

الدكتور يوسف جراد

# فيزيولوجيا الجهاز الهضمي

# الهضم والامتصاص في السبيل الهضمي

# الهضم والامتصاص في السبيل الهضمي

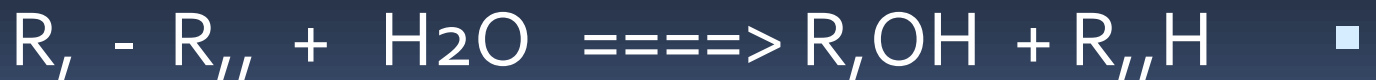
- تصنف الأطعمة التي يحيى عليها الجسم بعد استثناء الفيتامينات والمعادن إلى :
  - سكريات
  - دسم
  - بروتينات
- تعتبر عديمة الفائدة اذا لم تحلل الى جزيئات أصغر يمكن امتصاصها بواسطة عملية هضم تمهيدية .

■ Desktop\..محاضرات هضمة جامعة\فيزيولوجيا  
الجهاز الهضمي\فيديو فيزيولوجيا\ (٤٢) CBSE  
11 Biology Digestion and Absorption -  
Absorption of Digested Products -  
YouTube.MP4

# هضم الأطعمة المختلفة

■ كيميائية الهضم بسيطة للغاية ففي حالات أنماط الطعام الثلاثة الكبرى تعد **الحلمهة** هي العملية نفسها المساهمة في الهضم والفارق الوحيد هو الأنظيمات المطلوبة لحض التفاعلات في كل نمط من انماط الطعام .

■ السكريات : تهضم عديدات السكر بإعادتها الى وحيد سكريد بواسطة أنزيمات نوعية تعيد شوارد الهيدروجين والهيدروكسيل الى عديدات السكر كما يلي :



# هضم الأطعمة المختلفة

- **الدهن :** تهضم ثلاثيات الغليسيريد بإعادة جزيئات الماء اليها وبذلك تنفصل جزيئات الدهن عن الغليسرول .
- **البروتينات :** تتألف من حموض أمينية ترتبط مع بعضها بروابط ببتيدية وعند حلمهة البروتينات تعيد الانزيمات الحالة للبروتين الماء الى جزيئات البروتين لشطرها الى حموض امينية .

# هضم السكريات

- هناك ثلاث مصادر رئيسية للسكريات للإنسان السوي هي :
- السكروز : ثنائي سكريد (سكر القصب)
- اللاكتوز : ثنائي سكريد (سكر الحليب)
- النشاء: عديد سكريد يوجد في الحبوب

# هضم السكريات

- لا يحلّمه الفم سوى ٥% من السكريات والمعدة تحلّمه ٣٠-٤٠% من النشاء الى مالتوز بسبب ان الاميلاز اللعابي لا يعمل بوسط اقل من PH ٤
- اما في المعى الدقيق يتم بواسطة الاميلاز المعثكية هضم النشاء بشكل أقوى وينقلب كل النشاء تقريبا الى مالتوز ومكاثير الغلكوز .
- تحوي الظهارة المعوية على الأنزيمات التالية (اللاكتاز والسكراز والمالتاز ودكستريناز)



# هضم السكريات

- هذه الانزيمات التي تشطر ثنائيات السكريد (اللاكتوز والسكرورز والمالتوز ومكاثير الغلکوز الصغيرة) الى وحيدات السكريد المكونة لها تتوضع في اغشية الحافة الفرجونية المغطية للأمعاء .
- ينشط اللاكتوز الى جزيئة غالاکتوز وجزيئة **غلکوز**
- وينشط السكرورز الى جزيئة فرکتوز وجزيئة **غلکوز**
- ينشط المالتوز و مكاثير الغلکوز جميعا الى جزيئات **غلکوز**
- يشكل الغلکوز ٨٠% من نواتج هضم السكريات

# هضم البروتينات

- تتألف البروتينات من سلاسل طويلة للحموض الأمينية ترتبط مع بعضها بارتباطات ببتيدية .
- أهم أنزيمات هضم البروتين في المعدة هو الببسين الذي لا يعمل في PH فوق الـ ٥ ويعد الـ PH ٢-٣ المثالي لعمله وهو أساسي لهضم الكولاجين (المكون الأساسي للنسيج الضام في اللحوم) .
- يتم هضم معظم البروتينات في الجزء العلوي للمعدي الدقيق (عفج - صائم) بواسطة الانزيمات المعثكية حالة البروتين (التريبسين - الكيموتريبسين - الكربوكسي بولي ببتيداز) لكن لا تهضم عصارات المعثكلة البروتينات الى الحموض الأمينية المكونة لها بل تبقى على شكل ثنائيات وثلاثيات ببتيد .

# هضم البروتينات

- تلعب أنزيمات الببتيداز الموجودة في الحافة الفرجونية للخلايا الظهارية دورا مهما في هضم البروتينات وهناك نمطان هامان من هذه الانزيمات هما أمينو بولي ببتيداز والذي ببتيداز تشطر عديدات الببتيد المتبقية الى ثلاثيات وثنائيات الببتيد وتنقلها مع الحموض الامينية الى داخل الخلية الظهارية .
- يتم التحول الاخير الى حموض امينية مفردة داخل الخلايا الظهارية خلال دقائق وبعدها الى الدوران .

# هضم الدسم

- أكثر أنواع الدسم انتشار في الأطعمة هي الدسم المعتدلة أو ما يسمى ثلاثيات الغليسريد .
- يعتبر الكوليسترول مركب سيترولي لا يحوي أي حمض دسم ولكنه يبدي خصائص فيزيائية وكيميائية للدسم لذلك يعتبر قوتا دسما .

# استحلاب الدسم

- اولاً يتم تحطيم الدسم الى جزيئات أصغر لتسهيل عمل الأنزيمات الهضمية الذوابة بالماء ويتم ذلك بواسطة الصفراء التي لا تملك اي تأثير أنزيمي بل تقوم بما تحويه من املاح صفراوية ولستين بالالتصاق بالكريات الدسمة بقطبها المحب للدسم وتبقى بقطبها المحب للماء نحو السوائل المحيطة بها مما ينقص التوتر السطحي وتتحطم الكريات الدسمة الى جزيئات دقيقة كثيرة (نفس مبدأ عمل المنظفات)
- وبذلك يزداد السطح الكلي للكريات الدسمة مما يسمح أكثر للبيازات بمهاجمة سطوح الكريات الدسمة .

# هضم الدسم

- تعد الليباز المعثكلية أكثر الانزيمات هضما لثلاثيات الغليسريد وتهضمها جميعها تقريبا خلال دقائق الى حموض دسمة حرة ووحيدات غليسريد.
- يتحلّمه كل من استرات الكوليسترول والشحوم الفوسفورية بالليباز المعثكلي ويتم نقلها بالأملاح الصفراوية بنفس طريقة نقل الشحوم الثلاثية .
- من المهم أن نذكر أنه لا يمكن نقل أي كوليسترول دون عمل المذيلات بينما يتم هضم وامتصاص ٦٠% من ثلاثيات الغليسريد حتى في غياب الاملاح الصفراوية .

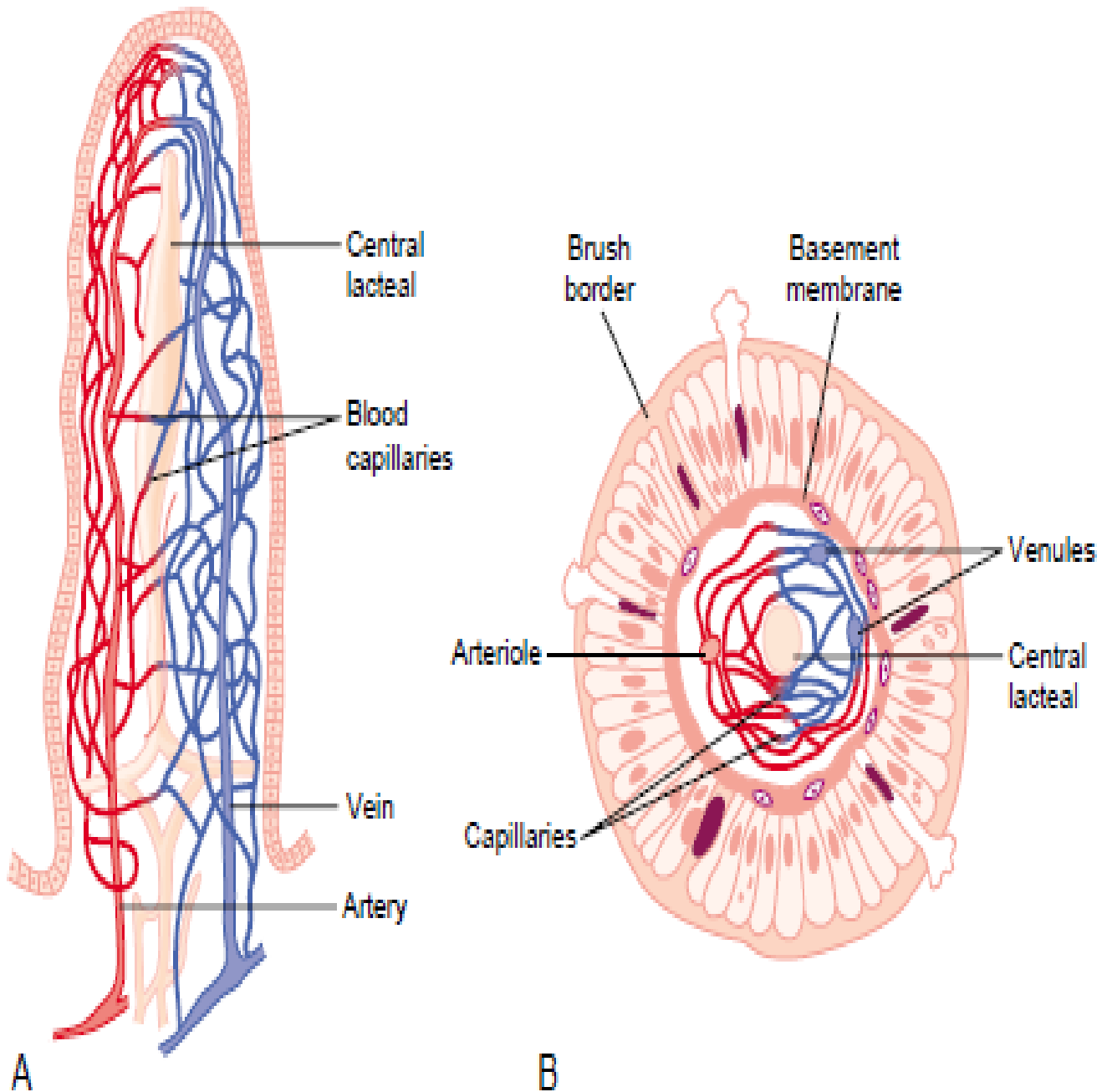
# المبادئ الأساسية للامتصاص الهضمي

- تتساوى الكمية الكلية للسائل الواجب امتصاصه كل يوم مع كمية السائل المتناول (١,٥ لتر) إضافة إلى السائل المفرز مع مختلف الإفرازات الهضمية (نحو ٧ ألتار) وبذلك يصل الأجمالي حتى ٨-٩ ألتار ، وتمتص جميع السوائل عدا ١,٥ لتر في المعى الدقيق ولا تمر سوى كمية ١,٥ لتر إلى الكولون عبر الدسام الدقاقي الأعوري .
- المعدة تعتبر سطح امتصاص ضعيف لأن مخاطيتها بدون نمط زغابي .

# الزغابات (السطح الامتصاصي للمخاطية المعوية)

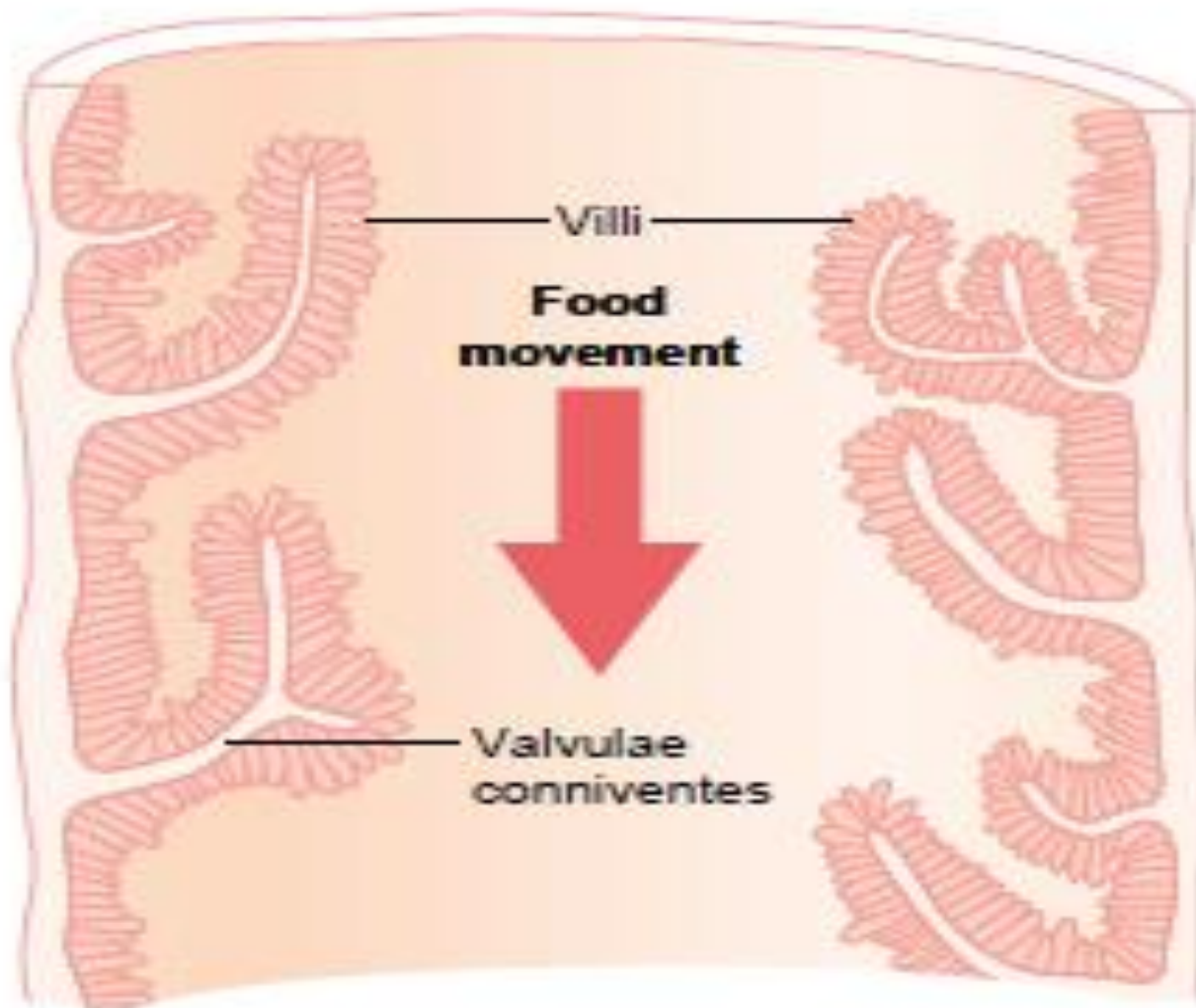
- تظهر الزغابات كثيرا من الثنيات تدعى ثنيات كيركينغ وتزيد الزغابات بدون هذه الثنيات السطح المعوي للامتصاص عشرة اضعاف .
- تمتاز كل خلية ظهارية بحافة فرجونية مؤلفة من ٦٠٠ زغبية تزيد السطح المعرض للكيموس ٢٠ ضعف .
- بالمجمل يزيد السطح الامتصاصي للأمعاء ٦٠٠ ضعف أي ما يعادل مساحة ٢٥٠ متر مربع (سطح ملعب تنس)





**Figure 65-6**

Functional organization of the villus. *A*, Longitudinal section. *B*, Cross section showing a basement membrane beneath the epithelial cells and a brush border at the other ends of these cells.



**Figure 65-5**

Longitudinal section of the small intestine, showing the valvulae conniventes covered by villi.

# الامتصاص في الأمعاء الدقيقة

- امتصاص الماء :
- الامتصاص اسوي التناضح : ينتقل الماء عبر الغشاء المعوي بحادثة الانتشار بحسب قوانين التناضح لذلك عندما يكون الكيموس ممددا يمتص الماء من خلال المخاطية المعوية إلى الدم الموجود بالزغابات بواسطة التناضح .
- وينتقل الماء بالاتجاه المعاكس من المصورة الى الكيموس لدى دخول محاليل مفرطة التناضحية الى العفج (شرب الماء المالح)

# امتصاص الشوارد

النقل الفعال للصوديوم :

يفرز يوميا ٢٠ - ٣٠ غ من الصوديوم مع المفرزات المعوية

اضافة لذلك يتناول الشخص السوي ٥-٨ غ صوديوم يوميا

لذلك على المعى الدقيق امتصاص ٢٥-٣٥ غ صوديوم يوميا (سبع صوديوم الجسم)

وبذلك ندرك كيف انه يمكن لضياع المفرزات المعوية (حالات الاسهال الشديد) أن يؤدي لنفاذ الصوديوم الى مستوى مميت خلال ساعات ويلعب الصوديوم دور مهم في امتصاص السكاكر والحموض الأمينية

# امتصاص الشوارد

- يتم نقل الصوديوم بواسطة النقل الفعال .
- تأثير الالديسترون في التعزيز الشديد لامتصاص الصوديوم : عندما يصاب الشخص بالتجفاف تفرز كميات كبيرة من الالديسترون من الكظر ويزيد بدوره جميع اليات امتصاص الصوديوم ويزيد بذلك بشكل ثانوي امتصاص شوارد الكلور والماء وبنفس الالية يفعل الالديسترون في النبيبات الكلوية في حالات التجفاف .

# امتصاص الشوارد

- امتصاص شوارد البيكربونات في العفج والصائم :
- يتم امتصاصها بالآلية الفعالة كما في النبيبات الكلوية خاصة في القسم العلوي للأمعاء نظرا لوجود كميات كبيرة منها في المفرز المعثكلي والصفراء .
- امتصاص شوارد الكلور في العفج والصائم :  
يكون سريع جدا ويتم بالانتشار المنفعل بشكل رئيسي .

# الافراز الشديد لشوارد الكلور وشوارد الصوديوم والماء

- يتم من خبايا ليبركون من خلايا ظهارية جديدة غير ناضجة تمتلك خاصية فريدة بإفراز الكلور الصوديوم بكميات قليلة في الحالة السوية
- وبكميات كبيرة في حال الإصابة بذيغان الهيضة مؤدية لخسارة ٥-١٠ لتر ماء مع ملح يوميا على شكل اسهال مؤدية للموت لدى الكثيرين خلال ١-٥ ايام .

# امتصاص الغذيات امتصاص السكريات

- تمتص الغالبية الساحقة من السكريات على شكل وحيادات سكريد .
- الية الامتصاص غالبا على شكل نقل فعال ويكون انتخابي عادة .
- الغالاكتوز أسرعها نقلا يليه الغلوكوز وبينما الفركتوز بسرعة أقل



# امتصاص السكريات

- آلية امتصاص الغلوكوز والغالاكتوز (دور الصوديوم)
- يوجد بروتين حامل لنقل الغلوكوز (والغالاكتوز أيضا) في الحافة الفرجونية للخلايا لظهارية وهو لا ينقل الغلوكوز بغياب نقل الصوديوم فهو يملك موقعي استقبال أحدهما مخصص لجزيئة الغلوكوز والاخر للصوديوم ويتم النقل الفعال لهما سوية مع بعض .
- يسمى هذا النقل للغلوكوز ب (النقل مرافق الصوديوم) حيث ينقل الغلوكوز الى داخل الخلية لينتقل بالانتشار الى السائل خارج الخلايا .

# امتصاص البروتينات

- تنتقل بواسطة نقل فعال بواسطة طريقة النقل مرافق الصوديوم .
- كما الفركتوز في امتصاص السكاكر فإن هناك بعض الحموض الأمينية تنتقل بالانتشار دون طاقة .

# امتصاص الدسم

- تلعب المذيلات (الحموض الصفراوية) دور أساسيا في حمل الحموض الدسمة ووحيدات الغليسريد الى الحافة الفرجونية لتتركها تنتشر عبر الغشاء المخاطي ثم تعود بذلك المذيلات حرة الى الكيموس لتلتقط الدسم مرة أخرى وبدونها لا يمتص سوى ٥٠ - ٦٠% من الدسم بشكل سوي .
- يعاد تشكل ثلاثيات الغليسريد داخل الخلايا بال ATP.
- تشكل ثلاثيات الغليسريد داخل الخلايا دقائق كيلوسية تنطرح الى الحيز بين الخلايا بعملية الالتفاف يتوسطها البروتين الشحمي بيتا .

# امتصاص الدسم

- تنتقل الدقائق الكيلوسية من الحيز بين الخلايا بواسطة المضخة اللمفية نحو الأعلى باتجاه القناة الصدرية الى اوردة العنق .
- تمتص كميات زهيدة من الحموض الدسمة قصيرة السلسلة بشكل مباشر الى الدسم البابي دون ان تنقلب الى ثلاثيات غليسريد تمتص الى الاوعية اللمفية .

# الامتصاص في المعى الغليظ

- يعبر ١٥٠٠ مل من الكيموس عبر الدسام الدقاقي الأعوري الى الكولون لكن معظم الماء و الكهارل تمتص بالكولون حيث لا يبقى سوى أقل من ١٠٠ مل من السائل عادة لي طرح مع الغائط .
- معظم الامتصاص في المعى الغليظ يتم في النصف الداني للكولون (الكولون الماص) بينما يقوم الكولون القاصي بوظيفة التخزين (الكولون المخزن) .

# الامتصاص في الكولون

- امتصاص الشوارد والماء :
- تمتلك مخاطية الكولون قدرة أكبر على امتصاص الصوديوم بمساعدة الالديسترون.
- كما يتم بشكل مرافق امتصاص الكلور بالمساعدة أيضا مع تبادل البيكربونات بالكولون البعيد .
- يحقق امتصاص الصوديوم و الكلور مدروجا تناضحيا عبر مخاطية الكولون بسبب بدوره امتصاصا للماء .

# السعة الامتصاصية العظمى للمعي الغليظ

- يمكن للكولون أن يمتص يوميا 5-7 لتر من الماء والشوارد أما إذا كانت الكمية التي تعبر الدسام اللفائفي الأعوري أو التي يتم إفرازها من مخاطية الكولون أكبر من ذلك يحدث الاسهال .
- توجد في الكولون جراثيم كثيرة وخاصة العصيات الكولونية لها قدرة على هضم القليل من السلولز لتؤمن حريرات قليلة
- ويتشكل أيضا بفضل الفعالية الجرثومية هذه فيتامين K وفيتامين B12 وغازات متنوعة تعطي الأرياح CO<sub>2</sub>- ميثان . للفيتامين K المتولد كولونيا أهمية خاصة لأن الوارد عن طريق الفم غير كاف في الحالة السوية للمحافظة على تخثر الدم .

# تركيب الغائط

- ٧٥ % ماء
- ٢٥% مواد صلبة أخرى تتألف من :
- ٢٠ % جراثيم ميتة
- ٢٠ % خشائن غير مهضومة من الطعام
- ١٠ - ٢٠ % دسم ١٠-٢٠% مادة لا عضوية ٢-٣ % بروتين
- لون الغائط من مشتقات البيلوروبين ( ستكوبيلين - يوروبيلين)
- الرائحة من منتجات الفعل الجرثومي وهي متفاوتة من شخص الى اخر وذلك حسب النبيت الجرثومي للشخص .