

Obsah

[Nano v medicíně]

Autoři: Pavel Malůš, Jiří Kůs

Datum poslední revize: [21. 12. 2021]

Téma

Úvod

Nanotechnologie nabízejí medicíně celou řadu dosud netušených možností. Přináší revoluci do způsobu, jakým přistupujeme k diagnostice a léčení poškozených tkání a nejrůznějších onemocnění. Využijeme k tomu unikátní vlastnosti nanomateriálů jako jsou velká reakční plocha nanočástic, skvělá průchodnost buněčnou membránou atd.

Nanoroboti odhalují nádory, přispívají k šetrnějšímu odběru menších vzorků tkání, dopravují přesné množství léčebné látky přímo na určené místo zdravotního problému v těle. Nanostříbro pomáhá likvidovat bakterie, které si v minulých desetiletích zajistily rezistenci na antibiotika. Další nanostruktury vytvářejí vhodné podmínky pro on-line monitoring a diagnostiku v reálném čase, a prostřednictvím elektronických senzorických zařízení upozorňují lékaře na případnou potřebu bezodkladného zdravotnického zákroku nebo změny medikace. V současnosti jsme ve srovnání s dřívějšími postupy schopni díky nanovláknovým strukturám mnohem lépe léčit poranění kůže, kostí a dalších lidských orgánů, nahrazovat chybějící nebo poškozené tkáně a zmírňovat důsledky vážných úrazů.

Praktický význam – zde uplatníte své znalosti a dovednosti

V této jednotce se dozvíte, jaké jsou v současnosti hlavní směry vývoje nanotechnologií používaných v medicíně a jaké možnosti se nám do budoucna v tomto směru otevírají. Současně si na příkladu pandemie nemoci covid-19 ukážeme, jak mohou nanotechnologická řešení pomoci v prevenci respiračních onemocnění nejen ve zdravotnických zařízeních, ale i mimo ně.

Přehled vzdělávacích cílů a kompetencí

V LO_Hlavní směry využití nanotechnologií v současné medicíně_01 zjistíte, jak mohou nanomateriály pomoci v distribuci medikamentů, diagnostice mnoha závažných chorob, revolučním způsobem posunout tkáňové inženýrství a výrazně přispět v boji proti bakteriím rezistentním na antibiotika.

V LO_Nanotechnologie v pandemii covid-19_02 obdržíte informace o přínosu nanotechnologických řešení při vývoji mRNA vakcín, o unikátních vlastnostech prostředků na ochranu dýchacích cest s nanovláknennou membránou v bariérové ochraně před přenosem respiračních onemocnění a o výhodách fotokatalytického čištění vzduchu od mikroorganismů jako prevenci infekce.

V LO_Budoucnost nanotechnologií v medicíně_03 poznáte základy aplikace senzorů využívající nanoelektroniku, přiblížíme vám fantastický svět nanorobotů v humánní medicíně a budoucí přínos nanotechnologií při opravách a zdokonalování lidských těl.

Vzdělávací cíle	Specifické cíle
LO_Hlavní směry využití nanotechnologií v současné medicíně_01: zjistíte, jak mohou nanomateriály pomoci v distribuci medikamentů, diagnostice mnoha závažných chorob, revolučním způsobem posunout tkáňové inženýrství a výrazně přispět v boji proti bakteriím rezistentním na antibiotika.	FO_Cílená distribuce léků_01_01: můžete se dozvědět, jak ušetřit na drahých léčivých látkách a při tom snížit jejich vedlejší účinky FO_Diagnostika_01_02: můžete odhalit, v jakých oblastech se prosazují nanotechnologie v diagnostice a jak tato nová diagnostika ovlivňuje přesnost chirurgických zákroků FO_Tkáňové inženýrství_01_03: můžete zjistit, proč jsou nanovláknenné struktury vhodné pro hojení ran v kůži a kostech FO_Nanočástice proti bakteriím odolným vůči antibiotikům_01_04: můžete objevit přínos nanočástic stříbra v boji proti mikroorganismům rezistentním na antibiotika

<p>LO_ Nanotechnologie v pandemii covid-19_02: získáte informace o přínosu nanotechnologických řešení při vývoji mRNA vakcín, o unikátních vlastnostech prostředků na ochranu dýchacích cest s nanovláknennou membránou v bariérové ochraně před přenosem respiračních onemocnění a o výhodách fotokatalytického čištění vzduchu od mikroorganismů jako prevenci infekce.</p>	<p>FO_Nanotechnologické řešení při vývoji mRNA vakcín_02_01: můžete objasnit vhodnost nanočástic jako nosiče vakcín a jak byly nanočástice využity při konstrukci mRNA vakcín proti SARS-CoV-2.</p> <p>FO_Výrobky s nanovláknennou membránou na ochranu dýchacích cest_02_02: můžete zdůvodnit, proč jsou masky s nanovláknennou membránou vhodnější pro záchyt virů než konvenční masky.</p> <p>FO_Fotokatalytické čištění vzduchu od mikroorganismů_02_03: můžete vysvětlit, jak nanotechnologické nátěry pracující na bázi fotokatalýzy čistí samy sebe a současně i okolní vzduch od organických nečistot včetně mikroorganismů</p>
<p>LO_ Budoucnost nanotechnologií v medicíně_03: poznáte základy aplikace senzorů využívající nanoelektroniku, přiblížíme vám fantastický svět nanorobotů v humánní medicíně a budoucí přínos nanotechnologií při opravách a zdokonalování lidských těl aplikace senzorů využívající nanoelektroniku, přiblížíme vám fantastický svět nanorobotů v humánní medicíně a budoucí přínos nanotechnologií při opravách a zdokonalování lidských těl.</p>	<p>FO_Senzory využívající nanoelektroniku_03_01: můžete posoudit přínosy sensorické nanoelektroniky v medicíně a poznat trendy její aplikace</p> <p>FO_Nanoroboti_03_02: můžete srovnat mikroroboty s nanoroboty a určit, jaký mají přínos a jak se dají ovládat</p> <p>FO_Oprava a vylepšování lidského těla_03_03: můžete posoudit, jak nanomedicína povede k prodloužení života a zda je přínosné posílit prostřednictvím nanotechnologií stávající lidské schopnosti.</p>

- **Nabývání znalostí - Hlavní směry využívání nanotechnologií v současné medicíně**

Cílená distribuce léčiv

Nanotechnologie poskytly lékařům možnost dodávat léky na konkrétní místo v těle pomocí nanočástic. Významně se tím šetří množství použitých léků a současně se tím snižují jejich vedlejší účinky. Lék se nejdříve zapouzdří, poté je dodán do cílové oblasti v těle a nakonec uvolněn. Nanočástice dobře prostupují buněčnou membránou. Ke spuštění léčby je třeba určitý signál, například působení magnetického pole, aktivace paprsky určité vlnové délky a podobně. Dodávání léků pomocí nanotechnologických řešení je v současnosti dominantním směrem nanotechnologií v medicíně.

Definice
Nanočástice Nanočástice jsou obvykle definovány jako částice hmoty o průměru mezi 1 a 100 nanometry. Vzhledem k tomu, že částice této velikosti dobře prostupují buněčnou membránou, vztahují se na ně přísná bezpečnostní opatření. Zatímco v mnoha oblastech může být prostupnost nanočástic buněčnou membránou nežádoucí, v medicíně můžeme tuto vlastnost úspěšně využít k léčebným postupům.

Příklad
Oxid křemičitý dokáže v rakovině buňce spustit katastrofickou produkci kyslíkových radikálů, která dotýčnou buňku zahubí. Tým vědce Dalton Tay z Nanyang Technological University, Singapore obalil nanočástice oxidu křemičitého o průměru 30 nanometrů L-fenylalaninem. To je jedna z esenciálních aminokyselin, které si lidské tělo nedokáže samo syntetizovat, ale nutně je potřebuje. Proto musíme fenylalanin přijímat v potravě, obvykle z masa nebo mléčných produktů. Fenylalanin potřebují i nádorové buňky. Proto jej ochotně přijímají. S fenylalaninem však vstřebají jako "Trojského koně" i nanočástice oxidu křemičitého. Nově vytvořené nanočástice oxidu křemičitého ověšené molekulami fenylalaninu cílí pouze na buňky nádoru a zároveň je není nutné aktivovat žádným vnějším podnětem. Zlikvidují kolem 80 procent buněk agresivních nádorů prsu, kůže a žaludku.

Diagnostika

Nanotechnologie přinášejí citlivé a extrémně přesné nástroje pro diagnostiku. Malá velikost nanočástic poskytuje vlastnosti, které mohou být velmi užitečné při zobrazování zejména v onkologii. Kvantové tečky, tedy nanočástice s vlastnostmi kvantového omezení, jako je velikost světla nastavitelná emise, při použití ve spojení se zobrazením magnetickou rezonancí, mohou vytvářet potřebné obrazy nádorů. Nanočástice svítí, když jsou vystaveny ultrafialovému světlu. Po injekci prosakují do rakovinových nádorů. Chirurg může vidět zářící nádor a toto zobrazení použije jako vodítko pro přesnější odstranění nádoru. Tyto nanočástice jsou mnohem jasnější než organická barviva a pro jejich vybudování je zapotřebí pouze jeden světelný zdroj. Použití fluorescenčních kvantových teček vytváří vyšší kontrastní obraz za nižší cenu, než mají organická barviva používaná

jako kontrastní média. V posledních letech vědci zjistili, že nanokrystaly mohou vědcům umožnit studovat buněčné procesy na úrovni jedné molekuly. To může významně zlepšit diagnostiku a léčbu rakoviny.

Definice

Kvantová tečka

Kvantová tečka – quantum dot je ohraničená oblast polovodiče o průměru kolem 30 nm a výšce 8 nm, schopná v důsledku nižší energie ve srovnání s energií vodivostního pásu okolního polovodiče vázat elektrony. Ty mohou nabývat pouze diskrétních hodnot energie, podobně, jako je tomu u atomu. Kvantové tečky se využívají ve speciálních součástkách, které jsou schopny pracovat s jednotlivými elektrony či fotony.

Příklad

Nanodiamanty jsou diamanty o velikosti kolem 5 nanometrů. Když se upraví, jejich vnitřní struktura, dají se použít pro odhalování chorob – včetně nádorových onemocnění. Fungují jako malé senzory, které jsme schopni umístit dovnitř buňky. Můžeme například měřit teplotu, kyselost nebo zjišťovat přítomnost některých důležitých chemických látek. Aby nanokrystaly uměly poskytovat informace o prostředí kolem sebe, musí se v jejich mřížce cíleně vytvořit porucha. Krystalovou mřížku takového nanodiamantu je možné si představit jako plato s vejci. Každé z vajec je jako jeden atom uhlíku, a pokud se podaří některý z těchto atomů vyrazit, optické vlastnosti celého materiálu se úplně změní. Neutrony rozstřílí jádro boru, to jádro boru se rozletí na jádra lithia a jádra helia. Tyto částice fungují jako ruka, která vytrhne z krystalové mřížky příslušný atom. Po další úpravě krystaly získají schopnost fluoreskovat. Proto mohou fungovat jako senzor. Díky tomu je lékaři mohou použít k odhalení nádorů. Důležité také je, že uhlík je prvek, který je součástí našich těl a není pro biologický organismus cizorodou látkou. Díky tomu mohou nanodiamanty nahradit jiné kontrastní látky a stát se jejich dokonalejší alternativou.

Tkáňové inženýrství

Nové nanovláčkové struktury umožňují lepší hojení ran v kůži a v kostech. Rány se hojí až o desítky procent rychleji než při dosud používaných metodách léčby, výplň v poškozených kostech získává odolnější strukturu, která je téměř shodná s původní kostí, a poškozená kůže vykazuje ve finále mnohem nižší zjizvení. Nanovláčkové vrstvy jsou svou povahou velice podobné mezibuněčné hmotě. Díky tomu se na nanovláčkových strukturách daří růst z nových buněk. Proto se stále rozšiřuje škála biokompatibilních a biodegradabilních látek, ze kterých se produkují nanovláčková pro medicínské účely. Nová generace nanovláčků se uplatní především při léčbě vývojových vad, komplikovaných tříštivých zlomenin, rozsáhlých popálenin a odřenin. Komplikované případy poškození kůže a kosti vykazují s použitím nových nanovláčkových struktur vedle lepšího zhojení také mnohem méně následných komplikací a nižší procento nezbytných reoperací. Dvousložková nanovláčková obsahující léčivé látky tak nejen zkvalitňují léčbu, ale výrazně přispívají i k zefektivnění léčebného procesu. Nanočástice, jako je grafen, uhlíkové nanotrubičky a další se používají jako výztužná činidla pro výrobu mechanicky

silných biologicky odbouratelných polymerních nanokompozitů pro aplikace kostní tkáně. Tyto nanokompozity se používají jako nový, mechanicky silný, lehký kompozit pro kostní implantáty.

Definice
Biokompatibilita Biokompatibilní materiál je takový, který nevyvolává v organismu žádnou negativní reakci.
Biodegradabilita Biodegradace označuje proces rozložení látky v přírodě za pomoci přirozených biologických procesů. Prakticky každý materiál je biodegradabilní, liší se ovšem doba, za kterou se látka v přirozeném prostředí rozloží. Nejvyšší nároky na rychlost rozložení je kladen při požadavku biodegradability materiálu v těle člověka.

Příklad
Tým chemiků vedených Samuelem Stuppem z Northwestern University v americkém Evanstonu vyvinul nanovlákná, které urychlují hojení. Základem jsou amfifilní peptidy (tj. peptidy, které mají jak hydrofilní, tak i lipofilní vlastnosti). Po injekci do organismu vytvářejí amfifilní peptidy dlouhá nanovlákná, jež se koncem upínají k poraněnému místu. Stupp vybavil amfifilní peptidy navíc sekvencí osmi aminokyselin, jež vážou heparin. Ten patří k extrémně „lepivým“ molekulám. Vážou se na něj i růstové faktory, jež mají na starosti obnovu a růst krevních kapilár v poraněném místě.

Nanočástice odolné vůči antibiotikům

Od vynálezu antibiotik rostou počty multirezistentních mikrobů. Proto se otevřel prostor pro nové technologie s použitím nanočástic stříbra, které dovedou bakterie spolehlivě ničit. Při ošetření nanostříbrem klesají počty bakterií v ranách o čtyři až pět řádů za 24 hodin, což s antibiotiky není vůbec dosažitelné. Cílem je, aby nanočástice stříbra splnily funkci hubitele mikroorganismů, ale nezůstávaly v těle pacienta. Při aplikaci na poranění by nanočástice stříbra měly být nedělitelně navázány na svůj nosič. Pokud bude nanostříbro koherentně navázáno například na polymer v nanovlákněch netkané textilie, splní svoji antibakteriální funkci a poté bude odstraněna spolu s nanovláknennou membránou. Nanovláknenná membrána v krytu rány je prodyšná pro molekuly vzduchu, nedostanou se přes ni ale mikroorganismy a další nežádoucí látky.

Definice

Koherence

Koherence (z lat. co-haereo, držím pohromadě) znamená soudržnost, ať už fyzickou nebo logickou. V této souvislosti koherentní znamená soudržný, dobře uspořádaný, nerozporný.

• **Ukotvení znalostí**

Shrnutí

Dospěli jste na konec jednotky na téma **Hlavní směry využívání nanotechnologií v současné medicíně**. Vzhledem k velkému množství nových poznatků vám předkládáme stručné opakování nejdůležitějších informací, které jste k tématu obdrželi:

Nanotechnologie poskytly lékařům možnost dodávat léky na konkrétní místo v těle pomocí nanočástic. Významně se tím šetří množství použitých léků a současně se tím snižují jejich vedlejší účinky. Nanočástice dobře prostupují buněčnou membránou. Ke spuštění léčby je třeba určitý signál, například působení magnetického pole, aktivace paprsky určité vlnové délky a podobně.

Nanotechnologie přinášejí citlivé a extrémně přesné nástroje pro diagnostiku. Malá velikost nanočástic poskytuje vlastnosti, které mohou být velmi užitečné při zobrazování zejména v onkologii. Kvantové tečky při použití ve spojení se zobrazením magnetickou rezonancí mohou vytvářet potřebné obrazy nádorů. Nanočástice svítí, když jsou vystaveny ultrafialovému světlu. Po injekci prosakují do rakovinových nádorů. Chirurg může vidět zářící nádor a toto zobrazení použije jako vodítko pro přesnější odstranění nádoru.

Nové nanovláknenné struktury umožňují lepší hojení ran v kůži a v kostech. Rány se hojí až o desítky procent rychleji než při dosud používaných metodách léčby, výplň v poškozených kostech získává odolnější strukturu, která je téměř shodná s původní kostí, a poškozená kůže vykazuje ve finále mnohem nižší zjizvení. Nanovláknenné vrstvy jsou svou povahou velice podobné mezibuněčné hmotě. Díky tomu se na nanovláknenných strukturách daří růst z nových buněk.

Od vynálezu antibiotik rostou počty multirezistentních mikrobů. Proto se otevřel prostor pro nové technologie s použitím nanočástic stříbra, které dovedou bakterie spolehlivě ničit. Při ošetření nanostříbrem klesají počty bakterií v ranách o čtyři až pět řádů za 24 hodin, což s antibiotiky není vůbec dosažitelné. Nanovláknenná membrána v krytu rány je prodyšná pro molekuly vzduchu, nedostanou se přes ni ale mikroorganismy a další nežádoucí látky.

Téma

Nabývání znalostí – Nanotechnologie a pandemie covid-19

Nanotechnologické řešení ve vývoji mRNA vakcín

Nanočástice je možné použít jako nosiče vakcín. Fungují jako ochrana vakcíny, která jim poskytuje čas ke spuštění silnější imunitní odezvy. Společnosti Pfizer/BioNTech a Moderna vyvinuly díky nanotechnologickému řešení první vakcíny založené na messengerové RNA (mRNA) proti viru SARS-CoV-2. Tato nová třída vakcín na bázi DNA a RNA dodává nanotechnologickým platformám genetickou sekvenci specifických virových proteinů do hostitelských buněk. Tradiční vakcíny místo toho spouštějí imunitní odpovědi po injekci celých virů, ať už jako oslabených živých virů, inaktivovaných virů nebo umělých virů, do těla. Pokud jde o jiné přístupy, terapie založené na mRNA mají několik výhod. Dodávka mRNA je bezpečnější než dodávka celého viru nebo DNA, protože mRNA není infekční a nelze ji integrovat do genomu hostitele. Pokud jde o jiné přístupy, terapie založené na mRNA mají několik výhod. Dodávka mRNA je bezpečnější než dodávka celého viru nebo DNA, protože mRNA není infekční a nelze ji integrovat do genomu hostitele; zatímco DNA potřebuje dosáhnout dekodovaného jádra, mRNA se zpracovává přímo v cytosolu; mRNA má krátký poločas, který může být regulován molekulárním designem; nakonec je imunogenní, což může představovat výhodu pro návrh vakcíny, ale jeho imunogenicitu lze modulovat technikami molekulárního inženýrství. Aby však byla mRNA bezpečně a účinně transportována in vivo, aniž by byla degradována v oběhu, a aby dosáhla cytosolu přes buněčnou plazmatickou membránu, potřebuje nosič. U mnoha terapeutik na bázi mRNA jsou nosiči volby lipidové nanočástice.

Definice

mRNA v lipidové nanočástici

Molekuly mRNA jsou v lidském organismu nestabilní a pokud jsou injektovány do těla přímo, byly by velmi rychle degradovány. K ochraně mRNA jsou využívány lipidy, které s mRNA vytvoří lipidové nanočástice. Po vpichu do těla lipidové nanočástice splynou s membránou buňky a uvolní mRNA do cytoplasmy.

Příklad

Úkolem vakcín je vycvičit imunitní systém k tomu, aby rozpoznal část viru zodpovědnou za vznik onemocnění. Očkovací látky tradičně obsahují buď oslabený virus, nebo jeho proteiny. mRNA vakcína namísto toho obsahuje ribonukleovou kyselinu, která kóduje virový protein. Po aplikaci vakcíny potom svalové buňky použijí injikovanou mRNA jako „předlohu“ či „matrici“ pro syntézu části spike proteinu viru SARS-CoV-2.

Produkty k ochraně dýchacích cest s nanovláknennou membránou

Od roku 2020 se ve vyšším množství využívají nanovláknenné membrány jako ochrana dýchacích cest ve zdravotnických rouškách a respirátorech. Použitý nanovláknenný materiál významně zvyšuje filtrační účinnost (záchyt) nanoroušek a nanorespirátorů zejména v oblasti nejmenších částic. Podstatná část konvenčních zdravotnických roušek a respirátorů využívá jako hlavní filtrační médium elektrostaticky nabitě mikrovláknenné struktury (meltblown, spunbond apod.). Elektrostatický náboj v těchto netkaných textilích výrazně pomáhá zachytit filtrované částice. Elektrostatika se ale v konvenčních zdravotnických rouškách vybíjí vlivem vlhkého dechu uživatele nebo vlivem běžné vzdušné vlhkosti v okolním prostředí. Stoprocentní vlhkost vytvořená dechem uživatele mezi jeho ústy a běžnou zdravotnickou rouškou nebo respirátorem snižuje filtrační účinnost konvenční zdravotnické roušky nebo respirátoru za dvě hodiny až o desítky procent. Nanoroušky a nanorespirátory se na filtrační záchyt pomocí elektrostaticky nabitých mikrovláken nespolehají. Jejich filtrační účinnost (záchyt) je díky tomu konstantní.

Definice

Nanovláknenná membrána

Nanovláknenná membrána je velmi jemná netkaná textilie z nanovláken. Střední průměr nanovláken je zpravidla v rozmezí 200 až 500 nanometrů. Průměrná velikost pórů mezi nanovláknem ve filtrační membráně nanoroušky bývá ve stovkách nanometrů a ve srovnání s průměrem vláken je až několikanásobně větší. Nanovláknenná vrstva se však skládá z velkého množství dílčích vrstev, a tak se největší póry překryjí další vrstvou. Výsledná efektivnost záchytu částic velikostně odpovídajících střední velikosti pórů v nanovláknenné vrstvě je díky tomu výrazně lepší, než odpovídá největším pórům v dílčí vrstvě. Důležitou roli hraje porozita nanovláknenné membrány. Póry mezi nanovláknem totiž tvoří 85 až 90 % objemu vytvořené membrány. Kombinace vysoké četnosti pórů a současně malé velikosti těchto pórů způsobuje výbornou prodyšnost nanovláknenného filtru a vysoký záchyt filtrovaných částic včetně virů a bakterií.

Fotokatalytické čištění vzduchu od mikroorganismů

Oxid titaničitý při fotokatalýze přeměňuje ultrafialovou složku světla do energie čistící vzduch od organických nečistot včetně toxických plynů, plísní, virů a bakterií. Rozkládá je na molekuly vody, oxidu uhličitého a neškodné minerální látky. V interiérech, kde je velká pravděpodobnost výskytu nakažených lidí, může fotokatalytické čištění vzduchu výrazně snížit množství virů a bakterií. Tím snižuje riziko nákazy lidí, kteří se v místnostech pohybují. Pro vyšší účinnost oxidu titaničitého je vhodné použít jej v jeho nanokrystalické podobě. Nanokrystaly oxidu titaničitého mají velkou reakční plochu a mohou díky tomu čistit větší množství vzduchu. Ultrafialová složka světla nabudí elektrony v nanokrystalcích oxidu titaničitého, který pak díky oxidaci rozkládá znečištění. Existují pojiva v samočisticích funkčních nátěrech, která nanokrystaly oxidu titaničitého dobře ukotví a současně je vytlačí na povrch nátěru. Tím zajistí, aby nátěr v co nejvyšší míře plnil čistící funkci.

Definice

Fotokatalýza

Fotokatalýza je proces chemického rozkladu látek za přítomnosti fotokatalyzátoru a světelného záření.

Využití fotokatalýzy se dělí na dvě základní oblasti:

Samočištění – díky fotokatalýze je povrch materiálu odolný proti rozvoji organických nečistot a dlouhodobě si tak udržuje původní vzhled a barvu

Čištění okolního média – znečištěného vzduchu či vody umožňuje potlačit některé nepříznivé důsledky lidské činnosti, např. znečištění ovzduší organickými nečistotami včetně mikroorganismů.

Pokud interiér neumožňuje aplikaci fotokatalytického nátěru s nanokrystalu oxidu titaničitého na zdi a stropy, je možné použít solitérní nanotechnologické čističky vzduchu pracující na stejném fotokatalytickém principu jako chytré nátěry. Vrtule vhání do tunelu s filtry s nanokrystalickým oxidem titaničitým a UV zářivkami znečištěný vzduch z místnosti a vyčištěný vypouští zpět do interiéru. Zatímco klasické HEPA filtry v průduších klimatizací zajišťují plnou účinnost zachytu jemného znečištění zpravidla jen první týdny po výměně filtrů, nanotechnologické filtry v průduších klimatizací garantují díky fotokatalytickým čističkám takovou účinnost po dobu mnoha let. Nepotřebují přitom žádnou údržbu, protože se čistí samy.

• **Ukotvení znalostí**

Shrnutí

Dospěli jste na konec jednotky na téma Nanotechnologie a pandemie covid-19. Vzhledem k velkému množství nových poznatků vám předkládáme stručné opakování nejdůležitějších informací, které jste k tématu obdrželi:

Nanočástice je možné použít jako nosiče vakcín. Fungují jako ochrana vakcíny, která jim poskytuje čas ke spuštění silnější imunitní odezvy. Aby byla mRNA bezpečně a účinně transportována in vivo, aniž by byla degradována v oběhu, a aby dosáhla cytosolu přes buněčnou plazmatickou membránu, potřebuje nosič. U mnoha terapeutik na bázi mRNA jsou nosiči volby lipidové nanočástice.

Nanovláknenná membrána významně zvyšuje filtrační účinnost nanoroušek a nanorespirátorů zejména v oblasti nejmenších částic. Podstatná část konvenčních zdravotnických roušek a respirátorů využívá jako hlavní filtrační médium elektrostaticky nabitě mikrovláknenné struktury. Nanoroušky a nanorespirátory se na filtrační záchyt pomocí elektrostaticky nabitých mikrovláken nespolehají. Jejich filtrační účinnost je díky tomu konstantní.

Oxid titaničitý při fotokatalýze přeměňuje ultrafialovou složku světla do energie čistící vzduch od organických nečistot včetně toxických plynů, plísní, virů a bakterií. V interiérech může fotokatalytické čištění vzduchu výrazně snížit množství virů a bakterií. Tím snižuje riziko nákazy lidí, kteří se v místnostech pohybují. Pro vyšší účinnost oxidu titaničitého je vhodné použít jej v jeho

nanokrystalické podobě. Nanokrystaly oxidu titaničitého mají velkou reakční plochu a mohou díky tomu čistit větší množství vzduchu.

Téma

- **Nabývání znalostí – Budoucí využití nanotechnologií v medicíně**

Senzory využívající nanoelektroniku

Díky nanotechnologiím, zejména nanoelektronice, se lékařský sektor brzy dočká hlubokých změn využíváním tradičních sil polovodičového průmyslu - miniaturizace a integrace. Zatímco konvenční elektronika již v biomedicíně našla mnoho aplikací - lékařské monitorování životních signálů, biofyzikální studie dráždivých tkání, implantovatelné elektrody pro stimulaci mozku, kardiostimulátory a stimulaci končetin - použití nanomateriálů přinese další tlak směrem k implantované elektronice v lidském těle.

Definice

Nanoelektronika

Nanoelektronika označuje použití nanotechnologií v elektronických součástkách. Tento pojem zahrnuje různá zařízení a materiály, jejichž společným znakem je, že jsou tak malé, že je třeba intenzivně studovat meziatomové interakce a kvantově mechanické vlastnosti. Mezi tyto kandidáty patří: hybridní molekulární/polovodičová elektronika, jednorozměrné nanotrubičky/nanovodiče (např. křemíkové nanovodiče nebo uhlíkové nanotrubičky) nebo pokročilá molekulární elektronika. Nanoelektronická zařízení mají kritické rozměry s o velikosti v rozsahu 1 nm až 100 nm.

Nanoroboti

Nanoroboti jsou tak malí, že miliarda miliard takových nanorobotů by vytvořila objekt velikosti zrnka soli. Dostanou se na místa, kam se nevejde žádná člověku známá technika. Mikroroboti mají velikost lidské buňky. A nanoroboti jsou ještě tisíckrát menší, o velikosti viru. Nanoroboti dokážou třeba podle rozdílné teploty diagnostikovat rakovinu žaludku. Nanoroboti se začínají využívat v hloubkovém čištění zubních kanálků. Významné je i využití magnetických nanorobotů při očních operacích. Přesně daným magnetickým polem, které robota pootočí, může oční lékař definovat mikrometrový postup. Nanoroboty pak fungují jako velice přesný mikro skalpel. Je tedy zřejmé, že při zákroku dokážou být mnohem přesnější a šetrnější než běžný skalpel.

Definice

Nanoroboti

Nanoroboti jsou dynamické systémy molekulárních strojů o velikosti řádově nanometrů, které svým chováním napodobují živé mikroorganismy – mají podobné vlastnosti. Na rozdíl od živých buněk do nich ovšem vědci mohou implementovat funkce, které potřebují, jako například schopnost rozkládat nebezpečné chemikálie, ve kterých by bakterie nepřežily.

V současnosti se už využívá mnoho postupů, jak aktivovat léčebný proces medikamentů obsažených v nanorobotech. Například při fotodynamické léčbě se do těla pacienta nejprve vpraví fotocitlivá látka, která se shromáždí na nádorovém tělese. Zvenku se pak postižená oblast nasvítí světlem specifické vlnové délky, která látku aktivuje. K navigaci nanorobotů se využívá magnetické pole, ultrazvuk, nebo světlo. Tedy fyzikální jevy, s nimiž se v medicíně běžně pracuje. Nanorobot čerpá k pohybu chemickou energii z prostředí, ve kterém působí, a po splnění mise se v těle rozpadne.

Nanoroboti mají mnohonásobně větší povrch, unesou mnohem víc léčivých látek nebo speciálních chemických nástrojů, které na ně můžeme navěsit. Zároveň je ale jejich vývoj mnohem složitější než u mikrorobotů, protože kvůli nanorozměrům je velmi silně ovlivňuje Brownův pohyb. Každý nanorobot je koncipovaný jinak. Představte si třeba dopravní prostředky. Máte na silnici auto, ale taky raketu do vzduchu a loď na vodu. Dopravní prostředky většinou mají motor, ale můžete mít i plachetnici nebo větroň. A podobně různorodé je to i s nanoroboty. Variant je v podstatě nekonečně moc.

Příklad

Ve Spojených státech už existují nanoroboti, které pacient spolkne a oni potom plavou žaludkem a hledají nádor a zachytí se na něm. Oproti laparoskopii, kdy lékaři pacientovi odeberou kus tkáně pro testy, je nanotechnologický postup o dost méně invazivní. Nanorobot je naprogramovaný k tomu, aby v žaludku rozpoznal nádor, který má jinou teplotu než ostatní tkáň. Nanorobot se pak nádoru chytí a drží se ho, ven ho lékaři vytáhnou magnetem. Získají vzorek nemocné tkáně, přitom ranka je minimální.

Opravy a vylepšení lidského těla

Budoucí pokrok v nanomedicíně povede k prodloužení života opravou mnoha procesů, o nichž se předpokládá, že jsou odpovědné za stárnutí. Nanočástice se také budou používat ke stimulaci vrozených mechanismů opravy těla. Hlavním zaměřením tohoto směru je umělá aktivace a kontrola dospělých kmenových buněk.

Definice

Transhuman

Transhuman nebo také trans-human je koncept přechodné formy mezi člověkem a postčlověkem. Jinými slovy, transčlověk je bytost, která se ve většině ohledů podobá člověku, má ovšem schopnosti a síly přesahující schopnosti běžných lidí. Mezi tyto schopnosti mohou náležet zvýšená inteligence, vědomí, síla nebo odolnost.

Nové nanovláknenné struktury umožňují lepší hojení ran v kůži a v kostech. Rány se hojí až o desítky procent rychleji než při dosud používaných metodách léčby, výplň v poškozených kostech získává odolnější strukturu, která je téměř shodná s původní kostí, a poškozená kůže vykazuje ve finále mnohem nižší zjizvení. Nanovláknenné vrstvy jsou svou povahou velice podobné mezibuněčné hmotě. Díky tomu se na nanovláknenných strukturách daří růst z nových buněk. Proto se stále rozšiřuje škála biokompatibilních a biodegradabilní látek, ze kterých se produkují nanovláknna pro medicínské účely. Nová generace nanovláken se uplatní především při léčbě vývojových vad, komplikovaných tříštivých zlomenin, rozsáhlých popálenin a odřenin. Komplikované případy poškození kůže a kosti vykazují s použitím nových nanovláknenných struktur vedle lepšího zhojení také mnohem méně následných komplikací a nižší procento nezbytných reoperací. Dvousložková nanovláknna obsahující léčivé látky tak nejen zkvalitňují léčbu, ale výrazně přispívají i k zefektivnění léčebného procesu. Nebudou stačit nanovláknenná lešení pro vytváření nových lidských tkání a orgánů, nahradí je přesný nano 3D tisk.

Dalším přístup k opravám a vylepšování lidského těla představuje tzv. nanochirurgie. Zatímco lékařské aplikace nanochirurgie by mohly být považovány za pouhé pokročilé techniky obnovy a udržování lidského zdraví, zcela možným scénářem by mohlo být vytvoření nadlidských schopností (tzv. Transhumans). Problémy jdou nad rámec toho, o čem se již diskutuje v kontextu genové terapie, protože budoucí chirurgické postupy by mohly zahrnovat implantaci senzorů a čipů v nanoměřítku, které by posílily stávající lidské schopnosti.

Příklad

Vědci už dokázali pomocí implantovaných nanosenzorů rozšířit vidění myši i do infračerveného spektra. Je tedy otázka času, kdy by i lidé mohli lépe vidět za tmy. Čeká nás ale nejdřív diskuse, zda je etické vylepšovat lidská těla o vlastnosti, které lidé od přírody neměli.

• **Ukotvení znalostí**

Shrnutí

Dospěli jste na konec jednotky na téma Budoucí využití nanotechnologií v medicíně. Vzhledem k velkému množství nových poznatků vám předkládáme stručné opakování nejdůležitějších informací, které jste k tématu obdrželi:

Díky nanoelektronice se lékařský sektor brzy dočká hlubokých změn využíváním tradičních sil polovodičového průmyslu - miniaturizace a integrace. Nanosenzory umožní lepší sledování lidského zdraví a včasnou detekci řady nemocí.

Nanoroboti se dostanou na místa, kam se nevejde žádná člověku známá technika. Dokážou třeba podle rozdílné teploty diagnostikovat rakovinu žaludku. Nanoroboti se začínají využívat v hloubkovém čištění zubních kanálků. Významné je i využití magnetických nanorobotů při očních operacích. Výsledkem jejich použití je méně invazivní léčba, která často eliminuje potřebu chirurgického zásahu, a tedy i anestezie.

V současnosti se už využívá mnoho postupů, jak aktivovat léčebný proces medikamentů obsažených v nanorobotech. K navigaci nanorobotů se využívá magnetické pole, ultrazvuk, nebo světlo. Nanorobot čerpá k pohybu chemickou energii z prostředí, ve kterém působí, a po splnění mise se v těle rozpadne.

Nanoroboti mají mnohonásobně větší povrch, unesou mnohem víc léčivých látek nebo speciálních chemických nástrojů, které na ně můžeme navěsit.

Budoucí pokrok v nanomedicíně povede k prodloužení života opravou mnoha procesů, o nichž se předpokládá, že jsou odpovědné za stárnutí. Nanočástice se také budou používat ke stimulaci vrozených mechanismů opravy těla.

Nové nanovláknenné struktury umožňují lepší hojení ran v kůži a v kostech. Rány se hojí až o desítky procent rychleji než při dosud používaných metodách léčby, výplň v poškozených kostech získává odolnější strukturu, která je téměř shodná s původní kostí, a poškozená kůže vykazuje ve finále mnohem nižší zjizvení.