



COURS D'INITIATION A LA PHYSIOLOGIE
LA THERMOREGULATION

DATE : 16/05/20

MATIERE : PHYSIOLOGIE

INTERVENANT : Katell Maréchal



I – Définition de la thermorégulation

L'homme est un homéotherme : il a une température interne qui doit rester constante. Il a un métabolisme élevé qui modifie en permanence la température interne d'où la nécessité de mécanismes de régulation permanents.

Les **variations de température centrale sont mal supportées**.

Si la température centrale est : - inférieure à 30°C : décès
- supérieure à 43°C : décès

On parle alors d'hypothermie ou d'hyperthermie.

La thermorégulation est l'ensemble des mécanismes permettant à l'homme de maintenir une température centrale proche de 37°C.

Température centrale = température du noyau (= centre du corps = organes abdominaux, thoraciques).

Autour du noyau il y a l'écorce qui a une température plus variable (peau et épaisseur sous-cutanée), elle est à la température centrale (en moyenne, 2°C de différence).

Le noyau représente l'ensemble de la chaleur produite par les cellules lorsqu'elles travaillent. Cette chaleur diffuse du noyau vers l'écorce pour être éliminée vers l'extérieur pour que la température centrale reste à 37°C.

Pour la mesurer :

- Température rectale
- Température buccale (- 0,6 °C)
- Température aisselle (- 0,7 °C)
- Température de l'oreille interne = reflet de la température du cerveau.

II – Mécanismes d'adaptations

Chez l'homme, il faut maintenir une température de 37°C, il faut donc équilibrer les **apports de chaleur** (=) et les **pertes de chaleur** (=).

Pour réaliser ces équilibres, on a différents mécanismes :

- **Immédiats :**

- **conduction** : échange thermique qui se fait entre la peau et un objet à son contact, l'importance de cet échange va se faire en fonction du gradient de T°C entre la peau et l'objet : gain ou perte de T°C en fonction de la T°C de l'objet

- **convection** : échange thermique entre la peau et un fluide à son contact (air ou eau)

- **radiation** : tout corps chaud va émettre des radiations électromagnétiques, donc gain ou perte de T°C en fonction de la T°C environnante

- **Retardé mais rapide** :

- **Évaporation** : mécanisme physique qui correspond au changement d'état d'un corps : absorption ou perte de chaleur. Chez l'homme, le passage de la sudation de la forme liquide à l'état gazeux refroidit le corps.

III – Apports de chaleur

A. Internes

Au niveau du noyau, ils sont dû à l'ensemble des réactions métabolique. Il y a des réactions métaboliques qui sont (libèrent de la chaleur). Cela correspond, au repos, au métabolisme de base : cœur, cerveau et foie qui libèrent de la chaleur.

Durant l'exercice musculaire : le rendement mécanique (énergie produite pour bouger) est faible : 20-25 %

=> la plupart de l'énergie, 75-80 %, est transformée en

Cette chaleur doit ensuite diffuser du noyau jusqu'à l'écorce :

Par conduction

- de proche en proche
- lent et négligeable

Par convection

Par le : c'est le liquide de refroidissement de l'organisme

→ Il se réchauffe dans les organes

→ circule au niveau de la peau où il se refroidit

→ puis il repart vers le noyau

Les échanges se font essentiellement par convection et non par conduction.

2 – Externes

Le corps peut recevoir de la chaleur, à partir de l'environnement si la T°C extérieure est élevée ou si le corps est en contact avec des objets chauds.

Cela se fait soit :

- par contact de la peau
- par rayonnement électromagnétique libéré par les objets chauds

→ Le transfert de chaleur se fait de l'écorce vers le noyau.

IV – Pertes de chaleur

Les **pertes de chaleur** se font un tout petit peu au niveau des **muqueuses respiratoires** mais surtout au niveau de la

Il y a **2 types de pertes** :

- obligatoires : indépendantes de la thermorégulation
- facultatives et très variables : liées à la thermorégulation

1 – Conduction = K

L'air est un mauvais conducteur, parce qu'il a une faible densité. Donc **les pertes par conduction sont faibles** car elles se font essentiellement entre la peau et l'objet avec lequel elle est en contact (debout pied nu : seulement surface des pieds).

2 – Convection = C

Échange thermique entre la peau et le fluide au contact de la peau (en général = échange entre peau et air). L'air se réchauffe au contact de la peau. L'air chaud s'allège et s'éloigne de la peau ; il est remplacé par de l'air froid : maintien de l'échange entre peau/air.

S'il y a du vent, il va y avoir des échanges beaucoup plus importants du fait du renouvellement plus important de l'air : perte de chaleur plus importante.

Si fluide = : échanges de calories beaucoup plus importants que si fluide =

On diminue les échanges par convection par port de vêtements : ils emprisonnent de l'air = isolation

Au repos, les pertes de chaleur par conduction + convection = 20% du total des pertes caloriques

3 – Radiation = R

L'organisme étant un corps chaud, il émet des rayonnements électromagnétiques. Ainsi il perd beaucoup de chaleur. Cela dépend de la température externe : plus elle est faible plus les pertes de chaleur par radiation sont importantes (c'est pour ça qu'on se refroidit plus la nuit que le jour).

Au repos, dans les conditions ambiantes normales, les radiations = 60% du total des pertes caloriques

→ Ces 3 mécanismes sont inefficaces si la température externe est > à la température corporelle.

4 – Évaporation

Passage d'un état liquide à l'état gazeux dans le corps, par chauffage.

Pertes obligatoires non régulées et qui dépendent du gradient de pression de vapeur d'eau entre la peau et l'extérieur (l'évaporation est d'autant plus efficace que l'air est sec).

- **Voies respiratoires :**

L'air inspiré a un taux d'humidité compris entre 30 et 85%, alors que l'air expiré est toujours saturé en vapeur d'eau .

Cette eau provient du mucus qui tapisse les bronches et du film liquidien alvéolaire

- Au repos, on aura des pertes caloriques faibles
- A l'exercice, à cause de l'hyperventilation, les pertes deviennent beaucoup plus importantes

- **Peau :**

- Perspiration cutanée insensible
- Passage continu d'eau à travers la peau par un **mécanisme passif**

Pertes facultatives régulées =

La sudation correspond à la production de sueur au niveau de la peau. Cette sueur va s'évaporer. En s'évaporant, il y a une perte de chaleur (ce n'est pas la sueur qui élimine la chaleur mais le passage de l'état liquide à gazeux).

Évaporation de la sueur → perte de chaleur

Rôle de l'humidité atmosphérique : si elle est importante, du fait du gradient, il va y avoir une difficulté à éliminer la sueur : elle va s'écouler mais ne refroidit pas le corps. Comme le corps n'est pas refroidit par l'évaporation, il transpire encore plus : le débit sudoral est indépendant de l'humidité mais l'évaporation de la sueur en est dépendante.

Au final : la sudation augmente si l'environnement est humide.

V – Lutte contre la chaleur

1 – Diminution des gains de chaleur

Ce sont des moyens limités car il y a une production par le métabolisme qui est minimale. Solution : Resté au repos, diminuer les activités physiques.

On peut limiter les apports externes : pour cela il faut porter des vêtements adaptés (clairs plutôt que foncés) et limiter l'exposition au soleil.



2 – Augmentation des pertes de chaleur

a – Vasodilatation cutanée

Elle est efficace si la température de la peau est à la température externe.

Le but est d'augmenter le volume sanguin sous-cutané, à ce moment là, comme le sang est chauffé par le noyau :

- Le gradient T°C cutané/ T°C externe augmente,
- La quantité de sang refroidi augmente, donc il aura plus d'efficacité quand il repasse au niveau du noyau pour le refroidir

Cette vasodilatation est sous la dépendance de mécanismes nerveux et humoraux. Son inconvénient est la redistribution sanguine : le sang utilisé par le mécanisme de refroidissement n'est pas utilisé pour la digestion, ou pour l'exercice musculaire.

La vasodilatation a une efficacité modeste : 20 Kcal/h.

b – Augmentation de la sudation

Avantage : évaporation de la sueur très efficace

Inconvénients :

- Risque de déshydratation et donc de perte de poids.
- A la longue, plus on se déshydrate, moins on transpire, et plus on risque l'hyperthermie

Efficacité très importante : 1L de sueur évaporé permet d'évacuer 580 Kcal

VI – Mécanismes de la thermorégulation

1 – Réactions thermorégulatrices

a – Zone de confort thermique

La neutralité thermique se situe à 25°C dans l'air ambiant.

Le confort thermique se situe entre 20 et 32°C (air ambiant).

Quand la température est inférieure à 20 °C ou supérieure à 32°C, il est beaucoup plus difficile d'adapter la température, même avec la vasoconstriction et la vasodilatation.

b-Zone de régulation au froid

1 – Augmentation de la thermogénèse ^{et}/_{ou} de l'apport de chaleur

Le frisson musculaire :

C'est la contraction involontaire des muscles agonistes et antagonistes

Si la température centrale baisse jusqu'à 30°C, le frisson disparaît. Il est également limité dans le temps : ne dure pas plus de 3 à 5h.



Thermogenèse chimique :

Augmentation du métabolisme cellulaire. Elle se met en jeu rapidement.

Apport alimentaire (protides +++):

On peut augmenter la thermogenèse par l'augmentation de l'activité dynamique spécifique des aliments, car elle libère de la chaleur, surtout si les aliments sont les protides.

Exercice musculaire volontaire : Il a une efficacité très importante.

2- Diminution des pertes de chaleur

Vasoconstriction cutanée :

Elle limite les échanges entre l'écorce et le noyau, il y a une diminution de la masse sanguine sous cutanée. Cela entraîne une diminution des pertes et donc une diminution de la température cutanée. Le risque est l'apparition d'engelures.

L'horripilation :

Elle est très peu utilisée chez l'homme. L'érection des poils crée une couche d'air isolante.

Diminution ou arrêt de la sudation

Adaptations comportementales :

S'habiller et brancher le chauffage.

c -Zone de régulation au chaud

Il y a un problème lorsque la température extérieure est trop chaude (supérieure à 35°C) : cela provoque un apport de chaleur en plus de la chaleur produite par la thermogenèse, et entraîne les risques d'hyperthermie et de déshydratation.

Diminution des gains de chaleur : Il faut augmenter les échanges par radiation, conduction et convection.

Augmentation de l'élimination de chaleur :

- par vasodilatation et ouverture d'anastomoses vasculaires habituellement fermées.

- par évaporation de la sueur :

o seul mécanisme efficace si la température extérieure est supérieure à 35°C

o elle est surtout efficace si l'ambiance est sèche o le risque est la déshydratation

- par adaptations comportementales :

o vêtements clairs, amples

o hydratation

o port de chapeau



VII- La fièvre

- Mécanismes de régulation défaillants
- Infection et cellules immunitaires
- Température de consigne augmentée

- Trois phases :
 - 1- Montée thermique**
 - Température centrale < consigne → froid, frisson, pâleur
 - 2- Plateau thermique**
 - « bien être » si température non > 41°
 - 3- Déferescence thermique** : Température centrale > consigne → thermolyse avec sudation et vasodilatation

QCMs :

Concernant la thermorégulation :

- A. L'Homme est un homéotherme
- B. La température de l'écorce est généralement 2°C plus élevée que la température du noyau
- C. Tous les corps chauds émettent des radiations électromagnétiques
- D. L'évaporation est un mécanisme d'adaptation lent
- E. Toutes les réponses précédentes sont inexactes

Concernant la thermorégulation :

- A. Les échanges entre le noyau et l'écorce se font essentiellement par conduction
- B. Les apports de chaleur au niveau du noyau sont dus à l'ensemble des réactions métaboliques
- C. L'évaporation correspond à des pertes de chaleur obligatoires non régulées
- D. Au repos, les pertes de chaleur par conduction et convection correspondent à 10% du total des pertes caloriques
- E. Toutes les réponses précédentes sont inexactes