

Digestion et absorption intestinale

1. Objectifs

- Expliquer la digestion et l'absorption des glucides
- Expliquer la digestion et l'absorption des lipides
- Expliquer la digestion et l'absorption des protéines
- Décrire le transport intestinal de l'eau, des électrolytes, des vitamines et du fer

2. Introduction

L'intestin grêle fait suite à l'estomac et est séparé de celui-ci par le pylore. Il se compose du duodénum, jéjunum et iléon.

- Le duodénum : lieu de mélange du chyme gastrique avec les sécrétions pancréatiques et biliaires. L'absorption se fait uniquement par équilibration osmotique : elle est donc rapide et peu régulière.
- Le jéjunum : principal site d'absorption intestinale des glucides, lipides et peptides et principal lieu des mouvements hydroélectrolytiques. Globalement, l'absorption y est peu sélective.
- L'iléon : siège d'absorptions spécifiques comme celle de la vitamine B12.

L'intestin grêle est le siège de mouvements transmuqueux d'eau et de substances.

$J_e - J_s = J_n$ J_e : flux entrant ; J_s : flux sortant ; J_n : flux net

Si $J_e > J_s \rightarrow J_n$ est positif \rightarrow absorption

Si $J_e < J_s \rightarrow J_n$ est négatif \rightarrow excrétion

Le passage à travers l'épithélium se fait selon 2 voies :

- intercellulaire ou paracellulaire
- transcellulaire

Le transport peut être :

- Passif : par simple diffusion
- actif : nécessitant de l'énergie

3. Digestion et absorption des glucides

- **Introduction**

L'ingestion journalière des glucides est de 200 à 400 g /J sous forme de :

- amidon : amylose et amylopectine
- disaccharides : saccharose, maltose et lactose
- dextrines limites
- fibres alimentaires : cellulose, hémicellulose et pectine.

- **Digestion des glucides**

Le principal site de digestion est représenté par le duodénum et le jéjunum.

Après la première étape de digestion qui a lieu dans la bouche sous l'action de l'amylase salivaire, la digestion de l'amidon continue dans la lumière intestinale sous l'action de l'amylase pancréatique.

Seul l'amidon subit une hydrolyse intraluminaire assurée par ces 2 enzymes. Les produits obtenus sont le maltose, le maltotriose et les dextrines limites qui vont rejoindre les disaccharides naturels au niveau de la bordure en brosse où a lieu leur digestion finale. Les disaccharides sont hydrolysés par des hydrolases insérées sur la bordure en brosse appelées les disaccharidases.

DIGESTION ET ABSORPTION INTESTINALES

Digestion et absorption des glucides

Enzymes	Substrats	Produits
Saccharase isomaltase	Saccharose, maltose , dextrines limites	Glucose Fructose
Glucoamylase	Oligosaccharides	Glucose
Lactase	Lactose	Glucose Galactose

- **Absorption des glucides**

Le glucose et le galactose sont absorbés par un cotransport $\text{Na}^+/\text{glucose}$ (SGLT1) situé sur la membrane en brosse. Pour passer dans la circulation générale par le pôle basolatéral, ils vont utiliser un transporteur passif de la famille des GLUT 2.

Le fructose pénètre dans l'entérocyte grâce à un transporteur passif, le GLUT 5 situé sur la bordure en brosse. Il ressortira vers le sang par le pôle basolatéral grâce au GLUT 2.

4. Digestion et absorption des lipides

- **Introduction**

L'ingestion journalière des lipides est de 50 à 80 g/j, sous forme de triglycérides, phospholipides, cholestérol libre et estérifié et de vitamines liposolubles (A,D, E,K) généralement estérifiées.

- **Digestion des lipides**

Puisque les lipides sont hydrophobes, leur digestion requiert la formation d'une émulsion. Les gouttelettes lipidiques formant l'émulsion sont stabilisées par des acides gras, des protéines et des sels biliaires.

La digestion des triglycérides débute dans l'estomac par action de la lipase gastrique qui libère des diglycérides et des acides gras.

Au niveau du duodénum, la lipase pancréatique va former des micelles, particules lipidiques de 3 à 5 nm, formées de monoglycérides, acides gras, phospholipides et sels biliaires.

La phospholipase A2 va agir sur les phospholipides pour transformer les lécithines en lysolécithines.

La carboxylic ester hydrolase a pour substrat les esters de cholestérol et des vitamines liposolubles.

- **Absorption des lipides**

Les monoglycérides, les acides gras, le cholestérol libre, les vitamines liposolubles libres et les lysolécithines diffusent à travers la membrane cellulaire pris en charge par les Liver et Intestine-Fatty Acid Binding Protein (L et I-FABP) et protéine de transport des stérols pour le cholestérol.

Les acyl transférase rattachent les radicaux d'acides gras aux monoglycérides reformant ainsi les triglycérides.

Les acides gras vont reconstituer les phospholipides et le cholestérol ainsi que les vitamines liposolubles sont réestérifiés.

Les lipides ainsi reconstitués vont former 2 types de lipoprotéines : les chylomicrons et les VLDL.

Les chylomicrons qui sont des édifices lipoprotéiniques dont le centre triglycéridique est entouré d'une couche monomoléculaire hydrophile contenant du cholestérol estérifié, des phospholipides et une protéine l'apoprotéine B 48 synthétisée par l'intestin. Ils sont synthétisés exclusivement par l'intestin. Ils rejoignent la circulation générale par voie lymphatique.

Les VLDL rejoignent le sang portal quittant l'entérocyte par exocytose. Leur synthèse se voit également dans le foie et renferment l'apoprotéine B100.

Les acides gras à chaîne courte sont drainés par voie sanguine transportés par l'albumine.

5. Digestion et absorption des protéines

• Introduction

Les protéines ingérées ont 2 origines : animale (viande, poisson, œuf lait) et végétale (céréales et légumineuses).

Dans l'intestin, les protéines alimentaires représentent 80 à 100 g/j. Les protéines endogènes sont de 50 à 80 g/j.

• Digestion des protéines

La digestion des protéines dépend de nombreux facteurs :

- origine animale (plus digestibles) ou végétale
- le type de protéines
- le mode de cuisson et de conservation des aliments.

Elle démarre dans l'estomac sous l'action du HCl et de la pepsine. Puis dans la lumière duodéno-jéjunale, elles subissent l'action des endo et exopeptidases pancréatiques. Cette digestion aboutit à la formation d'acides aminés, di et tripeptides.

• Absorption des protéines

10 à 20 % des protéines digérées sont absorbées au niveau du duodénum, 60 % au niveau du jéjunum et le reste au niveau de l'iléon.

Les acides aminés sont absorbés activement par des systèmes Na⁺ dépendants et des systèmes indépendants du Na⁺ (diffusion facilitée).

L'absorption des di et tripeptides se fait par un système de cotransport électrogénique couplé au proton.

6. Absorption intestinale de l'eau et des électrolytes

- **Absorption intestinale de l'eau**

Il s'agit d'un flux positif. Son mécanisme principal est osmotique. Dans le jéjunum, l'absorption des glucides, des acides aminés est importante entraînant celle de l'eau et du sodium. Le flux d'eau peut être aussi transcellulaire.

- **Absorption intestinale des électrolytes**

- **Absorption intestinale du sodium**

se fait selon 3 processus transcellulaires :

- diffusion passive
- transport neutre
- cotransport avec les petites molécules : glucose, acides aminés

- **Absorption intestinale du potassium**

L'absorption de K^+ est essentiellement passive et a lieu au niveau de l'intestin grêle.

- **Absorption intestinale du calcium**

- Mécanisme actif saturable régulé par le $1,25(OH)_2D_3$ au niveau du duodénum.
- Mécanisme passif non saturable, l'absorption paracellulaire du Ca^{++} se fait au long du tube digestif.

- **Absorption intestinale des bicarbonates**

L'ion HCO_3^- est absorbé grâce à une sécrétion active de H^+ au niveau du jéjunum.

7. Absorption des vitamines hydrosolubles

- Vitamine C : absorbée grâce à un cotransporteur Na^+ /vitamine C. Les capacités d'absorption sont très grandes ; il n'y a jamais de carence d'absorption.
- Vitamines B1, B2 et B6 : apportées essentiellement par les aliments protéiques, sont absorbées grâce à un transport actif Na^+ dépendant pour la vitamine B1 et B2 et par diffusion facilitée pour la vitamine B6. Leur carence est le fait soit d'une carence d'apport, soit d'une malabsorption globale des protéines.
- Vitamine B12 : mécanisme actif nécessitant la présence du facteur intrinsèque, l'absorption se faisant au niveau de l'iléon par endocytose.

8. Absorption intestinale du fer

L'intestin est la seule porte d'entrée et le principal organe d'excrétion du fer hors de l'organisme.

Le fer lié à l'hème traverse la bordure en brosse soit directement du fait de la forte liposolubilité de la molécule, soit par un transport facilité spécifique de l'hème.

L'absorption du fer libre se fait par liaison à des transporteurs spécifiques situés au pôle apical de l'entérocyte. Il se lie dans le cytoplasme à l'apoferritine pour former la ferritine. Sur la membrane basolatérale, il existe des récepteurs à la transferrine qui favorisent la sortie du Fe^{2+} en le fixant sur l'apotransferrine sérique.