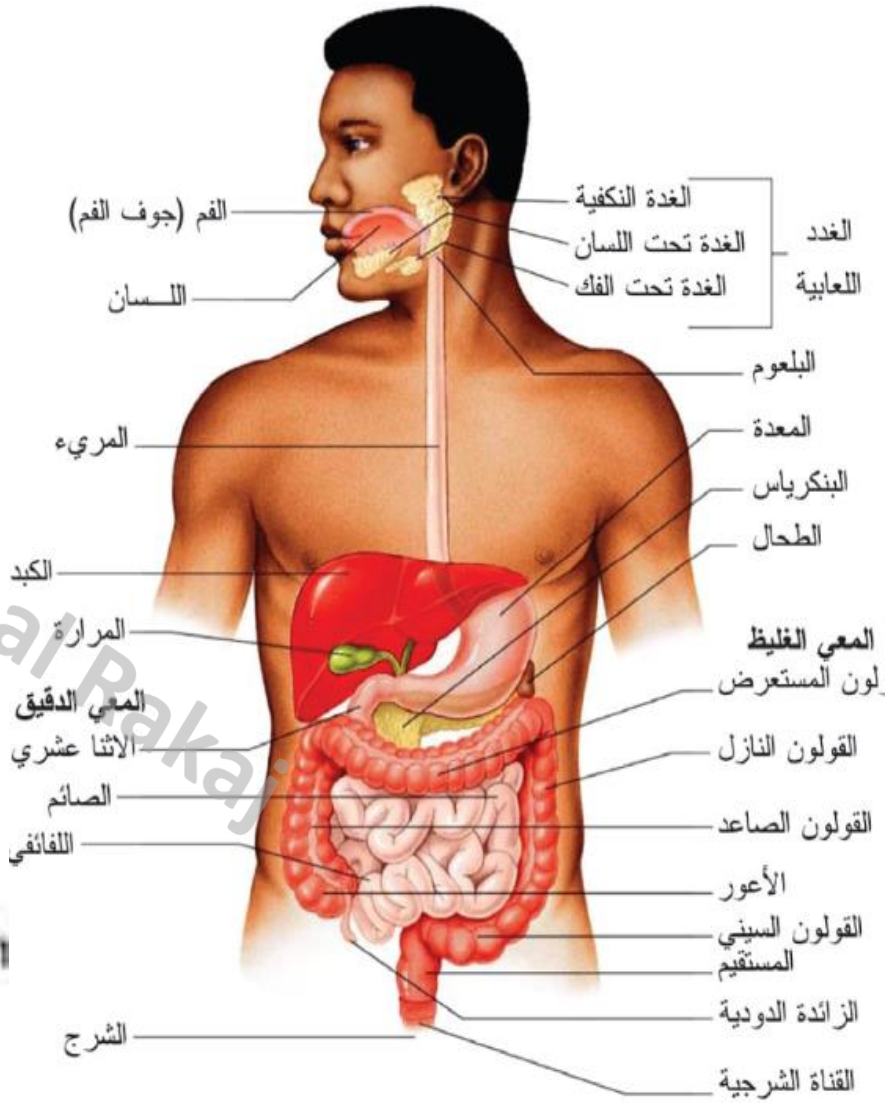
جامعة الشام الخاصة
Al-Sham Private University

كلية: الصيدلة Faculty of Pharmacy	مقرر: فيزيولوجيا وفيزيواوجيا مرضية Physiology and Pathophysiology
الرمز: PHR 319	مدرس المقرر: د. أمل ركاج

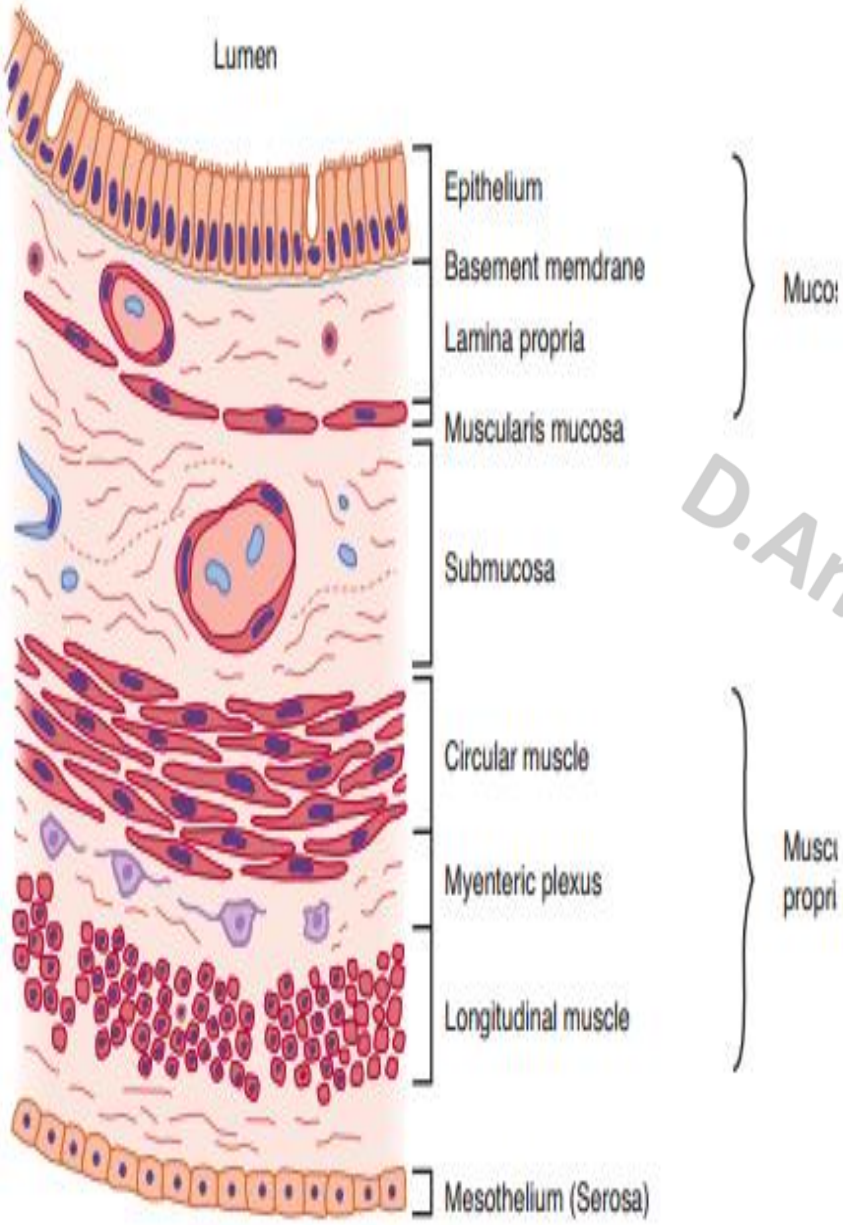
Physiology of Digestive System

فيزيولوجيا الجهاز الهضمي



الشكل (١٠-١) أجزاء الجهاز الهضمي

D.Amal Rakaf



الوظيفة الحركية للجهاز الهضمي

Motor fonction of system digestive

أ–خصائص الجدار الهضمي.

مقطع في الجدار المعوي يظهر طبقات الجدار المعوي.

١-الطبقة المصلية : **The Serosa** .

٢- الطبقة العضلية **The muscularis** **مؤلفة من**

طبقة العضلة الطولانية **Longitudinal muscle layer:**

طبقة العضلة الدائرية **a circular muscle layer:** .

٣-الطبقة تحت المخاطية:**The submucosa**.

٤- الطبقة المخاطية **The mucosa:**

تنجز الوظائف الحركية لجهاز الهضم بوساطة الطبقات المختلفة من العضلات الملساء.

D.Amal Bakal

ب-العضلة الملساء الهضمية : Gastro intestinal Smooth muscle

. تتوضع الألياف العضلية الملساء بشكل متواز في حزم تحوي الواحدة منها نحو ١٠٠٠ ليف

تمتد هذه الحزم في الطبقة العضلية الطولانية بشكل طولاني، وذلك باتجاه أسفل السبيل المعوي، أما في الطبقة العضلية الدائرية فتمتد حول المعي.

تتصل الألياف العضلية في كل حزمة مع بعضها بوساطة عدد كبير من القنوات من نوع مواصل الفسحة Gap Junction التي تسهل حركة الشوارد من ليف إلى ليف مجاور آخر.

وطبقاً لذلك يمكن للإشارات الكهربائية وبالتالي كمون العمل أن ينتقل فوراً من ليف إلى الليف الذي يليه

تنفصل كل حزمة من الألياف العضلية الملس بشكل جزئي عن الحزمة التي تليها بنسيج ضام رخو،ولكن هذه الحزم تتحد فيما بينها عند عدة نقاط، ولذلك تعد كل طبقة عضلية عبارة عن تعريشة Latticwork متفرعة من الحزم العضلية الملساء.ولهذا السبب تعمل كل طبقة عضلية كمخلى Syncytium .يعني ذلك أنه عندما يثار كامن فعل في أي مكان من الكتلة العضلية فإنه ينتشر في جميع الاتجاهات داخل العضلة .تعتمد مسافة انتقال الإشارة (كامن الفعل)على استثارية العضلة، إذ إن الإشارة يمكن أن تتوقف أحياناً بعد عدة ملمترات وتسير أحياناً عدة سنتمترات أو حتى على كامل السبيل المعوي حسب شدة المنبه .

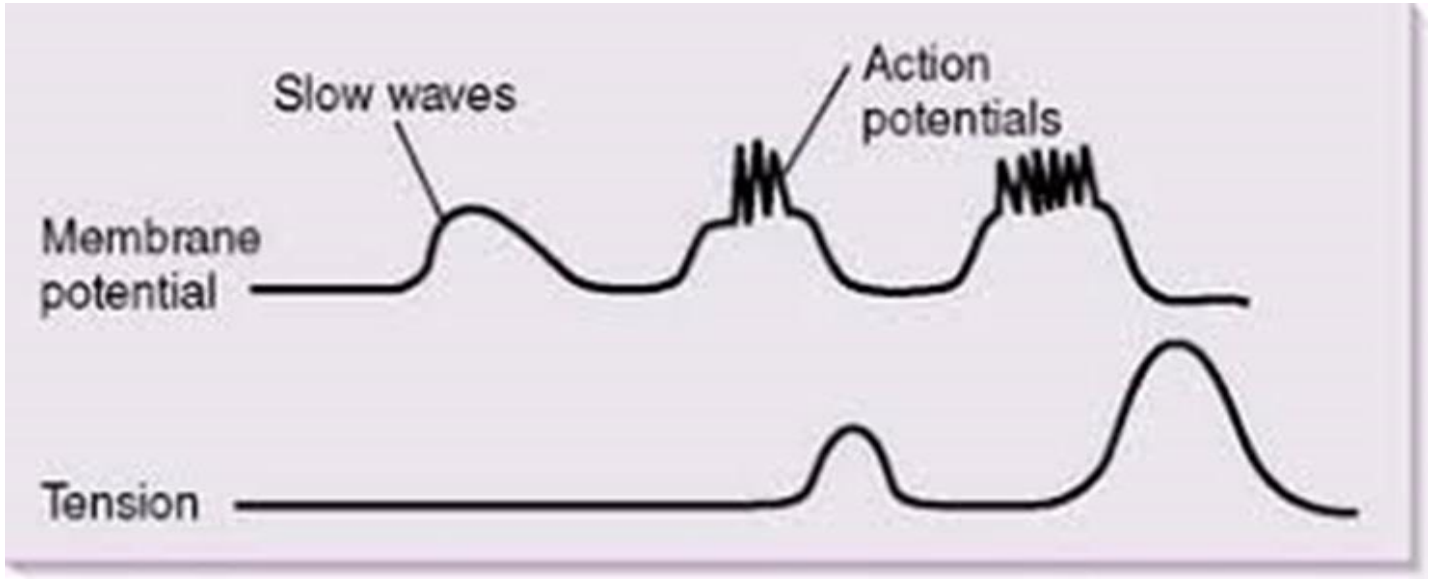
توجد عدة اتصالات لكنها قليلة بين الطبقة العضلية الطولانية والدائرية بحيث تؤدي إثارة إحدى هاتين الطبقتين إلى إثارة الأخرى أيضاً.

D.Amal Rakaa

ج-الفعالية الكهربائية للعضلة الملساء الهضمية

يكون كامن الراحة **Resting Membrane Potential** الغشائي بحدود -٩٠ ميلي فولط في الألياف العصبية والعضلية المخططة و بينما يكون هذا الكامن في الألياف الملساء (-٥٠ الى -٦٠ ميلي فولط وهو غير ثابت في معظم العضلات الملساء للسبيل الهضمي) ،تنجم هذه السلبية عن زيادة نفوذية شوارد البوتاسيوم وتسريبها نحو الخارج (نحو ١٠٠ضعف) مقارنة بنفوذية الصوديوم ، بالإضافة إلى مضخة الصوديوم بوتاسيوم التي تعمل كمضخة مولدة للكهرباء حيث تضخ+ 3NA إلى الخارج مقابل +2K إلى الداخل مما يحدث مدروجات مختلفة أثناء الراحة ،في هذه السلبية المنخفضة لا يمكن لقنوات الصوديوم السريعة أن تنفتح

تخضع العضلة الملساء في السبيل الهضمي لاستثارة كهربائية متواصلة غالباً بطيئة من نمط الإستثارة الذاتية أي زوال استقطاب تلقائي **Automatic Depolarisation** ،نتيجة دخول غريزي فطري لشوارد الصوديوم مؤديا إلى حدوث الموجات البطيئة كالتالي :



D.Amal Rakaj

١-الموجات البطيئة.Slow Waves

١-هي تغيرات متموجة بطيئة في كامن الراحة الغشائي للعضلة الملساء

٢- يعتقد أن هذه التغيرات تنجم عن التداخل المعقد بين الخلايا العضلية الملساء وبين خلايا خاصة تدعى بالخلايا الخلالية(خلايا كاجال).

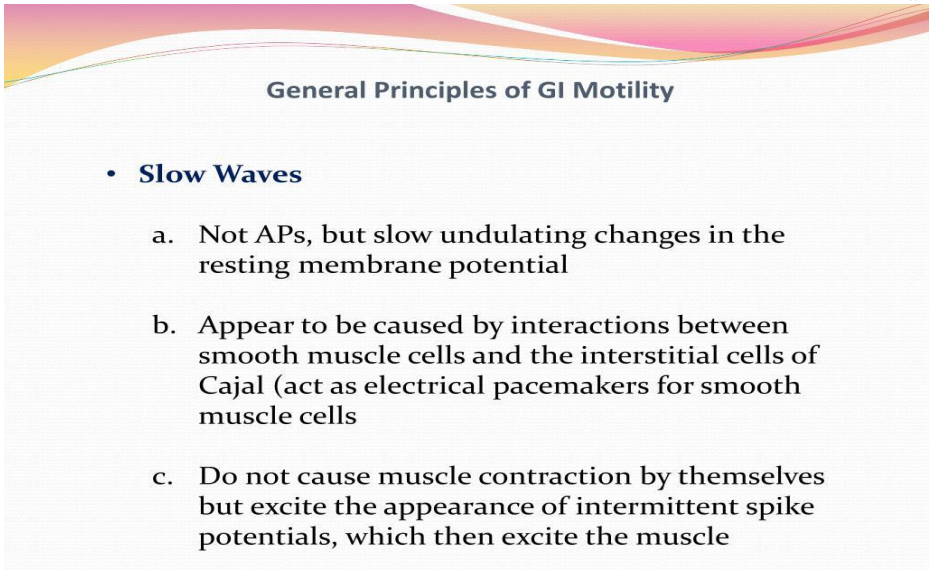
٣- يعتقد أن خلايا كاجال تعمل كناظمة خطا كهربائية للخلايا العضلية الملساء. وتتصل خلايا كاجال مع بعضها من جهة ومع الخلايا العضلية الملساء بما يشبه المشابك العصبية من جهة أخرى.

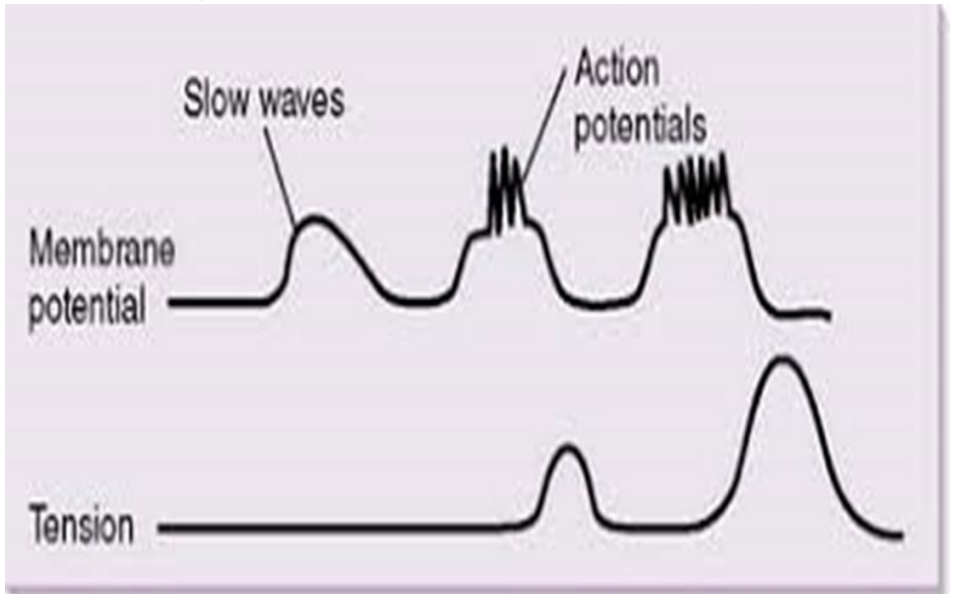
٤ - تخضع الخلايا الخلالية (خلايا كاجال) لتغيرات دورية في كامن الغشاء بسبب تيارفطري من حركة شوارد الصوديوم نحو الداخل مسببا نزع استقطاب جزئي وبالتالي حدوث الموجات البطيئة.

٥-لا يمكن الغاء هذه الموجات حتى في حال قطع جميع الألياف المعصبة لليف العضلي .

٦-لا تسبب الموجات البطيئة بذاتها حدوث كمون عمل ، أي لا تؤدي إلى تقلص العضلة بشكل مباشر عادةً ،وإنما تقوم بالتحكم والتحضيرلظهور الشوكة الكمونية التي تؤدي فعلياً إلى تقلص العضلة.

Dr.Amal Kalaji



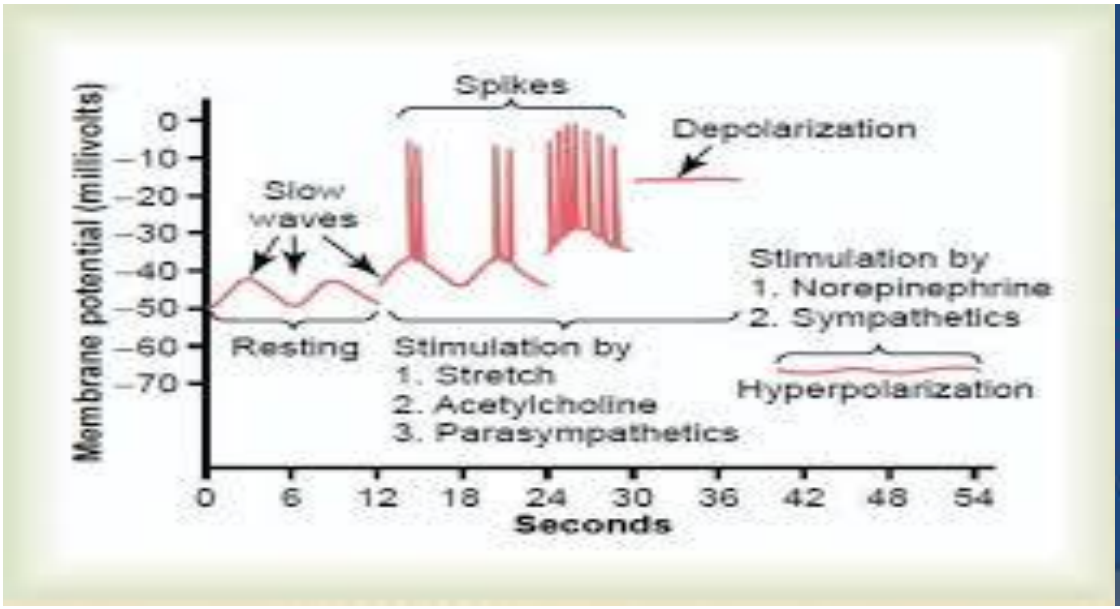


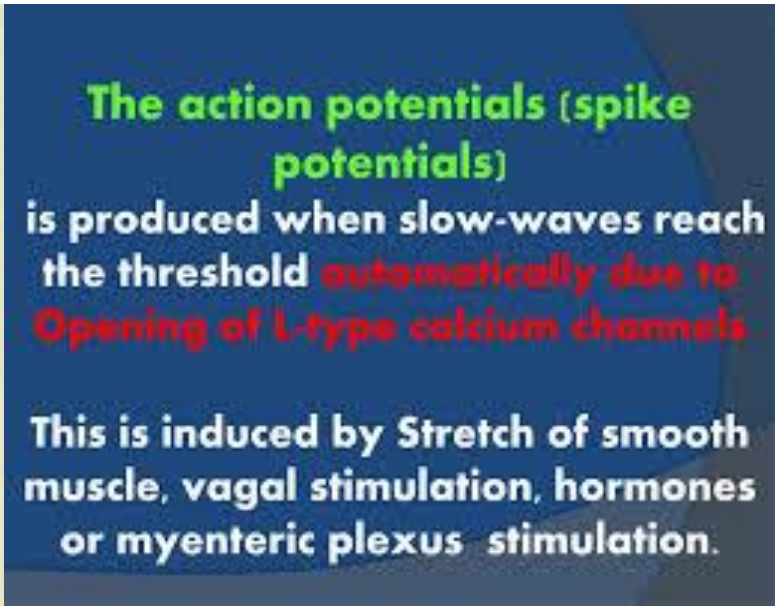
٢- الشوكة الكمونية Spike potentials

تعدُّ الشوكة الكمونية كامن فعل حقيقي، وتحدث تلقائياً عندما يصبح كامن الراحة لغشاء العضلة الملساء الهضمية أكثرإيجابية أي يصل إلى(-٣٥ -٤٠ ميلي فولط) عندها يصل الكمون إلى مرحلة **Firing level) (Threshold أو** وتحدث الشوكة الكمونية وهي نتيجة انفتاح قنوات الكالسيوم البطيئة من نمط L- type calcium channele ودخول شوارد الكالسيوم .

يؤدي دخول شوارد الكالسيوم إلى كوامن فعل أوشوكات كمونية على ذرى الموجات البطيئة ،وكلما كان ارتفاع كامن الموجة البطيئة أعلى كان تكرار كوامن الفعل أكبروهي تتراوح عادةً بين ١-١٠ ذروة/ ثانية.

يشاهد في الشكل كوامن الغشاء في عضلة ملساء معوية ، الموجات البطيئة، والكوامن الشوكية وزوال استقطاب كامل وفرط استقطاب، وتحدث جميعها تحت ظروف فيزيولوجية مختلفة





Dr Amal Rafat

ثمة فروق بين الكوامن الشوكية وكوامن الفعل السريعة في الألياف العضلية المخططة

١) -تدوم مدة كامن الفعل في الشوكة الكمونية في الألياف العضلية الملساء الهضمية مدة أطول بـ١٠ إلى ٤٠ ضعفاً من مدة كامن الفعل في الألياف العصبية أوالألياف العضلية المخططة ،إذ تدوم كل شوكة كمونية من ١٠-٥٠ ميلي ثانية ،مقابل أجزاء من الميلي ثانية حتى ٥ ميلي ثانية في الألياف العصبية أو المخططة .

٢) سعة الكوامن الشوكية غير ثابتة لذلك فإن إثارة هذه الكوامن لا تخضع إلى قانون الكل أو لا شيء.

٣) يوجد فرق آخر مهم بين كوامن فعل العضلة الملساء الهضمية من جهة وكوامن الفعل في الألياف العصبية و كوامن الفعل في الألياف العضلية المخططة من جهة أخرى كالتالي : تنجم كوامن الفعل بشكل كامل تقريباً من الدخول السريع لشوارد الصوديوم عبر قنوات الصوديوم السريعة إلى داخل الألياف العصبية أو العضلية المخططة بينما بالنسبة للألياف العضلية الملساء الهضمية تكون القنوات المسؤولة عن كوامن الفعل مختلفة تماماً،إذ إنها تسمح بشكل رئيس بدخول أعداد كبيرة من شوارد الكالسيوم عبر قنوات تدعى قنوات الكالسيوم البطيئة L- type calcium channele ، تسمح هذه القنوات أيضا بمروربعض شوارد الصوديوم .

٤) لا تتثبط هذه القنوات بالتترودوتوكسين الذي يحصر أقنية الصوديوم.

٥) -تتميز هذه القنوات بأنها أبطأ انفتاحاً وأبطأ انغلاقاً من قنوات الصوديوم السريعة بكثير.

٦) يمكن أن تنشأ الكوامن الشوكية بمعزل عن أي تنبيه (كهربائي أو هرموني) مثلا تمطط جدار الأمعاء .

D.Amal Rakan

التبدلات فى فولطاج كامن غشاء الراحة:

العوامل التى : تزيل استقطاب غشاء الألياف العضلية الملساء Depolarisation

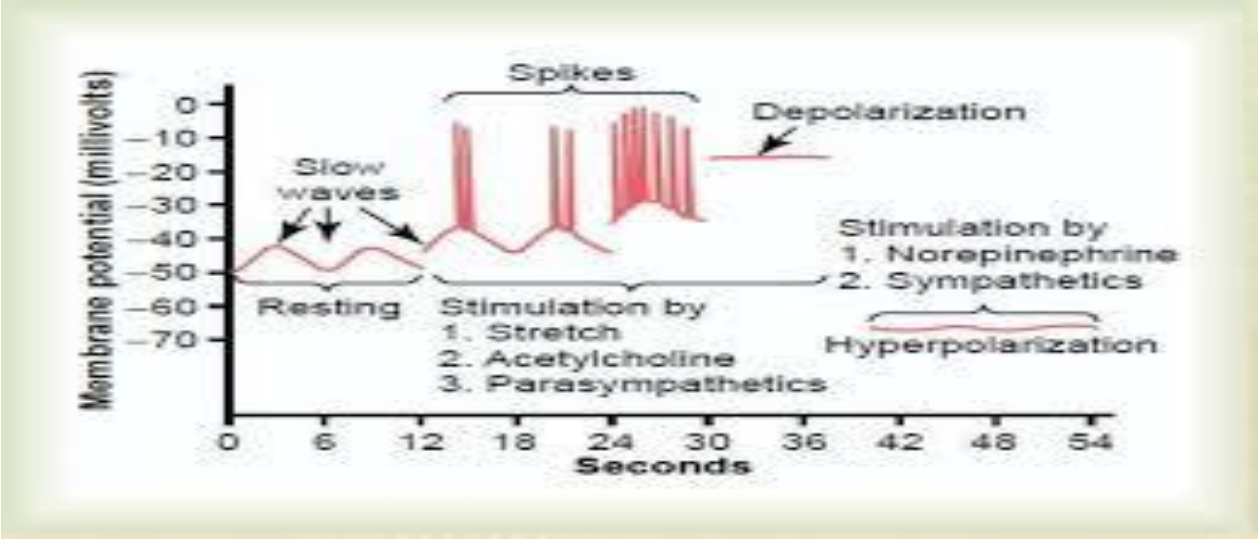
(أي تجعل كامن الغشاء أقل سلبية أي تجعله أكثر استثارة) وهي:

- ١-تمطيط العضلة.
- ٢-التنبيه بالأستيل كولين أو تنبيه اللاودي: كتنبيه العصب المبهم Vagus Nerve والعصب الحوضي Pelvic Nerve
- ٣- التنبيه بوساطة هرمونات هضمية نوعية متعددة

D.Amal Rafaa

العوامل التي تؤدي إلى فرط استقطاب الالياف العضلية الملساء hyperpolarisation

- تجعل كامن الغشاء أكثر سلبية أي أقل استثارة وهي :
- ألنورابينفرين أو الأبينفرين على غشاء العضلة.
- تنبيه الأعصاب الودية التي تفرز النورابينفرين عند نهاياتها: كالعصب الحشوي Splanching Nerve والعصب الخثلي Hypogastric Nerve



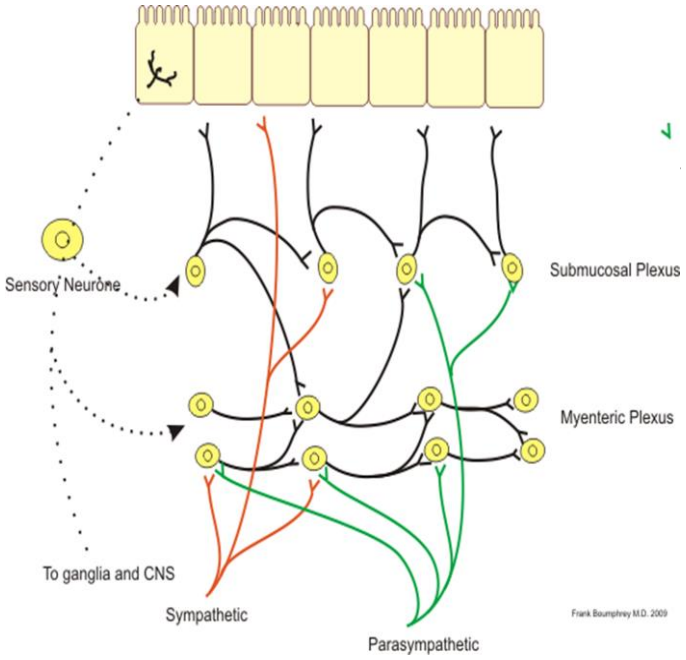
التحكم العصبي بوظيفة الهضم: Neural Control of Digestive System

١- التعصيب والتحكم الداخلي لجهاز الهضم :

يمتلك السبيل الهضمي جهازاً عصبياً خاصاً به يُدعى الجهاز العصبي المعوي أوالجملة داخلية المنشأ Enteric Nervous System :

يتوضع هذا الجهاز العصبي في جدار المعي، يبدأ من المري ويمتد حتى يصل إلى الشرج. يبلغ عدد عصبونات هذا الجهاز نحو ١٠٠ مليون عصبون ،هذا الرقم يساوي تقريباً عدد العصبونات في كامل الحبل الشوكي مما يوضح أهمية الجملة العصبية المعوية في التحكم بالوظيفة الهضمية خاصة الحركية (كالحركات التمعجية)، وكذلك التحكم بالإفراز.

D.Amal Kalaj



يتألف الجهاز العصبي المعوي بشكل رئيس من ضفيرتين عصبيتين :

١- ضفيرة خارجية تتوضع بين الطبقتين العضليتين الدائرية والطولانية

وتدعى الضفيرة المعوية العضلية Myenteric Plexus أو ضفيرة أورباخ

تتحكم هذه الضفيرة بالحركات الهضمية بشكل رئيس

٢- ضفيرة داخلية تتوضع في الطبقة تحت المخاطية

و تدعى الضفيرة تحت المخاطية أوضفيرة مايسنر. Meissner s Plexus

تتحكم هذه الضفيرة بالإفراز الهضمي والجريان الدموي الموضعي بشكل رئيس

تفرز نهايات الجملة العصبية الداخلية مجموعة من النواقل العصبية من أهمها :

- السيروتونين ، Serotonine
- السوماتوستاتين Somatostatine
- والنتريك أوكسيد NO
- والـ الببتيد المعوي الفعال في الأوعية الدموية vasoactive intestinalpeptide VIP

التحكم بالسبيل الهضمي من قبل الجهاز العصبي المستقل

١-التعصيب اللاودي Parasympathetic Innervation .

يقسم التعصيب اللاودي للمعي إلى جزء قحفي وجزء عجزي.

تصل ألياف الجزء القحفي إلى السبيل الهضمي بوساطة **العصبين المبهمين Vague N** باستثناء بضعة ألياف تصل إلى نواحي الفم والبلعوم. تؤمن هذه الألياف تعصيباً غزيراً لكل من المريء ،المعدة ،المعثكلة والنصف الأول من الأمعاء الغليظة وبشكل أقل غزارة للأمعاء الدقيقة.

D.Amal Rakaj

تنشأ ألياف **القسم العجزي** من الشدف العجزية الثانية والثالثة والرابعة للنخاع الشوكي، ثم تمر عبر **الأعصاب الحوضية Pelvic N** إلى النصف القاصي من المعي الغليظ.

يؤدي تنبيه الأعصاب اللاودية إلى زيادة فعالية كامل الجملة العصبية المعوية، عن طريق إفراز الاستيل كولين والذي يرتبط بمستقبلاته الموسكارينية M1 مؤديا إلى تعزيز فعالية معظم الوظائف الهضمية.

٢-التعصيب الودي Sympathetic Innervations

يشمل الأعصاب الودية القادمة من عقد السلسلتين الوديتين المتوضعتين على جانبي العمود الفقري

كالعصب الحشوي Splanching N والعصب الخثلي Hypogastric N.

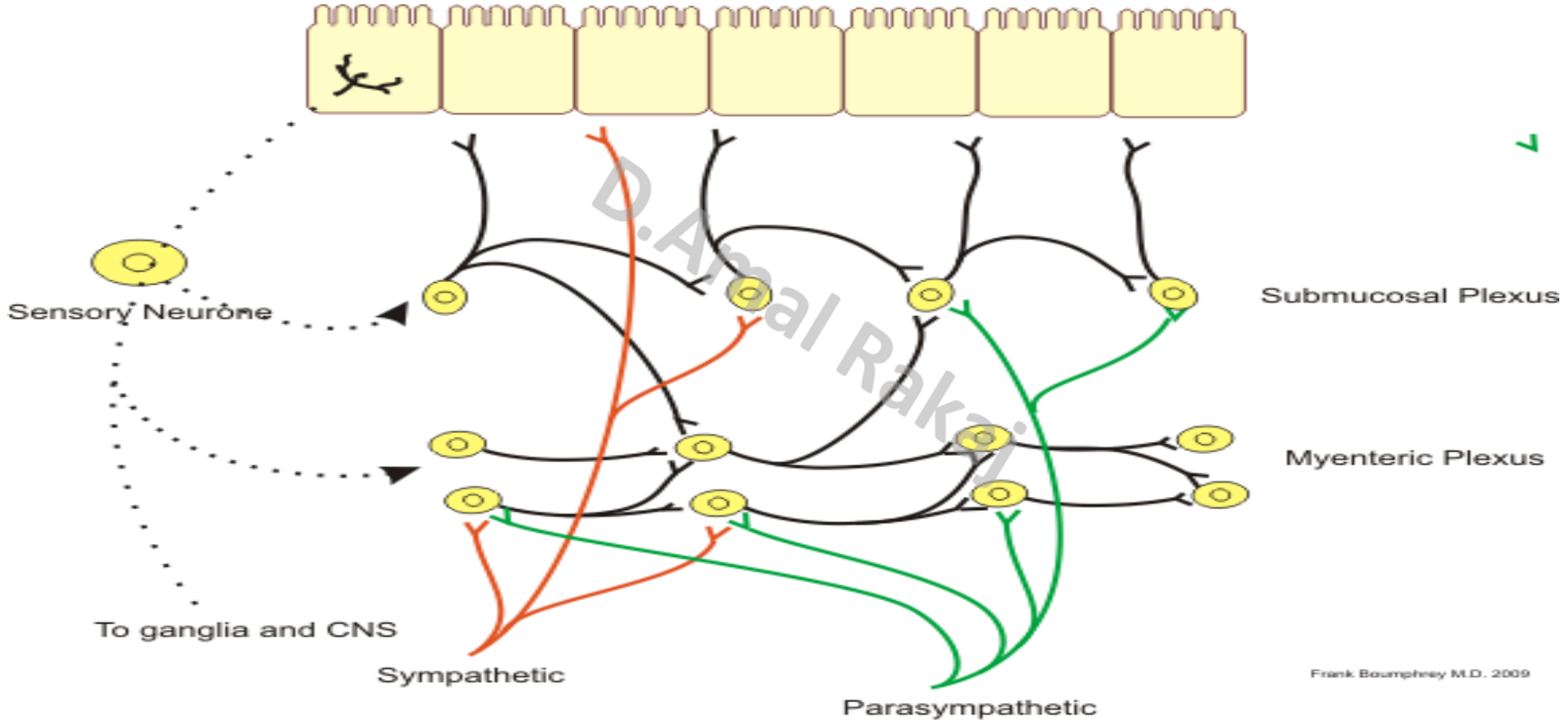
تنشأ الألياف الودية المعصبة للسبيل الهضمي من الشدف الصدرية الخامسة وحتى القطنية الثانية للحبل الشوكي.

تقوم الأعصاب الودية بتعصيب جميع أجزاء السبيل الهضمي تقريباً ،ولكنها أكثر غزارة في أقسام السبيل الهضمي القريبة من الفم أو الشرج.

يؤدي تحريض الجملة العصبية الودية إلى تثبيط فعالية السبيل الهضمي محدثاً تأثيرات معاكسة لتأثيرات الجملة اللاودية.عن طريق إفراز النورادرينالين الذي يرتبط بمستقبلاته الادرنيرجية مؤديا إلى تثبيط فعالية كامل الجهاز الهضمي محدثاً تأثيرات معاكسة لتأثيرات الجملة اللاودية.

Dr.Amal Rakkaj

يلاحظ في الشكل الألياف الودية واللاودية التي تتصل مع كل من الضفيرتين تحت المخاطية والمعوية العضلية.وعلى الرغم من أن الجهاز العصبي المعوي يمكن أن يقوم بوظيفته باستقلال تام عن هذه الأعصاب الخارجية،إلا أن تحريض الألياف الودية أو اللاودية يمكنه أن يزيد فعالية الوظائف الهضمية أو ينقصها.



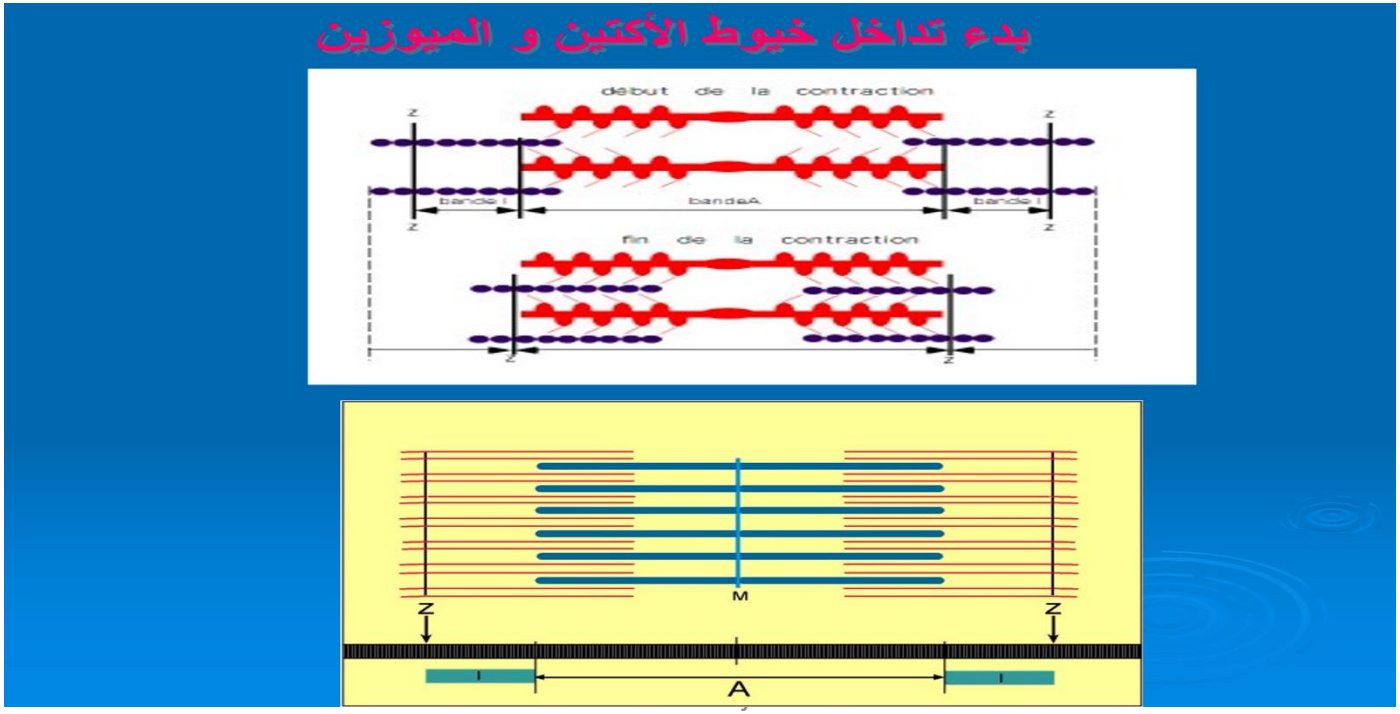
D.Amal Rakai

- وتتشابك عقد ضفيرتي الجملة العصبية المستقلة مع الألياف الخارجية الودية واللاودية على الرغم من أن الجمة العصبية الداخلية يمكنها أن تقوم بوظيفتها باستقلال تام عن الأعصاب الخارجية

آلية التقلص العضلي

عند تنبيه العصب الوركي المعصب للعضلة الساقية البطنية ، تستجيب هذه العضلة للمنبه (إذا كانت شدته فوق العتبة ، وإذا كان العصب بحالة سليمة والعضلة في حالة وظيفية جيدة) بحدوث تقلص واسترخاء سريعين بحالة كان التنبيه وحيد ، وهذا ما يسمى الرجة العضلية.

حيث يؤدي التنبيه الى نشوء كامن الفعل في العصب الوركي وانتقاله إلى منطقة الوصل العصبي العضلي (اللوحة المحركة) ، وتحرر الوسيط الكيميائي (الأستيل كولين) من النهايات العصبية ، والذي يؤثر بدوره في مستقبلات له موجودة على غشاء الألياف العضلية (الغشاء ما بعد الوصل) ، ونشوء كامن فعل في هذا الأخير وانتشاره على طول الغشاء من جهة وإلى عمق الليف بوساطة القنيات T من جهة ثانية ، وتحرر شوارد الكالسيوم بعد ذلك من مخازنها وازدياد تركيزها في هيولى الليف العضلي ، وارتباطها بالتروبونين (C) ، إلى لحظة بدء تداخل خيوط الأكتين و الميوزين

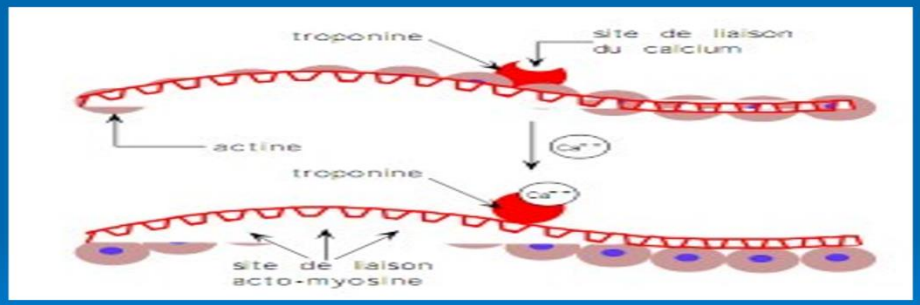


D.Amal Rakj

في حالة الراحة يمنع كل من التروبونين (I) و التروبوميوزين ارتباط رؤوس خيوط الميوزين على النقاط الفعالة في خيوط الأكتين ، كما يكون إنظيم (ATPase) الموجود في رؤوس الميوزين في حالة تثبيط ، إلا أنه عند حدوث التنبيه وارتفاع تركيز شوارد الكالسيوم في الهيولى العضلية ، ترتبط هذه الشوارد بالتروبونين (C) مما يزيل التأثير المثبط للتروبونين (I) و التروبوميوزين وتنكشف المواضع الفعالة على خيوط الأكتين نتيجة لانزياح التروبوميوزين والتروبونين (I) عن هذه المواضع و يتفعل أيضاً (ATPase) الذي يعمل على فك الرابطة الغنية بالطاقة في جزيئات (ATP) وتقديمها إلى عملية التقلص مما يؤدي إلى انزلاق خيوط الأكتين بين خيوط الميوزين وحدوث التقاصر العضلي . ولما كان التنبيه وحيداً فإن شوارد الكالسيوم ، ما تلبث أن تعود إلى مخازنها بفعل مضخة الكالسيوم وينخفض تركيزها من جديد في الهيولى مما يؤدي إلى فك الارتباط بين الأكتين ورؤوس الميوزين وعودة العضلة إلى حالة الراحة .

Dr.Amal Rafaï

تحرر شوارد الكالسيوم من مخازنها وازدياد تركيزها في هيولى الليف العضلي وارتباطها على التروبونين (C)



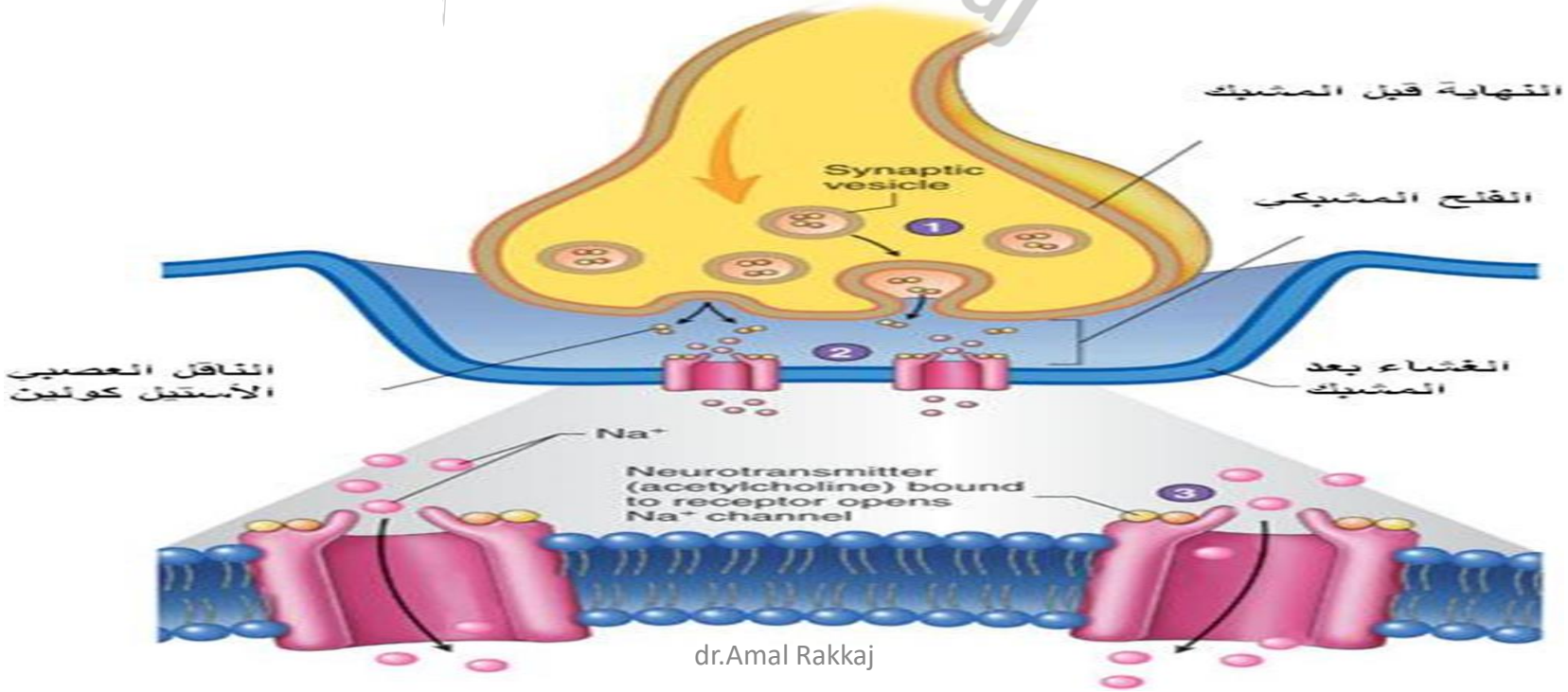
المشبك العصبي العضلي

يتألف المشبك العصبي العضلي (اللوحة المحركة) من :

غشاء قبل المشبكي تتضمن التفرعات الانتهائية لمحاور الخلية ما قبل المشبكية وتدعى بالازرار الانتهائية حاملة الوسيط الكيميائي ، بحالة المشبك العصبي العضلي يكون هذا الوسيط (الاستيل كولين)

المسافة المشبكية : تفصل بين القسمين وتدعى الفالق المشبكي يعبره الناقل العصبي

النهاية ما بعد المشبكية جزء ما بعد المشبك يحوي مستقبلات بروتينية يرتبط معها الناقل العصبي المتحرر مؤديا لفتح قناة شاردية وهي بهذه الحالة اقنية الصوديوم مؤديا الى اطلاق كمون العمل والذي ينتقل داخل الخلية عبر قنوات T مؤديا بالنتيجة الى خروج شوارد الكالسيوم من مخازنها وازدياد تركيزها في الهيولى العضلية



Dr.Amal Rakkaj

مقارنة بين آليات التقلص بالعضلات الملساء والعضلات الهيكلية

تدعى الآليات التي تترجم كمون العمل إلى تقلص بأليات اقتران الاستثارة بالتقلص وتلعب شاردة الكالسيوم دورا هاما ورئيسيا في هذا الاقتران في كلا العضلات الهيكلية والملساء.

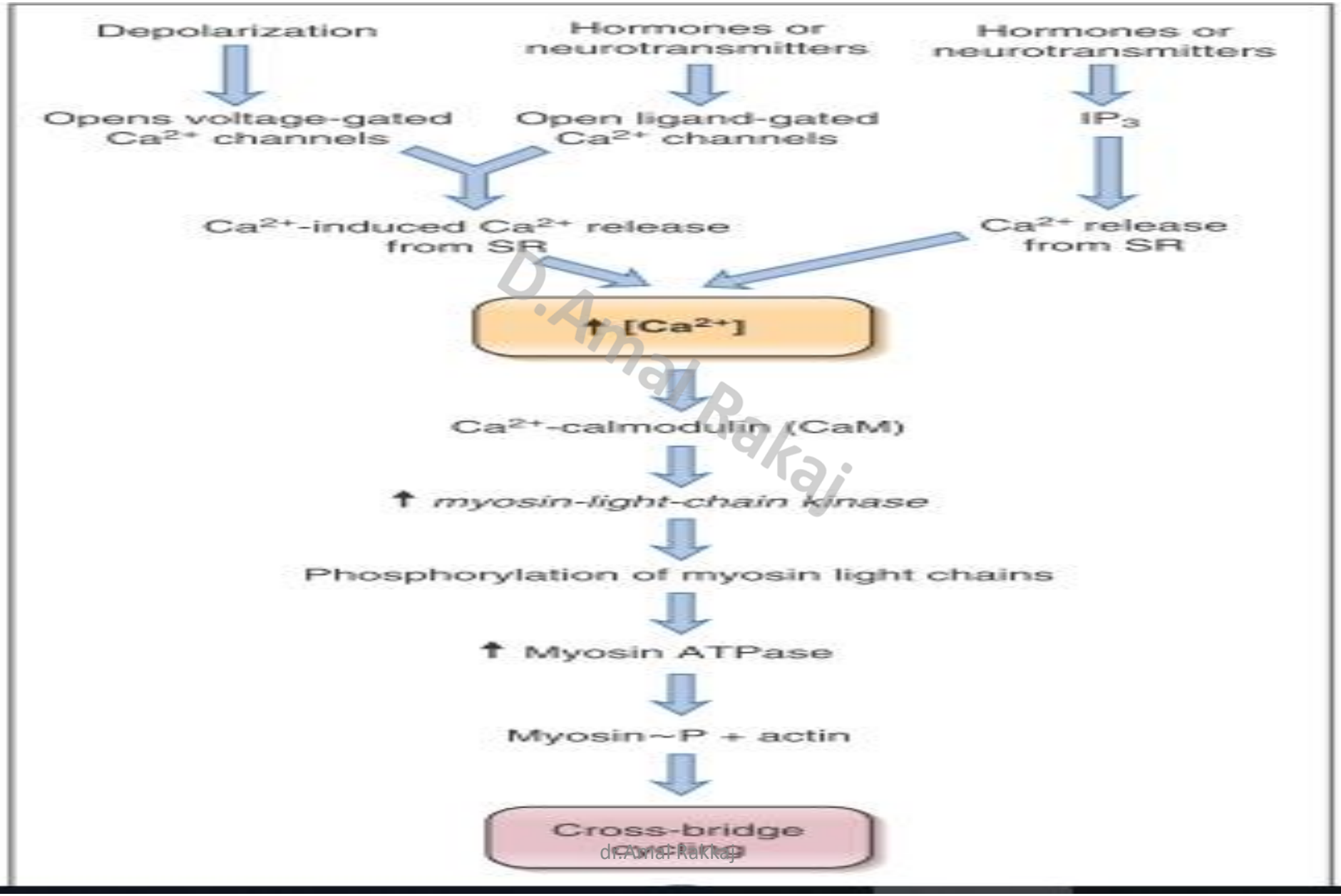
في العضلات الهيكلية يحمل كمون العمل إلى داخل الخلية عبرالنبيبات T,حيث يحررنزع الاستقطاب شوارد الكالسيوم من الشبكة الهيولية الداخلية وحويصلاتها التي تعتبر مخازن لهذه الشاردة إلى الهيولى العضلية حيث يزداد تركيزها فيها ، وترتبط بالتروبونين C وتكشف المواقع الفعالة على خيوط الاكتين والنتيجة انزلاق خيوط الأكتين بين خيوط الميوزين وحدوث التقاصر العضلي كما اسلفنا

أما في العضلات الملساء فيدخل الكالسيوم إلى الخلية أثناء كمون العمل عبر قنوات CA++ المبوبة بالفولتاج ، أو من مصادر الأخرى للكالسيوم كبوابات قنوات الكالسيوم ، والكالسيوم المنطلق بواسطة المرسال الثاني IP3 (ثلاثي فوسفات الاينوزيتول)

يرتبط بعدها الـ CA++ بالكالموديولين ، ويفعل معقد (كالموديولين ---CA++) كيناز سلسلة الميوزين الخفيفة الذي يفسفر الميوزين . يستطيع الميوزين المفسفر ربط الاكتين مشكلا الجسور المعترضة . ومولدا توترا مؤديا الى تقلص هذه العضلات

Dr.Amal Rakkaj

آلية تقلص العضلات الملساء



D.Amal Rakkaj
dr.Amal Rakkaj

الوظائف الحركية لجهاز الهضم Motor Function of System Digestive

١- مضغ الأطعمة في مستوى الفم
٢- بلع الأطعمة ويسهم في عملية البلع اللسان والبلعوم والمري
٣- مزج الكيموس مع العصارات الهاضمة وتأمين تحركه على طول الأمعاء الدقيقة
٤ - تحريك بقايا الكيموس في الأمعاء الغليظة للتخلص منها
٥-خزن فضلات الطعام في المستقيم والقيام بفعل التخلص من هذه الفضلات

D. Amal Bakai

أولاً-المضغ: Mastication (Chewing)

يبدأ هضم المواد الطعامية الصلبة المتناولة في الفم بواسطة عملية المضغ التي تشمل جميع الحركات الإرادية واللا إرادية للفك السفلي قبالة الفك العلوي، والتي تؤدي إلى تقطيع الطعام بواسطة القواطع وهرسه بواسطة الضواحك والأرحاء.

هل عملية المضغ إرادية؟؟

نحن نمضغ الطعام دون أن نعي بحركة الفك السفلي أثناء المضغ ولكن في أية لحظة يمكن للإرادة إيقافها أو تسريعها أو إبطاءها .

إذن المضغ عملية إرادية تتم بآليات انعكاسية تلقائية.

ثانياً: البلع Swalloing (Deglutition)

هو مجموع العمليات التي تؤدي إلى نقل اللقمة الطعامية من الفم إلى المعدة مروراً بالبلعوم والمريء. وله ثلاثة أطوار:

١- الطور الفموي Buccal stage

تعريفه: هو عملية نقل اللقمة الطعامية من الفم إلى البلعوم.

ويكون إرادي عموماً (أي من الممكن بلع اللقمة الطعامية تلقائياً دون تفكير في هذا الطور) ومن الممكن أيضاً التحكم بإيقاف هذا الطورعلى عكس الطور البلعومي والطور المريئي الذين لا نستطيع التحكم بهما.

يتم من خلاله تجميع المواد الطعامية على شكل كتلة كروية bolus ثم دفعها باتجاه الجدار الخلفي للبلعوم.

مدته قصيرة 0.2 ثانية والمسؤول عن هذا الطور الفعاليات الحركية للسان والخدين .

Dr.Amal Rakaa

مراحل البلع :

1-ارتفاع شراع الحنك Soft palate نحو الأعلى لاغلاق البلعوم الانفي Nasopharynx

2-استدارة ذروة اللسان خلف القواطع العلوية وبدء سلسلة تمعجات لسانية توصل لقمة الطعام إلى البلعوم الفموي Oropharynx

٣- ارتفاع الحنجرة Larynx وإغلاق مشق المزمارGlottis

٤ - انحناء لسان المزمار Epiglottis وتغطيتها لمشق المزمار

٥- تقلص العضلات البلعومية Pharyngeal Muscles وارتخاء المصرة المريئية العلوية لتوجيه لقمة الطعام ومواصلة سيرها من البلعوم الفموي إلى المري العلوي

٦ - بداية تمعجات مريئية يعقبها ارتخاء مصرة المري السفلية

٧- وصول الطعام إلى المعدة ثم إنغلاق المصرة المريئية السفلية

٢- الطور البلعومي: Pharyngeal stage

تعريف الطور البلعومي : هو عملية نقل اللقمة الطعامية من البلعوم إلى المريء.وهو لا إرادي، والعضلات الموجودة فيه هيكلية لا إرادية.

بما أن البلعوم مفترق طرق بين المسار الهضمي والتنفسي فلا بد خلال هذا الطور من توجيه اللقمة الطعامية نحو المسار الهضمي ، لذلك يقوم مركز البلع بتثبيط المركز التنفسي خلال هذا الطور كما تتثبط عملية المضغ مدة هذا الطور ١ ثانية أو أقل من ٢ ثانية.

يثارهذا الطورنتيجة تنبيه اللقمة الطعامية للمستقبلات الحسية الموجودة في شراع الحنك Soft Palate فتنطلق السيالات الحسية للأعصاب القحفية الخامس والتاسع والعاشر إلى مركز البلع في جذع الدماغ الذي يحلل المعلومات الواردة ويرسل سيالات حركية عبر الأعصاب الخامس (مثلث التوائم) والتاسع (البلعومي اللساني) والعاشر (المبهم) والثاني عشر (تحت اللساني الكبير) مما يؤدي إلى إطلاق سلسلة من التقلصات البلعومية والتي تبدأ بانتشار موجة تقلصية انتشارية Peristaltic Wave اعتباراً من العضلة معصرة البلعوم العلوية UpperPharyngeal Sphincter ثم معصرة البلعوم المتوسطة ومن بعدها معصرة البلعوم السفلية. Lower Pharyngeal Sphincter حتى تؤمن دفع اللقمة الطعامية نحو المري.

ينتهي هذا الطور بانفتاح المصرة المريئية العلوية Upper Esophageal Sphincter

(التي تكون مغلقة أثناء التنفس) حتى تسمح بانتقال الطعام إلى المريء

D.Amal Rakai

٣ - الطور المريئي: Esophageal stage

تعريف الطور المريئي : هو عملية نقل اللقمة الطعامية من المريء إلى المعدة. مدته ٥-٨ ثانية.يحدث فيه بالترتيب :

I. انفتاح المصرة المريئية العلوية Upper Esophageal Sphincter التي يعادل ضغطها في حالة الإغلاق ٨ كيلو باسكال نتيجة المقوية ذات الأصل المبهمي.وتسترخي عضلات هذه الشدفة بشكل انعكاسي عند البلع

II. نشوء موجات تمعجية Peristaltic waves على طول جسم المري

(الموجات التمعجية : فعاليات عضلية حركية منسقة تؤمن دفع اللقمة الطعامية في المري وحتى الوصول إلى المعدة)

بعد وصول لقمة الطعام إلى المري يولد في جسم المري نوعان من الحركات التمعجية :

a. حركات أولية غايتها دفع لقمة الطعام باتجاه معصرة المري السفلية

b. وحركات ثانوية غايتها تنظيف المري من بقايا الأطعمة التي تبقى في المري بعد الحركات الأولية

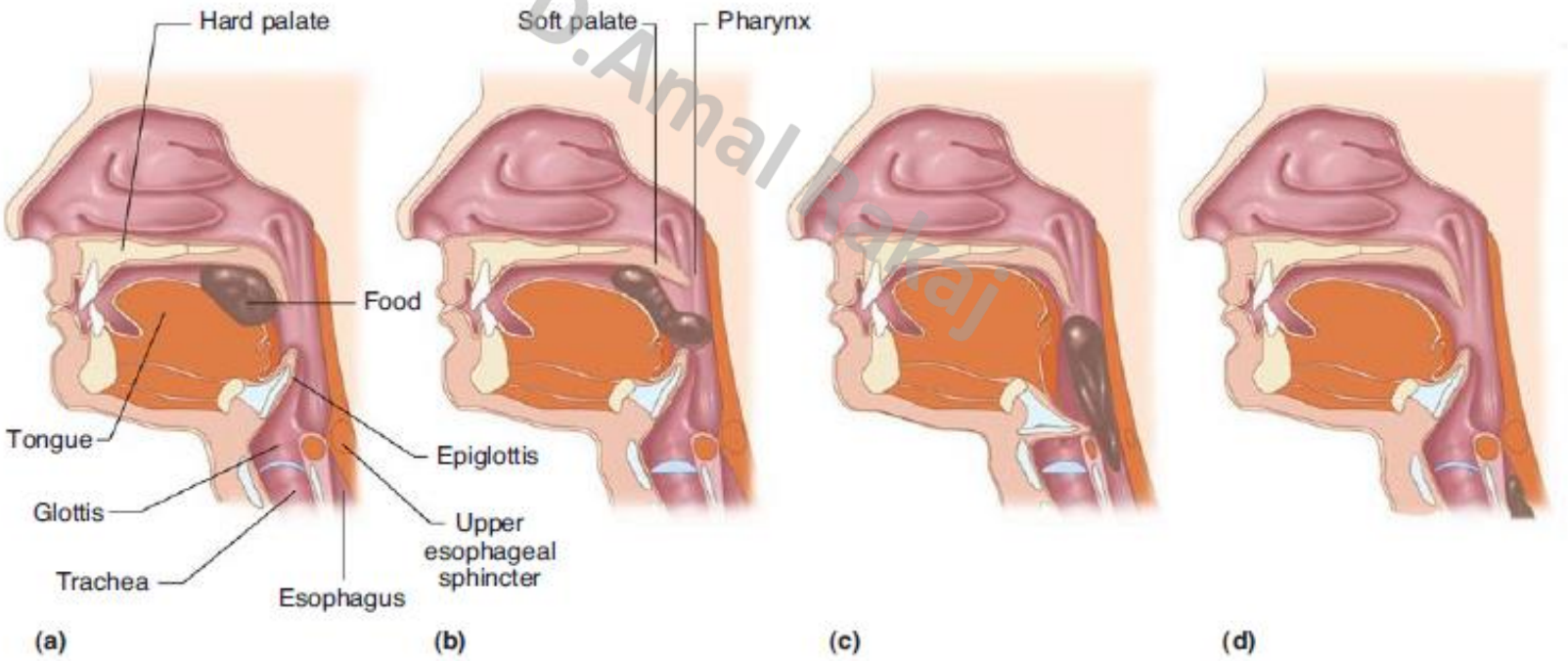
c. - انفتاح المصرة المريئية السفلية Lower Esophageal Sphincter

تكون هذه المصرة مغلقة خارج فترات البلع بفضل تقلصها المقوي ذات الأصل المبهمي وذلك كي تمنع عودة الطعام من المعدة إلى المريء

Dr.Amal Rakai

تحرك الطعام خلال البلعوم Pharynx والمري العلوي Upper Esophage خلال البلع

a - اللسان يدفع الطعام نحو خلف الفم
b - يرتفع شراع الحنك Soft palate لمنع الطعام من المرور بالممر الانفي
c - لسان المزمار Epiglottis يغطي مشق المزمار Glottis لمنع الطعام المرور إلى القصبة الهوائية Trachea
ويحدث استرخاء للمصرة المريئية العلوية Esophageal Sphincter
d - الطعام يدخل إلى المري Esophage



D.Amal Rakaj

FIGURE 28–3 Movement of food through the pharynx and upper esophagus during swallowing. (a) The tongue pushes the food bolus to the back of the mouth. (b) The soft palate elevates to prevent food from entering the nasal passages. (c) The epiglottis covers the glottis to prevent food from entering the trachea and the upper esophageal sphincter relaxes. (d) Food descends into the esophagus.

الوظائف الحركية للمعدة:Motor Function of Stomach

يمكن تصنيف الوظائف الحركية للمعدة في ثلاث مجموعات:

استيعاب الطعام وخزنه

يتم استيعاب الطعام لفترة من الزمن في القاع **Fundus** والجزء العلوي من جسم المعدة **Corpus** والذي يدعى المعدة العليا **Proximal Stomach** ، تبلغ سعة المعدة ١- ١,٥لتر .

مزج الطعام بالمفرزات المعدية

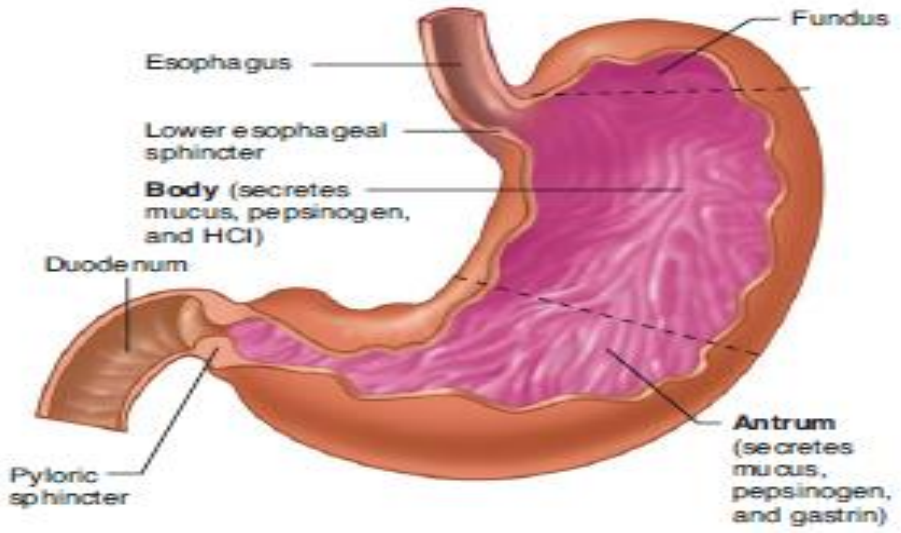
يدعى الكيموس الطعام الذي أصبح نصف سائل بالمعدة السفلى **Distal Stomach** التي تتألف من القسم السفلي من جسم المعدة **Corpus** والغار **Antrum.**

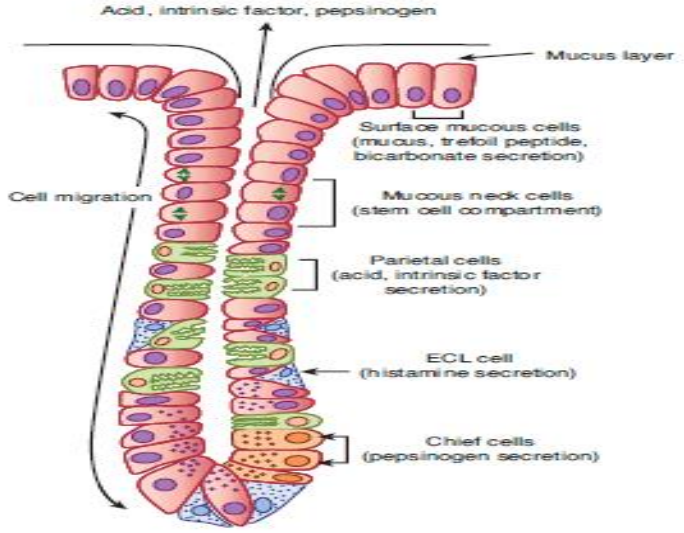
الإفراغ البطيء لمحتويات المعدة

يتم إفراغ المعدة بدفع الكيموس باتجاه الأمعاء الدقيقة، يتحكم بذلك المصرة البوابية **Pyloric Sphincter** والفاعليات الحركية لغار المعدة **Antrum** و البواب **Pylorus** وبمعدل ملائم للهضم والامتصاص في الأمعاء.

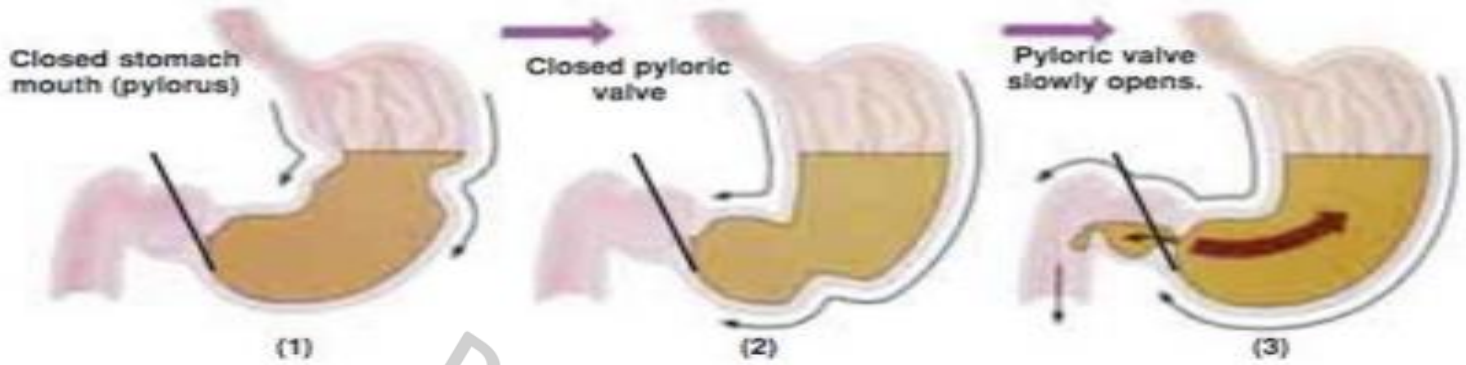
كما تساعد المصرة البوابية على عدم عودة حدوث **(Reflux)** المحتوى العفجي إلى المعدة .

D.Amal Rakaj





الإفراغ المعدي Emptying of the Stomach



تظهر هذه الصورة الكيموس وكيف يتم دفعه بإتجاه البواب الذي يكون في حالة شبه إغلاق بحيث لا يسمح إلا بمرور إلا العناصر السائلة والعناصر التي لا يتجاوز قطرها الـ 1ملم بينما تصطدم العناصر الأكبر بالبواب وتعود إلا الغار ليعاد تفتيتها من جديد.

Dr.Amal Rakaj

تنظيم الإفراغ المعدي : Regulation of Stomach Emptying

يبلغ زمن الإفراغ المعدي لوجبة طبيعية من ثلاث إلى خمس ساعات ،وقد يستغرق زمنا أطول خاصة في حال غنى الوجبة بالمواد الدسمة.

تعتمد سرعة التفريغ على عاملين اثنين هما:

١) شدة الفاعليات التمعجية

٢) درجة انفتاح البواب (درجة التقلص المقوي للبواب)

وبذلك فإنه يمكن لجميع العوامل التي تؤثر في هذين العاملين أن تؤثر في سرعة الإفراغ المعدي .

منشطات الإفراغ المعدي

- **- حجم الطعام**

يؤدي حجم الوجبة إلى حدوث منعكسات جدارية داخلية المنشأ نتيجة لتمدد جدران المعدة تزداد هذه المنعكسات كلما ازداد حجم الوجبة.

- **- هرمون الغاسترين**

الذي يفرز من الغدد الغارية Antrum في المعدة ومن بواب المعدة Pylorus نتيجة توافر نواتج هضم اللحوم .

- **- الكحول والكافئين**
- **-الغضب**

يزيد الغضب من حركية المعدة وبالتالي يسرع من الإفراغ المعدي .

- **- خصائص الكيموس : هناك علاقة طردية بين سرعة الإفراغ المعدي وبين :**

١) - حموضة الكيموس
٢) - ضغطه الحلولي
٣) - صلابة الوجبة لكنها تحتاج لوقت أطول

- **- تنبيه العصب المبهم :**

يؤدي تنبيه العصب المبهم إلى تناقص الاستطاعة الاستيعابية للمعدة وتفعيل الفاعليات الحركية التمعجية الغارية واسترخاء المصرة البوابية وبالتالي تنشيط الإفراغ المعدي، في حين يؤدي قطع المبهم أو إعطاء الاتروبين إلى زيادة الاستطاعة الاستيعابية للمعدة و تناقص في سعة الموجات التمعجية الغارية وتقلص المصرة البوابية وبالتالي تناقص في الإفراغ المعدي .

D.AmalRakaj

مثبطات الإفراغ المعدي

١- (أثر التلقيم الراجع Feed back الهرموني من العفج في تثبيط إفراغ المعدة)

❖ أ- هرمون الكوليسيتوكينين

يفرز الكوليسيتوكينين من مخاطية العفج Duodenum والصائم Jejenum استجابة لوجود المواد الدسمة والبروتينات في محتويات الأمعاء وهو يعمل كمضاد تنافسي مع الغاسترين مثبطا للإفراغ المعدي.

❖ ب - هرمون السكريتين

يفرز السكريتين من مخاطية العفج والصائم استجابة لحموضة الكيموس القادم إلى العفج حيث أنه يثبط الإفراغ المعدي ,كما أن له دورا تثبيطيا معتدلا على تحرك معظم أجزاء السبيل الهضمي.

❖ ج - الببتيد المثبط المعوي

يتحرر الببتيد المعوي المثبط من قبل مخاطية الجزء العلوي من الأمعاء الدقيقة , يثبط هذا الببتيد الإفراغ المعدي .

D.Amal Bakaj

(تتمة مثبطات الافراغ المعدي)

٢ --غنى الكيموس بالمواد الدسمة والبروتينات :

تؤخرهذه المواد الإفراغ المعدي عن طريق منعكس معدي – معوي مثبطا حركية المعدة ، ومن خلال تحريض إفراز الكوليسيتوكينين الذي يثبط حركية المعدة ويقوي تقلص مصرتها البوابية وبالتالي يثبط الإفراغ المعدي.

٣- العوامل النفسية والعاطفية

يثبط الكرب **Stress** والاكتئاب **Depression** الإفراغ المعدي

٤ - تفعيل المستقبلات الألمية يطيل من زمن الإفراغ المعدي وبالتالي يثبط الإفراغ المعدي

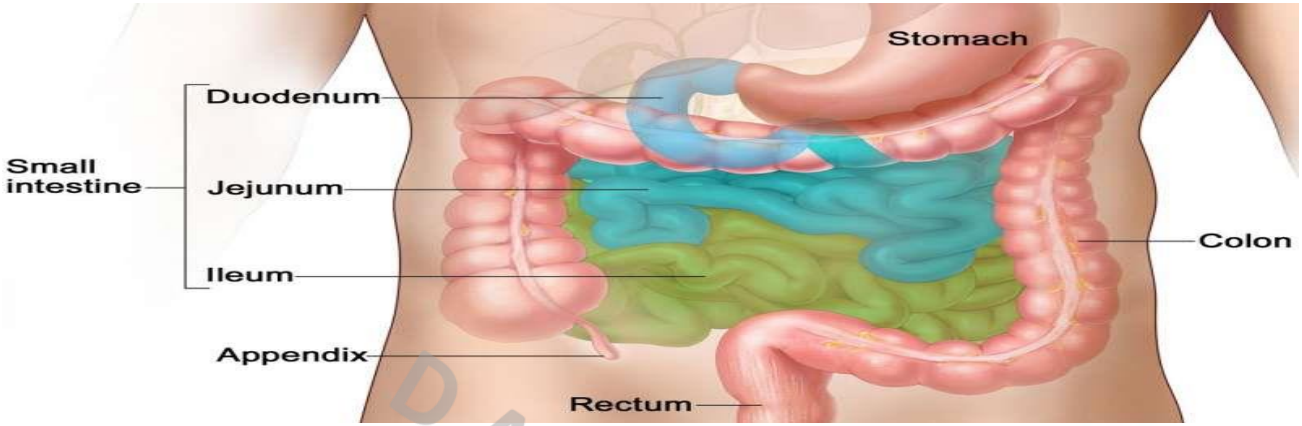
٥- تنبيه الأعصاب الودية

يؤدي تنبيه الأعصاب الودية إلى زيادة الاستطاعة الاستيعابية للمعدة ،وتناقص الفاعلية الحركية التمعجية للمنطقة الغارية وزيادة تقلص المصرة البوابية وبالتالي تثبيط الإفراغ المعدي .

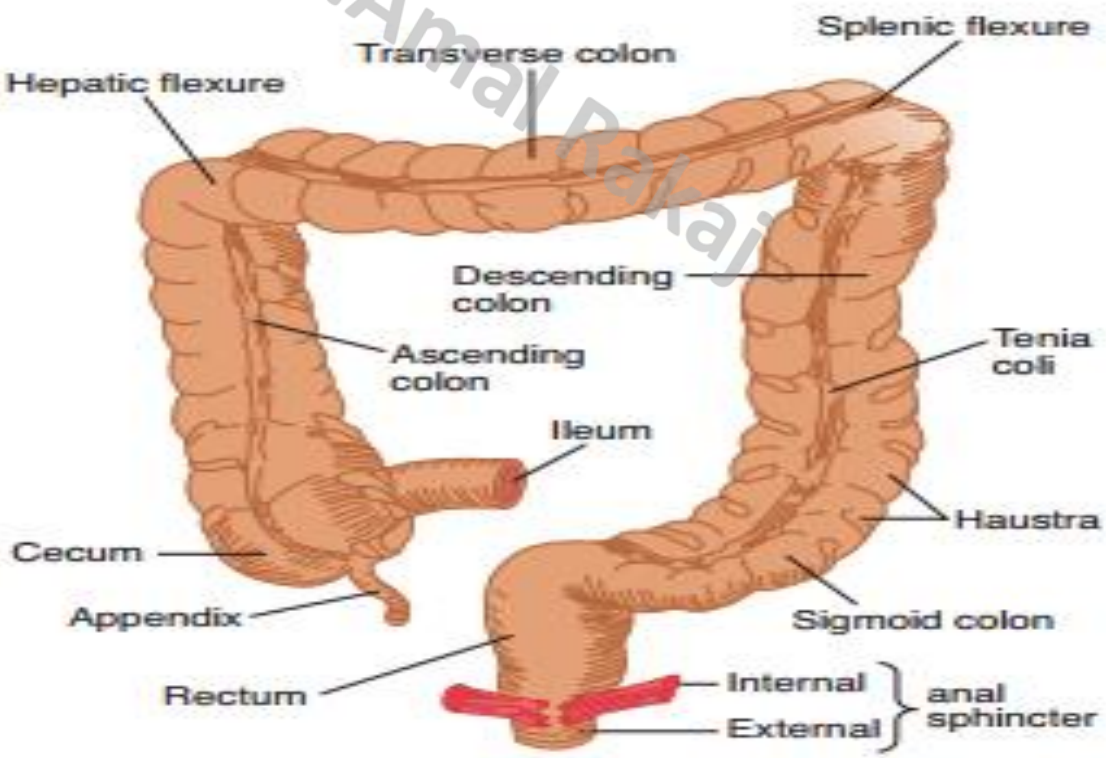
في حين أن قطع الألياف الودية أوإعطاء الغوانيتيدين (الذي يثبط تحرر النورادرينالين من النهاية الودية) إلى تناقص الاستطاعة الاستيعابية (خاصية الارتخاء الاستقبالي) للمعدة العليا وتنشيط الفاعليات الحركية التمعجية للمنطقة الغارية واسترخاء المصرة البوابية وبالتالي (تنشيط الإفراغ المعدي).

D.Amal Bakaj

Intestin : الأمعاء



D.Amal Rakaji



الفعالية الحركية للأمعاء الدقيقة

هناك نوعان من الفاعليات الحركية بعد الطعام

١- الحركات الدفعية أوالحركات التمعجية ٢- الحركات المازجة

١-الحركات الدفعية أوالحركات التمعجية Peristaltic Contraction

تسبب هذه الحركات تحرك الطعام إلى الأمام على طول السبيل الهضمي وبمعدل ملائم للهضم والامتصاص.

تدعى الحركة الدفعية الأساسية في السبيل الهضمي هي التمعج **Peristalsis**، وهي خاصة متأصلة في كثير من الأنابيب العضلية الملس المخلوية.

يمكن أن يؤدي تنبيه أي نقطة من السبيل الهضمي إلى ظهور حلقة قلوصة تنتشر على طول الأنبوب الهضمي .

يعد التمدد هو المنبه المعتاد للتمعج فإذا تجمعت كمية كبيرة من الطعام في أي نقطة من المعي، فإن تمطط الجدار المعوي سينبه المعي فوق هذه النقطة حيث تتقلص العضلات الدائرية وتسترخي العضلات الطولانية وعلى العكس تحت هذه النقطة حيث تتقلص العضلات الطولانية وتسترخي العضلات الدائرية .

فتظهرحلقة قلوصة تطلق الحركات التمعجية،مؤدية إلى دفع الطعام إلى الأسفل باتجاه المعي .

يقوم بهذه الحركات الدافعة التمعجية (العضلات الدائرية والطولانية) حيث تتم بواسطة منعكس داخلي المنشأ نتيجة لتمدد جدار الأمعاء بواسطة الكيموس مؤدية إلى دفع الكيموس إلى الأسفل بسرعة 1سم / د .

تتراوح المدة اللازمة لنقل الكيموس إلى أسفل الأمعاء من 2,5 ساعة إلى 8 ساعات،ويعود ذلك لطبيعة الوجبة ، فالوجبة الدسمة تحتاج إلى 3 أضعاف الوجبة السكرية أو البروتينية .

تستمر هذه الحركات بعد قطع التعصيب الخارجي .

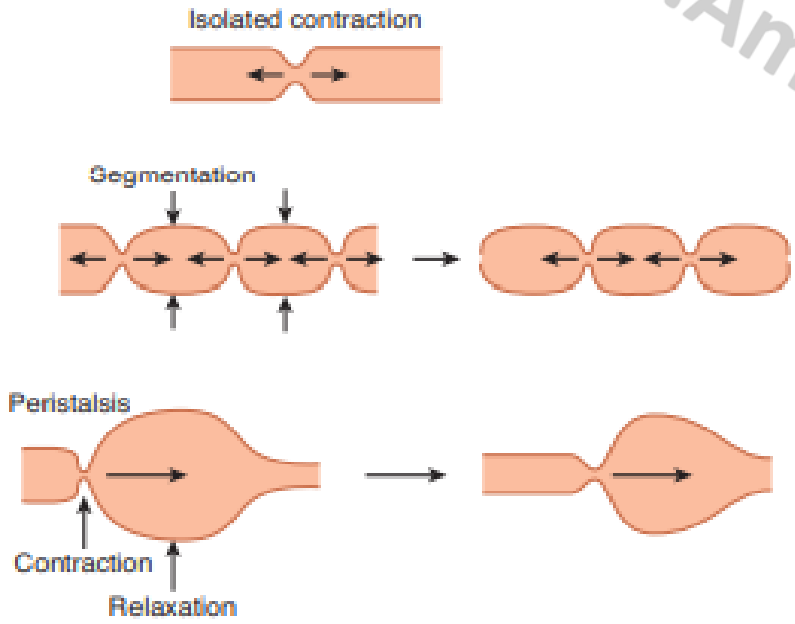
D.Amal Bakaj

2-الحركات المازجة أو تقلصات التقطع . Segmemtation Contractions

تختلف الحركات المازجة باختلاف أقسام السبيل الهضمي ، ففي بعض الأجزاء تسبب التقلصات التمعجية نفسها معظم عمليات المزج، بينما تحتاج أجزاء أخرى لهذه الحركات المازجة .

والهدف الرئيس من هذه الحركات الحفاظ على محتويات الأمعاء ممزوجة بشكل جيد.

تقوم بهذه الحركات المازجة العضلات الدائرية التي تسهم في :



- **مزج المفرزات المعوية مع الكيموس Chyme**
- **تحقيق التماس الجيد بين الكيموس وظهارة الأمعاء**
- **تشكل مدروجا في الضغط بين اللمعة والطبقة المخاطية**

لجدار الأمعاء مما يسهل الامتصاص

D.Amal Rakaj

الفاعليات الحركية خارج فترات الهضم (المركب المحرك المهاجر)
Migrating Motor Complex

- تحدث هذه الفاعليات الحركية فقط في فترة الصيام.
- تتكررهذه الفاعليات خارج فترات الهضم كل 90 دقيقة
- تتألف هذه الفاعليات من عدة أطوار تنتهي بالطور الأخير
- يكون الطور الأخير محملا بكوامن فعل ذات سعات عظمى تبدأ من basmeker موجود في المعدة
- ينتشر كمون العمل وبالتالي تنتشرهذه الفاعليات الحركية باتجاه الأسفل على طول المعدة والأمعاء حتى نهاية اللفائفي **Ileum** .
- تعمل هذه الفاعليات على دفع ما تبقى من الأمعاء الدقيقة من مخلفات غذائية ومفرزات مختلفة إلى **الأمعاء** الغليظة وبذلك تمنع تراكمها في السبيل الهضمي العلوي .

D.Amal Rakaj

التحكم الهرموني بالتحرك الهضمي

تؤثرعدة هرمونات على السبيل الهضمي بشكل مهم سواء من ناحية الإفراز، أم من ناحية حركية بعض أجزاء السبيل الهضمي بالإضافة إلى التحكم العصبي بالسبيل الهضمي، وأهم هذه الهرمونات :

١- الغاسترين: Gastrin

يفرزالغاسترين من مخاطية غار **Antrum** وبواب المعدة **Pylorus** **وهو يحض على الإفراغ المعدي .**

٢ - السكرتين :Secritin

يفرزالسكريتين من مخاطية العفج **Duodenum** والصائم **Jejenum** استجابة لحموضة العصارة المنفرغة من المعدة **وللسكريتين تأثير مثبط معتدل على تحرك معظم أجزاء السبيل الهضمي.**

٣ - الكوليسيستوكينين.Cholecytokinin

يفرز الكوليسيتوكينين من مخاطية العفج والصائم ثاستجابة لوجود المواد الدسمة بشكل أساسي ومنتجات هضم البروتينات في محتويات الأمعاء وهو **يثبط حركية المعدة .**

٤ - GIP

يفرز من مخاطية العفج والصائم استجابة لوجود الدسم بشكل رئيس ولوجود السكريات بدرجة أقل .

وللببتيد المعوي المثبط تأثير معتدل في إنقاص الفعالية الحركية للمعدة.

٥ - Peptide-yy

يفرز من الصائم ,ينشط إفرازه تواجد الدسم في الكيموس **وهومثبط لحركية المعدة ولإفراز حمض كلور الماء .**

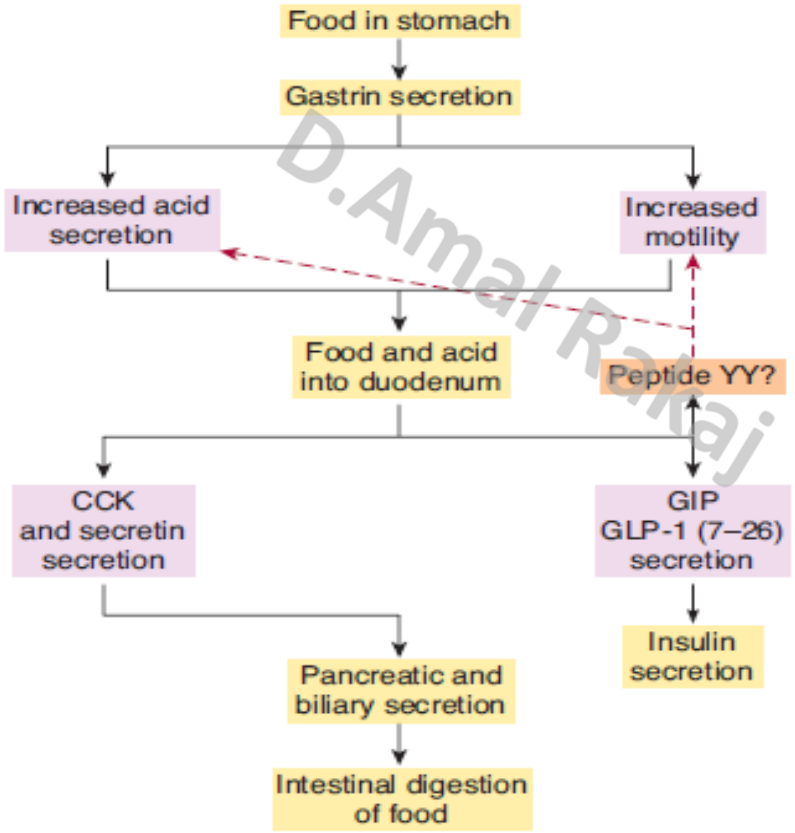
٦ - الـ vasoactive intestinal peptide VIP

يوجد الـ **VIP** في الأمعاء وفي الدم .هو ليس هرمون رغم أنه يشبه السكريتين كيميائيا

يعمل الـ VIPعلى تثبيط حركية العضلات الملساء في الأمعاء , كما يثبط إفراز حمض كلور الماء .

D.Amal Bakaj

Integrated action of gastrointestinal hormones in regulating digestion and utilization of absorbed



D.Amal Rakaj

الوظائف الإفرازية للسبيل الهضمي

تعمل الغدد الإفرازية في السبيل الهضمي على أداء وظيفتين رئيسيتين:

- إفرازأنزيمات هاضمة في أغلب مناطق السبيل من الفم وحتى النهاية القاصية للفائفي.Ilieum
- إفرازالمخاط الذي يقوم بوظيفة التزليق والحماية من حمض كلور الماء لكل أجزاء السبيل الهضمي.

تتشكل غالبية المفرزات الهضمية استجابةً لوجود الطعام في السبيل الهضمي وتكون هذه الاستجابة كمية ونوعية.

D.Amal Rallaj

الآليات الرئيسية المنبهة لغدد السبيل الهضمي:

1- تأثير التماس الموضعي

2- تنبيه الجهاز العصبي المستقل

3- تنظيم الإفراز الغدي بواسطة الهرمونات

١) تأثير التماس الموضعي للطعام مع الظهارة.

يسبب وجود الطعام (التماس الميكانيكي للطعام مع الظهارة) إلى قيام غدد تلك المنطقة والمناطق المجاورة لها بإفراز كميات كبيرة إلى معتدلة من العصارات الهاضمة ،أنماط التنبيه التي تقوم بذلك هي:

- ✓ التنبيه اللمسي.
- ✓ التهييج الكيميائي.
- ✓ تمدد جدران الأنبوب الهضمي.

تحرض المنعكسات العصبية الناتجة نتيجة هذا التنبيه كلا من الخلايا المخاطية على السطح الظهاري ، والغدد الأعمق في المخاطية بحيث تزيد إفراز هاتين المجموعتين.

D.Amal Rakad

2-تنبيه الجهاز العصبي المستقل

يؤدي تنبيه الأعصاب اللاودية إلى ازدياد معدلات الإفراز في أغلب غدد السبيل الهضمي

بينما يؤدي تنبيه الأعصاب الودية إلى تناقص الإفراز من بعض غدد الجهاز الهضمي

3-تنظيم الإفراز الغدي بوساطة الهرمونات

يفرز من المعدة ومن الأمعاء هرمونات هضمية مختلفة تساعد في افراز و تنظيم كمية بعض المفرزات وميزاتها

تتحرر هذه الهرمونات من المخاطية الهضمية استجابة لوجود الأطعمة في المعدة ولمعة المعي، ومن ثم تمتص إلى الدم وتعود معه إلى بعض الغدد حيث تنبه إفرازها.

ولهذا النمط من التنبيه أهمية كبيرة في زيادة نتاج العصارة المعدية والعصارة المعثكلية

كما يؤدي التنبيه الهرموني لجدار المرارة إلى إفراغ مخزون الصفراء إلى العفج.

الإفراز اللعابي: salivary secretion

للإفراز اللعابي أهمية خاصة من حيث تسهيل عملية المضغ وبلع الأطعمة خاصة الجافة منها، كما أنه يتضمن بعض الأنزيمات التي تبدأ بهضم بعض الأطعمة .وهو لزج منخفض التوتر مقارنة بالبلاسما .

مكونات اللعاب : Salive :

١) الماء٩٩%

٢) الكهارل كالصوديوم والكلور البوتاسيوم والبيكربونات

٣) البروتينات :الالبومين ،والغلوبولينات المناعية ،(IgA –IgM-IgG)

٤) الأنظيمات الهاضمة : كالبتيالين : وهو أميلاز اللعاب يفكك النشاء ، لكن دوره محدود

٥) والليباز اللعابي : يفكك الياز اللعابي الـ TG إلى DG و MG , وهولا يحتاج إلى الصفراء لهضمه ، دوره هام لدى حديثي الولادة ، يستمر عمله في المعدة لحين ازدياد درجة الحموضة بشكل كبير .

٦) المخاطين

٧) وأنظيم الليزوزيم المعروف بخصائصه القاتلة للجراثيم .

٨) بعض الهرمونات وبتراكيز قليلة مقارنة بالبلاسما .

٩) عامل النمو البشروي الذي ينشط التجدد الخلوي , يفرز هذا العامل من غدد تدعى الغدد اللعابية ذات الإفراز الخارجي ، تحتوي هذه الغدد على خلايا مصلية تفرز الماء والكهارل وأنزيمات كالبتيالين والليباز اللساني وخلايا مخاطية تفرز المخاط والمصل هذه الغدد هي :

- **الغدتان النكفيتان : مصلية فقط ، الغدتان تحت اللسان : مختلطة ، الغدتان تحت الفك : مختلطة**

Dr.Amal Rakaj

ضبط الإفراز اللعابي Control of Salivary Secretion

يضبط الإفراز اللعابي آليات عصبية فقط شرطية ولا شرطية .

الآليات الشرطية : (وهي منعكسات مكتسبة (Acquired Reflex تجربة pavlove

الآليات اللاشرطية :(وهي منعكسات غير مكتسبة (In born Reflexs

دور الجملة العصبية المستقلة في إفراز اللعاب

التنبيه اللاودي

يؤدي التنبيه اللاودي لإفراز الاستيل كولين والذي يؤدي بعد ارتباطه بمستقبلاته الموسكارينية إلى إفراز لعابي غزير .

التنبيه الودي

يؤدي التنبيه الودي لإفراز النورادرينالين الذي يؤدي بعد ارتباطه بمستقبلاته الادرينرجية إلى إفراز لعابي لزج وأقل غزارة.

Dr Amal Rakij

معدل الافراز اللعابي :

0,05 مل / د أثناء النوم

0,3 مل / د أثناء اليقظة

1,5 مل / د أثناء تناول الطعام وفي حالات أخرى قد يصل إلى 5 مل / د يوميا

يعتبر اللعاب منخفض التوتر إذ أن تناضحيته ثلث تناضحية البلاسما .

يفرز اللعاب يوميا من 500 إلى 1500 مل .

الوظائف الإفرازية للمعدة Fonction of Gastric Secretion

إن الوظيفة الرئيسية للمعدة هي استيعاب الطعام وخلطه وتخزينه بشكل جيد مع مفرزات المعدة؛ ومن ثم إرساله على شكل دفعات بشكل يتوافق مع قدرة الأمعاء على الهضم والإمتصاص، وعلى الرغم من ذلك فإن بعضاً من الهضم وكمية قليلة من الامتصاص تحصل في المعدة.

تركيب وخواص العصارة المعدية

العصارة المعدية سائل حامضي ,عديم اللون ,لزج ,تبلغ كميته من 3-2 ليتر يوميا ، حموضة العصارة عند الرجل أكثر منها لدى المرأة (6 ميليمول /سا مقارنة بالمرأة 4 ميليمول/سا).

يزداد إفرازها مساء مقارنة بإفرازها الصباحي، كمايزداد إفرازهابشكل كبير أثناء الهضم(50 ميليمول /سا)

أهم ما يميز العصارة المعدية هو حموضتها , حيث يبلغ PH معدة فارغة (0,5 – 0,8) وهي تتألف من :

١) الماء الذي يشكل 90% من إجمالي الإفراز المعدي

٢) الشوارد وأهمها الهيدروجين حيث يبلغ تركيزه في المعدة 150 ميلي مول بالليتر, في حين يكون تركيزه في البلازما 0,00005 ميلي مول بالليتر .

٣) شوارد أخرى مثل الصوديوم ,الكلور, البيكربونات وغيرها.

٤) الببسين الذي يفرز على شكل طليعة الببسين **Pepsinogen** ليتحول إلى ببسين فعال بفضل حموضة المعدة

٥) العامل الداخلي المنشأ **Intrinsic factor** الضروري لامتصاص فيتامين B12

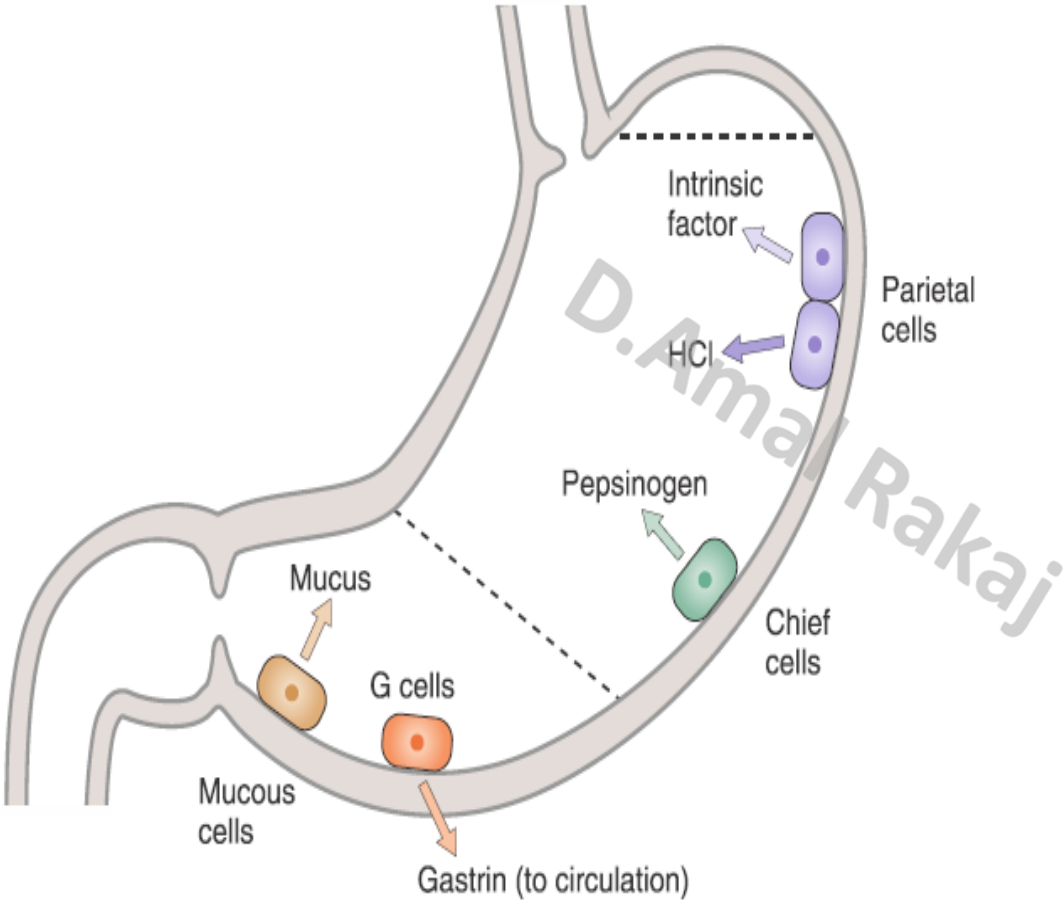
٦) الغاسترين

٧) المادة المخاطية

٨) الهيستامين

D.Arbal Rakal

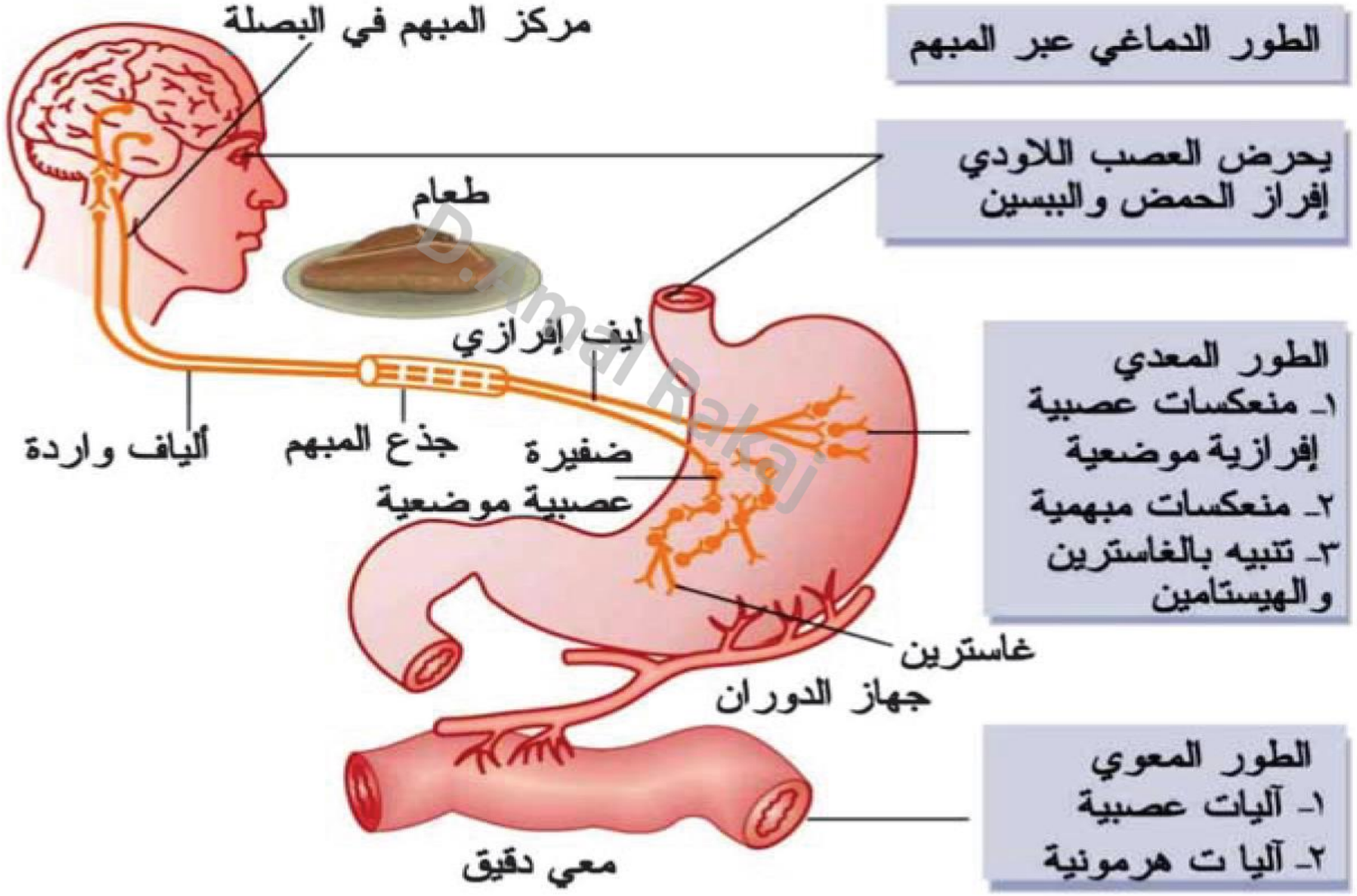
اهم أنواع الخلايا المعدية ومفرزاتها



Cell Type	Location	Secretion
Parietal cells	Body	HCl Intrinsic factor
Chief cells	Body	Pepsinogen
G cells	Antrum	Gastrin
Mucous cells	Antrum	Mucus Pepsinogen

الشكل 8.15 المنتجات الإفرازيّة للخلايا المعديّة المختلفة.

ضبط الإفراز المعدي



A. حمض كلور الماء

يفرزحمض كلورالماء من الخلايا الجدارية Parietal cells في قاع Fondus وجسم المعدة Body (بالإضافة لإفراز العامل الداخلي) حيث يكون تركيز الهيدروجين أعلى بثلاثة مليون مرة من تركيزه في الدم الشرياني.

D.Amal Rakaj

وظائف حمض كلور الماء

١- تأمين وسط ملائم لعمل أنزيمات المعدة .

٢ - تهيئة الوسط الملائم لتحول مولد الببسين إلى الببسين.

٣ - لحمض كلور الماء وظيفة دفاعية حيث يقتل الجراثيم المبتلعة مع الطعام والشراب .

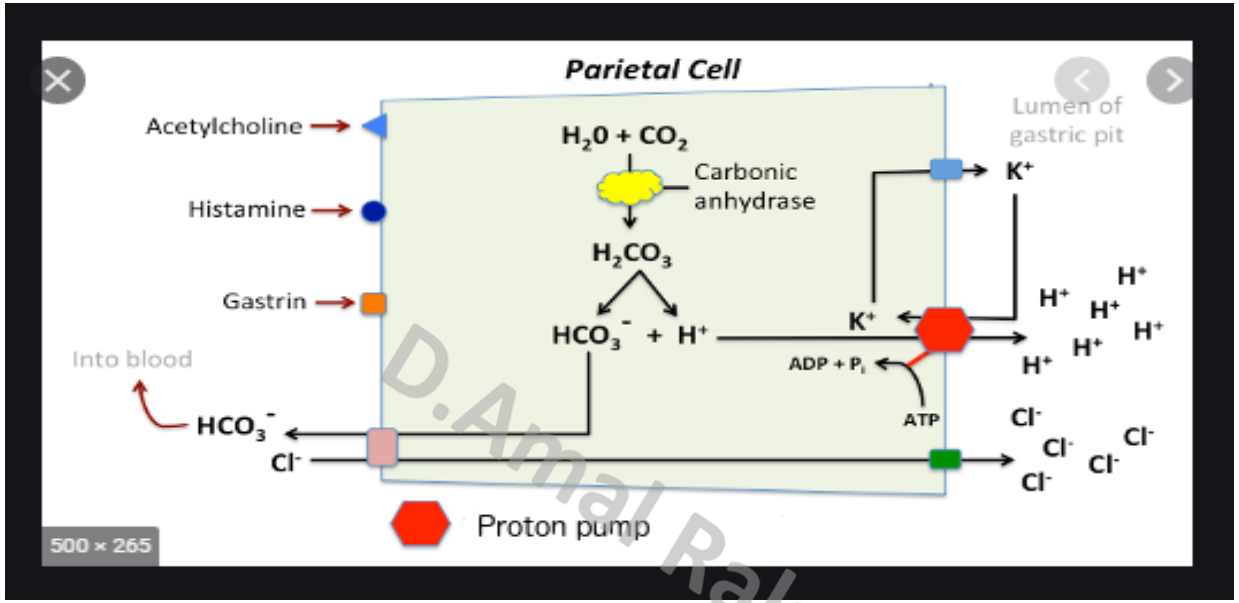
٤ - يساعد على امتصاص شوارد الكالسيوم والحديد اللا هيمي في مستوى العفج.

٥- يعمل على تحريض إفراز بعض الهرمونات المعوية .

آلية افراز حمض كلور الماء

يفرز حمض كلور الماء استجابة لمنعكسات شرطية وغير شرطية (خلطية) بتوسط المبهم .

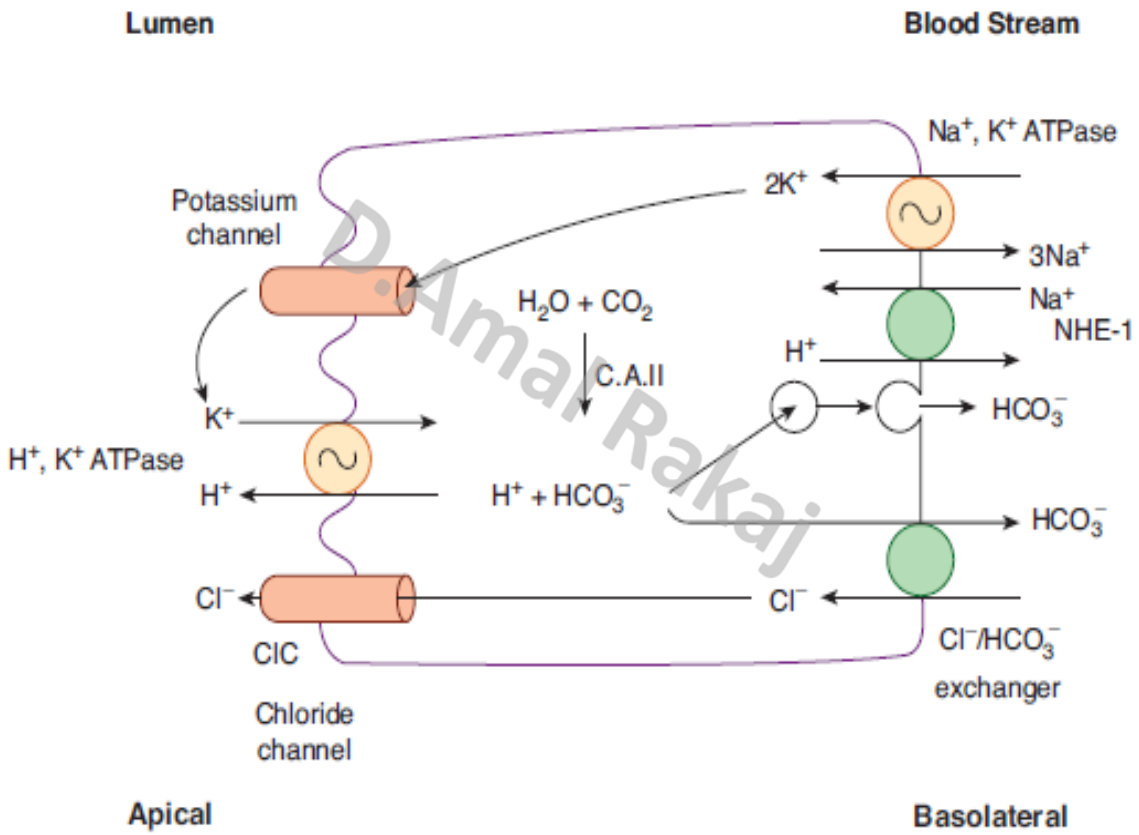
إحدى نظريات إفراز حمض كلور الماء بالمعدة



D.Amal Rakai

١. يدخل الماء إلى القنية بالتناضح بسبب إفراز الشوارد داخلها
٢. يتحد الماء مع ثاني أوكسيد الكربون بوجود انهيدراز كاربونيك منتجا حمض الكربون
٣. يتفكك هذا الحمض منتجا الكربونات والهيدروجين الذي يخرج إلى لمعة المعدة بواسطة مضخة البوتاسيوم هيدروجين اتيباز
٤. يتثبط عمل هذه المضخة تحت تأثير عقار الاوميبرازول ويحصل نتيجة لذلك تثبيط قوي لإفراز حمض كلور الماء
٥. تخرج الكربونات إلى السائل الخلالي بالتبادل مع الكلور والذي سيفرز لاحقا إلى اللمعة
٦. يتحد هذا الكلورمع الهيدروجين في لمعة المعدة مشكلا حمض كلور الماء

نظرية ثانية لإفراز حمض كلور الماء بالمعدة



D.Amal Rakkaj

FIGURE 26–10 **Ion transport proteins of parietal cells.** Protons are generated in the cytoplasm via the action of carbonic anhydrase (C.A. II). Bicarbonate ions are exported from the basolateral pole of the cell either by vesicular fusion or via a chloride/bicarbonate exchanger (Adapted from Barrett KE: *Gastrointestinal Physiology*. McGraw-Hill, 2006.)

منشطات إفراز حمض كلور الماء

١) **المنعكسات الشرطية** Conditioned Reflex

٢) **المنعكسات اللاشرطية** Inborn Reflex

٣) **تنبيه الأعصاب اللاودية** والتي تفرز الاستيل كولين الذي يحرض إفراز الحمض بعد ارتباطه بمستقبلاته

٤) **الغاسترين** الذي يفرز من خلايا G للغدد الغارية والبوابية للمعدة

٥) **الهيستامين** (الذي يفرز من خلايا ECL للغدد الغارية والبوابية) وهو منشط قوي لإفراز حمض كلور الماء خاصة في فترة الطعام عن طريق تثبيط تحرر السوماتوستاتين المثبط للإفراز الحمضي .

(علما أن الهيستامين لا دور له خارج فترات الطعام نظرا للتأثير القوي للسوماتوستاتين

(كما أن الغاسترين والاستيل كولين يحرضان على إفراز الهيستامين).

Dr.Nabil Bakaj

الأدوية المثبطة لإفراز حمض كلور الماء

١- مضادة الهيستامين :(السيميتيدين رانيتيدين)

يثبط السيميتيدين والرانيتيدين إفرازحمض كلورعن طريق تثبيط ارتباط الهيستامين بمستقبلاته H2 ،

حيث يؤدي ارتباطه بالمستقبل H2 إلى تفعيل أنزيم الادنيل سيكلازمما يزيد من تركيز **AMPc** وبالتالي تنشيط إفراز الحمض.

٢ - الاوميبرازول

يثبط الاميبرازول إفراز الحمض عن طريق تثبيط مضخة البوتاسيوم /هيدروجين الاتيبازية .

تنظيم إفراز الحمض المعدي

Regulation of Gastric Acid Secretion

يخضع تنظيم إفراز الحمض المعدي لآليات خلطية وعصبية (منعكسات شرطية ولا شرطية) متكاملة في عملها.

وتقسم إلى ثلاث مراحل منفصلة لكنها متداخلة فيما بينها إلى درجة الاندماج .

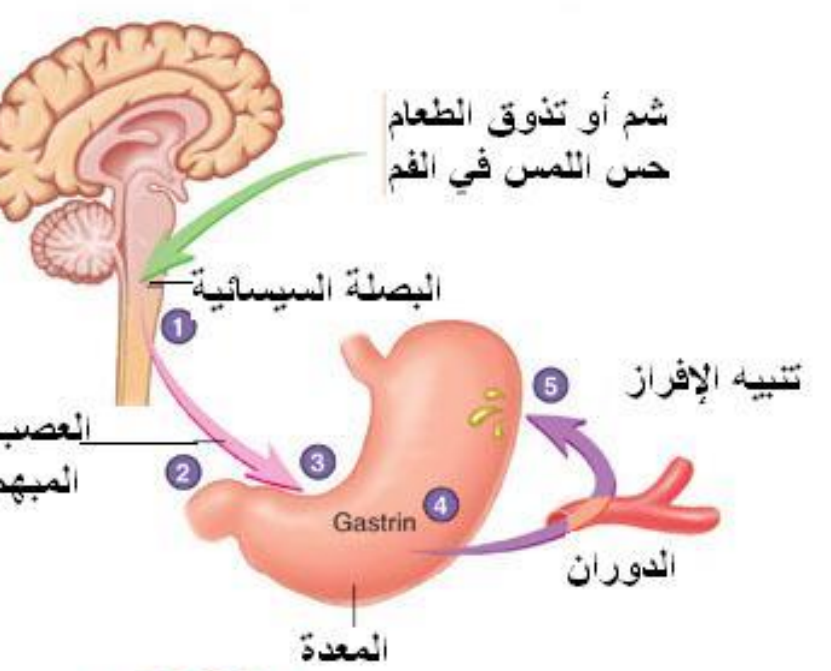
١-المرحلة الرأسية: Cephalic Phase

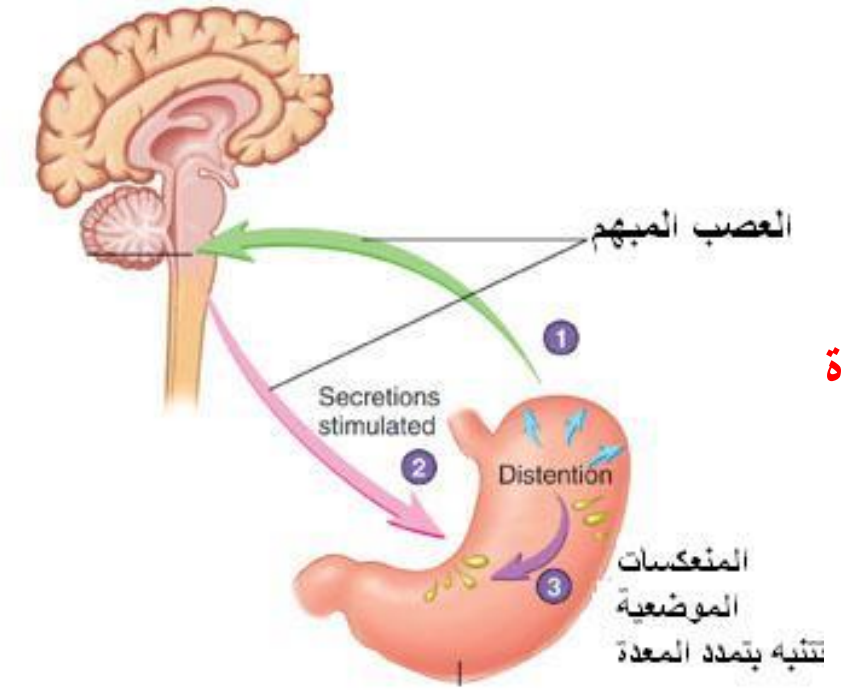
يؤدي وجود الطعام بالفم ومضغه أو التفكيرفيه إلى حدوث منعكسات شرطية مؤدية إلى تفعيل المبهم المفرز للأستيل كولين والمبهم يحرض على إفراز:

- الحمض من الخلايا الجدارية Parietal cells
- العامل الداخلي من الخلايا الجدارية Parietal cells
- مولد الببسين من الخلايا الرئيسة Cheif cells
- الغاسترين من الخلايا (G) في مخاطية غار وبواب المعدة

كما يحرض الغاسترين لدى انتقاله الى الدوران إلى التحريض على إفراز الحمض والعامل الداخلي من الخلايا الجدارية

يُعزى إلى هذه المرحلة حوالي خمس مفرزات المعدة.





D.Amal Pakai

المرحلة المعدية

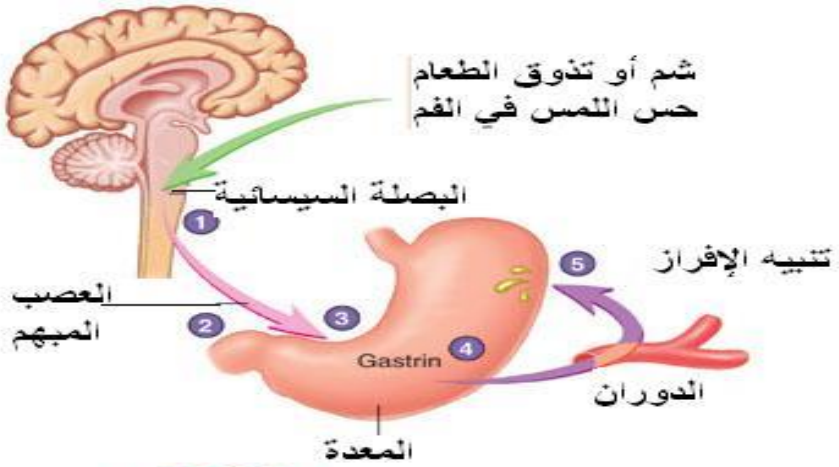
يؤدي تمدد المعدة نتيجة وصول الطعام إلى حدوث منعكسات قصيرة بواسطة الجملة العصبية المعدية الداخلية ،ومنعكسات طويلة تقع مراكزها في الجهاز العصبي المركزي .

تؤدي هذه المنعكسات اللا شرطية إلى إفراز **Acetyl Cholin** عن طريق المبهم الذي يحرض على:

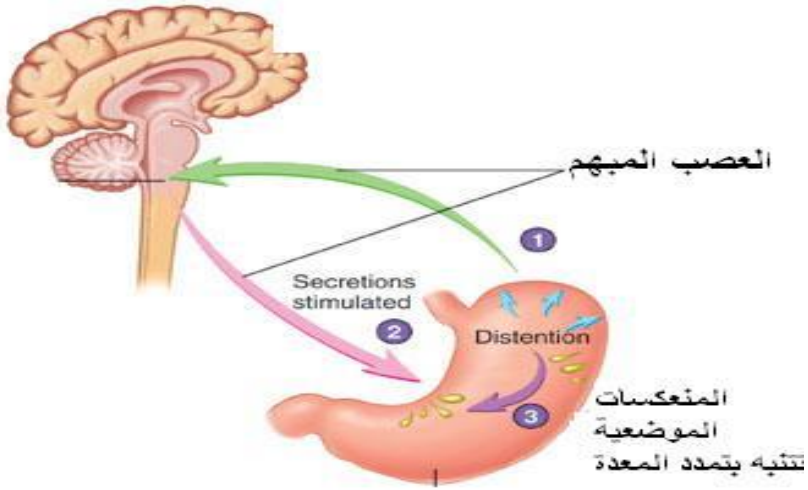
D.Amal Rakaj

✓**إفراز الحمض المعدي**

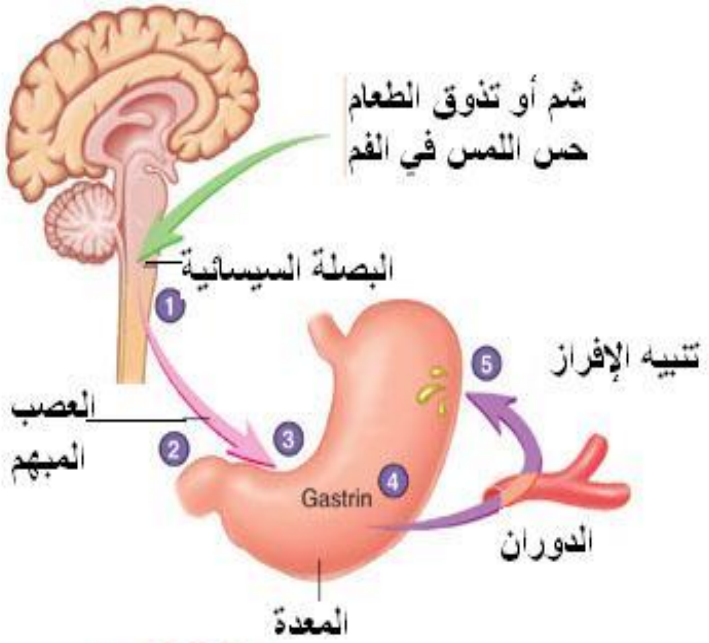
✓**إفراز الغاسترين**

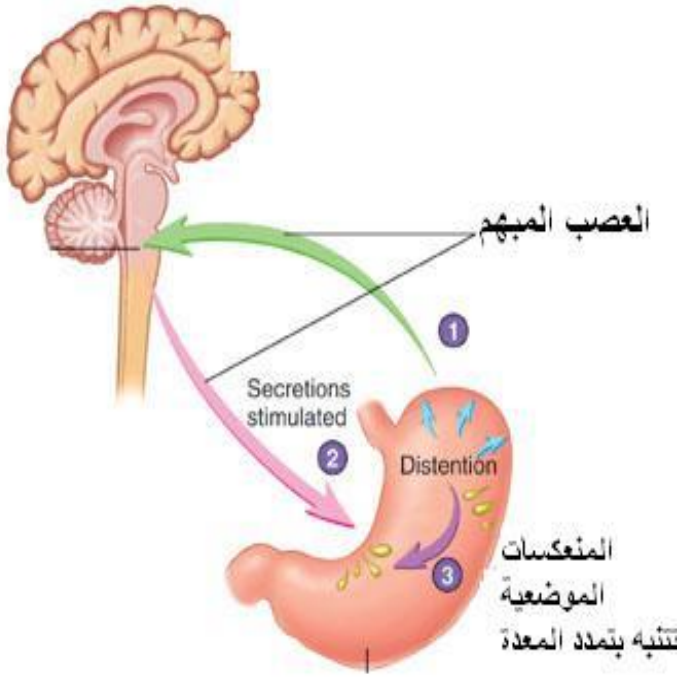


يُعزى لهذه المرحلة حوالي ثلثي المفرزات المعدية.



المرحلة المعوية





يؤدي تمدد القسم العلوي من الأمعاء نتيجة إفراغ كمية من الكيموس فيه إلى تثبيط إفراز الحمض بآليتين :

آلية هرمونية

١- تثبط الهرمونات التالية إفراز الحمض :

(السوماتوستاتين والسكرتين والكوليسيتوكينين والببتيد المعوي المثبط (GIP و VIP)

والتي تفرز تحت تأثير الكيموس الحامضي مع نواتج هضم الدهون والبروتينات بألية تلقيم راجع سلبي .

آلية عصبية

يؤدي تمدد القسم العلوي من الأمعاء إلى تفعيل النهايات الحسية الودية في العفج، والتي تصل إلى البصلة السيسائية مسببة تثبيط السيالة المبهمية المنشطة لإفرازحمض كلور الماء من المعدة.

D.Aman Rakaj

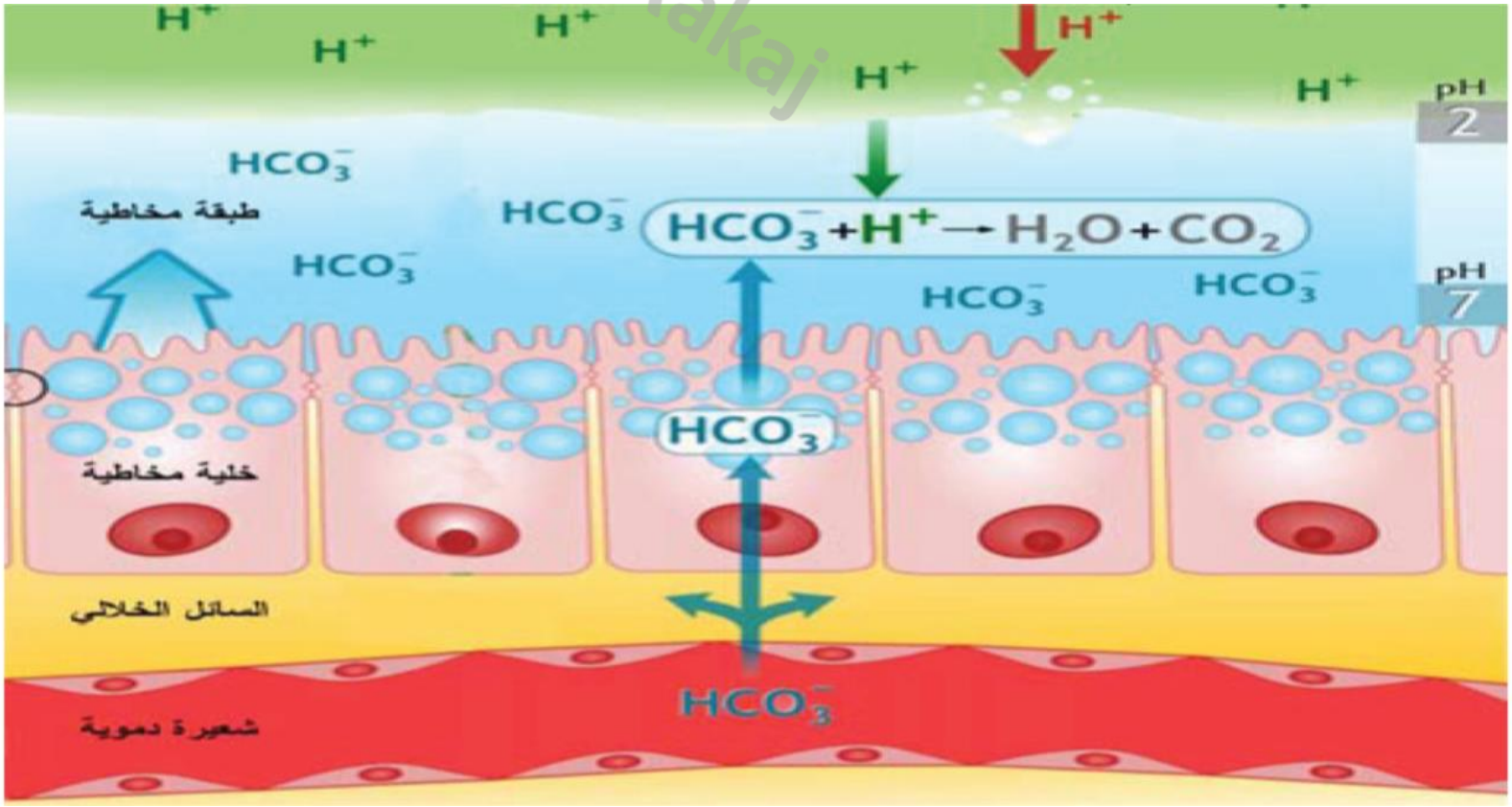
عوامل حماية جدار المعدة من حمض كلور الماء والببسين

A- الحاجز البيكربوناتي Bicarbonate barriere:

تفرز الخلايا الظهارية المعدية البيكربونات والتي تنتشر في المادة المخاطية المبطنة لجوف المعدة باتجاه اللمعة لتشكل مدروجا من PH =٧ في ملامسة الخلايا الظهارية إلى PH= 2 من جهة اللمعة المعدية .

(في حين أن الأسبيرين والكورتيزول يثبطان إفراز البيكربونات مما يؤدي إلى تعرض جدار المعدة للأذية بالحمض المعدي والببسين)

D.Amal Rakaj



B- المخاط : MUCUS

يفرز المخاط من مجموعة متنوعة من الخلايا من جميع مناطق المعدة ، وهو يؤمن حماية الخلايا الظهارية للمعدة والعفج من تأثيرات الحمض والببسين بالتعاون مع انتشار البيكربونات ضمن الطبقة المخاطية .

C - تجدد الخلايا الظهارية

تتمتع الخلايا الظهارية المعدية والعفجية بمقدرة عالية على إعادة التجديد والترميم .

كما يساهم الإفراز اللعابي في حماية الظهارة المعدية والعفجية من الحموضة بسبب إفرازه لعامل النمو البشروي الذي ينشط التجدد والترميم الخلويين .

D.Amal Rakaa

D – البروستاغلاندينات Prostaglandines

للبروستاغلاندينات عدة أدوار:

١- أدوار إيجابية على إفراز المخاط

٢- أدوار إيجابية على تنشيط إفراز البيكربونات بالحاجز البيكربوناتي

٣- أدوار إيجابية على تنشيط التجدد والترميم الخلويين .

٤ - أدوار التقليل من إفراز الحمض المعدي

٥- موسعة وعائية.

تثبط مضادات الالتهاب غير الستيروئيدية والتدخين من اصطناع البروستاغلاندينات مما قد يعرض المعدة للالتهابات والإصابة بالقرحة المعدية .

(ملاحظة : إن خلايا مخاطية المعدة قادرة على امتصاص الاسبيرين والكحول بصورة استثنائية مما يتلف خلايا جدار المعدة ويجعلها عرضة للإصابة بالقرحة المعدية) .

القرحة أحد إشكالات الخلل بعوامل حماية جدار المعدة من حمض كلور الماء والببسين

Peptic Ulcer Disease

Gastric and duodenal ulceration in humans is related primarily to a breakdown of the barrier that normally prevents irritation and autodigestion of the mucosa by the gastric secretions. Infection with the bacterium *Helicobacter pylori* disrupts this barrier, as do aspirin and other nonsteroidal anti-inflammatory drugs (NSAIDs), which inhibit the production of prostaglandins and consequently decrease mucus and HCO_3^- secretion. The NSAIDs are widely used to combat pain and treat arthritis. An additional cause of ulceration is prolonged excess secretion of acid. An example of this is the ulcers that occur in the **Zollinger–Ellison syndrome.** This syndrome is seen in patients with gastrinomas. These tumors can occur in the stomach and duodenum, but most of them are found in the pancreas. The gastrin causes prolonged hypersecretion of acid, and severe ulcers are produced. Gastric and duodenal ulcers can be given a chance to heal by inhibition of acid secretion with drugs such as cimetidine that block the H_2 histamine receptors on parietal cells or omeprazole and related drugs that inhibit H^+–K^+ ATPase. *H. pylori* can be eradicated with antibiotics, and NSAID-induced ulcers can be treated by stopping the NSAID or, when this is not advisable, by treatment with the prostaglandin agonist misoprostol. Gastrinomas can sometimes be removed surgically.

Dr. Ahlam Bakri

تتمة خواص ومكونات المعدة:

2- المخاط :Mucus

إن دورالمخاط هو حماية جدار المعدة من تأثيرات كل من حمض كلور الماء ومن تأثيرات الأنزيمات المعدية بالتعاون مع مدروج البيكربونات.

3- الببسين :Pepsin

يُفرزهذا الأنزيم على شكل طليعة تدعى مولد الببسين **Pisinogen** من الخلايا الرئيسة **Cheif cells** ويتحول إلى الشكل الفعال بوجود حمض كلور الماء، وظيفة هذا الأنزيم :

هضم البروتينات وخاصةً الكولاجين المكون الرئيسي للنسيج الضام بين الخلايا في اللحوم.

من هنا يبدو أهمية هضم ألياف الكولاجين أولا ، ومن ثم يتم هضم البروتينات بواسطة الأنزيمات النوعية .

4 - هرمون الغاسترين Gastrin

الغاسترين من أهم العوامل المحرضة على إفراز حمض كلور الماء وهو يفرزمن خلايا G للغدد الغارية والبوابية للمعدة

وبما أن الغاسترين ينشط إفراز حمض كلور الماء فإن هذا الأخير يثبط إفرازه بآلية التلقيم الراجع السلبي

كما يحفز الغاسترين أيضا من إفراز العامل الداخلي Intrinsic Factor

5- العامل الداخلي:Intrinsic Factor

يعد العامل الداخلي مادة أساسية لامتصاص الفيتامين **B12**. وهو يفرز من الخلايا الجدارية Parietal cells في قاع المعدة مع حمض كلور الماء ويتحد مع الفيتامين **B12** ويحميه من التأثيرات الهاضمة لحمض كلور الماء والببسين ,ويؤمن ارتباطه على مستقبلات نوعية في أغشية الخلايا المعوية اللفائفية ووصوله إلى داخل الخلايا وانتقاله إلى الحيز الخلالي فالدوران العام.

لذلك فإن خسارة الخلايا الجدارية (ضمور في خلايا المعدة) يؤدي إلى نقص بإفراز العامل الداخلي وبالتالي الإصابة بـ

فقر الدم الوبيل Pernicious Anemia (فشل في نضج وانقسام الارومات) يدعى أيضا فقر الدم ضخم الارومات .

Dr.Amal Rakaj

الإفراز البنكرياسي أو المعثكلي Pancreatic Secretion

يقع البنكرياس أوالمعثكلة أسفل المعدة وبشكل مواز لها وهو مؤلف من قسمين:

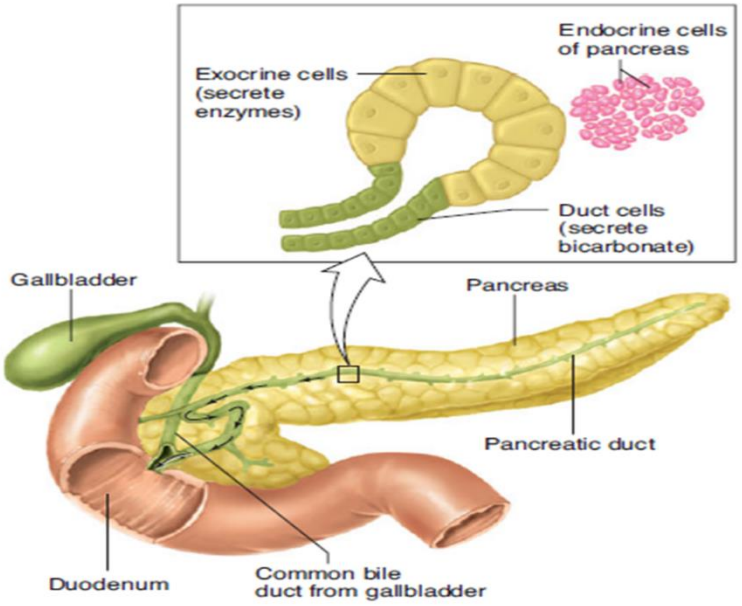
القسم خارجي الإفراز : يشكل هذا القسم حوالي ٩٥% من المعثكلة، ويقوم بإفراز الأنزيمات التي تقوم بهضم مختلف أنواع الطعام إضافةً لإفرازها العصارة المعثكلية التي تؤدي دوراً هاما في تعديل العصارة المعدية الحمضية وتؤمن الوسط الملائم لعمل أنزيمات المعثكلة والأنزيمات المعوية .

القسم داخلي الإفراز : يشكل هذا القسم حوالي ٥% من المعثكلة ويقوم بإفراز مجموعة من الهرمونات إلى الدم مباشرةً.

مكونات الإفراز المعثكلي :

الأيونات : تفرز المعثكلة عصارة قلوية (بيكربونات) تؤدي دوراً مهماً في تعديل العصارة المعدية الحمضية

الأنزيمات : تُفرز العصارة المعثكلية الأنزيمات بغزارة استجابة لوجود الكيموس في الأجزاء العلوية من المعي الدقيق وتتحدد خصائص العصارة المعثكلية إلى حد ما بأنماط الطعام فى الكيموس.



يفرز البنكرياس أربع مجموعات من الأنزيمات

١) الأنزيمات الحالة للسكريات Glycolytic Enzymes

٢) الأنزيمات الحالة للدسم Lipolytic Enzymes

٣) الأنزيمات الحالة للبروتينات Proteolytic Enzymes

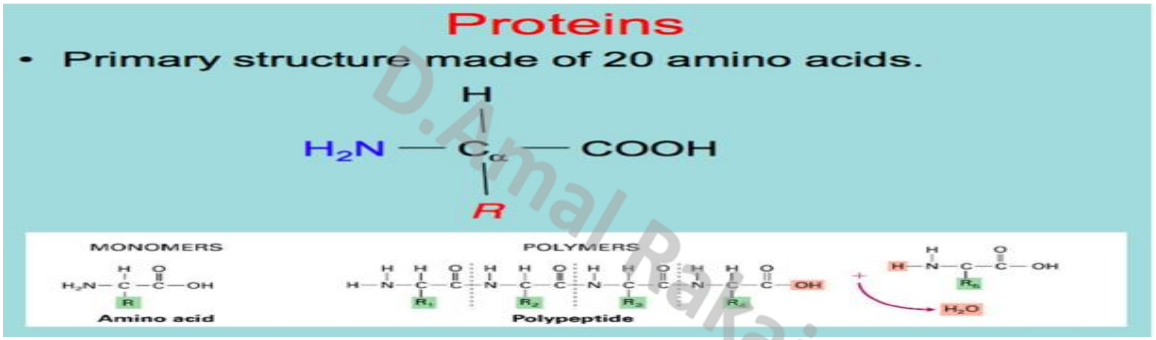
٤) الأنزيمات الحالة للحموض النووية Nucleotic Enzymes

D.Amal Rakai

الأنزيمات المعثكلية

الأنزيمات الحالة للبروتينات Proteolytic Enzymes

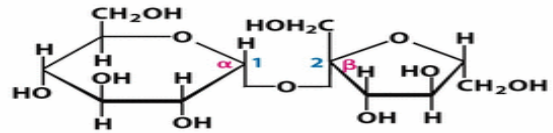
ببتيدازات داخلية (التريبسين،الكيموتريبسين، الايلاستاز والكالكرين)
ببتيدازات خارجية (الكربوكسي بولي ببتيداز، الامينوبولي ببتيداز).
(وظيفة هذه الأنزيمات هضم البروتينات إلى ببتيدات مختلفة الحجوم.)

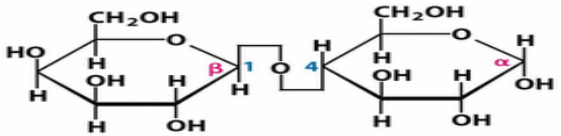


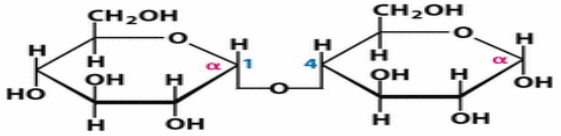
D.Amal Rakai

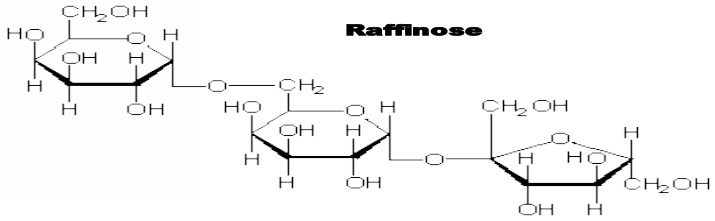
الأنزيمات الحالة للسكريات Glycolytic Enzymes Cn (H2O) n

(الأميلاز المعثكلي الذي يحلمه النشاء والغليكوجين ومعظم السكريات الأخرى)
حيث يفكك الرابطة الفا (٤- ١) ويحولها إلى ثلاثيات وثنائيات السكريد.


Sucrose
(α-D-Glucopyranosyl-(1→ 2)-β-D-fructofuranose


Lactose
(β-D-Galactopyranosyl-(1→ 4)-α-D-glucopyranose


Maltose
(α-D-Glucopyranosyl-(1→ 4)-α-D-glucopyranose

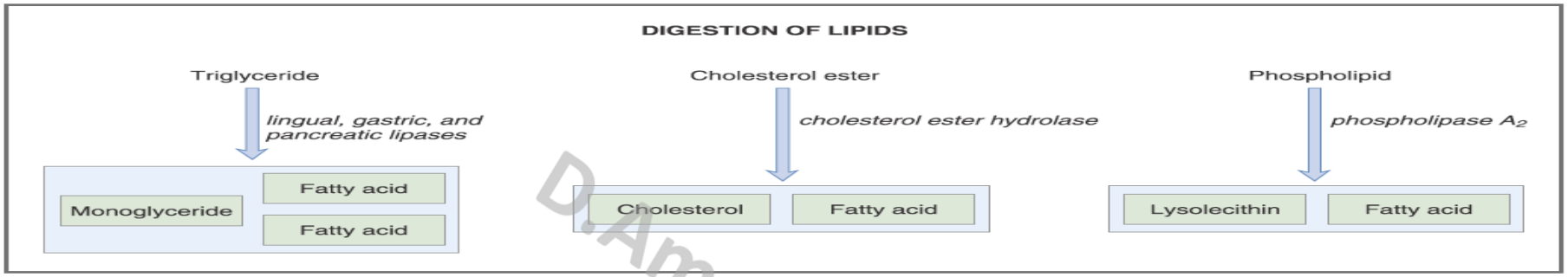

Raffinose

الأنزيمات الحالة للدسم : Lipolytic Enzymes :CH3 (CH2) COOH

الليباز المعثكلية : يحول هذا الأنزيم الدسم المعتدلة TG إلى حموض دسمة ووحيدات الغليسريد.

استراز الكولسترول : يحول استر الكولسترول إلى كولسترول وأحماض دسمة

الفوسفوليباز : يحول الفوسفوليبيد اي الشحميات الفوسفورية إلى أحماض دسمة وليزوليسيتين.



الشكل 8.31 هضم الدسم في الأمعاء الدقيقة.

D.Amal Baraj

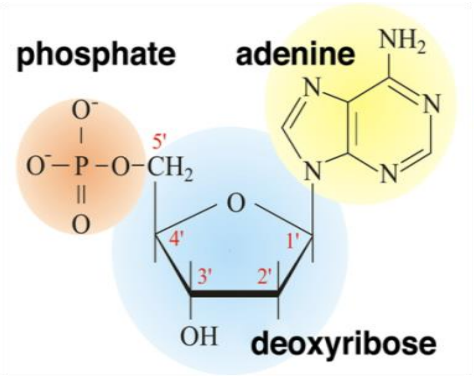
الانزيمات الحالة للنيكليوتيدات :Nucleotic Enzymes

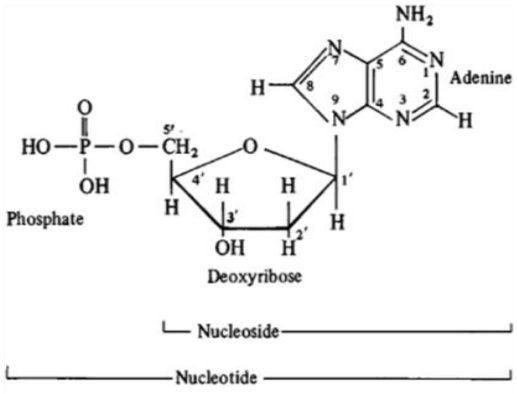
الريبونكلياز **Ribonuclease** ويفكك الروابط استر في سلسلة الحموض النووية الريبية RNA

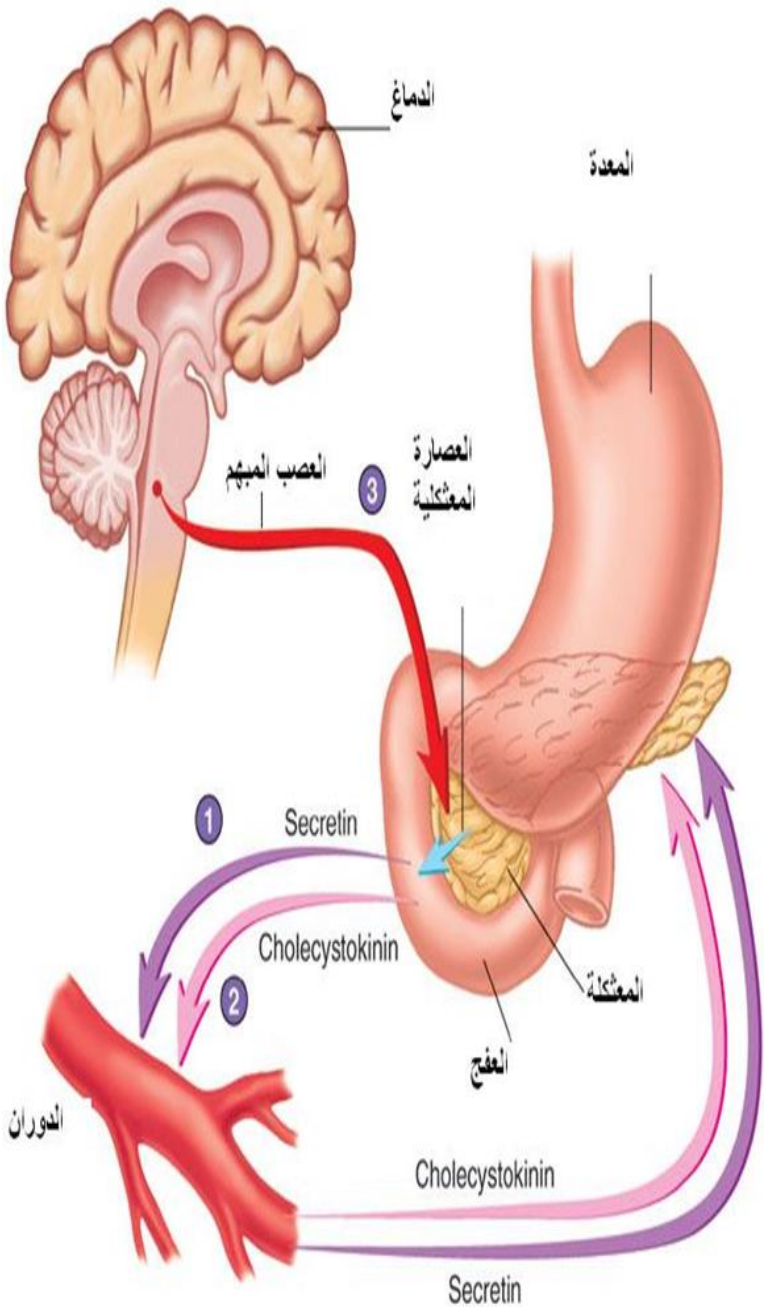
الدي زوكسي ريبونكلياز **Desoxy Ribonuclease** ويفكك الروابط استر في سلسلة الحموض النووية الريبية DNA

شكل بنية نكليوتيد الأدنين أحادي الفوسفات

أحد النكليوتيدات الأربعة المكوّنة لـ DNA منقوص الأكسجين.







تنظيم الإفراز المعثكلي

1- تنظيم عصبي

2-تنظيم هرموني

التنظيم العصبي للإفراز المعثكلي عن طريق:

الجملة اللاودية

يحرض الاستيل كولين الوسيط الكيميائي للجملة اللاودية المعثكلة على إفراز الأنزيمات

يحرض على إفرازالاستيل كولين :

١- منعكسات معدية معثكلية

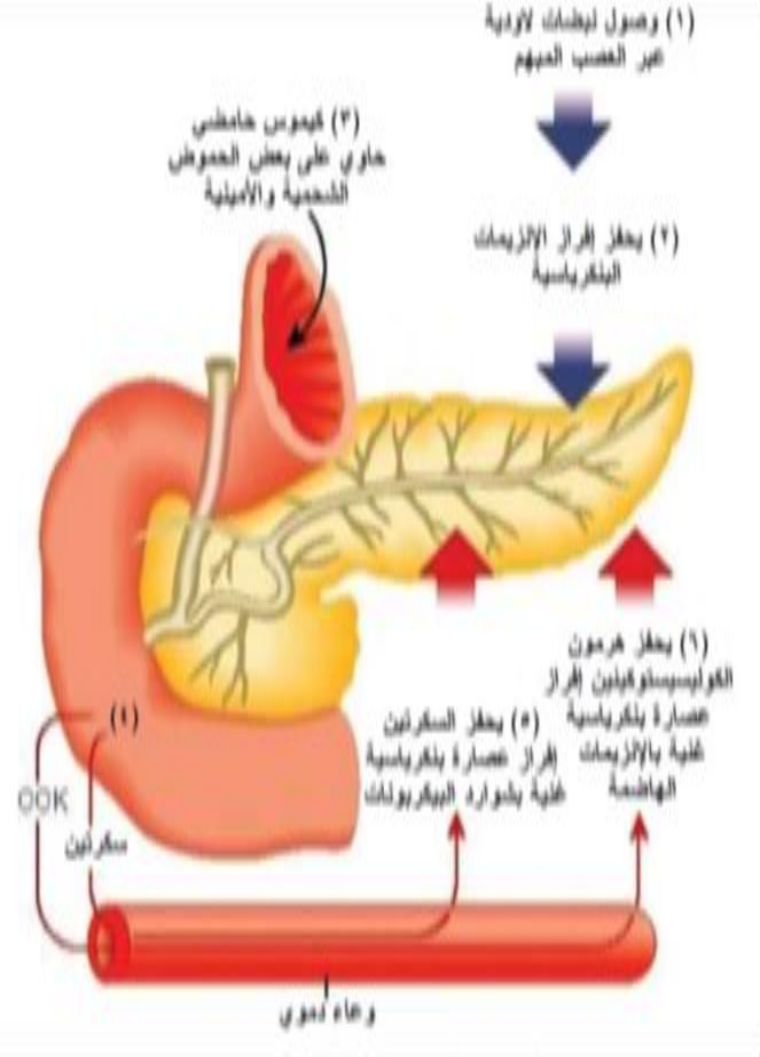
٢- ومن ثم منعكسات معوية معثكلية

الجملة الودية

يثبط النورادرينالين الوسيط الكيميائي للجملة الودية الإفراز المعثكلي .

D.Amal Bakaj

التنظيم الهرموني للإفراز المعثكلي



١- الكوليسيستوكينين. CCK

يُفرز الكوليسيتوكينين من مخاطية العفج والصائم استجابة لوجود نواتج هضم أولية للبروتينات والحموض دسم طويلة السلسلة (يحدث ذلك عند دخول الطعام المهضوم جزئياً إلى المعي الدقيق)

يحرض الكوليسيتوكينين المعثكلة على إفراز الأنزيمات.

٢- السكرتين. secritin

يُفرز السكريتين من مخاطية العفج والصائم استجابة لدخول طعام عالي الحموضة إلى الأمعاء الدقيقة،

يحرض السكريتين المعثكلة على إفراز بيكاربونات الصوديوم

Dr.Amal Rakai

مراحل الإفراز المعثكلي :

المرحلة الرأسية:.Cephalic Phase

يفرز ٢٠% من الأنزيمات خلال هذه المرحلة .

وكمية قليلة من البيكاربونات والماء تحت تأثير (منعكسات شرطية)

المرحلة المعدية :Gastric Phase

يفرز ٥-١٠ % من الإفراز البنكرياسي ، وتتألف من مرحلتين :

الأولى عصبية :

تنجم عن منعكسات لا شرطية تحرض حدوث منعكسات مبهمية -مبهمية طويلة ومنعكسات موضعية معدية – بنكرياسية

الثانية هرمونية :

تنجم عن تحرر الغاسترين **Gastrin** من غار وبواب المعدة الذي ينشط قليلا الإفراز الأنزيمي البنكرياسي.

المرحلة المعوية: Intestinal Phase

يعد الطور المعوي الطور الأهم في تنشيط الإفراز البنكرياسي بآليتين :

آلية عصبية :

وصول الكيموس إلى العفج يؤدي إلى حدوث منعكس معوي – بنكرياسي بتوسط المبهم يحث على الإفراز البنكرياسي.

آلية هرمونية

يحدث إفراز غزير **للماء والبيكربونات من البنكرياس** استجابة **للسكريتين**

ويحدث **إفراز أنزيمي من البنكرياس** استجابة **للكوليسيتوكينين**

هذين الهرمونين يصلا إلى البنكرياس من مخاطية العفج والصائم عن طريق الدوران .

D.Amal Rakaj

Liver and Biliary Secretion
الكبد والإفراز الصفراوي

يبلغ وزن الكبد عند الانسان البالغ ١٤٠٠ غ تقريبا، وهو يتلقى ٢٥% من نتاج القلب(١٥٠٠ مل/د)

يصل الدم إلى النسيج الكبدي من مصدرين:

١- وريد الباب : **Portal Vein** الذي ينقل إليه الدم الوريدي الوارد من الأمعاء الدقيقة والغني بالمغذيات

٢-الشريان الكبدي: **Hepatic Artery** الذي ينقل إليه الدم الشرياني الغني بالاوكسيجين

ويغادر الدم الكبد عبر الأوردة المركزية **Central Veins** إلى الوريد الأجوف السفلي **Inferior Vena Cava**

تتضمن الصفراء : الأملاح الصفراوية ' الأصبغة الصفراوية ، الكولسترول ، الشحميات الفوسفورية ، كما تشمل أيونات الصوديوم والكالسيوم والبوتاسيوم والكلور والبيكربونات والنحاس .

تحوي الصفراء أيضا نواتج استقلاب الهرمونات والعوامل الخلطية الأخرى وبعض العقاقير والأدوية .

D.Amal Rakaj

sembles pancreatic juice (Table 26–4). About 500 mL is secreted per day. Some of the components of the bile are reab-

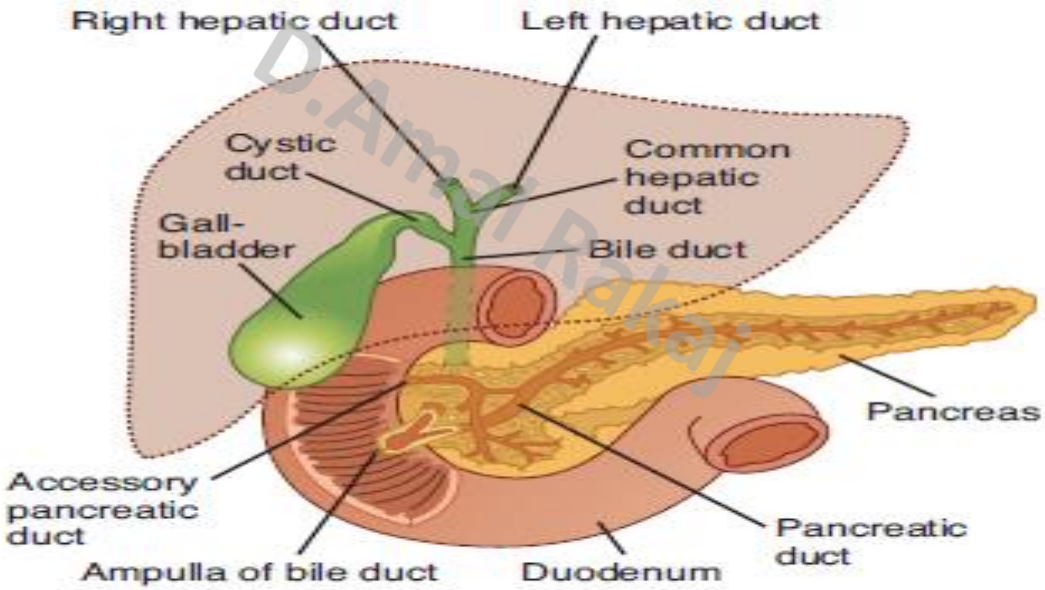


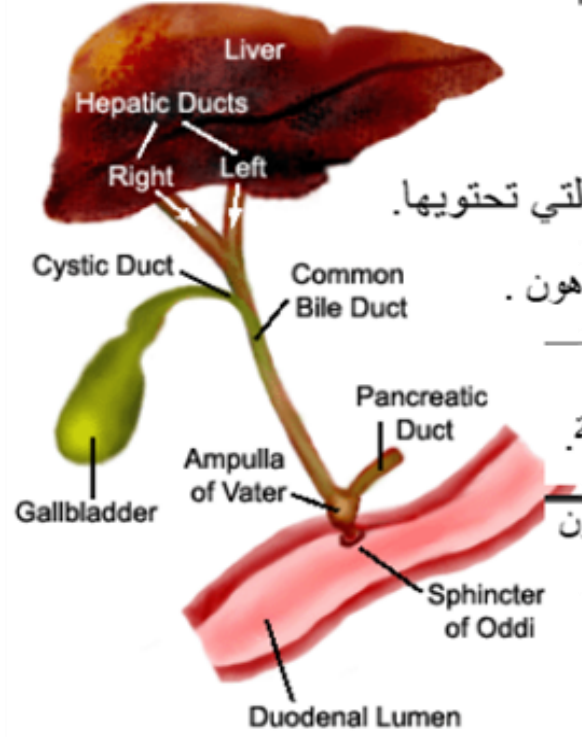
FIGURE 26–12 **Connections of the ducts of the gallbladder, liver, and pancreas.** (Adapted from Bell GH, Emslie-Smith D, Paterson CR: *Textbook of Physiology and Biochemistry*, 9th ed. Churchill Livingstone, 1976.)

Dr.Amal Rakkaj

الإفراز الصفراوي

المفرزات الصفراوية غير إنزيمية أي خالية من الإنزيمات حيث ذكرنا سابقاً أن الإفراز اللعابي و المعدي فقير بالإنزيمات و الإفراز البنكرياسي غني بالإنزيمات بينما الإفراز الصفراوي خالي من الإنزيمات .

لكن الإفراز الصفراوي مهم جداً في عملية الهضم حيث أن يحوي على البيكربونات التي تؤمن PH مناسب لعمل كل من الإنزيمات البنكرياسية و المعوية .



وظائف الكبد :

1- الهضم :
- تعادل الصفراء حموضة المعدة(الكيموس) من خلال البيكربونات التي تحتويها.
- تقوم الصفراء باستحلاب الدهون مما يؤدي إلى تسهيل امتصاص نواتج هضم الدهون .

2- الإطراح :
- تتضمن الصفراء نواتج إطراحية مثل الكوليسترول والدهون
- يطرح البيليروبين الذي ينتج عن تقويض الهيموغلوبين تحت شكل أصبغة صفراوية.

3- خزن المغذيات :
- تزيل الخلايا الكبدية الغلوكوز من الدم لتختزنه في شكل غليكوجين كما أنها تختزن الدهون و بعض الفيتامينات k , E , D , A , B12 و النحاس و الحديد .

4- تحويل المغذيات :
- تحويل الحموض الأمينية إلى ليبيدات أو غلوكوز .
- تحويل الدهون إلى فوسفوليبيدات
- تحويل فيتامين D إلى شكل فعال .

5 – إزالة سمية المواد الكيميائية الضارة :
- تزيل الخلايا الكبدية الأمونيا من الدوران لتحولها إلى بولة و تطرح مع البول .
- تزال سمية مواد أخرى ليتم إفرازها مع الصفراء أو تطرح مع البول .

D.Amal Rakai

6- اصطناع جزيئات جديدة

- اصطناع بروتينات الدم كالالبومين و الفيبروجين (مولد الليفين) و الغلوبولينات و عوامل التجلط .
- إنتاج الغلوكوز من الغليكوجين وحمض اللاكتيك.
- اصطناع ثلاثيات الغليسيريد والكوليسترول .

7-التخلص من كريات الدم الهرمة : حيث يحدث تفكيك الهيموغلوبين و تشكيل البيلوروبين .

8-إفراز و تعديل الهرمونات : حيث أن النسيج الكبدي يلعب دورا هاما في استقلاب الأدوية و الهرمونات .

الصفراء Bile :

- تبلغ كميتها عند البالغ تقريبا " 750 ميلي لتر". بينما تبلغ كمية المفرزات البنكرياسية 2 ليتر.
- هي سائل لزج ذهبي اللون مشوب باللون الأخضر.
- هي سائل إسوي التوتر Isotonic : أي ضغطه التناضحي يساوي الضغط التناضحي للبلازما.
- تفرز الصفراء من الكبد إلى العفج عبر القناة الصفراوية الجامعة.
- وزن الكبد عن الإنسان البالغ 1400 غرام.
- يتلقى الكبد 25% من نتاج القلب cardiac output (أي يتلقى 1500 مل/ د) مما يؤكد أهمية هذا العضو فى الوظائف الاستقلابية للجسم.

مكونات الصفراء

- الماء 95%
- شوارد K^+ , Na^+ , Ca^{++} , Cl^- , HCO_3^- .
- عناصر عضوية مثل الأصبغة الصفراوية (البيلروبين)
- الأملاح الصفراوية Bile salts .
- الشحميات الفوسفورية phospholipids .
- الكوليسترول cholesterol .
- بروتينات دموية .
- عناصر إطراحية (مستقلبات الأدوية المتناولة وبعض الهرمونات).
- درجة الحموضة PH = 7,8

D.Amal Rakaj

الأصبغة الصفراوية أو البيليروبين Bilirubin

هي التي تضفي اللون الأصفرالمائل للخضرة على المفرزات الصفراوية ،من أهمها البيليروبين الذي يتشكل معظمه من هيم **Heme** الكريات الحمر المتحطمة في النسيج الشبكي البطاني **Reticulo-Endothelial** منتجا الحديد الذي ينقل في الجسم بواسطة الترانسفيرين وأربع نوى بيرولية تشكل الأساس لتكوين **البيليروبين والذي يقترن بالالبومين مباشرة في البلاسما** وهو نوعان :

D.Amal Rakaj

البيليروبين المقترن أو المباشر : هو البيليروبين الذي ينتقل إلى البلاسما فور تشكله في النسيج الشبكي البطاني ويرتبط بالالبومين الذي ينقله إلى الكبد حيث يقترن **Conjugation** مع حمض الغلوكورونيك **Glucuronic Acid** فيصبح منحلا بالماء ويطرح مع الصفراء ويمارس دوره في استحلاب وهضم وامتصاص الدسم .

البيليروبين الحر أو غير المقترن أو غير المباشر :

هو البيليروبين الذي ينتقل إلى البلاسما، يرتبط بالالبومين فور تشكله في النسيج الشبكي البطاني ، ليس له دور في استحلاب وهضم وامتصاص الدسم لأنه غير مقترن وبالتالي غير منحل بالماء .

أنواع اليرقان Jaundice

اليرقان الإنسدادي: (Obstructive Jaundice)

يزداد تركيزالبيلوروبين المقترن في الأمراض التي تسبب انسداد القناة الجامعة الصفراوية ،أو ورم في الكبد ،أو وجود حصيات في الصفراء مؤديا إلى يرقان انسدادي ، مما يمنع تفريغ البيليروبين في الأمعاء وبالتالي ارتفاع معدله في الدم .

اليرقان الإنحلالي:(Hemolytic Jaundice)

يزداد تركيز البيلوروبين الحر أوغير المقترن في حالات انحلال الدم، وهو ناتج عن عدم قدرة الكبد على تفريغ البيلوروبين بالسرعة التي يتشكل بها أو قرنه بحمض الغليكورونيك وإفراغه مع الصفراء، يؤدي هذا البيليروبين إلى ارتفاع معدله في الدم مسببا اصطباغ الأنسجة باللون الأصفر.

اليرقان الكبدي: (Hepatic Jaundice)

ينتج عن إصابة الخلايا الكبدية بتشمع الكبد ، أو التهابات الكبد الانتانية) مما يؤدي إلى ارتفاع معدل البيليروبين بالدم . يترافق بارتفاع معدلات كل من الانزيمين الـ ALT وAST مع الشعور بالغثيان وفقدان الشهية .

اليرقان الولادي (الفيزيولوجي):(Physiological Jaundice)

يظهر عند حديثي الولادة وخاصة لدى Premature baby لتراكم البيليروبين بسبب تأخر تمايز فعالية أنزيم غليكورونيل ترانسفراز (الذي يحتاج من ٣- ٤ أسابيع لتكتمل فعاليته).

يتم العلاج بتعريض هؤلاء المولودين إلى الأشعة فوق البنفسجية لمدة أسبوع إلى أسبوعين لتحويل البيليروبين إلى مركب أكثر قطبية وانحلالا في الماء .

Dr.Amal Kaka

الأملاح الصفراوية ووظيفتها Bile Salt and their Function

تركب الخلايا الكبدية يوميا نحو0,6غ من الأملاح الصفراوية .وهي أملاح صوديومية أو بوتاسيومية لأحماض صفراوية متكونة انطلاقا من الكولسترول من أهمها (**Cholic Acid , Chenodesoxy Cholic Acid)** تفرز عبر القنوات الصفراوية إلى العفج، ويعاد امتصاصها إلى الكبد من اللفائفي عبر الدوران المعوي الكبدي **Circulation Enterohepatic** بعد أن تؤدي دورها في تسهيل هضم الدسم .

وظائف الأملاح الصفراوية :

١- تنقص الأملاح الصفراوية التوتر السطحي لجزيئات الدسم مما يسهل تحطيمها تدعى هذه **العملية بالاستحلاب**

٢- تسهم الأملاح الصفراوية بدور **رئيس في امتصاص الشحوم والفيتامينات الذوابة بالدسم** وهي تؤدي هذا الفعل بوساطة تشكيل معقدات دقيقة مع الشحميات تدعى المذ يلات **(الأملاح الصفراوية والليسيتين والكوليسترول)** وهي شديدة الذوبان يؤدي غياب الأملاح الصفراوية إلى ضياع أكثر من 40% من الشحميات مع الغائط

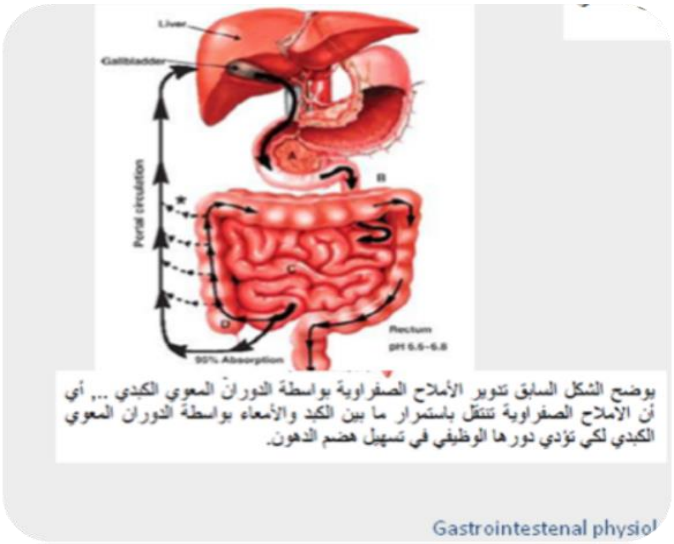
٣- تقوم **الأملاح الصفراوية بتحفيز إفراز** الكوليسيتوكينين وبذلك تسهم بشكل غير مباشر في تحفيز الإفراز البنكرياسي وتفريغ الصفراء بالعفج

٤ - يعد وجود الأملاح الصفراوية في الدم البابي نتيجة للدوران المعوي الكبدي أمرا أساسيا **لتحفيز إفراز الصفراء من الخلايا الكبدية**

٥- تعمل الأملاح الصفراوية **على تشكيل مذيلات في الأقنية الصفراوية الكبدية تجعل الكولسترول ذوابا في الصفراء وتمنع تشكل الحصيات**

٦- **تسهم بتنظيم وتركيب وإفراز الكولسترول**

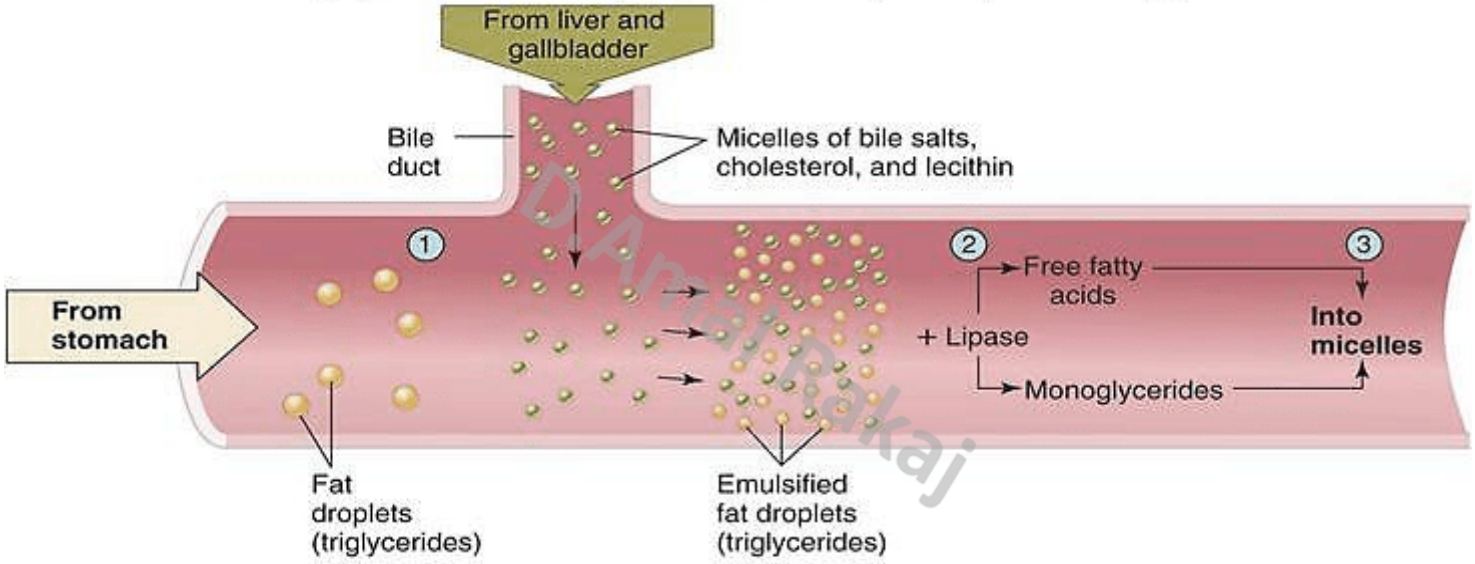
٧- **تؤدي دورا في تركيب الشحوم الفوسفورية وإفرازها**



يوضح الشكل السابق تدوير الأملاح الصفراوية بواسطة الدوران المعوي الكبدي ... أي أن الأملاح الصفراوية تنتقل باستمرار ما بين الكبد والأمعاء بواسطة الدوران المعوي الكبدي لكي تؤدي دورها الوظيفي في تسهيل هضم الدهون.

Dr Amal Rakai

Emulsification الإستحلاب



Step 1: Emulsification of fat droplets by bile salts

Step 2: Hydrolysis of triglycerides in emulsified fat droplets into fatty acid and monoglycerides

Step 3: Dissolving of fatty acids and monoglycerides into micelles to produce "mixed micelles"

خصائص الصفراء

١–تخزن الصفراء خارج أوقات الهضم في المرارة (حويصل يشبه الإجاصة طوله نحو سم واحد وقطره ٣–٤ سم ويتسع وسطيا نحو ٤٠ مل) .

٢–تستخدم المرارة كمستودع للصفراء يجري فيه تكثيفها بامتصاص الماء.

تفرز الصفراء من الحويصل الصفراوي بعد تناول الطعام .

٣–لايحدث إفراغ المرارة لمحتوياتها إلى العفج إلا بعد ٣٠ دقيقة من الوجبة الغنية بالدسم خاصة

٤–يتم إفراغ الصفراء بوساطة حدوث تقلصات نظمية في جدار المرارة يتبعها ارتخاء معصرة أودي.ويكون :

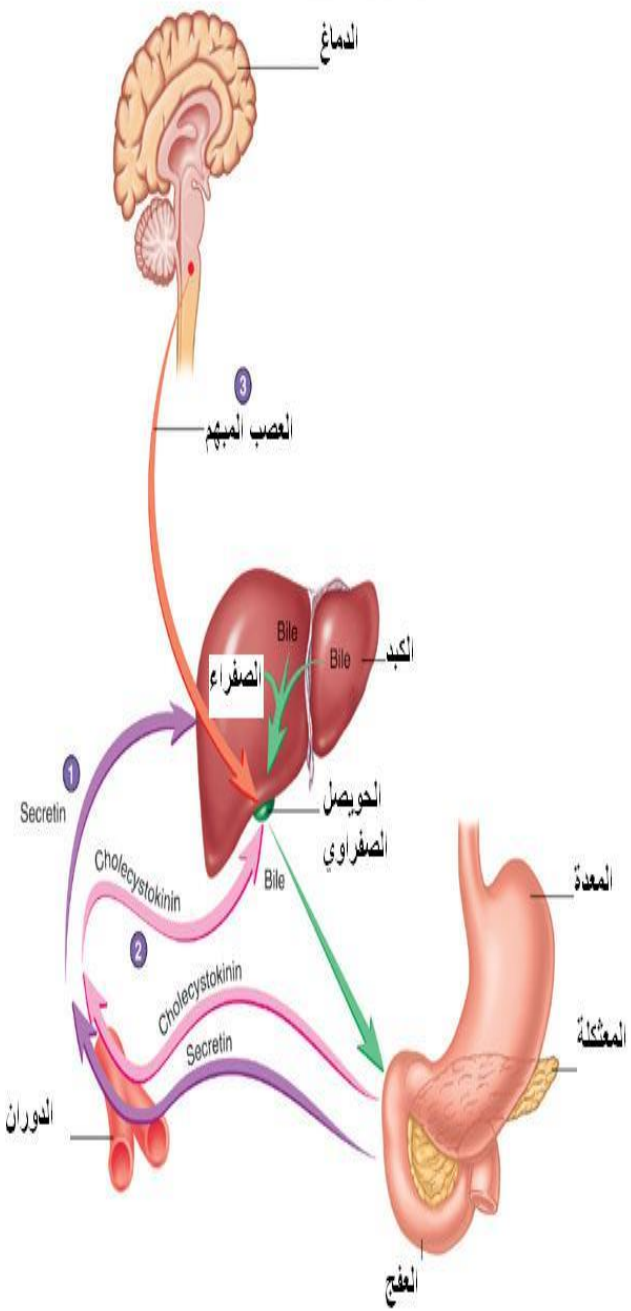
عن طريق آلية عصبية وآلية هرمونية

(الآلية عصبية)

:يتم إفراغ الصفراء نتيجة لمنعكسات عصبية (شرطية) ،وغير شرطية وذلك بوساطة ألياف عصبية مبهمية مفرزة للاستيل كولين مؤدية إلى تقلص الحويصل الصفراوي واسترخاء المصرة.

(الآلية هرمونية)

تتم بواسطة هرموني الكوليسيتوكينين والسكريتين واللذين يعملان على الإفراغ الصفراوي بنفس التأثير المبهمي .



D. Amal Rakaj

Intestinal Secretion الإفراز المعوي

يتم معظم الإفراز في القسم العفجي الصائمي من الأمعاء

وظائف العصارة المعوية :

١- تعديل حموضة الكيموس

٢- حماية مخاطية الأمعاء من التأثير الضار للعصارة المعدية

٣- تنظيم الإفراز البنكرياسي

٤- تنظيم الإفراز الصفراوي

٥- الإسهام في هضم السكريات والبروتينات والدسم

D.Amal Rakai

يشتمل الإفراز المعوي على التالي :

أ - المخاط : يفرز المخاط من غدد برونر **Brunner s Glands** الموجودة في العفج ، يتم تحفيز إفرازه بوساطة تنبيه المبهم وتحت تأثير الكيموس الحامضي.

تعمل المفرزات المخاطية على حماية ظهارة العفج من تأثير العصارة المعدية

ب - إفراز الماء والأيونات : يتم إفراز الماء والأيونات من خبايا ليبركون **Crypts of Lieberkun**

حيث يصل معدل إفرازها إلى ليتر باليوم ، وهي ذات **PH = 7,5 – 8** ، يعاد امتصاص هذه المفرزات المعوية في الزغابات المعوية بسرعة

ويؤمن الدوران للسائل من الخبايا إلى الزغابات عربة مائية تسهل امتصاص المواد من الكيموس .

ج- الأنزيمات : توجد معظم الأنزيمات المعوية الهاضمة بالقرب من الحواف الفرجونية Brush Borders للزغابات المعوية أوفي سيتوبلاسما الخلايا ،كما توجد بكميات زهيدة في لمعة الأمعاء نتيجة لتوسف الخلايا المعوية Desquamation

D.Amal Rakaj

تضم الأنزيمات المعوية ما يلي :

A- **أنزيم الأنتيروكيناز** الذي يحول مولد التريبسين إلى تريبسين فعال

B - **عدة انزيمات من الببتيداز** Peptidases - Dipeptidase – Tripeptidase

اللذين يفككان الببتيدات الثنائية والثلاثية إلى حموض أمينية مفردة

C - **أربعة أنزيمات لشطر ثنائيات السكاريد** Disaccharide الى أحاديات السكريد وهي :

السكراز والذي يشطر السكروز إلى غلوكوز وفركتوز

المالتاز والذي يشطر المالتوز إلى جزيئين من الغلوكوز عن طريق فك الرابطة الفا ١-٤

الايزومالتاز والذي يشطر الايزومالتوز إلى جزيئين من الغلوكوز عن طريق فك الرابطة الفا ١-٦

اللاكتاز والذي يشطر اللاكتوز إلى غلوكوز وغالاكتوز

D - **الليباز المعوي Lipase** يسهم في هضم ثلاثي الغليسيريدات إلى أحماض دسمة وغليسيرول

- **الوظائف الهضمية للأنبوب الهضمي Digestive Function**

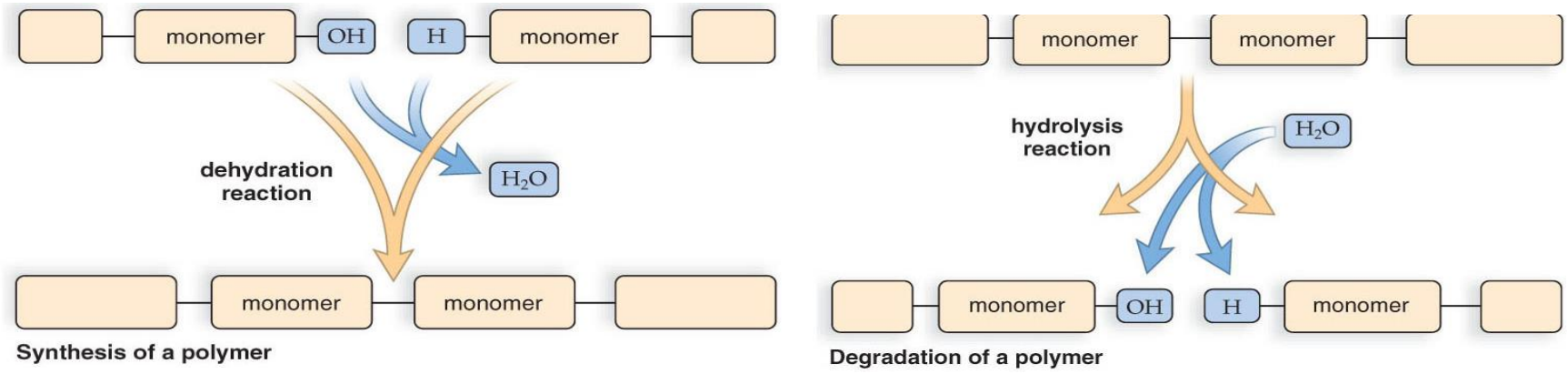
يمكن تصنيف الأطعمة إلى سكريات ودسم وبروتينات، إضافة إلى كميات زهيدة من الفيتامينات والمعادن.لا يمكن امتصاص هذه المواد بأشكالها الطبيعية من خلال المخاطية الهضمية ،ولهذا السبب تبقى عديمة الفائدة كغذيات إذا لم تهضم وتمتص .

يتم **تكاثف Dehydratation** السكريات بنزع جزيئة هيدروجين من أحد وحيدات السكريد ونزع الهيدروكسيل من آخر لتشكيل عديد السكريد و يتم بعدها اتحاد الهيدروجين مع الهيدروكسيل مشكلا الماء ’تحدث بحالة الهضم العملية المعاكسة للتكاثف أي تحدث **الحلمهة Hydratation وهي** عمليةٌ أساسية في الهضم وتتم بإرجاع الهيدروجين والهيدروكسيل إلى عديد السكريد لفصل وحيدات السكريد عن بعضها وذلك بوساطة أنظيمات نوعية .

الهضم عن طريق الحلمهة يحدث لكل أنواع الاغذية والفرق هو في نمط الانظيم المؤدي لها

Dr Amal Rakaj

Hydratation and Dehydratation



هضم السكريات Digestion of Carbohydrate

مصادر السكريات في قوت الإنسان السوي :

السكروز .اللاكتوز ، المالتوز ، النشا

هضم السكريات في الفم والمعدة.

يقوم *أنزيم البتيالين(الاميلاز اللعابي)*(الذي يُفرز من الغدد اللعابية وبخاصةً النكفية) بهضم النشا والغليكوجين الموجود في الطعام، وتحويله إلى ثنائي سكريد هو المالتوز ومكثورات صغيرة أخرى للغلوكوز تضم مابين ثلاثة إلى تسعة جزئيات من الغلوكوز.

لا يمكث الطعام في الفم سوى فترة قصيرة، بحيث لا يُحلمه أكثر من 5% من النشاء في الفم

ولكن يستمر الهضم في جسم وقاع المعدة لمدة ساعة قبل أن تُتوقف فعالية الأميلاز اللعابية بالحمض الموجود في المفرزات المعدية

حيث أن عمل الأنزيم اللعابي يتوقف تماماً عندما يهبط الـ PH إلى أقل من 4

وهكذا تتم حلمهة ما يعادل 30إلى 40 % من النشاء والغليكوجين بوساطة الأنزيم اللعابي.

D.Amal Rakai

هضم السكريات في المعي الدقيق.

تحوي عصارة المعثكلة الأميلاز المعثكلي الذي يماثل الأميلاز اللعابي، لكنه أقوى منه بعدة مرات،لذلك يتم هضم جميع النشاء فعليا خلال 15 إلى 30 دقيقة من انفراغ الكيموس من المعدة إلى العفج، حيث ينقلب جميع النشا تقريباً إلى مالتوز وأنواع أُخرى من مكاثير الغلوكوز الصغيرة قبل أن تغادر العفج أو أعلى الصائم.

هضم السكريات بوساطة الأنزيمات الظهارية المعوية.

تتم حلمهة ثنائيات السكريد ومكاثير الغلوكوز الصغيرة وهي :(اللاكتوز-السكروز-المالتوز- وايزومالتوز) إلى وحيدات سكريد بوساطة :الأنزيمات الظهارية المعوية (اللاكتاز-السكراز-المالتاز- وايزومالتاز).

تتوضع هذه الأنزيمات في أغشية الحافة الفرجونية Brush Borders لزغيبات الخلايا المبطنة للمعة المعي .

Dr.Amal Raker

نتائج تأثير هذه الانزيمات كالتالي:

ينشطر اللاكتوز إلى جزئية غالاكتوز وجزئية غلوكوز.
وينشطر السكروز إلى جزئية فركتوز و جزئية غلوكوز.
وينشطر المالتوز ومكاثير الغلوكوز الصغيرة الأخرى جميعاً إلى جزئيات غلوكوز.
وينشطر الايزومالتوز ومكاثير الغلوكوز الصغيرة الأخرى جميعاً إلى جزئيات غلوكوز.
وهكذا نشاهد أن المنتجات النهائية لهضم السكريات هي وحيدات سكريد ذوابة في الماء تمتص إلى الدوران البابي. يمثل الغلوكوز أكثر من **80%** من النواتج النهائية لهضم السكريات في القوت العادي الذي يحوي نشاء أكثربكثير من السكريات الأخرى.

هضم البروتينات Digestion of Proteins

البروتينات فى القوت

تتألف البروتينات الموجودة في القوت من سلاسل طويلة لحموض أمينية ترتبط مع بعضها بارتباطات ببتيدية.

هضم البروتينات فى المعدة

يبدأ هضم البروتينات في المعدة بواسطة الـببسين (أهم أنزيم هضمي في المعدة) بأفضل درجة حموضة من PH =3- 2 ويتعطل هذا الأنزيم تماماً في PH أعلى من 5.

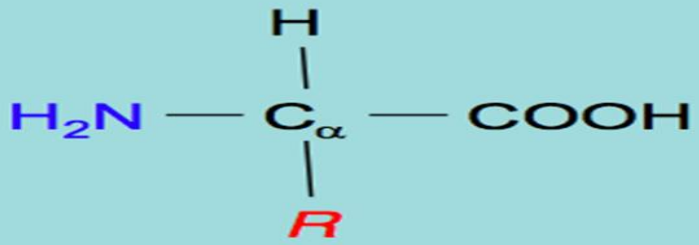
إن أحد أهم ميزات الببسين قدرته على هضم الكلاجين والذي يعد المكون الرئيسي للنسيج الضام بين الخلايا في اللحوم، لذلك يجب هضم ألياف الكولاجين ومن ثم يتم هضم البروتينات.

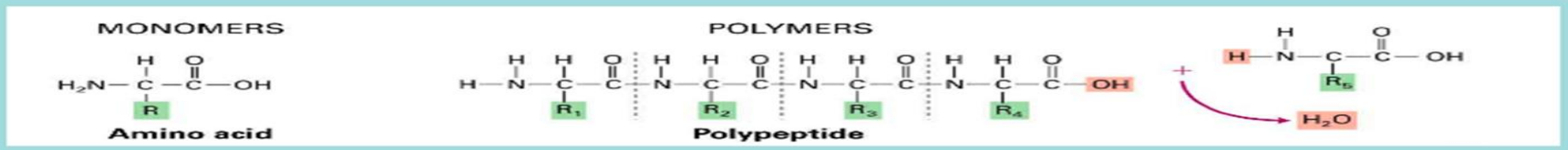
يقوم أنزيم الببسين بتأمين هضم 10-20% من إجمالي البروتين عادةً.

D.Amal Rakkaj

Proteins

- Primary structure made of 20 amino acids.





هضم البروتينات بوساطة الإفرازات المعثكلية

يتم معظم هضم البروتينات في الجزء العلوي من المعي الدقيق (العفج والصائم) وذلك تحت تأثير الأنزيمات الحالة للبروتينات الموجودة في العصارة المعثكلية

تُهاجم المنتجات البروتينية فور دخولها الأمعاء بوساطة:

D.Amal Kakaj

التريبسن والكيموتريبسين والايلاستاز والكالكرين والكاربوكسي بولي بيبتيداز.

يستطيع كل من **التريبسن والكيموتريبسين والايلاستاز والكالكرين**

شطر جزئيات البروتين إلى عديدات ببتيدات صغيرة

بينما يشطر الكاربوكسي بولي بيبتيداز،

حموضاً امينية مفردة من النهايات الكربوكسيلية في عديدات البيبتيدات

لا تُهضم سوى نسبة صغيرة فقط من البروتينات بشكل كامل إلى الحموض الأمينية المكونة لها بوساطة الأنزيمات المعثكلية، **وتبقى النسبة العظمى كثنائيات ببتيد وثلاثيات ببتيد ومكوثرات أخرى أكبر** .

هضم الببتيدات بوساطة الببتيدازات في الخلايا الظهارية الساترة للزغابات المعوية الدقيقة.

يتم الهضم قبل الأخير للبروتينات في اللمعة المعوية بوساطة **أنزيمات الحافة الفرجونية للخلايا الظهارية الساترة للزغابات في المعي الدقيق** وخاصةً في العفج والصائم وهما :

أمينوبولي ببتيداز وعدد من الديببتيداز (Aminopolypeptidase and Several Dipeptidase)

تنجح هذه الأنزيمات في شطرما تبقى من عديدات الببتيدات المتبقية إلى ثنائيات وثلاثيات الببتيدات وإلى درجة أقل إلى حموض أمينية وبعد ذلك تعبر جميع هذه المنتجات إلى داخل الخلية المعوية.

تتوضع داخل العصارة الخلوية للخلية الظهارية عدة ديببتيداز أُخرى تهضم ما تبقى من روابط لثنائيات وثلاثيات الببتيدات المتبقية

وفعلياً يتم هضم جميع ثنائيات وثلاثيات الببتيدات خلال دقائق، وتتحول إلى حموض أمينية مفردة تنتقل إلى الدم.

تشكل الحموض الأمينية المفردة أكثر من ٩٩% من نواتج هضم البروتين النهائية، ولا يحدث سوى امتصاص نادر للببيتيدات وامتصاص نادر جداً لجزئيات البروتين الكاملة، التي يمكن وعلى الرغم من ندرتها أن تسبب اضطرابات مناعية أو أرجية خطير.

D.Amal Rakaj

هضم الدسم Digestion of Fats (Lipids)

. الدسم فى القوت

تشكل الدسم المعتدلة (TG) أكثرأنواع الدسم في القوت، بالإضافة الى كميات قليلة من الشحميات الفوسفورية والكولسترول الحروأسترات الكولسترول.

هضم الدسم فى المعدة

تهضم كمية قليلة من ثلاثيات الغليسيريد TG في المعدة بواسطة الليباز اللساني الذي يكون فعالا بالوسط الحامضي . يحدث هضم أقل من ١٠% من الدسم في المعدة لذلك يكون قليل الأهمية ،في حين يحدث هضم الدسم بشكل أساسي في المعي .

D.Amal Rakai

هضم الدسم فى المعى الدقيق

أ-إن الخطوة الأولى في هضم الدسم فيزيائي، حيث يتم تحطيم كريات الدسم الكبيرة إلى حجوم أصغر وذلك بالتآذربين عملية الرج **Agitation** التي تتعرض لها الدسم وعملية استحلاب الدسم **Emulsification** بوساطة المذيلات **Micelles** الصفراوية والتي تتكون أساسا من الأملاح الصفراوية والليسيتين والكوليسترول، مما يؤدي إلى إنقاص التوتر السطحي للدسم وتقسيمها إلى أجزاء صغيرة مؤديا إلى زيادة سطحها نحو ١٠٠٠ضعف وهذا يسهل تأثير الأنزيمات عليها

ب- يحدث هضم معظم ثلاثيات الغليسيريد بوساطة الليباز البنكرياسي.

ج- يتم هضم كمية قليلة من ثلاثيات الغليسيريد بوساطة الليباز المعوي .

هضم الليبيدات واجتيازها المخاطية المعوية بوجود المذيلات Micelles وعدم وجودها

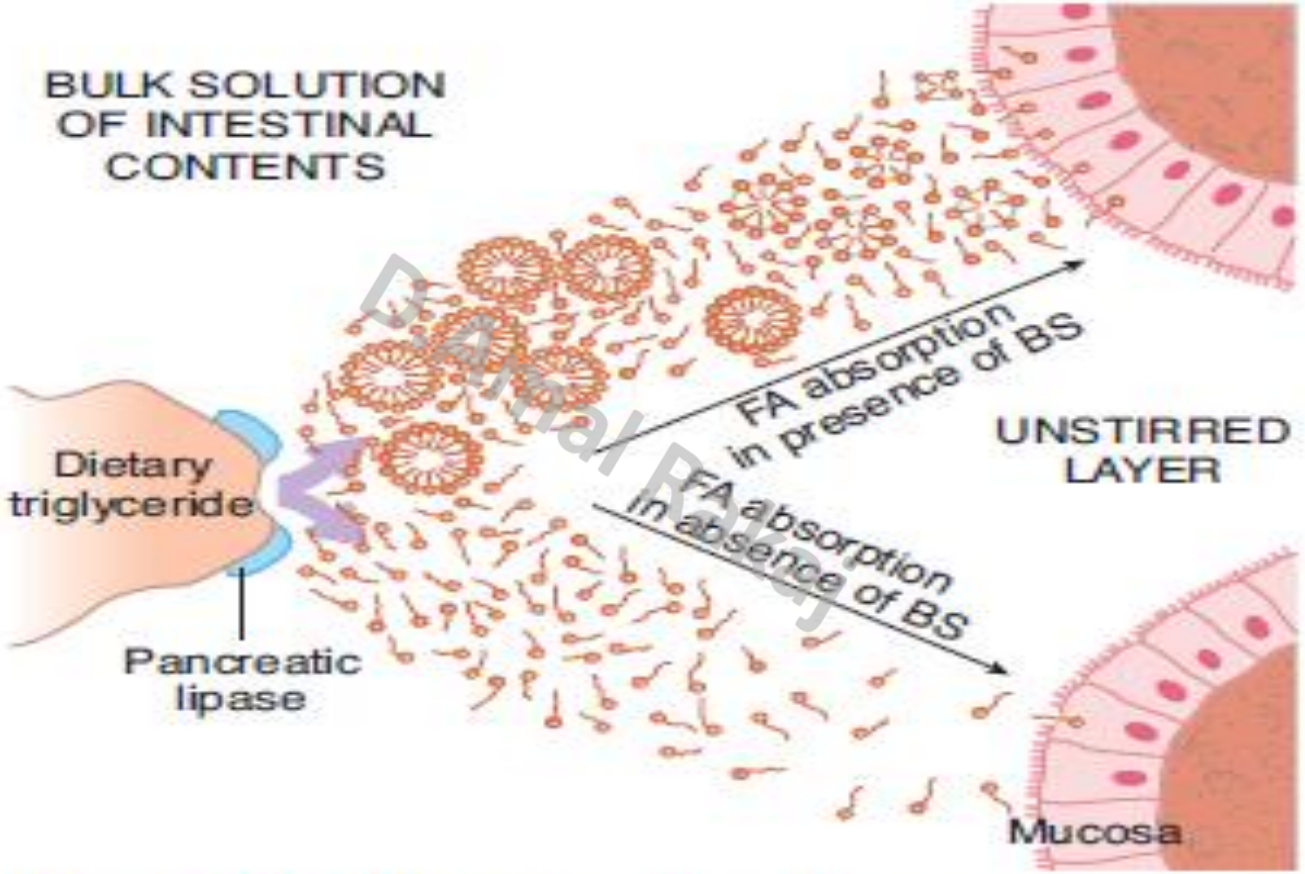


FIGURE 26–16 Lipid digestion and passage to intestinal mucosa. Fatty acids (FA) are liberated by the action of pancreatic lipase on dietary triglycerides and, in the presence of bile salts (BS), form micelles (the circular structures), which diffuse through the unstirred layer to the mucosal surface. (Adapted from Thomson ABR: Intestinal

dr.Amal Rakkaj

هضم إسترات الكولسترول والشحوم الفوسفورية

تتم حلمهة استرات الكولسترول والشحميات الفوسفورية بوساطة الأنزيمات البنكرياسية النوعية وينتج عن ذلك تحرر الحموض الدسمة والكولسترول الحر والليزوليسيتين .

ولمذيلات الأملاح الصفراوية **Micelles** دور هام في امتصاص الكولسترول الحر وجزيئات الشحوم الفوسفورية المهضومة (ليزوليسيتين) والحموض الدسمة والفيتامينات الذوابة بالدسم

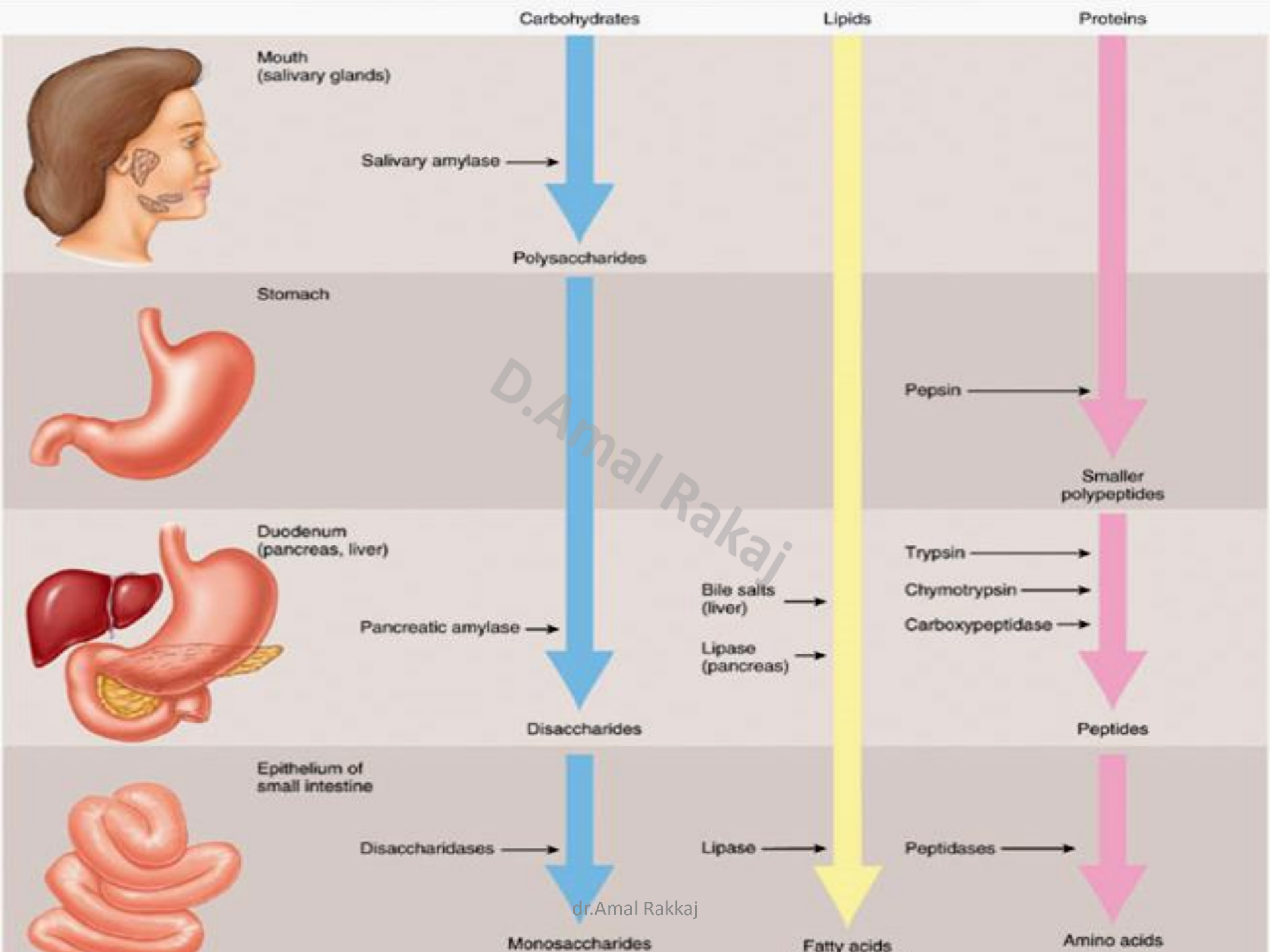
ولا يمكن امتصاص الكولسترول دون المذيلات،بينما يمكن هضم نحو ٤٠%من ثلاثيات الغليسيريد وامتصاص نواتج هضمها بمعزل عن تشكيل المذيلات .

النواتج النهائية لهضم الدسم هي: حموض دسمة حرة وكولسترول حر وحيدات غليسيريد وليزوليسيتين

D.Amal Kalaj

دور الأملاح الصفراوية في تسريع هضم وامتصاص الدسم

تعد حلمهة الـ TGعملية عكوسة ،لذلك سرعان ما يتراكم ثلاثي ووحيد الغليسيريد والحموض الدسمة مؤديا إلى حصر استمرارعملية الهضم ،لذلك تعمل المذيلات المختلطة والمتشكلة خصوصا من الأملاح الصفراوية بضم نواتج الهضم لتسمح من جهة تأمين امتصاصها ثم دخولها إلى داخل الخلية المعوية، واستمرار هضم الدسم من جهة أخرى.



D.Amal Rakaj
dr.Amal Rakkaj

الامتصاص Absorption

طرق الامتصاص

الامتصاص عبر السبيل بين الخلوي Intercellular Tract :

عبر أقنية أو مسامات في منطقة الفواصل الكتمية Tight junction يخضع هذا النقل إلى مدروج الضغط التناضحي الاوسموزي Gradient Osmotic Pressure أومدروج الضغط المائي الساكن Hydrostatic Pressure Gradient بين اللمعة والحيزالخلالي فعند تناول وجبة مفرطة التوتر فان الماء تنتقل من الحيز الخلالي إلى اللمعة والعكس صحيح .

كما يمكن نقل العناصر المذابة بآلية سلبية بوساطة جرها مع التيار المائي المحرض بتأثير الضغط التناضحي الاوسموزي أو المائي الساكن.

أهمية هذا الامتصاص : تعديل الضغط الحلولي بين اللمعة العفجية مع الضغط الحلولي للبلاسما .

الامتصاص عبر السبيل الخلوي : Transcellular Tract

حيث يجتاز الماء والعناصر المذابة فيه الغشاء القمي الفوسفوليبيدي للخلية المعوية بعدة طرق:

الاحتساء : Pinicytosis

وهو عبارة عن انخماص جزء من الغشاء القمي وادخال بعض الغلوبولينات

طريقة الانتشار السلبي Passive Diffusion:

يتم عن طريق انتقال لعناصر عبر مسامات أو أقنية في الغشاء القمي للخلية المعوية ، لا يحتاج إلى ناقل أو طاقة ،لكن يتم حسب المدروج الكيميائي للعناصرغير المشحونة (من جهة التركيز الأعلى الى التركيز الأدنى) أوالمدروج الكهربائي للعناصر المشحونة كهربائيا .

D.Amal Kalaj

طريقة الإنتشار التسهيلي Facilited Diffusion :

وهو امتصاص متزامن لعنصرين بحيث يخضع امتصاص أحدهما لامتصاص تسهيلي ناتج عن مدروج تركيز الآخر، ويتطلب وجود ناقل نوعي في مستوى الغشاء القمي (مثال امتصاص الغلوكوز بالاستفادة من مدروج تركيز الصوديوم) .

طريقة النقل الفعال Active Transport :

نقل اصطفائي لعنصر بعكس مدروجه الكيميائي أو الكهربائي ، وهو يتطلب ناقل نوعي وجملة انظيمية تحرر الطاقة اللازمة للنقل. (مضخة الصوديوم بوتاسيوم اتيباز).

طريقة الانتشار بواسطة الذوبان في الغشاء :

وهي خاصية للعناصر القابلة للانحلال في الشحوم

D.Amal Rakkaj

- **المبادئ الأساسية للامتصاص الهضمي**

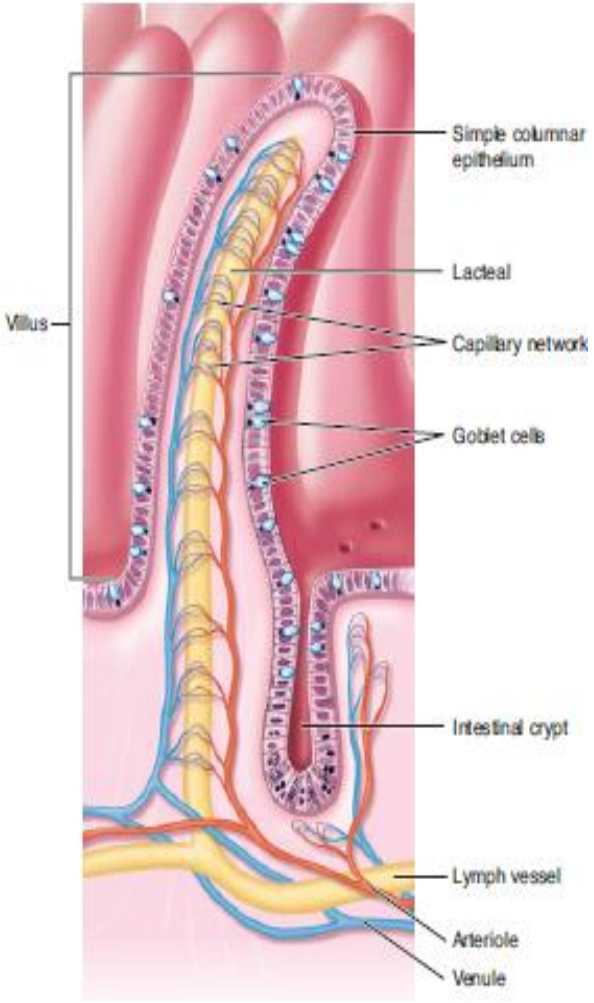
الامتصاص في الفم : الامتصاص للعناصر الغذائية في الفم محدود، يحدث فقط امتصاص لبعض الأدوية التي يمكن أن تتخرب كـ (النتروغليسيرين –بعض الهرمونات بعض الموسعات الوعائية) حيث تصل إلى الدم عن طريق الوريد الأجوف العلوي دون المرور في المعدة والأمعاء لتأمين حمايتها من العصارات المعدية والمعوي.

الامتصاص في المعدة : يكون الامتصاص في المعدة محدودا أيضا لأن معظم المواد تكون تحت شكل جزيئات كبيرة ،في حين يمكن امتصاص بعض الماء والشوارد الموجودة في لمعتها.

الامتصاص في الأمعاء الدقيقة:

تشكل الأمعاء الدقيقة المركز الرئيس للامتصاص ويعود ذلك إلى:

١- وجود تكيف بنيوي في الأمعاء يتناسب مع هذه الوظيفة ،إذ تبدي مخاطية الأمعاء دسامات ناقصة أوطيات تضاعف سطح التماس ثلاث مرات.- كما تحتوي هذه الدسامات على نتوءات صغيرة تدعى الزغابات Villi تسهم في تضاعف سطح التماس في اللمعة المعوية نحو عشرمرات.
يغطي الزغابات المعوية الحواف الفرجونية والتي تدعى الزغيبات والتي تضاعف سطح التماس نحو عشرين مرة.
تؤدي العوامل الثلاث إلى مضاعفة سطح التماس حوالي ٦٠٠ مرة



٢- تتحرر أغلب نواتج الهضم في سوية الصائم. Jejunum

٣- بقاء الأطعمة المتناولة (الكيموس) في الأمعاء الدقيقة لفترة كبيرة نسبياً مما يسمح بفرص امتصاص أكبر.

Dr.Amal Rakaj

Absorption of Carbohydrates امتصاص السكريات

تمتص السكاكر بعد تحويلها إلى غلوكوز أوغالاكتوز أوفركتوز

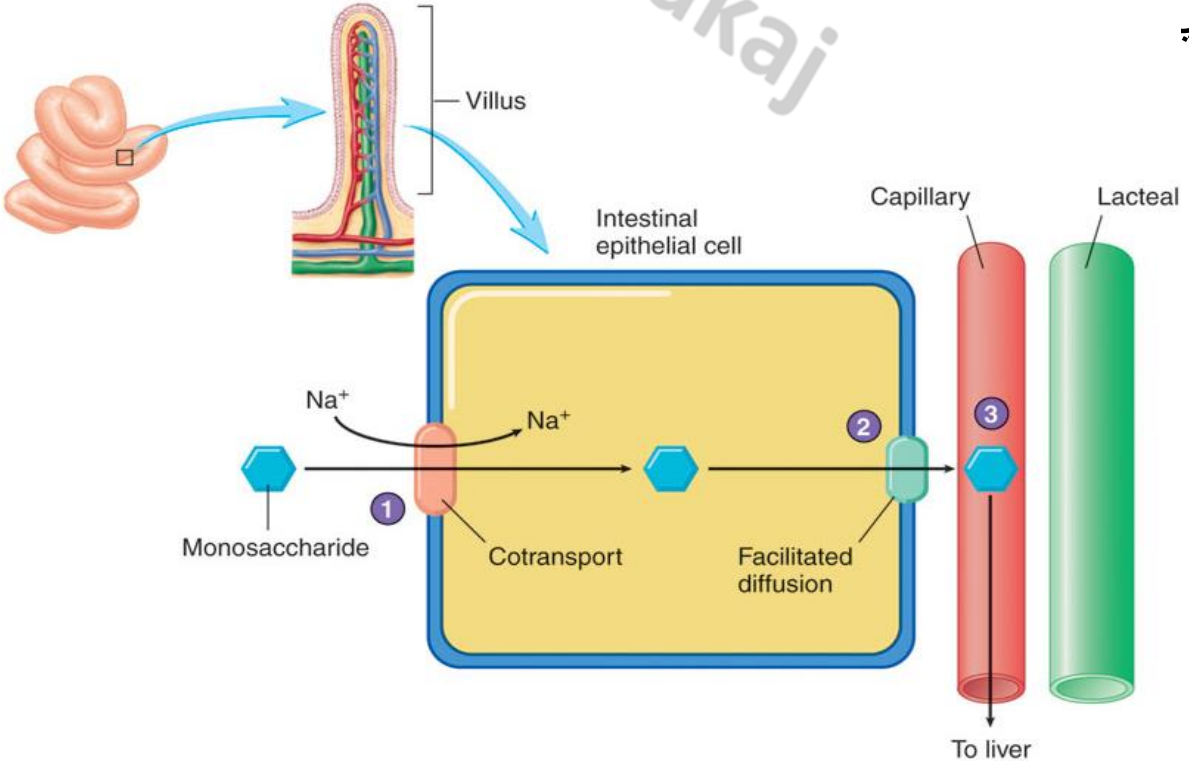
A-عبر السبيل بين الخلوي (يزداد امتصاص السكاكر عبر هذا السبيل كلما ازداد تركيزها في اللمعة المعوية).

B-الامتصاص عبرالسبيل الخلوي على مرحلتين (يحدث معظم الامتصاص عبر هذا السبيل):

١-اجتياز الغشاء القمي للخلية المعوية (بطريق الانتشار التسهيلي المرتبط بالصوديوم).

٢- مرحلة اجتياز الغشاء الجانبي القاعدي للخلية المعوية (بوساطة الانتشار التسهيلي بوجود نواقل أخرى غير مرتبطة بالصوديوم.)

يتم امتصاص أغلب نواتج هضم السكريات المتناولة في مستوى الصائم **Jejunum** ومنه إلى الوسط الخلالي لتسلك السبيل الدموي



Dr.Amal Rakaj

- **Absorption of Proteins امتصاص البروتينات**

تمتص البروتينات بعد تحويلها إلى حموض أمينية حرة وأحيانا الى ثنائي أو ثلاثي الببتيدات بالسبيل الخلوي بمرحلتين :

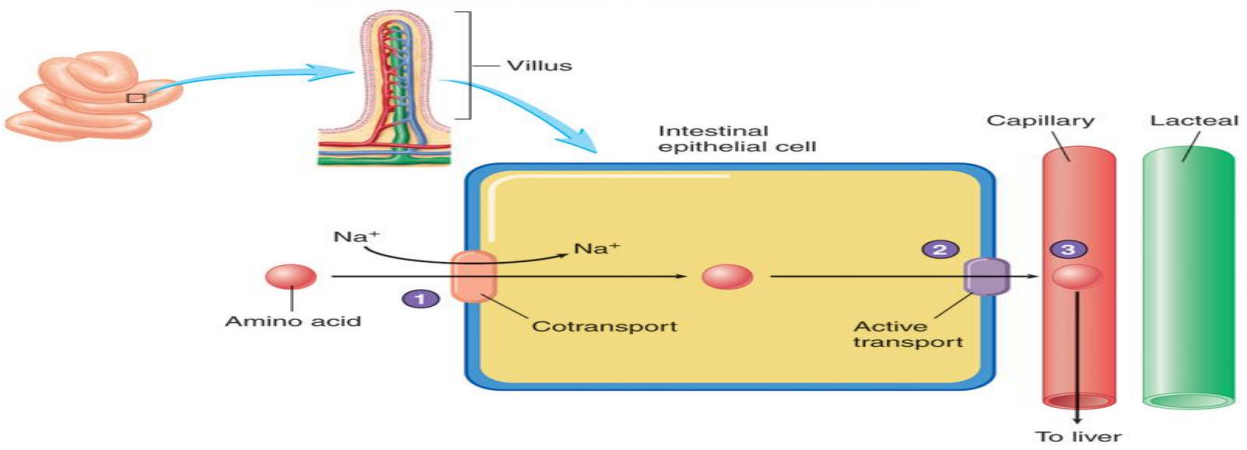
١- اجتياز الغشاء القمي لخلايا الظهارة المعوية :

تجتاز الحموض الأمينية الغشاء القمي للخلية المعوية بالنقل التسهيلي المرتبط بالصوديوم.

٢- اجتياز الغشاء الجانبي القاعدي للخلية المعوية:

يجتاز القسم الأكبرمن الحموض الأمينية الغشاء الجانبي القاعدي إلى الوسط الخلالي بآلية فاعلة ،حيث تنتقل بعد ذلك هذه الحموض وكذلك ثنائي الببتيدات(بعد تحولها إلى حموض أمينية بوساطة أنزيمات الهيولى الخلوية) من الوسط الخلالي (مع السكاكر والأيونات) والماء لتسلك السبيل الدموي عبر وريد الباب فالكبد

يتم امتصاص معظم الحموض الأمينية في الصائم Jejunum واللفائفي العلوي Ileum



Dr.Amal Rahal

تمتص الببتيدات و البروتون معا في الغشاء القمي المؤمنة بمضخة الصوديوم هيدروجين اتيباز عن طريق الناقل البروتيني peppT1 . تهضم الببتيدات الممتصة بواسطة الانزيمات الهاضمة للبروتينات في العصارة الخلوية ثم تنقل الاحماض الامينية إلى الدم عبر الغشاء الجانبي بواسطة مجموعة من النواقل البروتينية

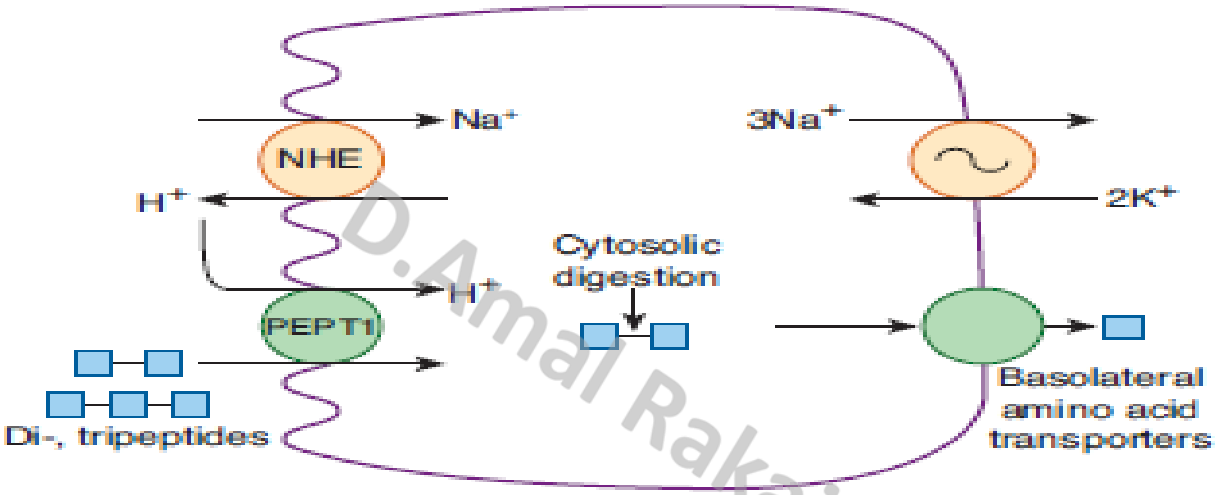


FIGURE 27–5 Disposition of short peptides in intestinal epithelial cells. Peptides are absorbed together with a proton supplied by an apical sodium/hydrogen exchanger (NHE) by the peptide transporter 1 (PepT1). Absorbed peptides are digested by cytosolic proteases, and any amino acids that are surplus to the needs of the epithelial cell are transported into the bloodstream by a series of basolateral transport proteins.

D.Amal Rakkaj

• امتصاص الدسم. Absorption of Fats

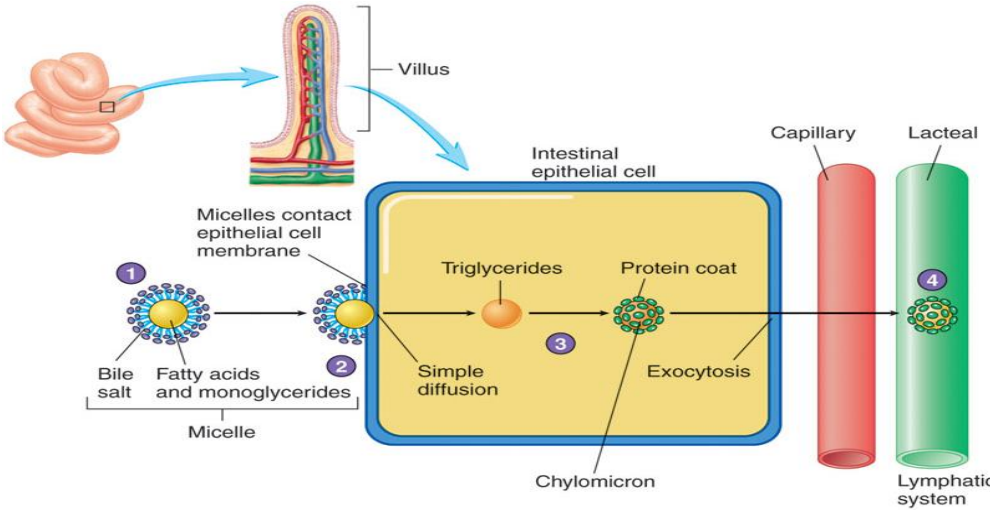
تمتص الشحوم بثلاث مراحل بعد تحويلها إلى حموض دسمة حرة وغليسيرول وكولسترول وليزوليسيتين

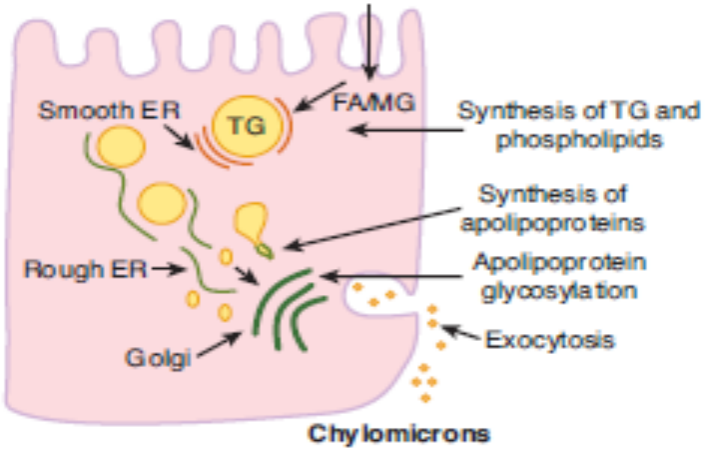
١- مرحلة اجتياز الغشاء القمي للخلايا المعوية الماصة

تجتاز نواتج هضم الدسم الغشاء القمي للخلايا المعوية بآلية الانتشار السلبي الذي يعتمد على مدروج تركيز هذه النواتج بين اللمعة المعوية والوسط داخل الخلوي.

٢- المرحلة داخل الخلوية يعاد أسترة الكولسترول والليزوليسيتين بالحموض الدسمة طويلة السلسلة ليساهموا في تشكيل ثلاثي الغليسيريد الذي يساهم في تشكيل الشيلوميكرون والذي يحتاج أيضا لبروتينات تدعى الصمائم البروتينية .أما الأحماض قصيرة أو متوسطة السلسلة فيمكن أن تجتاز الغشاء القمي والجانبي للخلية المعوية دون أن تؤستر ودون أن تساهم بتشكيل الشيلوميكرون .

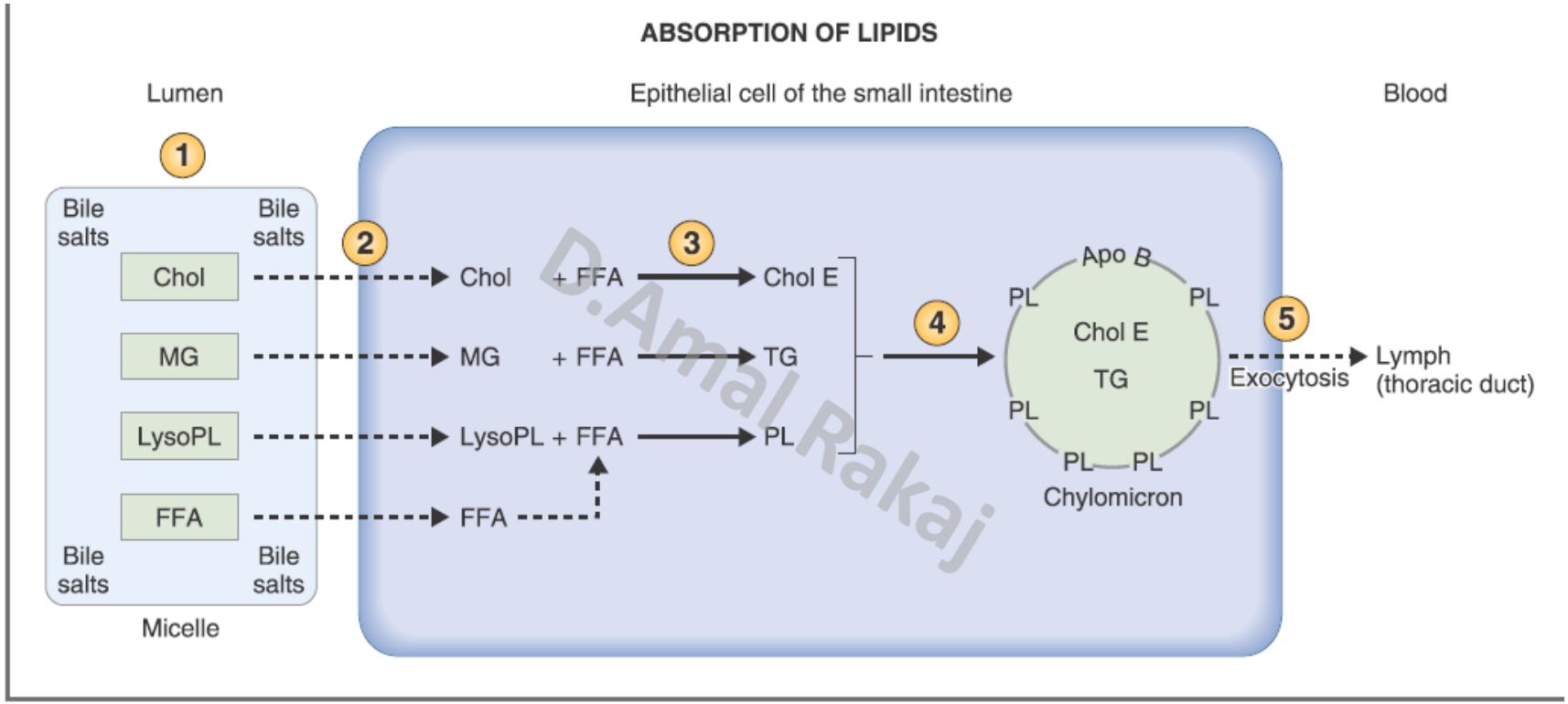
٣- مرحلة طرح الدقائق الكيلوسية (الشيلوميكرون) : تمتص هذه الدقائق بواسطة الالتفاظ **Exocytosis** عبر الغشاء الجانبي القاعدي ثم لتنتقل إلى الأوعية اللمفية الموجودة في الزغابات المعوية ،فتصل إلى اللمف الذي يصب في القناة الصدرية فإلى الدوران عن طريق الوريد تحت الترقوة الأيسر.





Dr Amal Baka

آلية انتقال الدسم في الأمعاء الدقيقة



الشـكل 8.32 آليّة امتصاص الدسم في الأمعاء الدقيقة. الأرقام المحاطة بدائرة تتناسب مع الخطوات المذكورة في النص. Apo B، البروتين الشحمي β؛ Chol، كوليسترول؛ Chol E، إستر الكوليسترول؛ FFA، حموض دسمة حرّة؛ LysoPL، ليزوليسيتين؛ MG، أحاديّات الغليسريد؛ PL، شحوم فوسفوريّة؛ TG، ثلاثيّات الغليسريد.

امتصاص الماء والشوارد

(يصب في العفج يوميا 9 ليتر ماء يعاد ٨٠ % منه في الأمعاء الدقيقة

يتم انتقال الماء والعناصرالصغيرة المذابة فيه عبر جدار الأمعاء تحت تأثير عوامل متعددة.

١-المدروج التناضحي مابين محتوى اللمعة والسائل الخلالي ، فالماء ينتقل من الوسط ناقص التوتر **Hyotonic** إلى الوسط مفرط التوتر **Hypertonic** وينقل معه العناصر المذابة فيه .

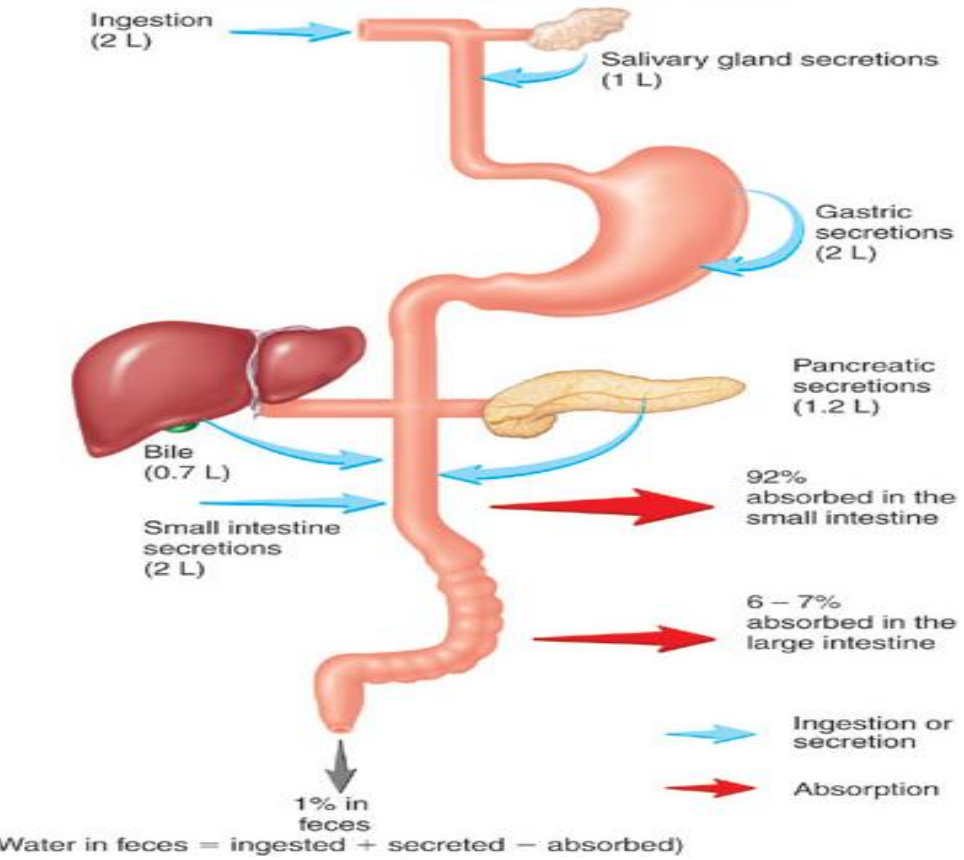
٢-مدروج الضغط المائي السكوني(فعندما يكون هذا الضغط في اللمعة المعوية أقل منه في الشعريات الدموية للزغابات فإن هذا المدروج يساعد على انتقال الماء من الأوعية الشعيرية إلى اللمعة)

٣-المدروج الكيميائي ومدروج التركيز للشاردة.

٤-المدروج الكهربائي.

٥-تؤثر باهاء PH محتوى اللمعة وباهاء مستوى الشعريات الدموية في توجيه حركة الايونات فعندما تنخفض باهاء الدم الشعري (ارتفاع تركيز (H) فان ذلك يشجع انتقال الصوديوم من اللمعة إلى داخل الخلية المعوية

٥- يمكن انتقال أيون من وسط إلى آخر عكس مدروجه الكيميائي والكهربائي بالاستعانة بمالمدروج الكيميائي والكهربائي لأيون آخر (الانتشار الميسر) أو النقل الفعال .



D.Amal Rakaj