

UVOD U NANOZNANOST

Nanotehnologija u medicini

Izborni seminar

Studenti: Ena Džanko (0036509339), Kristijan Čeple (0036508742)

SADRŽAJ

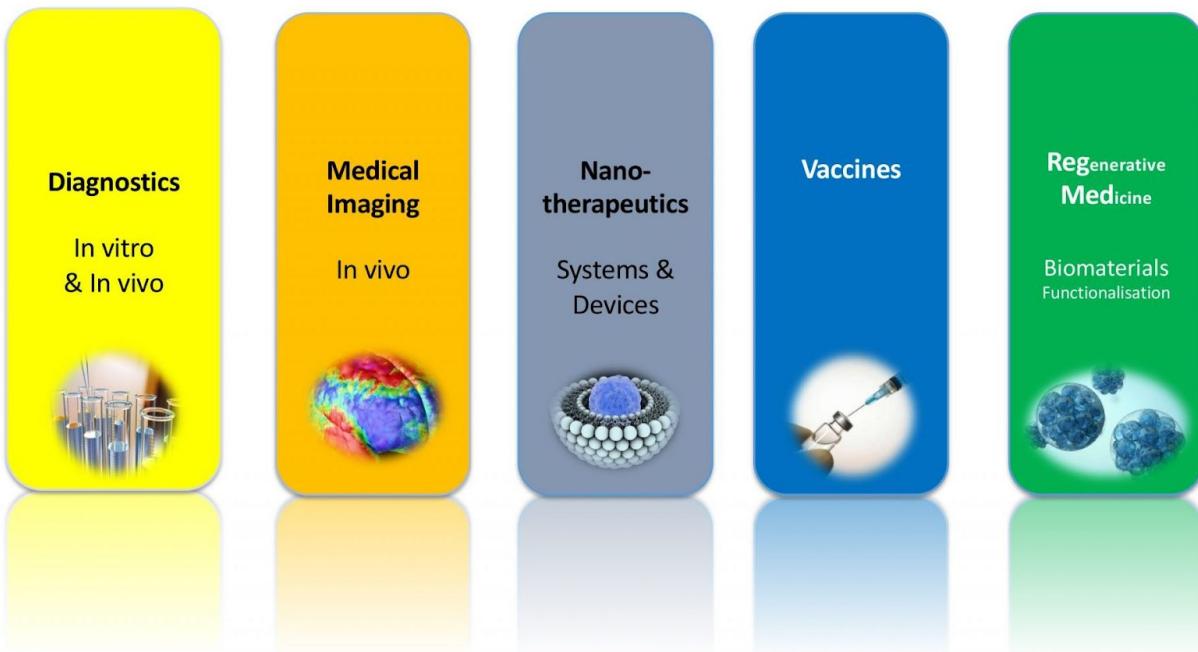
1. Uvod	3
2. Povijest	4
3. Mehanizmi djelovanja	5
3.1. DNA manipulacija	6
3.2. Nanoboti i nanozvijezde	6
3.3. Nanotvornice koje stvaraju lijekove In Situ	8
3.4. Nanovlakna	9
4. Farmaceutska industrija - isporuka lijekova	10
5. Medicinska dijagnostika	12
5.1. In vitro	12
5.2. In vivo	13
5.3. Oslikavanje	13
6. Tkivno inžinerstvo	14
7. Medicinski uređaji	16
8. Zaključak	18
9. Literatura	19

1. Uvod

Medicinska primjena nanotehnologije, poznata pod nazivom nanomedicina, polazi od primjene nanomaterijala s ciljem ostvarivanja vrijednih istraživačkih alata i klinički korisnih uređaja, kao i unapređenje metodologije liječenja.

Nanomedicina je relativno novo područje tehnologije i znanosti i koristi se kao termin u potpodručjima medicine za dijagnostiku, terapiju ili liječenje. Možemo reći da je područje nanomedicine zapravo tehnologija diagnosticiranja, liječenja i prevencije bolesti, te očuvanja zdravlja primjenom molekularnih alata i molekularnog znanja o ljudskom tijelu. Ona podrazumijeva razumijevanje i kontrolu materije u dimenzijama između 1 i 100nm, gdje se javljaju fenomeni koji pružaju nove primjene.

Glavne primjene nanotehnologije u medicini, koje ćemo obraditi u nastavku rada su: isporuka lijekova, dijagnostika i oslikavanje, te medicinski uređaji.



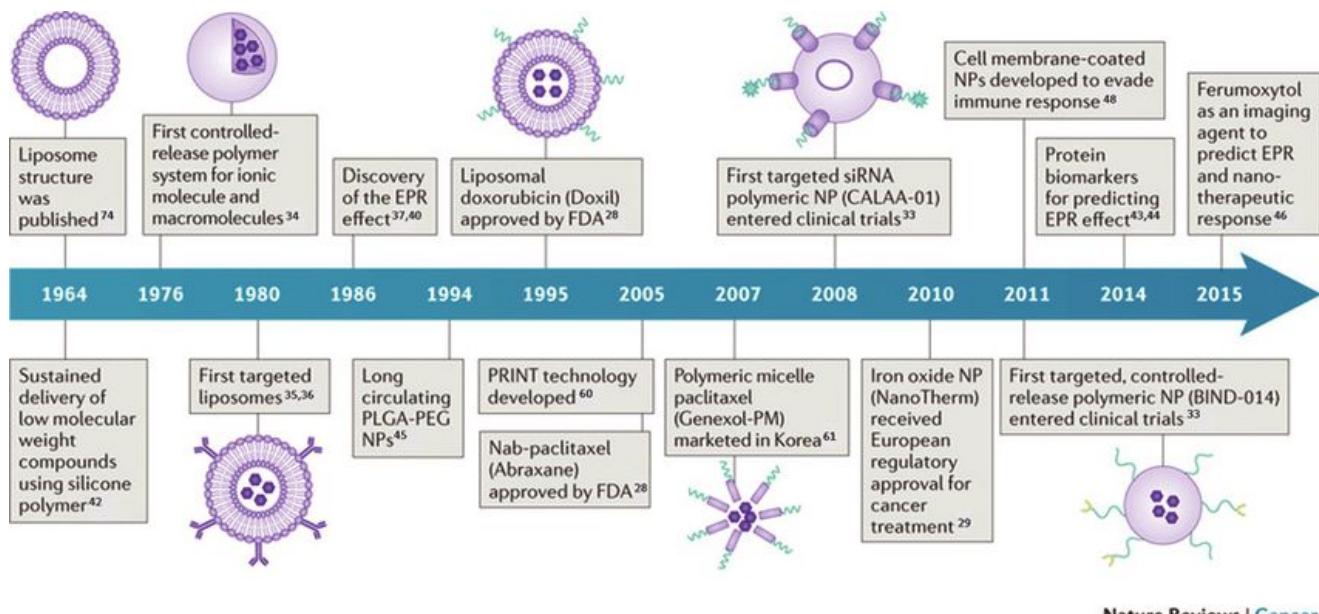
2. Povijest

Prve naznake razvoja medicine bile su 1960-ih u Zürichu, ali tek značajan tehnološki i industrijski razvoj se desio prije nekoliko desetaka godina, kada je obilježen velikim inicijativama. Početkom 2000-ih optimizam koji je donosila nanomedicina potaknuo je vladine organizacije na strateške preglede trenutnog stanja i potencijalno financiranje, pa je primjerice Europska zaklada za znanost 2003. godine pokrenula svoj "Naprijed pogled na nanomedicinu".

Te iste godine je vlada Ujedinjenog Kraljevstva naručila provođenje neovisne studije vjerojatnognog razvoja da nanotehnologija pokrene nova etička, zdravstvena i sigurnosna pitanja koja nisu bila obuhvaćena tadašnjom regulativom. Konačno izvješće je objavljeno 2004. s 21 preporukom za siguran i odgovoran razvoj nanotehnologije. Istodobno je pokrenuta Europska tehnološka platforma za nanomedicinu koja se sastojala od 40 stručnjaka iz industrije, istraživačkih centara i akademskih krugova. 2007. je osnovana Europska zaklada za kliničku nanomedicinu u Baselu, Švicarskoj.

S druge strane, Nacionalni zavodi za zdravlje (NIH) objavili su svoj prvi putokaz o nanomedicini 2004. i uspostavili su nacionalnu mrežu od 8 centara za razvoj nanomedicine. Cilj programa Nanomedicine Zajedničkog fonda, kao dijela Nacionalnih zdravstvenih zavoda Nanomedicine Roadmap, je utvrditi kako stanični strojevi djeluju na nanorazmijernoj razini, a zatim koristiti ove principe dizajna za razvoj i inženjerstvo novih tehnologija i uređaja za popravak tkiva ili prevenciju i liječenje bolesti.

Godine 2004. Nacionalni institut za rak (NCI), kao dio NIH-a, pokrenuo je Plan nanotehnologije raka, stratešku inicijativu za transformiranje kliničke onkologije i osnovnih istraživanja kroz usmjerenu primjenu nanotehnologije.



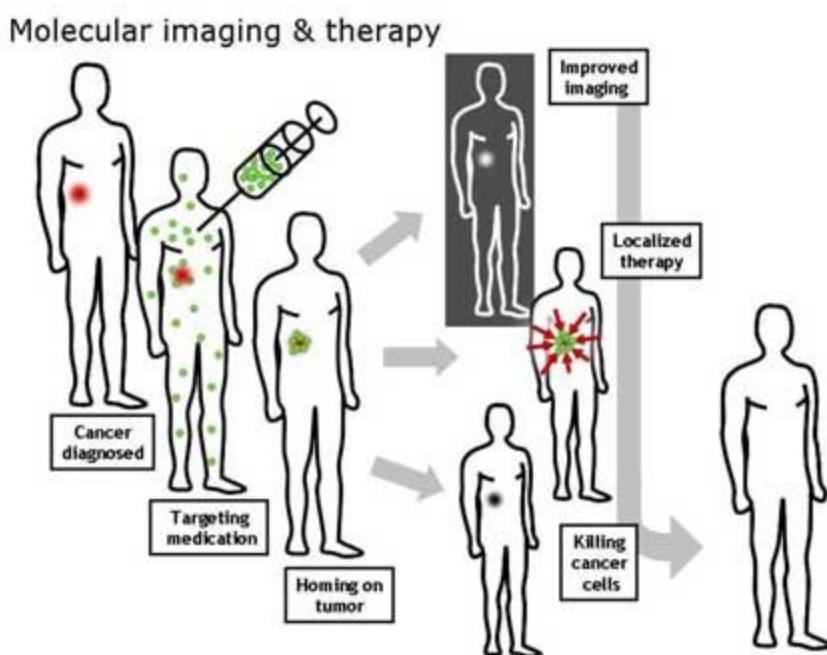
3. Mehанизmi djelovanja

Primjene nanotehnologije u medicini su razne i širokog spektra mogućnosti, te baš zbog toga predstavljaju uzbudljivo novo interdisciplinarno područje znanosti i inženjerstva. Dok su mnoge metode i tehnologije tek u procesu razvoja i istraživanja, ipak ima dobro koncipiranih i uhodanih metoda.

Nanotehnologija u medicini se npr. bazira na nanočesticama ili nanorobotima koji rade na razini stanica - ponekad se ovo naziva nanomedicinom.

U odlomcima ispod su detaljno opisani neki od načina tretmana i tehnologija korištenja. Neki načini korištenja nanotehnologije u medicini su:

- DNA manipulacija
- Nanoboti i nanozvijezde
- Nanotvornice koje rade In Situ lijekove
- Nanovlakna
- Itd...



3.1. DNA manipulacija

Temelji se na manipulaciji pojedinih gena ili molekularnih puteva (koji onda utječu na ekspresiju gena). Ovo bi omogućilo prilagođavanje tretmana genomu pojedinih pacijenata, te time doprinjelo povećanju efikasnosti tretmana, kao i smanjenju mogućih nuspojava.

Ovo je još eksperimentalna metoda koja je u razvoju. Kao primjer znanstvenici Australijskog Nacionalnog Sveučilišta su uspjeli na krajeve struka modificirane DNA nalijepiti premažana zrnca lateksa. Potom su koristeći "optičku zamku" pomoću fokusiranih zraka svjetlosti upravljali tim zrncima lateksa, te rastegnuli DNA. To je omogućilo veći uvid u njenu strukturu - specifično u njihovom slučaju, proučavali su interakcije određenih vezujućih proteina.

3.2. Nanoboti i nanozvijezde

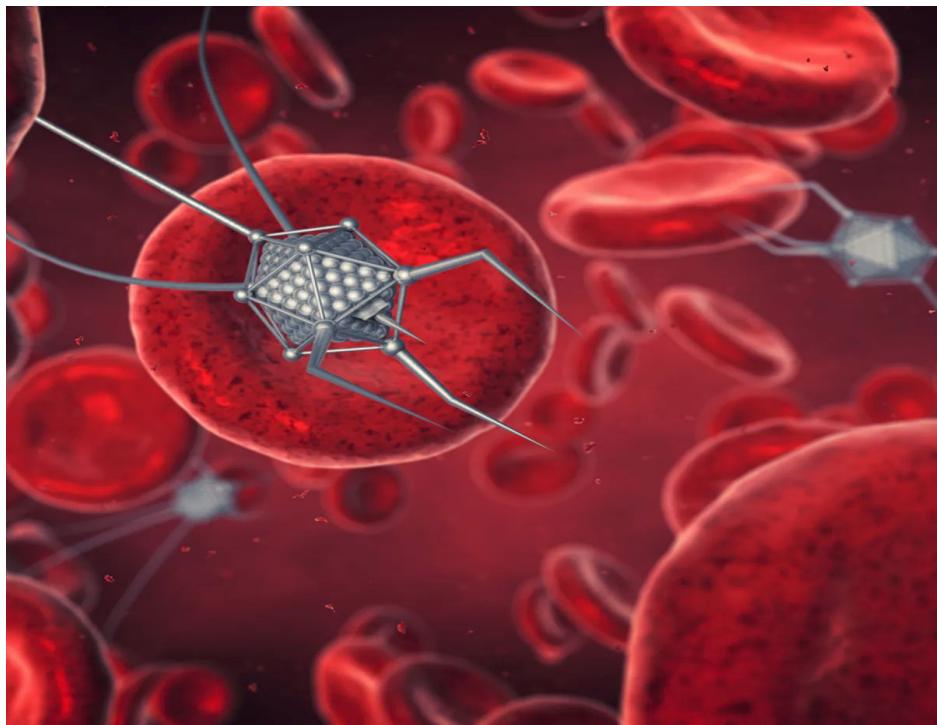
Ideja nanobotova je omogućiti da mali roboti mogu vršiti različite modifikacije na molekularnom nivou - tipa pomicanje, kemijska modifikacija, uništenje, praćenje puta.

Kemičari na New York University(NYU) su 2004. uspjeli stvoriti nanorobota od DNA fragmenata koji je mogao hodati pomoću 2 noge(dugačke 10nm!). Za stvaranje ovakvih nanorobota potrebno je poznavati low-level molekularnu građu i svojstva na nanoskali. Jedan od istraživača, Ned Seeman, ima optimistične poglede na razvoj i primjenu nanorobota. Nada se mogućnosti ostvarenja molekularnih pokretnih traka, a njegovi kolege traže i alternativne načine manipulacije materije na nanoskali pomoću biočip računala. Za istraživanje ovih biočip računala potrebno je znanje i primjena DNA nanotehnologije.

Ono što Seeman i njegovi kolege zapravo rade je biomimetika - pomoću nanotehnologije oponašaju naturalne biološke procese te ih pokušavaju poboljšati i iskoristiti u neke nove korisne svrhe.

Primjer nanorobota koji se koriste za uništavanje stanica su DNA-bazirani nanoroboti u borbi protiv raka. Primjer ovoga pothvata je istraživački team s Harvard Medical School koji su napravili origami nanobota koji nosi molekule s instrukcijama za druge stanice. Istraživački team je to iskoristio kako bi prenijeli molekule s instrukcijama koje uzrokuju uništenje stanica - ciljali su stanice zahvaćene leukemijom i limfomom.

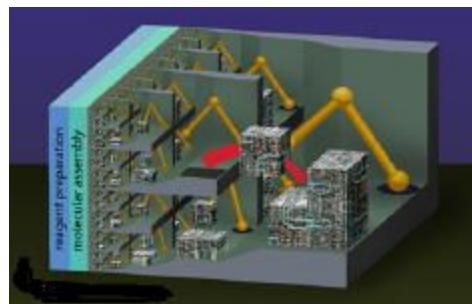
Osim nanobotova složenih od DNA fragmenata, u razvoju su i nanobotovi napravljeni od drugih materijala. Kao primjer - znanstvenici s Northwestern University koriste zlato kako bi napravili nanobotove oblika zvijezde. Razlog njihova neobična oblika je lakša i preciznija injekcija molekula lijeka koje uništavaju stanice raka. Karakterističan oblik zvijezde omogućava koncentraciju svjetlosnih pulseva tako da se lijek otpusti točno u točkama zvijezde.



Znanstvenici i istraživači su uspjeli molekule lijeka injektirati direktno u jezgre stanica tumora/raka. Iznose da nanozvijezde s lijekom privlače previše ekspresirani proteini na površini ljudskih stanica vrata maternice i jajnika s tumorom/rakom, te zatim u te stanice nanozvijezde depoziraju lijek direktno u jezgru te se stanice tumora na taj način uništavaju.

3.3. Nanotvornice koje stvaraju lijekove In Situ

Istraživači dolaze do saznanja da su lijekovi bazirani na proteinima veoma efektivni zbog toga što mogu biti programirani da dostave točno određene signale stanicama. Nažalost, problem s ovim pristupom je u tome što tijelo razgradi većinu lijeka prije nego što stigne do stanica.



Upravo zbog toga doskočeno je ovoj novoj ideji - nanotvornice koje bi stvarale lijekove direktno na mjestu gdje ih treba primjeniti - tj. In Situ. Istraživači sa MIT-a(Massachusetts Institute of Technology) su demonstrirali da bi ta ideja mogla biti i ostvariva - demonstriraju izvedivost samo-slažućih nanotvornica koje na zahtjev mogu stvarati proteinske spojeve direktno in situ. To su isprobali i demonstrirali na miševima - stvarajući nanočestice(nanotvornice) programirane da produciraju protein zelene fluorescencije(GFP = Green Fluorescent Protein) ili luciferazu kada bi bile izložene UV svjetlu.

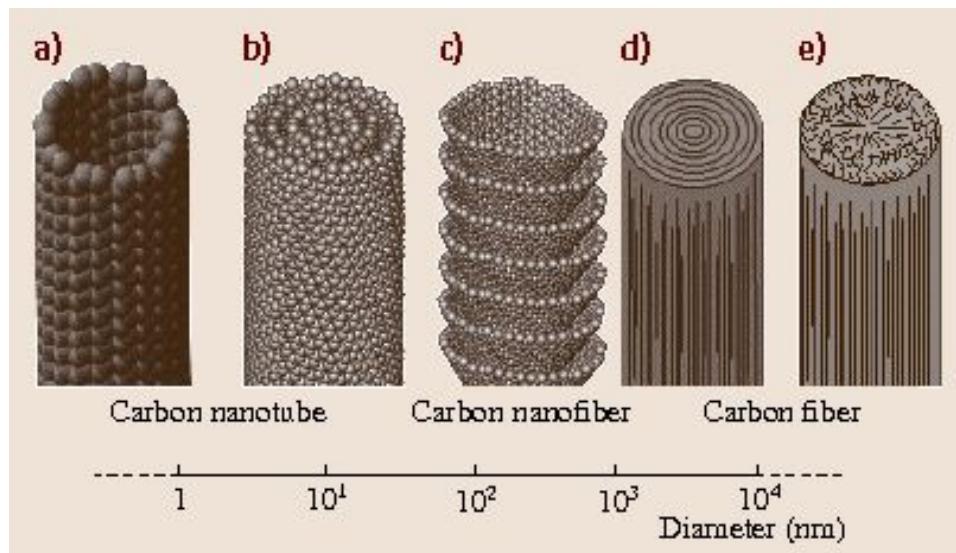
Gore navedeni istraživači ovoj ideji su doskočili pokušavajući naći način liječenja metastazirajućih tumora. Metastazirajući tumori su tumori koji nastanu iz stanica tumora koje migriraju sa mesta originalnog tumora u druge dijelove tijela, i tamo tvore druge tumore. Upravo ovakvi, teški oblici tumora koji metastaziraju, uzrokuju preko 90% smrti povezanih s tumorima. Trenutno istraživači rade na nanočesticama koje bi sintetizirale spojeve protiv tumora, te isto tako rade na drugim načinima primjene, dostavljanja ili prikrivanja/paljenja lijekova u borbi protiv tumora. Pošto se radi o molekularnim manipulacijama, sigurno će nanočestice, nanoskala, te posljedično i nanotehnologija, igrati veliku ulogu u borbi protiv tumora/raka.

3.4. Nanovlakna

Nanovlakna referiraju na vlakna s dijametrom manjim od 1000 nm. U medicini njihova primjena je kao specijalan materijal za previjanje rana i kirurški tekstil, te materijal korišten u implantima, tkivnom inženjerstvu i komponentama umjetnih organa.

Ugljična nanovlakna također pokazuju veliki potencijal u medicinskom snimanju i alatima za precizna mjerjenja u znanosti, no istovremeno i imaju velikih nedostataka - među kojima je jedna od glavnih prepreka kako konzistentno proizvoditi nanovlakna točnih dimenzija. Do sada to je bio dugotrajan i skupocjen postupak.

Upravo zbog toga se razvijaju metode koje bi omogućile efikasnu i laganu proizvodnju nanovlakana. Tako su istraživači s North Carolina State University otkrili novi način dobivanja ugljikovih vlakana specifičnih dimenzija(uniformni dijametar) pomoću niklovin nanočestica premazanih ljskom liganada - malih organskih molekula s funkcionalnim dijelovima koji se direktno vežu s metalima. Dakle, nanočestice nikla se koriste za proizvodnju ugljikovih nanovlakana - na visokim temperaturama pomažu u rastu/proizvodnji ugljikovih nanovlakana, te



pritom omogućuju i definiranje mesta rasta nanovlakana → otvaranje mogućnosti manipuliranja rasta nanovlakana u određene uzorke što je važno za nanomaterijale.

Osim ugljika, za nanovlakna koristi se npr. i olovo. Tako je istraživač Matthew MacEwan utemeljio i vlastitu firmu u nastojanju da inovira kirurške mrežice koristeći nanotehnologiju. Radi se o sintetskom polimeru sastavljenom od pojedinačnih strandova nanovlakana koji se koristi za popravak/tretiranje ozljeda mozga i leđne moždine, s time da istraživač Matthew MacEwan misli da bi se mogao koristiti i za hernije, fistule i ostale ozljede.

Grupa istraživača u Polytechnic Institute of New York University(NYU-Poly) su otkrili način izrade nanovlakana od proteina, te dalnjim eksperimentiranjem otkrili kako je moguće kontrolirati formaciju vlakana, oblik te način vezanja s malim molekulama. Istraživači vide veliki potencijal primjene i daljnji razvoj njihovih novih otkrića za bolju i efikasniju isporuku lijekova u tretiranju rakova, poremećaja srca, Alzheimerove bolesti, kao i za regeneraciju ljudskog tkiva, kosti, hrskavice, a čak vide i potencijal za razvoj manjih i efikasnijih mikroprocesora.

4. Farmaceutska industrija - isporuka lijekova

Nanotehnologija je pružila mogućnost isporuke lijekova u određene stанице pomoću nanočestica. Time se ukupna potrošnja lijeka i nuspojave mogu značajno smanjiti oslobađanjem aktivnog sredstva samo u određeno područje uz istodobno smanjenje potrošnje i troškova liječenja. Dostava lijeka usredotočena je na maksimizaciju bioraspoloživosti na određenim mjestima u tijelu i tijekom određenog vremenskog razdoblja.

Prednost korištenja nanoskale za medicinske tehnologije je ta što su manji uređaji manje invazivni i mogu se lakše ugrađivati u tijelo, a vrijeme biokemijske reakcije je puno kraće. Ti su uređaji u odnosu na uobičajenu isporuku lijekova brži i osjetljiviji. Učinkovitost isporuke lijeka putem nanomedicine uglavnom se temelji na:

- a) učinkovitoj enkapsulaciji lijekova
- b) uspješnoj isporuci lijeka u ciljano područje tijela
- c) uspješnom oslobađanju lijeka.

Sustavi za isporuku lijeka su većinom nanočestice na bazi lipida ili polimera. Ove čestice su dizajnirane da izbjegnu tjelesne obrambene mehanizme, a osim toga imaju i korisna svojstva koja se mogu koristiti za poboljšanje isporuke lijekova. Razvijaju se složeni mehanizmi za isporuku lijekova, uključujući sposobnost prenošenja lijekova kroz stanične membrane i u staničnu citoplazmu. Lijekovi umetnuti u tijelo aktiviraju se tek kad najdu na određeni signal. Primjerice, lijek slabe topljivosti zamijenit će sustav za isporuku lijeka u kojem postoje i hidrofilno i hidrofobno okruženje, poboljšavajući topljivost. Sustavi za isporuku lijekova također mogu spriječiti oštećenje tkiva reguliranim oslobađanjem lijeka, smanjiti stope čišćenja lijeka, ili smanjiti volumen raspodjele i smanjiti učinak na neciljano tkivo. Nanočestice se također istražuju zbog njihovog potencijala da smanje rezistenciju na antibiotike.

Međutim, biodistribucija tih nanočestica još uvijek nije savršena zbog složenih reakcija domaćina na nanomaterijale i poteškoća u ciljanju određenih organa u tijelu. Iako napredak

istraživanja dokazuje da nanočestice mogu povećati ciljanje i distribuciju, opasnosti od nanotoksičnosti postaju važan sljedeći korak u dalnjem razumijevanju njihove medicinske upotrebe. Toksičnost nanočestica varira, ovisno o veličini, obliku i materijalu. Ovi čimbenici također utječu na nakupljanje i oštećenje organa. Nanočestice su dugotrajne, ali to uzrokuje njihovo zadržavanje u organima, posebno jetri i slezeni, jer se ne mogu razgraditi ili izlučiti. Primijećeno je da ova nakupina nerazgradivog materijala uzrokuje oštećenje i upalu organa kod miševa.

Nanočestice (nosači lijekova) imaju visok omjer površine i volumena, što omogućava pričvršćivanje funkcionalnih skupina za terapiju na nanočesticu, koja može pronaći i vezati se za određene tumorske stanice. Uz to, mala veličina nanočestica (5 do 100 nm) omogućava im da se akumuliraju na mjestu tumora zbog pojačane propusnosti kapilara krvi i smanjene limfne drenaže. Ograničenja tipične kemoterapije koja se mogu zaobići s nanočesticama uključuju rezistenciju na lijekove, nedostatak selektivnosti i nedostatak topljivosti.

Primjeri lijekova zasnovanih na nanotehnologiji

Komercijalno dostupni lijekovi koji se temelje na nanotehnologiji su primjerice:

- Abraxane za liječenje raka dojke, raka pluća i raka gušterače
- Doxil za liječenje AIDS-a i raka jajnika
- Onivyde za liječenje raka gušterače
- Rapamune za sprječavanje odbacivanja organa nakon transplantacije

5. Medicinska dijagnostika

5.1. In vitro

In vitro dijagnoza za medicinske primjene uobičajeno je bila naporan zadatak - uzorci krvi i drugih tjelesnih tekućina slali su se u laboratorij na analizu koja bi mogla potrajati satima, danima ili čak tjednima, ovisno o korištenoj tehnički. Mnogi nedostaci uključuju pogoršanje uzorka, troškove, dugotrajno čekanje (čak i za hitne slučajeve), netočni rezultati za male količine uzorka, poteškoće u integraciji parametara dobivenih širokim spektrom metoda i lošu standardizaciju prikupljanja uzorka.

Minijaturizacija, paralelizacija i integracija različitih funkcija na jednom uređaju su dovele do razvoja nove generacije uređaja koji su manji, brži i jeftiniji, ne zahtijevaju posebne vještine i pružaju točna očitanja. Ovi analitički uređaji zahtijevaju mnogo manje uzorka i daju potpunije i preciznije biološke podatke iz jednog mjerjenja.

Zahtjev za manjim uzorcima također znači manje invazivne i manje traumatične metode ekstrakcije. Dijagnostički alat in vitro može biti pojedinačni biosenzor ili integrirani uređaj koji sadrži mnogo biosenzora. Biosenzor je senzor koji sadrži biološki element, poput enzima, sposoban prepoznati i 'signalizirati' kroz neke biokemijske promjene prisutnost, aktivnost ili

koncentraciju određenih bioloških molekula u otopini. Ključni atributi biosenzora su njihova specifičnost i osjetljivost.

Tehnike izvedene iz elektroničke industrije omogućile su minijaturizaciju biosenzora, omogućujući manje uzorce i visoko integrirane nizove senzora, koji paralelno uzimaju različita mjerena iz jednog uzorka. Veća specifičnost smanjuje invazivnost dijagnostičkih alata i istovremeno značajno povećava njihovu učinkovitost u pružanju bioloških informacija kao što su fenotipi, genotipovi ili proteomi.

Neki uređaji za dijagnostiku razvijeni su za mjerjenje dijelova genoma ili proteoma pomoću fragmenata DNK ili antitijela kao osjetnih elemenata i tako se nazivaju genski ili proteinski čipovi. 'Stanice na čipu' koriste stanice kao svoje osjetne elemente, koje se u mnogim slučajevima koriste za pregled patogena ili toksikologije. Integrirani uređaji mogu se koristiti u ranoj dijagnozi bolesti i za praćenje napretka terapije.

5.2. In vivo

In vivo dijagnostika općenito se odnosi na tehnike snimanja, ali također obuhvaća i uređaje za implantaciju. Nanooslikavanje uključuje nekoliko pristupa koji koriste tehnike za proučavanje in vivo molekularnih događaja i manipulacije molekulama. Tehnike snimanja pokrivaju naprednu optičku sliku i spektroskopiju, nuklearno snimanje radioaktivnim tragovima, magnetsku rezonancu, ultrazvuk, optičko i rendgensko snimanje, a sve ovisi o identificiranju tragača ili kontrastnih sredstava koja su unesena u tijelo za obilježavanje mjesta bolesti.

Cilj istraživanja in vivo dijagnostike je stvoriti vrlo osjetljiva, vrlo pouzdana sredstva za otkrivanje koja također mogu pružiti nadzor terapije. Ovo je koncept "pronađi, bori se i slijedi" rane dijagnoze, terapije i kontrole terapije. Ovom strategijom prvo se može snimiti tkivo od interesa pomoću ciljanih kontrastnih nanostruktura. Tada se u kombinaciji s farmakološki aktivnim sredstvom može primijeniti ista strategija ciljanja za primjenu terapije. Napokon, praćenje učinaka liječenja moguće je sekvencijalnim snimanjem.

5.3. Oslikavanje

Medicinska slika napredovala je od marginalne uloge u zdravstvu i postala ključni dijagnostički alat tijekom posljednjih 25 godina. Molekularno oslikavanje i terapija vođena slikom sada su osnovni alat za praćenje bolesti i u razvoju primjene nanomedicine in vivo. Izvorno, tehnike snimanja mogle su otkriti promjene u izgledu tkiva tek kad su simptomi bili relativno napredni. Kasnije su uvedena kontrastna sredstva kako bi se lakše identificiralo i utvrdilo mjesto bolesti.

Danas se primjenom nanotehnologije i alata za slikanje bolesti otkrivaju u ranijim fazama. Ciljano molekularno oslikavanje važno je za širok spektar dijagnostičkih svrha, poput identifikacije mjesta upale, lokalizacije i stadiranja tumora, vizualizacije krvožilnih struktura ili specifičnih bolesti i ispitivanje anatomije. Također je važno za istraživanje kontroliranog otpuštanja lijekova, za procjenu raspodjele lijekova i za rano otkrivanje neočekivanih i

potencijalno opasnih nakupina lijekova. Konvergencija nanotehnologije i medicinske slike otvara vrata revoluciji u molekularnoj slici (koja se naziva i nano-slika) u doglednoj budućnosti, što će dovesti do otkrivanja jedne molekule ili jedne stanice u složenom biološkom okruženju.

Trenutne metode snimanja mogu lako otkriti karcinom tek nakon što su prouzročile vidljivu promjenu na tkivu, do kada će tisuće stanica se razmnožiti i možda metastazirati. Pa čak i kad je vidljiv, priroda tumora - zločudna ili dobroćudna - i osobine zbog kojih može reagirati na određeni tretman moraju se procijeniti biopsijama.

Nanotehnologija će omogućiti vizualizaciju molekularnih markera koji identificiraju određene faze i vrste karcinoma, omogućujući liječnicima da vide stanice i molekule neotkrivene kroz konvencionalno medicinsko oslikavanje.

6. Tkivno inžinjerstvo

Nanotehnologija se može koristiti kao dio tkivnog inženjeringu kako bi pomogla u reprodukciji, popravcima ili preoblikovanju oštećenog tkiva pomoću prikladnih čimbenika rasta na bazi nanomaterijala. Inženjerstvo tkiva može zamijeniti konvencionalne tretmane poput transplantacije organa ili umjetnih implantata. Nanočestice poput grafena, ugljikovih nanocijevi, molibden disulfida i volfram disulfida koriste se kao ojačavajući agensi za proizvodnju mehaničkih biorazgradivih polimernih nanokompozita za primjene u koštanom tkivu. Dodavanje tih nanočestica u polimernu matricu pri niskim koncentracijama dovodi do značajnih poboljšanja mehaničkih svojstava tlaka i savijanja polimernih nanokompozita. Potencijalno, ovi nanokompoziti mogu se koristiti kao novi, mehanički čvrsti, lagani kompozit za koštane implantate.

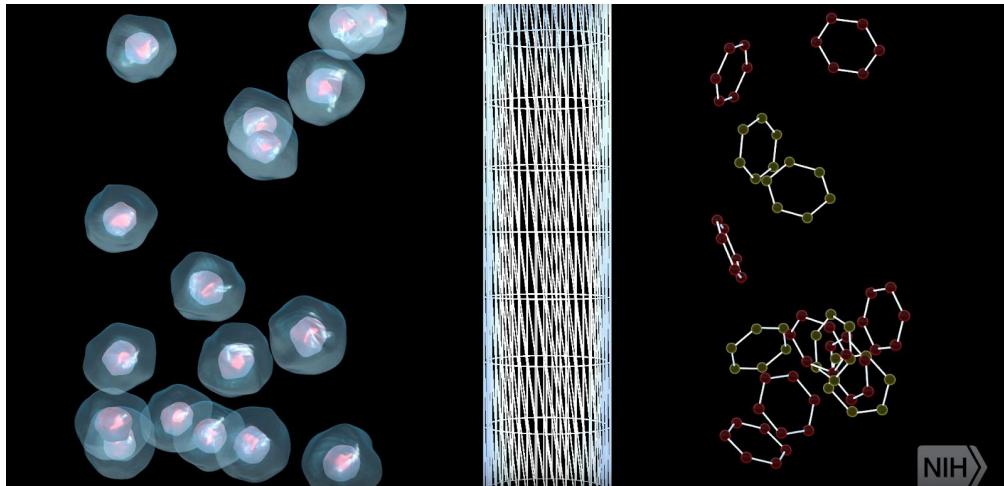
Tkvno inženjerstvo razvilo se je iz područja razvoja biomaterijala, a uključuje kombiniranje skela, stanica i biološki aktivnih molekula u funkcionalna tkiva. Dakle, cilj tkivnog inženjerstva je razviti umjetna tkiva koja mogu popraviti, održati ili poboljšati oštećena tkiva ili čak i cijele organe. Umjetna koža i hrskavica su primjeri tkivnog inženjerstva koje je FDA odobrio, iako njihova primjena kod ljudi je i dalje ograničena.

Područje usko povezano s tkivnim inženjerstvom je dakle regenerativna medicina, a dio koje je i samo-liječenje(tijelo koristi vlastite sustave i mehanizme obnove, a ponekad uz pomoć vanjskog biološkog materijala u svrhu rekreacije stanica, tkiva ili organa). Osim regeneracije tkiva i organa, tkivno inženjerstvo služi i svrsi korištenja tkiva kao biosenzora, što pomaže kod medicinske dijagnostike i praćenja stanja pacijenata.

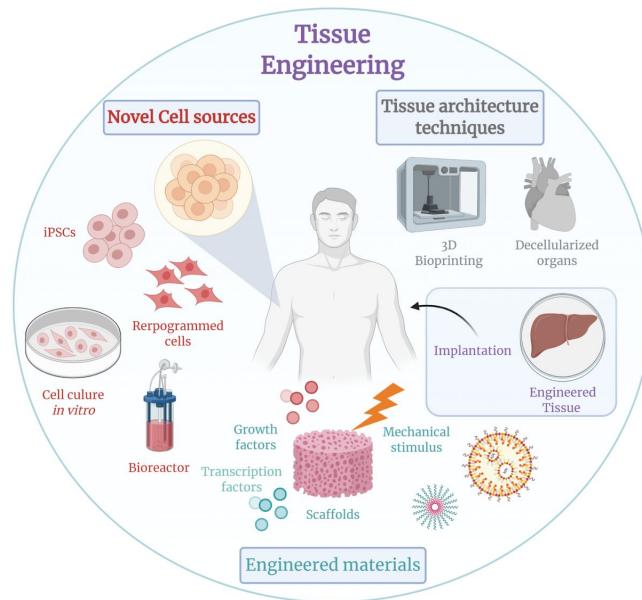
Aktualna istraživanja i razvoj u području tkivnog inženjerstva i regenerativne medicine:

- Kontrola i manipulacija matičnim stanicama
- Implantacija ljudske jetre u miševa
- Inženjering zrelih koštanih matičnih stanica

- Korištenje rešetki('lattice') kako bi tkivo nastalo kao rezultat inženjerstva tkivom preživjelo
- Regeneracija hrskavice
- Regeneracija bubrega



Kontinualna poboljšanja i napretci u nanotehnologiji omogućuju korištenje nanočestica u inženjerstvu tkiva, te prelazak barijera koje su se javile u tom području. Nanočestice s malom toksičnošću, svojstvima kontrasnih agenata, prilagodljivim karakteristikama, ciljanim/reponzivnim na stimulaciju potencijalom isporuke i preciznom kontrolom ponašanja(pomoću vanjske stimulacije, npr. pomoću magnetskog polja) su savršen kandidat za primjenu u inženjerstvu tkiva.



Inženjerstvo tkiva zahtijeva veoma preciznu i točnu manipulaciju i kontrolu bioloških događaja i njihovo praćenje. Prezentacija i lokalna isporuka bioaktivnih i kontrasnih agenata na fin, kontroliran način je izuzetno bitno za kontrolu i praćenje inženjeriranog tkiva. Nanočestice se koriste u skelama inženjerstva tkiva za isporuku multiplih faktora rasta, davanje kontrasta za oslikavanje, te kontrolu svojstava ranije navedenih skela.

7. Medicinski uređaji

Razvoj nanotehnologije i nanomedicine omogućuje izradu uređaja koji bi na nanoskali omogućili fina mjerena i modifikacije na mjestima koja zahtijevaju intervenciju ili monitoring. Mnogo tipova nanomaterijala je istraživano u svrhu uporabe kao lijek, nosač lijeka, biosenzor, ili nekakva druga svrha(npr. potporna). Neki od tih nanomaterijala su:

- Dendrimeri
- Polimeri
- Liposomi
- Micele
- Nanokapsule
- Nanočestice
- Nanoemulzije
- Itd...

Napreci u modernoj medicini se često oslanjaju na elektronske uređaje implantirane u tijelu pacijenta. Implantabilni biosenzori su mikro-elektromehanički sustavi(kratica MEMS) te imaju sposobnost komuniciranja(monitoriranja) sa živim tkivom. Na primjer, senzor glukoze spojen na inzulinski sustav može monitorirati razinu šećera u krvi, te po potrebi kontrolirati vrijeme i količinu otpuštenog inzulina. Nanomaterijali su potrebni za izradu implantabilnih biosenzora.

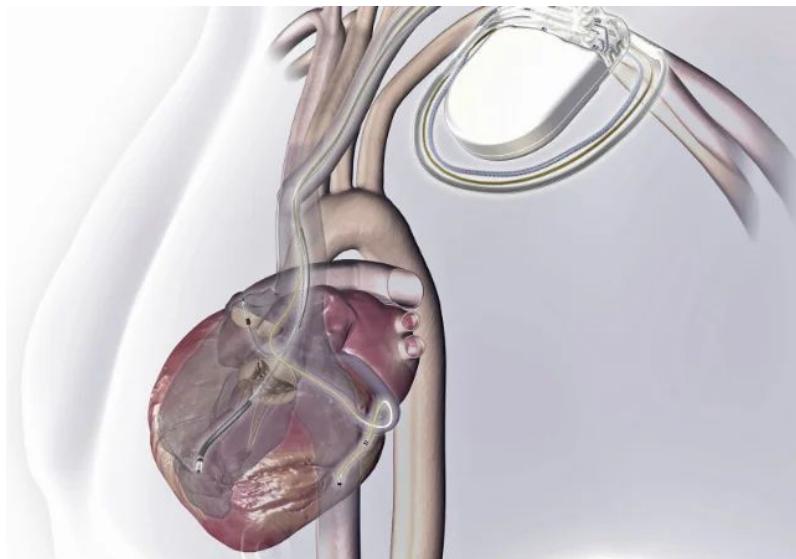
Tako na primjer trenutno se pokušavaju ostvariti potkožni EKG monitor(omogućuje aktivno monitoriranje aktivnosti srca ili protetske funkcije zgloba) ili CardioMEMS čija je svrha monitoriranje i javljanje podataka o trenutnom stanju kroničnih bolesti kao npr. otkazivanje srca. University of Texas je dobilo monetarni grant iz fondova za razvoj sličnih implantabilnih intravaskularnih biosenzora čija je svrha mjerjenje i dojava podataka stanja unutar srca.

Nano senzor tlaka omogućuje mjerjenje tlaka unutar samoga kardiovaskularnog sustava. Nadalje, osim samo monitoriranja i dojavljivanja podataka, trenutno se pokušavaju ostvariti implantabilni kardioverter defibrilatori(ICD = implantable cardioverter defibrillator) čiji je cilj moći brzo reagirati u slučaju hitnih događaja poput iznenadnih srčanih smrti.

Gleda se u načine primjene nanotehnologije i u slučaju pacemakera - kako ih učiniti manjima i energetski efikasnijima. Skupina istraživača pokušava ostvariti način punjenja baterija pacemakera pomoć otkucanja srca pacijenta. Osim toga, nanotehnologija pomaže k minijaturizaciji pacemakera i drugih uređaja s ICD(automatic internal defibrillation) i CRT(cardiac

resynchronisation) sposobnostima. Za posljedicu su lakša ugradnja, lakša ili eliminirana zamjena, napajanje, energetska potrošnja, itd...

U budućnosti napredak tehnologije izgleda veoma optimistično i uzbudljivo, te automatizirani minijaturni uređaji će pomoći u borbi protiv mnogih problema i bolesti. Eventualno ovakvi uređaji bi mogli substituirati tradicionalne terapije bazirane na tabletama.



8. Zaključak

Nanomedicina je relativno novo područje znanosti i tehnologije koja, djelujući s biološkim molekulama, otvara široko područje istraživanja i primjene. Djelujući na nanoskali omogućeno je iskorištavanje fizičkih svojstava koja se razlikuju od onih promatranih na mikroskali, poput omjera volumen/površina. Istražene dijagnostičke primjene mogu se uzeti u obzir za in vitro i in vivo dijagnozu.

In vitro, sintetizirane čestice i uređaji za manipulaciju ili detekciju omogućuju prepoznavanje, hvatanje i koncentraciju biomolekula. In vivo, sintetičko-molekularni sklopovi uglavnom su dizajnirani kao kontrastno sredstvo za snimanje.

Drugo područje koje pokazuje snažan razvoj su „nanodijelovi“ gdje su nanočestice dizajnirane za ciljanu dostavu lijekova. Korištenje takvih nosača poboljšava biodistribuciju lijeka, usmjeravajući aktivne molekule na oboljela tkiva, istovremeno štiteći zdravo tkivo. Treće područje primjene je regenerativna medicina u kojoj nanotehnologija omogućuje razvoj biokompatibilnih materijala koji podržavaju rast stanica korištenih u staničnoj terapiji.

Kao kod većine visokih tehnologija, uzimajući u obzir visoku regulaciju medicinskog sektora, bilo kojoj naprednoj medicinskoj tehnologiji trebat će više godina prije nego što izađe na tržište i u javnu uporabu. Uzimajući u obzir značajne napore uložene u osnovna istraživanja vezana uz nanomedicinu očekivano je da će značajan udio nanomedicine biti razvijen i korišten. Istodobno, više malih i srednjih poduzeća ciljaju medicinske primjene pomoći nanotehnologija, tako pridonoseći njenom razvoju.

9. Literatura

- <https://www.medicalnewstoday.com/articles/244972#Nanofibers>
- <https://www.visualcapitalist.com/the-future-of-nanotechnology-in-medicine/>
- <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fbioe.2019.00113/full>
- <https://www.nibib.nih.gov/science-education/science-topics/tissue-engineering-and-regenerative-medicine>
- https://en.wikipedia.org/wiki/Tissue_engineering#/media/File:Tissue_Engineering.png
- <https://wwwazonano.com/article.aspx?ArticleID=3207>
- <https://www.nanowerk.com/nanotechnology-news2/newsid=52181.php>
- <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26427291/>
- <https://etp-nanomedicine.eu/about-nanomedicine/what-is-nanomedicine/>
- <https://theconversation.com/explainer-what-is-nanomedicine-and-how-can-it-improve-childhood-cancer-treatment-69897>
- <http://www.molecularassembler.com/Nanofactory/>