

Cellules souches et médecine régénérative
Programme national de recherche PNR 63

Exposition

Cellules souches – l’origine de la vie

Dossier pour les enseignants

Sommaire

Cellules souches – l’origine de la vie	2
Structure de l’exposition	3
À ne pas manquer	4
Plans de l’exposition.....	5
Parcours de l’exposition	6
Documents pour les écoles	11

Cellules souches – l'origine de la vie

Nous provenons tous d'une cellule souche. Sans cellules souches, un adulte ne survivrait que quelques semaines. Leur puissance est extraordinaire : chaque minute, elles produisent dans notre corps environ 300 millions de nouvelles cellules ! Elles permettent ainsi de régénérer sans cesse notre organisme. Pourrons-nous un jour utiliser ces cellules pour mieux soigner des maladies comme le diabète, le cancer ou la maladie de Parkinson ?

L'exposition spéciale « Cellules souches : l'origine de la vie » explique ce que sont les cellules souches, comment elles régénèrent en permanence l'être humain, mais aussi les animaux et les plantes, la manière dont elles guérissent les blessures et dont on les utilise actuellement à l'hôpital (en médecine régénérative). En effet, à l'aide de cellules souches, on peut aujourd'hui produire de la peau artificielle pour venir en aide aux grands brûlés. On les utilise aussi pour traiter des patients atteints du cancer.

Mais ce n'est pas tout. Des laboratoires répartis aux quatre coins du globe travaillent sur des projets pilotes qui apparaissent encore comme de la science fiction aux yeux de beaucoup de gens : imprimer des oreilles, fabriquer du sang et des muscles, reproduire un œsophage à partir d'un tissu de son propre corps. La science a fait d'énormes progrès ces dernières années, sans que le grand public en ait vraiment pris conscience. Quelle sera la prochaine prouesse ? Un cœur entier ? Un cerveau ?

Ces points d'interrogation sont aussi le signe que l'avancée de la science repose souvent sur des espoirs ; que nous pourrons guérir un jour des maladies telles que le Parkinson ou le diabète, et vivre plus longtemps en bonne santé et sans souci grâce à la régénération continue et médicalement assistée du corps. L'exposition illustre également ce rêve de l'humanité et aborde les aspects sociétaux et les espoirs et mythes qui y sont liés.

Qu'est-ce que la médecine régénérative ?

La médecine régénérative s'efforce de renouveler des tissus endommagés, malades ou usés à l'aide de cellules souches. Au lieu d'implanter (p. ex. une prothèse de la hanche) ou de transplanter (p. ex. un cœur), cette médecine s'efforce de régénérer. Que ce soit la maladie de Parkinson, le diabète, le cancer, les maladies cardiaques ou la sclérose en plaques, la médecine régénérative pourrait intervenir dans de nombreux domaines. Mais il n'y a pour le moment que quelques cas rares (p. ex. la leucémie) dans lesquels elle est déjà employée avec succès chez les patients.

Structure de l'exposition

Première partie : régénération chez l'homme, les animaux et les plantes

La première partie débute par une brève vidéo qui crée un lien entre le quotidien des visiteurs et l'exposition. Trois modules expliquent de quelles facultés disposent l'être humain, les animaux et les plantes pour se régénérer. En effet, tous les être vivants possèdent cette aptitude, il s'agit d'un principe naturel très ancien.

Chez les animaux, la capacité de régénération est très inégalement répartie entre les espèces. Certains animaux simples tels que les organismes unicellulaires ou les vers de terre ont des capacités de régénération parfois étonnantes : ils sont par exemple capables de survivre si on les coupe en deux.

L'être humain n'en est certes pas capable. Toutefois, notre corps dispose d'étonnantes facultés d'auto-guérison. Par exemple, chez le fœtus humain, un bout de doigt sectionné peut repousser dans une certaine mesure. Le foie peut également s'auto-régénérer après une blessure grave.

Néanmoins, ce sont les plantes qui sont dotées des capacités les plus extraordinaires en la matière ; presque chacune de leurs cellules est en mesure d'engendrer une plante tout entière.

Seconde partie : peau, cœur, sang – du savoir à la pratique

Le savoir présenté dans la première partie est ensuite appliqué en laboratoire dans la seconde partie. Trois modules – sur la peau, le cœur et le sang – montrent à l'aide de quelques exemples comment les équipes de recherche tentent aujourd'hui de traiter des patients souffrant de faiblesses cardiaques, comment ces équipes parviennent à reproduire des oreilles en laboratoire ou la manière dont fonctionne la transplantation des cellules souches sanguines.

Quelques étapes historiques importantes sont présentées pour chaque thème ; en outre, Jens Müller raconte dans une vidéo de 15 minutes comment la médecine régénérative l'a guéri de son cancer.

Un module supplémentaire aborde les questions suivantes : Que nous réserve l'avenir ? Nos espoirs sont-ils fondés ?

Mythes et légendes

De la régénération aux potentielles cellules souches immortelles, nous ne sommes plus très loin des notions d'invulnérabilité et de vie éternelle, des thèmes qui ont intéressé les hommes de tout temps. Sept mises en scène illustrent quelques-uns de ces mythes et légendes, de la Grèce antique aux super-héros contemporains.

À ne pas manquer



Axolotl. L'axolotl est un petit animal aquatique mexicain, mais aussi un grand maître de la régénération. S'il perd une patte, une nouvelle patte complète repousse en quelques semaines. Mais il peut aussi régénérer des parties de son cœur et même de son cerveau. L'exposition permet de voir des axolotls vivants.

Scanner de cellules souches. Oublions notre date de naissance ! Étant donné que de nombreux tissus de notre organisme se renouvellent en permanence, certaines parties de notre corps ont moins de dix ans. Le scanner de cellules souches permet au visiteur de découvrir par exemple l'âge de son sang, de son intestin ou de son cerveau.

Hercule et l'Hydre de Lerne. Les Grecs de l'Antiquité étaient déjà fascinés par la capacité de régénération de certains animaux. C'est ce qu'illustre la légende d'Hercule qui coupe la tête de l'Hydre de Lerne. Les multiples têtes de ce serpent monstrueux repoussent doublement lorsqu'elles sont tranchées. L'exposition présente ce mythe et six autres.

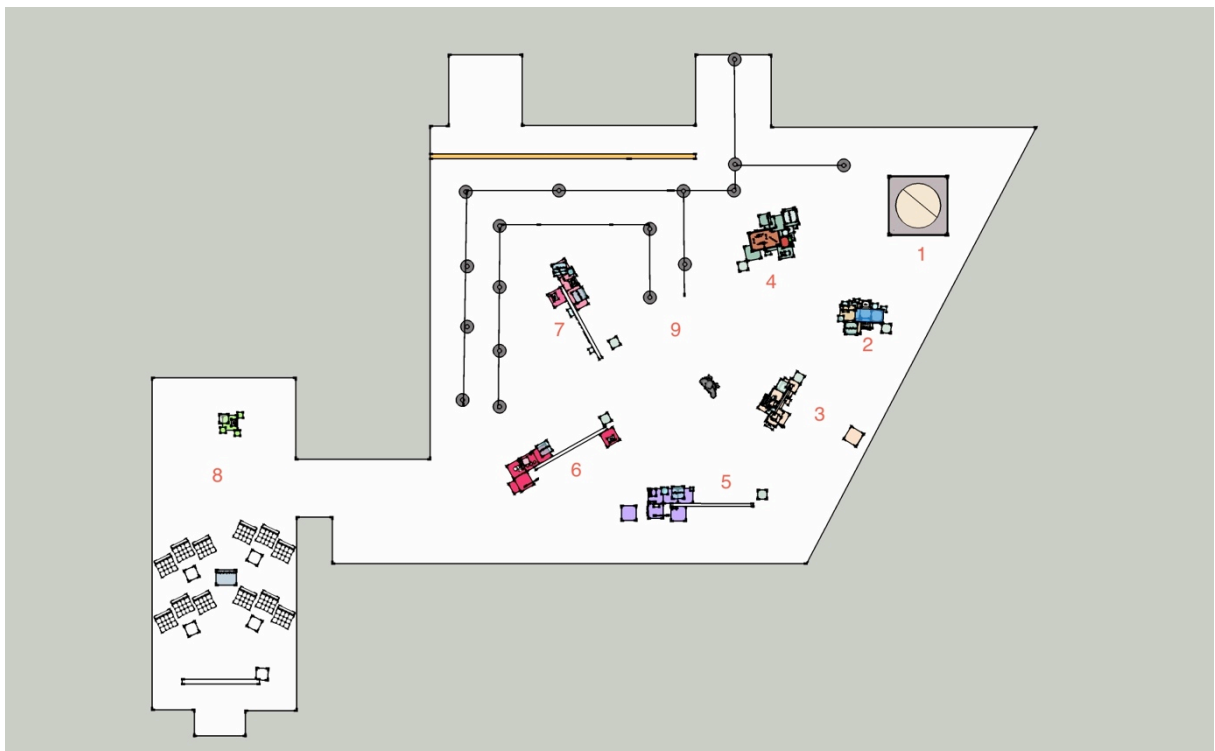
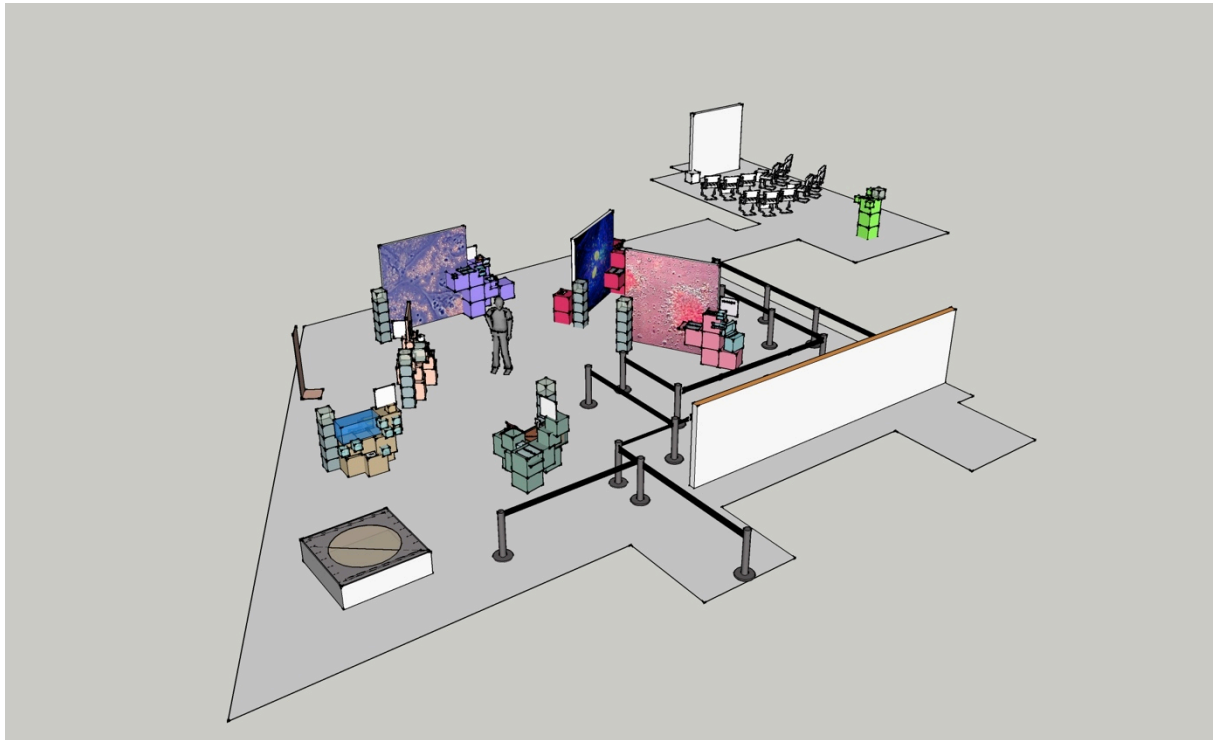
Reproduction d'une oreille – très proche d'une vraie. Une équipe de l'EPF de Zurich tente une nouvelle approche ; les chercheurs mesurent l'oreille, construisent un échafaudage en trois dimensions sur lequel ils cultivent des cellules cartilagineuses du patient. Ils construisent ainsi une oreille artificielle, très proche d'une vraie. Les personnes ayant perdu une oreille suite à une maladie ou un accident pourraient en bénéficier.

Se lever – faire face – continuer. Portrait vidéo de Jens Müller, de Wurtzbourg (Allemagne), dont la leucémie a été diagnostiquée en mars 2012. Suite à cela, il a bénéficié d'une transplantation de cellules souches sanguines ; il est aujourd'hui guéri. Il nous livre son témoignage dans ce film.

Peau artificielle. La peau est notre première protection contre le froid, les rayons UV, les agents pathogènes et bien d'autres choses encore. Toute l'importance de la peau se manifeste lorsqu'elle est détruite. Depuis plus de 30 ans déjà, la médecine régénérative vient en aide aux grands brûlés en produisant de la peau.

Ce domaine d'activité s'est notamment développé à l'Université de Genève. Jacques-Louis Reverdin, décédé en 1929, est considéré comme l'un des pères de la greffe de peau. Il a été le premier à traiter des patients en prélevant des disques de peau à des endroits sains pour les placer dans la plaie. La plaie cicatrisait ainsi plus vite. Bien que la recherche ait fait des progrès dans ce domaine au cours des décennies suivantes, elle est loin d'être en mesure de produire de la peau artificielle qui paraisse vraie au toucher.

Plans de l'exposition



1. Vidéo introductive, lien entre le quotidien des visiteurs et l'exposition
2. Facultés régénératives des animaux
3. Facultés régénératives de l'être humain
4. Facultés régénératives des plantes
5. Recherche et applications : cellules souches de la peau et du cartilage
6. Recherche et applications : cellules souches du cœur
7. Recherche et applications : cellules souches du sang
8. Film, témoignage. Greffe de cellules souches sanguines
9. Avenir : espoirs et craintes

Parcours de l'exposition

Facultés régénératives des animaux

Super-ver-de-terre et dentition revolver

Est-ce qu'on peut couper un ver de terre en deux par le milieu et deux nouveaux vers de terre se régénèrent ? Ce n'est pas tout à fait vrai : une seule partie du ver de terre survit. Mais cet exemple montre bien l'extraordinaire capacité de régénération de certains animaux.

Un phénomène naturel très ancien

Qu'il s'agisse des plantes, des animaux ou de l'être humain, la régénération, c'est-à-dire la capacité à remplacer certaines parties du corps, est un phénomène naturel très ancien. Chez les animaux, la capacité de régénération est très inégalement répartie entre les espèces. Certains animaux simples tels que les organismes unicellulaires, les hydres d'eau douce (des polypes) ou les vers de terre ont des capacités de régénération parfois étonnantes : ils sont par exemple capables de survivre si on les coupe en deux par le milieu. Nombre d'insectes et de crabes peuvent, à la prochaine mue, remplacer une patte perdue.

Une souris qui se débarrasse de sa peau

Chez les animaux plus développés, ces capacités sont en général plus faibles. Cependant, il y a là aussi divers exemples : certains poissons peuvent régénérer leur muscle cardiaque ou leurs nageoires, les requins leurs dents, les oiseaux leurs plumes, les chevreuils leurs bois, les étoiles de mer leurs bras. La souris épineuse africaine peut se débarrasser de sa peau lorsqu'un prédateur attrape sa fourrure. Une astuce qui lui sauve la vie : la souris se met à nu pour échapper à l'ennemi et survivre. La salamandre procède de manière similaire en sacrifiant sa queue.

Facultés régénératives de l'être humain

Les capacités d'auto-guérison de notre organisme

Faire repousser un bras, une jambe ou un organe entier comme certains animaux, l'être humain en est incapable. Cependant, notre organisme a des capacités surprenantes : chez le bébé dans le ventre de sa mère, un bout de doigt sectionné peut repousser dans une certaine mesure. Le foie est capable de s'auto-régénérer après une blessure grave.

De nombreux tissus se renouvellent en permanence

Comment une coupure se referme-t-elle ? Comment une personne malade guérit-elle sans intervention médicale ? Ce sont les capacités de régénération du corps humain qui en sont responsables (régénération = auto-guérison, renouvellement).

Oubliez votre âge !

Les cellules souches ne sont pas seulement activées en cas d'accident ou de maladie, elles agissent tous les jours : de nombreux tissus du corps humain se renouvellent en permanence, en particulier ceux qui sont soumis à une forte usure comme le sang, l'intestin ou le foie. Mais aussi les cheveux, les ongles, les muqueuses : tout cela doit être continuellement renouvelé. Même les os et probablement des parties du cerveau. Oubliez votre âge ! La plupart des parties de votre corps ont moins de dix ans.

Jour après jour, 300 millions de nouvelles cellules de la peau

On revient tout bronzé des vacances, mais au bout de quelques semaines, le bronzage a disparu. Où est-il parti ? La peau, elle aussi, se renouvelle continuellement : tous les jours, l'être humain perd environ 300 millions de cellules cutanées mortes et les remplace par de nouvelles. Ces cellules mortes tombent sous forme de poussière.

Qu'est-ce que la régénération ?

On entend par régénération la capacité de l'organisme à remplacer des cellules, des tissus, des organes, voire des membres entiers. Ceci a lieu d'une part après une blessure ou une maladie, d'autre part également pour compenser la détérioration permanente de l'organisme.

On distingue trois formes de régénération :

1. Régénération unique (par exemple remplacement des dents de lait)
2. Régénération répétée (par exemple menstruation : renouvellement mensuel des muqueuses de l'utérus)

3. Régénération permanente (par exemple intestin, peau, sang, cheveux, ongles, etc.)

Qu'est-ce que la médecine régénérative ?

La médecine régénérative s'efforce de renouveler des tissus endommagés, malades ou usés à l'aide de cellules souches. Au lieu d'implanter (p. ex. une prothèse de la hanche) ou de transplanter (p. ex. un cœur), cette médecine s'efforce de régénérer. Que ce soit la maladie de Parkinson, le diabète, le cancer, les maladies cardiaques ou la sclérose en plaques, la médecine régénérative pourrait intervenir dans de nombreux domaines. Mais il n'y a pour le moment que quelques cas rares (p. ex. la leucémie) dans lesquels elle est déjà employée avec succès chez les patients.

Le secret des cellules souches

Les cellules souches se différencient fondamentalement de toutes les autres cellules de notre organisme par deux caractéristiques bien particulières :

1. Elles restent toujours capables de se diviser et peuvent s'auto-renouveler par division cellulaire (elles sont donc potentiellement immortelles).
2. Lorsqu'une cellule souche se divise, elle donne naissance à une nouvelle cellule souche et à une cellule qui se transforme en cellule « mortelle » de l'organisme, par exemple un neurone ou une cellule de la peau, lesquelles ne sont plus capables de se diviser. Une solution intelligente : il reste ainsi toujours une cellule souche en réserve.

Deux types différents de cellules souches

Les cellules souches adultes sont probablement présentes dans tous les tissus et assurent le renouvellement des cellules mortes. Leur potentiel est limité : une cellule souche sanguine par exemple, ne pourra produire que des cellules du système sanguin, mais pas de cellules nerveuses ou musculaires.

Les cellules souches embryonnaires existent uniquement dans l'embryon (quelques jours après la fécondation). Pour obtenir des cellules souches embryonnaires, il faut détruire un embryon, c'est pourquoi la recherche utilisant ces cellules est controversée. Leurs capacités de développement ou leur puissance sont supérieures à celles des cellules souches adultes : elles peuvent en effet donner naissance à n'importe lequel des plus de 200 types de cellules du corps humain. Les cellules iPS (ou cellules souches pluripotentes induites) représentent une alternative éthiquement moins controversée. Les cellules iPS sont fabriquées en laboratoire à partir de cellules souches adultes.

Facultés régénératives des plantes

Elles sont toutes-puissantes

Que c'est énervant ! À peine a-t-on tondu la pelouse qu'elle se met à repousser. Les plantes sont quasiment indestructibles. Mais comment font-elles ? Grâce à leurs capacités de régénération quasiment miraculeuses, presque n'importe quelle cellule de la plante peut faire repousser une nouvelle plante complète. Cela signifie que les cellules végétales sont *totipotentes*. Si nos cellules humaines étaient totipotentes, nous pourrions nous couper un orteil, le planter dans la terre, et un nouvel être humain repousserait.

Si nous étions des plantes, nous pousserions à partir d'une cellule de la peau

En matière de régénération, les plantes sont largement supérieures aux animaux et aux êtres humains : une nouvelle plante complète peut repousser à partir d'une seule cellule. C'est ainsi par exemple que les arboriculteurs reproduisent leurs plantes par bouturage : ils coupent un rameau, le plantent dans la terre et une plante parfaitement identique repousse. Cela ne fait qu'à peu près 60 ans que nous savons comment cela fonctionne, depuis l'expérience de Frederick C. Steward sur la carotte. Une autre méthode similaire au bouturage et utilisée en agriculture pour anoblir les plantes est le greffage.

Pas besoin de polliniser !

La capacité de régénération particulière des plantes bénéficie à certaines variétés pour leur reproduction naturelle. Pas besoin d'abeilles pour les polliniser ! Dans le cas de l'herbe vaudoise ou *Chlorophytum comosum*, la descendance pousse directement sur la plante-mère, puis tombe, prend racine et de nouvelles petites plantes repoussent. Si nous transposons cette reproduction à l'être humain, cela voudrait dire que des bébés se formeraient sur le sein de la mère, tomberaient au sol et grandiraient alors pour devenir adultes.

La tactique de survie des plantes

Certaines plantes peuvent aussi ressusciter : elles se dessèchent par exemple complètement en cas de canicule ou gèlent lors de grands froids. Apparemment mortes, elles peuvent survivre des mois, voire des années, jusqu'à ce que de l'eau ou la chaleur vienne les ressusciter. Dans la mesure où les plantes ne peuvent pas fuir la chaleur ou le froid, c'est leur tactique de survie. De même, on peut congeler des graines de plantes pour les décongeler et les semer plus tard. C'est ainsi que les banques de graines conservent des plantes pour les générations à venir.

Recherche et applications : cellules souches de la peau et du cartilage

Peau neuve pour les grands brûlés

Un jeune enfant attrape le manche de la casserole d'eau qui bout sur la cuisinière : de telles situations débouchent souvent sur des brûlures qui peuvent mettre la vie en danger. Depuis plus de 30 ans déjà, la médecine régénérative aide en produisant de la peau. Dans le remplacement des cartilages, les chercheurs ont également fait des progrès ces dernières années, par exemple dans la production de nouvelles oreilles.

La peau nous protège

La peau est notre première protection contre le froid, les rayons UV, les agents pathogènes et bien d'autres choses encore. Toute l'importance de la peau se manifeste lorsqu'elle est détruite : autrefois, les enfants victimes de grandes brûlures n'y survivaient généralement pas. Le tournant s'est produit en été 1981 : à l'époque, une équipe de recherche américaine parvint à sauver la vie de deux jeunes garçons gravement brûlés en produisant de nouveaux lambeaux de peau à l'aide de cellules souches cutanées. Les garçons survécurent, mais ils gardèrent des cicatrices.

Au cours des décennies, la recherche a accompli des progrès, mais on est encore loin de la production d'une peau de remplacement ayant la même texture que l'original.

Des cartilages artificiels au lieu d'un implant

On produit aujourd'hui également des cartilages artificiels pour soigner les patients. Ils pourraient en principe être utilisés partout où les cartilages sont endommagés, par exemple dans le cas d'une blessure sportive au genou ou d'une maladie inflammatoire des articulations (arthrite). Les cartilages artificiels représentent une alternative aux prothèses des articulations, car contrairement à un implant, ils pourraient permettre au cartilage endommagé de se reconstituer à long terme.

L'oreille de Van Gogh

De même, on pourrait utiliser les cartilages de remplacement pour soigner les blessures du nez ou de l'oreille. Aujourd'hui, avec la médecine régénérative, on aurait diverses possibilités de réparer l'oreille de Van Gogh. Cependant, même aujourd'hui, on ne peut pas façonner une reproduction parfaite d'une oreille.

Quand le cœur a des ratés

Le cœur serré comme par un étau. Un éléphant assis sur la poitrine. C'est ainsi que certains patients décrivent ce qu'ils ont ressenti lors d'un infarctus. Aujourd'hui, les médecins parviennent souvent à sauver la vie, mais le cœur du patient retrouve rarement toute sa puissance. La médecine régénérative cherche de nouvelles méthodes susceptibles de venir en aide au cœur affaibli.

Recherche et applications : cellules souches du cœur

Venir en aide au cœur affaibli

L'insuffisance cardiaque est un problème fréquent. Comment la médecine régénérative pourrait-elle aider ? Toutes les approches en sont encore à leurs débuts.

1. Appliquer de nouvelles cellules cardiaques

Il s'agit de réactiver des zones cardiaques nécrosées (= mortes). À cet effet, on prélève par exemple des cellules de la moelle osseuse du patient, on les transforme en cellules cardiaques et on les applique sur les zones endommagées dans l'espoir qu'elles y fabriquent de nouveaux tissus musculaires sains.

2. « Booster » les cellules souches cardiaques à l'aide d'un médicament

Un médicament encourage les cellules souches cardiaques restantes à se remettre à l'ouvrage. Cette approche fait également l'objet de travaux de recherche dans le monde entier. Certains groupes de recherche observent à cet effet le cœur d'un poisson à rayures bleues. En effet, le poisson zèbre (ou

zebrafish) est capable de réparer complètement les parties nécrosées de son tissu cardiaque. Comment fait-il ? Y a-t-il chez le poisson un mécanisme susceptible d'être transposé chez l'homme ?

3. Faire repousser des parties du cœur en laboratoire

Il s'agit de faire repousser en dehors du corps humain les parties nécrosées du cœur, puis de les implanter au patient. C'est ce que l'on appelle la culture de tissus ou ingénierie tissulaire (en anglais « tissue engineering »). Un groupe de recherche de l'Université de Zurich s'efforce par cette méthode de fabriquer de nouvelles valvules cardiaques pour les enfants atteints d'une valvulopathie congénitale. D'autres équipes de recherche essaient même de fabriquer des cœurs entiers.

Recherche et applications : cellules souches du sang

Comment les cellules souches sauvent des vies

Le corps humain produit environ deux millions de nouvelles cellules sanguines... par seconde ! Dans certains cas rares, une erreur se produit, une cellule cancéreuse naît et entraîne une leucémie, c'est-à-dire un cancer du sang. Chaque année, environ 800 personnes contractent une leucémie en Suisse. Aujourd'hui, la médecine régénérative est en mesure de leur sauver la vie.

Du sang frais tous les jours

Le sang humain est composé de différents types de cellules dont certaines ne vivent que quelques heures ou quelques jours, d'autres plusieurs mois. L'être humain a donc continuellement besoin de nouvelles cellules sanguines. Ce sont les cellules souches sanguines, contenues dans la moelle osseuse, qui se chargent de les produire.

Comment soigne-t-on les patients atteints de leucémie à l'aide de cellules souches sanguines ?

1. Une cellule incontrôlable à l'origine du « sang blanc »

Lors de la production de nouvelles cellules sanguines, des erreurs peuvent se produire, donnant naissance à une cellule cancéreuse qui se divise de manière incontrôlée. Le patient contracte une leucémie (voir également le film à la fin de l'exposition).

2. Il faut trouver un donneur

Si un patient atteint de leucémie a besoin d'une greffe de cellules souches sanguines, tout doit aller très vite : il faut trouver un donneur le plus vite possible. Cela peut être une personne de la famille du malade ou un donneur enregistré dans la banque de données mondiale.

3. Prélèvement sur le donneur

Si un donneur adéquat est trouvé, on lui demande la permission de lui prélever des cellules souches sanguines. Une manière de prélever les cellules consiste à effectuer une ponction à l'aide d'une aiguille que l'on introduit dans l'os du bassin du donneur. Parallèlement, on prépare le receveur : on détruit son système immunitaire (y compris toutes les cellules cancéreuses) pour faire place à un nouveau système immunitaire.

4. Gardes du corps volants

Après le prélèvement, des transporteurs spécialisés acheminent le plus vite possible les cellules souches vers le receveur : c'est une question de vie ou de mort car les cellules souches de donneur ne survivent que quelques jours.

5. Redémarrage de la production de sang

Les cellules souches en bonne santé du donneur sont administrées au patient par perfusion. Elles migrent d'elles-mêmes vers la moelle osseuse et y démarrent la production de nouvelles cellules sanguines. Parfois, une réaction de rejet a cependant lieu, de sorte que les nouvelles cellules sanguines ne parviennent pas à mettre en place un nouveau système sanguin. Bien souvent, on ne sait pas pourquoi cela se produit.

Espoirs

Que nous réserve l'avenir ?

« Il est difficile de faire des pronostics, surtout concernant l'avenir. » Cette citation s'applique aussi à l'avenir des cellules souches. Permettront-elles un jour de guérir le diabète, la sclérose en plaques, la

paraplégie et d'autres maladies ? Personne ne le sait. Un regard en arrière nous montre que plus d'un espoir a déjà été déçu.

Regard vers l'avenir : les cellules iPS, nouvelle arme prodigieuse de la médecine ?

À ce jour, c'est peut-être la découverte la plus importante du XXI^e siècle en biologie. En 2006, le Japonais Shinya Yamanaka parvient à produire ce que l'on appelle des cellules iPS (iPS = *induced pluripotent stem cells* : cellules souches pluripotentes induites). Une telle cellule peut donner naissance à une quelconque cellule du corps humain. On pourrait donc théoriquement les utiliser pour soigner de nombreuses maladies : maladie de Parkinson, sclérose en plaques, insuffisance cardiaque, diabète de type 1, etc. Cette découverte était si surprenante et extraordinaire que seulement six ans plus tard, Yamanaka reçut le prix Nobel.

Cellules iPS : des différents avantages

Par rapport aux cellules souches embryonnaires, les cellules iPS présentent des avantages décisifs : leur fabrication ne pose pas de problèmes éthiques car il n'y a pas besoin de détruire des embryons pour les produire. Et comme elles sont issues du patient lui-même, son organisme ne risque pas de les rejeter.

Grands espoirs, grands risques

Mais il va falloir attendre quelques années pour savoir si les cellules iPS satisfont aux espoirs placés en elles et si on peut vraiment les utiliser pour soigner des maladies. Actuellement, de premiers essais cliniques sont en cours, par exemple pour le traitement d'une maladie de l'œil. On utilise déjà les cellules iPS pour tester des substances actives et pour mieux comprendre l'origine de certaines maladies.

Documents pour les écoles



L'exposition Cellules souches : l'origine de la vie offre une expérience enrichissante aux élèves des gymnases ou lycées. Le Stem Cell School Tool est idéal pour se préparer à la visite. D'une part, il explique les phénomènes de base des cellules souches (module 1) et tente, d'autre part, de dresser l'état actuel de la médecine régénérative à l'aide de projets de recherche concrets (module 2). Le module 3 traite de la dernière percée de la recherche sur les cellules souches : la possibilité de reprogrammer des cellules « adultes » (cellules iPS). Le Stem Cell School Tool s'adresse aux élèves du gymnase/lycée, en particulier à celles et ceux avec une option en biologie. Les modules se composent d'un texte introductif, d'exercices, de nombreux graphiques et illustrations ainsi que d'une documentation à l'intention de l'enseignant.

Langues : français, allemand

http://www.nfp63.ch/F/materiel_ecole/Pages/default2.aspx