

Sommaire

[La nano dans la médecine]

Auteurs : Pavel Malůš, Jiří Kůs

Date de la dernière révision : [12. 12. 2021]

Thème

Introduction

Les nanotechnologies offrent à la médecine toute une gamme de possibilités jusqu'alors insoupçonnées. Elles révolutionnent la façon dont nous abordons le diagnostic et le traitement des tissus endommagés et des maladies les plus diverses. Nous utilisons pour cela les propriétés uniques des nanomatériaux tels que la grande zone de réaction des nanoparticules, l'excellent débit à travers la membrane cellulaire, etc.

Les nanorobots détectent les tumeurs, contribuent à une collecte plus douce de petits échantillons de tissus, transportent la quantité exacte de substance thérapeutique directement jusqu'à l'endroit déterminé du problème médical dans le corps. Le nano-argent aide à tuer les bactéries qui sont devenues résistantes aux antibiotiques au cours des dernières décennies. D'autres nanostructures créent des conditions propices à la surveillance en ligne et au diagnostic en temps réel et, grâce à des dispositifs sensoriels électroniques, alertent les médecins de la nécessité éventuelle d'une intervention médicale urgente ou d'un changement de médicament. À l'heure actuelle, par rapport aux procédures antérieures, nous sommes en mesure de traiter beaucoup mieux les lésions de la peau, des os et d'autres organes humains grâce à des structures de nanofibres, de remplacer les tissus manquants ou endommagés et d'atténuer les conséquences de blessures graves.

Signification pratique - vous appliquez ici vos connaissances et savoir-faire

Dans cette unité, vous apprendrez quelles sont les principales orientations actuelles du développement des nanotechnologies utilisées en médecine et quelles possibilités s'ouvrent pour nous à l'avenir dans ce sens. Dans le même temps, nous utiliserons l'exemple de la pandémie de la maladie covid-19 pour montrer comment les solutions nanotechnologiques peuvent aider à prévenir les maladies respiratoires non seulement dans les établissements médicaux, mais aussi à l'extérieur de ceux-ci.

Aperçu des objectifs d'apprentissage et des compétences

Dans LO_Principales orientations de l'utilisation des nanotechnologies dans la médecine actuelle_01, vous découvrirez

comment les nanomatériaux peuvent aider à la distribution des médicaments, au diagnostic de nombreuses maladies graves, faire avancer d'une manière révolutionnaire l'ingénierie tissulaire et apporter une contribution significative à la lutte contre les bactéries résistantes aux antibiotiques.

Dans LO_Nanotechnologies dans la pandémie de covid-19_02, vous obtiendrez des informations sur l'apport des solutions nanotechnologiques dans le développement de vaccins à ARNm, sur les propriétés uniques des appareils de protection des voies respiratoires avec une membrane nanofibreuse dans la protection barrière contre la transmission de maladies respiratoires et sur les avantages de la purification photocatalytique de l'air contre les micro-organismes pour prévenir une infection.

Dans LO_Avenir des nanotechnologies dans la médecine_03, vous apprendrez les bases de l'application des capteurs utilisant la nanoélectronique, nous vous présenterons le monde fantastique des nanorobots en médecine humaine et la contribution future des nanotechnologies dans les réparations et l'amélioration des corps humains.

Objectifs pédagogiques	Objectifs spécifiques
LO_Principales orientations de l'utilisation des nanotechnologies dans la médecine actuelle_01 : vous découvrirez comment les nanomatériaux peuvent aider à la distribution des médicaments, au diagnostic de nombreuses maladies graves, faire avancer d'une manière révolutionnaire l'ingénierie tissulaire et apporter une contribution significative à la lutte contre les bactéries résistantes aux antibiotiques.	FO_Distribution ciblée des médicaments_01_01 : vous pouvez apprendre à économiser sur les substances médicinales coûteuses tout en réduisant leurs effets secondaires FO_Diagnostics_01_02 : vous pouvez découvrir dans quels domaines les nanotechnologies gagnent du terrain dans le diagnostic et comment ces nouveaux diagnostics influencent la précision des interventions chirurgicales FO_Ingénierie tissulaire_01_03 : vous pouvez découvrir pourquoi les structures nanofibreuses conviennent à la cicatrisation des plaies dans la peau et les os FO_Nanoparticules contre les bactéries résistantes aux antibiotiques_01_04 : vous pouvez découvrir l'apport des nanoparticules d'argent dans la lutte contre les micro-organismes résistants aux antibiotiques

<p>LO_ Nanotechnologies dans la pandémie de covid-19_02 : vous obtiendrez des informations sur la contribution des solutions nanotechnologiques dans le développement de vaccins à ARNm, sur les propriétés uniques des moyens de protection des voies respiratoires avec une membrane nanofibreuse dans la protection barrière contre la transmission de maladies respiratoires et sur les avantages de la purification photocatalytique de l'air contre les micro-organismes pour prévenir une infection.</p>	<p>FO_ Solutions nanotechnologiques dans le développement des vaccins à ARNm_02_01 : vous pouvez clarifier la pertinence des nanoparticules en tant que vecteurs de vaccins et comment les nanoparticules ont été utilisées dans la conception des vaccins à ARNm contre le SARS-CoV-2.</p> <p>FO_ Produits avec membrane nanofibreuse pour la protection des voies respiratoires_02_02 : vous pouvez justifier pourquoi les masques à membrane nanofibreuse sont plus appropriés pour saisir les virus que les masques conventionnels.</p> <p>FO_ Purification photocatalytique de l'air contre les micro-organismes_02_03 : vous pouvez expliquer comment les revêtements nanotechnologiques marchant sur une base de photocatalyse se nettoient eux-mêmes et en même temps l'air environnant contre les impuretés organiques, y compris les micro-organismes</p>
<p>LO_ L'avenir des nanotechnologies dans la médecine_03 : vous découvrirez les bases de l'application des capteurs utilisant la nanoélectronique, nous vous présenterons le monde fantastique des nanorobots dans la médecine humaine et la contribution future des nanotechnologies dans les réparations et l'amélioration des corps humains par l'application de capteurs utilisant la nanoélectronique, nous vous présenterons le monde fantastique des nanorobots dans la médecine humaine et la contribution future des nanotechnologies dans les réparations et l'amélioration des corps humains.</p>	<p>FO_ Capteurs utilisant la nanoélectronique_03_01 : vous pouvez évaluer les apports de la nanoélectronique sensorielle en médecine et connaître les tendances de son application</p> <p>FO_ Nanorobots_03_02 : vous pouvez comparer les microrobots avec les nanorobots et déterminer quel est leur apport et comment ils peuvent être contrôlés</p> <p>FO_ Réparation et amélioration du corps humain_03_03 : vous pouvez évaluer comment la nanomédecine conduira à une vie plus longue et s'il est bénéfique de renforcer les capacités humaines existantes grâce aux nanotechnologies.</p>

- **Acquisition de connaissances - Principales orientations de l'utilisation des nanotechnologies dans la médecine actuelle**

Distribution ciblée de médicaments

Les nanotechnologies ont donné aux médecins la possibilité de fournir des médicaments dans un endroit concret du corps à l'aide des nanoparticules. La quantité des produits utilisés est considérablement économisée et dans le même temps cela réduit leurs effets secondaires. Le médicament est d'abord encapsulé, puis il est livré dans la zone ciblée du corps et finalement libéré. Les nanoparticules pénètrent bien dans la membrane cellulaire. Pour commencer le traitement, un certain signal est nécessaire, par exemple l'action d'un champ magnétique, l'activation du rayon d'une certaine longueur d'onde, etc. La fourniture de médicaments à l'aide de solutions nanotechnologiques est actuellement l'orientation dominante des nanotechnologies dans la médecine.

Définition

Nanoparticules

Les nanoparticules sont généralement définies comme des particules de matière d'un diamètre compris entre 1 et 100 nanomètres. Étant donné que les particules de cette taille pénètrent bien dans la membrane cellulaire, des mesures de sécurité strictes s'appliquent à ces particules. Alors que dans de nombreux domaines la pénétrabilité des nanoparticules à travers la membrane cellulaire peut être indésirable, en médecine nous pouvons utiliser avec succès cette propriété pour des procédures thérapeutiques.

Exemple

Le dioxyde de silicium peut déclencher une production catastrophique de radicaux oxygénés dans une cellule cancéreuse, ce qui tue cette cellule. Une équipe du scientifique Dalton Tay de la Nanyang Technological University, Singapore, a recouvert des nanoparticules de dioxyde de silicium de 30 nanomètres de diamètre avec de la L-phénylalanine. C'est l'un des acides aminés essentiels que le corps humain ne peut pas synthétiser seul, mais dont il a un besoin indispensable. Par conséquent, nous devons prendre de la phénylalanine dans l'alimentation, généralement à partir de viande ou de produits laitiers. La phénylalanine est également nécessaire aux cellules tumorales. Par conséquent, celles-ci l'acceptent volontiers. Mais, avec la phénylalanine, elles absorbent aussi la nanoparticule de dioxyde de silicium comme un « cheval de Troie ». Les nanoparticules de dioxyde de silicium nouvellement créées recouvertes de molécules de phénylalanine ne ciblent que les cellules tumorales et n'ont en même temps pas besoin d'être activées par un stimulus externe. Elles détruisent environ 80 pour cent des cellules des tumeurs agressives du sein, de la peau et de l'estomac.

Diagnostic

Les nanotechnologies fournissent des outils sensibles et extrêmement précis pour le diagnostic. La petite taille des nanoparticules fournit des propriétés qui peuvent être très utiles lors de l'imagerie, surtout en oncologie. Les points quantiques, c'est-à-dire les nanoparticules ayant des propriétés de limitation quantique comme l'émission réglable de la taille de lumière lors d'une utilisation en conjonction avec l'imagerie par résonance magnétique, peuvent produire les images nécessaires des tumeurs. Les nanoparticules brillent lorsqu'elles sont exposées à la lumière ultraviolette. Après l'injection, elles s'infiltreront dans les tumeurs cancéreuses. Le chirurgien peut voir la tumeur qui brille et cette imagerie est utilisée en tant que guide pour une élimination plus précise de la tumeur. Ces nanoparticules sont beaucoup plus brillantes que les colorants organiques et une seule source de lumière est nécessaire pour les réveiller. L'utilisation de points fluorescents quantiques produit une image avec un contraste plus élevé à un coût inférieur à celui des colorants organiques utilisés comme médiums de contraste. Ces dernières années, les scientifiques ont découvert que les

nanocristaux peuvent permettre aux scientifiques d'étudier les processus cellulaires au niveau d'une molécule. Cela peut améliorer considérablement le diagnostic et le traitement du cancer.

Définition

Point quantique

Point quantique – le quantum dot est une région délimitée d'un semi-conducteur d'un diamètre d'environ 30 nm et d'une hauteur de 8 nm, capable de lier des électrons en conséquence d'une énergie inférieure comparée à celle de la bande de conductivité du semi-conducteur environnant. Ces électrons ne peuvent acquérir que des valeurs d'énergie discrètes, comme cela est le cas pour l'atome. Les points quantiques sont utilisés dans des composants spéciaux capables de travailler avec des électrons ou des photons individuels.

Exemple

Les nanodiamants sont des diamants d'une taille d'environ 5 nanomètres. Lorsque leur structure interne se modifie, ils peuvent être utilisés pour détecter des maladies – y compris des maladies tumorales. Ils agissent comme de petits capteurs que nous sommes capables de placer à l'intérieur d'une cellule. Par exemple, nous pouvons mesurer la température, l'acidité ou détecter la présence de certaines substances chimiques importantes. Pour que les nanocristaux puissent fournir des informations sur l'environnement qui les entoure, une faille doit être délibérément créée dans leur grille. Le réseau cristallin d'un tel nanodiamant peut être imaginé comme un plateau avec des œufs. Chacun des œufs est comme un atome de carbone et si l'un de ces atomes arrive à percer, les propriétés optiques de l'ensemble du matériau changeront complètement. Les neutrons déclenchent le noyau de bore, ce noyau de bore va sur les noyaux de lithium et les noyaux d'hélium. Ces particules agissent comme une main qui arrache l'atome correspondant du réseau cristallin. Après un traitement supplémentaire, les cristaux acquièrent la capacité de fluorescence. Par conséquent, ils peuvent agir comme un capteur. Grâce à cela, les médecins peuvent les utiliser pour détecter les tumeurs. Il est également important que le carbone soit un élément qui fait partie de nos corps et ne soit pas une substance étrangère pour l'organisme biologique. En conséquence, les nanodiamants peuvent remplacer d'autres agents de contraste et en devenir une alternative plus parfaite.

Ingénierie tissulaire

De nouvelles structures de nanofibres permettent une meilleure cicatrisation des plaies de la peau et des os. Les plaies se guérissent jusqu'à des dizaines de pour cent plus vite que lors des méthodes jusqu'alors utilisées. Le contenu des os endommagés obtenant une structure plus résistante, presque identique à l'os original et la peau endommagée montrant pour finir des cicatrices bien moins importantes. Les couches de nanofibres sont de nature très similaire à la matière intercellulaire. En conséquence, la croissance à partir de nouvelles cellules prospère sur les structures nanofibreuses. Par conséquent, la gamme des substances biocompatibles et biodégradables à partir desquelles les nanofibres sont produites à des fins médicales est en constante expansion. La nouvelle génération de nanofibres sera principalement utilisée dans le traitement des défauts de développement, des fractures multi-fragmentaires complexes, des brûlures étendues et des écorchures. Les cas compliqués de lésions de la peau et des os montrent avec l'utilisation de nouvelles structures nanofibreuses, à côté d'une meilleure cicatrisation, également bien moins de complications ultérieures et un pourcentage inférieur de réopérations indispensables. Les

nanofibres à deux composants contenant des substances curatives non seulement améliorent ainsi le traitement, mais contribuent considérablement à rendre plus efficace le processus curatif. Les nanoparticules telles que le graphène, les nanotubes de carbone et d'autres sont utilisées comme agents de renforcement pour la production de nanocomposites polymères biodégradables mécaniquement résistants pour les applications de tissu osseux. Ces nanocomposites sont utilisés comme un nouveau composite léger et mécaniquement résistant pour les implants osseux.

Définition

Biocompatibilité

Un matériau biocompatible est un matériau qui ne provoque aucune réaction négative dans l'organisme.

Biodégradabilité

La biodégradation fait référence au processus de décomposition d'une substance dans la nature à l'aide de processus biologiques naturels. Pratiquement tous les matériaux sont biodégradables, mais le temps qu'il faut pour qu'une substance se décompose dans un environnement naturel varie. Les demandes les plus élevées concernant la vitesse de décomposition sont requises lorsque la biodégradabilité d'un matériau dans le corps humain est exigée.

Exemple

Une équipe de chimistes dirigée par Samuel Stupp de la Northwestern University à Evanston, aux États-Unis, a mis au point des nanofibres qui accélèrent la cicatrisation. La base en est constituée de peptides amphiphiles (c'est-à-dire de peptides qui ont à la fois des propriétés hydrophiles et lipophiles). Après injection dans l'organisme, les peptides amphiphiles créent de longues nanofibres, qui se fixent par leur extrémité à la zone blessée. En outre, Stupp a équipé les peptides amphiphiles d'une séquence de huit acides aminés qui fixent l'héparine. Celle-ci appartient aux molécules extrêmement « collantes ». S'y fixent aussi des facteurs de croissance qui sont en charge de la restauration et de la croissance des capillaires sanguins dans l'endroit blessé.

Nanoparticules résistantes aux antibiotiques

Depuis l'invention des antibiotiques, les nombres de microbes multirésistants augmentent. C'est pourquoi s'est ouvert un espace pour de nouvelles technologies avec utilisation de nanoparticules d'argent qui peuvent détruire de manière fiable les bactéries. Avec le traitement au nano-argent, les nombres de bactéries dans les plaies baissent de quatre à cinq ordres en 24 heures, ce qui, avec des antibiotiques n'est pas du tout réalisable. L'objectif est que les nanoparticules d'argent remplissent la fonction de tueur de micro-organismes, mais ne restent pas dans le corps du patient. Lorsqu'elles sont appliquées sur une blessure, les nanoparticules d'argent devraient être inséparablement liées à leur support. Si le nano-argent est lié de manière cohérente par exemple à un polymère dans des nanofibres d'un tissu non tissé, il remplira sa fonction antibactérienne, puis il sera éliminé avec la membrane nanofibreuse. La membrane nanofibreuse dans la couverture de la plaie est perméable pour les molécules d'air, mais les micro-organismes et autres substances indésirables ne la traversent pas.

Définition
Cohérence Cohérence (du latin co-haereo, je maintiens ensemble) signifie cohésion, qu'elle soit physique ou logique. Dans ce contexte, cohérent signifie cohésif, bien ordonné, non contradictoire.

- **Ancrage des connaissances**

Résumé

Vous êtes arrivés à la fin de l'unité sur le thème **Principales orientations de l'utilisation des nanotechnologies dans la médecine actuelle**. En raison de la grande quantité de nouvelles connaissances, nous vous présentons une brève répétition des informations les plus importantes que vous avez obtenues sur ce thème :

Les nanotechnologies ont donné aux médecins la possibilité de fournir des médicaments pour un endroit concret dans le corps à l'aide des nanoparticules. La quantité de médicaments utilisés est considérablement économisée et dans le même temps cela réduit leurs effets secondaires. Les nanoparticules pénètrent bien dans la membrane cellulaire. Pour déclencher le traitement, un certain signal est nécessaire, par exemple l'action d'un champ magnétique, l'activation d'un rayon d'une certaine longueur d'onde, etc.

Les nanotechnologies fournissent des outils sensibles et extrêmement précis pour le diagnostic. La petite taille des nanoparticules fournit des propriétés qui peuvent être très utiles lors de l'imagerie, surtout en oncologie. Les points quantiques lors d'une utilisation avec l'imagerie par résonance magnétique peuvent produire les images nécessaires des tumeurs. Les nanoparticules brillent lorsqu'elles sont exposées à la lumière ultraviolette. Après l'injection, elles s'infiltreront dans les tumeurs cancéreuses. Le chirurgien peut voir la tumeur qui brille et cette imagerie est utilisée en tant que guide pour une élimination plus précise de la tumeur.

De nouvelles structures de nanofibres permettent une meilleure cicatrisation des plaies de la peau et des os. Les plaies se guérissent jusqu'à des dizaines de pour cent plus vite que lors des méthodes jusqu'alors utilisées. Le contenu des os endommagés obtenant une structure plus résistante, presque identique à l'os original et la peau endommagée montrant pour finir des cicatrices bien moins importantes. Les couches de nanofibres sont de nature très similaire à la matière intercellulaire. En conséquence, la croissance à partir de nouvelles cellules prospère sur les structures nanofibreuses.

Depuis l'invention des antibiotiques, les nombres de microbes multirésistants augmentent. C'est pourquoi s'est ouvert un espace pour de nouvelles technologies avec utilisation de nanoparticules d'argent qui peuvent détruire de manière fiable les bactéries. Avec le traitement au nano-argent, les nombres de bactéries dans les plaies baissent de quatre à cinq ordres en 24 heures, ce qui, avec des antibiotiques n'est pas du tout réalisable. La membrane nanofibreuse dans la couverture de la plaie est perméable pour les molécules d'air, mais les micro-organismes et autres substances indésirables ne la traversent pas.

Thème

Acquisition de connaissances – Les nanotechnologies et la pandémie de covid-19

Solutions nanotechnologiques dans le développement de vaccins à ARNm

Les nanoparticules peuvent être employées comme vecteurs de vaccins. Elles agissent comme une protection du vaccin, lui donnant le temps de déclencher une réponse immunitaire plus forte. Les sociétés Pfizer/BioNTech et Moderna ont développé grâce à une solution nanotechnologique le premier vaccin à base d'ARN (ARNm) messager contre le virus SARS-CoV-2. Cette nouvelle classe de vaccins à base d'ADN et d'ARN fournit aux plateformes de nanotechnologie la séquence génétique des protéines virales spécifiques dans les cellules hôtes. Au lieu de cela, les vaccins traditionnels déclenchent des réponses immunitaires après l'injection de virus entiers qu'ils soient des virus vivants affaiblis, des virus inactivés ou des virus artificiels dans le corps. En ce qui concerne les autres approches, les thérapies basées sur l'ARNm ont plusieurs avantages. L'approvisionnement en ARNm est plus sûr que celui d'un virus entier ou de l'ADN, parce que l'ARNm n'est pas infectieux et ne peut pas être intégré dans le génome de l'hôte. Concernant les autres approches, les thérapies basées sur l'ARNm ont plusieurs avantages, la livraison d'ARNm est plus sûre que celle d'un virus entier ou de l'ADN, parce que l'ARNm n'est pas infectieux et ne peut pas être intégré dans le génome de l'hôte ; alors que l'ADN doit atteindre un noyau décodé, l'ARNm est traité directement dans le cytosol ; l'ARNm a une période courte, pouvant être régulée par un design moléculaire ; il est pour finir immunogène, ce qui peut représenter un avantage pour la conception du vaccin, mais son immunogénicité peut être modulée par des techniques d'ingénierie moléculaire. Cependant, pour que l'ARNm soit transporté de manière sûre et efficace en vivo, sans qu'il soit dégradé dans sa circulation et pour qu'il atteigne le cytosol à travers la membrane plasmique cellulaire, il a besoin d'un vecteur. Dans de nombreuses thérapies à base d'ARNm, les vecteurs sont des sélections de nanoparticules lipidiques.

Définition

L'ARNm dans la nanoparticule lipidique

Les molécules d'ARNm sont instables dans l'organisme humain et si elles sont injectées directement dans le corps, elles se dégraderaient très rapidement. Des lipides, qui forment des nanoparticules lipidiques avec l'ARNm, sont utilisés pour protéger l'ARNm. Lorsqu'elles sont injectées dans le corps, les nanoparticules lipidiques fusionnent avec la membrane cellulaire et libèrent l'ARNm dans le cytoplasme.

Exemple

La tâche des vaccins est d'entraîner le système immunitaire à reconnaître la partie du virus responsable de l'apparition de la maladie. Les substances vaccinales contiennent traditionnellement soit un virus affaibli ou soit ses protéines. Au lieu de cela, le vaccin à ARNm contient de l'acide ribonucléique, qui code la protéine virale. Après l'administration du vaccin, les cellules musculaires utilisent ensuite l'ARNm injecté comme « modèle » ou « matrice » pour la synthèse de la partie de la protéine spike du virus SARS-CoV-2.

Produits de protection des voies respiratoires à membrane nanofibreuse

Depuis 2020 sont utilisées dans une quantité élevée les membranes nanofibreuses en tant que protection des voies respiratoires dans les masques médicaux et les respirateurs. Le matériau nanofibreux utilisé augmente considérablement l'efficacité de filtration (capture) des nanomasques et des nanorespirateurs surtout dans le domaine des plus petites particules. Une partie importante des masques et respirateurs médicaux conventionnels utilise en tant que médium de filtration des structures micro-fibreuses à charge électrostatique (meltblown, spunbond, etc.). La charge électrostatique dans ces tissus non tissés aide grandement à capturer les particules filtrées. Cependant, l'électrostatique dans les masques médicaux conventionnels se décharge par l'influence d'une respiration humide de l'utilisateur ou par l'influence de l'humidité atmosphérique normale de l'air environnant. Une humidité à cent pour cent créée par la respiration de l'utilisateur entre sa bouche et un masque médical ou un respirateur conventionnel réduit l'efficacité de filtration d'un masque médical conventionnel ou d'un respirateur en deux heures jusqu'à des dizaines de pour cent. Les nanomasques et les nanorespirateurs ne s'en remettent pas à la capture filtrante à l'aide des microfibrilles à charge électrostatique. Leur efficacité de filtration (capture) est de ce fait constante.

Définition

Membrane nanofibreuse

La membrane nanofibreuse est un tissu non tissé très fin en nanofibres. Le diamètre moyen des nanofibres est généralement compris entre 200 et 500 nanomètres. La taille moyenne des pores entre les nanofibres dans la membrane filtrante du nanomasque est de plusieurs centaines de nanomètres et est jusqu'à plusieurs fois plus grande par rapport au diamètre des fibres. Cependant, la couche de nanofibres se compose d'un grand nombre de sous-couches, de sorte que les plus grands pores sont recouverts d'une autre couche. L'efficacité finale de la capture des particules correspondant en taille à la taille moyenne des pores dans la couche de nanofibres est grâce à cela nettement meilleure que celle correspondant aux plus grands pores de la sous-couche. Un rôle important est joué par la porosité de la membrane nanofibreuse. Les pores entre les nanofibres représentent en effet 85 à 90 % du volume de la membrane créée. La combinaison d'une fréquence élevée de pores et en même temps de la petite taille de ces pores provoque une excellente respirabilité du filtre en nanofibres et une capture élevée des particules filtrées, y compris les virus et les bactéries.

Purification photocatalytique de l'air à partir de micro-organismes

Le dioxyde de titane, lors de la photocatalyse, convertit la composante ultraviolette de la lumière en énergie purifiant l'air des polluants organiques dans denombreux gaz toxiques, moisissures, virus et bactéries. Il les décompose en molécules d'eau, de dioxyde de carbone et de substance minérale non nocive. Dans les espaces intérieurs, où il y a une forte probabilité de présence de personnes infectées, la purification de l'air photocatalytique peut réduire considérablement la quantité de virus et de bactéries. Cela réduit le risque d'infection des personnes qui se déplacent dans les pièces. Pour une plus grande efficacité du dioxyde de titane, il est bon de l'utiliser dans sa forme nanocristalline. Les nanocristaux de dioxyde de titane ont une grande surface de réaction et peuvent grâce à elle purifier une plus grande quantité d'air. La composante ultraviolette de la lumière excite les électrons dans les nanocristaux de dioxyde de titane, qui décompose ensuite les polluants grâce à l'oxydation. Il existe des liants dans les fonctions autonettoyantes des revêtements qui ancrent bien les nanocristaux de dioxyde de titane, tout en les poussant à la surface du revêtement. Cela garantit que le revêtement remplisse une fonction de nettoyage dans la mesure maximale possible.

Définition

Photocatalyse

La photocatalyse est le processus de décomposition chimique des substances en présence d'un photocatalyseur et d'un rayonnement lumineux.

L'utilisation de la photocatalyse est divisée en deux domaines essentiels :

Auto-nettoyage – grâce à la photocatalyse, la surface du matériau est résistante au développement d'impuretés organiques et conserve ainsi longtemps son aspect et sa couleur d'origine

Nettoyage du médium environnant – de l'air ou de l'eau pollués, permet de supprimer certaines conséquences néfastes de l'activité humaine, par exemple la pollution de l'air par des impuretés organiques, y compris des micro-organismes.

Si un intérieur ne permet pas l'application d'un revêtement photocatalytique avec des nanocristaux de dioxyde de titane sur un mur et au plafond, il est possible d'utiliser des purificateurs d'air nanotechnologiques solitaires fonctionnant sur le même principe photocatalytique que les revêtements intelligents. L'hélice entraîne dans le tunnel avec des filtres à dioxyde de titane nanocristallique et des ampoules UV l'air pollué hors de la pièce et réamène l'air purifié à l'intérieur. Alors que les filtres HEPA classiques dans les canaux d'aération du climatiseur assurent une efficacité entière de la capture de la pollution fine généralement uniquement les premières semaines après le remplacement des filtres, les filtres nanotechnologiques dans les canaux d'aération du climatiseur garantissent cette efficacité pendant de nombreuses années grâce aux purificateurs photocatalytiques. Ils n'ont également besoin d'aucun entretien, parce qu'ils se nettoient eux-mêmes.

- **Ancrage des connaissances**

Résumé

Vous avez atteint la fin de l'unité sur le thème Nanotechnologies et pandémie de covid-19. En raison de la grande quantité de nouvelles connaissances, nous vous présentons une brève répétition des informations les plus importantes que vous avez obtenues sur ce thème :

Les nanoparticules peuvent être employées comme vecteurs de vaccins. Elles agissent comme une protection du vaccin, lui donnant le temps de déclencher une réponse immunitaire plus forte. Pour que l'ARNm soit transporté de manière sûre et efficace en *in vivo*, sans qu'il soit dégradé dans sa circulation et pour qu'il atteigne le cytosol à travers la membrane plasmique cellulaire, il a besoin d'un vecteur. Dans de nombreuses thérapies à base d'ARNm, les vecteurs sont des sélections de nanoparticules lipidiques.

Le matériau nanofibreux utilisé augmente considérablement l'efficacité de filtration des nanomasques et des nanorespirateurs surtout dans le domaine des plus petites particules. Une partie importante des masques et respirateurs médicaux conventionnels utilise en tant que médium de filtration principal des structures micro-fibreuses à charge électrostatique. Les nanomasques et les nanorespirateurs ne s'en remettent pas à la capture filtrante à l'aide des microfibrilles à charge électrostatique. Leur efficacité de filtration est de ce fait constante.

Le dioxyde de titane, lors de la photocatalyse, convertit la composante ultraviolette de la lumière en énergie purifiant l'air des polluants organiques dans de nombreux gaz toxiques, moisissures, virus et bactéries. Dans les intérieurs la purification photocatalytique de l'air peut réduire considérablement la quantité de virus et de bactéries. Cela réduit le risque d'infection des personnes qui se déplacent dans les pièces. Pour une plus grande efficacité du dioxyde de titane, il est bon de l'utiliser dans sa forme nanocristalline. Les nanocristaux de dioxyde de titane ont une grande surface de réaction et peuvent grâce à elle purifier une plus grande quantité d'air.

Thème

- **Acquisition de connaissances – Utilisation future des nanotechnologies dans la médecine**

Capteurs utilisant la nanoélectronique

Grâce aux nanotechnologies, surtout à la nanoélectronique, le secteur médical connaîtra bientôt de profonds changements par l'utilisation des forces traditionnelles de l'industrie des semi-conducteurs - miniaturisation et intégration. Alors que l'électronique conventionnelle a déjà trouvé de nombreuses applications dans la biomédecine -surveillance médicale des signaux vitaux, études biophysiques des tissus irritants, électrodes implantées pour la stimulation cérébrale, cardiostimulateur et stimulation des membres - l'utilisation des nanomatériaux apportera une nouvelle pression en direction de l'électronique implantée dans le corps humain.

Définition

Nanoélectronique

La nanoélectronique fait référence à l'utilisation des nanotechnologies dans les composants électroniques. Ce concept comprend divers dispositifs et matériaux, dont la caractéristique commune est qu'ils sont si petits que les interactions interatomiques et les propriétés de la mécanique quantique doivent être étudiées de manière intensive. Ces candidats comprennent : l'électronique hybride moléculaire/semi-conductrice, les nanotubes/nanofils unidimensionnels (par exemple les nanofils de silicium ou les nanotubes de carbone) ou l'électronique moléculaire avancée. Les dispositifs nanoélectroniques ont des dimensions critiques avec des tailles allant de 1 nm à 100 nm.

Nanorobots

Les nanorobots sont si petits qu'un milliard de milliards de ces nanorobots formerait un objet de la taille d'un grain de sel. Ils arrivent dans des endroits où aucune technologie connue de l'homme ne peut arriver. Les microrobots ont la taille d'une cellule humaine. Et les nanorobots sont encore mille fois plus petits que la taille d'un virus. Les nanorobots peuvent par exemple selon les différences de température diagnostiquer un cancer de l'estomac. Les nanorobots commencent à être utilisés dans le nettoyage en profondeur des canaux dentaires. L'utilisation de nanorobots magnétiques dans les opérations oculaires est également importante. Par le champ magnétique précisément donné, que le robot fait tourner, l'ophtalmologue peut définir une procédure micrométrique. Les nanorobots agissent alors comme un micro scalpel très précis. Il est donc clair qu'ils peuvent être beaucoup plus précis et doux qu'un scalpel conventionnel pendant une intervention.

Définition

Nanorobots

Les nanorobots sont des systèmes dynamiques de machines moléculaires d'une taille de l'ordre du nanomètre qui imitent les micro-organismes vivants par leur comportement – ils ont des propriétés similaires. Mais, contrairement aux cellules vivantes, les scientifiques peuvent y implémenter les fonctions dont ils ont besoin, telles que, par exemple, la capacité de décomposer des produits chimiques dangereux dans lesquels les bactéries ne survivraient pas.

À l'heure actuelle, de nombreuses procédures sont déjà utilisées pour activer le processus curatif des médicaments contenus dans les nanorobots. Par exemple, en thérapie photodynamique, on achemine d'abord dans le corps du patient une substance photosensible, qui s'accumule sur le corpstumoral. De l'extérieur, la zone touchée est ensuite éclairée par une lumière d'une longueur d'ondes pécifique qui active la substance. Pour la navigation des nanorobots sont utilisés un champmagnétique, un ultrason ou de la lumière. C'est-à-dire des phénomènes physiques couramment utilisés en médecine. Pour bouger, le nanorobot puise l'énergie chimique de l'environnement dans lequel il agit, puis se désintègre dans le corps après sa mission remplie.

Les nanorobots ont une surface beaucoup plus grande, ils peuvent transporter beaucoup plus de substances curatives ou d'instruments chimiques spéciaux, que nous pouvons accrocher sur eux. Mais, dans le même temps, leur développement est beaucoup plus compliqué que celui des microrobots, car en raison des échelles nanométriques, le mouvement de Brown les influence très fortement. Chaque nanorobot est conçu différemment. Imaginez, par exemple, les moyens de transport. Vous avez une voiture sur la route, mais aussi une fusée pour l'air et un bateau pour l'eau. Les moyens de transport ont généralement un moteur, mais vous pouvez également avoir un voilier ou un planeur. Et cela est tout autant diversifié avec les nanorobots. Les variantes sont, en substance, infiniment trop nombreuses.

Exemple

Aux États-Unis, il existe déjà des nanorobots que le patient avale et ils nagent ensuite dans l'estomac et recherchent la tumeur en se fixant dessus. Par rapport à la laparoscopie, où les médecins prélèvent un morceau de tissu d'un patient pour des tests, la procédure nanotechnologique est beaucoup moins invasive. Le nanorobot est programmé pour détecter une tumeur dans l'estomac, qui a une température différente de celle des autres tissus. Le nanorobot saisit alors la tumeur et s'y accroche, les médecins la retirant avec un aimant. Ils obtiennent un échantillon du tissu malade, alors que la plaie est minime.

Réparations et améliorations du corps humain

Les progrès futurs de la nanomédecine conduiront à une durée de vie plus longue par la correction de nombreux processus que l'on suppose responsables du vieillissement. Les nanoparticules seront aussi utilisées pour stimuler les mécanismes innés de réparation de l'organisme. L'objectif principal de cette orientation est l'activation artificielle et le contrôle des cellules souches adultes.

Définition

Transhumain

Transhumain ou aussi trans-humain est le concept d'une forme de transition entre l'homme et le post-homme. En d'autres termes, un trans-humain est un être qui, à bien des égards, ressemble à un humain, mais a des capacités et des pouvoirs au-delà de ceux des gens ordinaires. Ces capacités peuvent inclure une intelligence, une conscience, une force ou une résilience accrues.

De nouvelles structures de nanofibres permettent une meilleure cicatrisation des plaies de la peau et des os. Les plaies se guérissent jusqu'à des dizaines de pour cent plus vite que lors des méthodes jusqu'alors utilisées. Le contenu des os endommagés obtenant une structure plus résistante, presque identique à l'os original et la peau endommagée montrant pour finir des cicatrices bien moins importantes. Les couches de nanofibres sont de nature très similaire à la matière intercellulaire. En conséquence, la croissance à partir de nouvelles cellules prospère sur les structures nanofibreuses. Par conséquent, la gamme des substances biocompatibles et biodégradables à partir desquelles les nanofibres sont produites à des fins médicales est en constante expansion. La nouvelle génération de nanofibres sera principalement utilisée dans le traitement des défauts de développement, des fractures multi-fragmentaires complexes, des brûlures étendues et des écorchures. Les cas compliqués de lésions de la peau et des os montrent avec l'utilisation de nouvelles structures nanofibreuses, à côté d'une meilleure cicatrisation, également bien moins de complications ultérieures et un pourcentage inférieur de réopérations indispensables. Les nanofibres à deux composants contenant des substances curatives non seulement améliorent ainsi le traitement, mais contribuent considérablement à rendre plus efficace le processus curatif. Les assemblages de nanofibres ne suffiront pas pour la création de nouveaux tissus et organes humains, ils seront remplacés par une nano impression 3D de précision.

Une autre approche pour réparer et améliorer le corps humain est la « nanochirurgie ». Alors que les applications médicales de nanochirurgie pourraient être considérées comme de simples techniques avancées pour restaurer et maintenir la santé humaine, un tout autre scénario possible pourrait être la création de capacités surhumaines (dites Transhumaines). Les problèmes vont au-delà du cadre de ce dont on discute déjà dans le contexte de la thérapie génique, car les futures procédures chirurgicales pourraient inclure l'implantation de capteurs et puces à une échelle nanométrique, qui renforceraient les capacités humaines actuelles.

Exemple

Les scientifiques ont déjà pu utiliser des nanocapteurs implantés pour étendre la vision de la souris également au spectre infrarouge. Ce n'est donc qu'une question de temps avant que les gens puissent mieux voir dans l'obscurité. Mais nous attend d'abord une discussion pour savoir s'il est éthique d'améliorer le corps humain avec des qualités que les gens n'ont pas reçues par nature.

• **Ancrage des connaissances**

Résumé

Vous avez atteint la fin de l'unité sur le thème Utilisation future des nanotechnologies dans la médecine. En raison de la grande quantité de nouvelles connaissances, nous vous présentons une brève répétition des informations les plus importantes que vous avez obtenues sur ce thème :

Grâce à la nanoélectronique, le secteur médical connaîtra bientôt de profonds changements par l'utilisation des forces traditionnelles de l'industrie des semi-conducteurs - miniaturisation et intégration. Les nanocapteurs permettront une meilleure surveillance de la santé humaine et la détection précoce d'un certain nombre de maladies.

Les nanorobots arrivent dans des endroits où aucune technologie connue de l'homme ne peut arriver. Les nanorobots peuvent par exemple selon les différences de température diagnostiquer un cancer de l'estomac. Les nanorobots commencent à être utilisés dans le nettoyage en profondeur des canaux dentaires. L'utilisation de nanorobots magnétiques dans les opérations oculaires est également importante. Le résultat de leur utilisation est un traitement moins invasif, éliminant souvent le besoin d'une intervention chirurgicale et donc d'une anesthésie.

À l'heure actuelle, de nombreuses procédures sont déjà utilisées pour activer le processus curatif des médicaments contenus dans les nanorobots. Pour la navigation des nanorobots sont utilisés un champ magnétique, un ultrason ou de la lumière. Pour bouger, le nanorobot puise l'énergie chimique de l'environnement dans lequel il agit, puis se désintègre dans le corps après sa mission remplie.

Les nanorobots ont une surface beaucoup plus grande, ils peuvent transporter beaucoup plus de substances curatives ou d'instruments chimiques spéciaux, que nous pouvons accrocher sur eux.

Les progrès futurs de la nanomédecine conduiront à une durée de vie plus longue par la correction de nombreux processus que l'on suppose responsables du vieillissement. Les nanoparticules seront aussi utilisées pour stimuler les mécanismes innés de réparation de l'organisme.

De nouvelles structures de nanofibres permettent une meilleure cicatrisation des plaies de la peau et des os. Les plaies se guérissent jusqu'à des dizaines de pour cent plus vite que lors des méthodes jusqu'alors utilisées. Le contenu des os endommagés obtenant une structure plus résistante, presque identique à l'os original et la peau endommagée montrant pour finir des cicatrices bien moins importantes.