

ANATOMIE DU SYSTÈME DIGESTIF

ANATOMIE DE L'ABDOMEN

LA CAVITE ABDOMINALE

L'abdomen est une cavité avec

- une paroi SUP (diaphragme) ,
- une paroi POST (colonne vertébrale),
- une paroi antéro latérale (uniquement musculaire)
- et une paroi INF en entonnoir (le pelvis)

La paroi abdominale est divisée en 9 Zones:

1. Epigastre
2. Hypocondre droit
3. Hypocondre gauche
4. Flanc droit (ou région latérale droite)
5. Flanc gauche (ou région latérale gauche)
6. Région ombilicale
7. Fosse iliaque droite (ou région inguinale droite)
8. Fosse iliaque gauche (ou région inguinale gauche)
9. Hypogastre ou sus-ombilical

Les parois de la cavité abdominale délimitent 3 zones de faiblesse:

- ligne blanche
- ombilic
- canal inguinal

La paroi antéro-latérale est constituée de 5 muscles, symétriques:

- Grand droit
- Pyramidal
- Grand oblique
- Petit oblique
- Transverse

Muscle GRAND DROIT

Muscle allongé, aplati, vertical.

Origine: 5, 6, 7 cartilages intercostaux et xyphoïde

Trajet: vertical

Terminaison: par un tendon au bord SUP du pubis

Innervation: 6 derniers nerfs intercostaux et branche abdominale du nerf

Muscle PYRAMIDAL

Petit muscle inconstant, triangulaire à base inférieure, situé en avant de la terminaison inférieure des muscles grands droits de l'abdomen

Muscle TRANSVERSE

Muscle le plus profond de la paroi, ses fibres sont horizontales.

Origine: 7, 8, 9, 10, 11, 12 côtes et apophyses transverses de TH12 à L5.

Trajet: ses fibres se portent horizontalement en avant en s'étalant

Terminaison: en haut sur la xyphoïde, en bas paraccolement sur la face POST du petit oblique

Innervation: 4 derniers nerfs intercostaux et nerfs grand et petit abdomino-génitaux

Muscle PETIT OBLIQUE

Muscle constitué par un éventail de fibres obliques en haut et en dedans

Origine: les $\frac{3}{4}$ ANT de la crête iliaque

Trajet: en éventail, vers le haut et vers le bas

Terminaison: les fibres POST sur la 10, 11 et 12 côtes; les fibres moyennes sur l'aponévrose du petit oblique; les fibres INF sur la face ANT du grand droit.

Innervation: les 4 derniers nerfs intercostaux et les nerfs grand et petit abdomino-génitaux

Muscle GRAND OBLIQUE

Muscle le plus superficiel de la paroi

Origine: de la 5 à la 12 côte

Trajet: en large éventail

Terminaison: complexe; les fibres INF vont sur la crête iliaque, les fibres SUP sur l'aponévrose du grand oblique, les fibres moyennes sur les 9, 10 et 11 côte ainsi que sur l'arcade crurale, l'épine iliaque ANT-SUP et la symphyse pubienne

Innervation: les 6 derniers nerfs intercostaux et les nerfs grand et petit abdomino-génitaux.

Paroi ANTERO-LATERALE

L'ensemble des muscles de la paroi antéro-latérale tend la sangle abdominale.

La contraction des muscles « grands droits » rapproche le bord inférieur du thorax du bassin.

La contraction isolée du grand oblique permet la rotation du thorax sur le bassin.

La contraction du muscle transverse attire les côtes en dedans et rétrécit le thorax: c'est donc un muscle expirateur.

LA LIGNE BLANCHE

La ligne blanche est un raphé médian fibreux, tendu de la xyphoïde en haut jusqu'au pubis en bas. Elle est formée par l'entrecroisement des fibres tendineuses des muscles de la sangle abdominale. Large de 1 à 2 mm, elle s'élargit jusqu'à 10 mm dans la région ombilicale, puis se rétrécit en dessous.

Cette zone de faiblesse peut être le siège de **hernie**

L'ombilic

Avant la naissance, l'ombilic est un orifice par où passent les éléments du cordon ombilical. Chez l'adulte, c'est une cicatrice résultant de l'obturation de cet orifice.

C'est un orifice de 2 à 8 mm, creusé dans la ligne blanche.

C'est une zone de faiblesse de la paroi abdominale antérieure: il peut être le siège de hernie ombilicale (sujet obèse, cirrhose, femme enceinte...)

Le canal inguinal

Le canal inguinal est un interstice ménagé dans l'épaisseur de la paroi abdominale, par où émerge le cordon spermatique chez l'homme, le ligament rond chez la femme.

Son trajet est complexe: c'est un tunnel qui part de la cavité abdominale et qui traverse la paroi abdominale antérieure par un trajet en chicane.

Différence en canal inguinal féminin et masculin

CONTENU DU CANAL INGUINAL CHEZ L'HOMME

Il contient le cordon spermatique, qui est le pédicule de la glande génitale mâle.

Ce cordon est limité par une gaine fibreuse longée par les branches des nerfs génito-crural et grand abdomino-génital.

Sur cette gaine fibreuse cheminent l'artère funiculaire (branche de l'épigastrique) et les fibres musculaires du muscle crémaster

Dans cette gaine fibreuse cheminent les éléments du pédicule: l'artère spermatique (qui est l'artère du testicule), canaux lymphatiques, plexus nerveux, canal déférent et artère différentielle.

CONTENU DU CANAL INGUINAL CHEZ LA FEMME

Il renferme le ligament rond, qui est tendu de l'angle supéro-externe de l'utérus jusqu'à l'épine du pubis et aux grandes lèvres.

Le ligament rond est accompagné de l'artère du ligament rond (branche de l'artère épigastrique) ainsi que des branches génitales

Le péritoine

Le péritoine doit être considéré comme un organe. Sa physiologie est essentielle pour les gynécologues. L'anatomie explique la circulation du liquide péritonéal dont le principal moteur est le diaphragme droit.

La cicatrisation est différente de la cicatrisation cutanée, elle comporte une réparation synchrone, sans adhérence et sans cicatrice, de toute la surface de la zone traumatisée.

La membrane péritonéale, dont la physiologie est complexe, est un lieu d'échange important qui permet la réalisation des dialyses péritonéales et des traitements intrapéritonéaux.

Les spécificités immunologiques du péritoine sont nombreuses, leur connaissance reste incomplète.

L'impact de l'environnement chirurgical sur cet organe a été peu étudié. L'adaptation de l'environnement péritonéal à la chirurgie endoscopique devrait être une des grandes voies du progrès de la chirurgie pendant le XXI^e siècle.

Le péritoine est une membrane séreuse qui tapisse entièrement les parois de la cavité abdominopelvienne, et qui enveloppe en totalité ou en partie les organes qui y sont contenus, c'est à dire l'appareil digestif.

Cette membrane séreuse est appelée

« feuillet pariétal du péritoine » lorsqu'elle recouvre le parois de la cavité abdomino-pelvienne...

et « feuillet viscéral du péritoine » lorsqu'elle recouvre un organe.

Adhérence

3 types de cancer du

péritoine:

les métastases (cancers digestifs et ovariens): ce sont les carcinomes péritonéales.

les mésothéliomes malins (amiante)

les pseudomyxomes péritonéaux.

Flèche bleue: amas de cellules cancéreuses

L'ESTOMAC

L'estomac est un segment dilaté du tube digestif, qui fait suite à l'œsophage

Situation:

- Etage LOGE SOUS PHRENIQUE GAUCHE
- Topographie THORACOABDOMINALE
- SUS MESOCOLIQUE

Forme: Variable

- Grosse tubérosité
- Corps
- Antre
- Pylore

Dimensions: Variables

- 20/25 cm hauteur
- 10/12 cm large
- 1/1,5 litre capacité

Constitution:

- Séreuse
- Musculeuse
- Sous muqueuse
- Muqueuse
- Gros plis

Vascularisation artérielle

Les artères gastriques sont toutes issues du tronc coeliaque.

Elles se regroupent en:

- cercle artériel de la petite courbure (issu de la coronaire stomachique et de la pylorique)
- cercle artériel de la grande courbure (issu des artères gastro-épiploïques droite et gauche)

La vascularisation gastrique est renforcée par les vaisseaux courts issus de l'artère polaire supérieure de la rate (branche de l'artère splénique)

DUODÉNUM ET PANCRÉAS

Le pancréas est à la fois une glande endocrine et exocrine; il est étroitement lié à la voie biliaire et au duodénum.

On parle de bloc duodéno-pancréatique (ces deux organes sont en fait indissociables)

DUODÉNUM

Le duodénum a la forme d'un rectangle, appelé cadre duodénal, ouvert en haut et à gauche.

On lui décrit 4 côtés: **D1, D2, D3 et D4.**

D2 ou Deuxième duodénum

- Descend vertical de L1 à L4
- 10 cm de long
- Se termine au genu inferius

D3 ou Troisième duodénum

- Horizontal
- Contre L4
- 9 cm de long
- Se termine au flanc gauche de L4

D4 ou Quatrième duodénum

- Monte vertical, à gauche du rachis
- De L4 à L2
- 6 cm de long
- Se termine à l'angle duodéno-jéjunal.

PANCRÉAS

Le pancréas est un organe très profond, en avant de L1 et L2.

Son grand axe est oblique en haut, à gauche et en arrière.

Il est presque entièrement sus mésentérique

C'est un organe très fixe, accolé à la paroi abdominale POST (par le fascia de Treitz).

Il est solidaire du cadre duodénal (« comme le pneu et la jante d'une roue »)

De droite à gauche, 4 parties:

TETE (contre D2)

ISTHME (en regard du bord droit de la veine mésentérique supérieure)

CORPS

QUEUE

Et le « crochet pancréatique » Ou « petit pancréas de Winslow »

Dimensions:

- 15 cm de long
- 6 cm de hauteur
- 2 cm d'épaisseur
- environ 80 grammes

Ses canaux excréteurs sont au nombre de 2:

WIRSUNG:

principal canal excréteur, 3 mm de diamètre, Il s'accole au bord INF du cholédoque dans la tête du pancréas .

Se terminent par 2 orifices Juxtaposés à la partie moyenne du bord interne de D2, dans une cavité (ampoule de **VATER**) sous un repli muqueux (Grande caroncule).

Un appareil musculaire complexe entoure leur terminaison: le sphincter d'**ODDI**.

SANTORINI:

canal excréteur plus petit, qui parcourt la tête du pancréas et vient rejoindre le duodénum au bord interne de D2, 3 cm au dessus de la grande caroncule.

Son orifice d'entrée dans le deuxième duodénum est recouvert de la petite caroncule.

ATTENTION, les vaisseaux mésentériques SUP passent en ARR du pancréas et en AVANT du petit pancréas.

La veine porte est au contact du pancréas: dans les cancers du pancréas, son envahissement est précoce: seuls 10% des cancers du pancréas sont opérables

Vascularisation et innervation du DUODENUM

ARTERES: rameaux des artères hépatiques, gastro-duodénale et pylorique, ainsi que rameaux des arcades pancréaticoduodénales.

VEINES: par l'intermédiaire des arcades veineuses pancréaticoduodénales, elles rejoignent le système porte.

LYMPHATIQUES: tributaires des chaînes lymphatiques hépatiques et mésentériques supérieures.

NERFS: issus des branches des pneumogastriques droit et gauche et du plexus solaire.

Vascularisation et innervation du PANCREAS

ARTERES: les arcades pancréatico-duodénales, nées de l'artère gastro-duodénale, et l'artère pancréatique dorsale, née de la mésentérique supérieure (parfois de l'artère splénique ou de l'hépatique)

VEINES: toutes reliées au tronc porte.

LYMPHATIQUES: tributaires des chaînes lymphatiques hépatiques, mésentériques supérieures et latéro-aortiques.

NERFS: issus des branches des pneumogastriques droit et gauche (innervation parasympathique) et du plexus solaire (innervation sympathique).

Pour comprendre pourquoi les pathologies biliaires et pancréatiques sont liées. Exemple: un calcul part de la vésicule biliaire et se bloque dans la partie basse du cholédoque. La bile ne peut plus s'écouler, le malade jaunit

La terminaison commune du cholédoque et du canal de Wirsung explique cette réaction pancréatique.

C'est la raison de la difficulté de la chirurgie du pancréas

Pour enlever à droite on fait une *DPC*=duodéno-pancréatectomie céphalique

Pour enlever à gauche on fait une *SPG*=Spléno-pancréatectomie gauche

On peut faire des pancréatectomies totales... mais malade diabétique

LA RATE

Organe de consistance molle et friable, la rate n'a pas de forme propre: elle se moule sur les organes de voisinage.

C'est un organe lymphoïde, étroitement lié au système porte.

Située dans l'étage SUS MESOCOLIQUE

Dans l'HYPOCHONDRE GAUCHE

Sous le GRIL COSTAL

Organe à topographie thoraco-abdominale, la rate est menacée par les traumatismes abdominaux ET thoraciques.

La rate est enchâssée dans une loge formée par:

- coupole diaphragmatique en Haut et en Dehors
- estomac en Haut et en Dedans
- rein gauche en Arrière et en Bas
- ligament phrénico-colique et angle colique gauche en Avant et en Bas

C'est surtout l'étroitesse de sa loge qui assure sa fixité, plus que ses connexions péritonéales ou vasculaires

Sa forme est variable (le plus souvent c'est un tétraèdre à grand axe oblique en bas, en avant et en dehors)

- Elle a 3 faces (rénale, diaphragmatique et gastrique)
- Elle a 3 bords (antérieur crénelé, postérieur épais et interne)
- Et une Base reposant sur l'angle colique gauche.

Dimensions:

- 12 cm de hauteur
- 8 cm d'épaisseur
- 200 grammes

La situation thoraco-abdominale de la rate en fait un « organe à risque » dans les traumatismes abdominaux et dans les traumatismes thoraciques.

Les fractures des dernières côtes gauches doivent faire craindre une lésion splénique

La proximité des rapports entre rate, grande courbure gastrique et queue du pancréas explique les pathologies intriquées (kyste ou tumeur de la queue du pancréas).

La proximité du rein gauche en arrière et en dedans: les kystes ou les tumeurs de la rate peuvent concerner le rein gauche

Les lymphatiques spléniques drainent une partie des lymphatiques de l'estomac. Dans les cancers de l'estomac, l'envahissement ganglionnaire peut aussi concerner les lymphatiques de la rate (d'où les gastrectomies totales élargies à la rate)

LES VOIES BILIAIRES

La bile, sécrétée par les cellules hépatiques, est d'abord collectée par les voies biliaires intrahépatiques.

Elle est ensuite conduite du foie jusqu'au duodénum par les voies biliaires extrahépatiques (qui se composent de la voie biliaire principale et de la voie biliaire accessoire)

Voie biliaire accessoire : Sur la voie biliaire principale, vient se brancher la voie biliaire accessoire, formée de la vésicule biliaire et du canal cystique. Cette voie accessoire sert de « trop plein » à la voie biliaire principale. L'obstruction de cette voie biliaire accessoire ne gêne en rien l'écoulement de la bile vers le duodénum.

Voie biliaire intra hépatique : canaux hépatiques droit et gauche; canal hépatique. canal cystique. canal cholédoque.

LE CHOLÉDOQUE

Il naît de la réunion du canal hépatique et du canal cystique.

Il descend en arrière de D1, puis en arrière de la tête du pancréas où il creuse une gouttière.

Il s'enfonce ensuite dans le parenchyme pancréatique et débouche dans l'ampoule de Vater aux côtés du Wirsung.

Il est oblique en bas à droite.

- Longueur: 5 cm.
- Diamètre: 6 mm.

LA VÉSICULE BILIAIRE

C'est un réservoir membraneux accroché sous le foie.

En forme de poire allongée.

Avec un Fond antérieur renflé, un Corps et un Col (ou Bassinet).

Elle mesure 7 à 8 cm de long

Et 3 cm de large.

LE CANAL CYSTIQUE

Il part du bassinet de la vésicule,

Oblique en bas, à gauche et un peu en arrière, décrit une courbe à concavité inféro-interne, puis vient au contact du canal hépatique.

Il descend le long de son flanc droit, puis s'abouche à lui, formant le cholédoque.

- Longueur: 2 à 4 cm
- Diamètre: 2 mm

Sa surface intérieure est hérissée de petites valvules.

C'est le siège de pathologies très fréquentes:

- calculs dans la vésicule (lithiase vésiculaire) pas d'interruption de l'écoulement de la bile. Douleur +++ (colique hépatique)
- calculs dans le cholédoque (lithiase cholédocienne) la bile ne s'écoule plus vers le duodénum et stagne dans le foie où elle finit par être réabsorbée dans le sang.
Ictère++++
- infection de la vésicule (cholécystite)
- infection des voies biliaires (angiocholite)
- cancers des voies biliaires...

LE PÉDICULE HÉPATIQUE

Le foie, dépendance embryologique et fonctionnelle du tube digestif, lui reste attaché par ses canaux excréteurs biliaires, ses vaisseaux et ses nerfs: tous ces éléments sont regroupés dans une «tige» que l'on nomme **LE PÉDICULE HÉPATIQUE**

LE FOIE

Organe glandulaire, le foie sécrète la bile qui s'écoule des voies biliaires intra-hépatiques jusqu'au duodénum

Ne ressemble à aucune forme géométrique (triangle).

Formé de 2 lobes: le droit est très volumineux, le gauche plus petit, séparés par le ligament falciforme.

Avec 3 faces (SUP moulée sous le diaphragme, INF à peu près plane, et POST presque verticale)

Dimensions:

- Chez le vivant, il est gorgé de sang et pèse 2,4 Kg. (autopsie 1,5Kg)
- Largeur 28 cm.
- Profondeur: 16 cm
- Hauteur: 8 cm

LES ANSES GRÊLES ET LE MÉSENTÈRE

L'intestin grêle fait suite au D4 au niveau de l'angle duodéno-jéjunal. Contrairement au duodénum, l'intestin grêle est mobile et il est entièrement sous mésocolique.

On lui distingue une première partie, le jéjunum, et une seconde, l'iléon.

L'intestin grêle se termine à l'angle iléo-caecal et se poursuit par le gros intestin.

Longueur variable selon les

- individus: 5 à 6 m.
- Diamètre moyen: 2 cm.
- Irrégulièrement cylindrique.
- Avec un bord mésentérique et un bord anti-mésentérique.
- Formé de 14 à 16 anses, mesurant chacune 20 à 40 cm de long

STRUCTURE

- Séreuse
- Musculeuse
- Sous muqueuse
- Muqueuse

LE MÉSENTÈRE

Le mésentère est le méso des anses grêles, dont il renferme les vaisseaux et les nerfs.

C'est une cloison à 2 feuillets qui traverse obliquement l'étage sous mésocolique.

Il a une forme d'éventail dont les plis soutiennent les anses grêles.

LE COLON

Le colon, ou gros intestin, fait suite au grêle au niveau de l'angle iléo-caecal, situé dans la fosse iliaque droite.

Il décrit ensuite un trajet en cadre, parcourant la quasi totalité de l'abdomen.

Il se termine au niveau de la jonction rectosigmoïdienne en se poursuivant par le rectum.

On distingue :

- le caecum,
- le colon droit,
- le colon transverse,
- le colon gauche
- et le colon pelvien ou sigmoïde.

LE CEACUM

Le caecum est la partie initiale du colon, faisant suite à l'intestin grêle. Il possède un prolongement atrophié: l'appendice vermiculaire.

LE COLON DROIT

Le colon droit est la partie du colon vascularisée par l'artère mésentérique supérieure. Il comprend:

- le caecum et l'appendice
- le colon ascendant
- l'angle colique droit

environ les 2/3 droits du colon transverse

LE COLON GAUCHE

Le colon gauche est la partie du colon vascularisée par l'artère mésentérique Inférieure, Il comprend:

- le 1/3 gauche du colon transverse
- l'angle colique gauche
- le colon descendant
- le colon iliaque
- le colon pelvien ou sigmoïde

LE SIGMOÏDE

Le sigmoïde, ou colon pelvien, représente la partie terminale du colon, comprise entre:

- en haut, le bord gauche du détroit supérieur, au bord interne du psoas, où il fait suite au colon iliaque,
- en bas, la face antérieure de la troisième vertèbre sacrée, où il se continue avec le rectum.

ANATOMIE PHYSIOLOGIE DU SYSTÈME DIGESTIF

PHYSIOLOGIE

La physiologie de la digestion dans l'estomac

La digestion mécanique

Au cours de la mastication, les aliments sont déplacés par la langue, broyés par les dents et mélangés à la salive. Ils sont réduits en un bol alimentaire mou qui est facilement avalé.

La digestion chimique

Seuls les **monosaccharides** sont absorbés dans le sang.

L'amylase salivaire brise certaines liaisons chimiques entre les unités de glucose contenues dans l'amidon, pour réduire les polysaccharides en maltose (disaccharide), en mal- totriose (trisaccharide) et en polymères de glucose à chaîne courte (dextrines).

L'amylase salivaire amorce la dégradation de l'amidon.

L'amylase salivaire continue de transformer l'amidon pendant 15 à 30 minutes dans l'estomac jusqu'à ce que l'acidité de ce dernier vienne l'inactiver.

La lipase linguale, sécrétée par les glandes situées sur le dos de la langue, se trouve également dans la salive.

Cette enzyme, qui est active dans l'estomac, peut transformer jusqu'à 30 % des triglycérides alimentaires en acides gras et en monoglycérides.

La déglutition

mécanisme par lequel les aliments passent de la bouche à l'estomac, facilitée par la salive et le mucus, et fait intervenir la bouche, le pharynx et l'œsophage.

trois étapes :

- l'étape buccale volontaire, dans laquelle le bol alimentaire est déplacé vers l'oropharynx;
- l'étape pharyngienne, ou passage involontaire du bol alimentaire depuis le pharynx jusque dans l'œsophage
- l'étape œsophagienne, le passage involontaire du bol alimentaire le long de l'œsophage jusqu'à l'estomac (que nous décrirons durant l'étude de l'œsophage).

Déglutition. Au cours de l'étape pharyngienne de la déglutition, la langue se soulève contre le palais, le nasopharynx se ferme, le larynx s'élève, l'épiglotte ferme le larynx et le bol alimentaire passe dans l'œsophage.

Localisation

L'œsophage est un conduit musculaire souple situé derrière la trachée.

Sa longueur est d'environ 23 cm à 25 cm.

Il prend naissance à l'extrémité inférieure du laryngopharynx, traverse le médiastin situé devant la colonne vertébrale, traverse également le diaphragme par une ouverture appelée hiatus œsophagien et se termine dans la partie supérieure de l'estomac

La physiologie

L'œsophage sécrète du mucus et transporte les aliments dans l'estomac.

Le passage de la nourriture du laryngopharynx à l'œsophage est réglé par un sphincter (épais anneau de muscle qui est habituellement contracté de manière à ce qu'il n'y ait aucune ouverture au centre) à l'embouchure de l'œsophage, le sphincter œsophagien supérieur; formé par le muscle crico-pharyngien attaché au cartilage cricoïde.

L'élévation du larynx durant l'étape pharyngienne de la déglutition entraîne le relâchement du sphincter et permet l'entrée du bol alimentaire dans l'œsophage.

Le sphincter se relâche également durant l'expiration.

FONCTIONS DIGESTIVES DU PHARYNX ET DE L'ŒSOPHAGE (tableau récapitulatif)

Structure	Activité	Résultat
PHARYNX	Étape pharyngienne de la déglutition.	Déplace le bol alimentaire de l'oropharynx au laryngopharynx puis dans l'œsophage. Ferme les voies respiratoires.
	Relâchement du sphincter œsophagien supérieur.	Permet l'entrée du bol alimentaire du laryngopharynx dans l'œsophage.
ŒSOPHAGE	Temps œsophagien de la déglutition (péristaltisme).	Pousse le bol alimentaire de l'œsophage vers le bas.
	Relâchement du sphincter œsophagien inférieur.	Permet l'entrée du bol alimentaire dans l'estomac.
	Sécrétion de mucus.	Lubrifie l'œsophage pour faciliter le passage du bol alimentaire.

L'ESTOMAC

Anatomie

L'estomac est une dilatation en forme de J du tube digestif, située directement en dessous du diaphragme, dans les régions épigastrique, ombilicale et de l'hypocondre gauche de l'abdomen.

- La partie supérieure de l'estomac est un prolongement de l'œsophage.
- La partie inférieure s'ouvre sur le duodénum, partie initiale de l'intestin grêle.
- La position et la taille de l'estomac varient continuellement.

L'estomac se divise en quatre régions :

- le cardia: entoure l'orifice supérieur de l'estomac
- le fundus: partie arrondie au-dessus et à gauche du cardia
- le corps : grande partie centrale sous le fundus
- et le pylore (pyle : porte ; ourus: garder) : partie inférieure de l'estomac qui se rattache au duodénum; Il comporte deux parties,
 - l'antrum py-lorique (antrum : caverne), qui est relié au corps de l'estomac,
 - et le canal pylorique, qui mène au duodénum.

Lorsque l'estomac est vide, la muqueuse présente de larges plis, appelés plis gastriques, que l'on peut détecter à l'œil nu.

Le bord interne concave de l'estomac est appelé petite courbure tandis que le bord externe convexe est appelé grande courbure.

Le pylore communique avec le duodénum de l'intestin grêle par le sphincter pylorique.

L'histologie

L'examen microscopique de la muqueuse révèle un épithélium cylindrique simple (cellules à mucus superficielles) contenant un grand nombre d'étroits canaux, appelés fosses gastriques, qui se prolongent jusqu'au chorion.

À la base de ces canaux se trouvent les orifices des glandes gastriques.

Celles-ci contiennent quatre types de cellules sécrétrices :

- les cellules principales,
- les cellules pariétales (bordantes),
- les cellules à mucus
- et les cellules G.

Les trois premiers types de cellules déversent

leurs sécrétions dans la lumière de l'estomac, tandis que les cellules G sécrètent l'hormone gastrine dans le sang.

Les cellules principales (zymogéniques) sécrètent :

- Le précurseur de la principale enzyme gastrique, le [pepsinogène](#),
- La [lipase gastrique](#) enzyme de moindre importance .

les cellules pariétales sécrètent

- l'**HCL**, qui intervient dans la conversion du pepsinogène en pepsine, une enzyme active,
 - [HCL] \approx 160 millimoles / l, [Na Cl] et [Kcl] : faible concentration
 - pH = 0.8: \rightarrow [H+] = 3 millions de fois supérieure à celle du sang artériel
 - 1500 calories/litre de sécrétion gastrique
 - En moyenne: 2 litres/j
- et le **facteur intrinsèque**, jouant un rôle dans l'absorption de la vitamine B12 par l'iléon qui est utilisée pour la formation de globules rouges.

N.B: Gastrites chronique: destruction des cellules pariétales

- Achlorhydrie

- Anémie par carence en Vit B12 qui stimule la moelle osseuse

Les cellules à mucus sécrètent du **mucus**.

L'ensemble des sécrétions des cellules principales, pariétales et à mucus est appelé **suc gastrique**.

Sa quantité est environ de 2 000 à 3 000 ml par jour.

Les cellules G, qui sont principalement situées dans l'antrum pylorique, sécrètent la **gastrine**, hormone à l'origine de plusieurs aspects de l'activité gastrique.

La sous-muqueuse de l'estomac est formée de tissu conjonctif aréolaire, qui relie la muqueuse à la musculuse.

La musculuse possède trois couches de fibres musculaires lisses:

- une couche externe longitudinale,
- une couche moyenne circulaire
- et une couche interne oblique, celle-ci étant limitée principalement au corps de l'estomac.

Cette disposition des fibres permet à l'estomac de se contracter de diverses façons afin de mélanger les aliments, de les transformer en petites particules, de les mélanger au suc gastrique et de les pousser vers le duodénum.

La séreuse, qui enveloppe l'estomac, fait partie du péritoine viscéral.

Au niveau de la petite courbure, le péritoine viscéral se prolonge vers le haut jusqu'au foie pour former le petit épiploon.

Au niveau de la grande courbure, le péritoine viscéral se prolonge vers le bas pour former le grand épiploon, qui recouvre les intestins.

La physiologie de la digestion dans l'estomac

La digestion mécanique

Les ondes de mélange, qui sont des mouvements péristaltiques modérés et ondulants, se propagent le long de l'estomac toutes les 15 à 25 secondes, quelques minutes après l'entrée des aliments.

Ces ondes macèrent les aliments, les mélangent avec les sécrétions des glandes gastriques et les réduisent en une bouillie appelée chyme.

Peu d'ondes de mélange se propagent le long du fundus, qui sert principalement de lieu de réserve.

Les aliments peuvent rester plus d'une heure dans le fundus sans être mélangés au suc gastrique.

Durant ce temps, la digestion due à la lipase linguale et à la salive se poursuit.

Au cours de la digestion, des ondes de mélange plus fortes commencent dans le corps de l'estomac et s'intensifient en atteignant le pylore.

Le sphincter pylorique reste normalement entrouvert.

Quand les aliments atteignent le pylore, chaque onde de mélange pousse une petite quantité (quelques millilitres) du contenu gastrique dans le duodénum par le sphincter pylorique.

La plus grande partie de la nourriture est refoulée dans le corps de l'estomac où le mélange se poursuit.

L'onde suivante pousse une nouvelle fois le contenu de l'estomac vers l'avant pour faire pénétrer un peu plus de nourriture dans le duodénum.

Ce mouvement de va-et-vient assure, à lui seul, presque tout le mélange des aliments dans l'estomac.

La digestion chimique

Les cellules pariétales sécrètent du HCL dans la lumière de l'estomac grâce à des pompes distinctes servant au transport actif pour le Cl⁻ et pour le transport de H⁺ et de K⁺ dans des directions opposées, c'est-à-dire les antiports H⁺/K⁺ .

L'HCL contribue à défendre l'organisme.

le HCL dénature partiellement les protéines présentes dans la nourriture et stimule la sécrétion d'hormones qui favorise la sécrétion de bile et de suc pancréatique.

Parmi les stimuli qui favorisent la sécrétion d'acide gastrique figurent l'acétylcholine issue des nerfs vagues (X) (parasympathiques), l'histamine issue des mastocytes locaux et la gastrine issue du courant sanguin.

La digestion enzymatique des protéines commence dans l'estomac.

Chez les adultes, la digestion est effectuée principalement par la pepsine, une enzyme sécrétée par les cellules principales.

La pepsine brise certaines liaisons peptidiques entre les acides aminés qui forment les protéines.

Une chaîne protéique formée d'un grand nombre d'acides aminés est donc brisée en petits fragments appelés peptides.

La pepsine assure également la coagulation et la digestion des protéines du lait.

La pepsine est très efficace dans l'environnement très acide de l'estomac (pH 2).

Elle devient inactive à un pH plus élevé.

Tout d'abord, la pepsine est sécrétée sous une forme inactive, appelée pepsinogène, pour empêcher la digestion des protéines des cellules principales qui la produisent.

Le pepsinogène ne se transforme en pepsine active qu'au contact de molécules de pepsine active ou d'acide chlorhydrique sécrété par les cellules pariétales.

Ensuite, les cellules de l'estomac sont protégées par une couche de mucus alcalin qui recouvre la muqueuse et l'isole des sucs gastriques en formant une barrière de 1 à 3 mm d'épaisseur.

Une autre enzyme de l'estomac, la **lipase gastrique**, scinde les triglycérides à chaîne courte qui se trouvent dans les matières grasses du lait.

Cette enzyme est particulièrement efficace quand le pH est situé entre 5 et 6.

Chez les adultes, son rôle est restreint.

La digestion des graisses chez ces derniers repose presque entièrement sur la **lipase linguale** et sur une enzyme sécrétée par le pancréas dans l'intestin grêle, la **lipase pancréatique**.

DIGESTION DANS L'ESTOMAC

Structure	Activité	Résultat
MUQUEUSE		
Cellules principales	Sécrètent le pepsinogène.	Un précurseur de la pepsine est produit.
	Sécrètent la lipase gastrique.	Scinde les triglycérides à chaîne courte.
Cellules pariétales	Sécrètent de l'acide chlorhydrique.	Détruit les microbes dans les aliments. Dénature les protéines. Convertit le pepsinogène en pepsine qui digère les protéines en peptides. Inhibe la sécrétion de gastrine. Stimule la sécrétion de sécrétine et de cholécystokinine.
	Sécrètent le facteur intrinsèque.	Nécessaire à l'absorption de la vitamine B12, qui est utilisée pour la formation des globules rouges.

Cellules à mucus	Sécrètent du mucus.	Forme une barrière protectrice qui empêche la destruction de la paroi de l'estomac.
Cellules G	Sécrètent de la gastrine.	Stimule la sécrétion de HCl par les cellules pariétales et de pepsinogène par les cellules principales. Contracte le sphincter œsophagien inférieur, augmente la motilité de l'estomac et relâche le sphincter pylorique.
MUSCULEUSE	Ondes de mélange. Péristaltisme.	Macèrent les aliments, les mélangent avec le suc gastrique, les réduisent en chyme et poussent celui-ci à travers le sphincter pylorique.
SPHINCTER PYLORIQUE	S'ouvre pour laisser passer le chyme dans le duodénum.	Règle le passage du chyme de l'estomac dans le duodénum. Empêche le reflux du chyme du duodénum vers l'estomac.

La régulation de la sécrétion et de la motilité gastriques

Sous la dépendance de [Facteurs Humoraux et nerveux](#)

La sécrétion du suc gastrique et la contraction des muscles lisses de la paroi de l'estomac sont liées à des mécanismes nerveux et hormonaux qui se déroulent en trois phases qui se chevauchent :

- Céphalique: Au cours de la phase céphalique, des influx nerveux parasympathiques en provenance de noyaux situés dans le bulbe rachidien sont transmis par les nerfs vagues (X). Ces influx favorisent le péristaltisme des muscles lisses de l'estomac et stimulent la sécrétion, par les glandes gastriques, de pepsinogène, d'HCL et de mucus dans le chyme gastrique, et de gastrine dans le sang.
- gastrique : Au cours de la phase gastrique, des réflexes à l'intérieur de l'estomac lui-même continuent de stimuler les contractions et les processus sécrétoires.
- intestinale: au cours de la phase intestinale, des réflexes neuraux et hormonaux commencés dans l'intestin grêle exercent un effet inhibiteur sur l'activité sécrétoire et la motilité de l'estomac.

La phase céphalique

La phase céphalique concerne les réflexes déclenchés par les récepteurs sensoriels situés dans la tête.

Avant même que les aliments ne pénètrent dans l'estomac, la vue, l'odeur, le goût ou l'idée de nourriture déclenchent ce réflexe.

Le cortex cérébral et le centre hypothalamique de la faim envoient des influx nerveux au bulbe rachidien.

Celui-ci relaie les influx le long des fibres préganglionnaires parasympathiques des nerfs vagues (X) pour stimuler les fibres postganglionnaires parasympathiques du plexus sous-muqueux.

A leur tour, les fibres parasympathiques innervent les cellules pariétales, les cellules principales et les cellules à mucus, et elles augmentent les sécrétions de toutes les glandes gastriques.

Les fibres innervent également les muscles lisses de l'estomac et favorisent la motilité gastrique.

Des émotions comme la colère, la peur et l'anxiété peuvent ralentir la digestion dans l'estomac, car elles stimulent le système nerveux sympathique, qui inhibe l'activité gastrique.

La phase gastrique

Quand les aliments pénètrent dans l'estomac, des mécanismes nerveux et hormonaux, déclenchés par des récepteurs sensoriels situés dans l'estomac, permettent que la sécrétion gastrique et la motilité se poursuivent.

C'est la phase gastrique.

Les cycles de rétroaction négative neurale.

Tous les aliments entraînent la distension (l'étirement) de l'estomac et la stimulation des récepteurs de tension (mécanorécepteurs) situés dans la paroi de celui-ci.

Par ailleurs, des chimiorécepteurs surveillent le pH du chyme gastrique.

Lorsque les parois de l'estomac sont distendues ou que le pH s'élève parce que des aliments ont pénétré dans l'estomac et ont tamponné une partie de l'acide qui s'y trouve, les mécanorécepteurs et les chimiorécepteurs sont activés

Ces récepteurs envoient des influx nerveux au plexus sous-muqueux, où ils stimulent les fibres parasympathiques.

Les influx nerveux qui en résultent provoquent des ondes de péristaltisme et stimulent la sécrétion de suc gastrique par les cellules pariétales, les cellules principales et les cellules à mucus.

Les ondes péristaltiques mélangent les aliments au suc gastrique et lorsqu'elles deviennent suffisamment fortes, une petite quantité de chyme (environ de 10 à 15 ml, ou de 2 à 3 cuillerées à café) passe dans le duodénum par le sphincter pylorique.

Étant donné que le pH du chyme gastrique redevient faible et que les parois de l'estomac ne sont plus distendues parce que le chyme est passé dans l'intestin grêle, ce cycle de rétroaction négative diminue la sécrétion de suc gastrique.

Les cycles de rétroaction négative hormonale.

La distension de l'estomac et la présence de protéines partiellement digérées et de caféine favorisent la sécrétion de la gastrine par les cellules G situées dans la muqueuse de l'antrum pylorique.

(Une plus faible quantité de gastrine est également sécrétée par les cellules entéro-endocrines de l'intestin grêle.) La gastrine pénètre dans le sang et est transportée vers les glandes gastriques cibles.

Elle stimule la croissance des glandes et la sécrétion d'une grande quantité de suc gastrique.

La gastrine contracte aussi le sphincter œsophagien inférieur, augmente la motilité de l'estomac et relâche le sphincter pylorique et le sphincter iléo-caecal (décrit un peu plus loin).

La sécrétion gastrique est inhibée lorsque le pH du suc gastrique tombe en dessous de 2, et elle est stimulée lorsque le pH s'élève.

Ce mécanisme de rétroaction négative contribue à fournir un pH optimal bas pour l'activité de la pepsine, la destruction des microbes et la dénaturation des protéines dans l'estomac.

L'acétylcholine libérée par les fibres parasympathiques et la gastrine sécrétée par les cellules G stimulent la sécrétion d'une plus grande quantité de HCL par les cellules pariétales lorsqu'il y a présence d'histamine.

En d'autres termes, l'histamine agit en synergie avec l'acétylcholine et la gastrine pour augmenter leurs effets.

L'histamine est une substance paracrine ; elle est sécrétée par les mastocytes et exerce un effet sur les cellules pariétales voisines.

Des récepteurs des trois substances se trouvent dans la membrane plasmique des cellules pariétales et leurs effets sont tous exercés grâce à des systèmes de second messager .

Les récepteurs de l'histamine situés sur les cellules pariétales sont appelés récepteurs H2.

Ils diffèrent des récepteurs H1 qui interviennent dans les réactions allergiques.

La phase intestinale

La phase intestinale est due à l'activation des récepteurs de l'intestin grêle.

Tandis que les réflexes déclenchés au cours des phases céphalique et gastrique stimulent l'activité sécrétoire et la motilité de l'estomac, ceux qui sont produits au cours de la phase intestinale ont des effets inhibiteurs.

Cela ralentit la sortie du chyme gastrique et évite que le duodénum ne reçoive plus de chyme qu'il ne peut en traiter.

En outre, les réactions qui surviennent au cours de la phase intestinale favorisent la digestion continue des aliments qui ont atteint l'intestin grêle.

Lorsque le chyme contenant des acides gras et du glucose quitte l'estomac pour entrer dans l'intestin grêle, il stimule la sécrétion de trois hormones par les cellules entéro-endocrines situées dans la muqueuse de l'intestin grêle : [le polypeptide inhibiteur gastrique \(GIP\)](#), [la sécrétine](#) et [la cholécystokinine \(CCK\)](#).

En ce qui a trait à l'estomac,

- le [polypeptide inhibiteur gastrique](#) inhibe les sécrétions et la motilité gastriques.
- La [sécrétine](#) diminue surtout les sécrétions gastriques,
- tandis que la [cholécystokinine](#) inhibe principalement l'évacuation gastrique.

Les trois hormones exercent d'autres effets importants sur le pancréas, le foie et la vésicule biliaire, qui contribuent à la régulation des processus digestifs.

La présence d'aliments dans l'intestin grêle au cours de la phase intestinale déclenche également un réflexe neural appelé réflexe entéro-gastrique.

Les influx nerveux issus du duodénum qui atteignent le bulbe rachidien retournent à l'estomac et inhibent la sécrétion et la motilité de l'estomac.

Ces influx inhibent la stimulation parasympathique et stimulent l'activité sympathique.

Les stimuli qui déclenchent ce réflexe sont la distension du duodénum, et la présence d'acides gras et de glucose dans le chyme du duodénum.

Phases céphalique, gastrique et intestinale de la digestion gastrique.

La régulation par rétroaction négative neurale du pH du suc gastrique et de la motilité de l'estomac au cours de la phase gastrique de la digestion.

La régulation de l'évacuation gastrique

L'évacuation gastrique est réglée à la fois par des réflexes neuronaux et hormonaux.

La distension de l'estomac et la présence de protéines partiellement digérées (qui tamponnent le HCl), d'alcool et de caféine stimulent la sécrétion de gastrine.

En présence de la gastrine, le sphincter œsophagien inférieur se contracte, la motilité de l'estomac augmente et le sphincter pylorique se relâche.

Ensemble, ces trois actions assurent l'évacuation gastrique.

En même temps, les influx nerveux en provenance des nerfs vagues (X) exercent des effets semblables.

L'évacuation gastrique est inhibée par le réflexe entéro-gastrique, par le polypeptide inhibiteur gastrique et par la cholécystokinine .

Ces réflexes neuraux et hormonaux assurent que l'estomac n'évacue pas plus de chyme dans l'intestin grêle que celui-ci ne peut en traiter.

L'estomac déverse tout son contenu dans le duodénum, de 2 h à 6 h après l'ingestion des aliments.

Les aliments riches en glucides restent le moins longtemps dans l'estomac.

Les aliments protéiques demeurent plus longtemps.

L'évacuation gastrique est plus lente après un repas qui contenait une grande quantité de triglycérides.

En effet, dans ce cas, les acides gras contenus dans le chyme stimulent la sécrétion du polypeptide inhibiteur gastrique et de la cholécystokinine, hormones, qui ralentissent l'évacuation gastrique.

LES VOMISSEMENTS

Localisation des centres nerveux: entre l'olive et le faisceau solitaire, c'est-à-dire au niveau de la formation réticulée.

Le vomissement est généralement un phénomène réflexe.

Les stimuli déclenchant sont :

- une forte dilatation (remplissage) de l'estomac et des lésions de celui-ci (provoquées par l'ingestion d'alcool par exemple).
- Des odeurs ou des visions écœurantes,
- le contact avec la muqueuse pharyngienne
- l'irritation de l'organe de l'équilibration
- la grossesse [vomissements matinaux (vomitus matutinus) et hyperémèse gravidique (hyperemesis gravidarum),
- par des douleurs violentes,
- des substances toxiques (toxines),
- des médicaments (anesthésiques),
- par une radio-exposition (lors d'une irradiation tumorale par exemple),
- par une augmentation de la pression cérébrale comme lors d'un œdème cérébral ou à la suite d'hémorragies ou de tumeurs cérébrales
- par certains phénomènes psychiques. Dans ce cas, les chémorécepteurs au voisinage du centre de vomissement (area postrema) jouent un rôle non négligeable.

prodromes du vomissement

- Nausées
- augmentation de la salivation,
- pâleur,
- transpiration abondante
- dilatation des pupilles

L'absorption au niveau de l'estomac

La paroi de l'estomac est imperméable au passage de la plupart des substances dans le sang ; la plupart de ces substances ne peuvent donc être absorbées que lorsqu'elles atteignent l'intestin grêle.

Cependant, il est vrai que l'estomac participe à l'absorption d'une certaine quantité d'eau, d'électrolytes, de certains médicaments (particulièrement l'aspirine) et d'alcool.

LE PANCREAS

Le suc pancréatique

Production de 1 200 et 1 500 ml d'un liquide clair et incolore (le suc pancréatique), principalement formé de...

- eau,
- quelques sels,
- bicarbonate de sodium
- et d'enzymes.

Le bicarbonate de sodium confère au suc pancréatique un pH légèrement alcalin (de 7,1 à 8,2) qui tamponne le suc gastrique acide du chyme, interrompt l'activité de la pepsine de l'estomac et crée un pH adapté à l'action des enzymes digestives de l'intestin grêle.

Les enzymes du suc pancréatique comprennent

une enzyme capable de digérer les glucides, l'[amylase pancréatique](#);

quelques enzymes capables de digérer les protéines : la [trypsine](#), la [chymotrypsine](#) et la [carboxypeptidase](#);

la principale enzyme chargée de digérer les triglycérides chez l'adulte, la [lipase pancréatique](#) ;

et des enzymes capables de digérer les acides nucléiques : la [ribonucléase](#) et la [désoxyribonucléase](#).

Les enzymes pancréatiques capables de digérer les protéines sont produites sous une forme inactive.

La [trypsine](#), l'enzyme active, est sécrétée sous une forme inactive appelée [trypsinogène](#).

Son activation est effectuée dans l'intestin grêle lorsque le chyme entre en contact avec l'enzyme activatrice, l'[entérokinase](#), sécrétée par la muqueuse intestinale.

La chymotrypsine est activée dans l'intestin grêle par la trypsine à partir de sa forme inactive, le chymotrypsinogène.

La carboxypeptidase est également activée dans l'intestin grêle par la trypsine.

Sa forme inactive est appelée procarboxypeptidase.

La régulation des sécrétions pancréatiques

La sécrétion pancréatique, comme la sécrétion gastrique, est réglée par des mécanismes nerveux et hormonaux.

Durant les phases céphalique et gastrique de la digestion gastrique, les influx nerveux parasympathiques sont également transmis par les nerfs vagues (X) jusqu'au pancréas pour provoquer la sécrétion d'enzymes pancréatiques.

Lorsque le chyme acide pénètre dans l'intestin grêle, les cellules entéro-endocrines de la muqueuse de l'intestin grêle libèrent de la sécrétine.

Et en présence de graisses et de protéines partiellement digérées dans l'intestin grêle, d'autres cellules entéro-endocrines sécrètent de la cholécystokinine (CCK).

La sécrétine stimule la sécrétion de suc pancréatique riche en ions bicarbonate.

La cholécystokinine stimule une sécrétion pancréatique riche en enzymes digestives.

Facteurs neuraux et hormonaux qui augmentent la sécrétion de suc pancréatique.

La stimulation parasympathique (nerfs vagues) et le chyme acide de l'intestin grêle stimulent la libération de sécrétine dans le sang.

La stimulation vagale et la présence d'acides gras et d'acides aminés dans l'intestin grêle stimulent la sécrétion de cholécystokinine dans le sang.

LE FOIE

L'histologie

Les lobes du foie sont formés d'un grand nombre d'unités fonctionnelles, appelées lobules.

Un lobule est formé de cellules épithéliales spécialisées, appelées cellules hépatiques (hépatocytes), disposées en plaques irrégulières, ramifiées et reliées entre elles autour d'une veine centrale.

Plutôt que des capillaires, le foie comporte de grands espaces tapissés d'un endothélium, sinusoïdes, à travers lesquels circule le sang.

Les sinusoïdes sont aussi, en partie, tapissés de cellules réticulo-endothéliales étoilées (cellules de Kupffer).

Ces phagocytes sont chargés de détruire les globules blancs et les globules rouges usés, ainsi que des substances toxiques et des bactéries.

La bile, sécrétée par les cellules hépatiques, pénètre dans les canalicules biliaires, qui se déversent dans de petits canaux biliaires.

Ces petits canaux finissent par s'unir pour former des canaux plus gros, les canaux hépatiques gauche et droit.

Ceux-ci fusionnent et sortent du foie sous le nom de canal hépatique commun.

En outre, le canal hépatique commun se joint au canal cystique issu de la vésicule biliaire pour former le canal cholédoque.

La bile pénètre dans le canal cystique et est provisoirement emmagasinée dans la vésicule biliaire.

Après un repas, divers stimuli provoquent la contraction de la vésicule biliaire qui libère la bile qu'elle renferme dans le canal cholédoque.

Le canal cholédoque et le canal pancréatique pénètrent dans le duodénum en formant un canal commun appelé ampoule hépato-pancréatique.

L'apport sanguin

Le foie reçoit du sang de deux sources.

- L'artère hépatique apporte du sang oxygéné
- et la veine porte hépatique, du sang désoxygéné contenant des nutriments récemment absorbés.

Les branches de l'artère hépatique et de la veine porte hépatique acheminent le sang aux sinusoides, où l'oxygène, la majeure partie des nutriments et certains poisons sont extraits par les hépatocytes.

Les cellules réticulo-endothéliales (de Kupffer) qui tapissent les sinusoides phagocytent les microbes et des petits morceaux de matière étrangère du sang.

Les nutriments sont emmagasinés ou sont utilisés pour la fabrication de nouveaux composés.

Les poisons sont emmagasinés ou détoxiqués.

Les produits élaborés par les hépatocytes et les nutriments requis par les autres cellules sont sécrétés de nouveau dans le sang.

Le sang se déverse ensuite dans la veine centrale, puis passe dans une veine hépatique.

Les branches de la veine porte hépatique, de l'artère hépatique et du canal biliaire sont généralement associées lorsqu'elles traversent le foie.

Ces trois structures sont collectivement appelées triade porte.

La bile

Les cellules hépatiques sécrètent quotidiennement de 0.8 à 1 l de bile, liquide jaune, brunâtre, ou vert-olive.

Son pH est compris entre 7,6 et 8,6.

La bile est principalement formée

- d'eau
- d'acides biliaires (l'acide cholique et l'acide chénodésoxycholique)
- de sels biliaires (sodium et de potassium),
- de cholestérol,
- d'un phospholipide appelé lécithine,
- de pigments biliaires
- de plusieurs ions.

La bile est à la fois un produit d'excrétion et une sécrétion digestive.

Les sels biliaires et les acides biliaires jouent un rôle dans l'émulsification, la dégradation de volumineux globules de graisses en une suspension de fines gouttelettes graisseuses, d'environ 1 µm de diamètre, et dans l'absorption des graisses après leur digestion.

La physiologie du foie

1. Le métabolisme des glucides.

Permet le maintien d'une glycémie normale.

Permet de convertir le glucose en glycogène (glycogénèse) lorsque le taux de glucose dans le sang est élevé, et transformer le glycogène en glucose (glycogénolyse) lorsque le taux de glucose dans le sang est bas.

Permet de convertir certains acides aminés et l'acide lactique en glucose (néoglucogénèse) lorsque le taux de glucose dans le sang est bas ; transformer d'autres sucres, tels que le fructose et le galactose, en glucose, et convertir le glucose en triglycérides.

2- Le métabolisme des lipides.

Le foie emmagasine certains triglycérides (graisses neutres), transforme les acides gras en acétyl-coenzyme A (processus appelé « oxydation bêta ») et l'acétyl-coenzyme A excédentaire en corps cétoniques (cétogénèse).

Le foie synthétise des lipoprotéines, qui transportent les acides gras, les triglycérides, et le cholestérol en provenance et à destination des cellules du corps.

Les cellules hépatiques synthétisent du cholestérol et l'utilisent pour fabriquer des sels biliaires.

3- Le métabolisme des protéines.

Le foie désamine les acides aminés (en enlève le groupement aminé NH_2) de manière à ce qu'ils puissent être utilisés pour la production d'ATP ou convertis en glucides ou en graisses.

Il convertit l'ammoniac toxique (NH_3), qui résulte de la désamination, en urée beaucoup moins toxique pour qu'elle soit excrétée dans l'urine. (L'ammoniac est également produit par les bactéries du tube digestif.)

Les cellules hépatiques synthétisent la plupart des protéines plasmatiques telles que les globulines alpha et bêta, l'albumine, la prothrombine et le fibrinogène.

Enfin, les enzymes du foie peuvent effectuer la transamination. Ce processus consiste à transférer un groupement aminé d'un acide aminé à une autre substance en vue de convertir un acide aminé en un autre.

4- L'élimination des médicaments et des hormones.

Le foie peut détoxiquer ou excréter dans la bile des médicaments tels que la pénicilline, l'érythromycine et les sulfamides.

Il peut également modifier chimiquement ou excréter les hormones thyroïdiennes et les hormones stéroïdes, telles que les œstrogènes et l'aldostérone.

5- L'excrétion de la bile.

La bilirubine, dérivée de l'hème des globules rouges usés, est absorbée par le foie à partir du sang et est sécrétée dans la bile.

La plus grande partie de la bilirubine est métabolisée dans les intestins par des bactéries, puis éliminée dans les fèces.

6- La synthèse des sels biliaires.

Les sels biliaires sont utilisés dans l'intestin grêle pour l'émulsification et l'absorption des graisses, du cholestérol, des phospholipides et des lipoprotéines.

7- L'emmagasinement.

Outre le glycogène, le foie emmagasine des vitamines (A, B₁₂, D, E et K) et des minéraux (fer et cuivre).

Les cellules hépatiques renferment une protéine appelée apoferritine, qui s'associe au fer pour former la ferritine, forme sous laquelle le fer est emmagasiné dans le foie.

Le fer est libéré par le foie lorsqu'il est requis ailleurs dans l'organisme.

8- La phagocytose.

Les cellules réticulo-endothéliales étoilées (cellules de Kupffer) du foie phagocytent les globules rouges et les globules blancs usés ainsi que certaines bactéries.

9- L'activation de la vitamine D.

La peau, le foie et les reins participent à l'activation de la vitamine D.

HORMONES IMPORTANTES QUI REGISSENT LES PROCESSUS DIGESTIFS

Hormone	Lieu de production	Stimulus de la sécrétion	Actions
Gastrine	Principalement dans la muqueuse de l'antrum pylorique ; une petite quantité sécrétée par la muqueuse intestinale.	Distension de l'estomac, protéines partiellement digérées et caféine dans l'estomac, et pH élevé du chyme	<i>Effets majeurs :</i> stimule la sécrétion de suc gastrique, augmente la motilité gastrique, favorise la croissance

		gastrique.	<p>de la muqueuse gastrique.</p> <p><i>Effets mineurs :</i> contracte le sphincter œsophagien inférieur, relâche le sphincter pylorique et le sphincter iléo-caecal.</p>
<p>Peptide inhibiteur gastrique (GIP)</p>	<p>Muqueuse intestinale.</p>	<p>Acides gras et glucose qui pénètrent dans l'intestin grêle.</p>	<p>Stimule la sécrétion d'insuline par les cellules bêta du pancréas, inhibe la sécrétion de suc gastrique et ralentit l'évacuation gastrique.</p>
<p>Sécrétine</p>	<p>Muqueuse intestinale.</p>	<p>Chyme acide (niveau élevé de H⁺) pénétrant dans l'intestin grêle.</p>	<p><i>Effets majeurs :</i> stimule la sécrétion de suc pancréatique et de bile riches en HCO₃⁻ (ions bicarbonate).</p> <p><i>Effets mineurs :</i> inhibe la sécrétion de suc gastrique, favorise une croissance normale et l'entretien du pancréas, augmente les effets de la cholécystokinine.</p>

Cholécystokinine (CCK)

Muqueuse intestinale, encéphale.

Protéines (acides aminés) et triglycérides (acides gras) partiellement digérés qui pénètrent dans l'intestin grêle.

Effets majeurs :
stimule la sécrétion de suc pancréatique riche en enzymes digestives ; provoque l'éjection de la bile de la vésicule biliaire et l'ouverture du sphincter de l'ampoule hépatopancréatique (sphincter d'Oddi) ; et induit la satiété (sensation d'être rassasié).

Effets mineurs :
inhibe l'évacuation gastrique, favorise une croissance normale et l'entretien du pancréas, augmente les effets de la sécrétine.

L'INTESTIN GRÊLE

L'anatomie

L'intestin grêle est divisé en trois segments.

- Le duodénum (25 cm), prend naissance au sphincter pylorique de l'estomac puis fusionne avec le jéjunum.
- Le jéjunum (2,5 m) s'étend jusqu'à l'iléon.
- L'iléon (3,6 m) rejoint le gros intestin à la valve (sphincter) iléo-cæcale.

L'histologie

La paroi de l'intestin grêle est formée des quatre mêmes tuniques que la plus grande partie du tube digestif.

La muqueuse contient de nombreuses dépressions délimitées par un épithélium glandulaire.

Les cellules qui tapissent ces cavités forment les glandes intestinales (cryptes de Lieberkuhn) et sécrètent le suc intestinal.

La sous-muqueuse du duodénum contient des glandes duodénales (glandes de Brunner) qui sécrètent un mucus alcalin (neutralise l'acidité du chyme gastrique).

Quelques-unes des cellules épithéliales de la muqueuse sont des cellules caliciformes qui sécrètent, elles aussi, du mucus.

La muqueuse est recouverte d'un épithélium cylindrique simple et renferme

- des **cellules absorbantes**,
- des **cellules caliciformes**,
- des **cellules entéro-endocrines**
- et des **cellules de Paneth** (sécrètent du lysozyme, une enzyme bactéricide, également capable de phagocytose pour réguler la population bactérienne).

Le suc intestinal et les enzymes de la bordure en brosse

Le suc intestinal est un liquide jaune clair sécrété au rythme de 1 à 2 l par jour.

Il est légèrement alcalin (son pH est de 7,6) et il renferme de l'eau et du mucus.

Le suc pancréatique et le suc intestinal fournissent ensemble un véhicule destiné à l'absorption des substances contenues dans le chyme lorsqu'elles entrent en contact avec les villosités.

Les cellules épithéliales absorbantes qui tapissent les villosités synthétisent plusieurs enzymes digestives, appelées enzymes de la bordure en brosse, et les introduisent dans la membrane plasmique des microvillosités.

- quatre enzymes assurent la digestion des glucides : **la dextrinase**, **la maltase**, **la sucrase** (saccha-rase) et **la lactase**.
- des enzymes capables de digérer les protéines, **les peptidases** (aminopeptidases et dipeptidases)
- deux types d'enzymes capables de digérer les nucléotides, les **nucléosidases** et les **phosphatases**.

La physiologie de la digestion dans l'intestin grêle

La digestion mécanique

Les mouvements de l'intestin grêle sont de deux types:

- La segmentation: Elle assure le mélange du chyme et des sucs digestifs, et met les nutriments en contact avec la muqueuse pour qu'ils soient absorbés (se répète de 12 à 16 fois par minute) .
- Le péristaltisme: propulse le chyme vers l'avant le long du tube digestif (3 à 5 h).

Les contractions de segmentation localisées mélangent à fond le contenu de l'intestin grêle.

La régulation de la sécrétion et de la motilité intestinales

La régulation de la sécrétion et de la motilité de l'intestin grêle s'effectue principalement par des réflexes locaux en réaction à la présence du chyme.

Par ailleurs, l'hormone connue sous le nom de polypeptide intestinal vasoactif (VIP) stimule la production de suc intestinal.

Les mouvements de segmentation dépendent surtout de la distension intestinale, qui déclenche la formation d'influx nerveux dirigés vers les plexus sous-muqueux et myentérique et le système nerveux central (SNC).

LE GROS INTESTIN

Le gros intestin remplit plusieurs fonctions :

- il termine le processus d'absorption,
- produit certaines vitamines,
- forme les fèces
- les expulse de l'organisme.

L'histologie

RESUME DE LA DIGESTION ET DE L'ABSORPTION DANS LE GROS INTESTIN

Structure	Action	Fonction
Muqueuse	Sécrète du mucus.	Lubrifie le côlon et protège la muqueuse.
	Absorbe l'eau et d'autres composés solubles.	Maintient l'équilibre hydrique ; solidifie les fèces. Les vitamines et les électrolytes sont absorbés et les substances toxiques sont acheminées au foie pour y être détoxiquées.
Lumière	Activité bactérienne.	Dégrade les glucides et les protéines non digérés, de même que les acides aminés, en produits qui peuvent être expulsés dans les fèces ou absorbés et détoxiqués par le foie. Certaines vitamines du groupe B et la vitamine K sont synthétisées.
Musculeuse	Brassage haustral.	Les contractions musculaires poussent le contenu du côlon d'une haustration à l'autre.
	Péristaltisme.	Le contenu est propulsé tout au long du côlon par les contractions des muscles circulaires et longitudinaux.
	Mouvement péristaltique de masse.	Le contenu du côlon est poussé dans le côlon sigmoïde et le rectum par de fortes ondes péristaltiques.
	Défécation.	Les fèces sont éliminées par les contractions du côlon sigmoïde et du rectum.

L'absorption et la formation des fèces

Après être resté dans le gros intestin pendant environ 3 à 10 h, le chyme forme une masse solide ou semi-solide, surtout à cause de l'absorption d'eau.

A ce stade, il porte le nom de fèces ; formées

- d'eau,
- de sels inorganiques,
- de débris en provenance des cellules épithéliales de la muqueuse du tube digestif,
- de bactéries,
- de produits de la décomposition bactérienne et de nourriture non digérée.

L'absorption d'eau joue un rôle important dans le maintien de l'équilibre hydrique,

Toute l'eau qui pénètre dans le gros intestin (de 0,5 à 1l) est absorbée, sauf une quantité approximative de 100 à 200 ml.

L'absorption est maximale dans le caecum et le côlon ascendant.

Le gros intestin absorbe aussi des électrolytes, dont le sodium et le chlorure, et quelques vitamines.

PHYSIOLOGIE DE LA CONTINENCE ANALE

La continence anale repose sur un organe réservoir (colon descendant, rectum) , et un organe résistant (sphincter anal)

Le sphincter interne lisse assure une pression anale permanente (responsable de 80% de la pression anale de repos).

Non contrôlé par la volonté. Innervé par les efferences parasympathiques qui inhibent sa contraction et sympathiques qui activent sa contraction

Le sphincter externe strié. Innervé par le nerf honteux interne, sous le contrôle de la conscience.

Assure la continence d'urgence et s'oppose à toute élévation de la pression intra abdominale (toux , éternuement , effort) .

-Le muscle releveur de l'an us est responsable d'une angulation ano-rectale qui joue un rôle dans la continence des matières solides.

Les mouvements de masse poussent les matières fécales du côlon sigmoïde dans le rectum. La distension de la paroi rectale qui en résulte stimule les mécanorécepteurs qui déclenchent le réflexe de défécation, ou évacuation du rectum.

Chez les nourrissons, le réflexe de défécation entraîne l'évacuation automatique du rectum, car le sphincter anal externe n'est pas encore maîtrisé volontairement.

La diarrhée est l'évacuation fréquente de fèces liquides, causée par un accroissement de la motilité des intestins et par une diminution de l'absorption intestinale.

Le passage du chyme dans l'intestin grêle et celui des fèces dans le gros intestin est trop rapide ; les liquides n'ont pas le temps d'être absorbés.

Comme le vomissement, la diarrhée peut entraîner la déshydratation et des déséquilibres électrolytiques.

La diarrhée peut être causée par le stress ou des microbes qui irritent la muqueuse gastro-intestinale.

La constipation est la difficulté à évacuer les fèces ou l'espacement prolongé des défécations.

Elle est due à une diminution de la motilité des intestins ; les fèces restent donc très longtemps dans le côlon, ce qui a pour effet de les rendre sèches et dures, à cause d'une trop grande absorption d'eau.