

# FIZIOLOGIA DIGESTIEI

## INTRODUCERE

**Digestia** = funcția de nutriție prin care se asigura transferul substanțelor nutritive conținute în alimente, al apei, a vitaminelor și a mineralelor din mediul extern spre mediul intern al organismului.

*Substanțele nutritive:*

- substanțe conținute în alimente → macromolecule care nu pot străbate mucoasa tubului digestiv pentru a ajunge în circulație

→ este necesară intervenția activă a:

→ enzimelor din sucurile digestive → digestie chimică

→ activității motorii a tubului digestiv → digestie mecanică

→ Digestie = transformarea macromoleculelor în molecule mici, solubile și absorbabile → străbat peretele tubului digestiv prin procesul de absorbție → ajung în sânge și limfă

→ Absorbția

### Structura funcțională a tubului digestiv

Tubul digestiv = canal alimentar deschis la ambele capete → se întinde de la cavitatea bucală la anus

Glandele anexe = salivare, ficat, pancreas

Structura peretelui tubului digestiv → 3 tunici

1. seroasă → externă

→ lipsește la nivelul esofagului și rectului → înlocuită de adventiție

2. mijlocie → musculară

→ 2 straturi: extern, longitudinal; intern, circular

→ fibre musculare netede

→ fibre striate la nivelul cavității bucale, faringelui, 1/3 superioare a esofagului

→ plex mienteric Auerbach → reglarea activității motorii

3. internă → submucoasă

→ plex submucos Meissner → reglarea activității secretorii

→ mucoasă

→ musculara mucoasei: fibre musculare, dispuse longitudinal, care

prin contracție determină încrețirea mucoasei → plicaturarea mucoasei

→ glande formate din două tipuri de celule:

→ celule seroase → secreție de enzime

→ celule mucoase → mucus → rol lubrifiant și protector

→ secreția este stimulată de prezența alimentelor și se adaptează cantitativ și calitativ la compoziția alimentelor

### Secreția glandulară

→ elaborare de

1. Substanțe organice → enzime!

2. Apă și electroliți

### 1. Secreția de substanțe organice

- sinteza enzimelor se realizează de către ribozomi
- sunt transportate la nivelul reticulului endoplasmatic
- „împachetare” în vezicule la nivelul aparatului Golgi
- exocitoza  $\text{Ca}^{2+}$ -dependentă a veziculelor secretorii
- factorii nervoși și umorali  $\uparrow$  permeabilitatea membranei pentru  $\text{Ca}^{2+}$  → exocitoză
- eliberare enzime

### 2. Secreția de apă și electroliți

- secreție de  $\text{Cl}^-$  → negativarea lumenului
- atragere  $\text{Na}^+$  →  $\text{NaCl}$  →  $\uparrow$  presiune osmotică
- atragere apă

## INERVAȚIA TUBULUI DIGESTIV

### Inervația extrinsecă:

#### 1. Fibre efectoare PS aparținând:

- PS cranian → TC → nn. cranieni VII, IX X
- PS sacrat → coarnele laterale ale măduvei sacrate S2-S4 → nn. pelvici

#### Efectele PS:

- stimulează peristaltismul la nivelul tubului digestiv
- relaxează sfincterele digestive
- vasodilatație pe tubul digestiv
- $\uparrow$  secreția glandulară

#### 2. Fibre efectoare simpatice

- originea → coarnele anterioare ale măduvei toracolombare (T1-L2)
- părăsesc măduva prin rădăcina anterioară a nn. Spinali
- urmează traiectul ramurii comunicante albe
  - majoritatea străbat lanțul ganglionar paravertebral, fac sinapsa în ganglionii previscerali – celiac, mezenterici (superior și inferior)
  - unele fibre postganglionare urmează traiectul ramurii comunicante cenușii și se distribuie la efectori:

#### Efectele Sy:

- inhibarea peristaltismului
- contracția sfincterelor
- vasoconstricție
- $\downarrow$  scăderea secreției glandulare

## II. Inervația intrinsecă (sistemul nervos enteric)

- grad înalt de automatism
- propriu tubului digestiv, intrinsec
- situat în pereții tubului digestiv
- plexurile nervoase intrinseci → mienteric Auerbach și submucos Meissner
- au și funcție secretorie

## MOTILITATEA TUBULUI DIGESTIV ȘI DIGESTIA MECANICĂ

- tranzitul alimentelor este dependent de tonusul sfincterelor
  - sfinctere anatomice → includ fibre netede circulare și longitudinale mai dezvoltate → tonus ↑ în repaus în activitate
  - sfinctere funcționale → nu conțin musculatură mai dezvoltată
    - solicitări repetate → zone de presiune mai mare → ex.: sfincterul cardia

### Mușchiul neted visceral → recapitulare

- fibre musculare netede de tip visceral → joncțiuni intercelulare → zone cu rezistență electrică scăzută care asigură transmiterea rapidă a depolarizării de la o celulă la alta
- activitate → electrică → depolarizare
  - contractilă → sincron în toate celulele
  - și în absența intervenției SNV
- activitatea electrică → continuă
  - două tipuri de unde:
    - lente → PR instabil, între -60 și -40 mV → depolarizări spontane
      - pe toată întinderea tubului digestiv
      - PA → unice sau multiple
      - pe întinderi mai mici
    - PS (ACh) → favorizează apariția PA
    - Sy (A/NA) → ↓ PR → inhibă undele lente

Digestia în cavitatea bucală începe cu prehensiunea alimentelor (act conștient). Se continuă cu procesul mecanic de fărâmițare a alimentelor → **masticația**. Prin intervenția secreției salivare se formează bolul alimentar și începe digestia chimică. Bolul alimentar este transportat în faringe → esofag → stomac → **deglutiția**.

### Masticația

Este actul motor prin care se realizează:

1. fragmentarea mecanică a alimentelor introduse în cavitatea bucală
2. impregnarea lor cu salivă
3. formarea bolului alimentar.

La masticație participă:

*Mandibula:*

- mișcări realizate cu ajutorul mușchilor și prin articulația temporo-mandibulară
- mișcări de:
  - ridicare (mm. maseteri și temporali)
  - coborâre (forța gravitațională; mm. supra și subhioidieni)
  - lateralitate, rotație, retropulsie (mm pterigoidieni).

*Dinții:* incisivii taie, caninii sfășie, premolarii și molarii macină alimentele

### *Reglarea masticației:*

→ act partial reflex, partial voluntar

→ prehensiunea alimentelor și deschiderea gurii sunt voluntare

→ deschiderea voluntara a gurii întinde fusurile neuromusculare ale mm. masticatori → impulsuri aferente prin nervul V → centrul motor din punte → eferențe prin nervul V → efectori (mm. masticatori) → contracție → ridicarea mandibulei = *reflexul miotatic trigeminal*

→ Contractia maseterilor → ridică mandibula + comprimă alimentele între arcadele dentare → reflexe de coborâre a mandibulei:

1. *reflex trigeminal inversat* → contractia maseterilor stimulează corpusculii neurotendinoși Golgi → aferențe prin nervul mandibular → sinapsă în nucleul senzitiv al nervului V → centrul motor al masticației din punte → eferențe care inhiba contractia mm maseteri (ridicatori ai mandibulei) + impulsuri care determină contractia mm coborâtori ai mandibulei

2. *reflex de coborare a mandibulei* → comprimarea alimentelor între arcadele dentare → stimularea receptorilor din cavitatea bucala → aferențe prin nervul V → centrul motor din punte → eferențe → mm coborâtori ai mandibulei.

Coborarea mandibulei stimulează fusurile neuromusculare ale mm masticatori și se inițiază un nou reflex trigeminal de ridicare a mandibulei

La reglarea masticației participă nervii V, VII, IX și XII.

### **Deglutiția**

Actul motor prin care bolul alimentar format în cavitatea bucala străbate faringele și esofagul pentru a ajunge în stomac.

Are 3 timpi: bucal, faringian, esofagian.

*Timpul bucal:* voluntar, dureaza 0,3 secunde; începe cu deplasarea bolului alimentar pe fața dorsală a limbii. Limba executa 2 miscari simultane: varful se ridica și preseaza palatul dur, iar baza ei coboara → plan inclinat în jos și inapoi care favorizeaza împingerea bolului în faringe. Patrunderea în faringe se face prin relaxarea istmului bucofaringian, actiune asociata cu oprirea masticației și a respirației. Odata declansată, masticatia nu mai poate fi oprită voluntar.

*Timpul faringian:* este involuntar, dureaza 0,5-2 secunde. Istmul bucofaringian se inchide, ramane libera o fanta sagitala prin care sa treaca alimentele suficient masticate. Din faringe, bolul alimentar are 4 cai posibile de urmat:

- reintoarcerea în cavitatea bucala → imposibila în conditii fiziologice → istmul bucofaringian închis
- refluarea în nazofaringe și în fosele nazale → imposibila în conditii fiziologice → vâl palatin ridicat → orificiile posterioare ale foselor nazale închise
- patrunderea în laringe și în caile respiratorii → imposibil → glota închisă și respiratia oprită → deglutiția inhiba centrul respiratoriu
- **traseul fiziologic** → **patrunderea în esofag prin relaxarea sfincterului esofagian superio.**

Deplasarea bolului în faringe prin unde peristaltice.

*Timpul esofagian:* involuntar, dureaza 6-8 secunde. Debuteaza prin deschiderea sfincterului esofagian superior (în perioadele interdigestive este închis pentru a preveni intrarea aerului în tubul digestiv și refluxul alimentelor din esofag în faringe și în cavitatea bucala).

Deplasarea bolului alimentar în esofag se face prin unde peristaltice formate din unda de contractie precedate de unde de relaxare.

Unde peristaltice esofagiene:

- undele peristaltice primare → continuarea celor din faringe → declansate de stimularea receptorilor faringieni prin reflex vago-vagal; conduc bolul alimentar spre stomac.

- unde peristaltice secundare → initiate de distensia musculaturii netede din 2/3 inferioare ale esofagului; reflex vago-vagal → continua pana la evacuarea completa a continutului esofagian în stomac.

*Control peristaltism:*

1. Extrinsec → SNV PS → stimuleaza peristaltismul; Sy → inhiba peristaltismul.

2. Intrinsec → plex mienteric Auerbach

→ deschiderea sfincterului esofagian inferior (cardia) → odata cu unda peristaltica, când presiunea exercitata depaseste 15 mmHg → evita refluxul

*Control cardia:*

→ control nervos extrinsec: PS relaxeaza cardia; Sy contracta cardia

→ control nervos intrinsec plexul mienteric Auerbach → eliberare VIP, NO.

→ control umoral: gastrina contracta cardia, secretina relaxeaza cardia

*Reglarea deglutitiei* → mecanism nervos

→ stimul adecvat → alimente sau picaturi de saliva proiectat pe istmul bucofaringian → deglutitii voluntare, repetate

→ aferențe prin fibre senzitive ale nervilor V, IX, X → centrii motori ai deglutitiei din bulb → eferente prin fibre motorii ai nervilor V, VII, IX, X și XII + nn spinali din regiunea cervicala superioară

## **Motilitatea gastrică**

*Roluri:* depozitarea, fragmentarea mecanică, amestecul cu suc gastric, evacuarea lentă și fractionată a alimentele

→ musculatură netedă dispusă în 3 straturi:

strat extern: longitudinal

strat mijlociu: circular

strat intern: oblic

musculatura neteda este inervata:

extrinsec vegetativ

PS: stimuleaza peristaltismul

Sy: inhiba peristaltismul

intrinsec → plexul mienteric Auerbach

### *Contractiile sunt precedate de fenomene electrice*

- a se vedea mușchiul neted visceral
- unde lente → apar pe stomacul în repaus (ritmul electric de baza al stomacului)
  - „pace-maker” gastric
  - au o amplitudine de aproximativ: 10 mV
  - au o frecvență de 3 unde / minut.
  - nu generează contracții musculare
- Potentiale de acțiune → unice sau multiple → responsabile de apariția contractiilor musculare

### **Umplerea stomacului**

- stomacul gol, în perioadele interdigestive, poate adăposti un conținut de 50 ml
- în perioadele digestive → până la 1500 ml
  - fără modificări semnificative ale presiunii intragastrice
    - creșterea razei stomacului
    - relaxare receptivă

### **Contractiile stomacului gol**

- stomac → complet evacuat în perioadele de inanție → tip special de contracții ciclice
- dezordonate, mai puternice și mai propulsive decât contracțiile stomacului plin
- golesc complet stomacul și intestinul pregătindu-l pentru o nouă acumulare de alimente
- proporționale ca intensitate cu durata inanției
- la 10-14 ore după ultima ingestie de alimente → contracții tetanice cu o durată de 2-3 minute (contracții de foame)

### **Contractiile stomacului plin**

- fragmentarea alimentelor, amestecare, formarea chimului, evacuarea în duoden

#### *1. Contractiile de amestecare*

- contracții constrictoare ale fundului și corpului stomacului, regiuni cu o musculatură mai slab dezvoltată
- slabe → dezvoltă o presiune intragastrică la maxim 10 cmH<sub>2</sub>O
- se transmit de-a lungul musculaturii longitudinale de la cardia la pilor, dar nu trec peste pilor
- amestecă alimentele cu sucul gastric; propulsează spre pilor stratul cel mai periferic de alimente.

#### *2. Contractii peristaltice*

- unde de contracție precedate de unde de relaxare
- se transmit cu o frecvență de 3 contracții / minut spre regiunea antrului piloric
- puternice → dezvoltă o presiune intragastrică de 6 ori mai mare decât contracțiile de amestecare
- nu obstruează complet lumenul stomacului
- nu pot evacua tot conținutul stomacului în duoden
- trec peste pilor → relaxarea pilorului → evacuarea lentă și fracționată a unei mici cantități (1-3 ml) de chim în duoden → pilorul se închide și alimentele sunt regurgitate din regiunea antrala, cu presiune mare, spre regiunea fundică, cu presiune joasă, și se produce mișcarea de retroulsie (cea mai importantă mișcare de amestecare a alimentelor)

## Evacuarea alimentelor

- contractiile stomacului sunt atat de puternice incat ar putea goli organul în cateva minute
- cea mai mare parte a fortei contractile este utilizata pt amestecarea și fragmentarea mecanica a alimentelor
- se realizeaza prin trecerea unei contractile peristaltice peste pilor

## Motilitatea intestinală

Rolul miscarilor intestinale:

- amestecarea continutului intestinal cu sucurile digestive, propulsarea continutului intestinal spre colon.

→ 4 tipuri de miscari în intestinul subtire:

### 1. *Miscari segmentare:*

- amestecarea continutului intestinal
- creste absorbtia intestinala
- stimul: distensia intestinului la contactul cu alimentele ajunse la acest nivel
- constau în inele de contractie care impart intestinul în segmente de 1 cm, urmatorul sir de inele aflandu-se la mijlocul segmentului format

### 2. *Miscari tonice:*

- exista independent de volumul chimului intestinal și de compozitia acestuia
- mentinerea anselor izolate una de cealalta
- pastreaza constant lungimea intestinului
- sunt contractii la care modificarile în lungime a muschilor se face fara modificari de tensiune la acest nivel

### 3. *Miscari pendulare:*

- se datoreaza contractiei izolate a musculaturii longitudinale din peretele intestinal
- asigura alunecarii anselor intestinale una pe cealalta.

### 4. *Miscarile peristaltice:*

- propulsarea continutului intestinului spre colon
- unidirectionate
- stimul → distensia intestinului dta de prezenta alimentelor la acest nivel
- alcatuite dintr-o unda de contractie precedata de o unda de relaxare
- continutul intestinului se misca sub actiunea lor în spirala, progresand.

*Reglarea motilitatii intestinale:*

#### 1. Nervoașă intrinsecă:

plexul Auerbach:

- stimul: distensia intestinului, solutii hipertone, hipotone
- efect: producerea undelor peristaltice

#### 2. Nervoașă extrinsecă:

-dubla și antagonista:

- vagul: creste motilitatea intestinala
- simpaticul: scade motilitatea intestinala

### 3. Miogena:

-tesutul muscular din peretele intestinal prezinta activitate motorie spontana, dependenta de factorii metabolici și influentata de factori nervosi și umorali.

### 4. Umorala:

-stimuleaza motilitatea intestinala: Motilina, Gastrina, CCK, Serotonina

-scad motilitatea intestinala: VIP, Secretina

## Voma

- act reflex → consta în expulzia brusca a continutului gastric prin esofag-faringe-cavitatea bucala pana la exterior.

- poate fi precedata de o serie de semne și simptome de natura vegetativa:

Sy: greata, paloare, transpiratii, cresterea frecventei cardiace, cresterea frecventei respiratorii

PS: hipersalivatie, lacrimare, contractii antiperistaltice (duodenale, gastrice, esofagiene)

- debuteaza prin cateva inspiratii profunde

respiratia se opreste

laringele se ridica sub baza limbii și inchide glota

se deschide sfincterul esofagian superior

valul palatin se ridica și obstureaza coanele

se relaxeaza: corpul stomacului, fundul stomacului și esofagul

se contracta: regiunea antrului piloric, diafragma, muschii abdominali (diafragma & muschii abdominali au rol esential în evacuarea continutului gastric la exterior)

### Arcul reflex al vomei

→ două tipuri de receptori:

#### 1. Receptori periferici: abdominali și toracali

→ abdominali → situati la nivelul tractului gastrointestinal (stomac, intestin, apendice, cai și vezica biliara)

→ în afara tractului gastrointestinal (în uter și la nivel de uretere) → excitarea receptorilor de la nivelul tractului digestiv produce voma digestiva

→ toracali → situati la nivelul inimii (spre ex., infarctul de perete antero-inferior debuteaza cu voma)

#### 2. Receptorii centrali

→ situati la nivelul aparatului vestibular

→ sunt excitati în timpul delasarii cu anumite autovehicule

→ excitarea lor produce rau de miscare (= kinezoze)

→ la nivelul analizatorilor vizual și olfactiv:

→ sunt stimulati de vederea unor alimente/ lucruri neplacute sau de mirosuri neplacute

→ la nivelul scoartei, a hipotalamusului și a sistemului limbic → sunt excitati de stimuli psihocorticali (teama, neliniste, anxietate intensa)



- Zona trigger* → în peretii laterali ai ventriculului IV  
 → exercita influențe permanente asupra centrilor vomei  
 → permeabilitate mai mare decât restul creierului (lipsește bariera hematoencefalica)  
 → conține neuroni cu proprietăți de chemoreceptori sensibili la acțiunea unor substanțe (substanțe emetizante → apomorfina, morfina.
- există și substanțe toxice  
 → exogene → alcoolul  
 → endogene → se acumulează în sânge în cazul gravidității, a acidozei diabetice sau a insuficienței renale
- Aferențe → fibre senzitive vegetative atașate Sy și PS (n. vag)  
 → Centrii → situate în formațiunea reticulară din bulb, în vecinătatea centrilor respiratori cu care se află în conexiune inversă  
 → excitarea directă a centrilor vomei se produce în anumite procese patologice care evoluează cu creșterea presiunii intracraniene  
 → creșterea presiunii intracraniene excita direct centrul vomei și declanșează o vomă de tip special (= vomă în proiectil) fără simptome premergătoare.
- Eferențe → fibre motorii  
 → vegetative atașate nervilor V, VII, IX, X, XII  
 → somatice atașate nervului frenic (pt. diafragma), nervii spinali (pt. mușchii abdominali)
- Efectori → mușchii striati și netezi implicați în actul vomei

## **Motilitatea colonului**

### 1. *Mișcări segmentare*

- produse de fibrele circulare ale musculaturii colonului și au o frecvență de 2-4 contr/min
- amestecă conținutul colonului; favorizează absorbția; deplasează reziduurile alimentare pe distanțe scurte

### 2. *Mișcări peristaltice*

- produse de musculatura circulară a colonului;
- alcătuite dintr-o undă de contractie urmată de una de relaxare
- produse prin excitarea plexului Auerbach de către materiile fecale
- frecvență de 3-15 contr/min
- propulsarea conținutului colic spre rect, având o frecvență mai mare spre colonul sigmoid

### 3. *Mișcări în masă*

- specifice colonului
- apar de 2-3 ori /zi în colonul descendent și sigmoid
- au aspect peristaltic → produse prin stimularea plexurilor Auerbach
- apar la câteva minute după alimentație prin reflex duodeno-colic
- apar și în cazul emoțiilor puternice
- propulsarea efectivă a materiilor fecale în rect

### *Reglarea motilitatii colonului*

- activitate motorie spontana, automata, independenta de prezenta factorilor nervosi și umorali.
- reglarea nervoasa → intrinseca → plexul Auerbach
  - extrinseca → PS ↑ motilitatea colonului
  - Sy → nn splanhnici – ↓ motilitatea colonului
- reglarea umorala – gastrina, CCK, serotonina → ↑ motilitatea intestinului

### **Defecația**

- act reflex medular PS
- stimul → distensia rectului
- receptori → mecanoreceptori sensibili la cresterea presiunii în rect
- aferență → nn pelvici
- centru → coarne laterale S2-S4
- eferență → nn pelvici → contracție colon sigmoidului și rect + relaxare sfincter intern
  - eliminare fecale
- control voluntar parțial → nn. Rușinoși → sfincter striat extern
- Sy → coarne laterale L1-L2 → inhnibarea reflexului de defecație

→ începe cu o inspiratie profunda → închiderea glutei → creșterea presiunii intraabdominale → umplerea rectului