

LE FONCTIONNEMENT DU CORPS HUMAIN ET SES MECANISMES D'ADAPTATION

I Introduction

Pour dispenser des secours **et soins** d'urgence adaptés aux personnes, les intervenants sapeurs-pompiers doivent appréhender le fonctionnement du corps humain et ses principaux mécanismes physiologiques. Les apports contenus dans cette fiche sont volontairement synthétiques.

Des renvois vers des vidéos pédagogiques permettront l'approfondissement des connaissances en fonction des emplois opérationnels ou de la curiosité de chacun.



Chaque FAC abordant une détresse détaillera les repères anatomiques, le fonctionnement normal et le dysfonctionnement liés à cette détresse en complément de cette fiche.

Le corps humain est constitué de milliards de cellules vivantes. Chaque cellule joue un rôle très précis dans le fonctionnement de son organisme.

L'association de cellules identiques forme des tissus (os, peau, muscle...).

Les tissus forment des organes (cœur, poumon, nerfs, ...).

Les organes se regroupent en appareils (appareil cardio-circulatoire, appareil locomoteur, ...).

Ces appareils exercent une fonction (fonction cardio-circulatoire, nerveuse, ...).



C'est en fait le fonctionnement parfait de ces appareils qui permet à l'organisme (donc à l'Homme) de vivre et de s'adapter à son milieu.



Faire un bilan secouriste, c'est rechercher le fonctionnement harmonieux ou détérioré des cellules par l'intermédiaire des différentes fonctions en ciblant l'activité de certains organes (cœur, poumons, cerveau...).



La finalité du fonctionnement du corps humain est de satisfaire les besoins physiologiques de ses cellules afin qu'elles remplissent leur rôle notamment dans la production d'énergie.



Schéma 15A1 : Une cellule

On nomme *besoins physiologiques* les apports et échanges biologiques nécessaires au maintien d'un état de santé physique.

Ces besoins sont sources de grands équilibres (respirer, boire, manger, dormir, se réchauffer, éliminer...) et peuvent engendrer des détresses s'ils ne sont pas satisfaits.



Schéma 15A2 : Du besoin cellulaire insatisfait à la détresse



II LES PRINCIPAUX CONSTITUANTS DU CORPS HUMAIN

1 Le squelette et les os

Le squelette sert de support aux différents muscles du corps, mais aussi de protection des organes vitaux. L'agencement et l'articulation des os du squelette permettent la réalisation de mouvements.

Le squelette humain adulte compte généralement 206 os. Les os du corps humain se répartissent entre le **squelette axial** (les os du crâne et de la face, les vertèbres, les côtes et le sternum) et le **squelette appendiculaire**, formé des membres supérieurs et inférieurs ainsi que des ceintures osseuses (os des épaules et des hanches) qui les rattachent au squelette axial.



Il est important de bien connaître les principaux os du squelette.

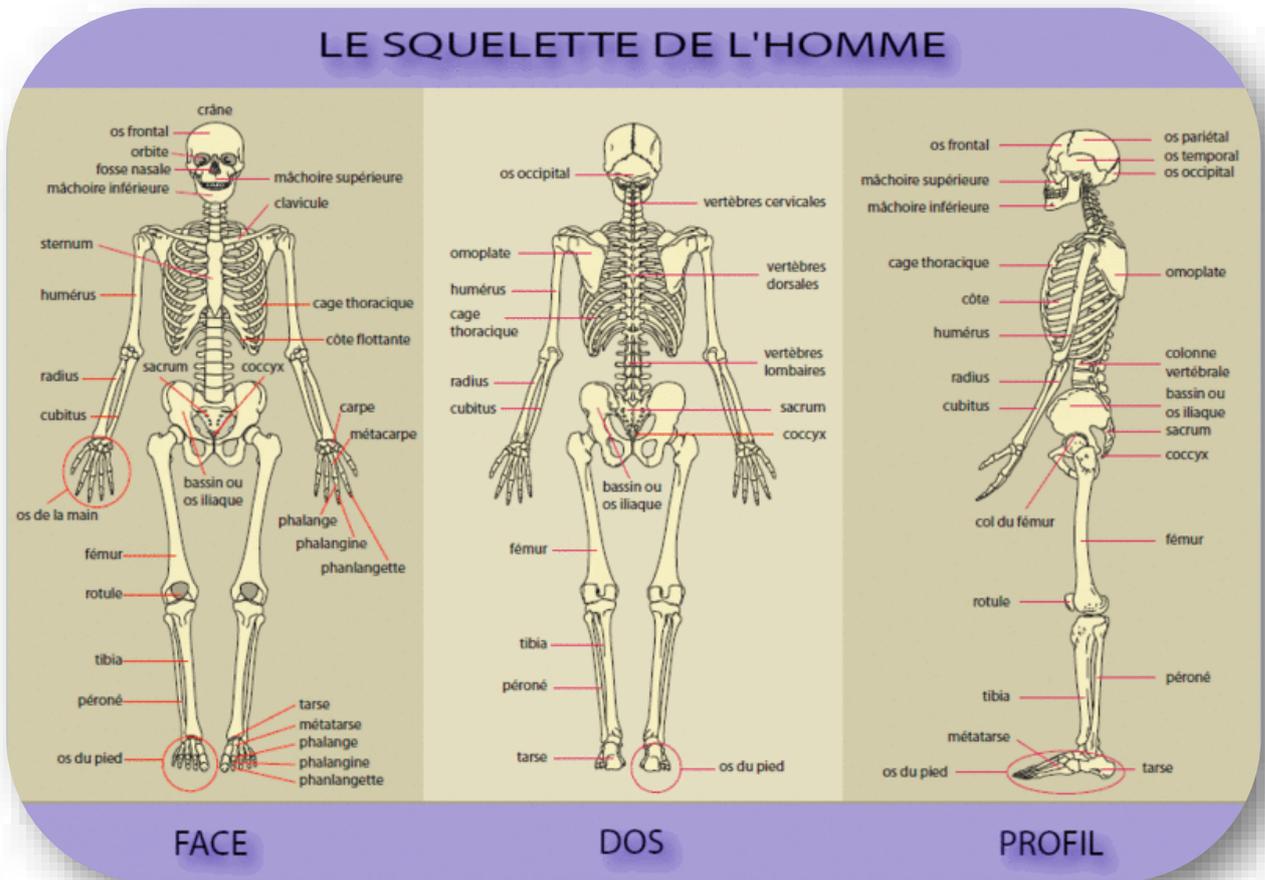


Schéma 15A3: Les principaux os du corps humain

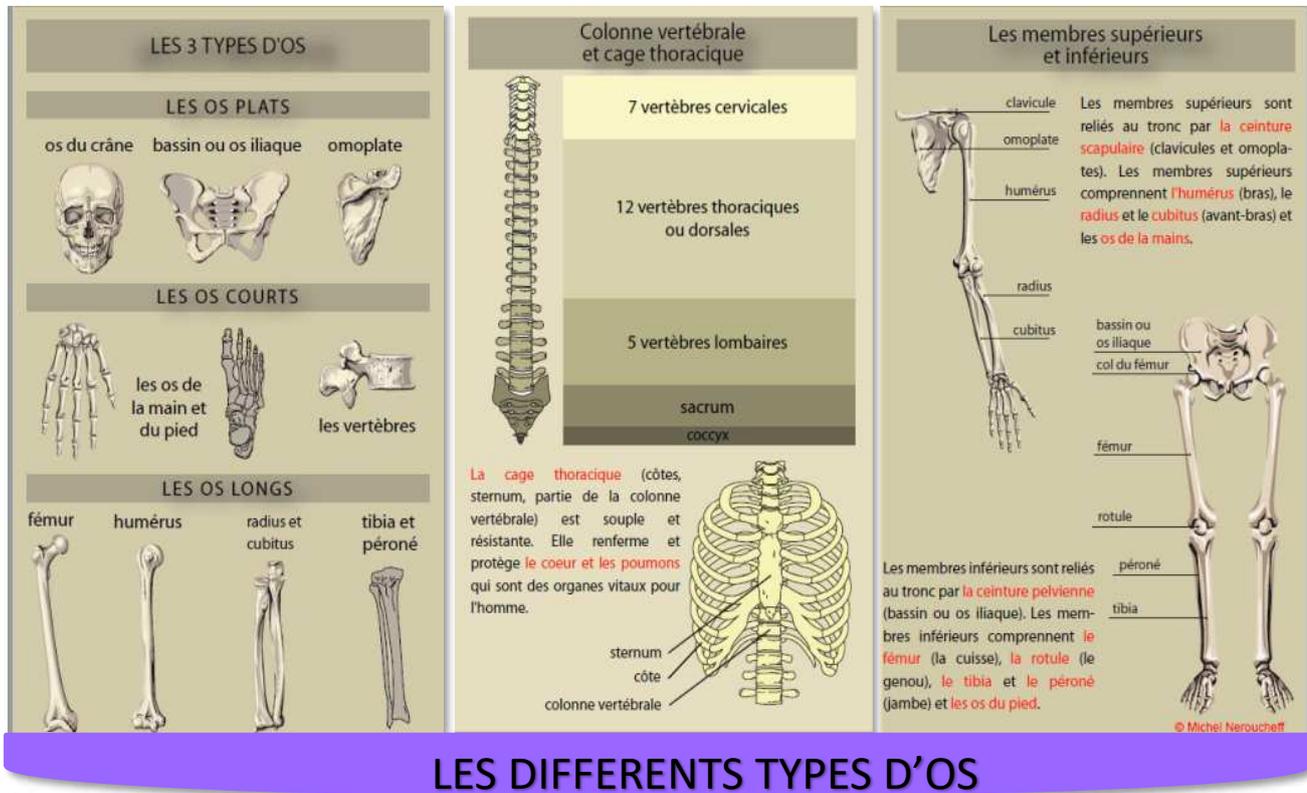
Les 200 os qui composent le squelette humain ne présentent pas tous la même forme. On distingue généralement 4 types d'os selon leur apparence : les **os plats**, les **os courts**, les **os longs** et les **os irréguliers**. A un type d'os correspond un type de lésion et à un type de lésion sur un os peut correspondre un risque de lésion sur son voisinage direct (artère, nerf, organe...).



Les os ont différentes formes et articulations en fonction de leur finalité.



Les os longs, par exemple, comme l'humérus, le fémur ou la clavicule, se caractérisent par leur forme allongée. Ils peuvent être de dimension réduite, comme les phalanges des doigts. Les quatre membres du corps humain sont constitués principalement d'os longs, sur lesquels s'attachent des muscles moteurs.



LES DIFFERENTS TYPES D'OS

Schéma 15A4: Les différents types d'os

La structure des os est composée d'une partie rigide et d'une autre spongieuse (comme une éponge) qui participe à la production de globules rouges pour l'organisme.



Certains os sont tellement riches en vaisseaux sanguins qu'une hémorragie importante peut survenir lorsqu'ils sont cassés.

Ex : la fracture d'un fémur peut entraîner une perte de plus d'un litre de sang.

2 Les muscles et les tendons

Les 639 muscles servent à tous les mouvements volontaires et involontaires de notre corps.

Parmi eux, on distingue :





- Les **muscles striés squelettiques** qui, accrochés aux os par les tendons, se contractant ou se relâchant, génèrent les mouvements;
- Le **myocarde** (muscle cardiaque) qui est le seul muscle creux à contraction rythmique;
- Les **muscles lisses**, insérés dans les organes creux (vessie, artères, tube digestif, bronche, œil...), qui se contractent de façon indépendante de notre volonté.

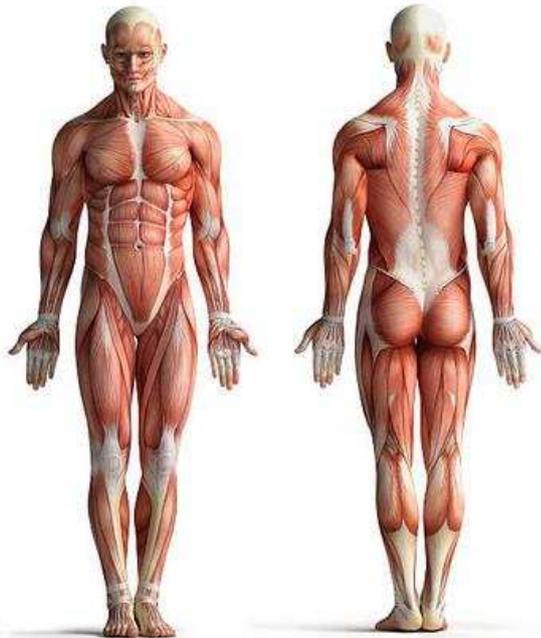


Schéma 15A5: Les muscles du corps humain



Référence / Renvoi

Pour aller plus loin sur les muscles...



<https://www.reseau-canope.fr/corpus/video/le-muscle-moteur-du-mouvement-119.html>

3

La peau

La peau est un organe de 2 m² pesant 5 kg chez l'adulte, à la fois souple, extensible, résistant, et se renouvelant tous les 30 jours. La peau :

- maintient la température de notre corps et la teneur en eau de l'organisme;
- protège des agressions extérieures et des infections;
- est le siège d'un réseau sensitif.



Les différentes couches de la peau seront évoquées en détail dans la prise en charge des brûlures.



La peau est composée de plusieurs couches (l'épiderme, le derme et l'hypoderme).



Référence / Renvoi

Pour aller plus loin sur la peau...



<https://www.reseau-canope.fr/corpus/video/la-peau-97.html>



LES PRINCIPALES FONCTIONS DE L'ORGANISME

Les fonctions vitales sont celles qui assurent la vie, et dont la défaillance entraîne le décès à court terme (quelques minutes).

Les fonctions neurologique, respiratoire et circulatoire sont les 3 fonctions vitales.

1 La fonction neurologique

Le cerveau remplit deux missions principales :

- Il assure le fonctionnement coordonné de tous les organes ;
- Il nous permet d'interagir avec notre environnement.

Toute agression (traumatique, toxique, infectieuse...) peut désorganiser ces deux missions.

Le cerveau reçoit en permanence des informations en provenance des organes sensoriels : les yeux, le nez, la bouche, les oreilles, la peau... Ces messages de nature électrique cheminent vers les centres nerveux, où ils sont analysés avant de repartir sous forme de messages moteurs vers l'ensemble des organes de notre corps.



L'évaluation de la qualité du fonctionnement du cerveau, des fonctions motrices (mouvements) et sensibles (5 sens) prend du temps et nécessite un examen méticuleux.



Référence / Renvoi

Pour aller plus loin sur la fonction neurologique...



<https://www.reseau-canope.fr/corpus/video/le-fonctionnement-du-systeme-nerveux-118.html>



La commande du mouvement

Les mouvements volontaires du corps sont commandés par le cerveau. À ses différentes aires correspondent des types de commande spécifiques. Cortex moteur, lobe frontal, lobe temporal, lobe pariétal, thalamus, cervelet jouent chacun un rôle bien particulier dans la formation et la transmission des messages nerveux vers l'extrémité des fibres neuronales qui activent les muscles.

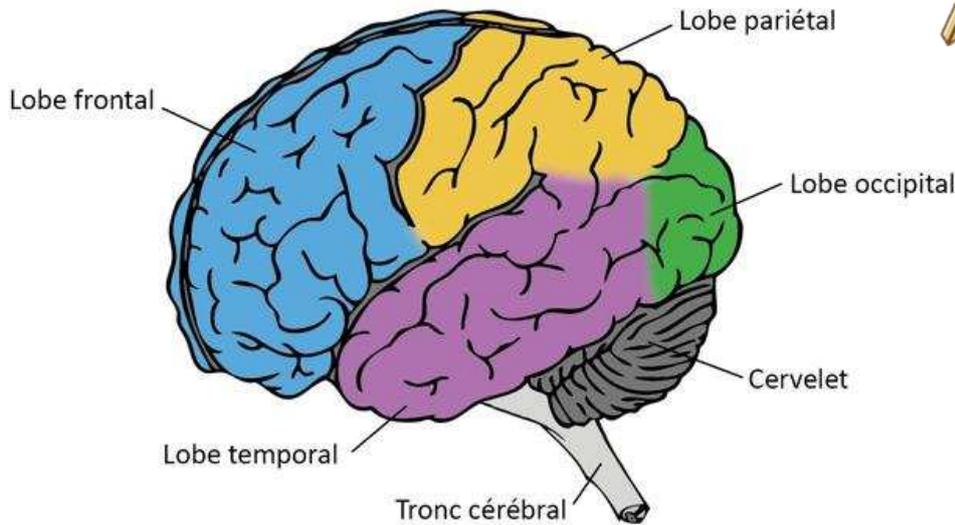


Schéma 15A6 : Les différentes parties du cerveau



Evaluer les mouvements c'est évaluer l'état du cerveau ou les atteintes du trajet nerveux.



Référence / Renvoi

Pour aller plus loin sur la commande des mouvements...



<https://www.reseau-canope.fr/corpus/video/la-commande-du-mouvement-83.html>

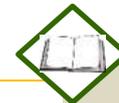
2

La fonction respiratoire

La fonction respiratoire est :

- d'apporter de l'oxygène (O_2) aux cellules de l'organisme ;
- de débarrasser l'organisme du CO_2 (gaz carbonique) principal gaz toxique.

Cette fonction se fait en maintenant et en adaptant les paramètres sanguins tels que la pression partielle en O_2 , pression partielle en CO_2 , Saturation en O_2 et pH, qu'elles que soient les demandes de l'organisme



L'anatomie des voies aériennes et le mécanisme ventilatoire seront évoqués en détail dans les détresses ventilatoires et les affections respiratoires spécifiques.



: repos, efforts de la vie courante, marche, montées d'escalier, effort intense de type sportif.

Le transport de l'O² et du CO² dépendent de 3 processus distincts :

- La ventilation pulmonaire (mouvement des gaz dans et hors des poumons) → *dynamique musculaire*
- Le transport de l'O² et du CO² par le sang → *fluidité*
- Le passage des gaz des capillaires vers les tissus (respiration cellulaire).

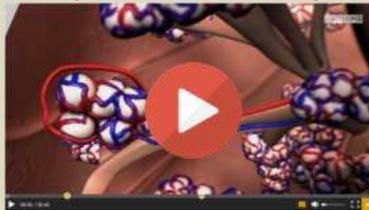
Les échanges gazeux vont s'opérer au niveau des alvéoles pulmonaires.

Le diaphragme est le muscle principal de la ventilation pulmonaire. D'autres muscles, peu sollicités, interviennent surtout en cas de détresse respiratoire (les muscles accessoires de la base du cou et ceux situés entre les côtes).



Référence / Renvoi

Pour aller plus loin sur la respiration...



<https://www.reseau-canope.fr/corpus/video/la-respiration-92.html>

3

La fonction circulatoire et le cœur

Le système circulatoire se compose du cœur, du sang et de 100 000 km de canalisations (vaisseaux sanguins).

En faisant circuler le sang à travers le corps, ce système apporte des particules d'aliments (récupérées dans les organes de la fonction digestive), des gaz dissous (récupérées par la fonction ventilatoire) et d'autres substances à chaque cellule. Il débarrasse aussi les cellules de leurs déchets.

Le système circulatoire de l'Homme comprend trois types de vaisseaux sanguins; les artères, les veines et les capillaires.

Le cœur fournit la pression nécessaire pour que le sang circule dans tout le réseau artériel et veineux.



Dans les artères, le sang circule sous une très haute pression. La structure d'une artère doit lui permettre de résister à ces hautes pressions de même qu'aux variations de pression engendrées par la pompe cardiaque. Elles sont donc recouvertes de parois épaisses, enveloppées de tissu musculaire élastique, qui leur permet de se contracter de façon importante.

Les petites artères portent le nom d'**artérioles**.

Les veines fournissent un système de retour du sang qui y circule sous une pression inférieure à celle du sang dans les artères. Les parois des veines n'ont donc pas à être aussi épaisses ou aussi élastiques que les parois des artères. Elles peuvent se dilater de façon importante mais ont une faible capacité de contraction.

De tous les vaisseaux sanguins, les capillaires sont les plus petits. Fins comme des cheveux, ils atteignent toutes les parties de chaque organe. Les substances nutritives transportées par le sang passent à travers les parois des capillaires pour se rendre dans toutes les cellules du corps.



Référence / Renvoi

Pour aller plus loin sur la circulation...



<https://www.reseau-canope.fr/corpus/video/coeur-et-vasseaux-50.html>

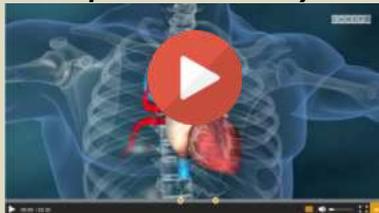
Le rythme cardiaque

Doué d'automatisme, le cœur est parcouru de fibres nerveuses, dont certaines le relie au centre nerveux bulbaire situé à la base du cerveau. Un échange constant d'informations entre lui et cette région cérébrale permet de réguler la fréquence de battement de manière involontaire et de la maintenir au repos dans une valeur normale, autour de 60 à 75 battements par minute.



Référence / Renvoi

Pour aller plus loin sur le rythme cardiaque...



<https://www.reseau-canope.fr/corpus/video/le-rythme-cardiaque-49.html>



4 La fonction digestive

L'appareil digestif désigne l'ensemble des organes dont la fonction est la transformation des aliments, leur assimilation et leur absorption dans l'organisme.

L'appareil digestif permet de digérer les aliments afin de fournir à l'organisme les nutriments nécessaires à son fonctionnement. Ils sont réduits à chaque étape en des molécules de plus en plus petites, envoyées dans la circulation sanguine.

L'appareil digestif se compose d'un conduit -le tube digestif-, et de deux extrémités : la cavité buccale par laquelle les aliments sont ingérés, et le canal anal, par lequel les résidus alimentaires sont évacués. Le tube digestif comprend l'œsophage, l'estomac, l'intestin grêle, le gros intestin (ou côlon) et le rectum qui se termine par l'anus. L'appareil digestif comprend également des organes qui interviennent à différents niveaux du processus de digestion ou d'absorption des aliments : le foie et la vésicule biliaire, le pancréas et les glandes salivaires.

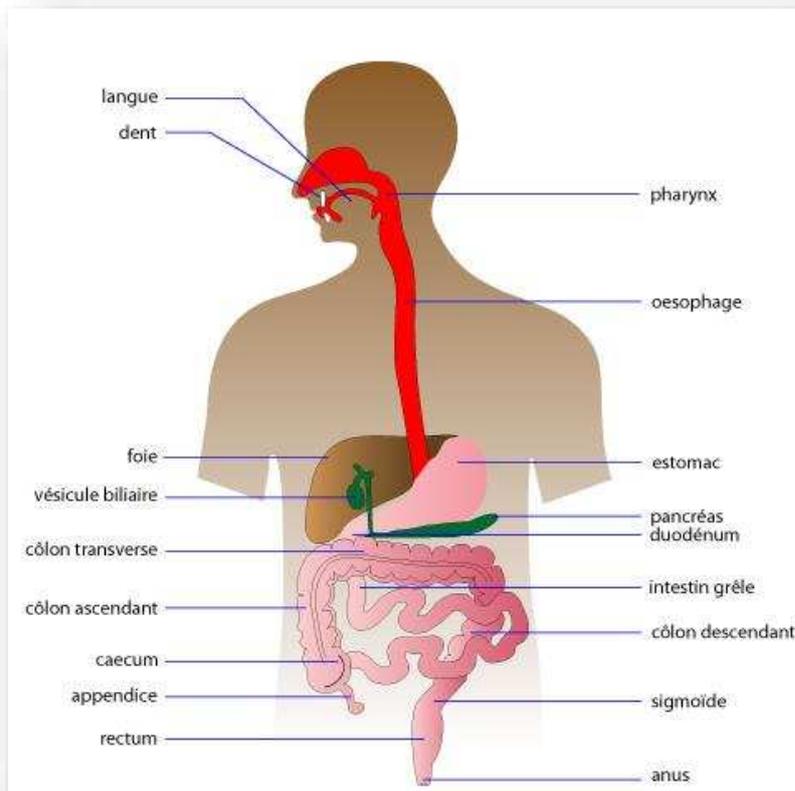


Schéma 15A7 : Les différentes parties de l'appareil digestif



Référence / Renvoi

Pour aller plus loin sur la digestion...



<https://www.reseau-canope.fr/corpus/video/la-digestion-47.html>



IV

LES MECANISMES D'ADAPTATION DU CORPS HUMAIN EN SSUAP

L'organisme dispose de la faculté de s'adapter aux différents environnements et agressions. Plusieurs mécanismes d'adaptation doivent être connus car ils sont présents lors de certaines situations opérationnelles.

1 L'adaptation à l'effort

Le muscle a besoin de dioxygène (O_2) et de nutriments pour produire de l'énergie.

La dégradation des nutriments (sucres et acides gras) en présence d' O_2 est une réaction chimique appelée respiration cellulaire.

L'énergie produite est utilisée pour la contraction musculaire et dissipée sous forme de chaleur.

Lors d'un effort physique, le muscle a besoin d'un apport d'énergie plus important.

Plus l'effort physique est intense, plus l'apport d'énergie au muscle doit être important et plus le volume d' O_2 consommé est important. Toutefois quand l'effort physique atteint une certaine intensité, le volume d' O_2 consommé n'augmente plus. L'organisme a atteint sa **consommation maximale de dioxygène ou VO_2 max.**

Un exercice physique se traduit au niveau de l'organisme par:

- Une augmentation du rythme cardiaque
- Une augmentation du rythme respiratoire
- Une augmentation de la sudation
- Une augmentation de la sensation de faim quelques temps après l'effort.

L'excès de chaleur doit s'évacuer pour que la température corporelle reste stable.

Une rougeur généralisée de la peau correspond à un afflux de sang à la surface de celle-ci pour évacuer la chaleur,

La transpiration permet d'améliorer les mécanismes d'évacuation de la chaleur.



Les modifications liées à l'effort peuvent être similaires à une détresse circulatoire qui s'installe notamment après une hémorragie importante. L'examen rigoureux de la victime et une analyse précise des circonstances seront déterminantes.

**Référence / Renvoi**

Pour aller plus loin sur les modifications liées à l'effort...



<https://www.reseau-canope.fr/corpus/video/les-modifications-physiques-a-l-effort-87.html>



2 La régulation de la température

Chez les hommes et les femmes en bonne santé, la température centrale (TC) oscille autour de 37°C (entre 36°1C et 37°8C) selon les activités et un rythme journalier. Ce rythme est régulé par une horloge endogène (dite horloge circadienne), située dans une partie du cerveau appelée hypothalamus.

Pour maintenir la TC entre des bornes aussi étroites, le corps dispense de solution de production de chaleur (si la température ambiante est inférieure à la TC) et d'un système de dissipation de chaleur (si la température ambiante est proche ou supérieure à la TC).

Sources de chaleur :

Notre corps est composé d'environ trente mille milliards de cellules. Chacune de ces cellules utilisent les nutriments pour produire l'énergie nécessaire à l'exécution de toutes ses fonctions corporelles. Une partie de cette énergie est dissipée comme chaleur.

Si cette énergie n'est pas suffisante car la température extérieure est très basse, les muscles commencent à trembler (frisson). Cette friction des muscles génère de la chaleur. De plus, le tissu graisseux peut élever la TC en utilisant comme chaleur la majeure partie de l'énergie produite par les cellules. Si la température extérieure est hivernale, les vaisseaux sanguins de la peau se contractent afin de réduire la perte de chaleur à la surface du corps.

Dissipation de la chaleur :

Si la TC est trop élevée, la chaleur peut être abaissée par la transpiration (l'évaporation de l'eau à la surface du corps a un effet refroidissant) et par l'exhalation d'air chaud (avec une augmentation de la fréquence respiratoire).

Régulation de la TC par le système nerveux central :

La température de l'environnement est mesurée par des neurones thermosensibles situés dans la peau, tandis que la température à l'intérieur du corps est évaluée par des neurones thermosensibles localisés dans l'hypothalamus (partie du cerveau). Ces neurones intègrent les signaux venant de la peau et du cerveau et donnent des signaux aux muscles, au tissu adipeux brun (graisse) et aux vaisseaux sanguins de la peau pour augmenter ou diminuer la TC.

Le corps peut garder une température homogène grâce au système cardiovasculaire, qui distribue la chaleur rapidement dans tout le corps au moyen du sang.

3 La régulation de la glycémie

Au cours de la digestion, les glucides contenus dans les aliments sont transformés en glucose et passent dans le sang au niveau de l'intestin



La température est un paramètre important mais la difficulté d'obtenir une mesure fiable en pré hospitalier rend son utilisation peu fréquente.





grêle. La concentration moyenne de glucose dans le sang (la glycémie) varie au cours de la journée. Une valeur moyenne est maintenue, grâce à l'intervention de deux hormones antagonistes: l'insuline et le glucagon.



Référence / Renvoi

Pour aller plus loin sur la régulation glycémique...



<https://www.reseau-canope.fr/corpus/video/la-glycemie-48.html>



Voir La FAC 46 sur les variations glycémiques et la FT 27.4 sur la technique de mesure de la glycémie capillaire

4 L'hémostase (coagulation du sang)

Lorsqu'il y a dommage à un vaisseau sanguin, la première étape de l'hémostase est le spasme vasculaire. C'est une vasoconstriction locale qui entraîne une diminution du flux sanguin au site du dommage. Cette réduction du débit sanguin réduit la perte de sang et favorise l'accumulation de plaquettes sanguines.

Ces plaquettes (présentes dans le sang) se collent à la paroi du vaisseau sanguin ce qui forme une fine membrane qui bouchera le trou vasculaire. On nomme cette obturation encore fragile, le **clou plaquettaire** ou le **thrombus blanc**.

Puis, des filaments de **fibrine** (produit par le foie) emprisonnent les globules rouges, les globules blancs et d'autres **plaquettes** au niveau du site endommagé. Enfin, à la suite d'une cascade de réaction impliquant différents facteurs de coagulation (produits par le foie pour certains), ces filaments de fibrine s'agglutinent pour former le **caillot sanguin**.

Lorsque le vaisseau sanguin est réparé, des enzymes dissolvent le caillot et la circulation sanguine peut reprendre son cours normal.

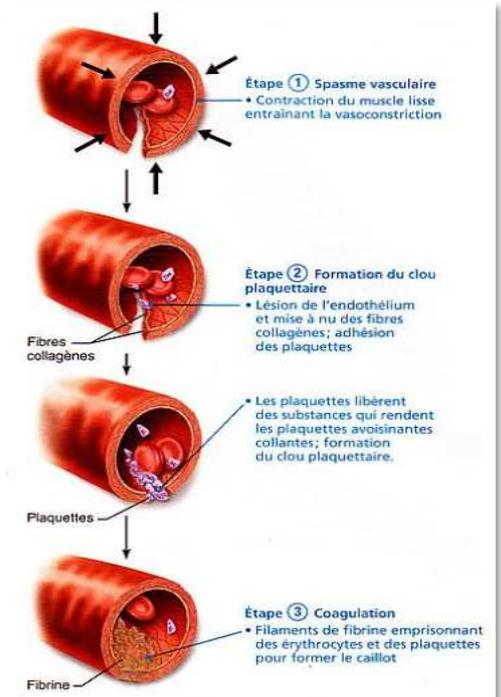


Schéma 15A8: Les différentes étapes de la coagulation



V

LES BESOINS CELLULAIRES DU CORPS HUMAIN ET LA PRISE EN CHARGE SSUAP

Comme vu précédemment, pour fonctionner les cellules du corps humain ont donc des besoins multiples et sont très sensibles aux déséquilibres. En cas de détresse, les prises en charge secouristes peuvent tenter de freiner ou de corriger ces déséquilibres.

1

Un apport d'Oxygène et une évacuation du Dioxyde de carbone

La première des actions consiste à la mise au repos de la personne pour limiter les besoins liés à l'effort et en position facilitant les mouvements ventilatoires (semi assise avec un desserrement des vêtements au niveau du cou, du thorax et de la ceinture abdominale).

L'apport d'oxygène en suppléance sera ensuite possible grâce à l'administration de ce gaz en bouteilles sous pression présentes dans les engins SSUAP et d'incendie.

L'évacuation du CO² sera facilitée par les mêmes dispositions. Dans certains cas, une administration d'oxygène à un plus faible débit sera nécessaire sur avis médical.

Une soustraction à un air vicié (gaz de ville, monoxyde de carbone...) doit impérativement précéder l'administration d'oxygène.



Voir la FAC 23D sur l'oxygénothérapie

2

Un apport de sucre, d'eau et de sels minéraux

Carburants de la cellule apporté par l'alimentation, les intervenants auront peu d'action sur leurs apports cellulaires (il est interdit de donner à boire ou à manger aux victimes sans avis médical préalable) car il faut éviter de remplir l'estomac d'aliments si la victime doit passer au bloc opératoire ou si son état s'aggrave et nécessite des gestes médicaux de prise en charge des voies aériennes (intubation...).

Néanmoins, au niveau secouriste, le dépistage d'un taux de sucre trop bas (hypoglycémie) et un resucrage par la bouche si l'état de conscience le permet pourra être entrepris après avis du médecin régulateur. A défaut, un resucrage et une réhydratation en intraveineux par un infirmier de la SDS ou une équipe médicale selon les situations opérationnelles pourront être réalisés.

3

Le maintien d'une température autour de 36-37°C

Les cellules ont besoin d'une température stable [36-37°C] pour un fonctionnement harmonieux.





- L'**hypothermie** (TC<35°C) entraînera un ralentissement du fonctionnement cellulaire donc des différents organes et par conséquent des différentes fonctions (état de conscience, coagulation...). Les intervenants veilleront à prévenir cette hypothermie en évitant de déshabiller la victime dans le froid, sur un sol mouillé ou encore en la recouvrant d'une couverture de survie à même la peau.
- L'**hyperthermie** (TC>38°C) entraînera une excitation cellulaire et notamment neurologique. Les intervenants veilleront à faire baisser la température en cas de convulsions fébriles (par fièvre) chez l'enfant par exemple.

4 Un espace suffisant

Au niveau tissulaire, les cellules fonctionnent dans un espace donné. La compression des tissus entraîne leur souffrance par arrêt des échanges gazeux (baisse du taux d'O² jusqu'à la mort cellulaire et augmentation du taux de CO²) ou libération de toxines (acide lactique, potassium) lors de la compression prolongée des muscles notamment.



Schéma 15A9: Hématome sous dural visible au scanner cérébral

La prise en charge devra veiller à lever les compressions le plus rapidement possible (filrière d'interventions neuro-chirurgicales urgentes dans le cas d'une compression cérébrale par un œdème ou un hématome intra crânien) ou sur avis médical lors d'une compression prolongée d'une partie du corps (crush syndrome).

