

UE8 Nutrition
Pr Puy
Le 10/11/2017 de 13h30 à 15h30
Ronéotypeur : Christian Chi
Ronéoficheur : Alexandre Charrin

Cours n°13 : Particularité tissulaire du métabolisme énergétique

*Ce cours permet d'avoir une vision large sur le métabolisme des différents organes. Il nous permettra de comprendre certaines pathologies et l'importance du métabolisme énergétique.
La question qui peut tomber aux partiels est à la fin de la ronéo.*

SOMMAIRE

- I- Cerveau**
- II- Cœur**
- III- Erythrocyte**
- IV- Rein**
- V- Métabolisme énergétique du nouveau-né**

I- Cerveau

Le Glucose est pratiquement la **seule source énergétique** pour le cerveau. En effet, il n'est pas capable de convertir les autres sources d'énergie en sucre (glycogène, lipides ou encore protéines). De plus, il ne possède **pas non plus de réserves de sucre** (contrairement au foie et au muscle) mais, dans des conditions de jeûne prolongé, le cerveau peut se mettre à utiliser les **corps cétoniques** (mais pas les acides gras qui ne passent la barrière méningée).

C'est pour cela que le cerveau est en **permanence** irrigué pour pouvoir subvenir à ses besoins d'énergie, d'où l'importance, notamment, des accidents vasculaires : il va y avoir une **carence** en sucre qui va intervenir très rapidement car le cerveau a des besoins énergétiques intenses.

Le rendement de la **glycolyse aérobie** étant plus fort, le cerveau aura également besoin d'oxygène (d'où la nécessité d'une irrigation en permanence).

Cerveau = **pas de réserves énergétiques, pas de réserves de glycogène et pas de réserves en dioxygène + pas de protéines utilisables (absence de néoglucogenèse) ni de β -oxydation** → nécessité de **perfusion constante** en glucose par **entrée libre**.

Réserves d'énergie d'un homme normal de 70 kg

Organe	Energie disponible (kcal)		
	glucose ou glycogène	Triacylglycérols	Protéines mobilisables
Sang	60	45	0
Foie	400	450	400
Cerveau	8	0	0
Muscle	1200	450	24 000
Tissu adipeux	80	135 000	40

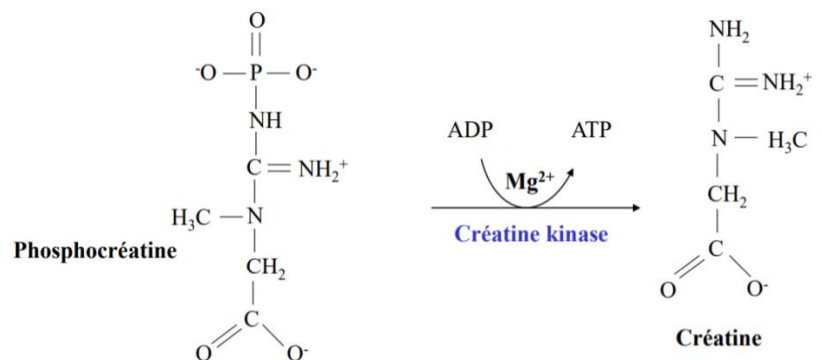
Les besoins du cerveau s'élève à 120 g/j de glucose, ce qui représente **60%** de la consommation de glucose du corps au repos. **20%** de l'oxygène qu'on inhale va être utilisé par le cerveau alors qu'il ne représente que 2% de la masse corporelle.

Ainsi, en dessous d'une glycémie de 2,2 mM, la glycolyse ralentira et on commencera à se situer dans une position de danger.

II- Cœur

Il s'agit d'un muscle qui possède une **activité permanente** mais à faible amplitude de variation. Il est également en **aérobiose** (2e organe le plus sensible à l'hypoxie après le cerveau) mais utilise en priorité les **acides gras** (car il y a plus de pouvoir énergisant que le glucose) : cet organe est constitué de cellules **omnivores** = selon ses besoins, le cœur utilisera des sources d'énergie différentes.

D'autre part, le cœur possède peu de glycogène mais il existe une petite quantité de **phosphocréatine** = substance la plus énergisante du corps (produit le plus d'ATP) qui permet de maintenir une relative énergie en cas de passage difficile. Cette phosphocréatine est métabolisée par une **Créatine Kinase (CK)** en Créatine.



NB : On dose les CK dans le sang car :

- normalement, elles sont à des niveaux bas dans le sang puisqu'elles doivent être dans la cellule mais si on les retrouve en grande quantité, cela signifie que les cellules originelles dans lesquelles elles sont exprimées (cellules musculaires) ont été rompues = c'est donc un témoin de **cytolysse** → signe qu'un myocarde est peut-être en train de se rompre
- c'est donc aussi un **témoin de l'infarctus**

III- Érythrocyte

Le globule rouge (GR) possède un système de **diffusion facilitée** pour le glucose car son activité dépend des apports en glucose. Il s'agit d'une cellule **aérobie** comparable à un sac qui est en survie, **sans noyau, sans mitochondrie**, bourré d'hémoglobine qui est remplie de dioxygène.

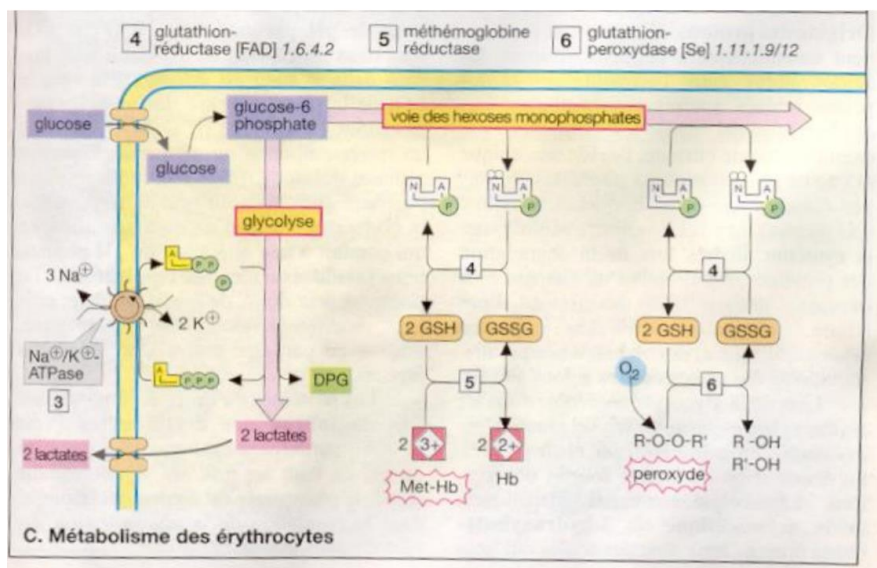
Cet oxygène est **toxique** (produit du **stress oxydatif**), ainsi, le GR est obligé d'avoir son énergétique pour survivre le temps qu'il circule et pour se protéger de cette toxicité. En vieillissant, il commence à ne plus avoir d'énergie et n'arrive plus à maintenir son stress oxydant → sa membrane va donc s'altérer et le GR meurt.

Pour survivre, le GR consomme donc une **grande quantité d'énergie** pour se protéger des **ROS** (Espèces réactives de l'oxygène) en utilisant **la glycolyse anaérobie** et **la voie des pentoses phosphates**.

Ces 2 voies vont servir de 2 manières :

- Produire de l'**ATP** qui approvisionne des **pompes Na^+/K^+ ATPase** et du **2,3 DPG** (régule l'affinité avec le dioxygène) qui est un sucre provenant de la **glycolyse**
- Produire du **NADPH, H^+** qui permet de régénérer le glutathion pour se **protéger** du stress oxydant

(Schéma à apprendre)



Le glucose entre dans la cellule et donne du Glucose 6P. Ce dernier peut :

- soit suivre la voie des pentoses pour régénérer le glutathion via le NADPH, H^+ et se protéger de la Méthémoglobine (transformée en Hémoglobine)
- soit suivre la glycolyse pour produire du 2,3 DPG et en parallèle, l'ATP servira, lui, à activer la pompe Na^+/K^+ ATPase qui protégera le GR transitoirement.

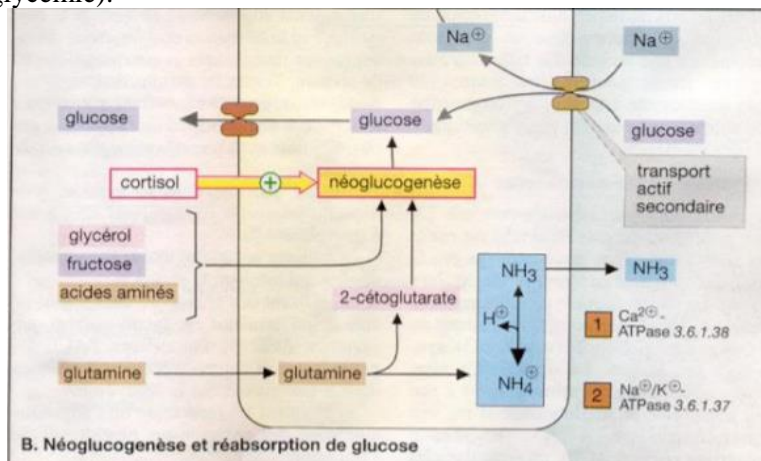
Rappel : il s'agit d'une glycolyse anaérobie, donc le produit final est du lactate.

IV- Rein

Le rein fait partie des organes qui ont le plus de mitochondries. Il a un rôle essentiel car il **concentre les urines** et fait du **transport sélectif** (réabsorption tubulaire...).

L'ATP provient du métabolisme oxydatif des **acides gras** principalement mais aussi des corps cétoniques, des AA et un petit peu du glucose et du lactate.

Le rein a aussi une fonction très importante dans la **néoglucogénèse** (cf cycle de la glutamine et de l'urée), surtout pendant un jeûne prolongé, au niveau des tubules rénaux : après le foie, c'est donc le 2e organe capable de **générer** du glucose (stimulé par les corticoïdes) et capable aussi de **exporter** (pour le maintien de la glycémie).



D'autre part, le rein est capable de **réabsorber** le glucose à partir de l'urine primitive (épargne de glucose).

A retenir :

- néoglucogénèse et exportation de glucose
- Réabsorption de glucose
- Cycle de la glutamine qui permet d'éliminer l'ammoniac et de reformer le glucose

Schéma général du métabolisme énergétique

Organe	Fonction principale	Voies imptes	Substrat principal	Produits impts
Foie	Approvisionner les organes	Néogluco, β -ox, cétogen, synthèse lipoprot, chol, uréogénèse, ac urique, ac biliaires, hème, lipogénèse.....	AGL, glucose, lactate, glycérol, fructose, AA,... (éthanol)	Glucose, VLDL, CC, urée, ac urique, ac biliaires, prot plasmatiques:alb ..
Cerveau	Système Nerveux	Glycolyse, métab des AA (neurotransmetteurs)	Glucose, AA, CC, AG polyinsaturés(nné)	Lactates
Cœur	Pompe	Voies aérobies: β -ox, KREBS	AGL, lactates, CC, TG (lipoprot), peu le glucose	
Tissu adipeux	Réserve	lipolyse/génèse, estérification des AG	Glucose, TG	AGL, glycérol
Muscles à contraction rapide contraction lente	Mouvement Mvt soutenu	Glycolyse Voies aérobies: β -ox, Krebs	Glucose, CC, TG, AGL	Lactates
Rein	Excrétion et néoglucogénèse	Néoglucogénèse	AGL, lactate, glycérol	Glucose
Globule R	Transport O2	Glycolyse, VHM	Glucose	Lactates

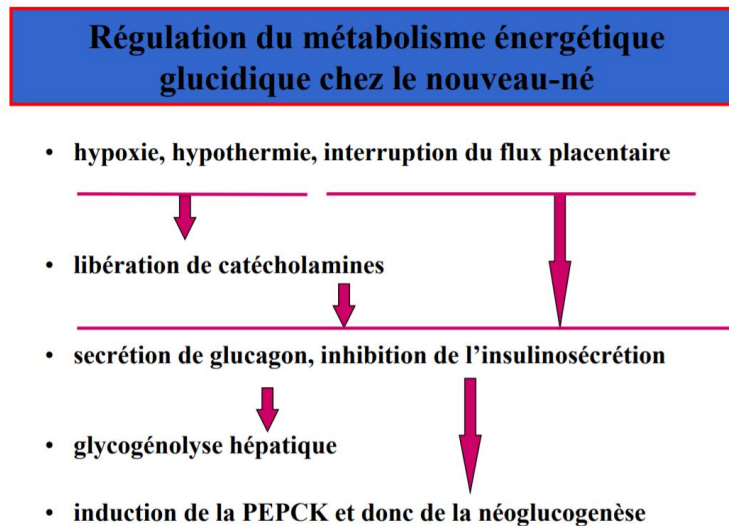
V- Métabolisme énergétique du nouveau-né

A la naissance, le nouveau-né se retrouve avec des poumons qui n'ont jamais respiré, cela génère ainsi une **hypoxie physiologique**. De plus, alors qu'il était dans un environnement à 37°C dans le ventre de la mère, il se retrouve à la naissance dans une salle à 24°C → **hypothermie**.

La grande partie du métabolisme énergétique va servir à nous maintenir à une température de 37°C. Ici, on se retrouve brutalement :

- en hypoxie → **métabolisme aérobie qui chute**
- en hypothermie → le nouveau-né se met à produire **plus d'énergie** alors qu'il n'en avait pas besoins auparavant
- il n'y a **plus de flux placentaire** = flux nutritionnel

Le bébé se retrouve donc avec un **stress important** qui va entraîner une libération importante de **catécholamines** qui sont des hormones de contre-régulation glycémique → **Stimulation de la sécrétion de glucagon, inhibition de l'insulinosécrétion** → on se met donc en **glycogénolyse hépatique** (production de sucre) qui utilise le peu d'énergie accumulée dans le foie pour compenser l'**hypoglycémie** → cela induit donc la **PEPCK**, enzyme clé de la **néoglucogenèse** hépatique.



Question aux partiels : le métabolisme du GR :

- Voie des pentoses et protection contre le stress (NADPH)
- Glycolyse anaérobie (lactate, DPG, pompe)