



Sindirim Sistemi

Fizyolojisi

Hemşirelik Bölümü

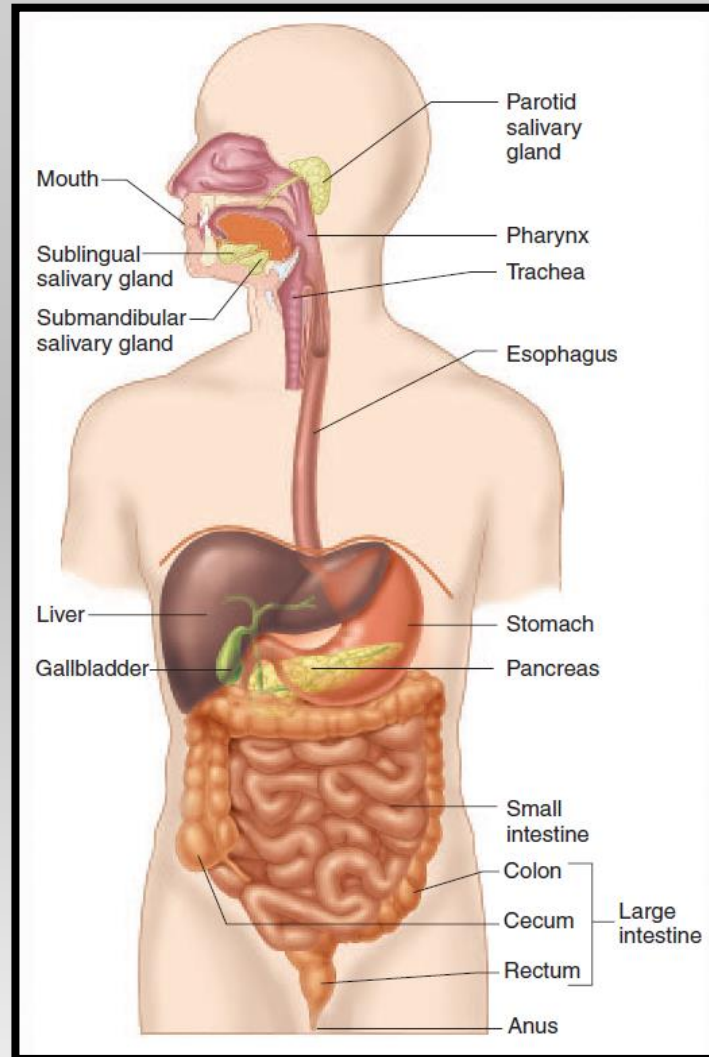
2017-2018 Öğretim Yılı

AÜTF Fizyoloji Anabilim Dalı
Arş.Gör.Dr. Fırat AKAT
akatfirat@gmail.com



https://twitter.com/Cld_Brnrd

Sindirim Sistemi



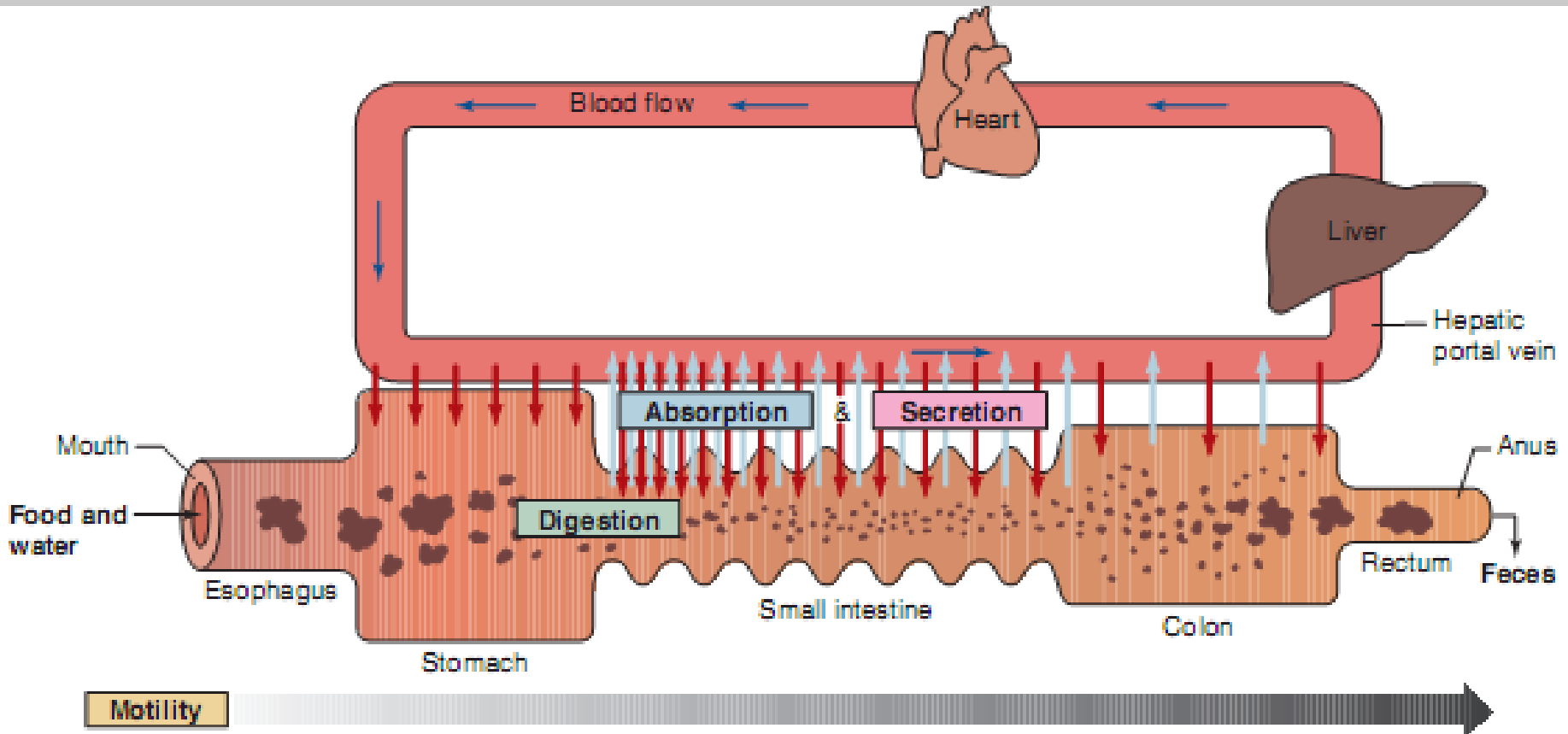
Giriş

- Sindirim sistemi, sindirim kanalı ve sindirimle ilgili yardımcı organlardan oluşur.
 - S. Kanalı: Ağız, farinks, özefagus, mide, ince bağırsaklar, kalın bağırsaklar ve anüs
 - Y. Organlar: Dil, dişler, tükürük bezleri, karaciğer, safra kesesi ve pankreas

Görevi

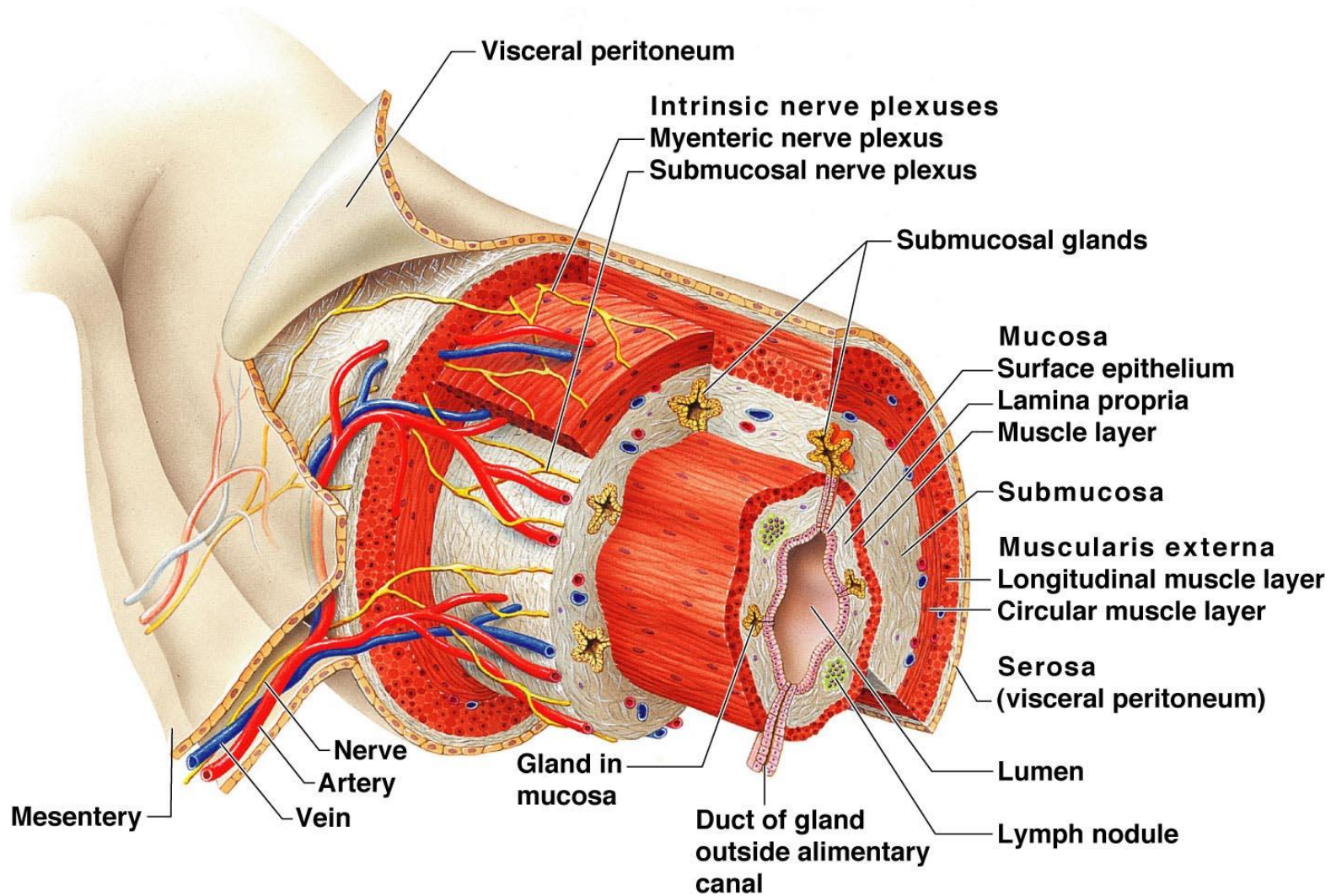
- Sindirim sisteminin görevi, vücuda su elektrolit ve besin sağlamaktır.
- Sindirim sistemi bu fonksiyonlarını;
 - Hareket
 - Salgılama
 - Sindirim
 - Emilimişlemlerini yaparak gerçekleştirir.

Sindirim Sisteminin Şematik Gösterimi



Sindirim Kanalı'nın Yapısı

- Sindirim kanalı dört tabakadan oluşur. İçten dışa doğru:
 - Mukoza: Emilim ve salgılar
 - Submukoza: Kollajen ve elastin lifler; kan ve lenf damarları bezler ve sinir pleksusları (Submukoza pleksusu = Meissner Pleksusu)
 - Musküler tabaka: Peristaltik hareket ve kasılmalar
 - İçte sirküler (dairesel)
 - Arada miyenterik pleksus (Auerbach pleksusu) bulunur.
 - Dışta longitudinal (uzunlamasına)
 - Seroza: Sinir, lenfa ve kan damarlarının mezenter ile bağlantısını kuran tabakadır.



Sindirim Kanalının İnnervasyonu

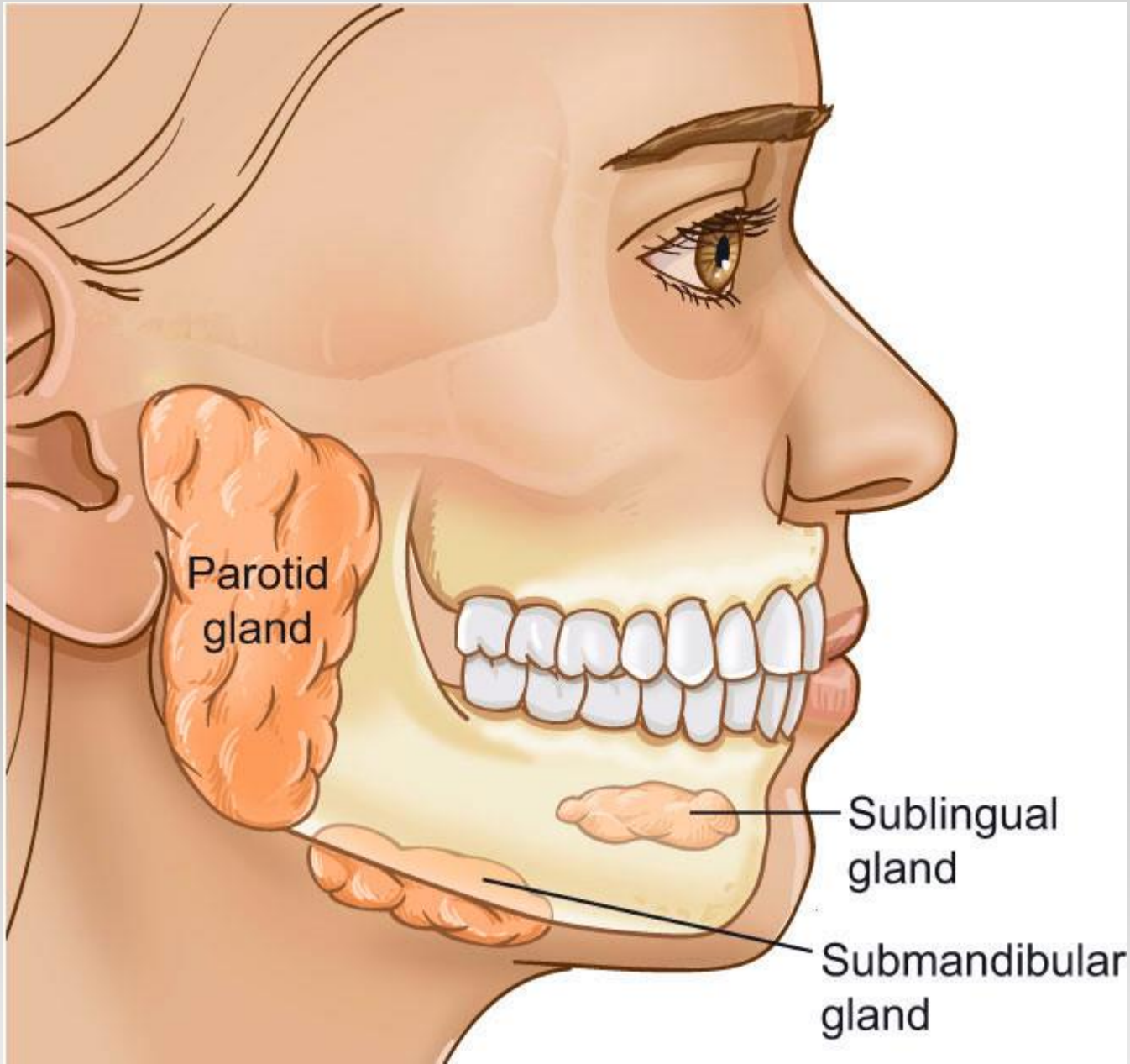
- Sindirim sistemi “enterik sinir sistemi” adı verilen kendi sinir sistemine sahiptir;
 - Myenterik pleksus: Sindirim kanalının hareketlerini kontrol eder.
 - Submukoza pleksus: Salgılar ve kan akımını düzenler.

Sindirim Kanalında Görülen Hareketler

- İlerletici ve karıştırıcı olmak üzere iki tip hareket görülür.
- Sindirim kanalının temel ilerletici hareketi **peristaltizmdir**.
- Peristaltizm lümen içeriği tarafından oluşturulan ve bağırsak duvarının gerilmesi ile başlayan refleks bir cevaptır.
- Sindirim kanalının temel karıştırıcı hareketine **segmentasyon** adı verilir.

Tükrük Salgılanması

- Sindirim ağızda başlar.
- Besinin ağızda bulunması, görülmesi, koklanması veya düşünülmesi.
- İnsanda tükrük oluşturan üç çift bez vardır:
 - Parotis (%25)
 - Submandibular (%70)
 - Sublingual (%5)
- Günlük tükrük salgısı 800-1500 mL'dir.



Tükrüğün Fonksiyonları

1. Sindirim enzimlerinin besinlerle etkileşimini sağlar.
2. Besin maddelerine kayganlık ve yumuşaklık sağlar, yutmayı kolaylaştırır.
3. Bakterisidal etkisi vardır.
4. Tat tomurcuklarını uyaran moleküller için çözücü ortam oluşturur.

Yutma

- 1. Oral Faz:** Yutmanın istemli fazıdır. Dilin yükselerek sert damağa yapışması ve lokmayı farinkse doğru itmesi ile başlar.
- 2. Faringeal Faz:** Lokmanın farinkse itilmesi ile istemsiz faz olan faringeal faz başlar. Farinks yukarı çekilerek açılır. Epiglottis larinks ağzını kapatır. Lokma epiglottise itilir.
- 3. Özefagus Fazı:** Lokma özefagusa gelince, üst özefagus sfinkteri gevşer. Peristaltik dalga oluşur, lokma mideye gönderilir.

Özefagus

- Özefagus (yemek borusu), farinks ile mide arasında bulunan, 25-30 cm çapında kastan yapıdır.
- Özefagusun, üst ucunda üst özefagus sfinkteri; alt ucunda alt özefagus sfinkteri bulunur.
- Alt özefagus sfinkteri mide içeriğinin özefagusa geçmesini engeller (Reflü).

Mide

- Mide üstte özefagus altta duedonum ile bağı olan J şeklinde bir yapıdır.
- Anatomik olarak beş bölümde incelenir:
 - 1) Kardia: Özefagusun açıldığı bölüm
 - 2) Fundus: Hava bulunan bölüm
 - 3) Korpus: En geniş bölüm
 - 4) Antrum: Karıştırıcı
 - 5) Pilor: Boşaltıcı

Midenin Fonksiyonları

- 1. Depo fonksiyonu:** Özefagustan gelen besinler midede geçici bir süre depolanır. Midenin 1-1,5 litre hacmi vardır.
- 2. Karıştırma fonksiyonu:** Besinler kimus adı verilen yarı sıvı bir karışım oluncaya kadar mide salgısı ile karıştırılır.
- 3. Boşaltma fonksiyonu:** Yeterli sindirim ve emilimin sağlanabilmesi için besinlerin duodenuma boşalmasını sağlar.
- 4. Protein sindiriminin başlatılması:** Hidroklorik asit ve pepsinojen

Mide Özsuyu

- Bir günde 2500 mL mide özsuyu salgılanır.
- pH'sı yaklaşık 1-2'dir.
- İçerisinde HCl, intrinsik faktör, pepsinojen, mukus, bikarbonat ve su bulunur.
 - HCl, pepsinin protein sindirimine başlaması için gerekli olan düşük pH'nın oluşmasını sağlar.
 - İntrinsik faktör, B₁₂ vitamininin ileumdan emilimini sağlar.
 - Mukus ve bikarbonat mide yüzeyinin asitten ve pepsinden etkilenmemesini sağlar.

HCl Salgısı

- Paryetal hücreler tarafından salgılanır.
- HCl salgısı, histamin, ACh ve gastrin tarafından uyarılır.
- HCl salgısı, somatostatin, prostoglandinler ve gastrik inhibitör peptid (GIP) tarafından inhibe edilir.

Mide Salgısının Düzenlenmesi

- Üç farklı uyarana ile kontrol edilir:
 1. Beyin (Sefalik) %20
 2. Mide (Gastrik) %70
 3. Bağırsak (İntestinal) %10
 - Enterogastrik refleks: İnhibe edici karakterdedir.
- Mide boşalmasını yavaşlatan en güçlü hormon kolesistokinindir. Sekretin ve GIP de yavaşlatır.

İnce Bağırsak

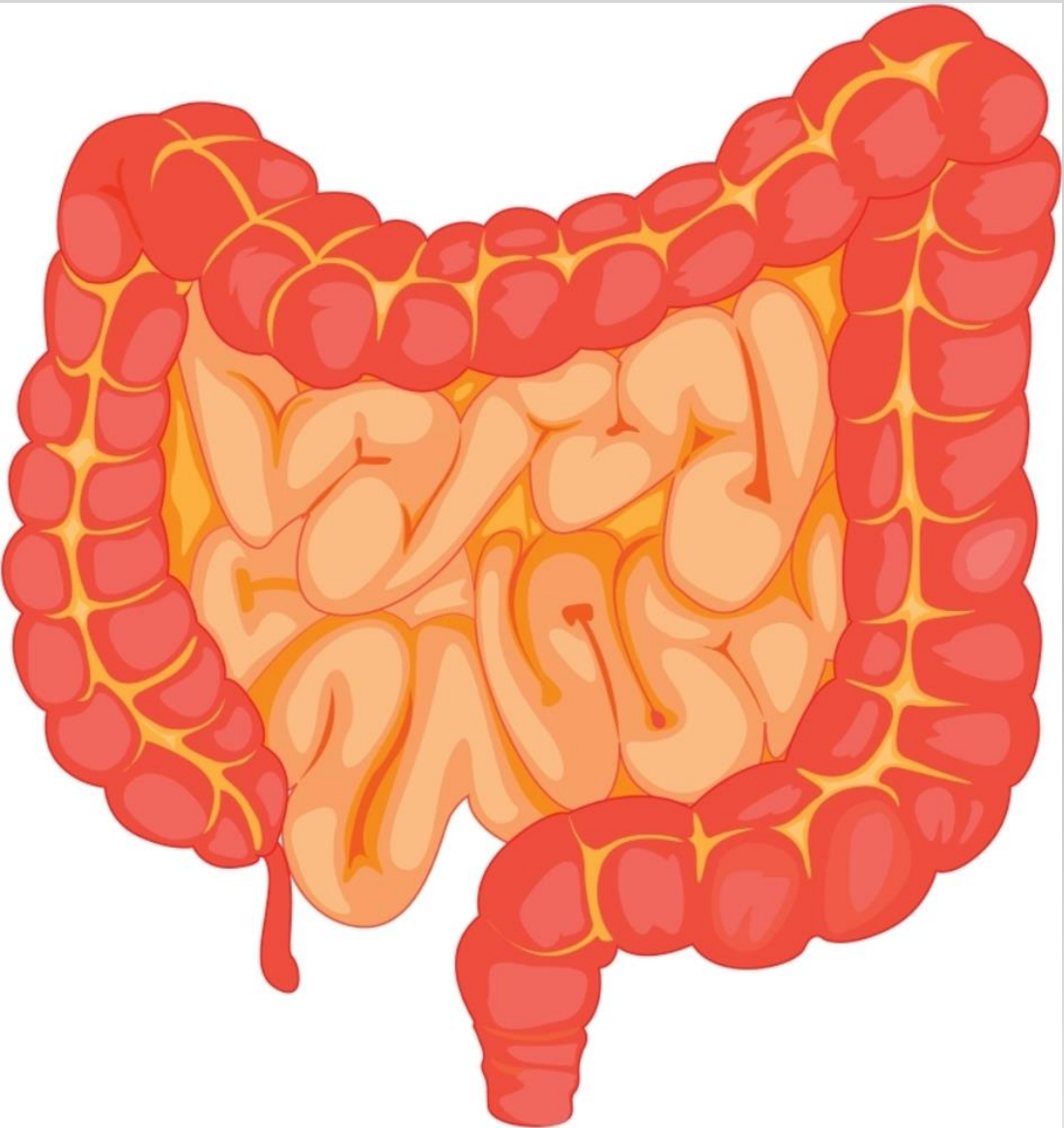
- İnce bağırsak pilordan iloeçekal valvüle kadar uzanır. 4-5 metredir.
- İnce bağırsak duodenum, jejenum ve ileum olmak üzere üç bölümden oluşur.
- İki fonksiyonu vardır:
 1. Sindirim işleminin tamamlanması
 2. Sindirim işlemi son ürünlerinin emilmesi
- Emilimin %80-90'ı ince bağırsakta, %15'i kolonda gerçekleşir.

İleoçekal Valvül

- İleumun kolon ile birleştiği yerde bulunur.
- Başlıca görevi fekal maddenin ileuma geri dönmesini engellemektir. Bu nedenle çekum dolduğunda kapanır.
- Kimus mideyi terkettiği zamana iloeçekal valvül gevşer. Gastroileal refleks. Gastrin kaynaklıdır.

Kalın Bağırsak

- Çekum, kolon ve anüsten oluşur.
- Kolon çıkan kolon, transvers kolon, inen kolon ve sigmoid kolon olarak bölümlere ayrılır.
- Kolonun başlıca iki fonksiyonu vardır:
 1. Kimustaki su ve elektrolitlerin emilimi
 2. Fekal maddenin dışarıya atılana kadar depolanması
- Kolonun ilk yarısı emilim ikinci yarısı depolanma ile ilgilidir.



Defekasyon

- Rektum genellikle boştur. Feçes bulunmaz.
- Rektum dolarsa dışkılama ihtiyacı doğar.
- Dışkılama iki sfinkterin gevşemesi ile gerçekleşir
 1. İç anal sfinkter: Düz kastır. Sempatik sinirler uyarıcı, parasempatik sinirler inhibe edici etki yapar.
 2. Dış anal sfinkter: İskelet kasıdır.
- Özellikle çocuklarda besin alımı sırasında midenin gerilmesi rektumun kasılmasını ve sıklıkla defekasyonu başlatır. Bu olaya gastrokolik refleks denilir.

Karaciğer

- Karaciğer vücudumuzun en büyük organıdır. 4 lobludur. Çok sayıda fonksiyona sahiptir.
- Sindirim için en önemli fonksiyonu safra salgısıdır.
- Safranın iki önemli fonksiyonu vardır:
 1. Yağların sindirim ve emilimini kolaylaştırmak (safra tuzları).
 2. Çeşitli yıkım ürünlerinin atılmasında rol oynamak (bilirubin ve kolesterol)
- Safra kesesi safranın yoğunlaştırıldığı ve bekletildiği bir organdır. Safra boşalmasını en güçlü uyaran hormon kolesistokinindir.

Pankreas

- Pankreas hem ekzokrin (Asinüsler) hem de endokrin (Langerhans) salgı yapan bir organdır.
- Pankreasın sindirim sıvısı duodonuma gelen kimusun uyarmasını takiben salgılanır.
- Pankreas sıvısı plazma ile izotoniktir. Bikarbonat içeriği yüksektir bu nedenle alkalidir (pH 7-8). Kimusun asiditesini nötralize eder.

Pankreas

- Pankreas salgısında ayrıca protein, karbonhidrat ve yağların sindirimini sağlayan enzimler bulunur.
- Proteinler için: tripsin, kimotripsin, elastaz ve karboksipeptidaz. Bu enzimler zimojen formunda salgılanır.
- Zimojen formunda salgılanan bu enzimler duodenumdan salgılanan enterokinaz enzimi tarafından aktive edilirler.
- Karbonhidratlar için: pankreatik α -amilaz
- Yağlar için: Pankreatik lipaz, kolesterol esteraz ve fosfolipaz A2

Sindirim ve Emilim

Sindirim fonksiyonu

- Vitaminler ve mineraller dışında vücuda gerekli besinler karbonhidrat, yağ ve protein olarak gruplanır.
- Bu besinler sindirim işleminden geçtikten sonra emilirler.
- Karbonhidrat, protein ve yağların temel sindirim mekanizması hidrolizdir.

Hidroliz

- Diyetteki karbonhidrat çoğunlukla disakkarit ve polisakkarit formundadır.
- Sindirim sırasında karbonhidratlar monosakkaritlere parçalanır.
- Benzer şekilde proteinler amino asitlere, yağlar yağ asitleri ve gliserole parçalanır.

Karbonhidrat Sindirimi

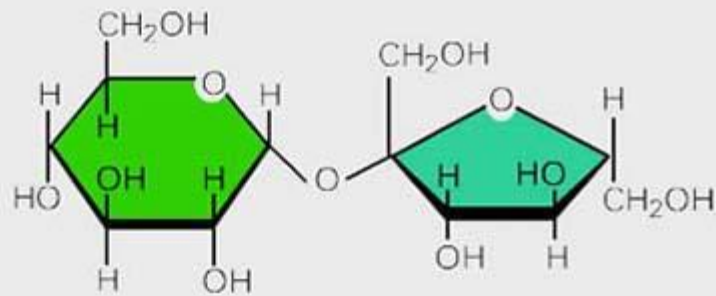
- Disakkaritler, sakkaroz galaktoz ve maltozudur.
- Polisakkaritler nişasta, glikojen ve selülozudur.
- Karbonhidrat sindirimi başlıca ağızda ve barsak lümeninde gerçekleşir.
- Ağızda yıkımı başlayan tek besin maddesidir. Besinler çiğnenirken tükürükteki pityalin (amilaz) maddesi karbonhidrat sindirimini başlatır.

Proteinlerin Sindirimi

- Proteinlerin yıkımından sorumlu enzimler (proteazlar) üç organ tarafından üretilir:
 1. Mide
 2. Pankreas
 3. İnce bağırsak
- Protein sindirimi midede başlar. Mide özsuyu hidroklorik asit ve pepsinojen içerir.
- Pepsinojen düşük pH'da pepsine dönüşerek protein sindirimini başlatır (%10-30).

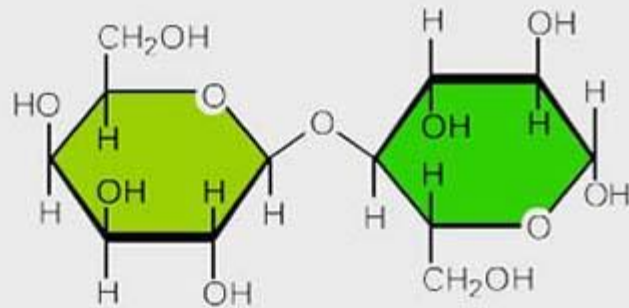
Sakkaroz

Glikoz
+
Fruktoz



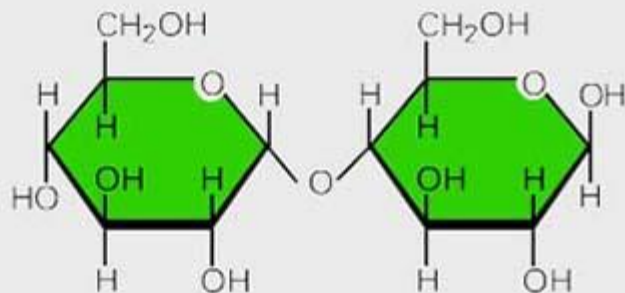
Laktoz

Galaktoz
+
Glikoz



Maltoz

Glikoz
+
Glikoz



Karbonhidrat Sindirimi

- Pityalinin etkisi, mideye gelene kadar devam eder. Bu ana kadar nişastanın %30-40 kadarı parçalanmış olur.
- Geri kalanı pankreatik amilaz etkisi ile duodenumda sindirilir.
- Disakkaritler, bağırsakta bulunan laktaz, sükraz, maltaz ve izomaltaz enzimleri tarafından parçalanır. Bunlara disakkaridazlar denilir.

Proteinlerin Sindirimi

- Proteinlerin yıkımından sorumlu enzimler (proteazlar) üç organ tarafından üretilir:
 1. Mide
 2. Pankreas
 3. İnce bağırsak
- Protein sindirimi midede başlar. Mide özsuyu hidroklorik asit ve pepsinojen içerir.
- Pepsinojen düşük pH'da pepsine dönüşerek protein sindirimini başlatır (%10-30).

Proteinlerin Sindirimi

- Protein sindiriminin çoğu duodenum ve jejunumda gerçekleşir.
- Pankreatik proteazlar, tripsin, kimotripsin, elastaz karboksipeptidazdır. Bu enzimler zimojen formda salınır ve tripsin tarafından aktive edilir.
- Tripsinojeni tripsine çeviren enzim ise ince bağırsak hücreleri tarafından salınan enterokinaz enzimidir.

Yağların Sindirimi

- Günlük yağ alımı değişken olmak ile birlikte ortalama 60-100 gramdır. Yaklaşık %90'ı triaçilgliseroldür (trigliserittir). Geri kalanı fosfolipitler, kolesterol ve kolesterol esterleri, serbest yağ asitleri ve yağda eriyen vitaminlerdir (A, D, E ve K).
- Besinlerle alınan trigliseritler ince bağırsağa kadar hiçbir değişime uğramazlar.

Yağların Sindirimi

- İnce bağırsaklarda, safra tuzlarının yardımı ile emülsiyon işlemine uğrarlar.
- Pankreatik lipaz tarafından yıkıma uğratılırlar. Pankreatik lipazın yanı sıra barsakta az miktar enterik lipaz da bulunur.

Emilimin Anatomik Temeli

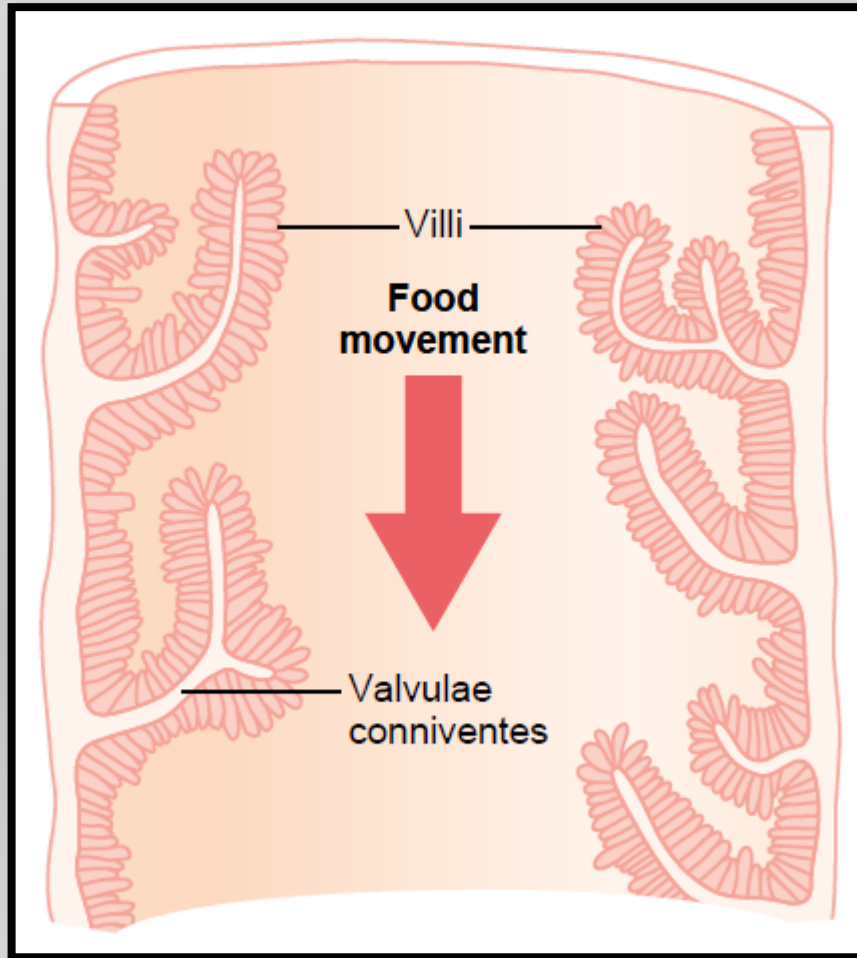
Mide

- Mide iyi bir emilim bölgesi değildir:
 - Villus içermez.
 - Epitel hücreleri arasında sıkı bağlantı vardır.
- Alkol, aspirin ve yağda eriyen bazı ilaçlar mideden emilebilir.

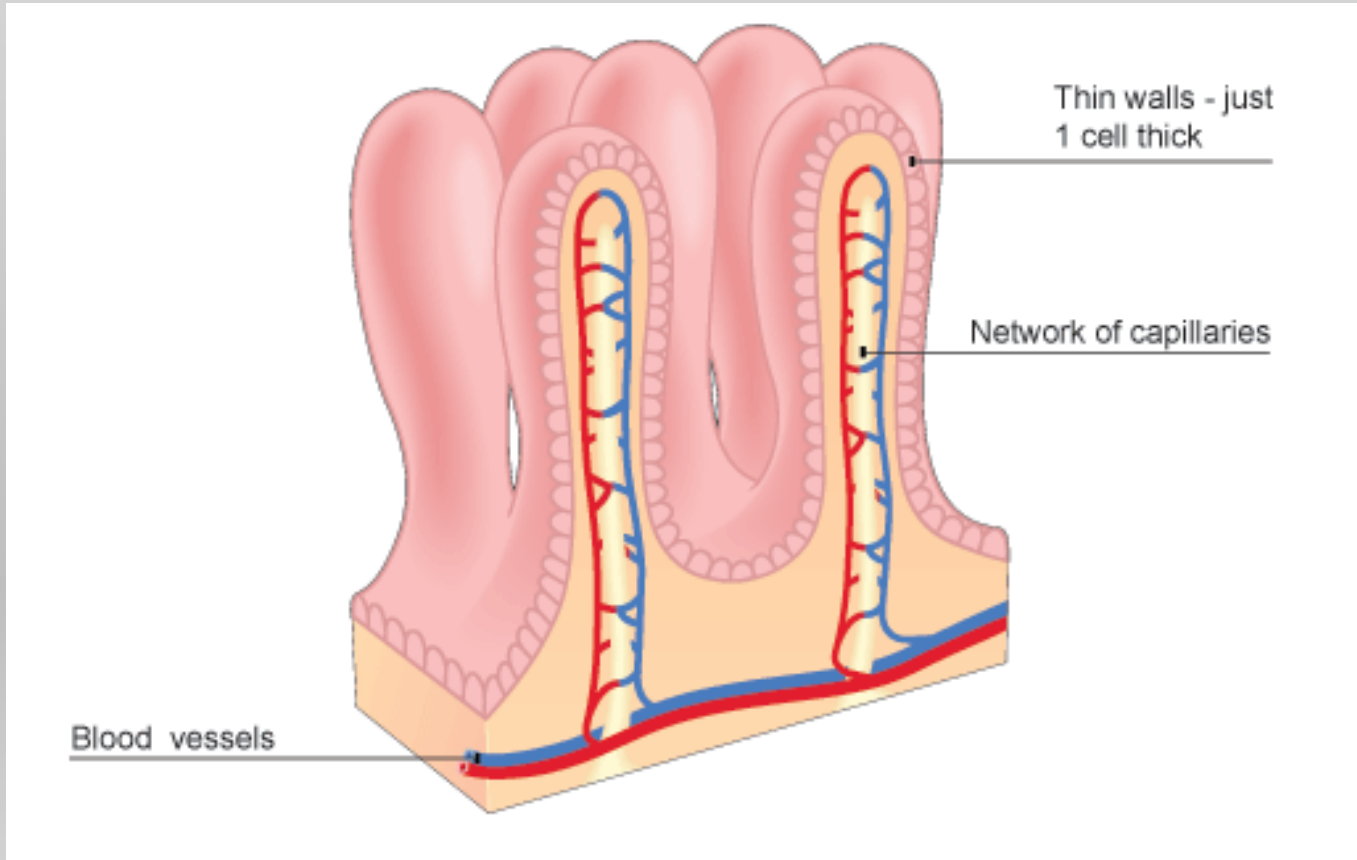
Emilimin Anatomik Temeli

İnce Bağırsak

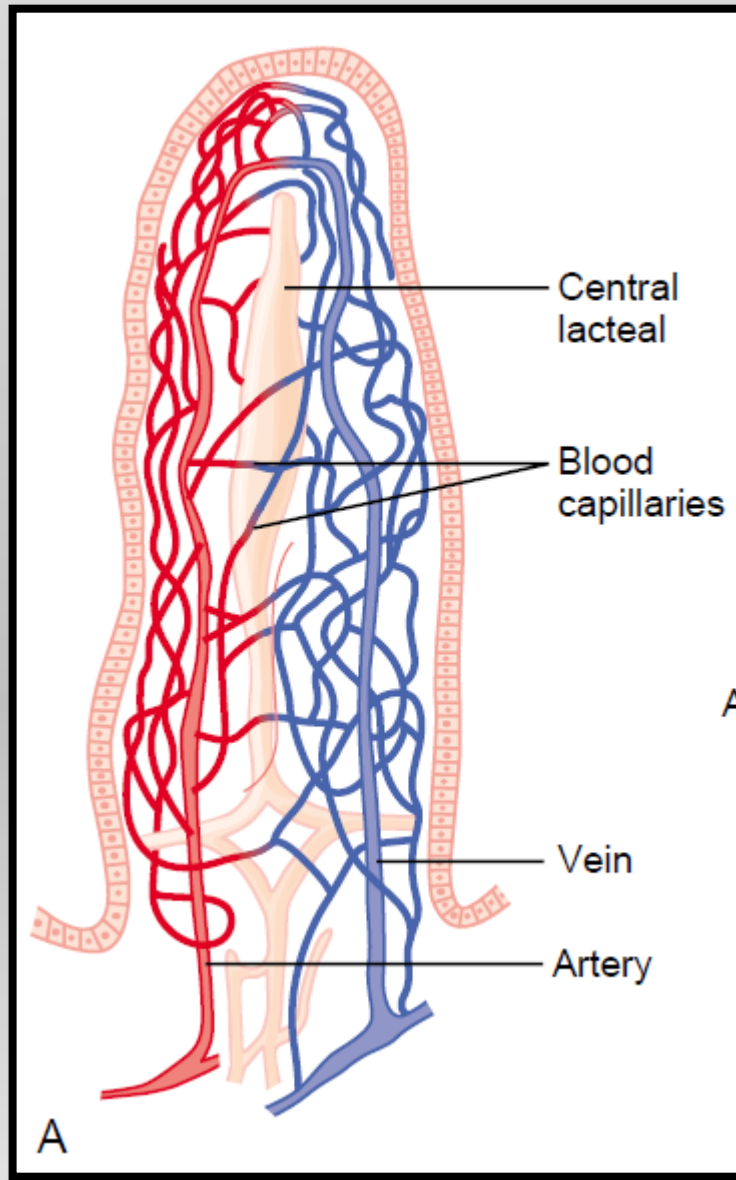
- **Kercking Kıvrımları:** Emilim yüzeyi x 3
- **Villus:**
 - Fırçamsı kenarı oluşturur.
 - Distale doğru seyrekleşir.
 - Emilim yüzeyi x 10
- **Mikrovillüs:** Emilim yüzeyi x 20



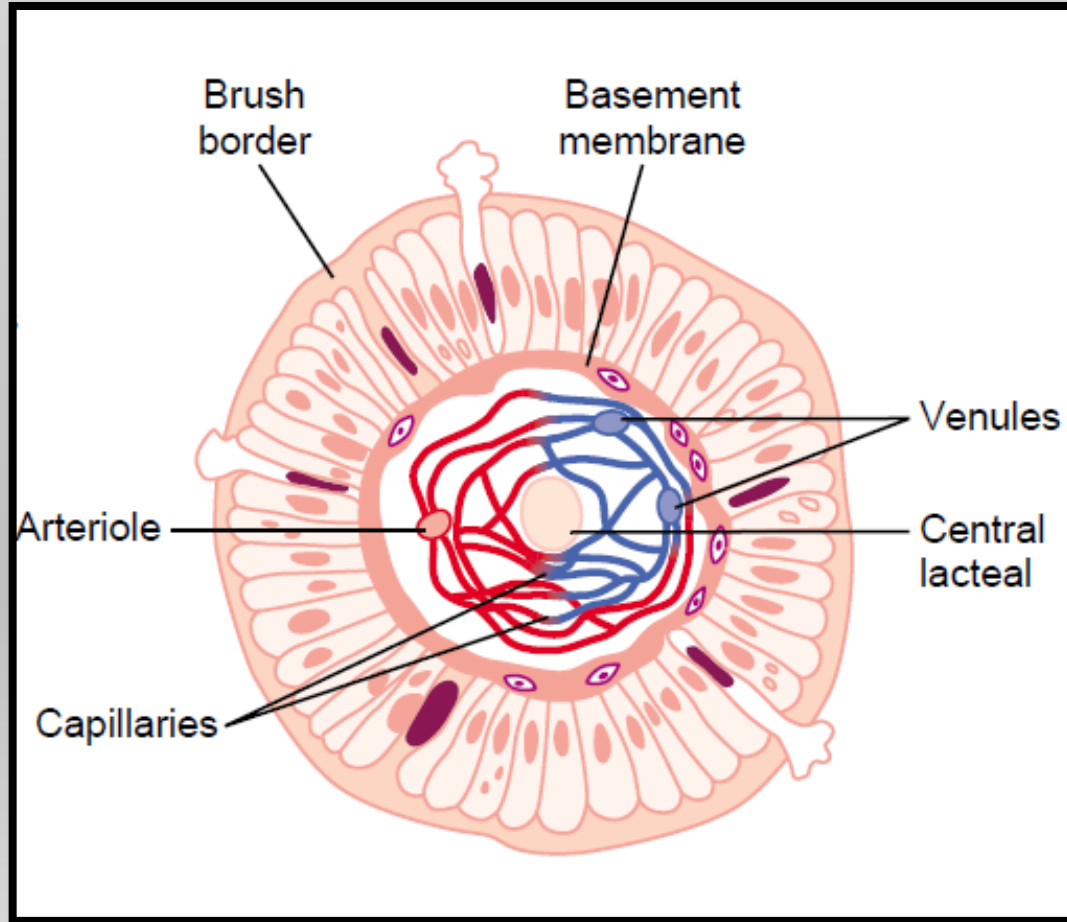
Kercking Kivrımları (*valvulae conniventes*)



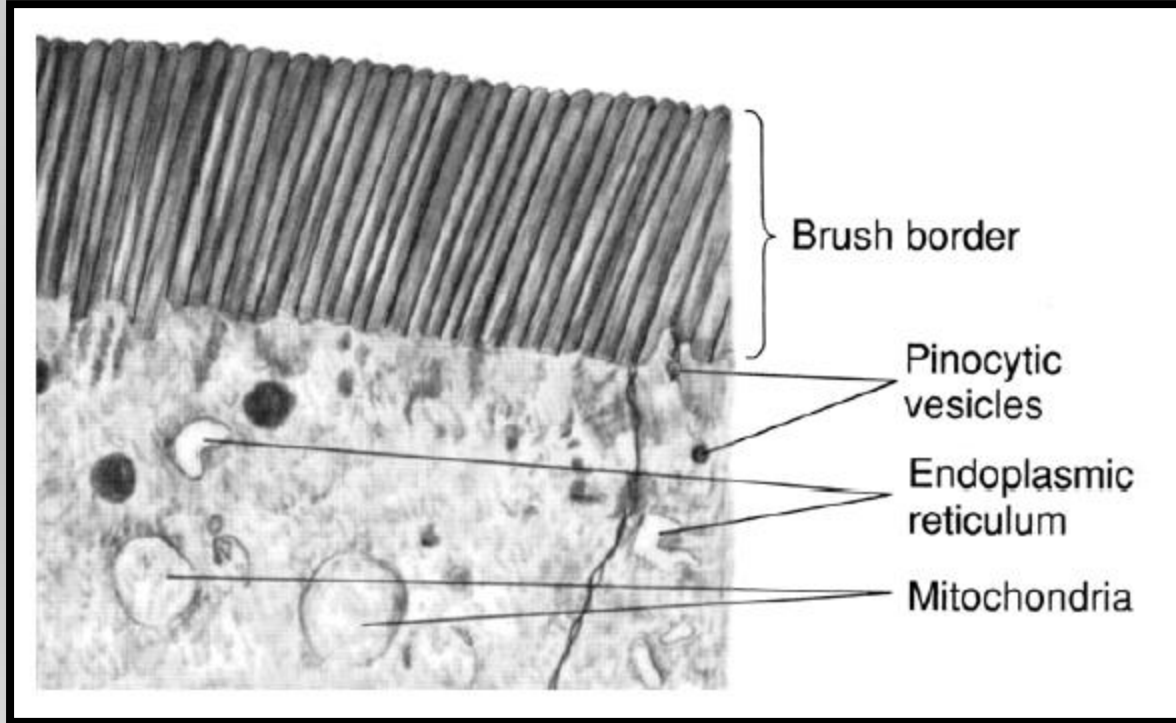
Villüs Yapısı



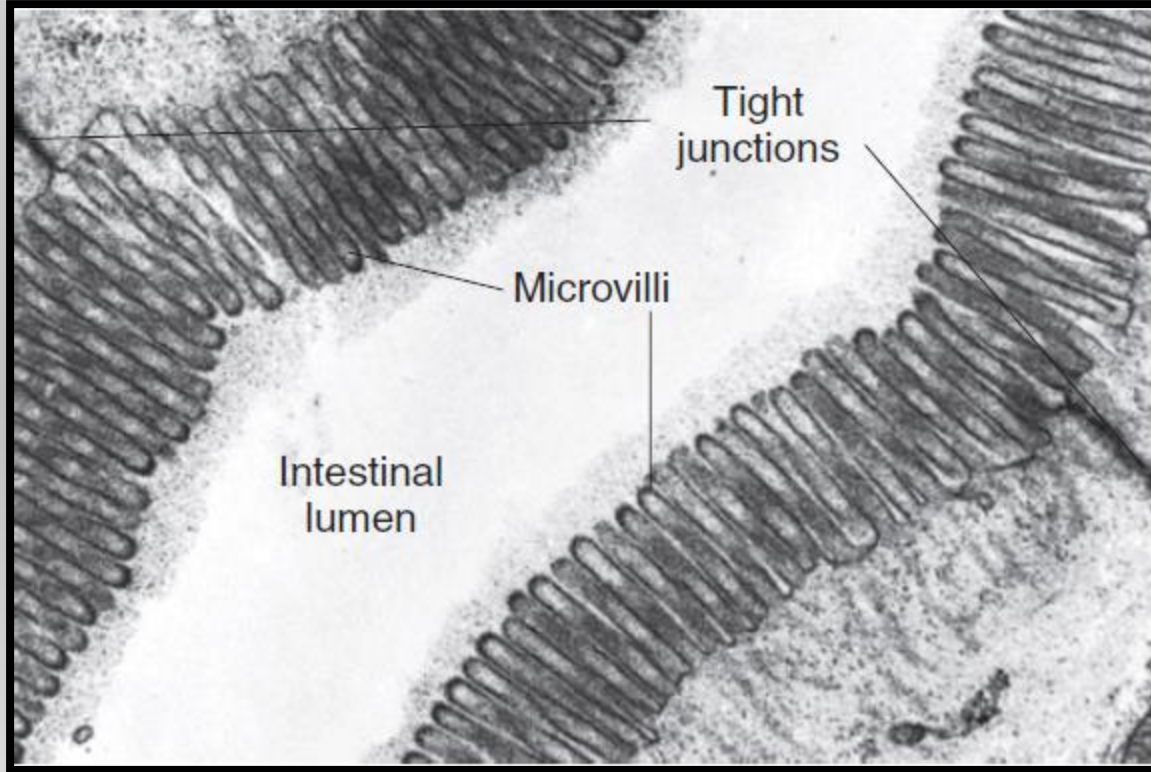
Villüs yapısının enine kesiti



Villüs yapısının dikine kesiti



Fırçamsı kenar (brush border) yapısı-I



Fırçamsı kenar (brush border) yapısı-I/

Emilimin Anatomik Temeli

İnce Bağırsak

- Sonuç olarak Kerckring kıvrımları, villüs ve mikrovillüsler sayesinde mukozanın emilim yüzeyi tüm ince bağırsakta 250 m² dir.
- Ayrıca fırçamsı kenarın mikrovillusları içinde paralel uzayan aktin filamentleri, mikrovillusları hareket ettirerek içeriğin karışımını sağlar.

İnce Bağırsakta Emilim

- İnce bağırsaktan günde
 - Birkaç yüz gram karbonhidrat,
 - 100 g veya daha çok yağ,
 - 50-100 g kadar amino asit,
 - 7-8 litre su,emilir.
- İnce bağırsağın maksimum kapasitesi ise:
 - Birkaç kg karbonhidrat,
 - 500 gr yağ,
 - 500-700 gr protein,
 - 20 litre sudur.

Emilen Madde	İnce Bağırsak			Kolon
	Üst	Orta	Son	
Şekerler (glukoz, galaktoz vb.)	++	+++	++	0
Amino Asitler	++	++	++	0
Vitaminler (B12 hariç)	+++	++	0	0
Uzun zincir yağ asitleri	+++	++	+	0
Safra Asitleri	+	+	+++	0
Vitamin B12	0	+	+++	0
Na ⁺	+++	++	+++	+++
K ⁺	+	+	+	Sekrete edilir
Ca ⁺²	+++	++	+	?
Fe ⁺²	+++	+	+	?
Cl ⁻	+++	++	+	+
SO ₄ ⁻²	++	+	0	?

Karbonhidratların Emilimi



Karbonhidratların Emilimi

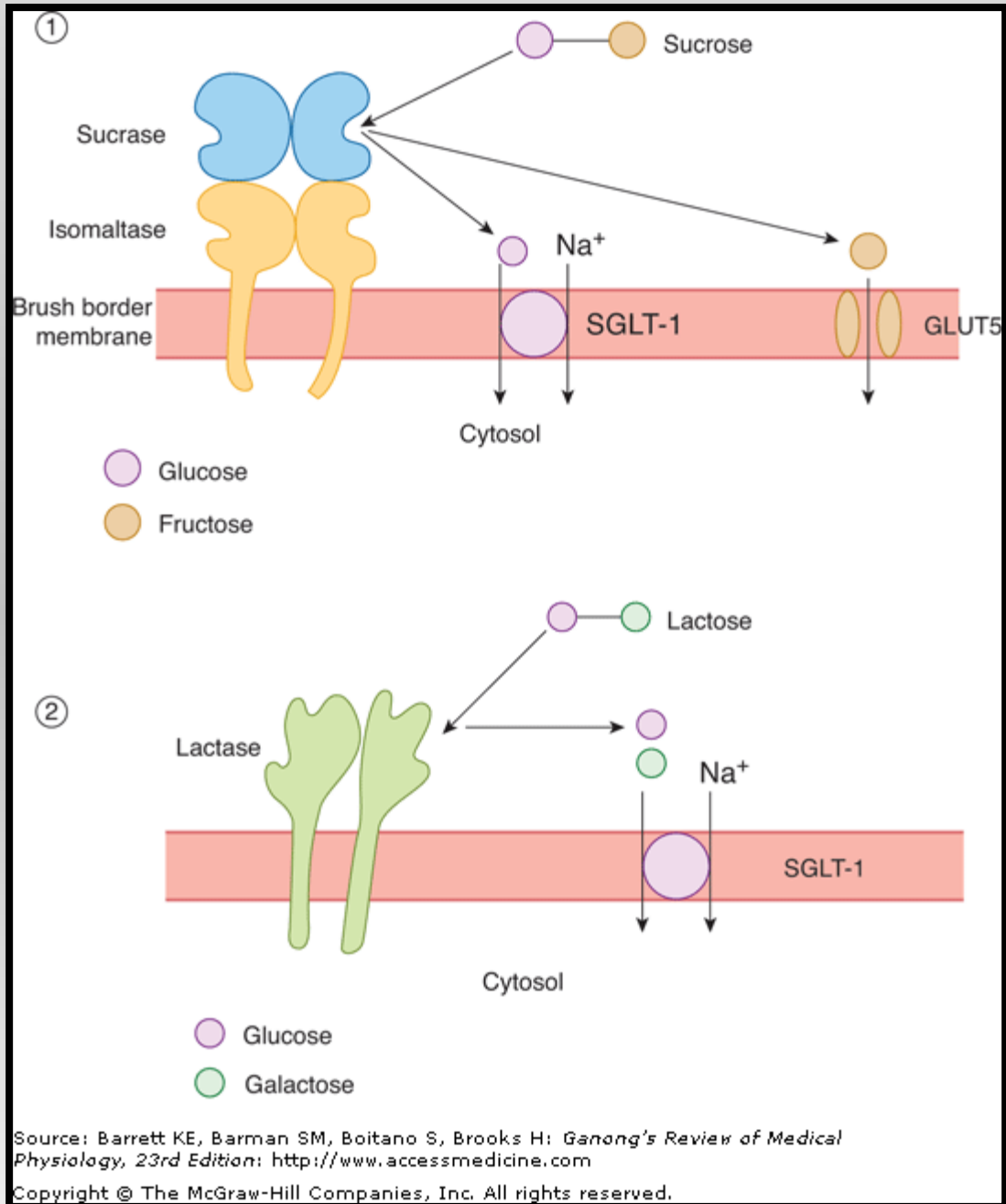
- Duodenum ve üst jejunum şekerlerin en çok emildiği bölgelerdir.
- Alt jejunum ve ileumda emilim daha azdır.
- En iyi emilen monosakkaritler glukoz, galaktoz ve fruktozdur.

Karbonhidratların Emilimi

- Glukoz ve galaktoz **SGLT-1** (sodyum-glukoz taşıyıcı protein 1) olarak bilinen taşıyıcı protein ile taşınır.
- Glukoz ve galaktozun hücre içine girişi yarışmalıdır.

Karbonhidratların Emilimi

- Glukoz ve galaktozun aktif olarak bağırsak hücrelerine girişi lümeninde bulunan Na^+ tarafından arttırılır.
- Aynı şekilde, Na^+ girişi de glukoz ve galaktoz tarafından arttırılabilir.
- Na^+ elektrokimyasal gradyenti, Na^+-K^+ pompası ile oluşturulur.



Karbonhidratların Emilimi

- Glukoz ve galaktoz bağırsak epitel hücrelerinin bazal lateral zarından **GLUT2** taşıyıcısı ile kolaylaştırılmış diffüzyon yoluyla dışarı çıkarlar.

Karbonhidratların Emilimi

- Fırçamsı kenardaki glukoz-galaktoz taşıyıcısı, fruktoz taşıyamaz.
- Fırçamsı kenar plazma zarından fruktoz **GLUT5** denen ayrı bir taşıyıcı protein ile taşınır.
- Fruktozun epitel hücresinin bazolateral kenarından dışarı çıkışı **GLUT2** ile olur.

Farklı Karbonhidrat Kaynakları

- Yiyeceklerdeki monosakkaritlerin ve disakkaritlerin tamamı ince bağırsakta emilir.
- Nişasta tamamen emilmez. Sağlıklı bireylerde, alınan 20-60 gr nişastanın %6-10'u ince bağırsaktan emilmez.
- Emilmeyen nişasta kolona geçerek oradaki bakteriler için karbon kaynağı görevi yapar.

Karbonhidrat Emilim Bozuklukları

Laktoz İntoleransı

- Duodenum ve jejunumun fırçamsı kenarında laktaz enzimi eksikliğinden kaynaklanır.
- Emilmeyen laktoz kolondaki bakterilerin aktivitesini arttırır. Kolon hareketleri ve gaz oluşumu artar.

Proteinlerin Emilimi



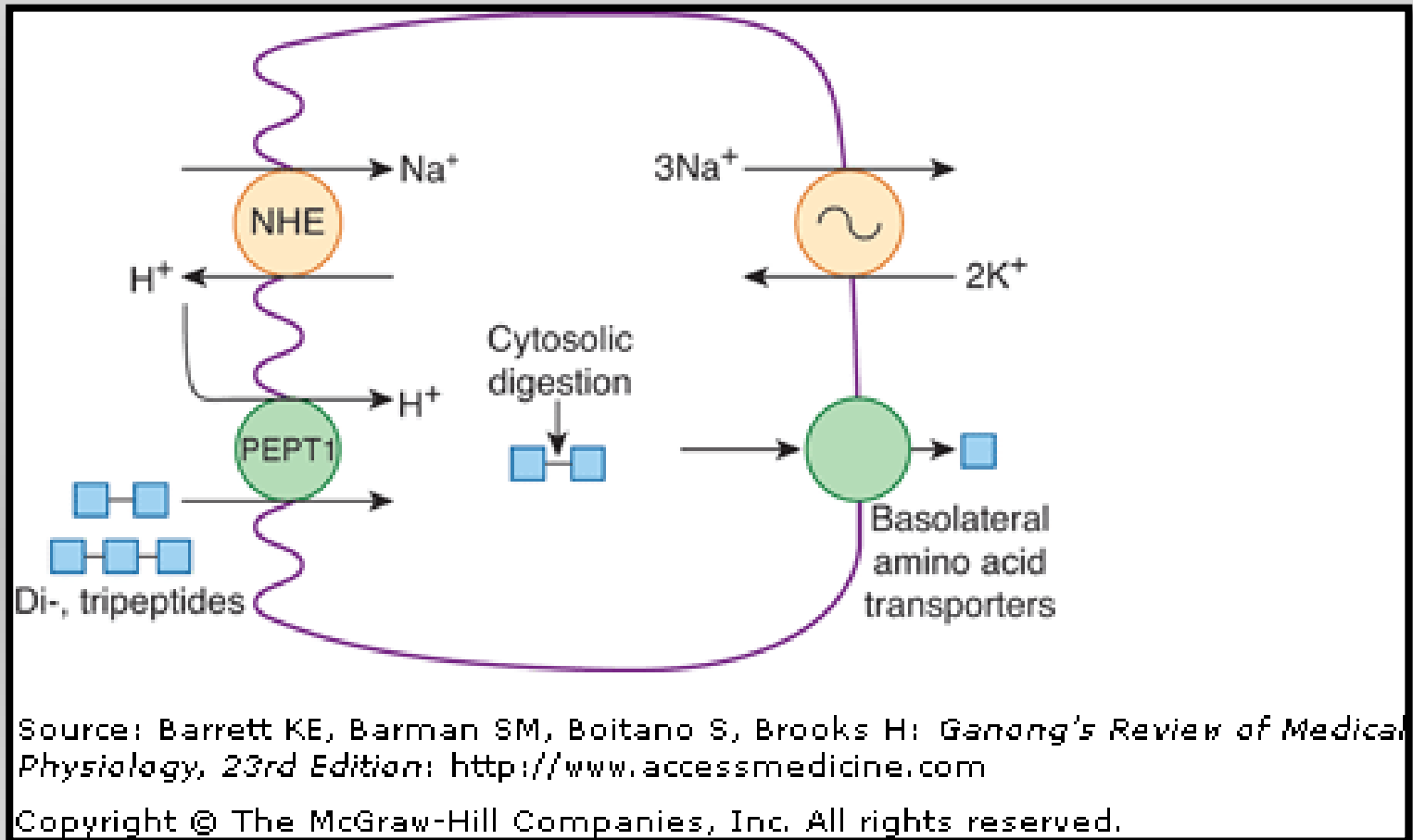
Proteinlerin Emilimi

Küçük Peptidlerin Emilimi

- Küçük peptidlerin emiliminden tek bir taşıma sistemi sorumludur.
- Bu taşıma sistemi L-amino asitlerden oluşmuş fizyolojik peptidleri daha çok taşır.
- H^+ iyonu farkından dolayı zarda oluşan elektrokimyasal gradyent ile taşınır.

Proteinlerin Emilimi

- Plazma zarının lümen tarafındaki Na^+ - H^+ değiştiricisi, fırçamsı kenar yüzeyinde asidik bir ortam yaratır.
- Bu ortam küçük peptidlerin emilimini kolaylaştırır.
- Dipeptidlerin ve tripeptidlerin emiliminde jejunum, ileuma göre daha etkilidir.



Küçük Peptitlerin Emilimi

Proteinlerin Emilimi

- Bağırsak epitel hücrelerine giren küçük peptidlerin çoğu hücre içinde amino asitlere parçalanırlar.
- Ancak son araştırmalarda bazolateral zar da bulunan bir peptid taşıyıcısı tanımlanmıştır.

Proteinlerin Emilimi

Amino Asitlerin Emilimi

- Amino asitlerin emiliminde ileum jejunumdan daha etkilidir.
- Amino asitlerin fırçamsı kenardan hücre içine alınması özel amino asit taşıma sistemleri ile olur.
- Epitel hücrelerinin bazolateral zarından dışarı çıkışı farklı taşıyıcı tarafından yapılır.

Proteinlerin Emilimi

- İki zar da taşıyıcıların bazıları Na^+ bağılı iken bazıları değildir.
- Bazolateral zar, fırçamsı kenar zarına göre daha az farklılaşmıştır.
- Bazı amino asitler için 'basit sızma', fırçamsı kenar ve bazolateral zardan geçişler için önemli bir yol olabilir. Amino asidin hidrofobik durumu arttıkça sızmanın önemi de artar.

Proteinlerin Emilimi

- İki zar da taşıyıcıların bazıları Na^+ bağılı iken bazıları değildir.
- Bazolateral zar, fırçamsı kenar zarına göre daha az farklılaşmıştır.
- Bazı amino asitler için 'basit sızma', fırçamsı kenar ve bazolateral zardan geçişler için önemli bir yol olabilir. Amino asidin hidrofobik durumu arttıkça sızmanın önemi de artar.

Proteinlerin Emilimi

- İki zar da taşıyıcıların bazıları Na^+ bağılı iken bazıları değildir.
- Bazolateral zar, fırçamsı kenar zarına göre daha az farklılaşmıştır.
- Bazı amino asitler için 'basit sızma', fırçamsı kenar ve bazolateral zardan geçişler için önemli bir yol olabilir. Amino asidin hidrofobik durumu arttıkça sızmanın önemi de artar.

Ünlü Son Sözler



Umarım sizi sıkmamışımdır...

Elvis Presley