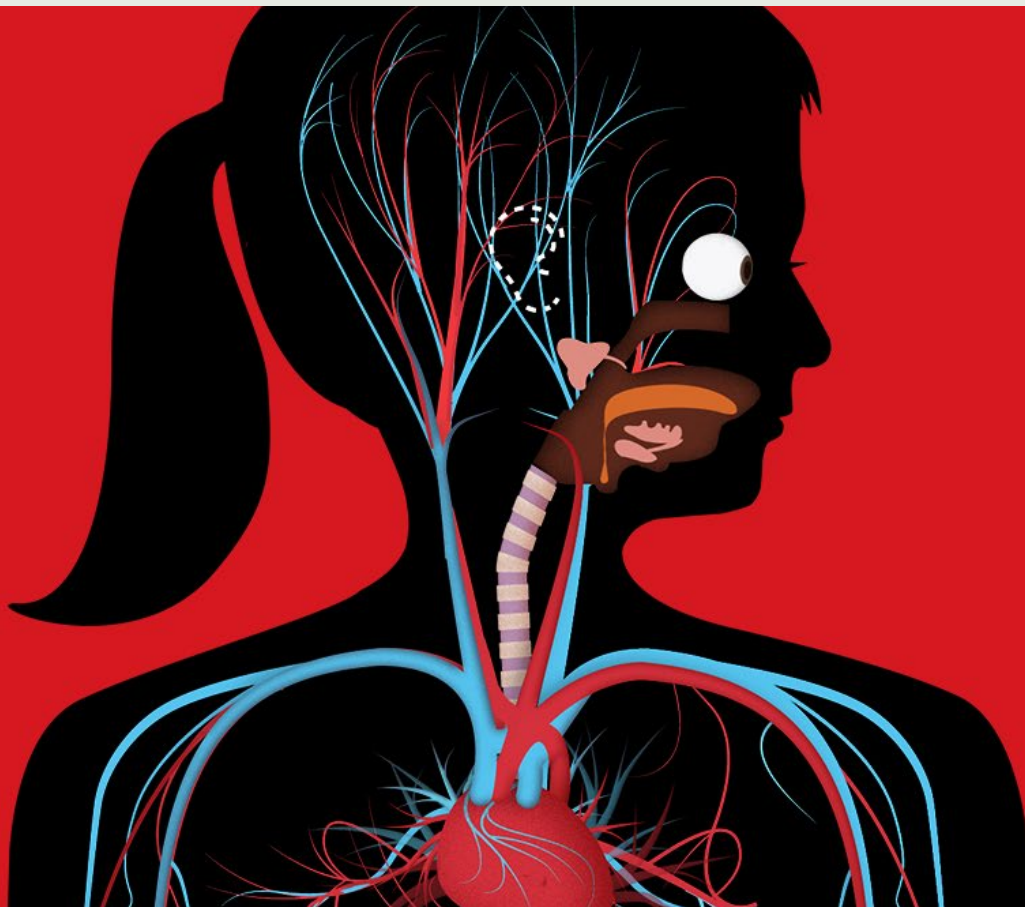




MANUEL POUR LE CORPS HUMAIN





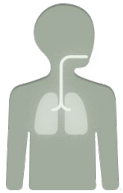
LE CORPS HUMAIN est une introduction aux machines étonnantes et compliquées dans lesquelles nous vivons. Ce guide propose des faits, des conseils d'interaction et des débuts de conversation tandis que vous et votre enfant explorez sept systèmes du corps :



NERVEUX



SQUELETTIQUE



RESPIRATOIRE



CIRCULATOIRE



DIGESTIF



MUSCULAIRE

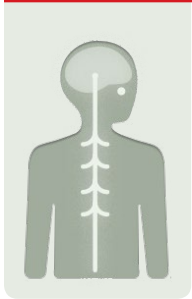


UROGÉNITAL



IMMUNITAIRE

Lancez
LE CORPS HUMAIN
et découvrez comment
nous fonctionnons.



Le système nerveux

POUR COMMENCER

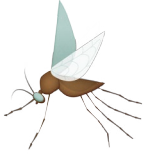
Rire, goûter, voir, entendre, sentir, rêvasser, et chanter : voici quelques-unes des choses incroyables qu'on peut faire grâce au système nerveux.

Le système nerveux comprend la moelle épinière, les nerfs, les neurones, et les organes sensoriels : les oreilles, le nez, les yeux, la langue et la peau. Au milieu de tout ça, il y a le cerveau. Selon le brillant scientifique James D. Watson (il a co-découvert la structure de l'ADN), le cerveau est « la chose la plus complexe que nous ayons à ce jour découverte dans notre univers ».

Le cerveau est constamment en train d'envoyer et de recevoir les signaux de minuscules cellules appelées neurones. Les neurones font passer des messages à d'autres neurones via les synapses. Ces messages sont transmis le long de la moelle épinière qui, avec le crâne et les vertèbres, relie le cerveau au reste du corps. Les neurones envoient des signaux au cerveau et reçoivent des signaux envoyés par le cerveau, à des vitesses dépassant les 240 km / h. Le cerveau peut ainsi ordonner au corps de faire des choses comme contracter les muscles, pomper du sang, respirer, cligner des yeux, réguler la température, et garder l'équilibre.

Via les neurones, notre cerveau traite des messages venant de la peau, des yeux, des oreilles, du nez, et de la langue, sur la sensation, l'apparence, le son, l'odeur et le goût des choses. C'est comme ça que nous évaluons si une épingle est pointue, si une tasse de chocolat chaud est chaude, et la réaction appropriée. Quand la peau ressent quelque chose de pointu ou chaud, le cerveau envoie un message pour que nous nous en éloignons.

POUR DÉCOUVRIR



Appuyez sur le moustique et faites-le voler. Qu'arrive-t-il lorsque le moustique pique le corps ?

Ouïe, ouïe, ouïe ! Nous ressentons les piqûres de moustique parce que la peau réagit au toucher. La peau est un organe qui envoie constamment au cerveau des messages sur les stimuli qu'il ressent. Souvent, elle envoie des messages pour nous empêcher de faire des choses qui pourraient faire mal, comme de toucher un objet chaud ou pointu. Elle peut aussi nous dire d'écraser ce moustique pour que ce petit casse-pieds arrête de nous piquer.



Déplacez la plume et chatouillez le corps. Que se passe-t-il ?

La peau ressent la piqûre d'un moustique de la même façon qu'elle ressent le chatouillis d'une plume : en envoyant un message au cerveau. Mais la raison qui fait que nous rions quand on nous chatouille est un mystère bien plus épais : même les scientifiques ne l'ont pas encore tout à fait bien comprise. Nous savons que le rire est une manière de communiquer, mais on le déclenche aussi par des pensées et des souvenirs. À chaque fois que nous rions, de nombreuses parties du cerveau travaillent ensemble.



Faites glisser les fleurs vers le nez. Comment l'odeur se propage-t-elle jusqu'au cerveau ?

L'odeur commence à l'intérieur du nez. C'est là que des cellules spéciales, les récepteurs olfactifs, commencent à détecter une odeur et envoient des signaux au cerveau, dans le bulbe olfactif. Situé en bas du cerveau, le bulbe olfactif traite et identifie les odeurs uniques.



Glissez les jambes. Comment le système nerveux répond-t-il à l'exercice ?

Pendant l'exercice, le cerveau travaille avec les muscles volontaires et les systèmes circulatoire et respiratoire. Le cervelet aide les muscles volontaires à conserver la posture, l'équilibre et la stabilité. Le tronc cérébral contrôle les muscles involontaires qu'on trouve dans les systèmes circulatoire et respiratoire, qui travaillent aussi pour que la respiration fonctionne et que le sang continue de circuler.

Il y a plein de bienfaits pour le corps et l'esprit à faire du sport régulièrement. Ça aide à maintenir la santé et la force des os, des articulations, et des muscles. C'est particulièrement bon pour le cœur et le système circulatoire : les vaisseaux sanguins restent flexibles et ouverts, et ça améliore la pression artérielle. Le sport libère aussi des petits produits chimiques, les endorphines, dans le cerveau. Grâce à elles, on se sent heureux et alerte, et elles aident aussi à se concentrer.



Regardez de plus près : appuyez sur le nez. Faites glisser les différents objets en dessous de lui. Comment le cerveau réagit-il à l'odeur ?

Tout ce qu'on sent, du pain chaud à la poubelle qui pue, libère des molécules dans l'air. Quand nous sentons, l'intérieur du nez (la cavité nasale), détecte ces molécules chimiques. La cavité nasale est recouverte d'un liquide humide et collant (le mucus) et de minuscules cellules de poils (des cils cellulaires, qu'on trouve aussi dans l'oreille). Le mucus aide à capturer la poussière et les microbes, et à les empêcher d'entrer dans le corps. Les cils détectent des molécules microscopiques, et disent aux nerfs d'envoyer un message au cerveau. Le cerveau réagit en nous indiquant ce qu'on est en train de sentir.

On peut finir par éternuer pour se débarrasser de microbes indésirables qui adhèrent au mucus, ou bien la bouche peut commencer à saliver en pensant à... mmh... du bacon. Quand le cerveau reconnaît l'odeur de quelque chose de bon, il indique à la bouche de sécréter de la salive, ce qui met l'eau à la bouche, pour se préparer à manger et digérer de la nourriture. L'odeur aide aussi le sens du goût à identifier différents goûts comme le sucré, le salé, l'acide, l'amer et l'épicé.



Regardez de plus près : appuyez sur le cerveau. Déplacez le curseur. Que voyez-vous ?

Le cerveau est tellement compliqué que les scientifiques sont encore en train d'essayer de comprendre comment tout ça fonctionne précisément. Mais il y a des choses que nous savons déjà, à commencer par ce qu'on peut voir facilement : toutes ces rides. La surface extérieure du cerveau, le cortex cérébral, comporte des crevasses, appelées sillons, et des crêtes, appelées gyrus, pour augmenter la surface du cerveau sans qu'il soit trop gros pour le crâne. Cette surface plus importante permet d'avoir plus de neurones, ce qui est une bonne chose : un adulte dispose d'à peu près 150 000 km de chaînes neuroniques dans son cerveau.



Appuyez sur différentes parties du cerveau. Quels processus se produisent dans chaque partie ?

La plupart des pensées, du langage, des mouvements et des souvenirs sont traités dans une partie du cerveau qu'on appelle le télencéphale. Dans le télencéphale, quatre différentes parties, les lobes, gèrent différentes tâches. En activant les étiquettes dans l'application, on peut voir quelles sont ces parties. Le lobe frontal traite le langage, la pensée, l'apprentissage, les émotions, et le mouvement. Le lobe occipital traite les images visuelles. Les lobes pariétaux traitent le toucher, la température, et la douleur. Et les lobes temporaux traitent les sons, ainsi que certains souvenirs et la vision.

LA MÉMOIRE

La mémoire nous permet de conserver ce que nous avons appris avec le temps. À mesure que nous apprenons, les neurones se connectent les uns aux autres ; ces connexions s'appellent des synapses. À mesure que nous continuons d'apprendre, le nombre de synapses entre les neurones augmente, ce qui crée des chaînes dans le cerveau. Quand nous nous souvenons de quelque chose, le cerveau reconstruit ces chaînes pour se rappeler l'information.

Ça a l'air simple, mais nos pensées et notre connaissance ne sont pas classées proprement dans un même endroit comme les livres d'une bibliothèque : ces chaînes neuroniques partent dans tous les sens. Comme le cerveau traite constamment de nouvelles informations, ces chaînes neuroniques varient et se connectent de différentes manières. Nous avons tendance à mieux nous rappeler les choses si nous les relierons à d'autres choses que nous connaissons et comprenons déjà ; comme ça, pour récupérer des souvenirs, le cerveau refait le chemin de toutes ces chaînes. C'est pour ça que les souvenirs ont parfois l'air de changer. La manière dont on pense à quelque chose aujourd'hui peut différer de la manière dont on y pense (ou dont on s'en souvient) dans l'avenir.

LA MUSIQUE

Le son est traité dans les lobes temporaux du cerveau, qui contribuent aussi au traitement de la mémoire et de la vision. Nous savons qu'en écoutant de la musique, on met en œuvre la mémoire, l'apprentissage, et les émotions. Mais comment et pourquoi tout ça se produit, ça reste un mystère.

LA VISION

Les images sont traitées dans les lobes occipitaux du cerveau, avec un peu d'aide des lobes temporaux. Les signaux en provenance des yeux sont traduits dans le lobe occipital par le cortex visuel, qui traite les informations sur la forme, la couleur, la texture, la taille, la distance, la profondeur, le mouvement, et l'emplacement. Il retourne aussi dans le bon sens ce que l'on voit (vous en saurez plus là-dessus en lisant la partie sur l'œil).



Regardez de plus près : appuyez sur l'oreille. Parlez ou faites glisser un instrument vers l'oreille. Comment le son se propage-t-il ?

Quand quelque chose – un train ou un violon – fait du bruit, il envoie des vibrations, qu'on appelle aussi des ondes. L'ouïe est aussi la capacité à détecter ces vibrations dans l'air. Les ondes sonores arrivent de l'air dans l'oreille et passent par le conduit auditif. Quand elles atteignent le tympan, les ondes se transforment en vibrations qui passent jusque dans l'oreille interne, puis dans le limaçon, qui est rempli de fluide et recouvert de poils minuscules, les cils (exactement comme ceux du nez). Les neurones attachés aux cils détectent les ondes sonores et envoient un signal au cerveau. Le cerveau nous dit ce qu'on entend.



Regardez de plus près : appuyez sur l'œil. Que voit-il et comment ?

En regardant dans l'œil, vous remarquerez peut-être que vous êtes à l'envers. Ce n'est pas une blague pour vous mettre la tête à l'envers. Les images se déplacent sous forme de lumière à travers les lentilles de l'œil pour atteindre la rétine, qui affiche ce qu'on voit à l'envers. Sur la rétine, des cellules appelées photorécepteurs (chaque œil en compte près de 125 millions !) détectent la lumière dans cette image inversée, et envoient les signaux au cerveau par le nerf optique. Les lobes occipitaux reçoivent les signaux et traitent ce qu'on voit, à l'endroit.



Faites des expériences avec l'œil. Recouvrez l'appareil photo pour voir la pupille se dilater, touchez l'œil, et changez la couleur de l'œil. Que se passe-t-il ?

Quand on bloque la lumière ou qu'on la laisse entrer dans l'œil, la taille de la pupille change. Quand il fait sombre, elle grossit pour laisser passer plus de lumière jusqu'à la rétine, et quand il fait clair, elle rétrécit pour laisser passer moins de lumière. Les yeux se règlent en fonction de la quantité de lumière, pour qu'on puisse voir le jour et la nuit. Ce qu'il y a de magique, c'est qu'ils font tout ça automatiquement.

Quand on cligne des yeux, la paupière et les cils contribuent à la protection de l'œil en empêchant les particules minuscules de poussière et de saleté d'y pénétrer. La paupière aide aussi à préserver l'humidité de l'œil, en étalant une couche de larmes, de graisse, et de mucus sur la cornée, à chaque fois que nous clignons des yeux, ce qui, pour une personne moyenne, se produit 15 à 20 fois par minute.

Les yeux peuvent être de plein de couleurs différentes : marron, bleus, verts, noisette ou gris. Ce sont nos gènes qui déterminent la couleur des yeux. Mais ça ne veut pas dire qu'on a la même couleur d'yeux que ses parents, ça peut toujours être une surprise. La couleur des yeux fait partie de ces choses qui sont si compliquées que les scientifiques sont encore en train d'essayer de comprendre comment ça marche.



POUR DISCUTER

Pourquoi avons-nous un cerveau ?

En quoi le cerveau est-il fait ?

Pourquoi est-ce que le cerveau a des rides ?

Comment le cerveau est-il relié au corps ?

Comment le cerveau apprend-il de nouvelles choses ?

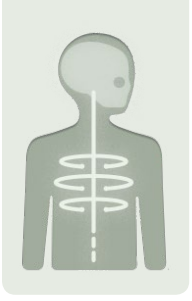
Comment est-ce qu'on ressent des choses ? Le chaud ? Le froid ?

La douleur ? Quelque chose qui chatouille ?

Comment est-ce qu'on voit ?

Comment est-ce qu'on entend ?

Comment est-ce qu'on sent ?



Le système squelettique

POUR COMMENCER

Le squelette a mauvaise réputation : celle d'une créature repoussante qui rôde dans les cimetières (et les placards). Mais en réalité, nous serions bien incapables de nous tenir droit, de nous asseoir, ou de bouger sans nos os. 206 os au total forment la charpente de notre corps, protègent les organes importants, et sont indispensables à nos grands et petits mouvements, que ce soit pour courir ou faire nos lacets. Dans nos mains, des os minuscules permettent de faire des mouvements précis, ce qui fait de nos mains les outils les plus utiles au monde.

Même si les os sont solides (à masse équivalente, plus solides que du béton), ils ne sont pas entièrement pleins. Nos os ont des petits trous, comme une éponge. Et à l'intérieur, il se passe des tas de choses : il s'y fabrique sans cesse de nouvelles cellules sanguines. Notre système squelettique joue pour la santé et la croissance un rôle qui n'a rien de secondaire.

POUR DÉCOUVRIR



Faites glisser les os les uns loin des autres, puis rassemblez-les. Comment les os s'emboîtent-ils ?

Comme un puzzle, les os s'agencent les uns avec les autres pour accomplir leur tâche spécifique dans le corps. Ils fonctionnent si bien ensemble qu'on ne se rend probablement même pas compte qu'on en a 206. Par exemple, le crâne : cette boule creuse comprend huit os qui créent une boîte pour protéger le cerveau. 24 côtes (on peut les sentir en passant son doigt sur le côté) forment une cage pour protéger les poumons, le cœur, et d'autres organes internes.

24 petits os, les vertèbres, s'empilent les uns sur les autres pour créer la colonne vertébrale. Elle nous permet de nous tenir droit, nous tourner, nous pencher et nous relever. Les vertèbres protègent aussi la moelle épinière, qui est l'axe de communication principal pour les messages qui vont au cerveau.



Regardez de plus près : appuyez sur la main ou le bassin. Faites glisser pour déplacer les os. Comment les articulations les aident-elles à se déplacer ?

Les os sont reliés par des articulations pour bouger de différentes manières. Différents types d'articulations permettent différents mouvements : voici quelques exemples :

Dans le coude et le genou, LES ARTICULATIONS TROCHLÉENNES permettent de plier et tendre les bras et les jambes. On les utilise à chaque fois qu'on fait un pas.

Dans l'épaule et la hanche, LES ARTICULATIONS SPHÉROÏDES permettent de faire des mouvements encore plus larges, pour les bras et les jambes. On utilise les articulations sphéroïdes quand on lance une balle.

Dans le pouce, L'ARTICULATION EN SELLE permet un mouvement latéral et d'avant en arrière. On utilise l'articulation en selle pour tenir un crayon.

Dans les chevilles et les poignets, LES ARTICULATIONS ORBICULAIRES relient des os plats ou légèrement recourbés, ce qui leur permet de coulisser d'avant en arrière. On utilise les articulations orbiculaires quand on serre la main d'un nouvel ami.

Toujours dans les poignets, LES ARTICULATIONS ELLIPSOÏDES permettent tous les mouvements à part la rotation. On utilise les articulations ellipsoïdes quand on serre le poing.

On ne peut pas le voir dans l'application (on ne peut pas le montrer en deux dimensions !), mais L'ARTICULATION TROCHOÏDE du cou permet de tourner la tête. Regardez à droite et à gauche, et vous utiliserez l'articulation trochoïde.



Regardez de plus près : appuyez sur la loupe ou sur un os. De quoi les os sont-ils faits et que font-ils ?

Les os sont faits de différents tissus à mesure qu'on progresse vers l'intérieur. La partie extérieure de l'os, solide et presque pleine, s'appelle l'os compact. À l'intérieur de l'os compact, il y a un os plus mou avec des trous minuscules, qu'on appelle l'os spongieux. Les vaisseaux sanguins et les nerfs forment un réseau dans ces trous minuscules. Au cœur de l'os, on trouve de la moelle. La moelle osseuse est faite de tissus, de graisse, de veines et d'artères : c'est là que sont produits tous les nouveaux globules rouges. Chaque jour, environ 500 milliards de cellules sanguines sont fabriquées dans nos os. (Vous en saurez plus sur le sang dans le système circulatoire.) Les os ajoutent aussi de nouvelles cellules, et ils deviennent plus gros et plus solides à mesure que nous grandissons.



POUR DISCUTER

Pourquoi avons-nous des os ?

Comment les os sont-ils reliés entre eux ?

Pourquoi les os ont-ils des formes différentes ?

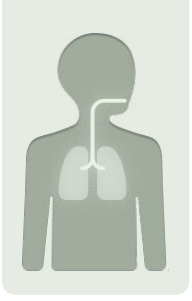
En quoi les os sont-ils faits ?

Qu'y a-t-il à l'intérieur d'un os ?

Que font les os ?

Comment est-ce que les os changent à mesure qu'on grandit ?

Qu'est-ce qui permet à la colonne vertébrale de bouger ?



Le système respiratoire

POUR COMMENCER

Pour notre survie, il est indispensable de respirer. Heureusement, nous n'avons pas besoin d'y penser à deux fois. Grâce à un muscle involontaire, le diaphragme, l'air entre par le nez ou la bouche, passe dans la trachée, par les bronches et un réseau complexe de voies respiratoires, et enfin, arrive dans les poumons. Nous gardons l'oxygène nécessaire à l'énergie et la croissance, et expirons le dioxyde de carbone pour le rejeter. Ce processus continue automatiquement pendant que nous inspirons, expirons, inspirons, expirons, environ 20 000 fois par jour.

POUR DÉCOUVRIR



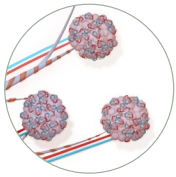
Glissez les jambes. Qu'est-ce qui se passe dans le système respiratoire pendant l'exercice ?

Pour avoir l'énergie de courir, sauter, ou danser, les cellules du corps utilisent de l'oxygène pour brûler les sucres et les amidons tirés de la nourriture, ce qui crée des déchets sous forme de dioxyde de carbone. Le cerveau identifie l'augmentation de CO₂ et déclenche une augmentation de la fréquence respiratoire pour expirer et s'en débarrasser. Le rôle du système respiratoire est de s'occuper de cet échange d'oxygène et de CO₂.



Regardez de plus près : appuyez sur les poumons. Déplacez le curseur. Que voyez-vous ?

Les poumons se gonflent pour se remplir d'air et se contractent pour se dégonfler, grâce au diaphragme, le gros muscle sous les poumons. Le diaphragme est un muscle involontaire qui se déplace verticalement, pendant que l'air entre dans les poumons et en ressort, et que nous inspirons et expirons.



Regardez de plus près : appuyez sur la loupe. Comment le sang et l'oxygène circulent-ils dans et hors des poumons ?

De minuscules alvéoles, c'est-à-dire des petits sacs d'air, transfèrent l'air des poumons dans le sang, et se débarrassent du dioxyde de carbone. Les parois des alvéoles sont hyperfines, comme une moustiquaire, pour que l'oxygène (les petits points bleus) puisse facilement passer dans le sang pendant qu'on inspire, alors que le dioxyde de carbone (les petits points jaunes) s'en va quand on expire. Dans les poumons d'un adulte, il y a environ 600 millions d'alvéoles, soit suffisamment pour couvrir la surface d'un court de tennis.



POUR DISCUTER

Pourquoi respirons-nous ?

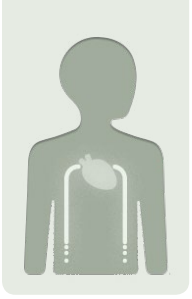
Où l'air part-il quand on inspire ?

Que pensez-vous qu'il se produit si on retient sa respiration ?

Pourquoi les poumons travaillent-ils plus quand on fait du sport ?

Que sont les alvéoles ? Que font-elles pour votre corps ?

De quel déchet se débarrasse-t-on à chaque fois qu'on expire ?



Le système circulatoire

POUR COMMENCER

Le cœur est au centre du système circulatoire. Il fait à peu près la taille du poing, et il pompe le sang dans un réseau de vaisseaux sanguins dans tout le corps, pour distribuer de l'oxygène et des nutriments, et éliminer le dioxyde de carbone, qui est un déchet. Chez un adulte, le cœur bat de 60 à 100 fois par minute, soit 100 000 fois par jour, 35 millions de fois par an, et environ 2,5 milliards de fois en une vie. Il travaille sans arrêt pour nous garder en vie.

Il y a trois types différents de vaisseaux sanguins : les artères, les veines et les capillaires. Dans l'application, vous verrez des vaisseaux sanguins rouges et bleus. Les rouges sont des artères, qui transportent du sang riche en oxygène à partir du cœur ; les bleus sont les veines, qui rapportent au cœur le sang pauvre en oxygène. Les capillaires sont les plus petits des vaisseaux. Ils permettent l'échange d'eau, d'oxygène, de dioxyde de carbone et d'autres nutriments et déchets, entre le sang et les tissus environnants. Les artères sont bien plus épaisses et plus rigides ; elles prennent en charge un petit volume de sang pompé du cœur sous haute pression. Les veines sont bien plus petites, et leurs parois plus fines ; elles transportent un grand volume de sang à basse pression. Tout le réseau de vaisseaux sanguins dans le corps peut faire jusqu'à 100 000 km (ça représente deux fois le tour du monde !). Le sang fait du chemin pour nous garder en bonne santé.

POUR DÉCOUVRIR



Glissez les jambes. Qu'est-ce qui se passe dans le système circulatoire pendant l'exercice ?

Le cœur bat plus vite quand nous courons, parce que les muscles utilisent plus d'énergie et produisent plus de déchets (du CO₂). Donc le cerveau dit au cœur d'augmenter le flux de sang pour distribuer plus de nutriments, et de pomper pour éliminer les déchets. Quand on court ou qu'on saute et qu'on s'arrête, si on pose ses doigts sur un point de contrôle du pouls (sur les poignets, le cou, et le haut des bras), on peut sentir le cœur qui travaille. Le pouls est le nombre de battements du cœur en une minute. C'est ce qui détermine la vitesse ou la lenteur du déplacement du sang dans le corps.



Regardez de plus près : appuyez sur le cœur. Déplacez le curseur. Comment le sang circule-t-il vers et hors du cœur ?

Même si le sang prend un chemin sinueux à travers le corps pour partir du cœur et y revenir, il entre en gros par la droite pour ressortir à gauche. Le sang désoxygéné arrive au cœur via l'oreillette droite, puis passe par le ventricule droit dans les poumons, où il absorbe de l'oxygène. Ensuite, il passe dans l'oreillette gauche et ressort du cœur par l'aorte, dans le ventricule gauche, et, oxygéné, il recommence son parcours à travers le corps.

Quand le sang traverse le cœur, dans chacune des quatre cavités cardiaques, une valve fait en sorte qu'il passe dans la bonne direction. Tout comme on n'a pas besoin de penser à faire battre son cœur (c'est un muscle involontaire), on n'a pas besoin de penser au sens de circulation du sang. Comme des portes, les valves de chacune des cavités se referment derrière le sang pour qu'il n'aille pas dans la mauvaise direction.



Regardez de plus près : appuyez sur le vaisseau sanguin. De quoi le sang est-il fait ?

Le sang est fait de trois sortes de cellules : les globules rouges, les globules blancs, et les plaquettes. Elles sont en suspension dans le plasma, un fluide jaunâtre essentiellement composé d'eau (à 90 %), mais qui contient et transporte aussi des nutriments, protéines, et hormones dans le corps. Le plasma emporte aussi les déchets à mesure que le sang circule dans les vaisseaux sanguins.

Les cellules sanguines sont des combattants petits mais costauds, qui luttent pour notre santé. Il y a plus de 250 millions de globules rouges dans chaque goutte de sang. Ils contribuent à notre santé en combattant les infections et les maladies. Les plaquettes aident à guérir les blessures sur la peau et dans les vaisseaux sanguins, en s'accumulant pour arrêter la fuite de sang par coagulation. Sur la peau, elles forment une croûte. Les globules blancs attaquent aussi les bactéries indésirables.



Regardez de plus près : appuyez sur le vaisseau sanguin. Faites glisser les cellules sanguines sur les bactéries. Qu'est-ce qui se passe ?

Saperlipopette ! C'est une attaque ! Les globules blancs combattent les infections et les maladies pour nous garder en bonne santé. Quand des micro-organismes étrangers, comme des bactéries, des microbes ou des virus pénètrent dans le corps, les globules blancs produisent des anticorps qui aident à les détruire. Quand on est malade, le nombre de globules blancs augmente, ils encerclent les envahisseurs, et les submergent. De plus, ils se souviennent de leurs batailles passées et peuvent rapidement sécréter des anticorps pour être prêt quand le même microbe revient.



POUR DISCUTER

Que fait le cœur ?

Pourquoi y a-t-il du sang dans le corps ?

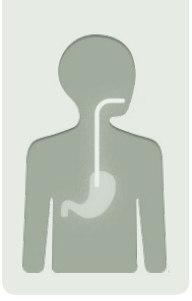
Comment le sang circule-t-il dans le corps ?

Où le sang est-il fabriqué ?

De quoi le sang est-il fait ?

Que font les artères et les veines ?

Comment le sang contribue-t-il à la santé ?



Le système digestif

POUR COMMENCER

Quel est votre plat préféré ? Vous aimez les pommes, la glace, ou la soupe au poulet ? Tous les aliments qu'on mange et boit empruntent le même chemin dans le système digestif, qui n'est ni plus ni moins qu'un long tube vide qui va de la bouche à l'anus. Le système digestif commence à la bouche, où les muscles et la salive commencent à décomposer la nourriture que nous mâchons avec nos dents. À mesure que celle-ci passe par l'œsophage, l'estomac, et les intestins, elle continue de se décomposer en nutriments que notre corps peut absorber. Le processus de digestion prend de quatre à cinq heures d'un bout à l'autre. Les nutriments qui ne sont pas absorbés par notre corps sont transformés en déchets et éliminés sous forme – comme chacun sait – de caca.

POUR DÉCOUVRIR



Lorsque vous nourrissez le corps, qu'est-ce qui arrive à la nourriture ?

Différents types de nourriture affectent le corps de différentes manières. Pour subvenir au fonctionnement du corps, il est important d'avoir un régime équilibré comprenant des nourritures variées. Les fruits et les légumes sont d'excellentes sources de vitamines et de minéraux, qui aident le corps à grandir, se développer, et stimulent le système immunitaire pour combattre les maladies et les infections. Les produits laitiers, comme le lait et le fromage, contiennent du calcium, qui contribue à la croissance et à l'entretien d'os solides. Les viandes peuvent constituer une bonne source de protéines et contribuent au développement des muscles. Les céréales, comme le pain ou le riz, contiennent des fibres, qui contribuent à la bonne santé des intestins en faisant passer la nourriture dans le système digestif et permettent un transit intestinal régulier, plus connu sous le nom de « bon caca ».



Faites glisser les différents aliments et nourrissez le corps. Comment le corps réagit-il ?

La nourriture se décompose quand elle passe dans le système digestif, grâce aux sucs digestifs, qui participent aussi à sa transformation en nutriments. Les glandes sur la langue sécrètent de la salive, pour aider la nourriture qu'on a mâchée à passer dans l'œsophage. L'estomac sécrète des acides gastriques puissants, qui mélangent la nourriture et continuent à la déchiqueter (ils sont tellement puissants que l'estomac est recouvert d'une couche protectrice !). Quand les molécules de nourriture arrivent à l'intestin grêle, la bile du foie et les enzymes du pancréas décomposent les protéines, les lipides, et les glucides en nutriments que le corps peut absorber. La bile aide aussi à éliminer les déchets dans le gros intestin.



Regardez de plus près : appuyez sur la bouche. Faire glisser la nourriture vers la dent. Faites glisser la brosse à dents sur la dent. Qu'est-ce qui se passe ?

Avoir des dents saines, c'est utile pour le système digestif, parce qu'elles réduisent la nourriture en morceaux plus petits qu'on peut avaler. La nourriture peut se retrouver coincée entre les dents, donc c'est important de se brosser les dents et d'y passer régulièrement du fil dentaire, pour qu'elles restent propres.

Quand on se brosse les dents, on contribue à la prévention des caries et d'autre sortes de dépérissement des dents. Quand les sucres et les amidons de la nourriture et des boissons interagissent avec une bactérie collante (la plaque) des dents et des gencives, ils produisent des acides qui peuvent abîmer l'extérieur de la dent. Si ces acides rongent tout l'émail et atteignent l'intérieur de la dent, ils créent une carie (un trou dans la dent), qu'il faut faire soigner par un dentiste.



Glissez les jambes. Qu'est-ce qui se passe dans le système digestif pendant l'exercice ?

Quand on fait du sport le ventre trop vide ou trop plein, on risque d'avoir la tête qui tourne ou de se sentir un peu malade. Quand on court, saute, et remue, le corps brûle du carburant qui vient de la nourriture (du glucose) pour avoir de l'énergie. Si on a le ventre vide, on peut manquer de carburant à brûler, et on peut se sentir un peu dans les vapes.

Mais si on fait du sport le ventre trop plein, on peut aussi avoir des problèmes. Aussi bien la digestion que le sport nécessitent du sang, donc si on commence à courir, nager, ou sauter, le sang va quitter l'appareil digestif et passer dans les muscles pour leur apporter l'oxygène dont ils ont tant besoin. Cela va ralentir la digestion, ce qui peut engendrer des nausées, ou pire, des vomissements !



Regardez de plus près : appuyez sur l'estomac. Déplacez le curseur. Faites sauter une bulle. Que voyez-vous et qu'entendez-vous ?

L'estomac est toujours prêt à accueillir de la nourriture. Il ne fait que la taille du poing, mais quand on mange, il se dilate pour atteindre jusqu'à 10 fois sa taille. Pour se préparer à la nourriture, l'estomac produit des sucs gastriques qui contribuent à mélanger, déchiqeter, et décomposer la nourriture. Quand on mange, l'estomac se remplit de nourriture et de ces sucs, ce qui engendre une augmentation de la pression. Des récepteurs et des hormones sentent cette pression et envoient des signaux au cerveau pour qu'il sache quand on a le ventre plein.

Vous vous êtes déjà demandé pourquoi on rote ? Si on mange rapidement et qu'on avale trop d'air accidentellement, d'autres gaz se retrouvent pris dans la nourriture et les sucs. Ou bien, si on boit quelque chose qui contient beaucoup de gaz (comme un soda gazeux), cet air supplémentaire a besoin de sortir du corps. C'est à ce moment qu'on fait un rot. Si les gaz ne s'échappent pas sous forme de rot, ils continuent dans le système digestif, créant de nouveaux gaz en chemin, et finissent par ressortir sous forme (vous le voyez venir) de pets.



Regardez de plus près : appuyez sur l'intestin grêle. Faites glisser les molécules des aliments autour. Qu'est-ce qui leur arrive ?

Quand la nourriture passe par l'intestin grêle (qui mesure en fait six mètres de long), elle se mélange à des enzymes, qui viennent du pancréas, et de la bile, qui vient de la vésicule biliaire ; ces enzymes et cette bile poursuivent sa décomposition. Elle se transforme en minuscules molécules, qui sont absorbées dans le flux sanguin à travers un réseau de minuscules capillaires. Ce qui reste de morceaux de nourriture non-digérée continue vers le foie ou le gros intestin.



Regardez de plus près : appuyez sur le gros intestin. Faites glisser les molécules des aliments autour. Qu'est-ce qui se passe quand elles sortent du gros intestin ?

Pendant que la nourriture passe dans ce dernier tube du système digestif, des centaines de types de bactéries entrent en scène pour contribuer à la fin de la digestion par l'extraction de vitamines supplémentaires. C'est le dernier endroit où les nutriments peuvent être absorbés dans le corps. Et contrairement à ce que son nom laisse penser, le gros intestin est plus court que l'intestin grêle, à seulement 1,50 m. À partir de là, tout ce qui reste de la nourriture est considéré comme des déchets. L'eau est extraite, et les déchets sont compactés avant d'être (pour le dire poliment) déchargés sous forme de caca.



POUR DISCUTER

Pourquoi a-t-on besoin de manger ?

Quelles sont les parties du corps qui constituent le système digestif ?

Qu'arrive-t-il à la nourriture dans l'estomac ?

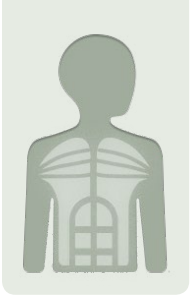
Où la nourriture va-t-elle dans les intestins ?

Quels types de nourriture faut-il manger pour rester en bonne santé ?

Pourquoi rote-t-on et pète-t-on ?

Comment les nutriments sont-ils absorbés dans le corps ?

Qu'est-ce que le caca ?



Le système musculaire

POUR COMMENCER

Vous avez déjà gonflé les biceps pour montrer à quelqu'un votre force ? On a tendance à considérer les muscles comme un signe de force. Et même si, effectivement, ils nous aident à soulever des choses lourdes, ils sont aussi utiles aux petits mouvements, y compris ceux auxquels on ne pense pas forcément. Quand on sourit ou qu'on fronce les sourcils, qu'on inspire ou qu'on expire, ou encore qu'on avale et qu'on digère de la nourriture, les muscles sont au travail.

Nous avons besoin de muscles volontaires, ceux que nous choisissons d'activer, ainsi que de muscles involontaires, qui agissent tout seuls. Pour marcher ou courir, nous utilisons les muscles volontaires de nos jambes pour mettre un pied devant l'autre. Les muscles involontaires travaillent indépendamment de notre volonté. Ils font battre notre cœur, respirer nos poumons, et digérer nos intestins.

Si on considère le corps comme une machine faite de poignées, roues, engrenages et charnières, les muscles sont les cordes et courroies qui mettent en mouvement toutes les pièces de la machine. Comme les os, les muscles grandissent avec nous, et deviennent plus gros en même temps que nous. En bougeant beaucoup et en faisant du sport sous différentes formes (courir, sauter, nager, danser, jouer), on contribue à renforcer ses muscles.

POUR DÉCOUVRIR



Regardez de plus près : appuyez sur le biceps ou le muscle du mollet. Faites glisser le bras ou la jambe. Qu'est-ce qui se passe ?

Les biceps et les muscles du mollet enveloppent les os comme des cordes, ce qui les protège et les aide à bouger, pour que nous puissions faire des choses comme lever le bras et faire coucou.

Quand on plie le bras vers le haut et qu'on gonfle le biceps pour montrer sa force, on peut voir comment les muscles fonctionnent par paire. Quand le bras est plié au coude, le biceps (au-dessus du bras) se contracte et rétrécit. Le triceps (en dessous) se détend et s'allonge. Pour étendre le bras, c'est le contraire qui se produit : le biceps se détend et le triceps se contracte.



POUR DISCUTER

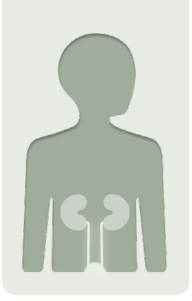
Quelles parties du corps ont des muscles ?

Comment les muscles sont-ils reliés aux autres parties du corps ?

Qu'est-ce que les muscles contribuent à faire ?

Comment les muscles grandissent et grossissent-ils ?

Connaissez-vous des muscles dans les systèmes circulatoire, respiratoire, et digestif ?



Le système urogénital

POUR COMMENCER

Le système uro-génital comprend le système urinaire, qui vous fait uriner, et les organes de reproduction, qui aident les gens à faire des bébés.

Le système urinaire est une usine à pipi. La production d'urine commence dans les reins : les reins filtrent les toxines, le sel en excès et l'eau de votre sang et fabriquent l'urine pour se débarrasser des déchets. Le sang épuré est renvoyé au cœur pour commencer une nouvelle aventure à travers le corps. L'urine parcourt les voies urinaires : à partir des reins, à travers les uretères dans la vessie (où elle peut se reposer un peu), quitte l'urètre et part dans les toilettes.

Les organes de reproduction vivent près des voies urinaires. La structure et la fonction des organes de reproduction mâles et femelles sont différentes mais complémentaires ; ils travaillent ensemble pour que les humains puissent se reproduire. Il s'agit d'un processus efficace : un nouveau bébé naît toutes les huit secondes !

POUR DÉCOUVRIR



Regardez de plus près : appuyez sur la loupe ou la vessie. Appuyez sur les reins pour voir comment le sang et l'urine circulent vers et hors des reins.

Les reins sont les nettoyeurs de sang. Chaque minute, le cœur pompe environ un litre de sang dans l'artère rénale et dans un réseau de capillaires. Dans les reins, plus d'un million de néphrons minuscules, les capillaires et les tubes entrecroisés qui offrent des sorties aux déchets, filtrent le sang.

Tandis que le sang propre, exempt de toxines, est renvoyé vers le cœur par la veine rénale, les toxines doivent trouver leur propre chemin. L'urochrome, un sous-produit de couleur jaune issu du processus de filtrage, se combine avec les matières des déchets et de l'eau pour constituer l'urine qui passe par les voies urinaires.

Bien que les deux reins soient utiles, nous n'avons besoin que d'un pour faire tout ce travail. Chaque jour, ces organes en forme de haricot produisent environ un à deux litres d'urine dans un arc en ciel de jaune. Il est important de maintenir le bon fonctionnement des reins - boire des liquides y contribue énormément.



Faites glisser en haut de la vessie. D'où vient l'urine et où va-t-elle ?

La vessie est un réservoir de stockage de l'urine. Lorsque la vessie se remplit, elle se dilate mais elle ne peut contenir autant. Quand elle arrive presque à sa pleine capacité, les terminaisons nerveuses dans les parois de la vessie envoient des signaux au cerveau : quand il faut y aller, il faut y aller. Mais votre cerveau attend jusqu'à ce que vous soyez prêt (au-dessus d'une toilette généralement) pour envoyer à votre vessie le signal de tout lâcher.

Dans les deux systèmes mâle et femelle, l'urine quitte l'appareil urinaire par l'urètre. Les urètres mâles sont environ deux fois plus longs que les urètres femelles.



Déplacez le curseur une fois pour révéler le système de reproduction masculin. Faites glisser deux fois pour révéler le système de reproduction féminin.

Les systèmes de reproduction sont essentiels pour la création de la vie. Essentiellement, les parties des garçons créent du sperme tandis que les parties des filles font des œufs. A l'occasion fortuite où ces cellules se rencontrent et que le sperme fertilise l'œuf, les chromosomes se combinent et un groupe de cellules appelé « zygote » se forme. Un zygote peut éventuellement devenir un bébé.

Les organes sexuels masculins, le scrotum et le pénis, vivent à l'extérieur du corps. Le scrotum en forme de poche protège deux testicules pour qu'ils puissent produire des millions de spermatozoïdes et d'hormones. À partir des testicules, les spermatozoïdes voyagent à travers un long tube appelé l'épididyme, dans les canaux déférents où ils se mélangent aux fluides des vésicules séminales, des glandes de Cowper et des glandes de la prostate. Ces fluides aident à nourrir et à transporter les spermatozoïdes - le mélange est le sperme. Pendant l'éjaculation, le sperme quitte le pénis à travers l'urètre. Et s'ils sont au bon endroit au bon moment, les spermatozoïdes voyagent pour trouver et féconder un ovule.

En revanche, les organes sexuels féminins, le vagin, l'utérus, les trompes de Fallope et les ovaires, sont pour la plupart à l'intérieur du corps. Il y a deux ouvertures : l'urètre et le vagin. L'urine sort par l'urètre chez les filles comme elle le fait chez les garçons. Le vagin a quelques fonctions spéciales. Protégé par un couvercle appelé la vulve, le vagin est comme un chemin à deux voies : le pénis peut entrer pour livrer le sperme, et le sang menstruel et les bébés peuvent sortir (ce dernier cas nécessitant un peu d'étirement).

Alors que les garçons produisent des millions de spermatozoïdes chaque jour, les filles naissent avec des centaines de milliers d'œufs dans leurs ovaires. Ces œufs reposent jusqu'à la puberté. Ensuite, l'ovulation commence : les hormones déclenchent les ovaires pour libérer un ovule dans les trompes de Fallope et dans l'utérus environ une fois par mois. Pour se préparer à accueillir un œuf fécondé potentiellement, la muqueuse de l'utérus regorge de sang et de tissus supplémentaires. Si l'ovule n'est pas fécondé par un spermatozoïde, il se dessèche. L'œuf et le sang et les tissus supplémentaires de l'endomètre sont ensuite libérés par la menstruation.

Si un spermatozoïde féconde un ovule, l'œuf passe dans l'utérus et s'installera dans sa riche muqueuse. L'utérus protège et nourrit un fœtus croissant. Lorsque le fœtus est entièrement développé et prêt, les parois musculaires extra puissantes de l'utérus aident à pousser le bébé dans le monde sauvage.



POUR DISCUTER

Que font vos reins ?

Pourquoi vous urinez ?

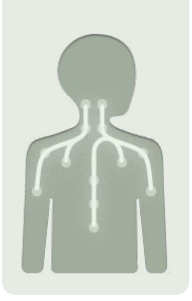
Qui contrôle votre vessie ?

En quoi les organes de reproduction mâle et femelle sont-ils différents ?

Qu'est-ce qui voyage à travers tous les petits tubes dans les systèmes de reproduction ?

Comment les organes mâles et femelles fonctionnent-ils ensemble ?

Qu'est-ce qui rend l'utérus un bon endroit pour qu'un bébé s'y développe ?



Systeme immunitaire

COMMENCER

Le système immunitaire assure la bonne santé de votre corps. Il repousse des maladies communes qui se propagent facilement quand on tousse ou on se touche, comme les rhumes, la grippe, et l'angine. Votre système immunitaire se bat aussi contre des maladies infectieuses (comme la maladie de Lyme ou le VIH) qui sont plus difficiles à attraper, et des maladies qui ne peuvent pas être transmises (comme le cancer).

Votre système immunitaire inclut des défenses que l'on peut voir (la peau) et d'autres que l'on ne peut pas voir (des cellules microscopiques). Le système immunitaire éloigne les maladies du corps : la toux et l'éternuement peuvent expulser les germes. Et le système immunitaire combat aussi les maladies à l'intérieur : les globules blancs attaquent les virus et les bactéries (germes).

Que vous soyez en bonne santé ou malade, votre système immunitaire est très occupé.

DECouvrir



Faites glisser les germes sur le corps. Peuvent-ils entrer ?

Le corps a un certain nombre de barrières extérieures pour empêcher les germes de rentrer. Ces barrières arrêtent les germes avant qu'ils ne puissent agir, à commencer par la barrière de surface — votre peau. Les germes ne peuvent pas passer la peau, à moins qu'elle ne soit égratignée, coupée, ou brûlée. Dans l'appli, faites glisser un pansement vers le corps pour empêcher les germes d'entrer par les blessures.

Si les germes passent au niveau d'endroits que votre peau ne recouvre pas (la bouche, les yeux, ou d'autres ouvertures du corps), des défenses mécaniques et chimiques prennent le relai. La toux, l'éternuement, et les larmes dans les yeux repoussent les germes. L'urine, le mucus et l'acide gastrique peuvent aussi piéger et rejeter les germes.



Observez de plus près : tapotez la loupe. Ensuite, tapotez les bactéries ou les virus pour qu'ils se multiplient. Qu'est-ce qui les rend similaires ? Qu'est-ce qui les rend différents ?

Les bactéries et les virus déclenchent tous les deux une réponse du système immunitaire. Ce dernier sait que ce sont des envahisseurs qui peuvent provoquer la maladie. Mais les bactéries et les virus n'ont ni la même apparence, ni le même comportement.

Sous un microscope, beaucoup de virus ont l'air aiguisés et pointus. Dans le corps, ils ont besoin de trouver une maison (une cellule hôte) pour se répliquer et produire plus de virus. (Dans l'appli, quand un virus infecte une cellule, la cellule prend la couleur du virus alors qu'il se répand.)

Si vous regardez une bactérie de près, vous pourrez voir une masse ronde avec un enrobage visqueux. Beaucoup d'entre elles ont des cheveux fins (pili) et/ou des queues flottantes (flagelle) pour les aider à bouger. A l'inverse des virus, les bactéries n'ont pas besoin de maison; elles peuvent flotter partout dans le corps et se multiplier toutes seules.



Observez de plus près : tapotez la bouche ou le nez. Faites glisser des macrophages vers les bactéries ou virus. Que se passe-t-il ?

Si les germes dépassent les défenses externes du corps, la deuxième ligne de défense du corps, la réponse innée, s'enclenche, et les macrophages attaquent.

Macrophage veut dire "gros mangeur" en grec, et c'est un nom mérité. Les macrophages sont des globules blancs qui patrouillent le corps et mangent les bactéries et cellules infectées par des virus qu'ils rencontrent.

Après avoir attaqué des bactéries ou des cellules infectées par des virus, les macrophages alertent une autre ligne de défense ; la réponse immunitaire adaptée. Dans l'appli, observez les macrophages s'éloigner avec précipitation après avoir attaqué les envahisseurs. Ils voyagent en passant par le ganglion lymphatique pour informer la réponse immunitaire adaptée, qui envoie une armée de globules blancs pour finir le combat.



Observez de plus près : tapotez un ganglion lymphatique.

Les ganglions lymphatiques vivent le long des vaisseaux lymphatiques. Ils sont le premier centre de réponse pour combattre les infections. Quand un germe entre dans un ganglion lymphatique, les globules blancs à l'intérieur sont activés, se multiplient, et partent au combat contre les infections partout dans le corps.

Ces globules blancs font partie de la troisième ligne de défense du corps, la réponse immunitaire adaptée. Ils incluent des lymphocytes B, des lymphocytes T auxiliaires, des lymphocytes T cytotoxiques. Ensemble, elles sont les globules blancs du système immunitaire adaptatif.



Dans le ganglion lymphatique : faites glisser une bactérie et reliez son marqueur à celui du marqueur sur un globule blanc du système immunitaire adaptatif. Que se passe-t-il ?

A l'inverse des macrophages qui attaquent toutes les bactéries ou cellules infectées par des virus qu'ils trouvent sur leur chemin, chaque type de cellule du système immunitaire adaptatif détecte et combat un marqueur antigène spécifique sur une bactérie ou un virus. Vous pouvez voir leurs marqueurs respectifs avec des formes similaires - que l'on appelle des antigènes ou des récepteurs - dans l'appli.

Quand un globule blanc adaptatif est relié à sa bactérie, il entre en action. Les lymphocytes B produisent des anticorps qui entourent les germes et les empêchent de se reproduire, les lymphocytes T cytotoxiques détruisent les germes, et les lymphocytes T auxiliaires appellent d'autres cellules à l'aide.



Dans le ganglion lymphatique : observez les globules blancs adaptatifs sortir du ganglion lymphatique. Comment attaquent-ils les germes ?

Une fois activés, les globules blancs adaptatifs travaillent rapidement en équipe, et coordonnent leurs efforts pour cibler un ennemi spécifique. Les cellules adaptées activées peuvent aussi se cloner pendant qu'elles attaquent, ce qui leur permet d'accélérer leur puissance et leur réponse. Et une fois qu'elles ont battu une infection et que tous les germes ont disparu, certaines des cellules adaptatives restent actives, et circulent dans le corps. Ces cellules adaptatives restantes sont des lymphocytes T à mémoire. Si la même bactérie ou le même virus revient, les lymphocytes T à mémoire peuvent l'identifier et l'attaquer immédiatement.

Comme leur nom le suggère, les lymphocytes adaptatifs s'adaptent constamment afin de détecter de nouveaux types d'envahisseurs, aidant ainsi à la réponse du corps pour toutes sortes de maladies et d'infections.



DISCUTEZ

Qu'est-ce qui nous fait tomber malade ?

Quelles habitudes peuvent nous aider à rester en bonne santé ?

Comment votre corps vous protège-t-il des germes ?

Quels types de cellules défendent votre corps des germes ?

Comment les globules blancs détectent-ils les germes ?

Les germes sont-ils tous les mêmes ?

Qu'est-ce qui entre et sort des ganglions lymphatiques ?

Pourquoi le système immunitaire peut-il répondre rapidement quand le même germe revient ?

Nous vous remercions d'avoir joué avec
LE CORPS HUMAIN.

Si vous avez des avis ou des questions
sur le Manuel pour **LE CORPS HUMAIN**,
dites-le nous à l'adresse suivante :
support@tinybop.com. Si vous désirez
traduire ce manuel dans votre langue,
contactez-nous. Nous aimerions vraiment
qu'il soit plus largement traduit.

Pour continuer à apprendre et explorer,
suivez-nous sur [Twitter](#), [Facebook](#), et
[Instagram](#), et jetez un œil à notre [blog](#).