

Définition de la physiologie.

La physiologie étudie les fonctions qui assurent le maintien de la vie des êtres vivants.

Les caractéristiques de la vie :

- Le mouvement.
- La croissance.
- La reproduction.
- La respiration.
- La digestion.
- L'absorption.
- La circulation.
- L'excitabilité.

Toutes ces manifestations de la vie dépendent des réactions chimiques, l'ensemble de ces réactions chimiques s'appelle le métabolisme.

Selon leurs spécialités les cellules de l'organisme sont regroupées dans des systèmes bien individualisés, système assurant les fonctions :

- Nutrition, respiration, excrétion, circulation....
- Système nerveux végétatif : assure la fonction végétative

Fonction de relation : relation de l'individu avec le monde extérieur

- Organes des sens fonction sensitive.
- Système musculaire fonction motrice.
- Système reproducteur fonction de reproduction.

La multiplicité des cellules et leur spécialisation demandent des processus de coordination pour préserver le fonctionnement :

- Intégration.
- Régulation.

La fonction de régulation par médiateur chimique :

- Relation hormonale.
- Relation nerveuse.

Notion de milieu intérieur :

Importance de la stabilité du milieu intérieur :

Les stimuli pouvant être responsables d'un déséquilibre du milieu intérieur :

Externe :

Chaleur, froid, bruit, manque oxygène, manque d'eau.....

Interne :

Douleur, inflammation, tristesse, dépression

Homéostasie : l'organisme est capable de maintenir les conditions relativement constantes du milieu intérieur, grâce aux processus physiologiques de régulation (hormonale, nerveuse).

L'organisme réagit pour ramener les conditions du milieu interne à leurs états de base :

Thermique : -T° - Physico-chimique - Biochimiques.....

Bioénergétique.

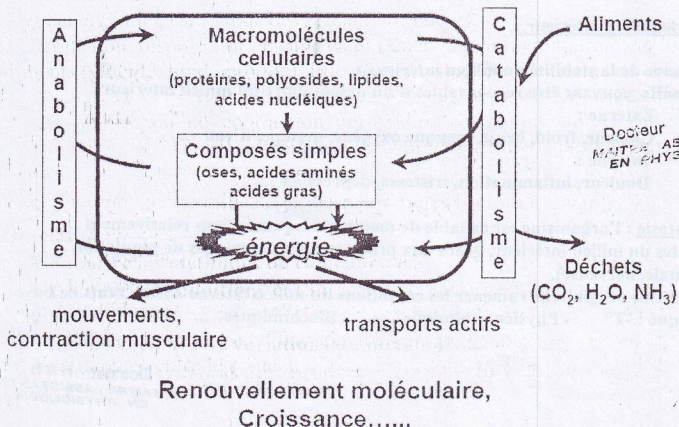
Objectifs.

- Connaître les méthodes de calorimétrie.
- Expliquer les conditions et l'intérêt de la mesure du métabolisme de base.
- Citer les facteurs de variations du métabolisme de base.
- Connaître les besoins alimentaires et les principes d'une alimentation mixte équilibrée.

Définition :

La bioénergétique est l'étude des échanges d'énergie au niveau de l'organisme. L'énergie dont dispose l'organisme étant l'énergie chimique fournie par les aliments (glucide, lipide protide). Elle peut être stockée sous forme de composés phosphorylés (ATP, ADP, CP créatine phosphate), ou servir à la réalisation d'un travail mécanique (contraction musculaire, ventilation pulmonaire, activité cardiaque...) ou d'un travail chimique (élaboration de nouvelles molécules).

- Energie : terme utilisé pour désigner toutes les formes de travail et de chaleur.
- Métabolisme.
- Anabolisme.
- Catabolisme.
- Enthalpie : maximum d'énergie libérée au cours de l'oxydation, c'est la différence entre le contenu d'énergie du substrat (état initial), et celui du produit d'oxydation (état final).
- Entropie : état désordonné d'énergie incapable de fournir du travail.

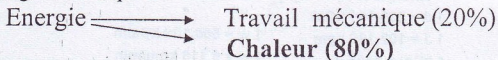


Moyens d'étude des échanges d'énergie :

Application des principes de la thermodynamique :

Principe de la thermodynamique appliqué à la matière vivante (l'organisme) : c'est le principe de l'**équivalence** et de la **conservation** de l'énergie.

Dans l'organisme toute transformation d'énergie fait apparaître une part d'énergie thermique :



Dans une transformation énergétique ne comptent que l'état initial et l'état final.

L'**enthalpie** représente le maximum d'énergie (W) libérée au cours de l'oxydation, c'est la différence entre le contenu d'énergie du substrat oxydé (état initial), et celui des produits d'oxydation (état final).

$$\Delta H = W \text{ finale} - W \text{ initiale.}$$

ΔH représente = Variation d'enthalpie.



$$\Delta H = -2813KJ \text{mole}$$

L'organisme n'étant pas un système isolé, la **conservation d'énergie** exprime que l'énergie reçue est égale à l'énergie dissipée dans le monde extérieur.

L'énergie fournie sous forme d'énergie chimique par les aliments c'est l'**énergie métabolisée ou produite par les substrats.**

Energie dissipée sous forme de chaleur, de travail mécanique, de travail osmotique... c'est l'énergie dépensée.

$$\underbrace{\text{Energie métabolisée.}}_{\text{Produite par substrats.}} = \underbrace{\text{Energie dépensée. Dissipée.}}_{\text{Travail + Chaleur}}$$

Méthodes de mesures.

- Calorimétrie directe mesure l'énergie dépensée (dissipée).
- Calorimétrie indirecte mesure l'énergie produite par les substrats.

Equivalence des différentes formes d'énergie :

mécanique, électrique, chimique, osmotique... pour lesquelles on utilise les mêmes unités de mesure la kilocalorie.

Docteur HARTI
MAITRE ASSIS. INTÉ
EN ANATOMIE

Définition :

- 1kCal est la quantité d'énergie qui permet d'élever la température de 1kg d'eau de 15°C à 16°C.
1kCal = 4,185kJ

Les unités

• Énergie (Joule = J)	• Puissance (Watt = w)
1 J = 239.10 ⁻⁶ kCal	1 w = 860.10 ⁻³ kCal/h
1 J = 102.10 ⁻³ kgm	1 w = 6,116 kgm/min
1 kCal = 4185 J	1 w = 1J / sec
ou 4.18 kJ	1kCal/h = 1,163 w

Calorimétrie directe :

Au repos l'énergie dissipée apparaît sous forme de chaleur, donc la mesure de la dépense énergétique revient à mesurer la chaleur dégagée.

Technique : calorimètre de LAVOISIER ou de ATWATER et BENEDICT.

Calorimétrie indirecte :

- **Thermochimie alimentaire :**

Elle est fondée sur la valeur énergétique des substrats : G / L / P
elle nécessite une longue durée d'observation avec pesée, composition précise...

La quantité d'énergie utilisée par l'organisme est estimée à partir du calcul de l'énergie apportée par la ration alimentaire (méthode des ingesta), ou la mesure du CO₂ et de l'urée excrétée par l'organisme (méthode des egesta).

-1g glucide	→	4kcal	→	17kJ.
-1g lipide	→	9kcal	→	38KJ.
-1g protide	→	4kcal	→	17KJ.

Docteur HARTI
ASSISTANTE
EN LABORATOIRE

3

Les aliments, sources d'énergie

Apports alimentaires nécessaires à l'équilibre énergétique chez l'homme

	g/jour	Valeur calorique	J/jour	Cal/jour	% valeur calorique
Protéines	85g (14%)	17 J/g	1440	344	12%
Lipides	95g (16%)	38 J/g	3600	860	30%
Glucides	410g (70%)	17 J/g	6960	1668	58%
Total			12000*	2900*	

* 1 Cal = 1 Kcal = 4 185 J

Valeur énergétique : 1 g de lipides = 2 g de protéines ou 2 g de glucides

• **Thermochimie respiratoire**

Cette méthode repose sur le calcul de l'énergie utilisée par l'organisme à partir de **la mesure de la consommation d'oxygène (VO₂)**.

Pour un calcul précis de l'énergie fournie par les aliments, il faut déterminer la valeur énergétique de l'oxygène qui correspond à la nature des aliments oxydés.

L'équivalent calorique varie avec le type d'aliment :

- Glucides → 5,05kcal / LO₂.
- Lipides → 4,70kcal / LO₂.
- Protides → 4,70kcal / LO₂.

En moment de la mesure de la VO₂, il est difficile de connaître la participation exacte de chacun des 3 substrats : en pratique on utilise l'équivalent calorique moyen.

L'équivalent calorique moyen d'O₂ est égal à :

4,8 kcal / LO₂ ou EO₂ = 20 kJ/LO₂.

Valeur constatée chez des sujets recevant une alimentation standard.

EX : Si un individu a une VO₂ de 0,250L/mn, la quantité d'énergie utilisée est égale à : 0,250 x 20 = 5kJ / mn.

Technique : spiromètre

Docteur HARTI
MAITRE ASSIS. P. NATI
EN HYGIENE

Le quotient respiratoire (R): est le rapport du volume du gaz carbonique (VCO₂) produit sur le volume d'oxygène (VO₂) consommé pendant le même temps.

$$R = \frac{VCO_2}{VO_2}$$

R glucide = 1

R lipide = 0,7

R protide = 0,8

H

Variation des échanges d'énergie :

Aspect global des échanges d'énergie et de matière :

- Chez l'adulte.

Sur un intervalle de temps long, le régime de l'organisme est stationnaire donc la masse est constante.

Sur un intervalle court, régime non stationnaire :

Lors du jeûne et de l'exercice : utilisation des réserves.

Lors des repas : mise en réserve.

- Chez l'enfant.

Pendant la croissance : l'organisme accumule de l'énergie chimique sous forme d'édification de nouvelle matière vivante

Les échanges d'énergies varient suivant l'état physiologique.

Les principales causes de variation sont :

- L'activité musculaire.
- La température extérieure : thermorégulation.
- L'action dynamique spécifique des aliments (A D S) ou thermogénèse alimentaire.

1. activité musculaire :

Si on compare la dépense d'énergie d'un organisme au repos, et en activité musculaire, on observe qu'elle est plus grande dans le second cas.

Cette dépense par rapport au repos représente le coût énergétique du travail mécanique fourni

2. thermorégulation :

Les échanges d'énergies varient avec la température du milieu.

Les homéothermes (homme) maintiennent constante la température du corps, dans un intervalle étendu de températures extérieures.

Si l'homme est exposé à des variations de T° , il met en place des processus de thermorégulation qui lui permettent de maintenir sa T° la plus proche de 37°C .

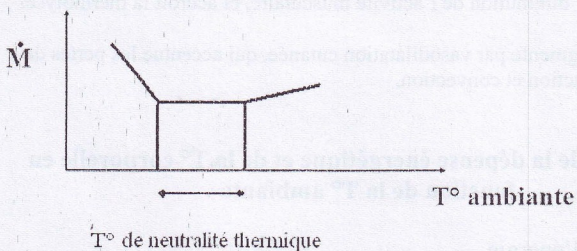
Docteur HADJ
LENT ASSIANT
EN PHYSIOLOGIE

La thermogénèse résulte des oxydations cellulaires et de l'activité musculaire, elle est influencée par les hormones thyroïdiennes et surrénaliennes.

Les échanges thermiques entre l'organisme et son environnement s'effectuent par :

- Conduction : nécessitent un contact avec un objet, faibles si le sujet est debout, augmentent si le sujet est étendu sur le sol.
- Convection : s'effectuent par déplacement du fluide dans lequel se trouve le sujet, dans l'air ou dans l'eau.
- Radiation : sont plus importants d'autant plus que la différence de T° entre la peau et l'environnement est grande.
- Evaporation : constituent une source importante de perte de chaleur par les voies respiratoires ou la peau (sudation).

Chez l'homme, la courbe du métabolisme \dot{M} en fonction de la T° extérieur est concave vers le haut et passe par un minimum pour une valeur appelée, par définition T° de neutralité thermique ($T^\circ N T$) pour laquelle les dépenses de Thermorégulations sont nuls.



La dépense d'énergie augmente quand la T° extérieur s'écarte en plus ou en moins de la $T^\circ N T$

La valeur de la $T^\circ N T$ est :

- chez l'homme nu $T^\circ N T = 26^\circ$.
- chez l'homme légèrement vêtu $T^\circ N T = 21^\circ$.

Zone de froid : $T^\circ \text{ ext.} < T^\circ N T$.

Zone de chaud : $T^\circ \text{ ext.} > T^\circ N T$.

le surcroît de dépense énergétique observé lorsque la T° ambiante s'écarte en plus ou en moins de la $T^\circ N T$ représente le coût de fonctionnement de la thermorégulation quelle s'agisse dans le sens de la protection contre le chaud ou contre le froid.

Lutte contre le froid :

L'homme s'adapte au froid en diminuant la thermolyse (perte de chaleur) et en augmentant la thermogénèse (production de chaleur).

La production de chaleur peut être augmentée par la thermogénèse de frisson, qui est une activité musculaire involontaire, dont la totalité de l'énergie chimique dépensée est transformée en chaleur.

L'élévation du tonus musculaire, et de l'activité musculaire volontaire sont 2 mécanismes importants, qui augmentent la thermogénèse.

La thermogénèse post prandiale contribue à une production de chaleur, utile dans la lutte contre le froid (adaptation alimentaire selon les saisons et les climats).

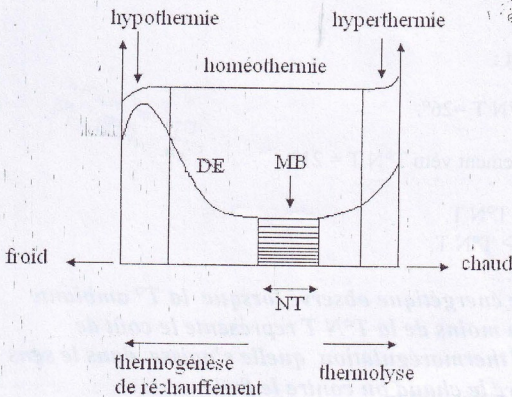
Lutte contre le chaud :

L'homme lutte contre une élévation de la température ambiante, en réduisant la thermogénèse par diminution de l'activité musculaire, et accroît la thermolyse.

La thermolyse augmente par vasodilatation cutanée, qui accentue les pertes de chaleur par conduction et convection.

Variations de la dépense énergétique et de la T° corporelle en fonction de la T° ambiante

DE : dépense d'énergie



Docteur HARTI
ASSISTANTE
EN PHYSIOLOGIE

3. action dynamique spécifique des aliments (A D S).

La dépense d'énergie est plus grande pendant la période consécutive à la prise d'aliments POSTPRANDIAL.

Ce supplément d'énergie est appelé : A .D .S .

- Particularités propres à l'ADS :

- Postprandiale.
- Cette énergie est non utilisée lors l'activité musculaire.
- Energie non utilisée par les réactions de synthèses endothermiques.
- Apparaît obligatoirement sous forme de chaleur.
- L'ADS des protéines est élevée, mais faible pour les graisses.
- Non liée au fonctionnement digestif.

Les dépenses de fonctionnement et de fond

La dépense énergétique de l'organisme est décomposée en deux parties :

- La dépense de fonctionnement est la somme de toutes les dépenses liées à l'activité musculaire, à la thermorégulation et à l'ADS.
- la dépense de fond est la dépense énergétique qui subsiste, lorsqu'on annule la dépense de fonctionnement.

La dépense de fond :

La signification physiologique de la dépense de fond correspond au coût énergétique du fonctionnement des organes, qui demeure constamment en activité dans les conditions basales (cœur, muscles respiratoires, rein ...) cette dépense est liée à l'entretien des grandes fonctions indispensables à la vie.

Métabolisme basal : M.B.

Le métabolisme basal est défini comme la dépense énergétique évaluée en kcal/H/m² ou en W/m², mesurée dans des conditions basales, c'est à dire :

- Jeûne : le dernier repas hypoprotéique doit être pris au moins 12h à 16h auparavant.
- Le repos musculaire et intellectuel depuis 30 mn en décubitus dorsal, dans des conditions de semi obscurité, et en absence de stimulations sonores.
- Neutralité thermique : absence de lutte contre le chaud et le froid, ce qui correspond à 26° si le sujet est nu et 21° si le sujet est légèrement vêtu.

Docteur HARI
AFSI NTE
SUSIE

Métabolisme de base :

Dépense de fond /surface corporelle
en conditions basales

(à jeun, au repos strict, à T° de neutralité thermique)

- Normale :

45-50 watts/ m²

• variations physiologiques du métabolisme de base :

- Sexe : < chez la femme
- Race, climat: < asiatique ou climats chauds
- Age :
 - Naissance : 40 w/m²
 - 60-65 w/m² à 6 ans
 - 50 w/m² à 25 ans
 - Stable âge adulte puis 40-50 w/m² vers 70-80 ans

• de base variations pathologiques du métabolisme:

- Fièvre
- Hypothyroïdie (myxoedème)
- Hyperthyroïdie

LA RATION ALIMENTAIRE.

Elle doit apporter quotidiennement :

- De l'énergie.
- De l'eau.
- Des minéraux.
- Des vitamines.

En quantité suffisante, pour le fonctionnement de l'organisme, le développement de l'individu (période de croissance, grossesse).

L'alimentation d'un sujet peut varier quantitativement ou qualitativement, un équilibre est indispensable, le poids dont la mesure est simple, constitue un témoin des conditions alimentaires.

POIDS : le poids idéal correspond à la plus faible mortalité et morbidité.

Il est calculé par la formule de QUETELET qui permet de calculer l'indice de masse corporelle (IMC).

$$\text{IMC (kg/m}^2\text{)} = \text{masse/taille}^2$$

Docteur HARRI
ASSISTANTE
EN NEUROLOGIE

Couverture des besoins en énergie :

L'apport calorique quotidien compense les dépenses énergétiques du métabolisme de base et celles liées à l'activité du sujet.

La ration calorique quotidienne comprend la ration d'entretien, plus un supplément calorique (S C) ou ration de travail, dont la valeur dépend de l'activité du sujet (professionnelle, sportive, période de croissance).

La ration d'entretien :

- L'homme = 2000 à 2200kcal /24h.
- Femme = 1600 à 1800kca / 24h.

Le supplément calorique (S C) : dépend de l'activité professionnelle ou sportive du sujet.

EX :

- Travail avec activité physique légère S C 500kcal/24h.
- Travail avec activité physique intense S C s'élève à 1500kcal/24h.
- Travail dans les conditions extrêmes (dans les mines ou dans des conditions de grands froids) S C peut atteindre 4000kcal/24h.

Loi de l'isodynamie :

Les glucides, les lipides et les protides sont interchangeables pour la couverture des besoins énergétiques, c'est l'isodynamie des aliments.

L'isodynamie a des limites :

L'apport d'acides aminés essentiels et le maintien de l'équilibre azoté sont une nécessité.

Les lipides ne peuvent pas être éliminés de l'alimentation car ils fournissent les acides gras essentiels.

BESOINS EN MATERIAUX ENERGETIQUES.

Protéines :

Ce sont des aliments constructeurs, ils fournissent les acides aminés nécessaires à la synthèse des protéines endogènes, et sont des substrats énergétiques.

Apport des acides aminés essentiels :

Ne sont pas synthétisés par l'organisme, doivent être apportés par l'alimentation.

- L'isoleucine.
- La lysine.
- La méthionine.
- La phénylalanine.
- La thréonine.
- Le tryptophane.
- La valine.

PROF. HARI
NTS

Les lipides :

Les lipides sont des aliments énergétiques, ils apportent les acides gras essentiels acide linoléique, acide arachidonique, indispensables et permettent l'absorption des vitamines liposolubles A, D, E, et K.

Les glucides :

Fournissent de l'énergie.

Représentent 50% à 55% de la ration alimentaire.

Stockés au niveau du foie et du muscle (glycogène).

Les sucres à digestion lente, et à digestion rapide.

Les vitamines :

Indispensables à la vie sont des catalyseurs des réactions biochimiques.

- Vit liposolubles : vit A, vit D, etc.
- Vit hydrosolubles : vit B1, vit B6, vit B12 vit C etc.

Equilibre hydrominéral.

Docteur HARI
INT. ASS. ANTE
EN. NYS. 2001