

NANOLÄÄKETIETEEN ASKELEET HOITOTYÖSSÄ - LUPAUKSIA JA HAASTEITA

Vuosikymmeniä sitten Nobel-voittaja Richard Feynman puhui pienistä laitteista, joita voitaisiin asentaa ihmisen sisään ennalta ehkäisemään ja hoitamaan vaikeita sairauksia. Vaikka hänen aikanaan nuo näkemykset kuulostivat utopialta, hän oli oikeassa. Pian nuo uudet pienet koneet, kudosmateriaalien 3D tulostimet sekä nanomateriaalikemian ja geenitekniikan innovaatiot tulevat osaksi arkea ja edistämään ihmisen hyvinvointia.

Nanoteknologia tarkoittaa 0.1-100 nm kokoisten rakennepartikkelien soveltamista lääkkeissä, laitteissa sekä biologisesti ja synteettisesti muokatuissa materiaaleissa. Nanoteknologian kehitys mahdollistaa jatkossa entistä systemaattisemman ja yksilöllisemmän sairauksien hoidon, tarkemman sairauksien diagnostiikan, seurannan ja lääkityksen (O'Malley 2006). Lääketieteen alueella nanoteknologian työkaluja kuten nanorobotteja voidaan hyödyntää sairauksien patofysiologian tutkimiseen solutasolla. Näin voidaan hoitaa nykyistä paremmin syöpätauteja, sydän- ja verisuonisairauksia, diabetesta, tulehdussairauksia, ortopedisiä murtumia ja hermostoa rappeuttavia neurologisia sairauksia. Vaurioituneita kudoksia ja elimiä voidaan hoitaa siirtämällä niihin potilaan omista soluista kasvatettuja siirteitä. Aivo-, imusolmuke- ja rintasyöpäkasvainten solukot voitaneen havaita kvanttipiste- ja nanopartikkeli-varjoaineilla aikaisemmin kuin ennen, tuhota täsmällisesti ja edesauttaa soluterapian toimivuutta. Nanorobotti pystyy diagnosoimaan, hoitamaan ja lääkitsemään C-hepatiittia. Tässä artikkelissa kuvataan nanolääketieteen integroitumista hoitotyöhön kirurgian, lääkityksen ja materiaalien kautta.

Nanolääketiede hoitotyössä

Sairaanhoitajille nanoteknologia tuo mukanaan haasteita perehtyä uusien nanolääkkeiden annostelumenetelmiin ja vaikutuksiin, keinotekkoisten elinten hoitamiseen, nanoteknologialla tuotettujen kudosmateriaalien käsittelyyn sekä robottien ja nanosensorien avulla tapahtuvaan leikkaushoitoon, sairauksien monitorointiin ja kuvantamiseen (O'Malley 2006).

Sairaanhoitajat vastaavat lääkäreiden ja muun henkilökunnan ohella nanolääketieteen sovellusten turvallisesta käytöstä potilaiden hoidossa, jolloin myös hoitajien on oltava tietoisia uusien hoitomenetelmien vaikutuksista, mahdollisista riskeistä ja eettisistä periaatteista. Jatkossa haasteena on se, kuinka sairaanhoitajien osaaminen saataisiin pysymään teknologisen kehityksen mukana. Sairaanhoitajan tehtävänä tulee olla potilaiden elämänlaadun parantaminen, laadukkaan hoitotyön ja potilasturvallisuuden varmistaminen sekä terveyden edistäminen, joten uudet hoitomuodot edellyttävät ajakohtaista hoitotieteen, farmakologian, biolääketieteen ja teknisten laitteiden kliinistä osaamista ja kykyä soveltaa hankittua monipuolista tietotaitoa hoitotilanteissa.

Regeneratiivista kirurgiaa, diagnostiikkaa, funktionaalisia materiaaleja ja nanolääkkeitä

Molekyylilääketieteen edistysaskeleet ja älykkäiden materiaalien kehitysprojektit ovat tuottaneet useita sairaanhoidollisia sovelluksia (Harinen 2011). Yhtenä sovellusalueena ovat verisuonikirurgiset ja laparoskooppiset syöpäkasvainten leikkaukset. Niissä nanorakenteiset varjoaineet, robotti sekä siihen liitetty tuntoaistianturi ja korkean resoluution kuvantamislaitte kuten leikkausaluetta suurentava mikroskooppi mahdollistavat operoinnin tervettä kudosta vahingoittamatta. Syöpäkasvainten ja yleensä sairauksien diagnosointi aikaisemmin, voi parantaa potilaiden hoitoennustetta, vähentää huonokuntoisten potilaiden määrää vuodeosastoilla ja näin hoito-organisaation kuormittavuutta.

Nanokokoiset lääkeaineet voidaan tarkasti kohdentaa elimeen, kudokseen tai soluun samalla kun lääkeaineen tehokkuutta voidaan lisätä muuttamalla farmakokineettisiä ominaisuuksia kuten partikkelikokoa tai konsentraatiota. Nanokoko suojaa lääkeainetta kemialliselta hajoamiselta säilytyksen aikana, mutta biologisen tai synteettisen nanolääkkeen sisältämä vaikuttava aine ja kantava aine on suunniteltu hajoamaan elimistössä. Biomateriaaleista kuten pinnoitetuista tekonivelistä, keinoelimestä, syöpälääkkeistä, nanopartikkeleista geeniterapiassa tai nanorokotteista voi silti aiheutua ennalta arvaattomia immunologisia komplikaatioita potilaille tai ne voivat koaguloitumisen seurauksena menettää tehokkuutensa (Khang 2010). Biomateriaalien on oltava bionisia ja diffuusio tai adsorptiovuorovaikutus ympäröivän kudoksen kanssa on oltava hyvä. Jos esimerkiksi tekonivelmateriaalin biologinen yhteensopivuus kudoksen kanssa on heikko, niin tekonivel ei tue riittävästi luukudosta, tekonivel voi irrota ja liukenevat kemialliset jäänteet voivat aiheuttaa infektioita, verenvuotoa, heikkovointisuutta, kuumeilua ja ennen muuta kipua. Nanokokoiset partikkelit voivat siirtyä muihin elimiin tai kudoksiin läpäisemällä solukalvon ja etenemään jopa veriaivonesteen ohi. Nykyisin monet käytössä olevista metallisista tekonivelmateriaaleista ja myös luusementti aiheuttavat kudoshylkimisreaktioita jopa enemmän kuin esimerkiksi luuytimen soluilla päällystetyt keraamiset tai biopolymeeripohjaiset tekonivelmateriaalit.

Rappeuttavien aivosairauksien hoidossa käytettävät polymeeri- ja silkkikuidut, soluilla päällystetyt ontelokuidut, haavanhoidon antimikrobiset nanotaitokset ja ortopediassa luukudoksen muodostukseen käytettävät biohajoavat implantit (Liu 2011; Gu 2011). Nanopartikkeleita ja liposomeja sisältävät ihovoiteet, haavageelit ja silmätipat imeytyvät ja vaikuttavat kineettisesti tehokkaammin, ja tarvittava lääkeannos voi olla normaalia pienempi. Jatkossa kokonaisia funktionaalisia elimiä, raajoja sekä kudoksia voitaneen kasvattaa ja korvata nanoteknologialla tuotetuista kantasoluista, iho-, luo- ja rasvasoluista sekä yhdistää mekaanista tukea antavaan komposiittiin. Päällystämällä hoitoinstrumentteja ja muita potilaskontaktissa olevia materiaaleja nanopartikkelisuihkeilla on myös ennaltaehkäisty leikkaukskomplikaatioita ja sairaalainfektioita muun muassa virtsatieinfektioiden osalta (Bactiguard 2008). Lääkkeiden annosteluun ja potilaiden etäseurantaan hyödynnettävät mikrosirut antavat potilaille lisää itsenäisyyttä ja vähentävät hoitoisuutta. Mikrosiruista, elleivät ole kudousyhteensopivia voi seurata hylkimisreaktioita, ja muutoin eettisyyteen, yksityisyydensuojaan tai toimintavarmuuteen liittyviä ongelmia. Tällä hetkellä mikrosirutekniikkaa on sovellettu verkkokalvorappeumapotilaiden näkökyvyn palauttamiseen, aivokasvainpotilaiden lääkitykseen

sekä neuropsykologisten ja alzheimer-potilaiden kognitiiviseen viestintään. Pikatestilaitteita kuten spektrometrillä varustettuja elektronisia neniä, ”biomarkkerimittareita” ja robotiikkaa kehitetään paraikaa keuhko- ja eturauhassyöpäseulontoihin, verinäyteanalytiikkaan ja moninaisten muiden sairauksien hoitoon.

Tulevaisuuden näkymiä

Ympäri maailmaa on tällä hetkellä käynnissä lukuisia tutkimushankkeita, joissa arvioidaan nanolääketieteen sovellusten käyttökelpoisuutta, kustannustehokkuutta ja turvallisuutta terveydenhuollossa niin potilaille kuin henkilöstölle. Kuvantamis- ja uudet diagnostiikkamenetelmät mahdollistavat sairauksien toteamisen aikaisemmin tuoden paremman hoidollisen vasteen, mistä seuraa kustannussäästöjä ja hoitoketjuihin joustavuutta. Nanotekniset lääkkeet, näkökyvyn palauttavat mikrosirut ja kirurgiset biomateriaalit saattavat osoittautua hinnaltaan kalliimmiksi ja olla vain tietyn potilasryhmän saatavilla. Nanopartikkelisuihkeet voivat tarjota apukeinon sairaalainfektioiden ennaltaehkäisyyn. Suojautuminen sairaalabakteereilta helposti sivuutetaan painottamalla hoitotoimien hyvää aseptiikkaa, maskien ja käsineiden käyttöä. Hoitotieteen alalla nanoteknologia on tuntematon vieras, mutta nanolääketiede tuo vähitellen yksilöllisiä potilaiden hoitomuotoja, lääkkeitä, keinotekoisia materiaaleja (kudokset, elimet, funktionaaliset ihosiirteet, veri) ja laitteita joihin hoitotyön ammattilaisen olisi hyvä perehtyä jo sairaanhoidon koulutuksessa. Sairaanhoidajat kantavat vastuuta potilaiden hyvinvoinnista, toimivat potilaiden tukena ja opastavat hoitoprosessiin liittyvässä päätöksenteossa. Kliinisen osaamisen päivittäminen on teknologian, hoitomenetelmien ja työnkuvan muuttumisen vuoksi välttämätöntä. Alla oleva Taulukko 1 kiteyttää nanoteknologian ja sairaanhoitotyön ammattiosaamisen eräitä saumakohtia. Kuvat 1-3 esittelevät uudempia nanolääketieteen käytännön sovelluksia.

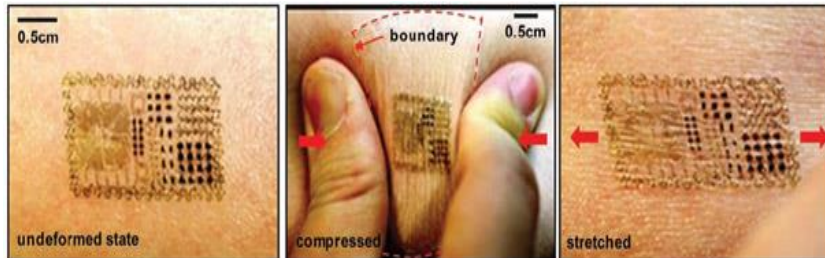
Tämä artikkeli pohjautuu pääasiassa kirjallisuuskatsaukseen Nanotechnology in Health Care (Harinen 2011). Kirjallisuuskatsauksen tavoitteena on selvittää nanoteknologian keskeisimpiä sovellusalueita terveydenhuollossa ja kuinka nämä tulevat vaikuttamaan sairaanhoitotyöhön lähitulevaisuudessa.

TAULUKKO 1. Nanolääketieteen hyödyt ja hoitoyölle asetettavat vaatimukset (O'Malley, 2006)

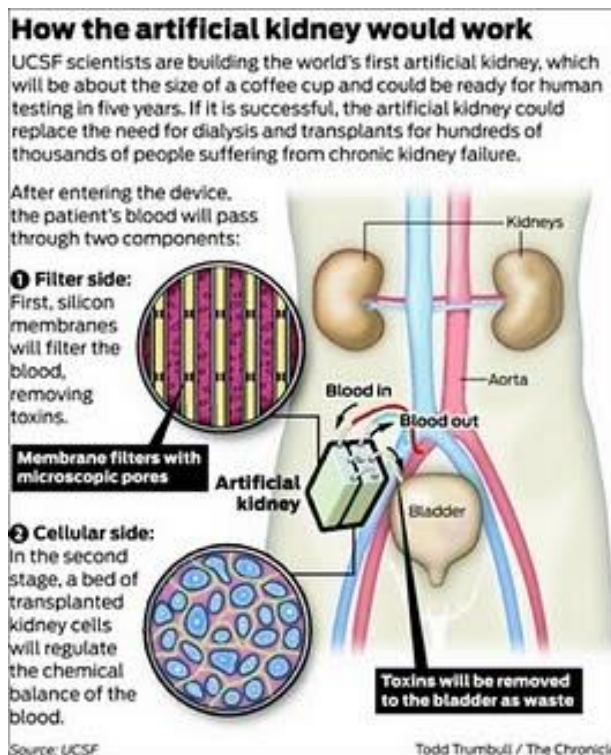
Tarkkailu- ja hoitotoimien sekä tilanteiden hallinta ja päätöksenteko	<ul style="list-style-type: none"> • Uusien hoitotoimien ja tarkkailumenetelmien hallinta sekä toimenpidekohtainen kliininen osaaminen • Tietotekniset ja välineiden (instrumentit, laitteet, koneet) käsittelytaidot potilaan hoitotoimien aikana • Varautuminen äkillisiin tilanteisiin, potilaiden riskikartoitus, komplikaatioiden ennaltaehkäisy ja lääkehoidon ratkaisut • Mahdollisuus tutkia tarkemmin reaaliajassa sairauden ja kivun syitä sekä ajoittaa hoitotoimet
Lääke- ja materiaaliosaaminen	<ul style="list-style-type: none"> • Pitkäaikaisvaikutukset, farmakokinetiikka elimistössä ja toksikologia • Uudet lääkkeenannostelutekniikat, muodot ja laitteet • Lääkkeiden varastoiminen, käsittely ja valmistaminen aseptisesti • Lääkkeen, annostelurobotin tai sirun toimimattomuus

Etiikka, arvot ja yhteiskunta

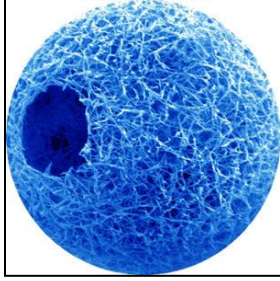
- Parempi hoitovaste, diagnostiikan myötä varhaisempi hoito. Hoitotyön kuormittavuus vähenee.
- Potilasoikeudet ja hoitomuotojen kuten nanomateriaali-geeninsiirtohoitojen eettisyys
- Sairaanhoidon koulutuksen painotus lääketieteen ja tekniikan suuntaan
- Potilasinformaation väärinkäytön riski



KUVA 1. Ihoon painettu RFID-seuranta, jolla voitaneen tarkkailla tulevaisuudessa muun muassa vitaalielintoimintoja (Bioengineering 2011).



KUVA 2. Pieni keinotekoinen munuainen, jonka on ajateltu vähentävän dialyysin ja elinsiirtojen tarvetta (Roy 2010).



KUVA 3. Ontelokuiturakenteinen haavasidospallo, joka voidaan päällystää esimerkiksi luuytimen tai ihon soluilla sekä antibiootilla. Kudoksen kanssa yhteensopiva ontelokuiturakenne suosii vahingoittuneen kudossolukon kasvua (Liu 2011). 3D tulostimella voidaan työstää ontelokuituisia haavasidosmateriaaleja, proteeseja kuin kokonaisia elimiäkin..

LÄHTEET:

Bioengineering. Breakthrough: electronic circuits that are integrated with your skin. 2011. <http://io9.com/5830071/>

Gu, X., Ding, F., Yang, Y., Liu, J. 2011. Construction of tissue engineered nerve grafts and their application in peripheral nerve regeneration. Progress in neurobiology 93, 204-230.

Harinen, S. Nanotechnology in Healthcare. 2011. Opinnäytetyö. Metropolia AMK.

Bactiguard. 2008. Infection control-on the global agenda. http://www.bactiguard.com/press/documents/BactiguardBIP_080627.pdf.

Khang, D., Carpenter, J., Chun, W., Y., Pareta, R., Webster, T., J. 2010. Nanotechnology for regenerative medicine. Biomed Microdevices 12, 575–587.

Liu, X., Jin, X., Ma, P., X. 2011. Nanofibrous hollow microsphere self-assembled from star shaped polymer as injectable cell carriers for knee repair. Nature Materials 10, 398-406.

O'Malley, P. 2010. Nanopharmacology. Clinical nurse specialist 24, 123-125.

Roy, S. 2010. Artificial kidney an Indian move. <http://enlokam.blogspot.com/2010/12/artificial-kidney-indian-move.html>

