

L'APPARATO DIGERENTE

ORIGINE EMBRIOLOGICA:

L'intestino si origina dall'endoderma e a seconda delle specializzazioni saranno descritte le varie derivazioni embrioleggiche.

Anfibi → endoderma + interazioni con epiblasto a formare stomodeo e proctodeo

Amnioti → endoderma + splanchnopleura a formare il sacco del tuorlo

Vertebrati → endoderma + epiblasto + ectoderma a formare le membrane (faringea e anale); lo stomaco si forma per torsione e l'intestino per allungamento, all'inizio è rettilineo e sospeso nella cavità celomatica dal mesentere dorsale.

CARATTERISTICHE:

L'apparato digerente comprende il tubo digerente e le ghiandole annesse e le funzioni sono:

- assunzione cibo
- veicolarlo e immagazzinarlo
- digerire e assorbire
- espellere

Da un punto di vista anatomico è diviso in 4 regioni:

- 1) intestino céfalico → cavità orale e ghiandole annesse
- 2) intestino anteriore → faringe, esofago, stomaco
- 3) intestino medio o tenue → dal piloro alla valvola ileo – coalica
- 4) intestino terminale → dalla valvola ileo – coalica all'apertura anale

Da un punto di vista istologico il tubo digerente è un **epitelio mono o pluristratificato** poggiante su uno strato di connettivo (*tonaca propria*) sotto la quale si trova la *muscolaris mucosae*. **Mucosa e sottomucosa** sono avvolte dalla *tonaca muscolare* (strato circolare e longitudinale); + esternamente vi è la *tonaca sierosa* (connettivo delimitato da epitelio celomatico).

Solo l'epitelio + interno è di origine **endotermica**, gli altri strati derivano dal **mesenchima delle piastre laterali**.

L'apertura anale e orale, che mettono in comunicazione l'intestino endotermico con l'esterno, sono di origine **epiblastica**.

LABBRA:

Pesci → poco sviluppate; nei *Dipnoi*: solco senza denti separa le labbra dall'arcata orale

Anfibi e Rettili → pieghe molli e scarsamente sviluppate

Uccelli e Cheloni → becchi cornei o *ranfoteche*

Mammiferi → labbra mobili e carnose

Sono rivestite da un **epitelio pavimentoso pluristratificato**.

GUANCE:

Pareti laterali della cavità orale e presentano una mucosa riccamente vascolarizzata

Anfibi → letti capillari per respirazione

Mammiferi → in alcuni, tasche x immagazzinare cibo

PALATO:

Ittiopsidi → pezzi scheletrici con mucosa

Dipnoi → 2 aperture: *coane* → comunicare la cavità boccale con l'esterno

Rettili → palato secondario

Cheloni → velo palatino

Mammiferi → palato osseo + palato molle che permette all'aria di sboccare nella faringe

Teleostei → davanti alla fila di denti faringei si trova l'organo palatino

La mucosa palatina presenta un **epitelio pavimentoso stratificato ciliato**, squamoso nei rettili.

Tutta la volta palatina può portare denti o piastre triturate.

In rettili e mammiferi sono presenti bottoni gustativi.

Nei misticeti le creste palatine danno origine ai fanoni.

Sulla volta palatina si apre l'organo di Jacobson presente in tutti i tetrapodi.

PAVIMENTO e LINGUA:

Struttura + o – carnosa

Petromizonti → pezzo centrale cartilagineo che sostiene la muscolatura speciale x succhiare

Pesci → ispessimento del pavimento boccale; no – muscolatura propria; **epitelio pluristratificato**

Anfibi → ben sviluppata; varie forme

Rettili → variabile

Uccelli → diversa in specie diverse

Mammiferi → risiede nel canale linguale; immobile nei Cetacei e mobile in mammiferi terrestri ed è costituita da una sublingua e una lingua propriamente detta.

GHIANDOLE della BOCCA:

Ghiandole unicellulari o pluricellulari, il cui secreto mucoso lubrifica il cibo nella bocca.

Ciclostomi → sostanza anticoagulante

Rettili → ghiandole velenifere; **tubulo – alveolari e caliciformi**

Anfibi → ghiandole in prossimità delle coane che riversano il secreto in bocca

Uccelli → numerose ghiandole, tubulari a secreto mucoso

Mammiferi → fluidificare gli alimenti e funzione digestiva (enzimi); **tubulo – alveolari o acinose**; gh. Parotidi; gh. Sottomassellari; gh. Sottolinguali tutte riccamente vascolarizzate e innervate

DENTI:

Si sviluppa da gemme epiteliali; accoglie una papilla di mesenchima; è composto da dentina e smalto. Gli odontoblasti hanno prolungamenti cellulari raccolti in un canalicolo e sono vivi; la dentina è acellulare e l'organo dello smalto (adamantoblasti) è costituito da cellule a contatto con la papilla mesenchimatica.

INTESTINO ANTERIORE – FARINGE:

Dalla bocca il cibo passa alla faringe.

Nei **Vertebrati Ittiopsidi** a respirazione branchiale la faringe è estesa e svolge funzione respiratoria e digerente.

Nei **Vertebrati Tetrapodi** a respirazione polmonare e svolge un ruolo attivo nella deglutizione. I vari abbozzi delle tasche branchiali evolvono nei derivati faringei. La faringe diviene la sede degli sbocchi delle vie nasali, della comunicazione con la cavità dell'orecchio medio, della comunicazione con la laringe tramite la glottide e nei mammiferi rinforzata da una epiglottide.

Epitelio pavimentoso stratificato ciliato e nella tonaca propria si infiltrano elementi linfoidi formando nei **mammiferi** le tonsille.

In alcuni **mammiferi** sulla volta del faringe si formano i diverticoli per la fonazione.

ESOFAGO:

Semplice tubo di raccordo tra faringe e stomaco, rivestito da un **epitelio ricco di cellule mucose ciliate** che favoriscono la lubrificazione e lo spostamento del cibo verso lo stomaco. È circondato da uno strato relativamente spesso di muscolatura sia liscia che striata.

Ciclostomi → pieghe longitudinali con cellule ciliate e cellule mucose; dall'esofago si passa direttamente all'intestino e il lume esofageo si restringe.

Pesci → esofago: tubo largo e corto e può presentare papille o scaglie.

Anfibi → l'esofago nel raccordo con lo stomaco presenta fibre muscolari circolari per impedire il rigurgito; l'epitelio presenta numerose cellule caliciformi secernenti muco; ghiandole esofagee

Rettili → non è molto sviluppato e le cellule caliciformi producono muco.

Uccelli → il cibo può percorrere l'esofago in senso inverso; presenta un diverticolo specializzato per il magazzino di cibo o per il corteggiamento, chiamato gozzo o *ingluvie*. La mucosa ha un **epitelio pavimentoso e talvolta cornificato**.

Mammiferi → tubo a calibro uniforme che si slarga nello stomaco; ghiandole esofagee **tubulari o tubulo – alveolari** in numero variabile.

STOMACO:

La sua funzione è quella di accumulo e presenta un ambiente fortemente acido per la morte delle prede e la decalcificazione del materiale scheletrico. È costituito da 4 regioni:

- 1) esofagea → la mucosa è in continuità con quella dell'esofago; **epitelio cilindrico con cellule mucipare**
- 2) cardiale → (epitelio come la zona del fondo)
- 3) del fondo → ghiandole gastriche; nella mucosa sboccano **ghiandole tubulari semplici**
- 4) pilorica → mette in comunicazione lo stomaco con l'intestino; **elementi secernenti muco**

A livello del collo ghiandolare viene secreto muco mentre nel tubulo vengono secreti enzimi digestivi (pepsina, renina, lipasi gastrica, HCl). L'azione corrosiva dell'HCl è neutralizzata dall'abbondante secrezione di muco della mucosa stessa.

Nella regolazione della secrezione gastrica intervengono meccanismi sia nervosi (fibre efferenti del vago) che ormonali.

Ciclostomi → manca lo stomaco e l'esofago giunge nell'intestino

Pesci → rappresenta una sacca ed è + sviluppato nelle specie con apparato masticatore

Anfibi → stomaci di varia forma, è un tutt'uno con l'esofago

Rettili → regioni ben differenziate dello stomaco

Uccelli → stomaco anteriore ghiandolare o *proventriglio* e uno posteriore, muscolare o *ventriglio*.

Mammiferi → aspetto affusolato con una piccola curvatura a destra e una grande a sinistra.

INTESTINO MEDIO:

Parte + lunga dell'apparato digerente ed è la sede dove si svolgono i principali processi chimici e dove avviene l'assorbimento. Si estende dal piloro alla valvola ileocolica e può essere diviso in + regioni:

- 1) una porzione duodenale → in tutti i Vertebrati caratterizzata dallo sbocco dei dotti pancreatico ed epatico
- 2) digluso e ileo → si aggiungono nei mammiferi

I processi digestivi avvengono a spese degli enzimi secreti sia dalle ghiandole annesse all'intestino (pancreas e fegato) che da quelle presenti nella mucosa.

Epitelio cilindrico semplice ciliato.

L'epitelio poi si solleva in estroflessioni digitiformi, i villi tra i quali si individuano delle fossette o cripte. Al fondo di ciascun villo si trova un intreccio di vasi sanguigni e linfatici e questa rete raccoglie i materiali nutritizi. Al fondo delle cripte si aprono le ghiandole intestinale e nella mucosa vi sono le cellule caliciformi che secernono muco.

Alcune delle cellule dell'epitelio intestinale sono in grado di elaborare sostanze ormonali che stimolano:

- l'attività della parete gastrica → **gastrina**
- la secrezione del succo pancreatico → **secretina**
- la produzione di > quantità di succhi pancreatici e biliari → **pancreozima e colecistochina**

Il secreto delle varie ghiandole intestinali forma il succo enterico. Il succo intestinale assicura un continuo rifornimento di acqua all'intestino facilitando la digestione.

Le contrazioni della muscolatura liscia circolare → peristalsi → assicurano lo scorrere del cibo.

Ciclostomi → tubo dritto e poco differenziato, la *plica spiralis* o **tiflosole** è una piega longitudinale spiralizzata che svolge un ruolo emopoietico

Pesci → l'intestino medio è variamente esteso generalmente rettilineo con poche spiralizzazioni; la funzione della valvola spirale è quella di rallentare il progredire del chimo favorendone la sua digestione e assorbimento

Anfibi → + lungo che nei pesci

Rettili → intestino medio di lunghezza variabile

Uccelli → molto lungo e convoluto

Mammiferi → lunghezza diversa a seconda della dieta

INTESTINO POSTERIORE:

Tratto terminale del tubo digerente nel quale può completarsi la digestione grazie agli enzimi del tenue, si ha il riassorbimento di acqua dalle feci e grazie alla flora batterica si ha l'espulsione delle feci.

Una valvola ileocolica segna il passaggio dall'intestino tenue al terminale che può essere diviso in **colon e retto**.

La mucosa è ad epitelio pluristratificato.

Ciclostomi → nel retto vi sono 2 tipi di cellule assorbenti: uno con microvilli e uno con fossette tipo endocitosi

Pesci → corto e poco differenziato; nel retto di alcuni pesci è presente una ghiandola digitiforme in posizione antero – dorsale rivestita da epitelio semplice ricco di cellule mucose e serve per secernere muco, escrezione di cloruri quindi mantiene l'equilibrio osmotico, ionico e salino dei Condritti

Anfibi → grande aumento di diametro; le feci possono rimanere per parecchio tempo avvolte da membrana

Rettili → cieco intestinale che si apre nel colon; cellule assorbenti con orsetto estroflesso in microvilli, cellule caliciformi ed endocrine

Uccelli → lume + ampio del medio; 2 ciechi intestinali

Mammiferi → crasso (per il suo diametro); l'intestino termina con un retto che sbocca con una apertura anale

GHIANDOLE ANNESSE all'APPARATO DIGERENTE:

A livello dell'intestino medio alcune ghiandole endotermiche assumono un grande sviluppo e non possono trovare posto nella mucosa ma ad essa rimangono collegate per mezzo del loro dotto escretore e il loro corpo si situa in cavità addominale: **fegato e pancreas**.

Queste hanno la stessa origine embrionale: **derivano da 4 abbozzi endotermici che formano l'anello epato – pancreatico situato nella regione che vede lo stomaco continuarsi col duodeno.**

FEGATO:

L'abbozzo si stacca dall'intestino restandovi appeso da un pendulo. La parte + cefalica diverrà il fegato vero e proprio, la + caudale darà origine alla cistifellea mentre il peduncolo diventerà un coledoco.

Anfibi e Rettili → fegato bilobato

Uccelli e Mammiferi → grande fegato bilobato con cistifellea posta tra i 2 lobi ricoperti da capsula connettivale.

Dalle gemme epiteliali si sviluppa il tessuto epatico che assume una organizzazione tubulare nei Vertebrati inferiori e parenchimatosa nei Vertebrati superiori.

Ciclostomi, Pesci e Anfibi → tubuli epatici ramificati e tortuosi, tra tubuli vi è connettivo e numerosi vasi sanguigni detti sinusoidi bagnati dal sangue del sistema portale e lo riversano tramite dei vasi collettori in una vena epatica che sbocca nel sistema delle cardinali. La bile secreta dagli epatociti viene raccolti in piccoli dotti biliari che confluiscono nel dotto epatico.

Nei Vertebrati superiori il fegato è costituito da lobuli epatici ed ogni lobulo è formato da cordoni cellulari che si irradiano da una vena centrolobulare; tra i cordoni epatici si svolge una rete di capillari, i sinusoidi, cui arriva il sangue tramite arborizzazioni della vena porta e dell'arteria epatica. Gli epatociti presentano mitocondri, REL e RER, Golgi ben sviluppati, nuclei e a volte sono binucleati. I sinusoidi sono delimitati da cellule endoteliali e macrofagi (cellule di Kupffer). I canalicoli biliari sono delimitati da epatociti adiacenti e da qui la bile escreta viene portata verso la periferia del lobulo epatico fino a confluire nei dotti epatici destro e sinistro che formano poi il dotto epatico comune che confluisce con il dotto cistico e poi il coledoco si riversa nel duodeno. La cistifellea è un organo piriforme con **epitelio prismatico monostratificato rivestito da lamina propria di connettivo lasso**, da una tonaca muscolare ed esternamente da uno strato di connettivo. La sua funzione è quella di concentrare la bile attraverso un processo di assorbimento osmotico dell'acqua a seguito del trasporto attivo del Na. La bile viene immessa nel dotto cistico per mezzo della contrazione data dall'ormone **colecistochina**.

Il fegato svolge varie funzioni fondamentali:

- **funzione metabolica** → mantiene costante il livello del glucosio nel sangue tramite processi di glicogenolisi; provvede alla sintesi di proteine plasmatiche (albumine e globuline) e dei fattori della coagulazione (fibrinogeno e protrombina); sintetizza molecole lipidiche a partire da carboidrati e proteine o di formare colesterolo e trigliceridi; interviene nella formazione dei precursori del tuorlo inviati poi all'ovario; demolisce gli aa, li deamina formando acido urico o ammoniaca o urea eliminati x via renale.
- **funzione di deposito** → gli epatociti immagazzinano sostanze come glicogeno, grassi e vitamine; nei pesci il grasso immagazzinato serve per il galleggiamento; grandi quantità di ferro
- **produzione della bile** → contiene colesterolo, lecitina, sali inorganici, sali biliari, pigmenti biliari in una soluzione acquosa debolmente basica; questi sali biliari emulsionano i grassi rendendoli + digeribili; l'alcalinità della bile neutralizza in parte l'acidità del succo gastrico.
- **Funzione di detossificazione e endogene**

PANCREAS:

E' una ghiandola tubulo – alveolare con adenomeri a forma di acino con cellule secerne e le isole di Langerhans a significato endocrino. La componente esocrina secerne enzimi (proteasi, lipasi pancreatiche, amilasi) essenziali x la digestione. Gli isolotti pancreatici sono incapsulati da tessuto connettivo frammisti agli acini esocrini e sono costituiti da **cellule alfa** (alla periferia dell'isolotto, granuli elettrondensi senza alone chiaro), **cellule beta** (al centro, granuli elettrondensi avvolti da fascia chiara), **cellule delta** (producono somatostatina), **cellule PP o F** (polipeptide pancreatico). Gli ormoni prodotti sono il *glucagone e insulina* che controllano il tasso di glucosio ematico.

La sua attività di secrezione è regolata da ormoni quali la *colecistochina e secretina*.

Ciclostomi → non è una ghiandola compatta ma è fatto da lobi sulla parete intestinale o lungo il mesentere

Amnioti → ghiandola voluminosa con le porzioni endocrina ed esocrina frammiste

Uccelli → 3 lobi pancreatici con 3 dotti

Mammiferi → il pancreas scarica attraverso il dotto ventrale perché viene perduto quello di Santorini.