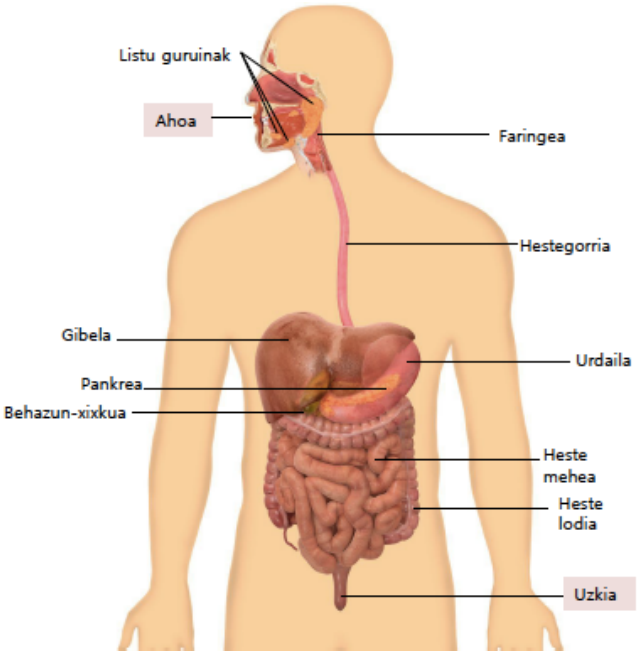
5. GAIA: Digestio-sistema

Orokortasunak

Digestio-aparatua

Digestio-aparatua bi atalez osatuta dago: hodi gastrointestinala (GI hodia) eta osagarrizko organoak. Lehena digestio-aparatuko osagai nagusia den arren, osagarrizko organoek ere digestioan hartzen dute parte, nahiz eta hodia osatzen ez agertu.

Hodi gastrointestinala ahoa eta uzkia konektatzen dituen hodia da eta hauek aldi berean kanpoaldearekin konektatuta egonik, hodi horren barruan gertatzen den guztia teknikoki kanpoan gertatzen dela esan daiteke.



Hodi gastrointestinalaren parte izango dira:

- Ahoa
- Faringea
- Hestegorria
- Urdaila
- Heste mehea
- Heste lodia
- Uzkia

Osagarrizko organoak, berriz, hortzak eta mihia izan ezik, konduktuhodien bidez konektatuta daude hodi gastrointestinalera eta honakoak dira:

- Hortzak
- Mihia
- Listu guruinak
- Gibel
- Pankrea
- Behazun-xixkua

Funtzioak

Digestio aparatuaren funtzioak honakoak dira:

- **Elikagaien apurketa:** elikagaiak barneratu eta katabolismo prozesuaren bidez gure organismoak beharrezkoak dituen substantzietan (nutrienteak) bilakatuko ditu digestio aparatuak.
- **Ura, elektrolitoak, bitaminak, elikagaiak odolera eramatea:** elikagaiak gorputzak erabili ditzakeen substantzietan bihurtu ondoren, hodi gastrointestinalak xurgatu, odolera eraman eta organo guztientzako eskuragarri jartzen ditu.
- **Hondakinak kanporatzea:** digeritu edo aprobetxatu ezin daitezkeenak

Hodi gastrointestinala

Gorputza igarotzen duen hodi huts luzea da. Hormak muskulu leunez osatuta daude eta hala, nahiz eta hildakoetan 9 metroko luzera izan, tono muskularra mantentzen duenez, luzera nolabait murrizten da. Geruza hau epitelio kapa batek estalita dago, teknikoki kanpoaldean aurkitzen baita. Muturrak esfinterrek ixten dituzte. Gune horietan muskulu zirkularra loditu egiten da esfinterrak eratuz. Hauek janarien pasoa erregulatzen dute, konpartimentu batera sartzean atzera ez itzultzea…

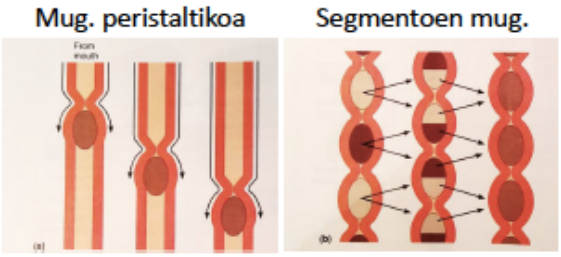
Jaten ditugun elikagaiak makromolekula forman eskuratzen ditugu proteina, karbohidrato konplexu… bezala. Digestio-sistemak entzima boteretsuak jariatu behar ditu makromolekulak molekula xurgagarrietara digeritzeko. Katabolismo prozesu honen bidez, guk xurgatu ditzakegun molekulak eskuratzen ditugu. Horretarako, digestio prozesu kimikoa eta mekanikoa emango dira.

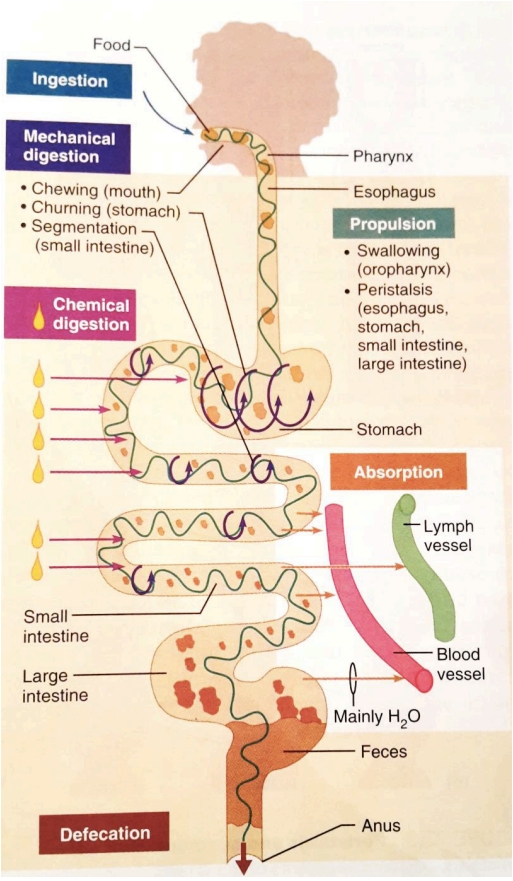
Aldi berean, babes mekanismoak egongo dira digestio-prozesua ematen denean hodi gastrointestinalaren autodigestioa ekiditeko. Gainera, fluidoen masa-oreka mantendu beharko da. Azkenik, kanpoaldea denez ez dago hesirik patogenoen sarrera oztopatzeko. Digestio-aparatua da, hain zuzen ere, kanpo-medioarekin dugun kontaktu-azalera handiena. Horregatik, babes mekanismoak egon behar dira hesi bezala funtzionatuko dutenak. Babes-mekanismoen artean egongo dira mukia, digestio-entzimak, azidoa eta asoziatutako linfoide ugari. Digestio-sistemak prozesu desberdinen bidez betetzen ditu funtzio guzti hauek.

Digestioko prozesuak

1. Janaria hartu: ingestioa.

2. Motilitatea edo propultsioa: Janaria sartu ondoren, atal desberdinetara eraman behar da. Garraio hori ez da grabitatearen menpe ematen, izan ere, muskuluen uzkurdurak beharrezkoak dira janaria behar den lekura doala kontrolatzeko. Horretarako, muskuluek geroago sakonago azalduko diren bi mugimendu baliatzen dituzte:





-*Mugimendu peristaltikoa:* hodi gastrointestinalean atal bereko elkarren aurkako paretak uzkurtuko dira. Janaria aurrera bultzatzen da, goiko paretak erlaxatu eta, ondoren, hurrengo bi paretak uzkurtuko dira. Ordena bat jarraitzen dute. Hodia zatika uzkurtu ahala, janari boloa aurrerantz mugituko da.

- *Segmentuen mugimendua:* ez da era ordenatuan ematen. Segmentuak edo hodiaren atal desberdinak mugitzen dira aldi berean eta gune desberdinetan. Modu honetan, janari boloa aurrera edota atzera mugitzen da uzkurduraren arabera. Mugimendu honen bidez janaria nahastuko da.

3. Digestio mekanikoa: digestio fisikoa izango da eta hortzek, mingaina eta urdailak egingo dute. Mugimenduaren bidezkoa da. Zenbat eta digestio mekaniko gehiago egin, orduan eta errazagoa izango da ondorengo digestio kimikoa.

4. Digestio kimikoa: entzimak eta soluzio azidoak jariatzen dira.

5. Xurgapena: dena txikituta dagoenean, odolera sartuko dira beharrezko konposatuak.

6. Gorotzak kanporatu: digeritu ezin daitezkeen edo behar ez diren substantziak kanporatzen dira.

*Eskumako irudian prozesu bakoitza noiz eta non ematen den azaltzen da.

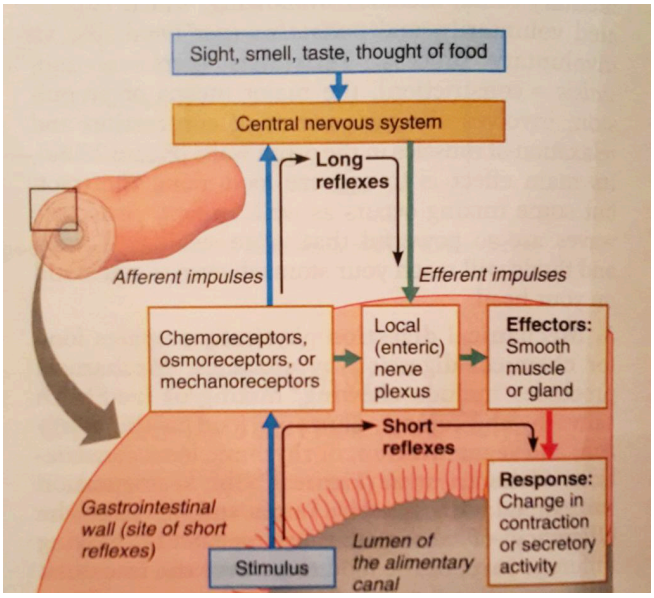
Digestioaren kontrola

Digestioa estimulu ezberdinekin hasten da, adibidez:

- Organoen luzapena: digestio erreflexu nagusia izango da, batez ere honi erantzungo dio. Seinale lokala izango da, janaria gorpuztean sartzean honakoa emango da.
- Osmolaritatea (solutuen kontzentrazioa aldatuko da) eta pH-a.

Digestioa bi erreflexu motaren bidez kontrolatzen da:

- Erreflexu motzak (Nerbio sistema enterikoa edo hestekoa, HNS): Digestio-sistemak duen nerbio-sistema lokala izango da. Hodi gastrointestinalean dauden hartzaile desberdinek goiko estimulu horiek jasoko dituzte. Estimulu lokal hauek nerbio sistema enterikoak integratuko ditu.
- Erreflexu luzeak (Nerbio sistema autonomoa, NSA): estimulu lokalek zein hoditik kanpo ematen direnek (ikusmena, usaina…), nerbio-sistema autonomoa aktibatzen dute.



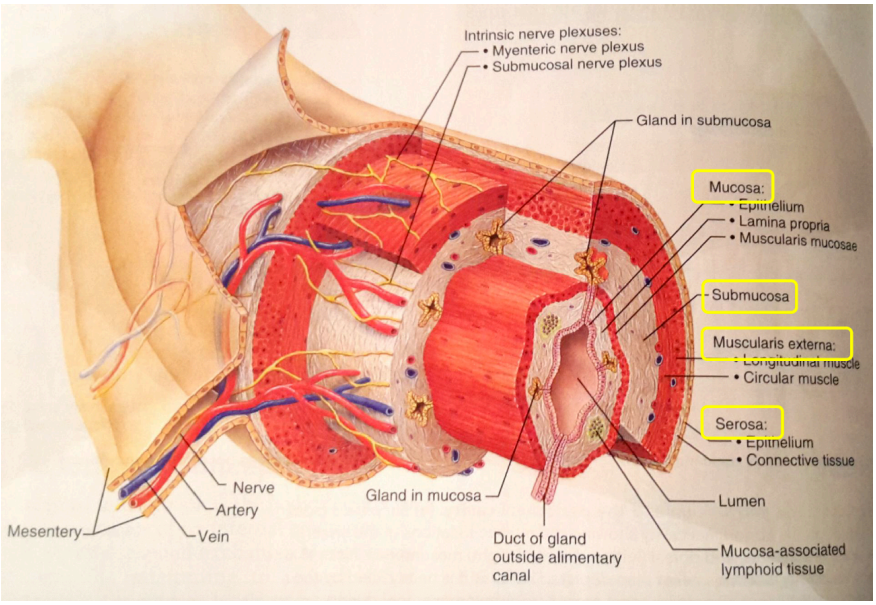
Gainera urdailean eta heste mehean hormonak ekoizten dituzten zelulak daude, jariapena eta uzkurdura erregulatzen dituztenak.

GI hodiaren horma. Histologia

Orokorrean heste-gorritik hasi eta uzkira arte, hodi gastrointestinalaren hormak antzekoak dira eta 4 geruza dauzkate:

- **Mukosa:** lumenarekin kontaktuan
- **Azpimukosa:** geruza zuria. Bertan agertzen diren horiak diren hodiak azpimukosako plexua izango dira, nerbio-sistemaren atal bat
- ***Muscularis externa*:** muskulu leuneko zenbait geruza. Hemen plexu mienterikoa egongo da, nerbio sistemaren beste atal bat
- **Serosa:** ehun konektiboa

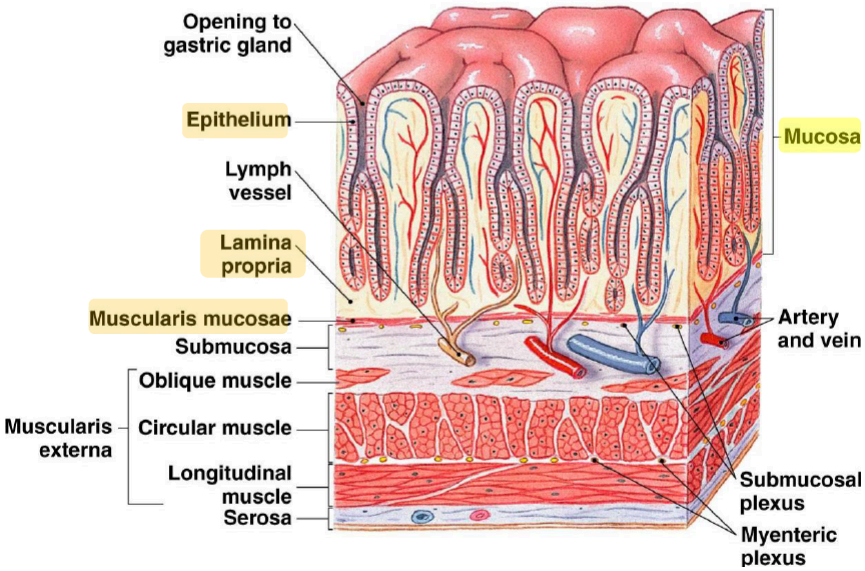
Horrenbestez, nerbio sistema enterikoak inerbatzen du hodi gastrointestinala azpimukosa eta muskulu mailan.



Mukosa

Mukosa, aldi berean, hiru azpigeruzatan banatzen da:

- Epitelioa: Sinplea da.
- *Lamina propria*: epitelioa eusten duen ehun konektibo geruza. Bertan kapilareak egongo dira epitelioan xurgatutako nutrienteak zuzenean odolera eramateko. Bestalde, nodulu linfoideak ere izango ditu.
-*Muscularis mucosae*: muskulu leuneko geruza fina da. Tolesdura desberdinak egongo dira mukosan honen azalera handitzeko eta muskulu geruza honek soilik maila honetan eragiten du mugimendua. Ez du hodi osoko muskulu geruzaren mugimendua (segmentazioa eta peristaltikoak) kontrolatzen.



Funtzio nagusiak:

- Mukia, entzimak eta hormonak jariatu
- Nutrienteen xurgapena odolera pasatzeko: epitelioaren bidez
- Infekzioetatik babestu: nodulu linfoideen bidez. Aldez aurretik aipatu bezala, hodi gastrointestinala kanpoaldearekin kontaktu zuzenean egonik, babes-sistema bat beharko du eta hau izango da horren adibideetako da.

Hodiaren atalaren arabera, honen egituraren ondorioz, mukosak hiru funtzioetako bat, bi edo hirurak izan ditzake. Ez dago zertan hodi osoan zehar hiru funtzioak bete (gune batzuetan ez du xurgatzen).

Geruza aldakorrena **epitelioa** da (epitelio sinplea da), zonalde ezberdinetan zelula ezberdinak agertzen dira. Zelula motak:

- Zelula garraiatzaileak: heste mehekoei enterozito deritze. Ura eta elektrolitoak jariatu eta ura, elektrolitoak eta elikagaiak xurga ditzakete, baina izatez zelula xurgatzaileak dira. Izan ere, ez dituzte ura eta elektrolitoak zuzenean jariatzen baizik eta garraioan parte hartzen dutelako jariatzen dira; intereseko elikagaiak xurgatzeko ura eta elektrolitoak kanporatzen dira.

- Zelula jariatzaileak (endokrinoak eta exokrinoak): mintz apikaletik entzimak, mukia jariatzen dute eta mintz basolateraletik hormonak. Mintz apikala hodi gastrointestinalaren barrura (lumenera) begira dago. Bertatik elikagaiak garraiatzen dira beraz, bertara jariatzen dira entzimak eta mukia. Alde basalean odol-hodiak egongo dira. Hormonak alde basolateraletik jariatzen dira ondoko zelula epitelialera.

- Ama-zelulak: zelula ez-diferentziatuak, zatiketa-tasa altukoak. Kriptetan eta guruin gastrikoetan daude. Bertatik minduta dauden zelulak aldatzeko epitelio berria sortzen da. Horiek zelula zaharrak gorantz bultzatzen dituzte. Orokorrean, zelula epitelialen erdi-bizitza egun gutxikoa; adibidez urdailean epitelioa jariakin azidoekin egongo da kontaktuan. GI hodia minbizientzako fokua da, hodi osoan zehar zelula amak agertzen baitira eta, beraz, hodi osoan ager daiteke minbizia.

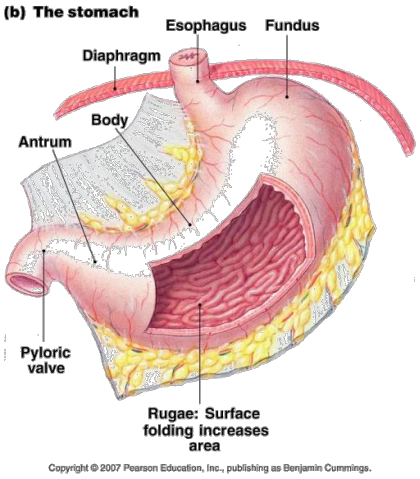
Lamina proprian nerbio-zuntzak, odol-hodiak eta hodi linfatikoak agertzen dira. Epitelioak xurgatutako elikagaiak hona pasatu eta ondoren odolera eta linfara garraiatzen dira. Zelula immuneak daude hemen patruilatzen: makrofagoak, linfozitoak.

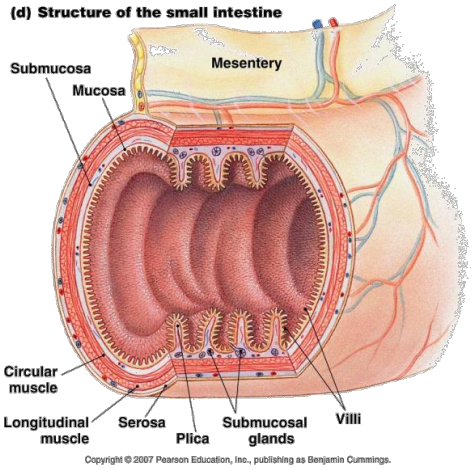
Hestearen kasuan, epiteliotik hurbil daude ehun linfoideak: nodulu txikiak edo egitura handiagoak (Peyer-en plakak). Azken hauek hodi gastrointestinalean zehar agertzen diren noduluak baino handiagoak dira.

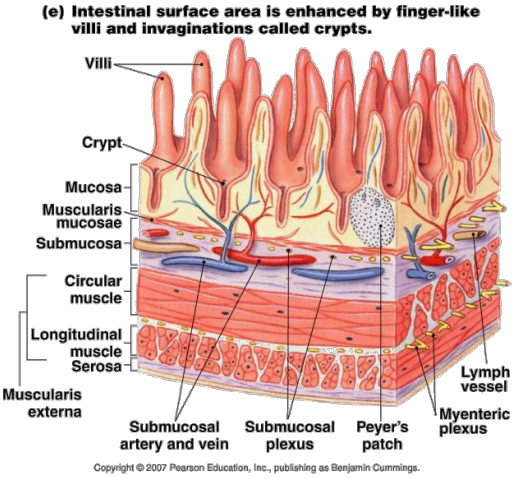
Azkenik, ***muscularis mucosae*** mukosa eta azpimukosa banatzen dituen muskulu geruza fina da. Mukosaren egitura aldatzen du, baina ez hodi guztiarena. Honen uzkurdurak heste-biloen mugimendua eragiten du (anemonak): elkartrukerako azalera eskuragarria modifikatzen da hala.

Egiturazko modifikazioen bidez mukosaren azalera handitu egiten da eta beraz, xurgapen-azalera handituko da. Horretarako hiru mekanismo daude:

- Horma osoaren tolesdurak (*ruga*): Urdailean ematen da batez ere, horrek azalera handitu eta jan ondoren urdaila zabaltzeko aukera ematen du, ondoren berriro uzkurtzeko.
- Inbaginazioak (kriptak)
- Hestean atzamar-formako luzapenak (heste-biloak): azalera handitzeko balio dute.







Azpimukosa

Ehun konektiboa (laminakoa baino lodiagoa), odol- eta linfa-hodi handiagoak agertzen dira. Hesteko nerbio sistemaren (HNS, nerbio sistema enterikoa) atal bat dago: azpimukosako plexua.

Azpimukosan fibra elastiko ugari agertzen dira urdaila luzatu eta bere formara itzultzeaz, hau da, urdailaren forma mantentzeaz arduratzen direnak. Gainera, hodi gastrointestinalaren hormaren inguruko ehunak hornitzen ditu: oxigenoa eta nutrienteak eramaten dizkie ondoko edo inguruko zelula eta ehunei

Muscularis externa

Hau mukosakoa baino lodiagoa da eta orokorrean, salbuespenak badauden arren, hodi gastrointestinalean muskulu leuneko bi geruza daude:

- Geruza zirkularra barnealdean (lumenaren diametroa aldatu)
- Luzetarako geruza kanpoaldean (hodiaren luzera aldatu)

Gainera hemen bi muskulu-geruzen artean nerbio sistema enterikoaren (HNS) bigarren atala dago: plexu mienterikoa. Honek uzkurdura erregulatzen du.

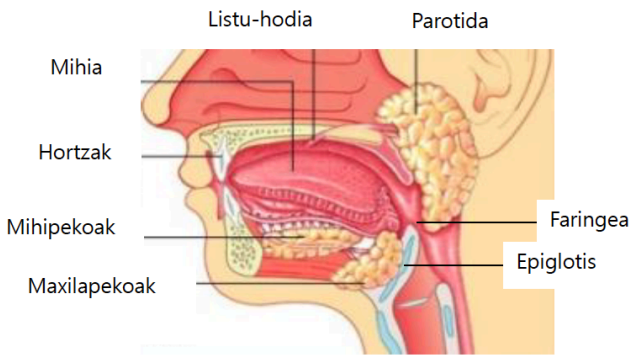
Serosa

GI hodiaren azken babes geruza da, ehun konektiboz osatua. Peritoneoaren jarraipena da.

Ahoa, faringea eta hestegorria

Ahoa

Aho barruan digestioaren hasiera ematen da. Batez ere digestio mekanikoa ematen da, baina baita entzimatikoa ere. Izan ere, hemen janaria ez bada ondo txikitzen hestegorrian zauriak ager daitezke.

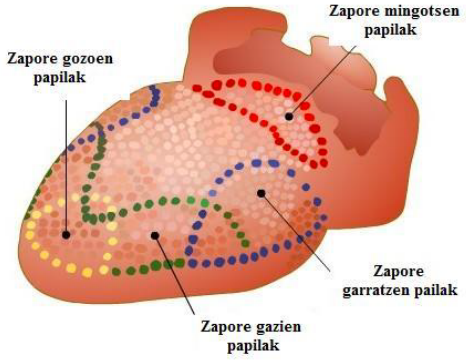


Ahoan irensketa edo barneraketa prozesua emango da eta organo edo atal desberdinak egongo dira prozesu hauek burutu ahal izateko:

- Mihia
- Hortzak
- Listu guruinak: parotida, mihipekoak, maxilapekoak (hiru hauek handienak dira baina ahoan gehiago daude)

Mihia

Muskulu mugikor bat da. Mugituz, janaria alde batetik bestera eramaten du. Bertan dasta-papilak daude, hauen bidez gozoa, mikatza, garratza eta gazia zaporeak dasta daitezke. Oso garrantzitsua da digestio mekanikoan; janaria listuarekin nahastea ahalbidetzen du hortzekin apurtzen duen bitartean.



Listu guruinak eta listua

Listu-guruinek listua jariatzen dute aho barrunbera (guruin exokrinoak dira). Eguneko 1 L sintetizatzen da.

- Listu-guruin nagusiak: Parotidak, Maxilapekoak eta Mihipekoak
- Ahoko listu-guruinak: ugariak eta txikiak. Aho barrunbean zehar (mukosa+azpimukosa)

Listuak ahoa garbitzen du, baina edozein gaixotasun dela eta honen jariapena inhibitzen denean, janaria ahoan pilatzen da eta bakterioak hazten dira. Honen ondorioz halitosia sortzen da. Paperen kasuan (parotiditisa) parotida asko handitzen da hemen ematen den infekzio baten ondorioz. Normalean, birusa izanik infekzioaren jatorria ez dago arazorik. Baina helduaroan gertatzen bada gizonezkoetan, antzutasunarekin erlazionatuta dago.

Zergatik eragiten du listu gurin honen infekzioak antzutasuna? Parotiditisa eragiten duen birusak, parotidaren hanturaz gain testikulu baten edo bien hantura ere eragin dezake, orkitis deritzona. Honek antzutasuna eragin dezakeen arren, ez da oso ohikoa.

Listuaren konposizioa:

- %97-99,5 ura
- Elektrolitoak (Na^+, K^+ Cl^-, PO_4^-,...)
- Amilasa (entzima digestiboa)
- Proteinak
- Lisozimak: babeserako garrantzitsuak
- IgA antigorputzak
- Mukia (muzina)
- Urea/azido urikoa
- pH azidoa du 6,75-7 bitartekoa

Listuaren funtzioak:

- Lubrifikatzea: listuaren konposizioan nagusia ura dela kontuan izanik, hezetasuna mantentzea izango da bere funtzioa nagusia. Elikagaiak eta aho/hestegorriaren hormak labaingarriago bihurtzen ditu. Horrela, murtxikatzean eta irenstean mukosaren kalteak ekiditen dira. Gainera, digestioan laguntzen du.

- Infekzioen eta narritaduren aurrean babestu: Lisozimak bakterioen hormak digeritu, antigorputzek erantzun immunean lagundu,...

- Digestioa: Ahoan hasiko da digestio mekanikoa hestegorrira iritsi baino lehen. Honez gain, listu-amilasari esker ahoan hasten da karbohidratoen digestio kimikoa. Neurri askoz ere txikiagoan, lipidoen digestioa ere ematen da, lipasa gutxi batzuk daudelako

Beraz, hemen hasiko da digestioa, gehienbat mekanikoa, baina baita entzimatikoa ere, amilasa bidez gehienbat eta lipasa bidez pixka bat.

Listuaren jariapena

Listuaren jariapena modu erreflexuan eragiten da, nahi gabe burutzen da, zenbait estimuluk eraginda:

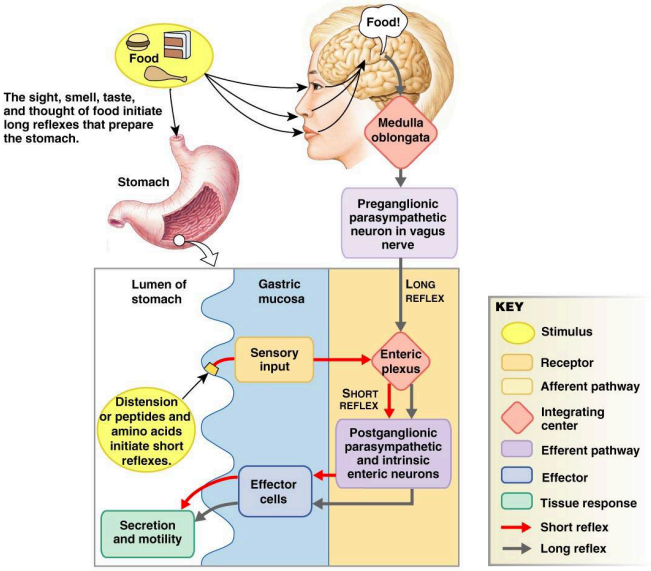
- Dastamena
- Ukimena
- Psikikoa

Listua janaria ahora heldu baino lehen hasten da jariatzen erreflexu zefalikoek eraginda, hau da, erreflexu luzeek (ez enterikoak). Estimulu horiek entzefaloaren enborrean dagoen listu-jariatzaile zentrora heltzen dira.

Listuaren jariapena NSA-k kontrolatzen du:

-NSPS-aren aktibazioa parasinpatikoa): listu-jariapena eragingo du orokorrean (lotan gaudenean ezik, horregatik esnatzen gara aho lehorrarekin).

-NSS-aren aktibazioa (sinpatikoa): ahoaren lehortzea eragingo du (adibidez, estres egoeran).



Copyright © 2007 Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings.

Hortzak

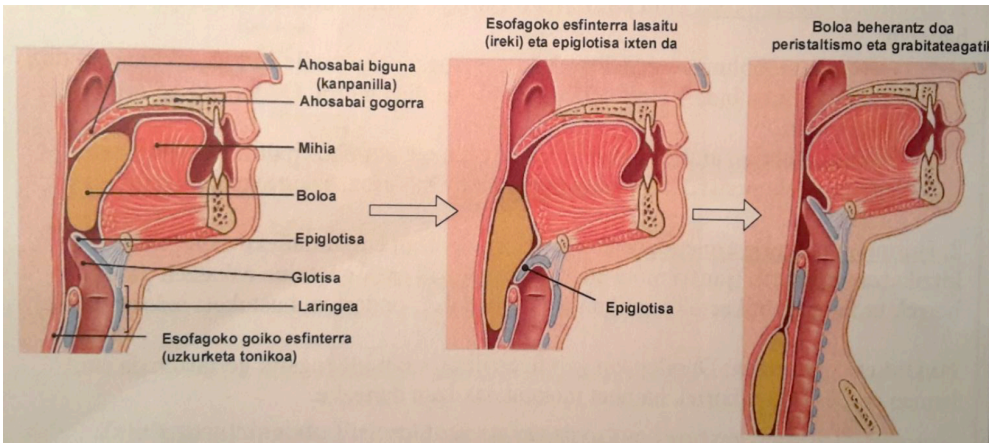
Hortzen funtzioa janaria xehetzea da, murtxikapenaren bitartez: hortz-haginek elikagaiak xehetu eta birrintzen dituzte, digestio entzimen eginkizuna errazteko. Aldi berean, elikagaiak listuaz nahasten dira. Nahiko xehetuta dagoenean irensten da.

Murtxikapena nahigabeko prozesua da (ahora elikagaiak sartzean ez duzu haginka egitean pentsatzen). Arnasketarekin gertatzen zen bezala, nahita murtxikatu dezakegu baina elikagaiak ahora sartzean hauen murtxikatzea ez dugu kontzienteki egiten.

Janariak digestio mekanikoa jasan ostean, masa batean bezala bihurtuko da. Hau boloa izango da eta hau hodi gastrointestinalera garraiatuko da.

Zer gertatzen da elikagai begetalekin (digestio kimika, zauriak)?

Faringea



Irensketa jarduera erreflexua da (ez da borondatezkoa), elikadura-boloa ahotik urdailerantz igaroarazteko prozesua. Boloa edo likidoa hestegorrira pasaraziko da eta gero urdailera, aireztapenarekin koordinatuz. Mihiak eta faringeko eta hestegorriko giharren mugimenduek laguntzen dute prozesu honetan.

Faringean elikagaientzako eta airerako tarte komun bat dago, hau da, hemen arnas-bidea eta digestio-bidea konektatzen dira. Boloa ez da aire bideetatik pasa behar eta, horretarako mekanismo desberdinak daude, irensketa prozesuko faseetan ematen direnak.

Irensketa hiru fasetan banatzen da:

1. Aho-fasea (borondatezkoa): erreflexuaren estimulua, mingainak boloa ahosabaiaren kontra bultzatzean eragindako presioa. Hau kontrolatu egin daiteke, guk aukeratzen dugu noiz irentsi. Hala ere, behin mingainarekin atzera egitean, ezin da kontrolatu.

2. Faringe-fasea: 1-2 segundoko iraupena dauka. Erreflexua da, ez borondatezkoa. Fase honetan ekidin behar da janaria birikietara joatea. Garrantzitsuena da.

Fase honetan ahosabai biguna (aho-gingila) gora mugitzen da sudurrerako bidea mozteko. Ahosabaiaren eta faringearen artean paso txikia dagoenez, elikagai handiak ezin daitezke pasatu. Mingainarekin janaria bultzatu ondoren, trakearako bidea mozteko (arnas-bidea itxi), epiglotisaren mugimendua eta aho-korden itxiera ematen da.

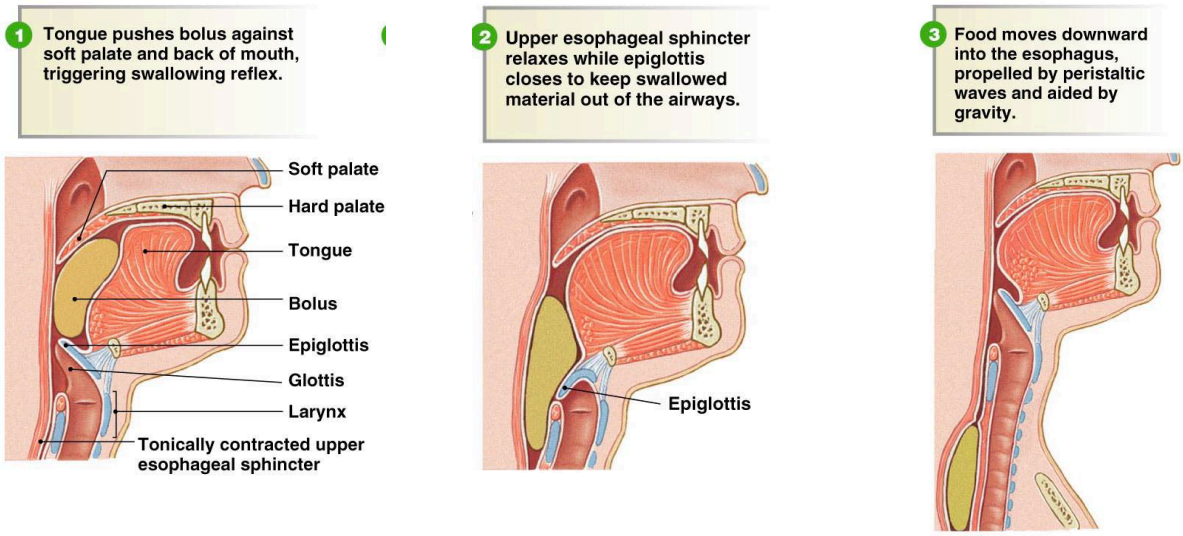
Orduan, hestegorriko lehenengo atalak inbutu forma hartzen du elikagaiak jasotzeko asmotan eta hestegorriko goiko esfinterra irekitzen da. Azkenik, faringearen uzkurketaren bidez boloa hestegorrirantz bultzatuko da.

Hestegorria

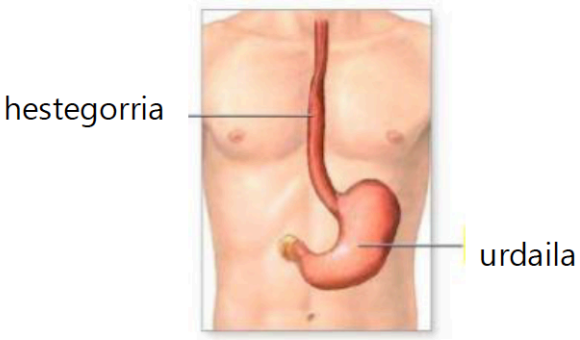
Hestegorrian, mugimendu peristaltikoei esker jaitsiko da boloa urdailera iritsi arte.

3. Hestegorri-fasea: 8-10 segundo irauten du eta erreflexua da (ez-borondatezkoa).

Hestegorriak inbutu forma hartu eta janari boloa jasoko du, hau da, hestegorria goiko aldetik zabalago egongo da eta behetik estuago. Fase honetan, tutua elikagaia jaso duen lekutik behera dilatatu egingo da eta goiko zatia uzkurtuko da (inbutu forma izan duen goiko zatia itxiko da). Horrela, janari boloa beherantz mugituko da. Mugimendu peristaltikoei esker, hestegorria atalka uzkurtuko da eta janari boloa urdailera arte eramango da. Hemen ez da digestio kimiko-mekanikorik gertatuko. Mukosak muki asko jariatuko du lubrifikaziorako, epitelioa marruskaduratik babesteko. Bestela, orokorrean ez da ezer gertatuko, irensketaren azken fase motza beteko du, urdailerako pasabidea izango da.

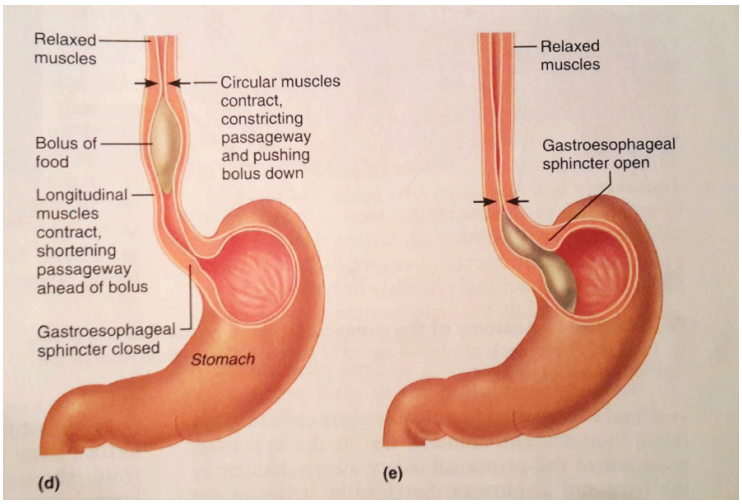


25 zentimetro inguruko luzera duen tutua da, muskulu eraztunez osatuta dagoena eta 4 geruza histologikoak azaltzen dituena.



Hodi gastrointestinalean dagoen muskulu leun geruza gune batzuetan loditu egiten da eta balbula edo esfinterrak osatzen ditu. Hauek babesa ematen dute eta sarbide eta irteerak kontrolatzen dituzte. Hestegorria eta urdaila banatzen esfinterra dago: balbula moduan jokatzen du. Irensketarik ez dagoenean, itxita mantentzen da. Boloa urdailerantz mugitzen da mugimendu peristaltikoei esker (ez grabitatea).

Esfinterraz gain, diafragmak ere urdaila eta hestegorriaren arteko bidea itxita mantentzen laguntzen du.

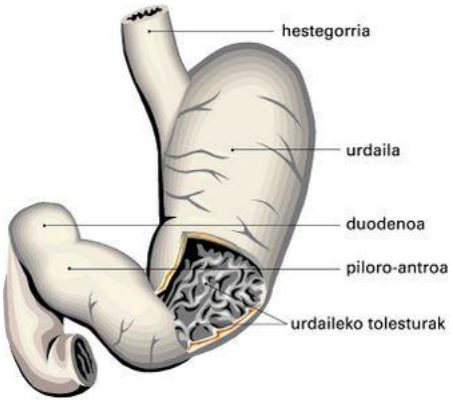


Bihotzerrea

Asko edan eta jaten denean, urdaila handitu egiten da, hau da, distentsioa ematen da. Kasu batzuetan distentzio-limitea gainditzen da, urdaila hainbeste zabaltzen da ezin dela esfinterra ondo itxi pixka bat hustu arte. Kirol asko egitean, haurdunaldian edo obesitate kasuetan ematen da. Janaria goraka bultzatzen da eta presio horrek urdaileko jariakin azidoa gorantz bultzatzen du.

Urdaila

Anatomia eta histologia



Urdaila hestegorriaren azpian dagoen hodi gastrointestinalaren zabalera da. Urdaila eta hestegorria banatzen esfinter bat dago, balbula moduan jokatzen duena. Sabelaldearen goiko eta ezkerreko aldean kokatuta dago, saihetsek babestuta.

Urdailak 4 geruza histologikoak izango ditu baina desberdinak izango dira. Epitelioak egitura berezia izango du azidoengandik babesteko.

Helduetan 15-25 zentimetroko tamaina dauka. Bere diametroa eta bolumena edukiaren arabera aldatzen da. Hutsik dagoenean ez da oso handia, 50 mL inguruko kapazitatea du. Hala ere, luzatzeko ahalmen oso handia du eta jan ondoren bere ahalmena 5 litrora arte iritsi da. Egoeran honetan urdaila pelbiseraino zabaltzen da. Azalera handitzeko, urdaileko mukosak zein

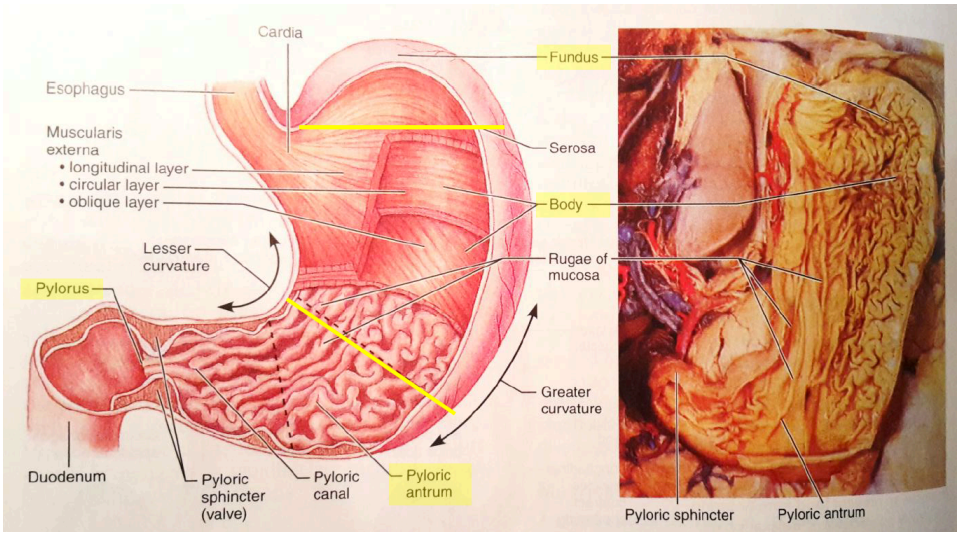
azpimukosak ruga deritzon egitura daukate, mukosaren tolesdurak. Gainera, bere forma berreskuratu dezan, zuntz elastikoak garrantzitsuak izango dira.

Hazteko joera hain handia izanda askotan hemen ematen diren minbiziak asko hazi daitezke konturatu arte.

Urdaila hiru zatitan banatzen da:

1. Goiko zatia edo hondoa
2. Gorputza: zatirik handiena
3. Antroa edo antro pilorikoa: bukaera

Hestegorriarekin banatzen duen esfinterra kardia edo esfinter gastroesofagikoa da eta behean piloroa edo esfinter pilorikoa, horregatik deitzen da azpiko zatia antro pilorikoa.



Janariaren harreran, berriz, bi ataletan banatzen da: urdail-proximala eta urdail-distala.

Lau geruza histologikoak agertzen diren arren, rugaz gain beste aldaketa bat ematen da egituran bere funtzio propioei erantzuteko. Hodi gastrointestinalean, orokorrean, mukosa, azpimukosa eta bi muskulu geruza agertzen dira: zirkularra eta luzetarakoa. Urdailean hirugarren geruza bat agertzen da, zeiharra (oblicuos), hemen bakarrik agertzen dena. Muskulu geruza hau garrantzitsua da, urdaileko digestio mekanikoan parte hartzen duelako. Horrenbestez, digestio mekanikoa ez da bakarrik ahoan ematen murtxikapenarekin, urdail zein heste mehean ere ematen da.

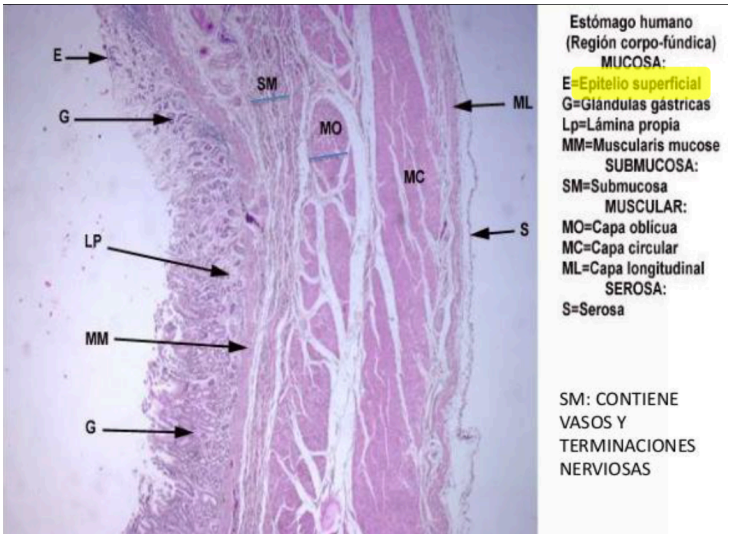
Urdaileko digestioa

Janari boloa urdailera iristen denean, piloroa oso gutxi irekitzen da (2-3 mm). Honek urdaila heste mehearekin lotzen du. Hortik pasatzeko beraz, janaria oso txikituta egon behar da. Urdailean, boloa iristean, guruin peristaltikoen bidez piloroaren paretaren kontra joaten da, eta atzera egiten du, ezin delako zulotik pasa. Mugimendu honen bidez, boloak elkarren artean talka egin eta txikituz joango dira, hor, digestio mekanikoa emanez (kolpe eta mugimendu handiak ematen dira). Honez gain, urin gastrikoarekin nahasten lagunduko dute mugimenduek. Uhin peristaltiko hauek denboran konstanteak dira eta 3 minutuko bat gertatzen da. Gainera, mugimendu hauen intentsitatea alda daiteke: txikiagoa da urdail proximalean eta distalera iristen doan heinean, mugimendua handitzen joaten da.

Beraz, urdailean digestio bai mekaniko eta bai kimikoa egongo dira martxan. Hor sortzen den " pasta" mehea da sortzen dena, kimoa. Boloa beraz, kimo bilakatzen da.

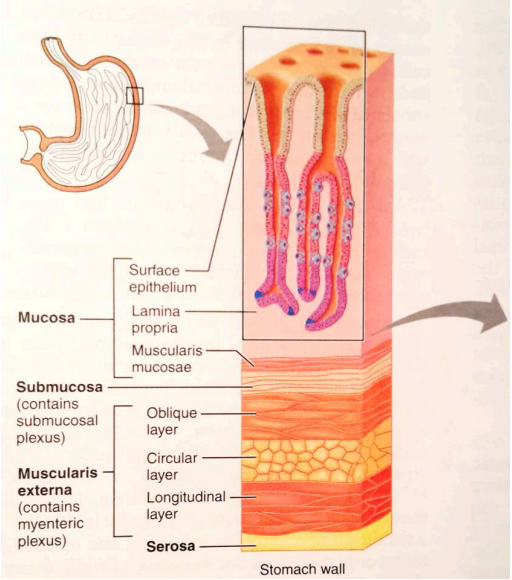
Epitelioaren berezitasunak

Hestegorrian zehar eta urdailean mukia jariatzen duten Globet zelulak egongo dira mukosaren epitelioan. Urdailaren kasuan jariakin edo muki alkalinoak 2 geruza ditu: likatsua eta honen azpian, bikarbonato ugari duena. Azken hau urdaileko azidotasunari aurre egiteko beharrezkoa da; izan ere, urin gastrikoa hain da azidoa, alkalinoa den konposaturen bat behar dela.



Mukosaren epitelioaren beste berezitasun bat guruin tubularrez hornituta dagoela da, hau da, fosa gastriko ugari egongo dira urdail osoan zehar. Hemendik lumenera edo argira urin gastrikoa jariatzen da. Zelula ezberdinez osatuta daude

Hemen ikusi daiteke serosa kanpoaldean, ondoren muskulu geruza (besteak baino lodiago dena hirugarren geruza duelako) ondoren azpimukosa eta ondoren mukosa.

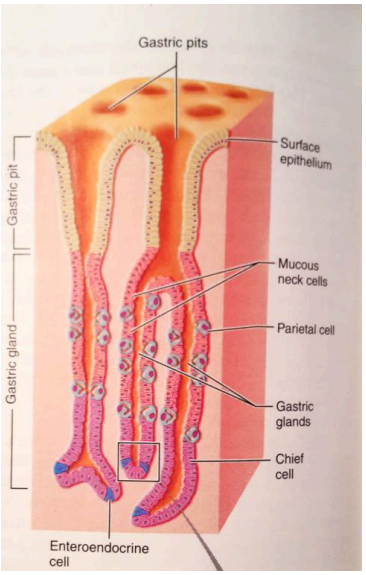


Gainazaleko epitelioan zehar, fosa gastrikoak ikus daitezke eta bukaeran fosa hauek guruin gastriko bezala amaitzen dira. Hemen kanporatuko dira jariakinak, desberdinak izango direnak urdailaren zein ataletan dauden arabera.

Urdailaren lehen atalean, hondoan eta gorputzean, digestio kimiko handiena gertatuko da, eta hor egongo dira guruin handienak, hau da, jariakin gehienak kanporatzen dituztenak.

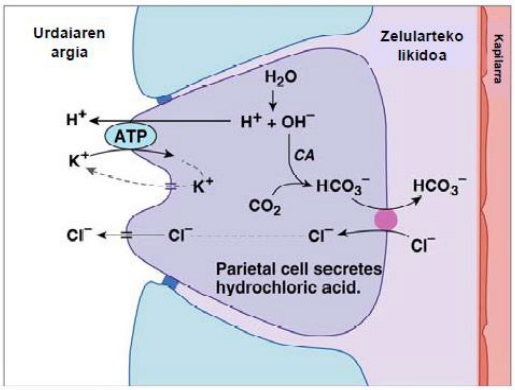
Fosa gastrikoetan zelula jariakor desberdinak egongo dira:

- **Lepoko zelula mukosoak:** mukia jariatu
- **Zelula parietalak:** HCl eta faktore intrintsekoa jariatu (urdailean pH 1,5-3,5)
- **Zelula nagusiak:** pepsinogenoa jariatu
- **Zelula enteroendokrinoak:** hormonak jariatu



Zelula parietalak

Azido klorhidrikoa jariatzen dute eta honek pepsina aktibatzen du, urdailean proteinak digeritzeko beharrezko entzima (kolagenoa degradatzeko, adibidez). Izan ere, urdailean ez da forma aktiboan jariatzean, pepsinogeno bezala baizik. Horregatik, azido klorhidrikoa beharko da forma inaktibo hau aktibatzeko.



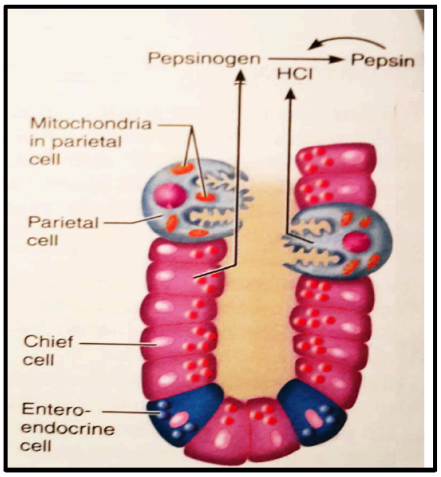
Zelula parietalek, azido klorhidirikoa kanporatzeko beharrezkoa dute energia. Horregatik, zelula horiek mitokondrio ugari izango dituzte. HCO_3^- kanporatze da Cl^--en barneraketa emateko eta, ondoren HCl-ren jariapena emateko ATPa behar da.

Azido klorhidrikoak pepsina aktibatzeaz gain, urdaileko ingurunea azidifikatzen du. Honek babesa eskaintzen digu bakterio eta patogenoen aurrean eta digestioan laguntzen du, ingurune azidoak proteinak desnaturalizatzen dituelako. Honela proteina hauek errazago digerituko dira entzimaren bidez. Gainera, zelula begetalen pareta ez denez erraz digeritzen, ingurune azidoa eta hortzak beharko dira hori apurtzeko.

Honez gain, zelula parietalek faktore intrintsekoa jariatzen dute. Faktore intrintseko hau garrantzitsua da heste-mehean behar den bitamina bat (B12) xurgatzeko. Hau ondo ez xurgatzean anemia sortu daiteke. Askotan arazoa ez da xurgapenean egongo, baizik eta zelula parietalen jariapenean.

Zelula nagusiak

Pepsinogenoa jariatzen dute, pepsinaren forma inaktiboa dena. Hau zelula parietalek jariatzen duten azido klorhidrikoarekin aktibatzen da eta kolagenoa degradatzen dut, egiturazko proteina garrantzitsuena dena. Honez gain, lipasak ere jariatzen dituzte baina neurri txikiagoan. Hauek garrantzitsuak dira gantzen digestiorako.



Zelula enteroendokrinoak

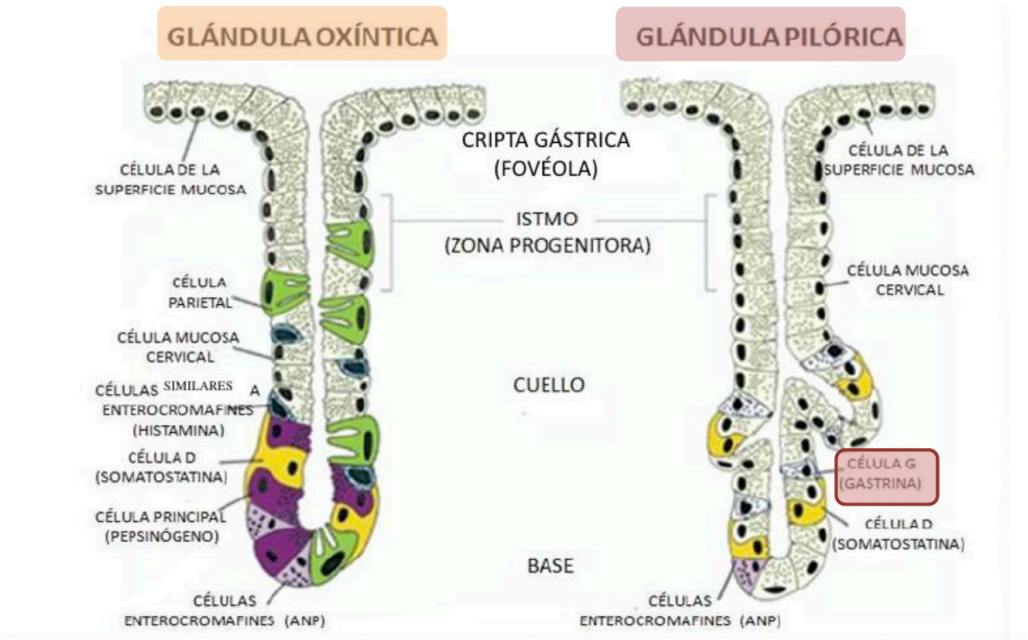
Hormonak jariatzen dituzte odolera.

- Gastrina
- Histamina
- Serotonina
- Kolezistokinina
- Somatostatina

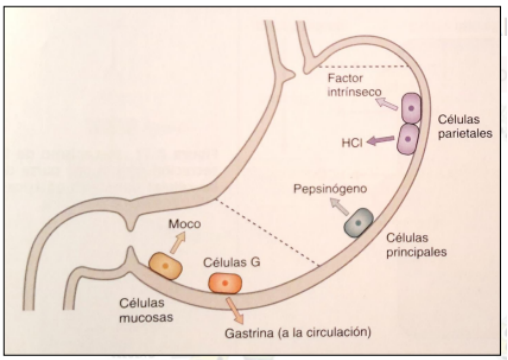
Digestioan garrantzitsuena gastrina izango da.

Honetaz gain, fosa gastrikoak guruin gastrikoetan amaitzen dira eta bi mota daude:

- **Guruin oxintikoak:** hauek dira aldez aurretik aipatutako zelulak azaldu eta jariakin horiek kanporatzen dituztenak. Hondoan eta gorputzean kokatzen dira, urdail proximalean.
- **Guruin pilorikoak:** Urdail distalean kokatzen dira. Zelula enteroendokrinoak dituzte, baita mukiak jariatzen dituztenak ere, baina ez dira azaltzen zelula parietalak ez zelula nagusiak. Hortaz ez da azaltzen faktore intrintsekorik ez pepsinogenorik. Gastrina hauetan jariatzen da odol-sistemara.



Zelula parietalak eta nagusiak urdailaren goiko aldean izango dira ugariago eta guruin pilorikoak amaieran. Irudian mukia jariatzen duten zelulak urdailaren amaieran agertzen diren arren, mukia urdail osoan zehar banatuko da honek ematen duen babesa azalera osoan zehar beharrezkoa delako.

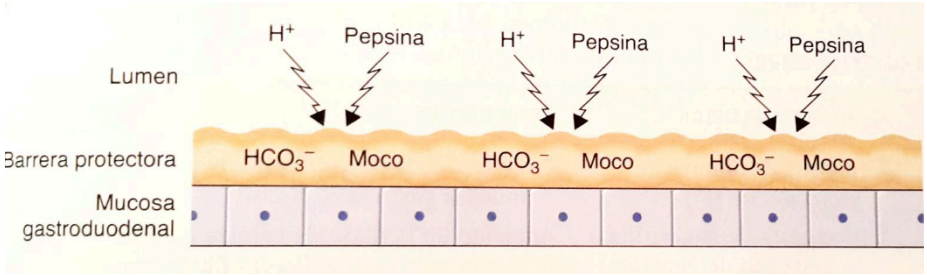


Esan bezala, baldintza azidoei aurre egiteko, babes geruza bat dago, muki alkalinoa dena. Honek, osagai likatsua izateaz gai, bikarbonato ugari duen geruza izango du. Urdaileko epitelio zelulak oso itsatsita daude eta beraz, ezin da ezer barrura pasatu. Gainazalean bikarbonatoa eta mukiak izanda, honek hesi moduan funtzionatzen du azidotasunetik babestuz.

Guruin gastrikoetan, berriz, ez dago mukirik barnealdean, hau goialdeko epitelioa soilik estaltzen dago. Ondorioz, zelula hauek azido klorhidrikoaren aurrean babesteko, mintz iragazkaitza dute, azidotasunari pasatzen ez uzteko. Hala ere, epitelioa kaltetzen bada, guruin hauetan ama zelulak agertzen dira, beraz, kaltetutako zelula horiek aldatuko lirateke. Barrera edo hesi hori apurtzen bada ondorengo gertaerak eman daitezke: gastritisa, ultzera gastrikoak eta perforazioa (peritonitis). Hauek min handia ematen dute eta azkenengoan hemorragia eman daiteke.

Laburbilduz, urdailaren barrera mukosoak ondorengo ezaugarriak ditu:

- Bikarbonato ugari duen mukia
- Zelula epitelialak oso elkar
- Guruin gastrikoetan mintz iragazgaitza (HCl)
- Ama-zelulak



Digestioa urdailean

Orokortasunak

Irensketan ez ezik, urdailak ia prozesu guztietan hartzen du parte. Janariaren txikipenarekin jarraitzen du, bai mekanikoki eta bai kimikoki. Karbohidratoen digestioa ahoan hasten den arren, proteinak urdailera digeritu gabe iristen dira; beraz hemen hasiko da proteinen digestioa, pepsina izango delarik prozesu honetan parte hartzen duen entzima nagusia. Gainera, elikagaietik lortzen ditugun proteinak HCl-arekin desnaturalizatu egiten dira.

Haurretan renina gastrikoa jariatzen da, kaseina (esnearen proteina) degradatzeko beharrezkoa dena. Helduetan kaseina ez da jariatzen (soilik 3-5 urtera arte jariatzen da). Faktore intrintsekoaren jariapena oso garrantzitsua, gero B12 bitamina xurgatzeko.

Jariakin gastrikoaren erregulazioa

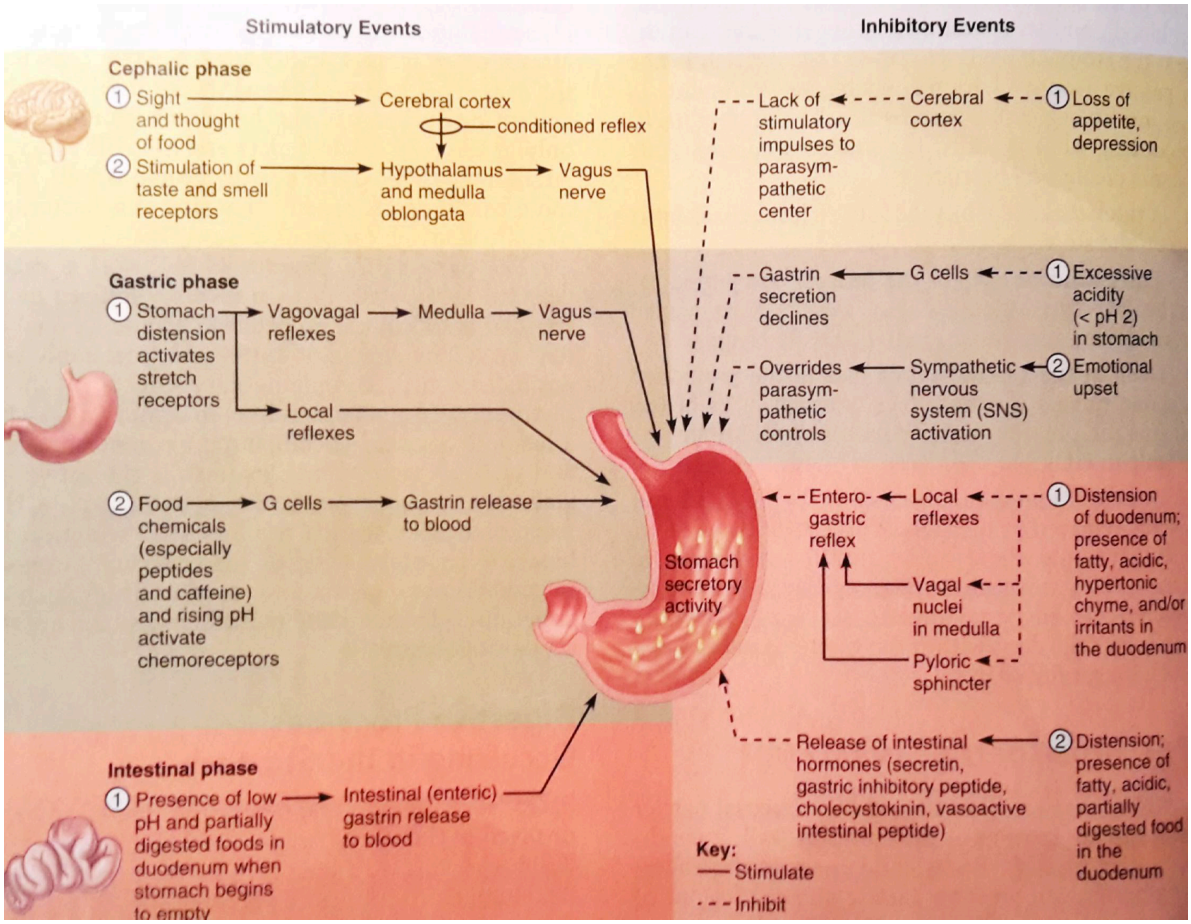
Urin gastrikoen jariapena mekanismo neuralek eta hormonalek kontrolatzen dute. Gastrina oso garrantzitsua izango da jariapen hau erregulatzeko. Baldintza normaletan 3L urin gastriko jariatzen ditugu.

Estimuluak 3 lekutan sortu daitezke: buruan, urdailean edo heste mehean. Nahiz eta seinalea heste mehean edo buruan izan, kasu guztietan eragina urdailean izango dute.

-**Fase zefalikoa:** ez da janaria ahoratu behar digestioa martxan jartzeko, ikusi, usaindu eta pentsatzearekin martxan jartzen da.

-**Fase gastrikoa:** seinalea edo estimuluak urdailean sortu eta urdailean eragingo dute.

-**Fase intestinala (hesteetan):** heste-meheko estimuluak urdaileko jariapena erregulatzen du.



Fase zefalikoa (minutu gutxi)

Janaria urdailera heldu baino lehen hasten da. Usaimenak, dastamenak, ikusmenak edota janarian pentsatzeak martxan jartzen dute (entzefalora doaz seinale horiek). Hauek urdaila prestatzen dute digestiorako. Entzefaloaren seinalea nerbio bagoaren bitartez heltzen da ganglio parasinpatiko enterikora. Nerbio sistema sinpatikoa aktibatzen bada, hau inhibituko da.

Goserik ez daukagunean, depresioengatik… ez da estimulua gangliora iristen, fase zefalikoa inhibituta egoten da eta hortaz gutxiago jaten da.

Fase gastrikoa

Janaria urdailera heltzen denean jartzen da martxan. Bertako mekanismo neural eta hormonalek jartzen dute martxan; hau da, seinalea urdailean sortzen da eta urdailean eragiten du. 3-4 ordu irauten ditu.

Seinale nagusia **distentsioa** (pareten luzapena) izango da, baina badaude beste faktore batzuk aktibatuko dutenak: **peptidoak**, **azidotasun baxua** (pH-aren handipena)…

Azidotasunaren erregulazioa edo pHaren igoera hori proteinen indargetzaile ahalmenagatik emango da; hau da, urdaileko pH baxua erregulatzeko asmotan digeritu gabeko proteinek protoiak hartuko dituzte, azidotasuna jaitsiz. Honek adieraziko du proteina horiek digeritu behar direla eta jariapen seinalea aktibatuko du. Digestioa martxan jartzen denean proteinak digeritzen hasiko direnez, jada ezingo dute indargetzaile moduan jokatu, pH-a berriro azidotu eta jariapen seinalea inhibituko da.

Proteinek eragindako pH-aren igotze horrek, **urdailaren zabaltzea** induzituko du eta, honek, hartzaileak aktibatu eta erreflexu motzak eta luzeak aktibatzen ditu. Erreflexu bien erantzun bezala azetilkolina (ACh) jariatzen da. Neurotransmisore honek urin gastrikoaren jariapena estimulatzen du.

Estimulu kimikoek gastrina odolera jariatzen duten G-zelulak aktibatzen dituzte. Hauek guruin gastriko pilorikoetan agertzen dira. Gastrinaren jariapena aktibatzen dute, honek aldi berean azido klorhidrikoaren jariapena aktibatzen duelarik. Estimulu kimiko horiek faktore desberdinek eragin ditzakete:

- Peptidoak
- Kafeinak
- pH altuagoak

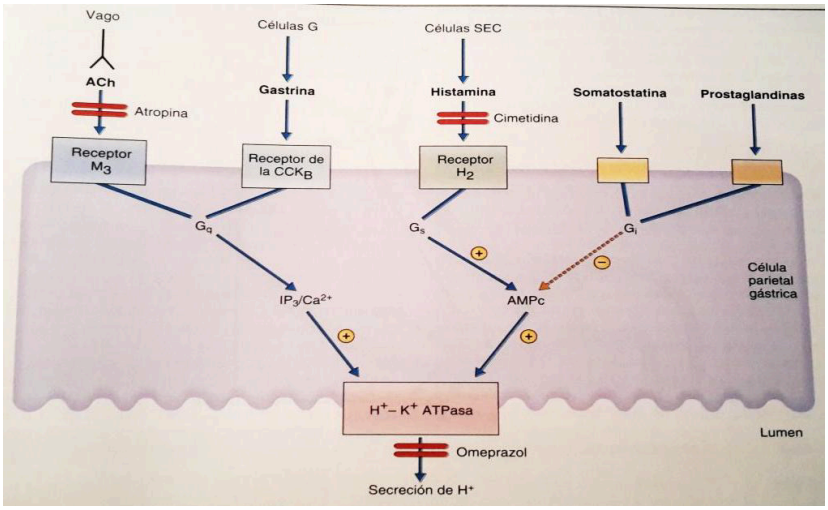
Medioa basikotzen denean, hau da, pH-a handitzean, honek zuzenean gastrinaren jariapena eragingo du. Aldi berean, gastrinak HCl-ren jariapena aktibatzen du. Peptidoak digeritzen direnean, pH-a asko jaitsiko da, gorputzeko gainerako ataletan baino azidoago bihurtuz. Ondorioz, G zelulak inhibituko dira, gastrinaren jariapenaren inhibizioa eraginez eta HCl-ren jariapena gutxituko da.

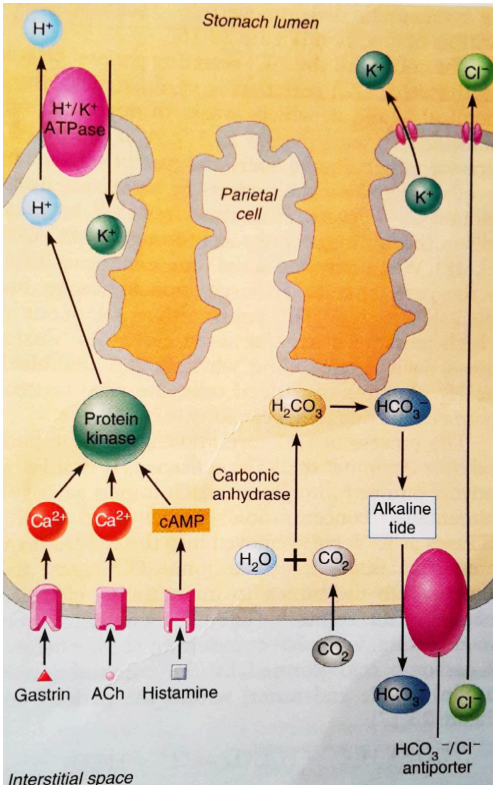
Digestio sisteman ere nerbio sistema autonomo sinpatikoak inhibitzaile moduan jokatuko du.

Azido klorhidrikoaren jariapena (zelula parietalak) hiru faktorek aktibatzen dute:

- **ACh:** kaltzio intrazelularra igotzea eragingo du, protoi potasio ponpak aktibatuz, protoiak kanporatzen delarik
- **Gastrina:** ACh-ren funtzio berdina burutuko du
- **Histamina:** *lamina proprian* jariatzen da.

Hiru faktore hauen presentzian, HCl-ren kontzentrazioa oso altua izango da urdailean. Ultzera gastrikoak daudenean antihistaminikoak ematen dira. Honela azido klorhidrikoaren jariapena inhibitzean da zelula parietalak inhibituz.





Fase intestinala

Heste mehean sortzen da seinalea. Bi fase ditu, bat aktibatzailea eta bestea inhibitzailea.

Aktibatzailea

Kimoa urdailetik heste mehera piloroan zehar pasatzen da. Aldez aurretik aipatu bezala, piloroa oso itxita dago, izan ere, kimoa ezin denez osorik neutralizatu, pauso bakarrean heste mehera pasako balitz, gune hau asko azidifikatuko litzateke eta heste-mehe gabe geratuko ginateke. Horregatik, kantitate txikitan pasatzen da heste mehera, aldi berean birrindu eta neutralizazioa ematen delarik (gainontzeko organismoa ez dagoelako prest azidotasun honetarako). Kimoak 4-5 ordu tardatzen du urdailetik heste-mehera kanporatzen.

Kimoa duodenora iristen denean, honek kimoa nabaritu eta gastrina enterikoaren (hestean sintetizatu) jariapena martxan jartzen da. Hala ere, honen efektua berdina izango da: hestetik odolera jariatuko da eta urin gastrikoaren jariapena eragingo du (urdaileko digestiorako 3. seinalea hestean ematen da). Honen efektua laburra izango da fase inhibitzailea oso azkar aktibatuko delako.

Inhibitzailea

Fase intestinaleko seinale nagusia inhibitzailea izango da. Erreflexu enterogastrikoa deritzo. Nerbio sistema parasinpatikoa inhibitzen da eta sinpatikoa aktibatzen da. Honen aktibazioak, piroloa oraindik gehiago estutzen du (sinpatikoa ekintzarekin lotzen da, uzkurdurarekin kasu honetan). Uzkurdura honen ondorioa piloroaren estutzea eta heste meharrera kimo gehiago ez pasatzea izango da. Honela urin gastrikoen jariapena geldituko da, gure gorputzak badaki kimoa heste-mehean dagoela.

Erreflexu enterogastrikoa duodenoaren distentzioak aktibatzen du, honek sortutako erreflexu lokalen, nerbio bagoaren seinalea eta piloroaren estutzearen ondorioz. Guzti hauek urin gastrikoaren jariapena inhibtzen dute. (*goiko irudi handian argiago*)

Hesteetan beste hormona talde bat jariatzen da, enterogastronak. Heste mehean sintetizatu eta jariatzen dira, odolera jariatuz eta urin gastrikoen jariapena gelditzuz urdailean. Enterogastrona hormona taldea ondorengoek osatzen dute:

- Sekretina
- Kolezistokinina (CCK)
- Peptido basoaktibo intestinala (VIP)
- Peptido inhibitzaile gastrikoa (GIP)

Motilitate gastrikoa eta hustea

Urdailaren uzkurduren helburua ez da bakarrik mugimendu peristaltikoak sortu eta pasoko gune bat izatea. Urdailaren uzkurdurek edukia hustu, birrindu eta urin gastrikoekin nahastu behar dute.

Mugimendu peristaltikoak 3 minuturo ematen dira eta horien intentsitatearen arabera hiru atal bereiztuko ditugu:

- **Urdaila betetzean gertatzen den erantzuna:** distentzioa
- **Jarduera gastriko kontraktila:** mugimendua eta urin gastrikoarekin nahastu
- **Hustearen erregulazioa:** birrinduta eta ondo nahastuta dagoenean, heste-mehera pasatu

Urdaila betetzean gertatzen den erantzuna

Boloak urdailera sartzen ari direnean nahiz eta urdaila handitzen hasi, hau da, distentzioa gertatzen hasi, barne presioa gutxi gorabehera konstante mantentzen da litro bat sartu arte eta ondoren ere presioa ez da gehiegi handitzen. Hau erlaxazio egokitu baten bitartez ematen da, nerbio sistemak erregulatzen duena. Prozesu honetan, erreflexuen bitarteko giharren erlaxazioa ematen da.

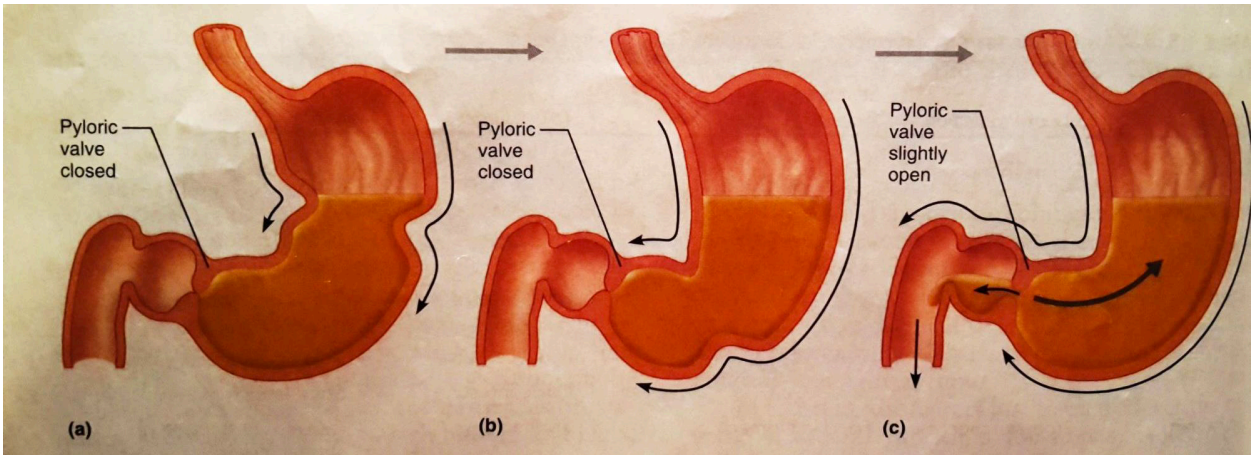
Muskulu leunak tolesdurak ditu. Ondorioz, plastizitate handia izango du, hau da, urdailaren tamaina asko handitu arren, bere tamaina normala berreskuratzea baimentzen dute. Urdaila boloen bitartez betetzen da, bere zabalera handituz, baina ez dago aldaketa handirik lehenengo fase honetan.

Jarduera gastriko kontraktila

Boloak urdailera sartu eta mugimendu peristaltikoak hasten dira. Intentsitatea aldakorra da: baxua da urdailaren goiko partean eta beheko partean, pilorora hurbildu ahala, gero eta indartsuagoak izaten dira. Honek birrintze prozesuan laguntzen du.

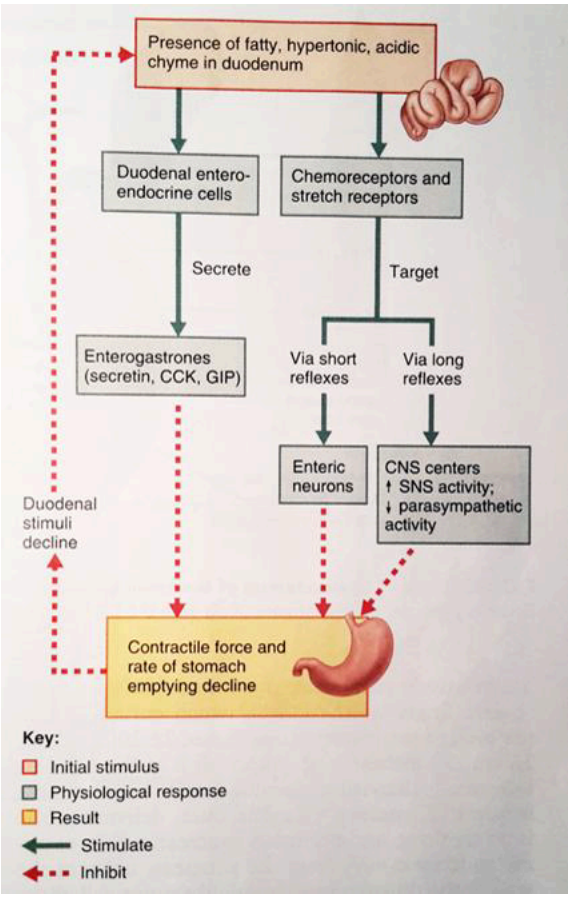
5L-ra arte bete daiteke urdaila baina mugimendu peristaltiko bakoitzarekin (1/3min) pilorotik pasatzen den kantitatea soilik 3 mL-takoa izango da. Beraz, heste mehera 3 mL iritsiko dira mugimendu bakoitzeko. 3 minuturo gertatzen bada uhin peristaltiko bat 1 mL pasako da minuturo. Maiztasuna konstantea da, hau Cajal zelulek erregulatzen dutelarik.

Hala ere, intentsitatea aldakorra da eta uzkurdura hauek pareten luzapenak eta gastrinak erregulatuko dituzte (urin gastrikoen jariapena aktibatzen dute ere). Geroz eta janari gehiago mugimenduak indartsuagoak izango dira.



Hustearen erregulazioa

Kimoa urdailetik heste-mehera pasako da. Normalean jan dugunetik 4 ordutara husten da urdaila. Pausu hau urdailak eta heste meheak kontrolatzen dute, baita nerbio sistemak ere. Azken honek erreflexu enterogastrikoa eragingo du hestean eta urdailean. Gainera, heste-mehean enterogastrona hormona taldea sintetizatuko da eta urin gastrikoen jariapena gelditukо du urdailean.



Jan dugunaren arabera digestioak gehiago edo gutxiago iraungo du. Janariaren osagaien arabera:

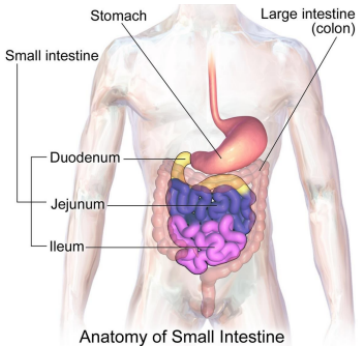
- Karbohidratoak: azkar degradatzen dira duodenoan zehar
- Gantzak: geruza oliotsua sortzen dira kimoan, prozesu honek luzaroago iraungo duelarik (~6 ordu)

Botaka egiterakoan:

- Kardiaseko esfinterra erlajatzen da
- Elektrolitoen oreka galdu
- Azido/basearen oreka galdu
- Deshidrataziaoa
- Odola oso alkalino

Heste-mehea

Orokortasunak

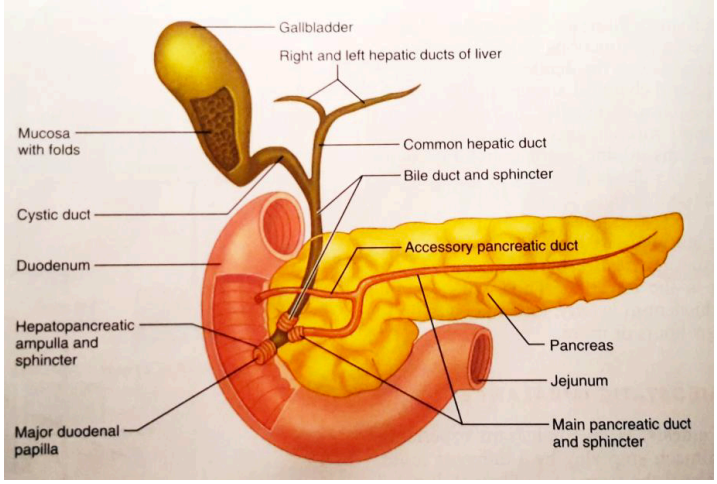


Oso garrantzitsua da orain arte eman ez den prozesuetako bat gertatuko delako: **xurgapena**. Elikagaiak odolera pasatuko dira. Hala ere, digestio bai mekanikoa zein kimikoa ematen jarraituko da. Digestiorako guruin ezberdinen jariakinak behar dira, behazuna eta urin pankreatikoa tarteko. Horretarako, oso garrantzitsuak dira digestiorako gibela, behazun xixkua eta area, konduktuen bidez hodi gastrointestinalera konektatuta daudenak. Heste mehean kimoa kilo bihurtzen da.

Anatomia

Hodi gastrointestinalaren atal luzeena da: 6-7 metroko luzera du hildakoetan eta 2-4 metroko luzera bizidunetan (tono muskularragatik). Honen diametroa 2,5-4 zentimetrokoa da.

Hiru azpiatal nagusi izango ditu:

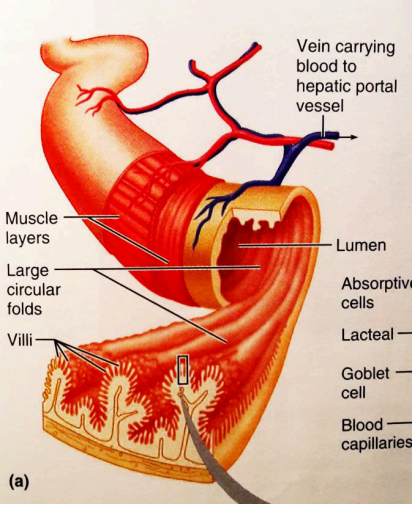


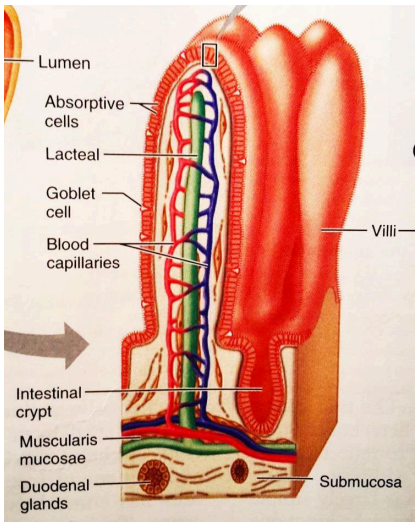
1. Duodenoa: Urdailetik atertzen den heste-mehearen atala da. Heste mehearen atalik motzena da, 25 zm ditu baina oso garrantzitsua da, gibeleko eta pankreako urinak hemen elkartzen baitira. Konduktu txikietan hasten dira, handiagoetan elkartuz eta duodenoarekin bat eginez. Paso hori kontrolatzen esfinter hepatopankreatikoa egongo da (Oddi esfinterra).

2. Jejunoa: Luzera ⅖: 1,1m

3. Ileoia: Luzera 3/5: ~1,7 m eta ileozekal balbulan elkartzen da heste lodiarekin

Gorputzeko beste ezein ataletan egin ez den funtzioa betetzen da hemen: xurgapena. Heste meheak aldaketa bereziak ditu xurgapena optimizatzeko, azalera handitzeko. Luzeraz gain (600x) *Plicae circulares* (Tolesdurak) , *Villi* (Biloxkak) eta *Microvilli* (mikrobiloxkak) agertzen dira. Azalera ere handitzen da, 200 m² inguru izango dituelarik. Azalera handipen hori aurreko hiru egiturei esker lortzen da.





Tolesdurak

Mukosa eta azpimukosaren tolesdurak dira, 1 zentimetro inguruko tamaina dutenak. Tolesdura hauek kimoa heste mehean sartzean espiral moduan sartzea eragiten dute, fluxua mantsotuz. Kimoa moteltzea interesgarria da, beharrezkoak diren konposatu eta elikagaiak xurgatzeko denbora izateko.

Biloxkak

Tolesdurez gain, mukosaren atzamar moduko luzapen hauek agertzen dira. Mukosa hori zelula epitelial xurgatzailez osaturik dago. 1 mm inguru izaten dituzte eta barruan odol hodiak eta hodi linfatikoak (lakteal) izaten dituzte. B linfozito, T linfozito eta makrofagoez osatuta daude eta

babeserako dira. Tamaina ezberdinetakoak izaten dira eta muskulu leun geruza fin bat daukate. Hau garrantzitsua da biloxken mugimendua eragiteko, xurgapenean laguntzen duelarik.

Mikrobiloxkak

Mintzak dituen proiekzio txikiak dira. Hauetan tartekatuta entzima desberdinak daude, karbohidrato eta proteinen digestioa amaitzen parte hartzen dutenak. Gainera, xurgapen azalera ere handitzen dute.

Histologia

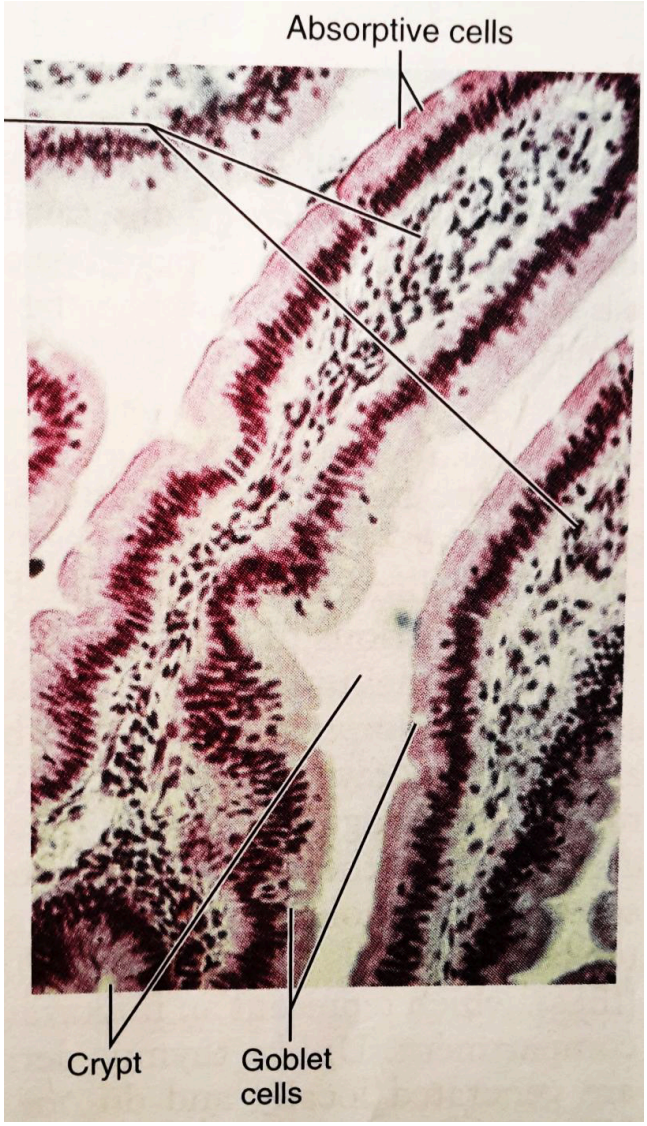
Heste-mehean 4 geruza histologikoak agertzen dira: Serosa/Adventitia, geruza muskularra, azpimukosa eta mukosa. Mukosak eta azpimukosak aldaketak azaltzen dituzte.

Mukosa

Mukosaren kasuan, epitelioa sinplea da, xurgapen zelulak agertzen dira batez ere. Zelula hauek oso-oso elkarturik daude eta mikrobiloxkak azaltzen dira.

Hemen agertzen diren zelulak hiru motetakoak izango dira:

- **Globet zelulak** (mukia jariatu): ez dago bikarbonatu geruza baina bai mukia (hodi gastrointestinal guztian zehar agertzen da mukia janariaren marruskaduratik babesteko)
- **Zelula enteroendokrinoak** (enterogastrona)
- **T zelulak** (linfozito intraepitelialak): babes moduan sartzen diren patogenoei aurre egiteko



Heste-meheko biloxken artean kriptak agertzen dira. Bertan urin intestinala (ura eta mukia) eta lisozima (*Paneth* zelulak) jariatzen dira. Azken honek bakterioen horma apurtzen du babes moduan.

Heste mehean zehar, kripta kopurua gutxitu egiten da. Lehenengo atalean asko egongo dira baina ileoira iristen den heinean babes mekanismo gutxiago behar dira eta kopurua murriztuz joango da. Aldiz, heste meheko azken ataletan Globet zelulen kopurua hasieran baino askoz handiagoa izango da.

Kripta hauen oinarrian ama-zelulak agertzen dira. Hauek 3/6 egunero epitelioa berrizteaz arduratzen dira. Esanahi kliniko eta fisiologikoa hurrengoa da: kimioterapiak eta radioterapiak asko zatitzen diren zeluletan eragiten dute. Horregatik, ama zelula hauetan eragiten dute eta hortaz arazo intestinalak sortu daitezke tratamendu hauen ondorioz

Azpimukosa

Ehun konektiboa da. Hemen folikulu linfoideak eta guruin duodenalak agertzen dira.

Folikulu linfoideak banaka edo taldeka agertzen dira. Taldeka azaltzen direnean, Peyer adabakiak edo plakak osatzen dituzte (*Peyer's patches*). Hemen makrofagoak eta beste zelula batzuk (T, B zelulak) daude babes moduan lan egiteko. Heste mehearen bukaeran kopurua handitu egiten da, kripten alderantziz.

Guruin duodenalak mukia jariatzen du babesteko (ez da urdailean geneukan hesi horren bezelakoa). Duodenoaren azpimukosan kokatzen dira eta mukia alkalinoa da, hau da, bikarbonato ugari dauka.

Geruza muskularra

Normala da, bi geruza ditu.

Serosa

Ia heste mehe osoan agertzen da. Duodenoa: retroperitoneala: adventitia

Urin intestinala

Hesteko guruinek egunero 1-2 L urin jariatzen dute eta hori aktibatzen duten bi estimulu nagusi daude: heste mehearen zabalera eta bertako mukosaren irritazioa. Lehenegoa aktibatzen da kimua hestean sartzean, izan ere, paretak zabaltzea eragingo du kimuaren bolumenak, eta horrek, urin intestinalen jariapena aktibatuko du. Bigarrenaren kasuan, aldiz, irritazioa sortuko da kimua heltzen denean. Horren arrazoia da hasiera horretan kimua oso azidoa dela eta nahiz eta paretek mukia jariatu ez daukate urdailak besteko defentsa eta horrek estimulatuko du aktibazioa. Paretak alkalinoak izango dira, azidotasun hori neutralizatzeko.

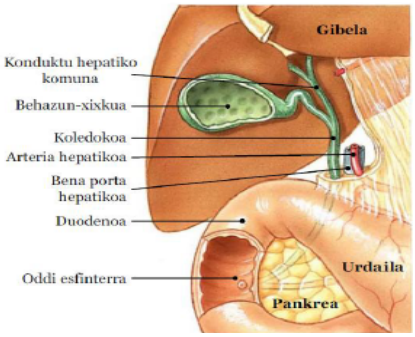
Urin intestinalak batez ere urez eta mukiez osatuta daude eta azken horien jatorria ezberdina da. Horrez gain, entzimak aurki daitezkeen arren, kantitate oso txikian egongo dira, gehienak heste epitelioko mikrobiloxketan daudelako.

Gibela eta behazun-xixkua

Gibela

Gibela digestio-sistemako organo garrantzitsuenetarikoa da eta organismoan funtzio anitz betetzen dituen arren, digestio-aparatuan behazunaren sintesia egiten duelako da garrantzitsuena. Behazuna, era berean, ezinbestekoa da lipidoen digestiorako (lipidoak emultsionatzeko) eta gibelean sintetizatu ostean, behar ez den heinean, behazun-xixkuan metatzen da.

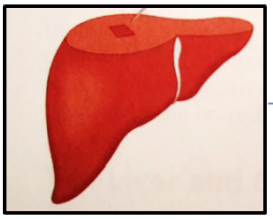
Gibela gorputzeko guruin handiena da, 1,5 Kg-ko pisua dauka eta gorputzaren eskuinaldean kokatzen da. Hemen sortzen den behazuna konduktu ezberdinen bidez kanporatzen da eta, ondoren, konduktu horiek elkartzen doaz **konduktu hepatiko komuna** sortzeko. Konduktu hori **hodi siztikoarekin** elkartuko da eta sortzen den konduktu berri horri **koledokoa** deritzo. Bukatzeko, koledokoa **duodenoarekin** sortzen du kontaktua, non, **hodi esfinterra** egongo den.

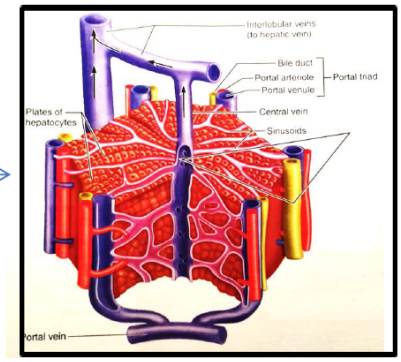


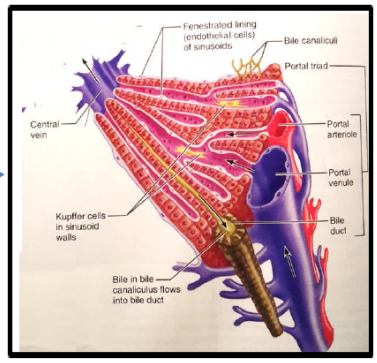
Gibelaren egiturari dagokionez, hepatozitoek egitura oso txukun eta antolatuen bidez sortzen dituzten **lobulu hexagonalez** osatuta dago. Lobulu bakoitzak erdian dauka **zain zentrolobularra**,

eta egitran, eskina bakoitzean, **hiruki portala** dauka. Arteria hepatikoa, porta zaina eta behazun konduktuak osatzen dute hiruki portala.

Porta zaina eta arteria hepatikoa kapilareetan zehar banatzen dira hepatozito guztietara iristeko. Bestalde, gibel sinusoideetan kupfer makrofagoak aurkitzen dira, zeintzuen funtzioa eritrozitoak suntsitzea datzan. Azken finean, gibeletik ateratzen den odola sartzen dena baino garbiagoa da, nutriente eta hondakin gutxiago baititu.







Behazuna

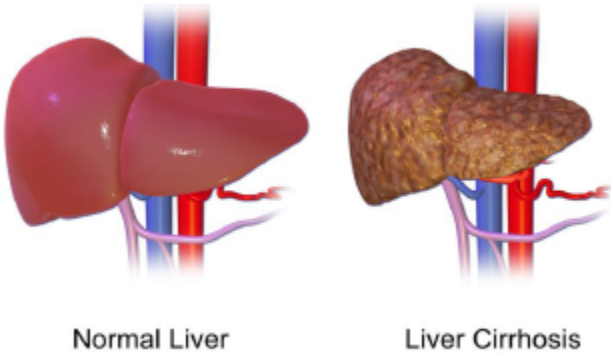
Esan bezala, gibelean behazuna sintetizatzen da, zein, hori-berde koloreko jariakin alkalinoa den. Alkalinotasun horren arrazoia kimoaren azidotasunari aurre egitea da, neutralizazio funtzioa dauka beraz.

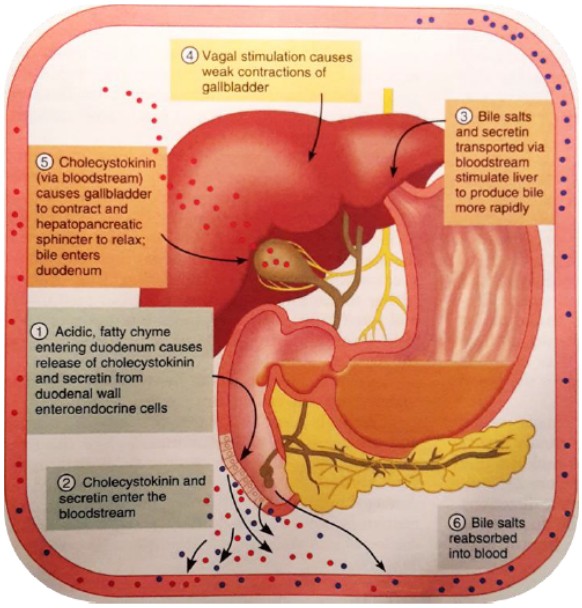
Honen konposizioan honako osagaiak aurki daitezke: behazun gatzak, pigmentoak (bilirrubina), kolesterola, fosfolipidoak (lezitina adibidez) eta elektrolitoak. Horietatik soilik behazun gatzek eta fosfolipidoek lagunduko dute digestioan. Behazuna ez dagoenean, gorotz zuriak sortzen dira bilirrubina faltaren ondorioz.

Behazun gatzak kolesterolaren eratorriak dira (azido kolikoa, azido kenodeoxikolikoa, etab). Hauen funtzioa kolesterola disolbatzen laguntzea eta lipidoak emultsionatzea da; hau da, lipido tanta handi bat tanta txiki askotan bihurtzea lipasen ekintza errazteko. Era berean, zikrulazio enterohepatikoan hartzen dute parte, birziklapena bultzatuz.

Gauzak horrela, gibelak egunero 500-1000 mL behazun ekoizten du egunero, baina hori altuagoa izan daiteke dietan lipido asko dagoen kasuetan. Jariapen hori aktibatzeko seinalea sekretina da, eta hau ekoizten hasiko da kimua heste mehean sartzen den momentuan. Horrela, kimua heltzean, sekretina ekoiztu eta horrek behazunaren jariapena aktibatuko du.

Gibelean eman daitezkeen gaixotasunen artean larrienak hepatitisa eta zirrosia dira. Zirrosia gibelaren inflamazio kronikoa da, non hepatozitoak masiboki kaltetzen diren. Arazoa da nahiz eta gibelak erregeneratzeko ahalmena daukan, ehun konektiboaren ekoizpena hepatozitoena baino arinagoa denez, gibelean ehun konektiboa nagusitzen da, honen funtzioak oztopatuz.





Behazun-xixkua

Pareta fineko zorro muskularra da, 10 cm inguruko tamaina daukana. Honen funtzioa behazuna pilatzea da, ondoren behar denean konduktu zistikotik atera eta koledokoaren bidez hestera behazuna jariatzeko. Organo hau ez da bizitzeko ezinbestekoa, gibelak behazuna jariatu dezakeelako modu berean, nahiz eta behazun-xixkurik ez egon.

Honen erregulazioa hodi esfinterrak garrantzi handia izaten du, izan ere, behazuna xixkura heltzeko esfinter hori itxita egon behar da, hesterako pasoa itxi eta xixkuria bideratzko jariakina. Kimu azidoa duodenoan sartzerakoan kolezistokinina jariatzen da eta hormona horrek behazun-xixkuaren uzkurdura, urin pankreatikoaren jariapena eta hodi esfinterraren erlaxazioa eta beraz, irekiera bultzatuko du.

Behazunaren osagaia den kolesterola ondo disolbatzen ez den kasuetan kristalizatu egiten da eta behazun kalkuluak sortzen dira. Ondorioz, behazun xixkua uzkurtzera doanean min handia sortzen du.

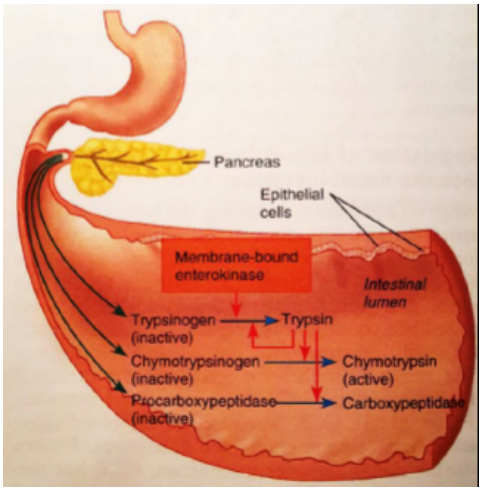
Area/Pankrea

Digestio prozesuan oso organo garrantzitsua da, izan ere, kimua digeritzeko behar diren entzima gehienak jariatzen ditu. Zelula jariatzaileez osatuta dago, konduktu baten inguruan anotlatzen direnak eta konduktu hori koledokoan lortzen da hodi hepatiko eta hodi zistikoarekin. Organo honetan islote pankreatikoak edo Langerhans irlak agertzen dira, zeintzuek funtzio endokrino eta exokrinoa betetzen duten.

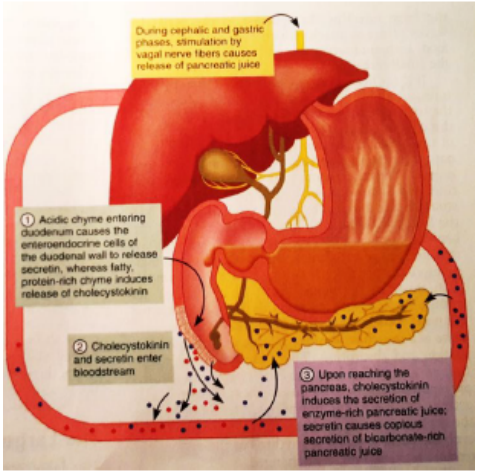
Funtzio endokrinoari dagokionez, intsulina eta glukagoia odolera jariatzen dituzte, zeintzuek ezinbestekoak diren karbohidratoen metabolismoan. Bestalde, funtzio exokrinoaren bitartez urin pankreatikoa jariatzen dute duodenora konduktu pankreatikoaren bidez.

Urin pankreatikoa

Egunero 1200-1500 mL inguru sortzen ditu areak. Jariakin horretan ura entzimak eta elektrolitoak (HCO_3^-) aurki daitezke, eta beti pH alkalinoa izango du (pH 8) kimoa neutralizatzeko eta hesteko eta areako entzimen funtzionamendu egokirako (pH alkalinoa behar dute aktiboak izateko). Horren arrazoia da areak autodigestikoa ekiditeko entzimak forma inaktiboan jariatzen dituela eta, horrela, duodenora heltzean mikrobiloxketako entzimek tripsinogenotik tripsina sortuko da eta horrek kimotripsina eta karboxipeptidasa aktiboak sortuko ditu, kimotripsinogeno eta prokarboxipeptidasatik eratorriak direnak, hurrenez hurren. Era berean, lipasak, amilasak eta nukleasak jariatuko dira forma aktiboan zuzenean, eta hauek orokorrean ioiak eta behazuna behar dute.



Urin pankreatikoaren jariapena nerbio sistema parasinpatikoak erregulatzen du fase zefaliko eta gastrikoan. Hormona lokal garrantzitsuenak sekretina eta kolezistokinina (CCK) dira. Sekretina jasiatzen da HCl asko dagoenean konduktuko zelulak estimulatzen ditu bikarbonato askoko jariakina botatzeko (bikarbonatoak protoiak lotzeko). Bestalde, kolezistokininak zelula azinarrak aktibatzen ditu proteinak eta lipidoak duodenoan sartzen direnean. Horrela entzima askoko jariakina botako du.



Urdailean gaudenean protoiak sartzeko bikarbonatoa atera behar da odolera. Heste mehean aldiz, kontrakoa gertatzen da, bikarbonato asko jariatzen da eta hori ahalbidetzeko odolera protoiak eramaten dira. Beraz, aldaketa netoa kontuan hartuta, bihotzera pasatzen den odolak ez du pH aldaketarik eragiten nahiz eta digestio traktuan zehar aldaketa handiak eman.

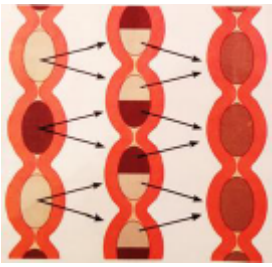
Heste mehean gertatzen den digestio prozesua

Kimoak heste mehean 3-6 ordu bitartean egoten da, eta zati honetan da digestiaren prozesua azeleratzen denean, izan ere, hona heldu arte ez da ia digestiorik eman. Era berean, ia xurgapen guztia heste meheak egiten du, nahiz eta horretarako gibela eta area ezinbestekoak diren.

Digestioa ondo gertatzeko kimua oso mantso sartu behar da duodenoan, izan ere, hipertonikoa denez, gehiegi sartuko balitz ur asko galduko genuke. Berdina gertatzen da kimoaren azidotasunarekin, beharrezkoa da poliki sartzea behazun eta urin pankreatikoari denbora emateko azidotasun hori neutralizatzen.

Motilitatea

Kimua jariapen guztiekin nahasten denean pasta zuri bat sortzen da eta horri kiloa deritzo. Hasierako kimo hori behazun eta urin pankreatikoekin nahasten da eta heste lodirantz bideratzen da. Mugimendu horiek segmentuenak dira, zeintzuen bidez janaria aurrera eta atzera mugitzen da astiro, digestiorako eta xurgapenerako denbora izateko. Duodenoan 12-14/min eta ileoan 8-9/min egoten dira.



Segmentazioaren intentsitatearen erregulazioari dagokionez, nerbio sistema parasinpatikoak aktibatu egiten du, sinpatikoak inhibitu eta hormonek efektu ezberdinak eragiten dituzte. Horrela, nutrienteen xurgapenerako mugimendu peristaltikoak burutzen dituzte, eta urdaila berriro ere betetzen denean, segmentuen mugimendua hasiko da berriz ere.

Mugimenduak 4 dira:

1. Segmentuen mugimendua: Leku ezberdinetan uzkurtzen da kiloak aurrera eta atzera eginez urinekin nahastu ahal izateko. Helburu garrantzitsuena nahasketa da.

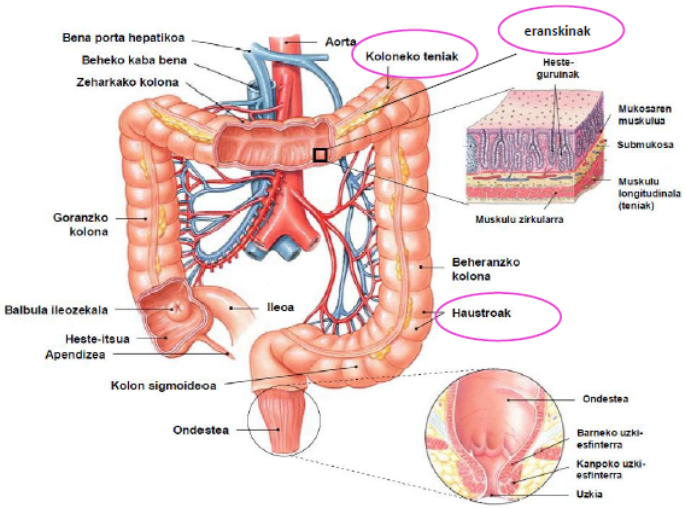
* Erritmoa: uzkurdura erritmoa aldatzen da gunearen arabera, duodenoan altuagoa jariakinak bertan agertzen direlako.

2. Peristaltikoak: kiloa heste lodiratz eramaren dituzten mugimenduak. Ehun bakoitza gero eta distalago hasten da

3. Mugimendu aldetik 2.aren antzekoa da, desberdintasun bakarra da **baraualdian** egiten dela. Digestio arteko migrazioak dira, mugimendu bortitzak, eta egiten dutena da janari arrastorik edo mikroorganismorik badago horiek garbitu. Ez dira denboran zehar konstante mantentzen eta urdailean hasi ileonera heltzen dira.

4. Muskulu geruza fin bat dago eta horrek mukosa mugituko du mukosaren tolesduren bidez. Horrela zeozer itsatsi bada askatzen lagunduko du. **Zuntz muskuluarrek** biloak luzatu edo uzkurtzen dituzte. Gainera, xurgapen azalera handitzea ahalbidetzen du.

Heste lodia



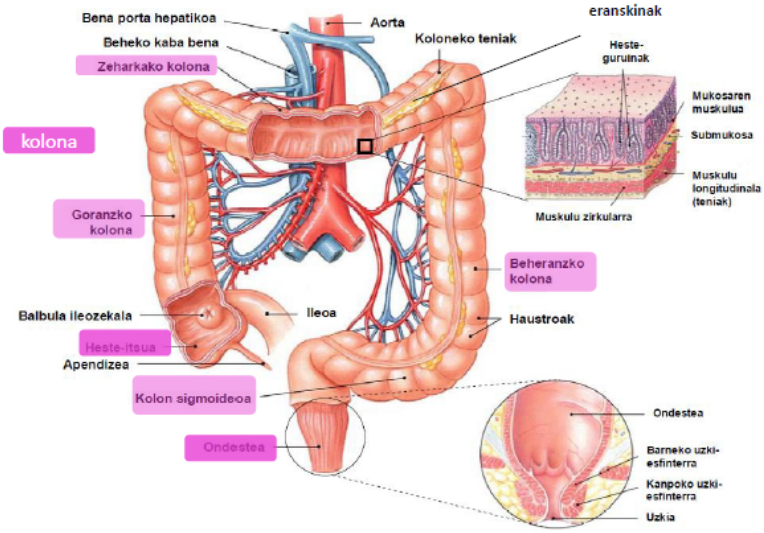
Hodi gastrointestinalaren azken atala da, heste mehean hasi eta uzkian bukatzen dena. 7 cm-ko diametroa dauka eta 1.5 m-ko luzera. Funtzioetako bat digeritu ez diren elikagaien ura xurgatzea da, izan ere, xurgapen ia guztia heste mehean egiten da eta likidoa zen kiloa semisolidoa bihurtzen da heste lodian. Hala ere, motilitatea da bere funtzio nagusia, hau da, kiloa uzkira garraiatzea. Zati hau ez da bizitzeko ezinbestekoa.

Anatomiari dagokionez hiru atal bereizten dira: **teniae coli** (koloneko teniak, luzeratako muskulua 3 muskulu leun banda), **haustra** (haustroak, saku formako egiturak) eta **epiploic appendages** (epiploiko eranskinak).

Apendizea

Gorputzaren immunitatean oso garrantzitsua den ehun linfoidea da, baina ez da bizitzeko beharrezkoa. Bakterio enterikoak bertan pilatu egiten dira. Apendizitisean lumenean geratzen dira bakteria kaltegarriak, ezin dira hortik mugitu (gorotzengatik ematen den blokeoa) eta pilatzen direnean biderkatzen hasiko dira inflamazioa sortuz. Ondorioz iskemia gertatuko da, odol fluxua moztuz eta apendizea nekrosatuko da ez zaiolako odolik iristen. Hori gertatzen denean apendizea kendu behar da.

Nekrosatuta dagoenean apurtu daiteke eta bakterioak askatu organismora, horregatik kendu behar da.



Irudia:

1. Heste itsua
2. Kolona: atal luzeena eta beste lau zati ditu: goranzkoa, beheranz-koa, zeharkakoa eta sigmoideoa.
3. Ondestea
4. Uzki kanala: 3cm-ko luzera dauka. Bi muskulu geruza daude: barrukoa muskulu leuna da eta hau ezin dugu guk kontrolatu. Kanpokoa aldiz bai kontrolatu dezakegu (uzkurtzea edo ez).

Histologia

Hemen ez dira agertuko beste ataletan ikusi ditugun zelulak edo aldaketak, ez baitauka digestio edo xurgapeneko funtzio oso handirik, hori dela eta ez dugu ez tolesturarik, ez biloxkarik ezta azalera handitu beharrik. Gauzak horrela, epitelioa sinplea da (uzki kanalean izan ezik) eta digestioa egiten ez denez ez da entzimen ajriapenik betetzen.

Kripta asko eta sakonak daude eta horietan Globet zelula ugari daude. Hauek mukia jariatzen duten zelulak dira, gorotzen igarotzea erraztuz eta paretak marruskaduratik, azidoetatik eta gasetatik babestuz. Uzki kanalean, aldiz, epitelio estratifikatua dago urradura handiagoa jasaten duelako.

Digestio aparatuan zehar bakterioak daude, batez ere heste lodian, eta horri mikrobioma deritzo. Jaiotzen garenean ez duakagu mikroorganismorik eta jaten hasten garenean mikroorganismoak sartzen zaizkigu. Heste lodira heltzen diren bakterio gehienak hilda daude lisozimen, defentsinen eta azidoen ondorioz. Baina batzuk bizirik heltzen dira eta beste batzuk uzkitik sartzen dira, bakterio flora sortuz.

Kolona kolonizatze dute eta sinbiosi moduko bat sortzen da, non bakterioek gure organismoak berez digeri ezin ditzakeen karbohidratoak apurtzen dituzten. Produktutzak azidoak eta gasak sortzen dira (dimetil sulfuroa, H_2, N_2, CH_2, CO_2...). Hori dela eta egunero 500 mL gas ekoizten ditugu. Horrez gain, bakterio hauek B eta K bitaminak sintetizatzen dituzte.

Nola mantendu balore fisiologikoak? onak eta txarrak diren bakterioak ditugu eta biek kolonizatzen dute heste lodia, baina momentu batean oreka lortzen da haien erreplikazio tasa eta gure organismoak horiek hiltzeko duen tasaren artean. Ondorioz, errepikatu arren kentzen ditugunez ez dira gehiegi igotzen.

Digestio prozesua heste lodian

Berez digestio prozesu oso txikia egiten du hesteak, bakterioek eramaten baitute lan hori aurrera. Horrela, heste lodira iristen den kiloak nutriente gutxi ditu jada eta geratzen direnak bakterioek digerituko dituzte. 12 ordu ematen ditu kiloak heste lodian gutxi gorabehera.

Heste lodian, hala ere, ia ur guztia xurgatzen da eta horrekin batela elektrolitoak ere berreskuratzen dira. Hori, ordea, ez da bere funtzio nagusia, motilitatea, propultsioa eta gorotzen kanporaketa egitea baita.

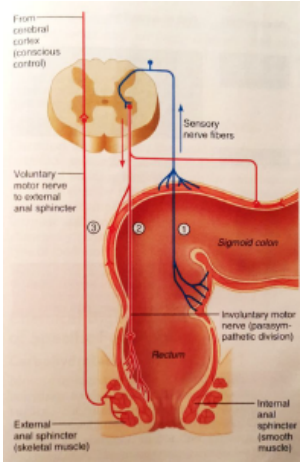
Motilitatea

- **Mugimendu retrogradoa** (goranzko kolonaren beheko zatian): Kiloa balbula ileozekaletatik pasatu eta gero geste lodiaren pareten kontra egiten du, xurgapena bultzatzeko.

- **Haustroen mugimendua** (goranzko, zeharkako eta beheranzko kolonean): Segmentuen mugimendu mantsoak ematen dira 30 minuturo eta horrela hondakinen nahasketa eta uraren xurgapena egiten da. Gorotzak uzkirantz mugitzen dira.

- **Masa mugimendua** (beheranzko kolonaren azken zatia): Gorotzen propultsioa eragiten du uzkirantz, uzkurdura uhin potenteak izaten dira eta normalean jan eta gero aktibatzen dira.

Sabelustea



Uzkira iristen diren gorotz semisolidoek hondakinak, mukia, zelula epitelialak eta miloika bakterio dituzte. Egunero 500 mL inguru kilo sartzen da heste-itsuan eta 150 mL bihurtzen dira gorotz. Sabeluste erreflexua parasinpatikoa da eta horrek kolon sigmoideoa eta ondestea uzkurtu egiten du eta hodi esfinterra erlaxatzen du. Momentu horretan seinalea garunera heltzen da eta guk erabakitzen dugu muskulu eskeletikoarekin zer egin. Era berean, boluntarioki diafragma eta sabel paretako muskuluak uzkurtu daitezke sabelustean laguntzeko.

Haurrek sabeluste automatikoa dute ez daukatelako kanpo esfinterra kontrolatzeko ahalmenik.

Digestio kimikoa eta xurgapena

Digestio kimikoa

Digestio kimikoa hidrolisi entzimatikoan datza. Beraz, makromolekulak monomerotan bihurtzeko prozesu katabolikoa da, ondoren xurgatu daitezen.

- Hidrolisi: ur molekula gehitzen da eta makromolekula puskatu edo lisatu egiten da.

Kabohidratoak

Normalean egunero 200-600 g hartzen dira. Monosakaridoak erraz xurgatu daitezke; hala nola, glukosa, fruktosa eta galaktosa. Era berean, sukrosa, laktosa eta maltosa bezalako disakaridoak ere digeritu ditzake. Baina elikagaietan gehien bat polisakaridoak gaertzen dira, glukogenoa eta batez ere almidoia.

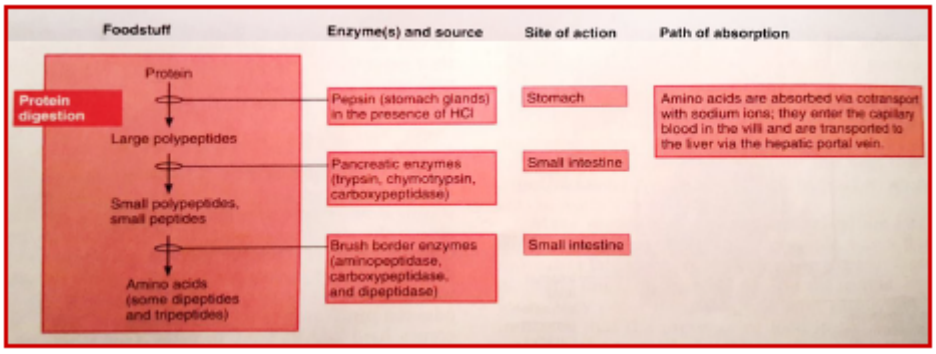
Almidoia digestioa ahoan hasten da listuan dauden amilasekin eta ondoren heste mehean entzima asko agertuko dira prozesu horrekin jarraitzeko. Adibidez, amilasa pankreatikoak, dextrinasa eta glukoamilasa eta azkenik, maltasa, sukrasa eta laktasa.

Laktosarekiko intolerantzia kasua: Txikitan laktasa entzima asko daukagu eta ez daukagu arazorik laktosarekin. Baina kasu batzuetan helduaroan laktosa digeritzeko ahalmena galtzen da. Laktosa heste lodira heltzen denean, osorik dagoenez, bakterioek digeritzen dute.

Proteinak

Normalean 125g egunero (+ entzimak eta zelulak). Aminoazidoetan bilakatzen da urdailean, non, pepsinogenoa pepsina bihurtzen den eta tirosina eta fenilalanina aminoazidoak mozten dituen. Ondoren, heste mehean areatik heltzen dira tripsina, kimotripsina eta karboxipeptidasa eta mikrobiloxketatik barboxipeptidasa, aminopeptidasa eta dipeptidasa jariatzen dira.

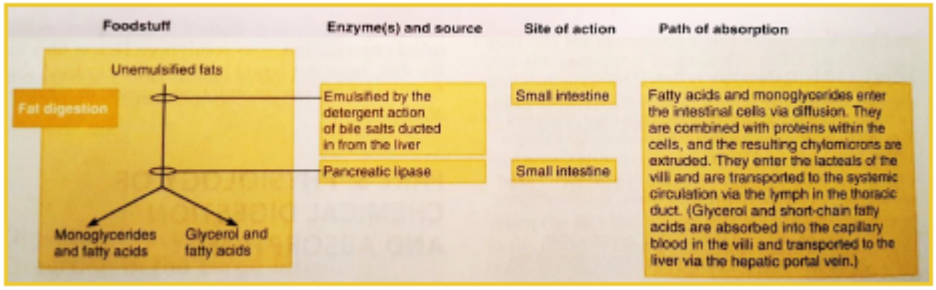
Pepsina ⟶ polipeptidoak + aa
tripsina + kimotripsina ⟶ peptidoak
karboxipeptidasa + aminopeptidasa + dipeptidasa ⟶ aa

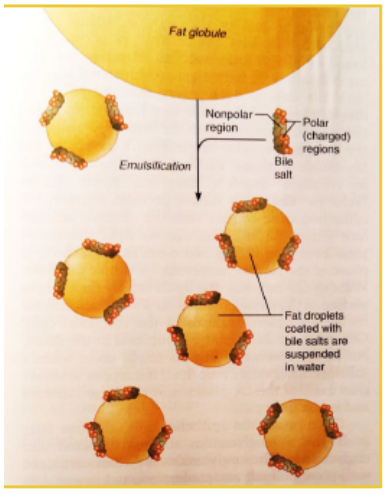


Lipidoak

Normalean 30-150 g egunero. Heste mehean digeritzen dira areako lipasen bidez, baina hauen aktibitate egokia ziurtatzeko behazuna ezinbestekoa da, zeinek lipidoak emultsionatuko dituen molekulak tanta txikiagoetan sakabanatuz.

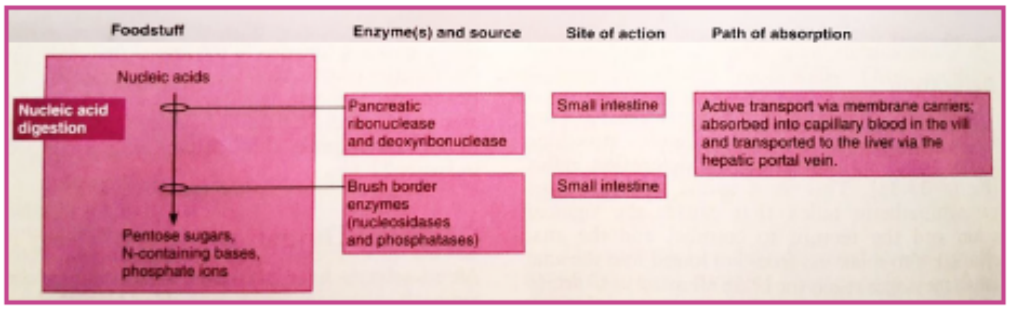
Lipasa ⟶ monoglizeridoak + gantz azidoak





Azido nukleikoak

DNA eta RNA gutxiago aurkitzen da elikagaietan, baina dagoen guztia heste mehean hidrolisatzen da nukleasa pankreatikoen eta mikrobiloxketako nukleosidasen eta fosfatasen bidez (baseak, pentosa eta fosfato ioiak).



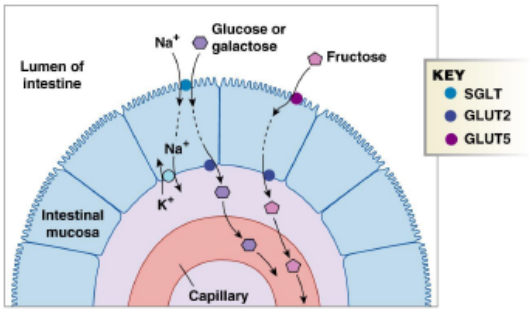
Xurgapena

Egunero 10 L janari, ur eta aparatu gastrointestinaleko jariakin heltzen dira. Heste lodira litro bat heltzen da, urez, elementu digeriezinez eta bakterioez beteta, izan ere, heste meheko duodeno eta jejunoan janaria, elektrolitoen %80a eta ur gehiena xurgatu baitira.

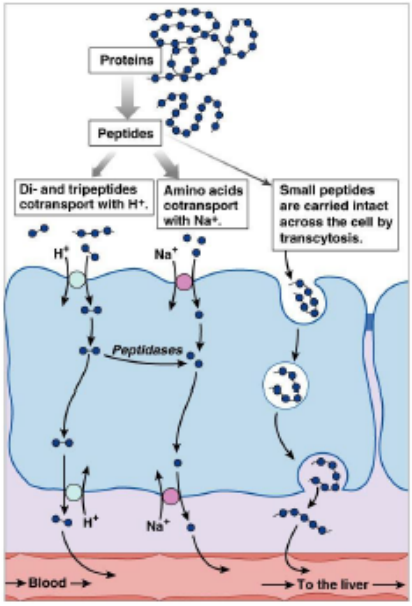
Ileoian behazun gatzak xurgatzen dira, ondoren birziklatzeko. Nutrienteei dagokienez, gehienak garraio aktibo bidez xurgatzen dira honako ibilbidea jarraituz: kapilareak → porta zaina → gibela. Bestalde, zenbait lipido difusio pasiboz igarotzen dira lakteara, ondoren likido linfatikoan zehar odolera garraiatuak izateko.

Karbohidratoak

Glukosa eta galaktosa 2. mailako garraio aktiboz mugitzen dira sodioarekin batera garraio sinportea osatuz. Fruktosa, aldiz, garraio pasibo bidez sar daiteke, GLUT2 eta GLUT5 proteinen bidez.



Glucose enters the cell with Na^+ on the SGLT symporter and exits on GLUT2. Fructose enters on GLUT5 and exits on GLUT 2.



Proteinak

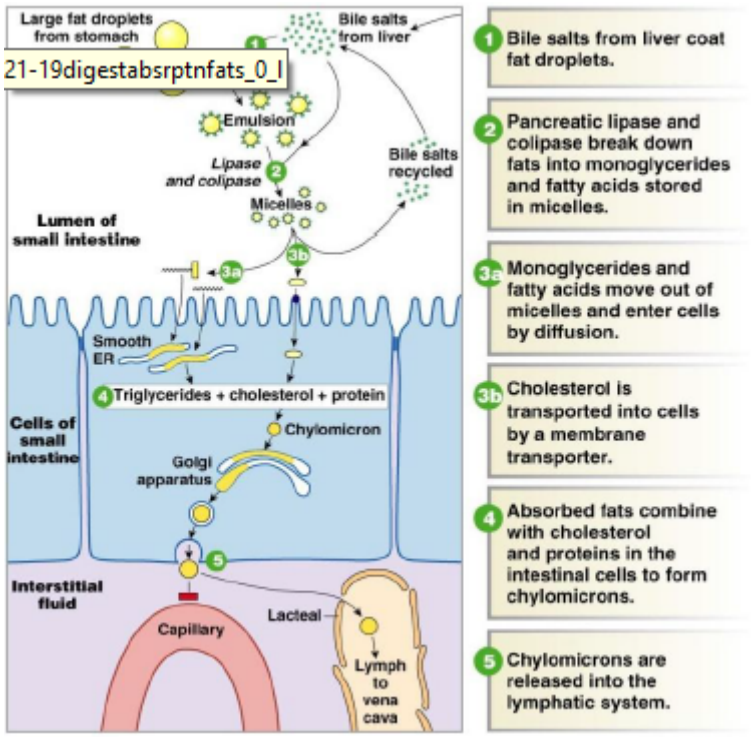
Aminoazidoen egitura oso aldakorra da eta ondorioz, garraio proteina ezberdinak daude egitura mota bakoitzarentzat. Hala ere, gehienak sodio menpeko garraiatzaile bidez xurgatzen dira. Dipeptido eta tripeptidoak, aldiz, H+ bidezko garraio sinporte bidez barneratzen dira eta zelula barruan aminoazidoak askatzen dira, ondoren difusioz kapilareetara pasatzeko.

Alergiak: Epitelioko mukosa garatu gabe daukate eta ondorioz proteina osoak pasatzen dira odolera. Horiek organismoak patogeno moduan detektatzen ditu eta ondorioz alergia moduan erantzuten du gorputzak.

Lipidoak

Mozeletan garraiatzen dira, zein monoglizeridoz edo gantz azidoz, behazun gatzez eta lezitinaz osatzen den. Horrela, mizelak mintzara edukia difusioz pasatzen dio. Kolesterola, aldiz, garraiatzaile espezifikoen bidez barneratzen da.

Zelula barruan TAG-ak lortu arte metabolizatzen dira eta ondoren, TAG + fosfolipidoak + kolesterola + lipoproteinak elkartu eta kilomikroia sortzen da. Hori exozitosiz kanporatuko da eta hodi linfatikoan zehar kaba zainera heldu eta organismoan zehar banatuko da.



Azido nukleikoak

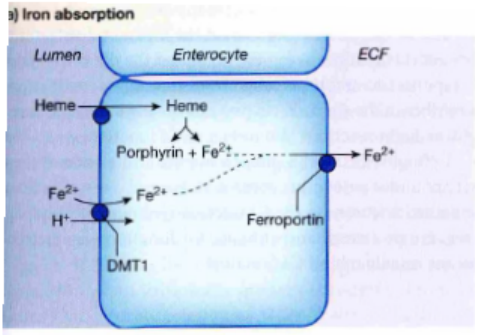
Pentosak, baseak eta fosfato ioiak garraio aktiboz barneratzen dira, garraiatzaile berezien bidez, eta ondoren odolera heltzen dira.

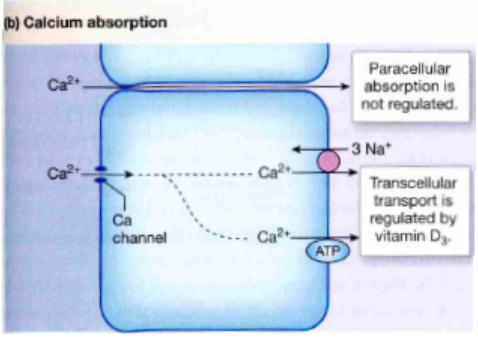
Bitaminak

Gehienak heste mehean xurgatzen dira eta heste lodian xurgatzen direnak bakterioek sortutako B eta K bitaminak dira. Liposolugarriak direnak (A, D, E, K) lipidoekin batera xurgatzen dira difusio pasiboz. Hidrodisolbagarriak direnak, aldiz, garraiatzaile espezifikoen bidez xurgatuko dira. Salbuespen bakarra B12 bitamina da, zeinek urdailean jariatzen den faktore intrintsekoa behar duen xurgatua izateko.

Elektrolitoak

Janari eta jariakinetan dute jatorria. Sodioarena adibidez, aminoazido eta glukosaren garraio sinportean barneratzen da, eta gainontzekoek sodioak ezarritako potentzial elektrikoa jarraitzen dute.

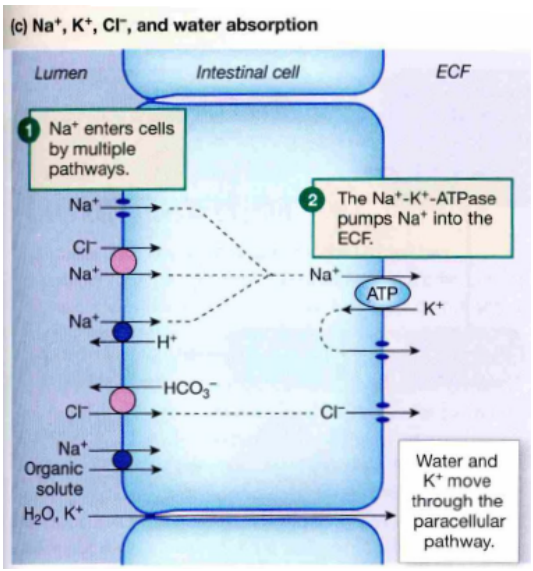




Nutriente gehienentzat xurgatzen den kantitatea eta heste mehera heltzen dena berdina da, baina burdin eta kaltzio xurgapena gorputzaren beharren araberakoa izango da. Burdinaren kasuan, hemoglobina sortzeko beharrezkoa dena, aldiz, aktiboki sartzen da zeluletan eta bertan ferritina proteinarkein elkartzen da, zeinen funtzioa burdina biltegiratzea den. Beharrezkoa ez denean epitelioan mantentzen da, eta behar denean odolera igarotzen da.

Kaltzioaren kasuan, aldiz, xurgapena odolean dugun kopuruaren menpekoa da. Honen kofaktorea bitamina D aktiboa da eta paratiroideak erregulatzen du sistema endokrinoaren bidez.

Ura

%95a heste mehean xurgatzen da eta gainontzekoa heste lodian. Ioien garraioak eragindako gradiente osmotikoaren odnorioz ura mugiarazten da hoditik organismoa difusio pasiboz.

Gluten enteropatia: Glutenak heste mehean dauden bilioak kaltetzen du eta mikrobiloxken luzera murrizten du.