

# **DIGESTIVNI SISTEM (GI)**

**Prof. dr Natalija Fratrić**

**Katedra za fiziologiju i biohemiju**

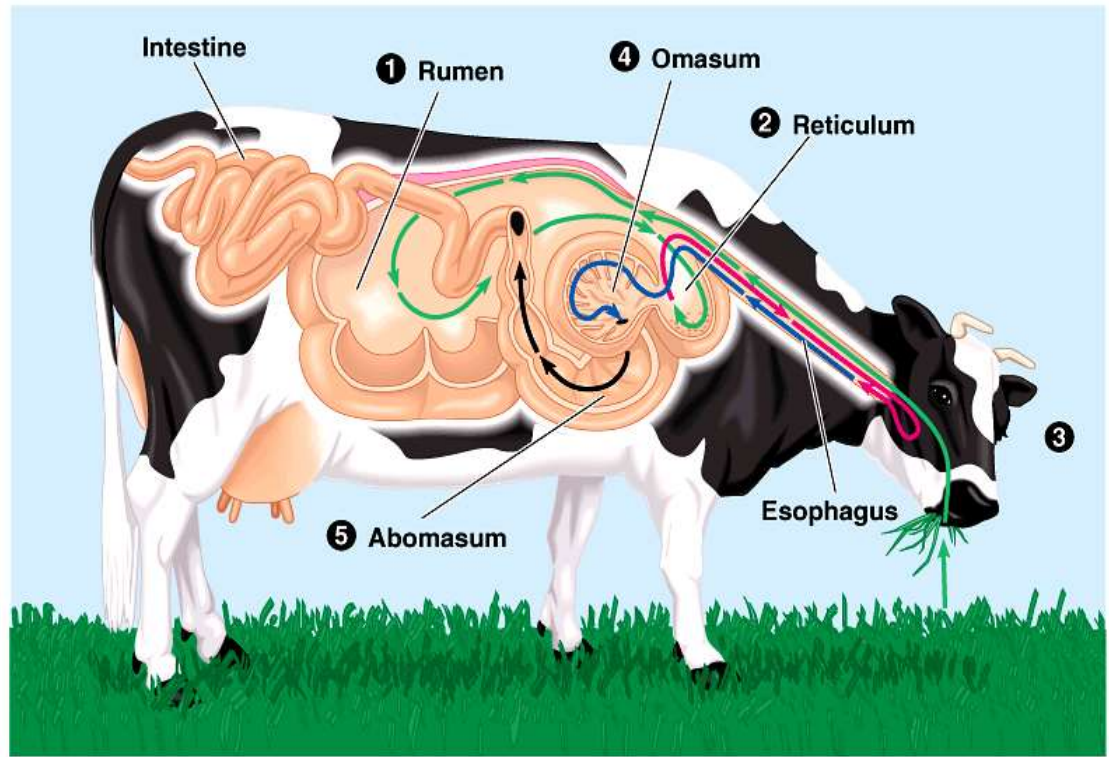
# DIGESTIVNI SISTEM

## GASTROINTESTINALNI TRAKT (GI)



# FUNKCIJE GI. TRAKTA

- ▶ motilitet
- ▶ sekrecija
- ▶ varenje
- ▶ resorpcija
- ▶ ekskrecija
- ▶ sinteza
- ▶ Zaštita
- ▶ endokrina



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

# VARENJE

- ▶ **Mehanički pokreti** (žvakanje, gutanje, pokreti želudca i creva)
- ▶ **Enzimi**
  - digestivnih sokova :pljuvačke, želudačnog, crevnog sok, pankreasa itd
  - hrane
  - saprofitske mikroflore i mikrofaune

# DIGESTIVNI TRAKT

## Prema načinu ishrane

- ▶ Herbivore-biljojedi
- ▶ Karnivore-mesojedi
- ▶ Omnivore-svaštojedi



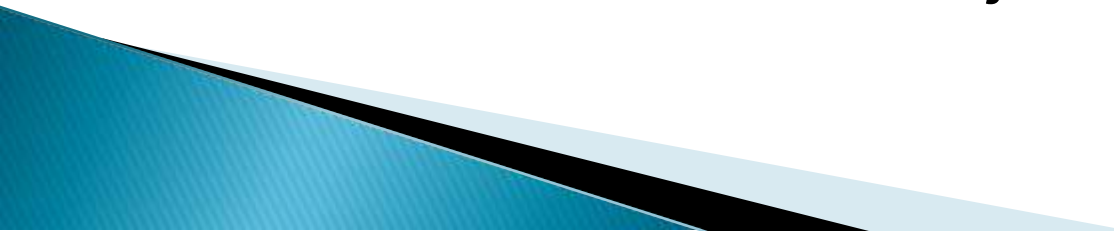
# Glad, sitost, apetit

- ▶ **glad**-potreba za unošenjem hrane
- ▶ **apetit**-potreba za unoš. određene vrste hrane
  - može postojati i bez osećaja gladi
  - gladne-nekada nemaju apetit
  - bolesna stanja-gubitak apetita
- ▶ **centi** za glad i sitost-u **hipotalamusu**
- ▶ **Teorije gladi**
  - glikostatska
  - lipostatska (adipsin, leptin)
  - aminostatska (pad aminokiselina)

# Glikostatska teorija

- ▶ Odnos centara za sitost i glad ogleda se:
- ▶ **Neuroni centra za sitost nisu propustljivi za glukozu bez insulina**
- ▶ **Nakon obroka glikemija je povećana-luči se insulin**
- ▶ Insulin omogućava ulazak glukoze u centar za sitost
- ▶ On luči holecistokinin koji inhibira centar za glad
- ▶ centar za glad ima tonusnu aktivnost koju inhibira holecistokinin i gubi se osećaj gladi
- ▶ **Glikemija-glavni regulator**

# Gladovanje: potpuno i nepotpuno

- ▶ **Potpuno**- jedinka uopšte ne uzima hranu  
čovjek, pas-mogu da gladuju i do mesec dana  
konj i goveče do 10 dana
  - ▶ **Nepotpuno gladovanje**:kvalitativno i kvantitativno
  - ▶ **Kvalitativno**-količinski zadovoljava ali nema sve sastojke
  - ▶ **Kvantitativno**- svi sastojci u nedovoljnoj količini
- 

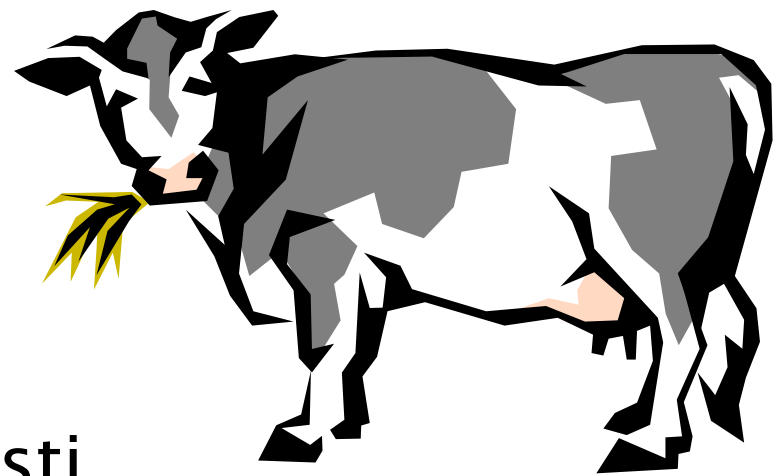


# Žeđ

- ▶ potreba za unošenjem vode
- ▶ Suva usta, ždrelo, smanjeno lučenje pljuvačke
- ▶ **Faktori koji utiču na nastanak žeđi:**
- ▶ Povećana osmolarnost krvi (hemokoncentracija)
  - Unošenje više soli, prolivi, povraćanje, znojenje
- ▶ Smanjenog volumena krvi (krvarenje)
- ▶ Povećana telesna temperatura
- ▶ **Centar je u hipotalamusu**
- ▶ **Bez vode - samo nekoliko dana, osim kamile, magarca**

# VARENJE U USTIMA

- ▶ uzimanje hrane i tečnosti
- ▶ Žvakanje
- ▶ pljuvačka



# Unošenje hrane

- ▶ Usne, jezik, zubi - hvatanje, unošenje, usitnjavanje
- ▶ Izbor i kvalitet hrane - preko čula
- ▶ Preživari: čula vida, dodira, ukusa
- ▶ Konj- čula ukusa, vida, dodira
- ▶ Svinja- čula dodira, mirisa, ukusa
- ▶ Pasa- miris, ukusa
- ▶ Ptica- dodira i vida

# Uzimanje hrane

- ▶ konji (vrlo pokretljivim usnama i sekutićima)
- ▶ goveda (jezikom i sekutićima, brašnaste koncentrate-usnama)
- ▶ ovce i koze (vrlo pokretljivim usnama)
- ▶ svinje (jezikom i zubima)
- ▶ psi (zubima-sekutići i očnjaci)

Životinje unose tečnost stvaranjem vakuma u usnoj duplji (zarone usne i usisavaju tečnost).



# Žvakanje hrane-mastikacija

- ▶ Podstiče lučenje pljuvačke
- ▶ Formira se bolus-zalogaj
- ▶ **Dobri žvakači:čovek, svinja, konj, mačka**
- ▶ **Loši žvakači:preživari, psi**
- ▶ Sekutići-seku, očnjaci kidaju, kutnjaci-melju)
- ▶ Temporalni tip žvakanja (psi i mačke)
- ▶ Maseterski tip - usitnjavanje kutnjacima

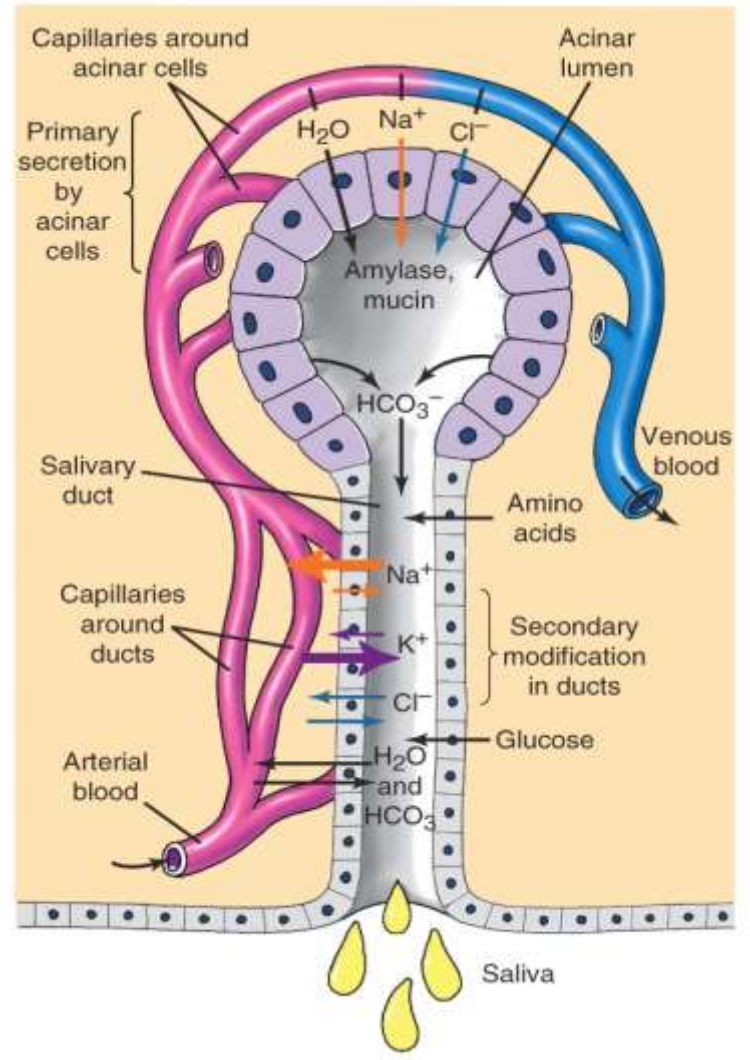
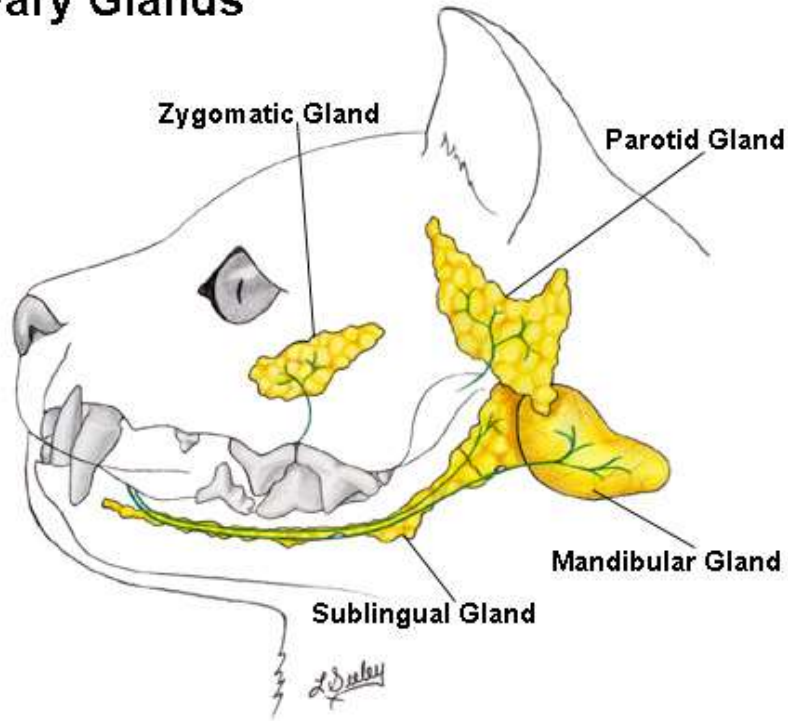
# PLJUVAČKA

- ▶ Sekret pljuvačnih žlezda:  
velikih: parotidnih, submaksilarnih i sublingvalnih  
malih pljuvačnih žlezda (luče stalno plj.)
- ▶ Grade ih dva tipa ćelija: serozne i mukozne  
zaušne: seroznu pljuvačku (sem mesojeda)  
podjezične i podvilične – mešovitu
- ▶ Velike- luče pljuvačku samo kod uzimanja hrane (kopitari, omnivori, mesojedi)
- ▶ Parotidna stalno, a podvilične kod unošenja hrane (kod preživara)

# PLJUVAČKA

- ▶ Količina: od vrste, od količine i kvaliteta hrane, dužine žvakanja (preživari: 120l, konji 40–50l)
- ▶ 99% je H<sub>2</sub>O, ST, 1001-1009
- ▶ pH (7,3-7,8), kod biljojeda (pH-8,1-8,4)
- ▶ Neorgan. (Na, K, Ca, Mg, HCO<sub>3</sub>, Cl, jodidi, fosfati)
- ▶ **Kod nepreživara je:** bazalna je hipotonična, povećanjem sekrecije (više na, Cl, HCO<sub>3</sub>) postaje izotonična

# Salivary Glands





# PLJUVAČKA

- ▶ **Kod preživara je: izotonična**
- ▶ Visoko puferizovana, recipročna izmena u koncentraciji fosfata i bikarbonata
- ▶  $\text{HCO}_3$  dominiraju za vreme uzimanja hrane i preživanja
- ▶ Visoko bazna reakcija (pH- 8,1-8,4) i povećana konc. urje, fosfata i bikarbonata u odnosu na krv
- ▶ Utiče na održavanje elektrohemijske reakcije buraga, osmotsku koncentraciju, jonski sastav- pozitivno utiče na umnožavanje mikroflore

# PLJUVAČKA

- ▶ **Organski sastojci:**
- ▶ **Mucini** (sluz) zaštita od mehaničkog dejstva  
-mešavina vode, elektrolita, glikoproteina  
-kod preživara u buragu slepljuju mehuriće gasa i olakšavaju podrigivanje
- ▶ **Proteini** (albimini, globulini, prot.krvnih grupa)
- ▶ **Baktericidne materije** (lizozim; sekretorni IgA, IgM, IgG, neutrofili, EGF-epidermalni faktor rasta)
- ▶ **Urea** (77% ukupnog N pljuvačke), kod preživara N iz ureje se koristi za sintezu bakterijskih proteina)
- ▶ **Enzimi** (amilaza-svinja, kunić; maltaza, pregastrična lipaza kod teladi)



# Uloge pljuvačke

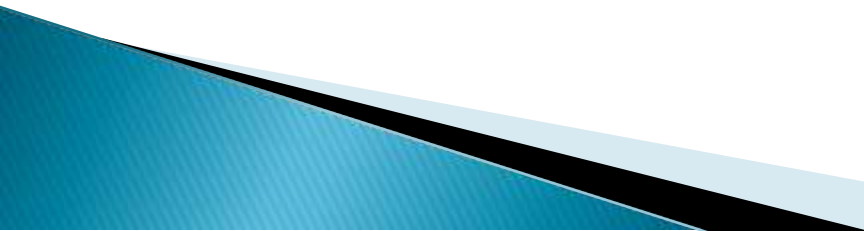
- ▶ natapanje hrane-formiranje bolusa
- ▶ Pomaže gutanje
- ▶ rastvaranje pojedinih sastojaka-osećaj ukusa
- ▶ uloga u varenju (ptijalin-amilaza)
- ▶ baktericidna uloga
- ▶ čisti sluzokožu
- ▶ u termoregulaciji-kod život. koje dahću
- ▶ Goveda – izvor ureje, neutrališe sadržaj buraga, uvećavaju mehuriće gasova

# Regulacija lučenja pljuvačke



- ▶ **Lučenje je refleksi čin**
- ▶ Mehanički i hemijski nadražaji
- ▶ **centar-produžena moždina**
- ▶ **inervacija je preko simpatikusa i parasimpatikusa** - oba stimulišu lučenje

# Regulacija lučenja pljuvačke

- ▶ **Simpatikusna pljuvačka:**  
mala količina, bogata mucinima
  - ▶ **Parasimpatikusna:**  
velika količina, bistra, ima salivarnu amilazu
  
  - ▶ **Nose i sekretorna i vazomotorna nervna vlakna**
  - ▶ Simpatikusna –vazokonstriktorna
  - ▶ Parasimpatikusna - vazodilatatorna
- 

# Regulacija lučenja pljuvačke

- ▶ bezuslovni refleks (urođen):
- ▶ **Nadražaj hemoreceptora**
- ▶ prenos aferentnim vlaknima lingvalnog i glosofaringealnog nerva do centra u produženoj moždini
- ▶ Eferentni put-simpatikus i parasimpatikus
- ▶ **Mehanički nadražaji** -naručito biljojeda - suva, gruba hrana
- ▶ nadražaj receptora u predelu kardije, retikulo-ruminalnog nabora i retikulo-omazusnog otvora

# Uslovni refleksi (stečeni)

- ▶ U njma učestvuju centri čula: vida, sluha, mirisa u kori velikog mozga
- ▶ Razdraženje sa čula **odlazi do njihovih centara u kori i uspostavlja se privremena veza između centra za čulo i centra za lučenje pljuvačke - lučenje pluvačke**
- ▶ Potrebno je predhodno istovremeno davanje hrane i nespecifičnog nadražaja  
(svetlo zvuk)

# Uslovni refleksi (stečeni)

- ▶ Posle uspostavljenog uslovnog refleksa i samo dejstvo nespecifičnog nadražaja (pr.zvuk) izazvaće lučenje pljuvačke.
- ▶ Uslovni refleks je privremen **i može se ugasiti**
- ▶ Značaj: lučenje sekreta pre nego što je stigla hrana u određeni deo digestivnog trakta i time dejstvo digestivnih sokova već na prve količine unete hrane



# GUTANJE-DEGLUTITIO

- ▶ **centar-produžena moždina**
- ▶ Faze gutanja:
  - 1. oralna (bukalna)-voljna**
  - 2. faringealna (ždrelna)-refleksna**
  - 3. ezofagealna (jednjačka)-refleksna**

*Nema jednjačke bez faringealne faze*

*Transport u jednjaku-peristaltičkim pokretima  
2 i 3 faza-dešavaju se automatski nadraživanjem  
receptora u predhodnim partijama D.T. ako se obavi akt  
gutanja*

# GUTANJE-DEGLUTITIO

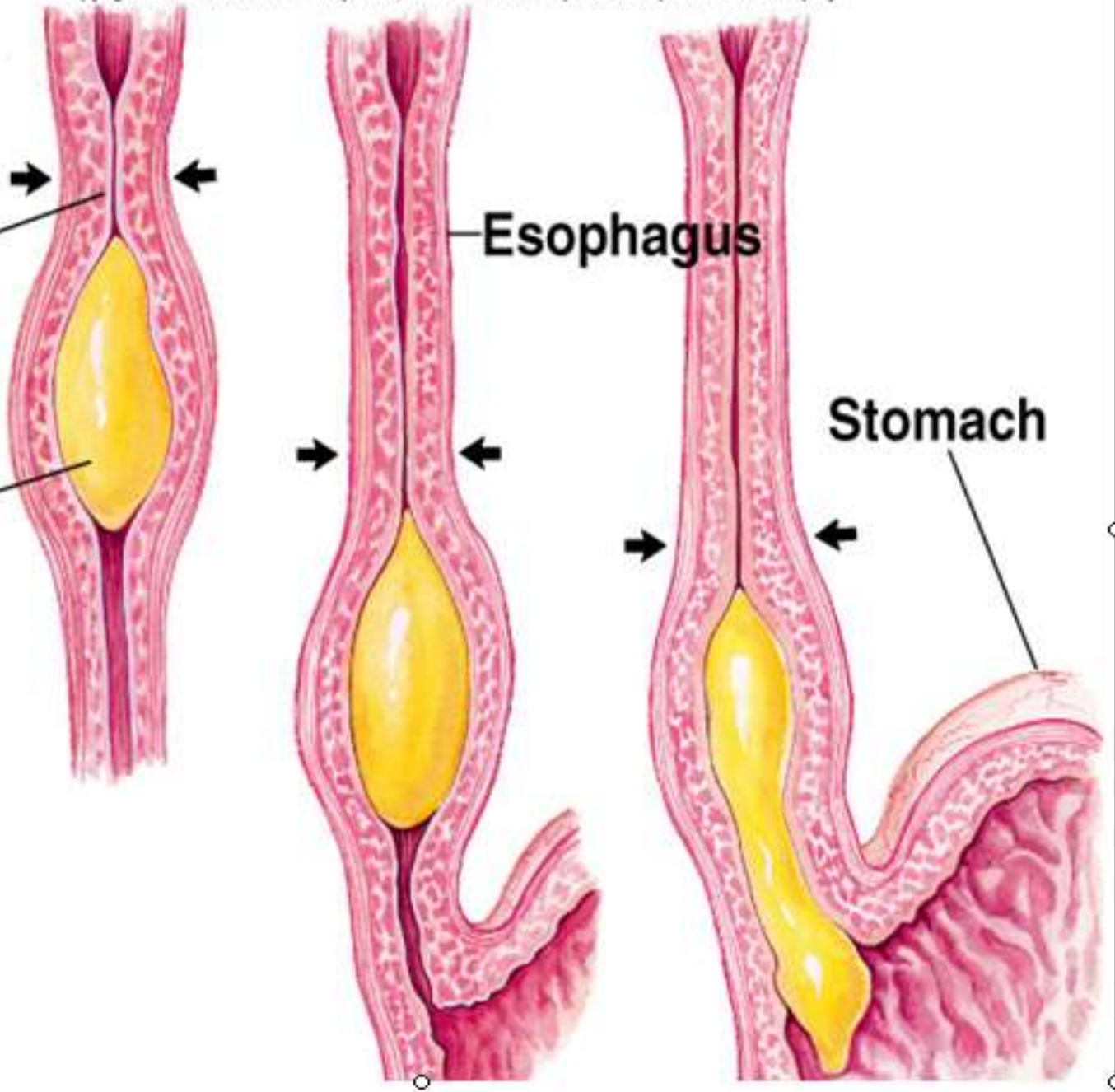
- ▶ Prava peristaltička kontrakcija jednjaka naziva se **primarna peristaltička kontrakcija**
- ▶ Sekundarna peristaltička kontrakcija (kada se unese strano telo u jednjak-istezanje zida nadražaj, perist.talas od ždrelnog jednjačkog sfinktera bez predhodnih pokreta usta i ždrela)
- ▶ Antiperistaltika-na jednjaku kod preživara-u vezi sa preživanjem i podrigivanjem

**Peristaltic wave**

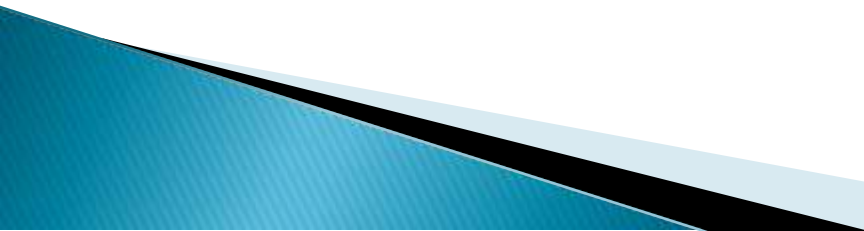
**Bolus**

**Esophagus**

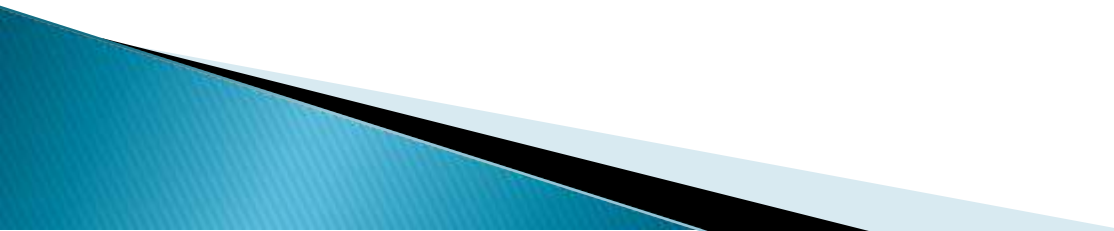
**Stomach**



# Nervna regulacija gutanja

- ▶ Oralna je voljna
  - ▶ Druge dve refleksne-refleksni luk
  - ▶ Receptori: baza jezika, farinks, meko nepce, epiglotis
  - ▶ Aferentni put: trigeminus, glosofaringeus, hipoglosus, facialis, vagus
  - ▶ Centar u produženoj moždini
  - ▶ Eferentni put- motorna vlakna istih nerava do mišića za gutanje
- 

# POVRAĆANJE-VOMITUS

- ▶ refleksni čin
  - ▶ **centar-produžena moždina**
  - ▶ antiperistaltički pokreti (aboralno)  
-fiziološki pokreti (podrigivanja, povraćanja, ishrane mladunaca nekih ptica i td.)
  - ▶ zaštitni refleks(toksini u hrani,prejedemo se)
  - ▶ može biti štetno(encefalitis,meningitis)
  - ▶ **Centralno i periferno**
- 

# POVRAĆANJE-VOMITUS

- ▶ **Centralno** (stimulacijom neurona u centru)  
-zapaljenski procesi, veći intrakranijalni pritisak, emocije, farmakološka sredstva, povrede, nadražaj čula za ravnotežu
- ▶ **Periferno** (receptora u zidu želudca, faringsa, abdomena, sa tetivnih ovojnica, zglobnih čaura)-prepunjenost želudca, neprijatni mirisi u ukusi. Impulsi stižu do centra u produženoj moždini

# POVRAĆANJE-VOMITUS

- ▶ ima predfaze (nauzea-mučnina, pojačana salivacija)
- ▶ Tok-nevoljan inspirijum sa zatvorenim epiglotisom
- ▶ **prva faza:** toraks se širi, kontrahuju se dijafragma i trbušni zid koji vrše pritisak na želudac. Povećava se pritisak u želudcu. Pilorusna regija i želudac se kontrahuju uz relaksaciju sfinktera kardije  
Sadržaj biva istisnut iz želudca i usisan u jednjak
- ▶ **druga faza:** izdisaj sa zatvorenim glotisom, toraks se skupi, pritisne jednjak, antiperistaltički talas na jednjaku, kardija je zatvorena i sadržaj ide na gore kroz usta

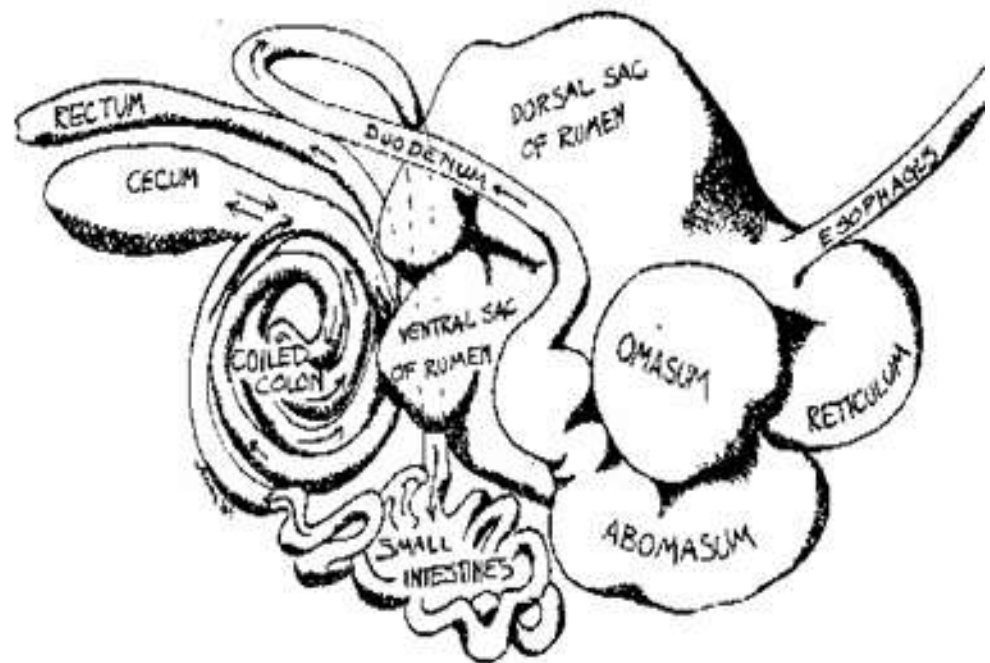
# POVRAĆANJE-VOMITUS

- ▶ **lako povraćaju**: psi, mačke, svinje
- ▶ **retko povraćaju**: koze i ovce
- ▶ kod goveda se teško uočava
- ▶ **konji retko povraćaju** - loš prognostički znak, sadržaj ide na nos



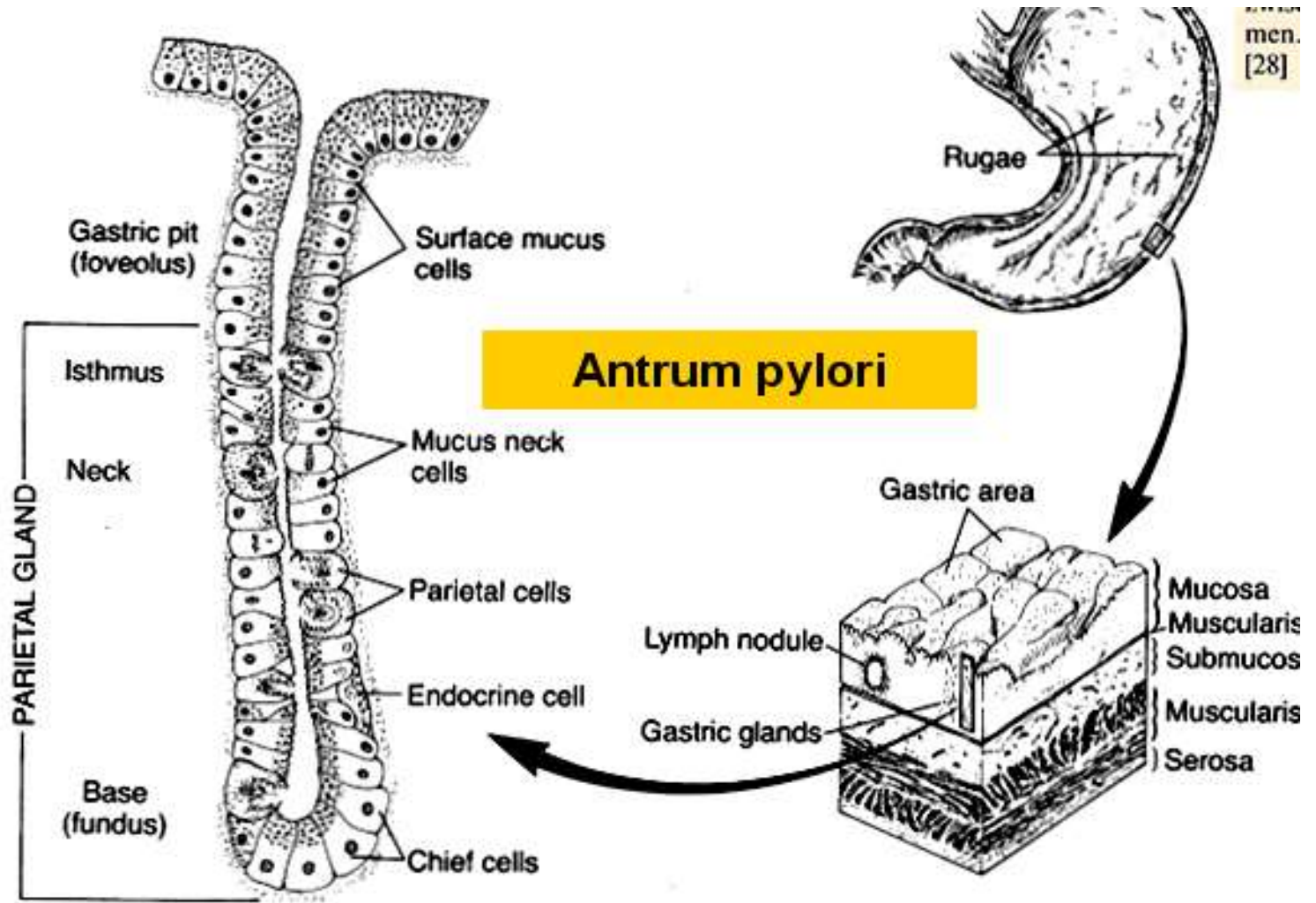
# VARENJE U ŽELUDCU

- ▶ **Monogastrične** (konj, svinja, pas, mačka)
- ▶ **Poligastrične** (goveda, ovce, koze)



# Varenje-monogastričnih žvotinja

- ▶ Prema građi sluzokože želudca (ezofagealni deo, kardijalni, fundusni, pilorusni)
- ▶ Fundusne žlezde grade 3 vrste ćelija  
**glavne** (pepsinogene)-**pepsin**  
**zidne** (parijetalne)-**HCl**  
**vratne** (mucinogene)-**mucin**



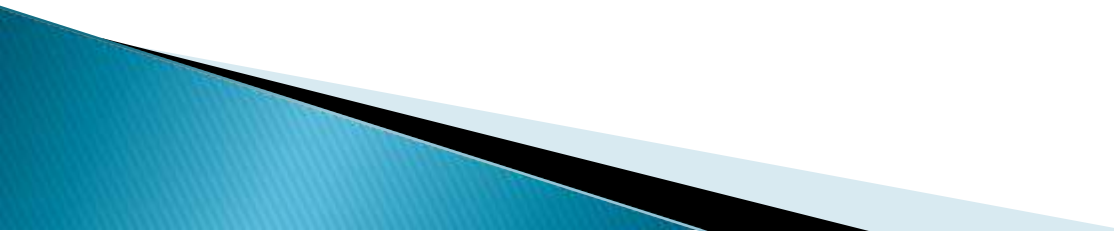
# Sastav želučnog soka

- ▶ ispituje se želučnom i fistulom jednjaka
- ▶ proizvod je lučenja površinskog epitela i želučnih žleza
- ▶ Sastav i količina - od vrste i kvaliteta hrane

# Sastav želučnog soka

- ▶ 98-99% voda, organski, neorganski sast.
- ▶ HCL (0,5-1% žel.soka)
- ▶ pH = 1,5-2 (žel.soka)
- ▶ organski (mucini i fermenti)
- ▶ Mucin-glavni proizvod sekrecije površinskog epitela (zaštitni alkalni sloj)
- ▶ Enzimi (pepsin, lab ferment, lipaza)

# Enzimi-pepsin

- ▶ pepsinogen (luče glavne ćelije)
  - ▶ pepsin - dejstvo HCl na pepsinogen
  - ▶ endopeptidaza - visokomolekulski pept.
  - ▶ pH za dejstvo je kiseo (pH=2)
  - ▶ razlaže i biljne i život. proteine
  - ▶ deluje na-elastine i kolagene
- 

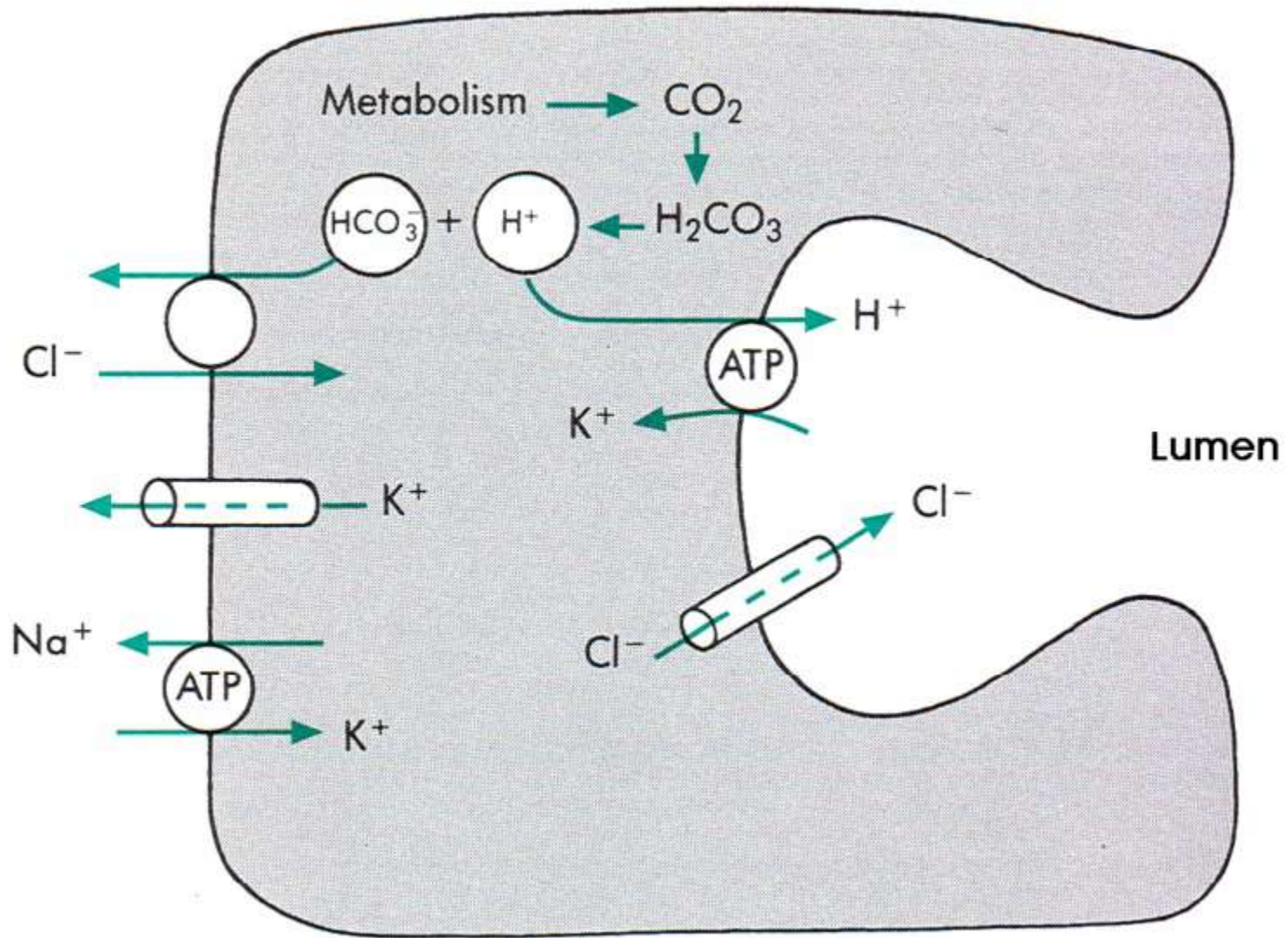
# Enzimi-lab ferment i lipaza

- ▶ himozin ili renin
- ▶ luči se kod mladih život.
- ▶ deluje u slabo kiseloj ili alkalnoj sredini
- ▶ zgrušava mleko
- ▶ deluje na kazein-parakazein sa Ca-sir
- ▶ lipaza-mali značaj, kod mladih-na emulgovane masti mleka

# Lučenje i uloge HCL-a

- ▶ parijetalne žlezde (slobodna i vezana HCl)
- ▶ ne sintetiše se u samim ćelijama
- ▶ Cl<sup>-</sup> potiču iz krvi
- ▶ zamenjuju se HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> lokalno sintetisanim
- ▶ HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>-nastaju dejstvom karboanhidraze
- ▶  $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{HCO}_3^- + \text{H}^+$
- ▶ H<sup>+</sup>(aktivnim transport- protonaska pumpa)
- ▶ H<sup>+</sup>u lumen, 1 HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> u krv u zamenu za Cl





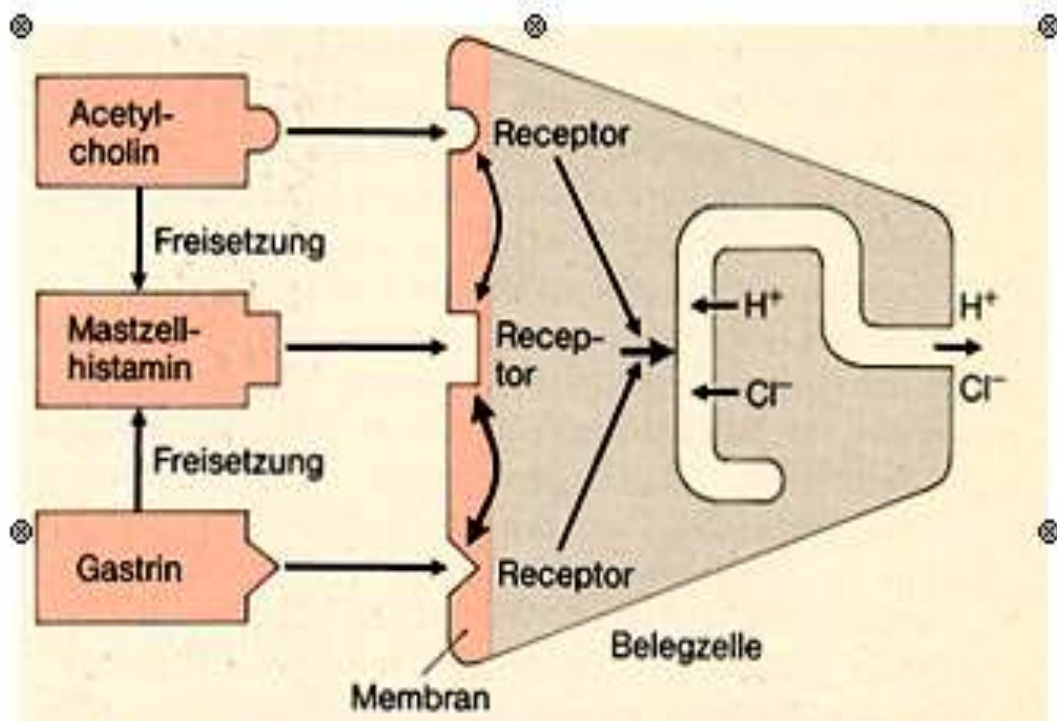
# HCL

▶ **Glavni stimulusi za sekreciju HCl-a:**

-acetilholin (nadražajem vagusa)

-gastrin

-histamin (potencira dejstvo gastrina)



**Abb. 29-24.** Dreirezeptorenmodell der Belegzelle. Es wird eine starke und obligate Interaktion zwischen Histamin- und Gastrinrezeptor und eine schwächere fakultative Interaktion zwischen Histamin- und Acetylcholinrezeptor angenommen. H<sub>2</sub>-Antagonisten blockieren den Histaminreceptor [28]

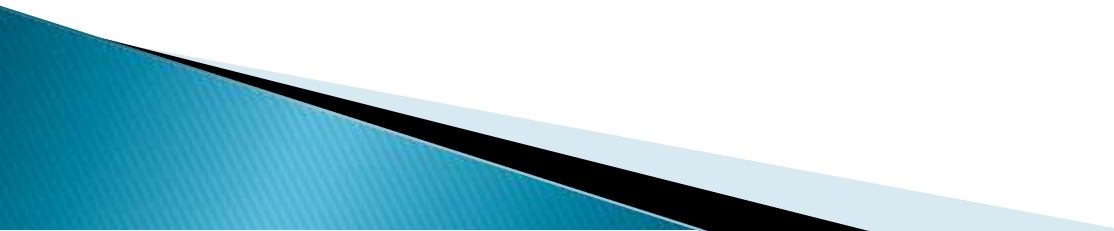
# Uloge HCL-a

- ▶ aktivira pepsinogen u pepsin
- ▶ obezbeđuje optimalni pH za pepsin
- ▶ denaturiše belančevine (acidalbumini)
- ▶ bubrenje elastina i kolagena
- ▶ rastvaranje soli-Fe i Ca
- ▶ baktericidno dejstvo

# Regulacija lučenja želud.soka

- ▶ nervna i humoralna
- ▶ **Centar**-produžena moždina
- ▶ svinje, konj, preživari-stalno luče
- ▶ karnivori, čovek- za vreme uzimanja i varenja
- ▶ 3 faze u lučenju
  - cefalična (nervna)
  - hemijska (gastrična)
  - hemijska (intestinalna)

# Cefalična-nervna faza

- ▶ **1 faza** - uslovno i bezuslovno lučenje (ogled sa prividnim obrokom)
  - ▶ Parasimpatikus-podstiče
  - ▶ Simpatikus-koči
- 

# Hemijska (gastrična)

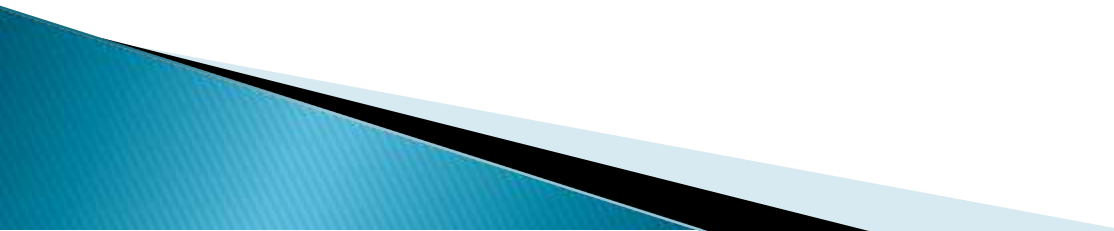
- ▶ **2 faza -kada hrana dospe u želudac**
- ▶ nema direktnog hemijskog dej.hrane
- ▶ **preko hormona gastrina** -sekrecija i motilitet
- ▶ gastrin- se luči kao:
- ▶ posledica istezanja pilorusne regije
- ▶ hemijskog nadražaja (proteini, peptidi)
- ▶ stimuliše aktivnost protonske pumpe za  $H^+$
- ▶ **povećana kiselost inhibira sekreciju gastrina**

# Hemijska-intestinalna

- ▶ **3 faza** -prelaskom mase u duodenum
- ▶ preko crevnog gastrina
- ▶ luče ga G ćelije duodenuma



# Inhibicija želudačne sekrecije

- ▶ mast - u želudacu i duodenumu
  - ▶ povećana kiselost u želudcu ( $\text{pH} < 2$ )
  - ▶ kiseline, hipertonični rast. u duodenumu
  - ▶ sekretin, holecistokinin, enterogastron
- 

# Pokreti želudca

- ▶ **mešanje** hrane
- ▶ **pokretanje** sadržaja (peristaltički)
- ▶ **pražnjenje** želudca
- ▶ hrana se različito dugo zadržava u želudcu (pas-  
nekol. h, svinja i do 24h)
  
- ▶ **Cilj:** natopljena, delimično svarena,  
homogenizovana hrana ide u duodenum
- ▶ **himus**-nastaje mešanjem hrane sa želudačnim  
sokom
- ▶ Prazan želudac-slepljeni zidovi slabi pokreti

# Pokreti želudca

- ▶ **Plastični tonus** (želudac, bešika)  
primje sadržaj, istežu se, prilagođavaju se stepenu punjenosti, a zid se relaksira
- ▶ prvi talasi dolaze od fundusnog dela (slabi)
- ▶ prema pilorusu jači
- ▶ **pokreti su pod kontrolom 2 spleta ganglijskih ćelija**  
**majsnеров** - submukozni pleksus  
**auerbahov**-između cirkularne i longitudinalne mus.
- ▶ ekstramuralna inervacija (**simpatikus i parasimpatikus**)

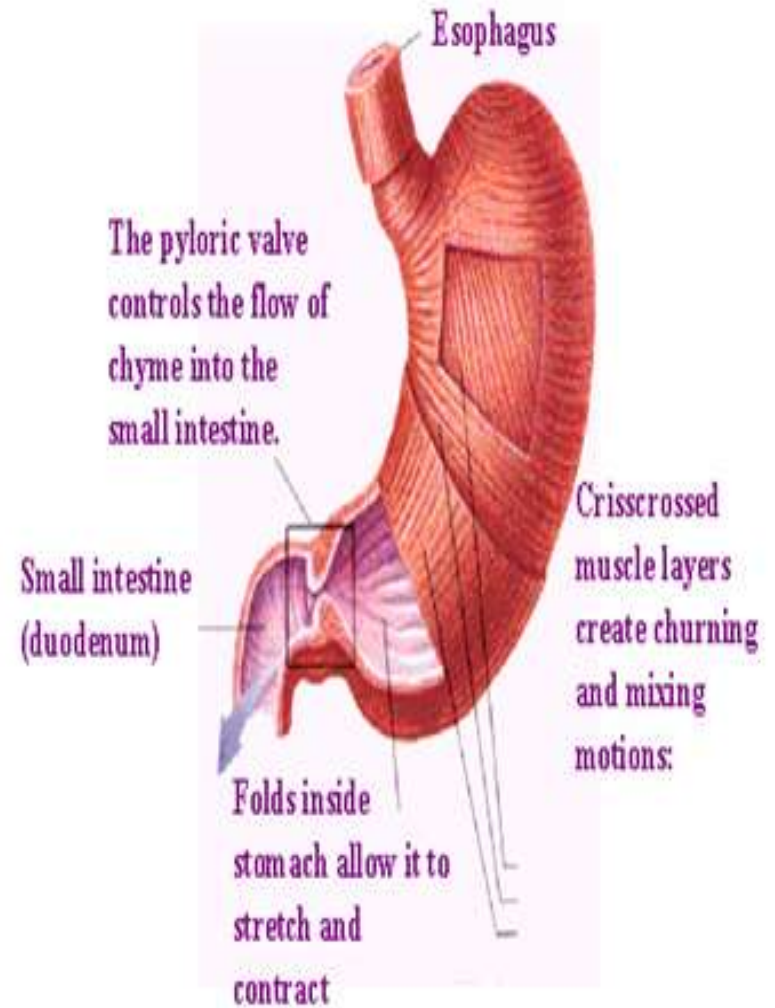
# Pokreti želudca

- ▶ Za vreme hranjenja-stomak miruje
- ▶ Posle punjenja-peristaltički talas počinje od srednjeg dela prema pilorusu
- ▶ Kad dođe do pilorusa:  
ide do sfinktera (kod mačke)  
ili na početku pilorusnog dela (antrum) postaje jak-dubok, odvaja pilorus od ostalog dela želuca (antrum i pilorus se kontrahuju i sadržaj prelazi u duodenum (čovjek, pas)-antralna sistola
- ▶ Sfinkter pilorusa se kontrahuje-kada peristaltički talas dođe do njega

Food is stored in this area



Food is mixed and churned in this area



# Pražnjenje želudca

- ▶ Zavisí od zapremine i sastava himusa
- ▶ Regulacija se odigrava refleksno:
- ▶ Nervnim putem **preko vagusa-enterogastrični refleks** ( $\text{pH} < 3$  aktivira enterogastrični refleks) i sprečava pražnjenje želuca (dok kiseli sadržaj ne bude neutralisan pankreasnim sokom i žuči)
- ▶ Preko hormona-enterogastrona
- ▶ Receptori za ove reflekse su u zidu duodenuma (registruju hemiski sastav hrane koja ulazi u duodenum)

# Pražnjenje želuca

- ▶ Druga vrsta receptora su **osmoreceptori**
- ▶ Hipertonični rastvori inhibiraju pražnjenje želuca sve dok on ne postane izotoničan
- ▶ Hemijske materije kao što su masti, masne kiseline, peptoni, aminokiseline, šećeri utiču na pražnjenje želuca preko hemoreceptora (potstiče se lučenje hormona enterogastrona)
- ▶ Ovaj hormon smanjuje i tonus i pokrete želuca

# Varenje hrane u želucu

- ▶ Dolazi do fizičkih i hemijskih promena unete hrane
- ▶ HCl (denaturiše proteine u oblik na koji enzimi lako deluju), rastvaraju nerastvorne soli Fe i Ca
- ▶ Hemijsko razlaganje-pod uticajem enzima iz plućačke, želuca, prisutnih u hrani i bakterijama



# Varenje hrane u želucu

- ▶ Enzimi bakterija nisu značajni kod monogastričnih životinja (HCl ih uništava)
- ▶ Dve faze u razgradnji hranljivih materija:
- ▶ Amilolitička i proteolitička
- ▶ Amilolitička na početku varenja (usled bazne elektrohemijske reakcije pljuvačke i amilaze)
- ▶ Kada dođe do potpunog zakišeljavanja dolazi do proteolitičke faze
- ▶ U jednom momentu u želucu se mogu odvijati obe faze (novoprogutana hrana-prva faza, u pilorusnom delu druga)

# Varenje hrane u želucu

- ▶ Razlaganje proteine počinje kada se pepsinogen aktivira u pepsin (pod uticajem HCl)
- ▶ Razlažu se do visokomolekulskih peptida i napuštaju želudac
- ▶ Pepsin razgrađuje i proteine vezivno tkivnih vlakana (sadržaj mišićnih i masnih ćelija postaje dostupan razgradnji)
- ▶ HCl rastvara soli Ca, organski deo biva razgrađen pod dejstvom pepsina
- ▶ Nukleoproteidi-razlažu se do nukleinskih kiselina

# Varenje hrane u želucu

- ▶ Kod mladih život. himozin dovodi do koagulacije kazeina (parakazein sa Ca-gruš) koji se pod dejstvom pepsina razlaže do polipeptida
- ▶ Ugljeni hidrati se razlažu pod uticajem pljuvačne amilaze do maltoze, pod uticajem enzima hrane i bakterija (u centralnom delu hrane)
- ▶ Za razlaganje masti ne postoje uslovi