

Réf.16

**Chap16. Le contrôle des flux de glucose,
source essentielle d'énergie des cellules musculaires**

Pour rappel : en 2de notion d'hormone : régulation hormonale et procréation ; enseignement de spécialité en classe de première : système immunitaire ; enseignement scientifique en classe de première : organisation de la membrane plasmique.

Objectifs de ce chapitre : Les besoins en énergie pour la contraction musculaire sont identifiés, mettant en évidence les flux de glucose et leurs contrôles par le système endocrinien.

Pour assurer leurs besoins énergétiques les cellules musculaires consomment principalement du glucose qu'elles oxydent grâce à la respiration cellulaire ou à la fermentation lactique.

I L'approvisionnement des cellules musculaires en glucose.

A L'origine du glucose

➤ Nutriments et dioxygène sont puisés dans le sang en fonction des besoins des cellules musculaires. Le glucose sanguin pénètre dans les cellules grâce à des protéines membranaires.

Faibles au repos, ces besoins peuvent être très importants lors d'efforts physiques intenses. Les muscles sont donc des organes vers lequel le flux de glucose est dirigé.

➤ L'origine du glucose est alimentaire : la digestion des glucides produit du glucose qui passe dans le sang au niveau de l'intestin grêle. Cette entrée de glucose est discontinue : forte après le repas (période postprandiale), elle est quasi nulle en dehors des périodes de digestion.

B Stockage et désstockage du glucose

➤ Placé en série après l'intestin, le foie est capable de stocker le glucose.

Le glucose est fourni dans le sang par les organes dits « sources » : l'intestin lors de la digestion ou le foie qui est capable de déstocker du glucose.

Le muscle est un organe « consommateur » de glucose.

➤ Les flux de glucose sont variables selon l'activité entre les organes sources (intestin et foie) et les organes consommateurs (dont les muscles), mais la concentration en glucose dans le sang ou glycémie reste globalement constante, autour de la valeur d'équilibre de 1g/L.

II La régulation des flux de glucose et le maintien de la glycémie

Le bon fonctionnement de l'organisme impose que les organes sources de glucose subviennent en permanence aux besoins des organes consommateurs. Les besoins étant variables et les apports discontinus, l'existence d'un système de régulation de la glycémie est impérative.

A Les réserves cellulaires de glucose servent à entretenir le flux de glucose

Une partie du glucose consommé est utilisé (environ 40%) ; le reste, soit 60%, est stocké dans :

-**le foie** qui stocke du glucose sous forme de **glycogène (polymère du glucose)**

-**les muscles** qui stockent également du glucose sous forme de **glycogène**

Le glucose est donc stocké sous forme de glycogène dans les cellules musculaires et hépatiques.

Cependant, seul le foie peut libérer du glucose, contrairement au muscle, bien qu'il possède des réserves de glycogène.

Le foie a donc un rôle essentiel de régulation des flux de glucose dans l'organisme.

-**le tissu adipeux** stocke aussi du glucose mais après transformation, sous forme de **triglycérides (lipides)**.

B La glycémie un paramètre biologique régulé

La glycémie présente une valeur constante de l'ordre de **1 g/L**. Cette constance est relative car tout au long de la journée la glycémie oscille autour de cette valeur moyenne ou **valeur consigne** en fonction de la prise alimentaire et de la dépense énergétique de l'individu (variation comprise entre 0,8 et 1,2 g/L).

La constance de la glycémie est possible grâce à un ensemble de mécanismes intervenant dans un système de régulation de la glycémie ou **homéostat glycémique**.

Comme tout système de régulation il faut :

-**un système réglé : le compartiment sanguin**

-**un système réglant** : composé des acteurs qui permettent la régulation (des capteurs de glycémie, le pancréas endocrin, des effecteurs c'est-à-dire les organes de stockage du glucose).

C Le pancréas, un organe régulateur de la glycémie

- Le pancréas endocrin est un organe indispensable à la régulation de la glycémie.

Le pancréas contient donc des **cellules endocrines (productrices d'hormones) regroupées sous forme d'îlots de Langerhans**.

On distingue dans ces îlots deux catégories de cellules :

- les **cellules α** qui sont spécialisées dans la production d'une **hormone hyperglycémiant, le glucagon**.

- les **cellules β** qui sont spécialisées dans la production d'une **hormone hypoglycémiant, l'insuline**.

- Les sécrétions d'insuline et de glucagon dépendent de la glycémie.

Ces cellules du pancréas sont aussi des **capteurs de la variation de glucose sanguin**.

Une hausse de la glycémie stimule la sécrétion d'insuline. L'insuline stimule le prélèvement du glucose dans le sang et la synthèse de glycogène ou **glycogénogénèse** par le foie et le muscle, **organes cibles** de l'insuline

Une baisse de la glycémie stimule la sécrétion de glucagon qui favorise l'hydrolyse du glycogène (**glycogénolyse**) et sa libération dans le sang par le foie, **organe cible** du glucagon.

- L'insuline et le glucagon agissent en se fixant sur des **récepteurs membranaires des organes cibles**.

- La fixation d'insuline sur ces récepteurs entraîne l'augmentation du nombre de transporteur du glucose (transporteurs Glut T : canal spécifique pour le transit du glucose) sur la membrane plasmique et favorise aussi la synthèse du glycogène **à partir de glucose par les cellules du foie et les cellules musculaires**. Elle **stimule aussi la synthèse de triglycérides** (lipogénèse) **à partir de glucose** qui sont stockés dans les cellules du tissu adipeux.

L'insuline favorise aussi la pénétration du glucose et sa consommation par d'autres cellules cibles. **L'insuline est une hormone hypoglycémiant** favorisant la baisse de la glycémie.

-**Le glucagon stimule l'hydrolyse du glycogène (glycogénolyse) au niveau des cellules du foie**. Le glucagon provoque la sortie du glucose des cellules hépatiques grâce aux protéines membranaires transportant le glucose. **Le glucagon est donc une hormone hyperglycémiant** favorisant l'augmentation de la glycémie (paramètre réglé).

III Les diabètes : un dysfonctionnement de la régulation glycémique

- Le diabète de type 1 ou diabète insulino-dépendant, est une maladie auto-immune due à une destruction progressive des cellules β des îlots de Langerhans et peut être corrigée par des injections d'insuline. Il se déclare chez les individus jeunes. Les cellules n'ont plus assez de glucose et dégradent alors protéines et lipides pour se procurer de l'énergie d'où amaigrissement. Cela produit des déchets toxiques (corps cétoniques) qui sont évacués dans les urines avec le glucose.
- Le diabète de type 2, une insulino-résistance. Il affecte les personnes de plus de 45 ans avec un mode de vie très sédentaire. Des prédispositions génétiques sont presque toujours présentes. L'insuline commence à perdre de son efficacité sur les cellules cibles. Les cellules β augmentent leur sécrétion, l'insuline devient de moins en moins efficace puis le fonctionnement des cellules β est altéré. Ce diabète ne peut pas être corrigé par des injections d'insuline.

Lexique référentiel 16 :

Cellule endocrine : Cellule qui fabrique une hormone et la sécrète dans la circulation sanguine.

Diabète insulino-dépendant : dérèglement de la glycémie causé par une défaillance de la sécrétion d'insuline par le pancréas (diabète de type 1).

Diabète non insulino-dépendant : dérèglement de la glycémie causé par une diminution progressive de la sensibilité des cellules à l'insuline (diabète de type 2).

Étude histologique : étude biologique relative aux tissus de l'organisme.

Flux de glucose : débit de glucose transitant dans la circulation sanguine, d'un organe source vers un organe consommateur ou de stockage.

Glucagon : Hormone hyperglycémisante sécrétée par les cellules α des îlots de Langerhans du pancréas.

Glycémie : Concentration sanguine en glucose.

Glycogène : Glucide complexe, polymère ramifié de formule $(C_6H_{10}O_5)_n$ constituant les réserves glucidiques des animaux et des champignons.

Glycogénogenèse : ensemble des réactions qui aboutissent à la synthèse du glycogène.

Glycogénolyse : ensemble de réactions qui aboutissent à l'hydrolyse du glycogène.

Hydrolyse : réaction chimique au cours de laquelle une liaison chimique est rompue sous l'action de l'eau.

Hyperglycémiant : qui fait augmenter la glycémie.

Hyperglycémie : État caractérisé par une glycémie supérieure à la valeur moyenne ($1g.L^{-1}$).

Hypoglycémiant : qui fait diminuer la glycémie.

Hypoglycémie : État caractérisé par une glycémie inférieure à la valeur moyenne ($1g.L^{-1}$).

Îlots de Langerhans : Dans le pancréas, groupe de cellules endocrines produisant les hormones : insuline et glucagon.

Insuline : Hormone hypoglycémisante sécrétée par les cellules β des îlots de Langerhans du pancréas.

Immunomarquage : Technique d'identification utilisant des anticorps spécifiques des protéines que l'on cherche à repérer. Ces anticorps sont associés à des molécules fluorescentes.

Isotopes radioactifs : Éléments chimiques dont le noyau est instable et se désintègre en émettant des particules et de l'énergie.

Maladie auto-immune : maladie due à un dysfonctionnement du système immunitaire qui détruit les cellules ou les structures de l'organisme.

Milieu intérieur : ensemble du compartiment sanguin (qui n'est donc pas en contact avec le milieu extérieur).

De nombreux paramètres du milieu intérieur sont régulés afin d'assurer un fonctionnement correct de l'organisme.

Néoglucogenèse : Fabrication de glucose à partir de molécules non glucidiques, essentiellement dans le foie.

Perfusion : technique permettant l'introduction lente dans une veine d'une solution contenant une substance.

Période post prandiale : période suivant un repas, au cours de laquelle se déroule la digestion de celui-ci.

Polymère : macromolécule constituée par l'association de nombreuses petites molécules (monomères).

Récepteur à insuline : protéine membranaire présente chez toutes les cellules cibles de l'insuline, sur laquelle celle-ci vient se fixer par complémentarité de forme.

Récepteur au glucagon : protéine membranaire présente chez toutes les cellules sensibles au glucagon, sur laquelle celui-ci vient se fixer par complémentarité de forme.

Récepteur hormonal : molécule sur laquelle une hormone est susceptible de se fixer par complémentarité de forme.

Sang artériel : sang qui circule du cœur vers un autre organe

Sang veineux : sang qui circule d'un organe vers le cœur.

Système de régulation : système de contrôle d'un paramètre biologique, composé d'organes capables de capter en continu la valeur de ce paramètre et de la modifier de manière à la maintenir constante.

Tissu adipeux : Ensemble de cellules spécialisées dans le stockage des graisses (adipocytes)

Capacités et attitudes attendues pour ce chapitre :

- Comparer la consommation de glucose par l'organisme au repos et celles en activité musculaire, en période postprandiale et à jeun.
- Réaliser un protocole expérimental en se fondant sur une démarche historique (par exemple expérience dite du foie lavé).
- Observer des coupes histologiques de pancréas sain et de pancréas diabétique.
- Identifier l'effet de différents aliments sur les variations de la glycémie et la sécrétion d'insuline