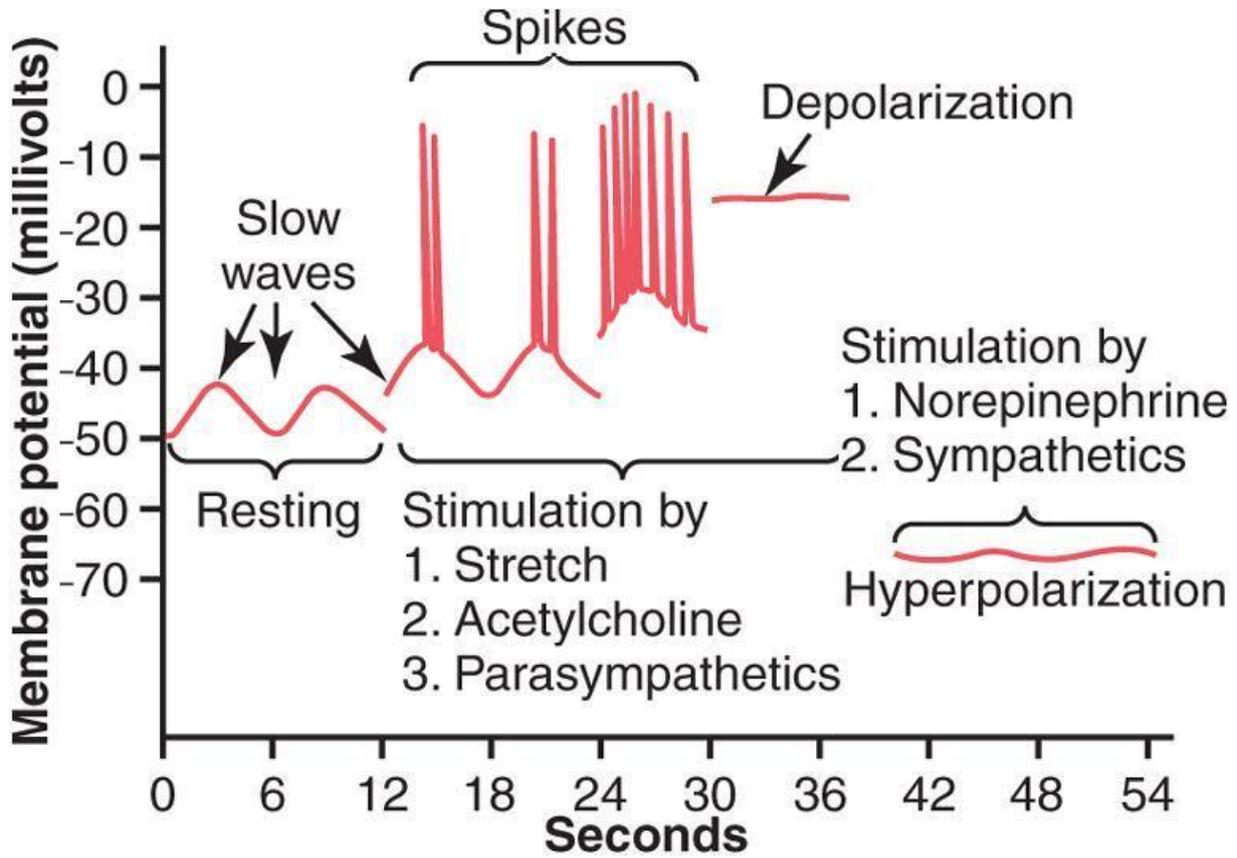
الشوكات الكمونية مسؤولة عن التقلصات المديدة للمعصرات Tonic Contraction.



نلاحظ من الشكل أن قوة تقلص العضلة الملساء تتناسب طردياً مع عدد الشوكات الكمونية المتشكلة

الخلاصة : ^ _ ^

- يتولد كامن الفعل (الشوكة الكمونية) عبر زوال استقطاب الموجات البطيئة والذي ينتج عن تدفق كميات كبيرة من الكالسيوم إلى الداخل.



نلاحظ أن ال Slow Waves: تملك سعة قليلة ومدة طويلة

وأن ال Spikes: تملك سعة أكبر ومدة أقصر

تتعرض الشوكة الكمونية وزوال الاستقطاب بتأثير:

1. التمدد، 2. الجملة نظيرة الودية (الاستيل كولين).

يحدث فرط استقطاب بتأثير: الجملة الودية (النورأدرينالين).

- يلاحظ من الشكل أنه في كل مرة ترتفع فيها ذرى الموجات البطيئة لتصبح أكبر من -40 ميلي فولط تظهر عندئذ كوامن العمل وكلما كان ارتفاع الموجة البطيئة أعلى من هذا المستوى كان تكرار كوامن الفعل أكبر إذ يتراوح معدل التكرار هذا ما بين 1-10 ميلي ثانية

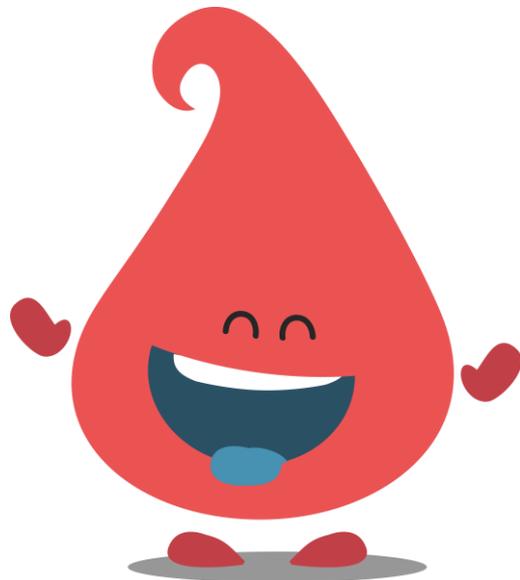
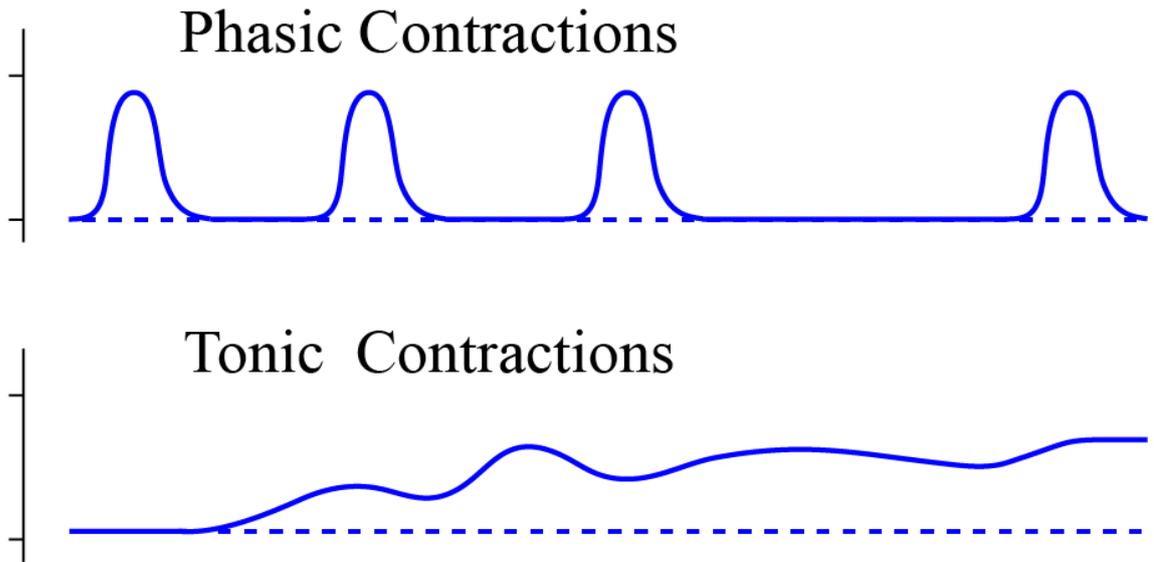
تقلص العضلات الملس في السبيل الهضمي يكون:

1. تقلص مقوي (مديد) Tonic Contraction:

- ✓ يميز المعصرات.
- ✓ يحدث بشكل مستمر ولا يتبع بفترة راحة.
- ✓ يستغرق فترات زمنية طويلة.

2. تقلص طوري (آني) Phasic Contraction:

- ✓ يحدث في معظم العضلات (في المناطق بين المصبرات).
- ✓ تتبع فترة التقلص بفترة راحة.



Overview

- ❖ يتكون جدار أنبوب الهضم من طبقة مخاطية وتحت مخاطية وعضلية ومصلية.
- **الطبقة المخاطية:** تقوم بإفراز المخاط والعصارات الهاضمة وبعض الهرمونات.
- **الطبقة تحت المخاطية:** تحوي على ضفيرة مايسنر.
- **الطبقة العضلية:** مكونة من عضلات خارجية طولانية وداخلية دائرية وتحوي ضفيرة أورباخ.
- **الطبقة المصلية:** هي خارجية ليفية مستمرة بالمساريقا.
- يقسم تعصيب الأمعاء إلى:
 - **تعصيب داخلي المنشأ:** عبر ضفيرتي مايسنر وأورباخ.
 - **وتعصيب خارجي المنشأ:** عبر الجملتين الودية ونظيرة الودية.
- تتحكم ضفيرة مايسنر بالوظيفة الإفرازية.
- تتحكم ضفيرة أورباخ بالوظيفة الحركية.
- يتم الضبط العصبي خارجي المنشأ بتواسط نواقل عصبية:

الناقل العصبي في الجملة نظيرة الودية	الناقل العصبي في الجملة الودية	
الأستيل كولين	الأستيل كولين	قبل العقدة
الأستيل كولين	النورأدرينالين	بعد العقدة

يُثبّط	يحرّض	يفرز من	الهرمون
	حركيّة المعدة وإفرازاتها	خلايا G في المعدة	الغاسترين
الإفراغ المعدي	1. الإفراز البنكرياسي الغني بالإنزيمات 2. تقلص المرارة (الإفراغ الصفراوي من المرارة)	من العفج	الكوليسيستوكينين
	1. الإفراز البنكرياسي الغني بالإنزيمات 2. تقلص المرارة (الإفراغ الصفراوي من المرارة)	خلايا S في العفج	السكرتين

التقلصات التمعجية	تقلصات التقطّع	من حيث
تقلص العضلات الدائرية والطولانية	تقلص العضلات الدائرية	السبب
1. تشكيل قوة دافعة نتيجة تقلص العضلات الدائرية (وبالتالي المساعد في تحريك محتويات الأمعاء) 2. اختصار المسافة المتوجّب قطعها من قبل الكيموس نتيجة تقلص العضلات الطولانية	1. مزج الكيموس مع المفرزات المعوية 2. تحقيق تماس جيد بين الكيموس وظهارة الأمعاء لتوفير فرص امتصاص أفضل 3. تشكيل مدروج للضغط بين اللمعة والطبقة المخاطية لجدار المعي لتوفير فرص امتصاص أفضل	الوظيفة
سرعتها ضعيفة تعادل 1 سم / دقيقة	12-8 تقلص في الدقيقة	السرعة والتواتر

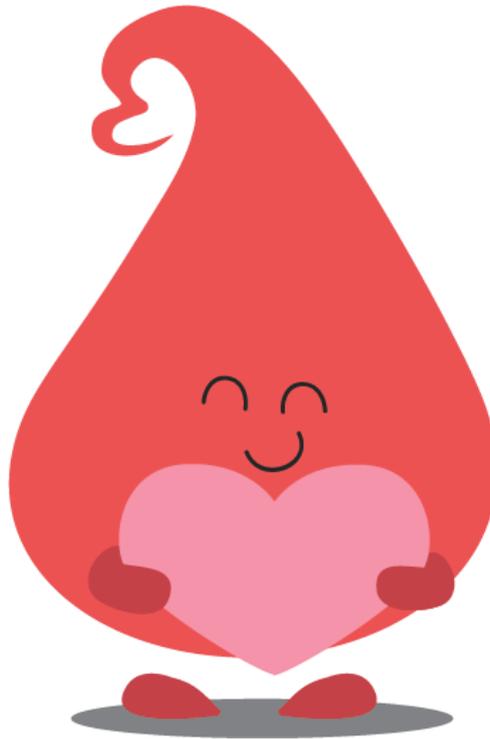
التقلص الطوري Phasic Contraction	التقلص المقوي Tonic Contraction
يحدث في معظم العضلات	يميز المعصرات
تتبع فترة التقلص بفترة راحة	يحدث بشكل مستمر ولا تتبع فترة التقلص بفترة راحة

➤ تخضع العضلة الملساء في السبيل الهضمي لاستثارة كهربائية متواصلة وبطيئة.

الشوكة الكمونية	الموجات البطيئة
كوامن فعل حقيقية تحدث تلقائياً عندما يصبح كامن الفعل لغشاء العضلة الملساء الهضمية أكبر من 40- ميلي فولط	تغيرات متموجة بطيئة في كامن الراحة الغشائي للعضلة الملساء
دخول كميات كبيرة من شوارد الكالسيوم وشوارد الصوديوم بكميات أقل عبر قنوات صوديوم-كالسيوم	عمل مضخة صوديوم-بوتاسيوم لخلايا كاجال
مسؤولة عن التقلصات المديدة للمعصرات	مسؤولة عن التقلصات الطورية

كامن فعل الألياف العصبية	الشوكة الكمونية في الجهاز الهضمي	من حيث
أقل مدة من الشوكة الكمونية	10-20 ميلي ثانية أطول ب 10 إلى 40 مرة من مدة كامن الفعل في الألياف (العصبية الكبيرة)	المدة:
دخول سريع لشوارد الصوديوم عبر قنوات الصوديوم	دخول كميات كبيرة من شوارد الكالسيوم وشوارد الصوديوم بكميات أقل عبر قنوات صوديوم-كالسيوم	السبب:

نصل وإياكم إلى نهاية محاضرتنا.. نرجو من الله أن نكون قد استوفينا حق المادة العلمية وأوردنا ما يكفي من الشروحات ^_^
لا تنسونا من صالح دعائكم.





RBCs