

Teknologian avulla voimme elää

Terveemmin, piteempään ja helpommin

Kuvittele itsesi vuoteen 2015. Lääkäri kertoo sinulle huonon uutisen. Sydänlihaksesi on nopeasti rapistumassa. Sydämen vasen kammio, joka pumpkaa verta kehon verisuoniin, vetää viimeisiään. Se pitäisi uusia.

Ennen kuin ehdit kiljaista kuoleman pelosta, lääkäri kertoo hyvän uutisen. Sydänkammio voidaan uusia ihmiskudosten kasvatusteknologian avulla. Siinä sydämesi terveestä osasta otetaan koepala. Kaukaisessa laboratoriossa – tai pikemminkin elintehtaassa – koepalan sisältämistä sydänsoluista kasvatetaan uusi sydänkammio.

Parin kuukauden kuluttua uusi sydänkammio on valmis. Se pakastetaan, pakataan ja kuljetetaan sairaalaan, jossa sinut leikataan. Leikkauksessa kirurgit korvaavat vaurioituneen sydänkammion laboratoriossa kasvatetulla elävällä kudoksella. Koska uusi sydänkammio on valmistettu omista soluistasi, kehosi hyväksyy kopion empimättä. Elämäsi jatkuu terveenä.

Joitain vuosia sitten tällainen tulevaisuus nähtiin kaukaisena tieteiskirjallisuuden kuvitelmana. Mutta ei enää. Tänä päivänä bioteknologian tutkijat pitävät varmana, että elävien ihmiskudosten kasvatusta on jonain päivänä tavallista sairaanhoitoa. He ky-

Teknologia muuttaa ihmiselämää nopeammin kuin arvaammekaan. Elintehtaat, elektroniset keinosilmät, apteekista ostettavat geenitestit ja geeniterapia ovat alan tutkijoiden mukaan ulottuvillamme. Pian teknologia on osa jokaista ihmistä – ja se pelottaa.



teksti Matti Lintulahti piirroksat Jukka Murtoasaari

svyvät enää, että milloin.

Ensimmäiset onnistuneet kasvatettujen kudosten siirrot potilaille on jo tehty. Yhdysvalloissa potilaille on siirretty näiden omista soluista kasvatettuja virtsarakkoja. Rakkujen lisäksi verisuonet, luut ja sydänkammio ovat sellaisia aika yksinkertaisia kudoksia, jotka päätyvät elintehtaiden hyllyille ensimmäisenä. Monimutkaisia elimiä kuten keuhkoja, munuaisia ja maksaa opitaan kasvattamaan myöhemmin, tutkijoiden mukaan kenties vasta 40–50 vuoden kuluttua.

Tutkijat pauskivat töitä ihmiskudosten kasvatusteknologian kimpussa, jotta elinsiirtoja tarvitsevat potilaat saisivat tarvitsemansa hoidon. Koska elinsiirtojen jonot ovat niin pitkät, rikkaimmat potilaat ovat alkanet ostaa elimiä itselleen köyhiltä ihmisiltä. Jos laboratoriossa kasvatettuja elimiä olisi tarjolla kaikil-

le tarvitseville, kansainvälinen laitton elinkauppa ja siihen liittyvä ihmiskauppa todennäköisesti vähenis.

Tietenkin kudoksia tullaan aivan varmasti kasvattamaan sairauksien hoitamisen lisäksi muihinkin tarkoituksiin. Esimerkiksi rintojen suurentaminen omista soluista kasvatetulla aidolla elävällä rintakudoksella houkuttaa silikonin vaihtoehdona.

Keinosilmä palautti näön

Kuvittele olevasi sokea. Eräänä päivänä lääkärisi kertoo sinulle iloisen uutisen. Saat elektronisen keinosilmän, jolla voit nähdä. Kuulostaa jälleen tieteiskirjallisuuden sadulta, jota tutkijat ovat yrittäneet tehdä todeksi vuosikausia.

Todellisuus on kuitenkin lähempänä kuin moni uskoo. Yhdysvaltalainen Wired-tekno-

gialehti kertoi viime vuonna, kuinka 39-vuotias kanadalainen mies sai näkönsä takaisin. Hän sokeutui 20 vuotta aiemmin.

Miehen silmälasihin istutettiin erittäin pienikokoinen videokamera, joka kuvaa näkömää miehen edessä. Kuva siirtyy johtoja pitkin pieneen tietokoneeseen, joka on sidottu miehen vyötäröön. Tietokone muuttaa kuvan sellaisiksi signaaleiksi, joita aivot voivat ymmärtää.

Nämä signaalit lähetetään miehen aivoihin varsin erikoisella tavalla. Tietokoneesta lähtee nippu johtoja, jotka katoavat miehen pään sisään kalloon poratun reiän kautta. Pääkallon sisällä johtonippu päättyy aivojen näkökeskukseen asennettuun istutukseen. Istutukseen tulevat signaalit ärsyttävät aivojen näkökeskusta ja saavat aivot jälleen näkemään.

Kun miehen elektroninen keinosilmä kytkettiin lukuisten testien jälkeen lopulta päälle, hän lainasi lääkäriinsä Mustangurheiluauton ja ajeli innoissaan sairaalan parkkipaikalla. Hän näki 20 vuoden tauon jälkeen.

Tervettä nopeammin

Kymmenen vuotta sitten näkökyvyn palauttaminen keinosilmän avulla ei onnistunut sen vuoksi, että siinä tarvittava elektroniikka ja tietokoneet olivat vielä liian suuria, kömpelöi-

Supervoimat antavaa pukua rakennetaan jo

tä ja heikkotehoisia. Elektronisten laitteiden jatkuva pieneneminen ja tietokoneiden tehon jatkuva lisääntyminen mahdollistavat myös muita keinoelimiä kuin silmiä.

Raajansa menettäneille on jo nyt kehitteillä elektroniikkaa täynnä olevia keinojalkoja ja -käsii, jotka mahdollistavat lähes oikeantuntuisen kävelyn, juoksun tai käden liikkeen.

Toistaiseksi ihmisen elimiä tai raajoja jäljittelevät elektroniiset kopiot ovat hyvin kalliita. Esimerkiksi näkökyvyn palauttaminen elektronisen keinosilmän avulla maksaa yli 100 000 euroa. Uuden teknologian hinta kuitenkin laskee nopeasti, joten jo vuosikymmenen päästä elektrosilmästä voi tulla osa tavanomaista sairaudenhoitoa rikkaimmissa länsimaissa. Köyhiin maihin eivät tämänkaltaiset hoitomuodot juuri leviä.

Teknologia osana ihmistä ei kuitenkaan jää vain elimien tai raajojen korvaamiseen, vaan teknologian avulla voidaan myös parantaa ihmisen ominaisuuksia ja helpottaa elämää.

Tietokoneet ja pienet mikro-moottorit mahdollistavat jo lähitulevaisuudessa sen, että jalkansa menettänyt voikin yllättäen juosta keinojalkojen avulla nopeammin kuin urheilija. Keinosilmä mahdollistaa näkökyvyn pimeässä armeijoiden pimeänäkölaitteiden tapaan. Keinokädessä onkin voimaa moninkertaisesti painonnoston maailmanmestariin verrattuna.

Tutkijat uskovat, että tulevaisuudessa emme enää katso elokuvia valkokankaalta, vaan elokuvat heijastetaan suoraan silmiemme verkkokalvoille.

Teräsmiehen voimat

Kuvitelte, että voisit pukeutua yli-inhimilliset voimat antavaan

teräsmies-asuun. Todellisuus on tässäkin aika lähellä. Yhdysvaltalaisessa MIT-teknologiayliopistossa rakennetaan parhaillaan jenkkiotilaiden käyttöön supervoimat antavaa taistelupukua. Pukuun on asennettu keinotekoisia lihasten toimintaa jäljittäviä laitteita, joiden ansiosta taistelupuvun käyttäjä voi saada jopa satakertaisen voiman ihmislihaksiin verrattuna.

Tokiossa Wasaneda-yliopiston tutkijat ovat tutkimassa keinotekoisia kiduksia, jotka antaisivat ihmisille kalojen kyvyn hengittää vedessä. Keinotekoiset kidukset suodattavat kalojen kidusten tapaan vedestä happea. Vapautunut happi johdetaan kiduksista sukeltajan hengityslaitteen läpi suuhun ja keuhkoihin. Näin ihminen voisi pysyä sukelluksissa huomattavasti nykyistä pitempään.

Näkymätön ihminenäkään ei ole enää pelkkä tieteiskirjallisuuden fantasia. Tokion yliopistossa on luotu näkymättömyyden illuusion luova takki. Illuusio perustuu siihen, että henkilön takana olevan videokameran kuvaa heijastetaan takin etuosaan, jolloin suoraan edestä katsottuna näyttää siltä, että elokuvakankaana toimivan takin läpi näkee.

Tulevaisuudessa lähes täydellisen näkymättömyyden luomiseen tarvitaan useita kolmiulotteisia videokameroita ja joustavasta näytöstä valmistettuja vaatteita. Nämä molemmat teknologiat ovat jo olemassa laboratorioasteella, mutta eivät vielä tarpeeksi pienikokoisina ja kätevinä näkymättömän ihmisen luomista varten.

Teräsmiespuvut, keinotekoiset kidukset ja näkymättömät vaatteet päätyvät ensin sotilaiden ja tutkijoiden käyttöön. Kun teknologia halpenee, ne alkavat myöhemmin levitä myös tavallisten kuluttajien ulottuville.

Geenitesti paljastaa salaisuudet

Kuvitelte, että voisit ostaa apteekista geenitestin, joka toimii yhtä luotettavasti ja helposti kuin nykyiset raskaustestit. Tällaisen geenitestin avulla voit kotona testata, mitä sellaisia piileviä tauteja geenisi pitävät sisällään, joihin voit sairastua joskus tulevaisuudessa.

Tämän tiedon perusteella voi-



sit muuttaa ruokavaliotasi ja liikuntatapojesi sellaisiksi, että piilevä tautisi ei puhkeaisi niin helposti. Tai voisit mennä sairaalaan parantamaan taudin ennen kuin se puhkeaa. Tai voisit masentua pahoin, jos geenitesti paljastaisi sellaisen piilevän taudin, johon ei olekaan parannuskeinoja.

Niin, mitä kaikkea ihmisen kannattaa itsestään tietää? Tämä on yksi niistä kysymyksistä, joihin väistämättä jokainen meistä törmää tulevaisuudessa.

Kaikista mielenkiintoisimman ja samalla pelottavimman tulevaisuuden tarjoaa juuri geeniteknologia. Geenit ovat ihmi-



sen kehon ohjekirjoja, jotka määräävät ihmisen kehon toimintaa. Geenejä on ihmisessä noin 30 000 kappaletta.

Geeniteknologian avulla voidaan muuttaa ihmisen geenejä eli sitä miten geenit ohjaavat ihmisen solujen rakentumista ja toimintaa.

Kuolemansairas pelastui

Tutkijat ovat innoissaan geeniteknologiasta, koska sen avulla on mahdollista parantaa useita sellaisia tauteja, jotka nykykeinoin jäävät parantamatta. Esimerkiksi geeniterapiassa sairauden aiheuttavan geenin osa korvataan terveellä geenin osalla, mikä parantaa potilaan kokonaan.

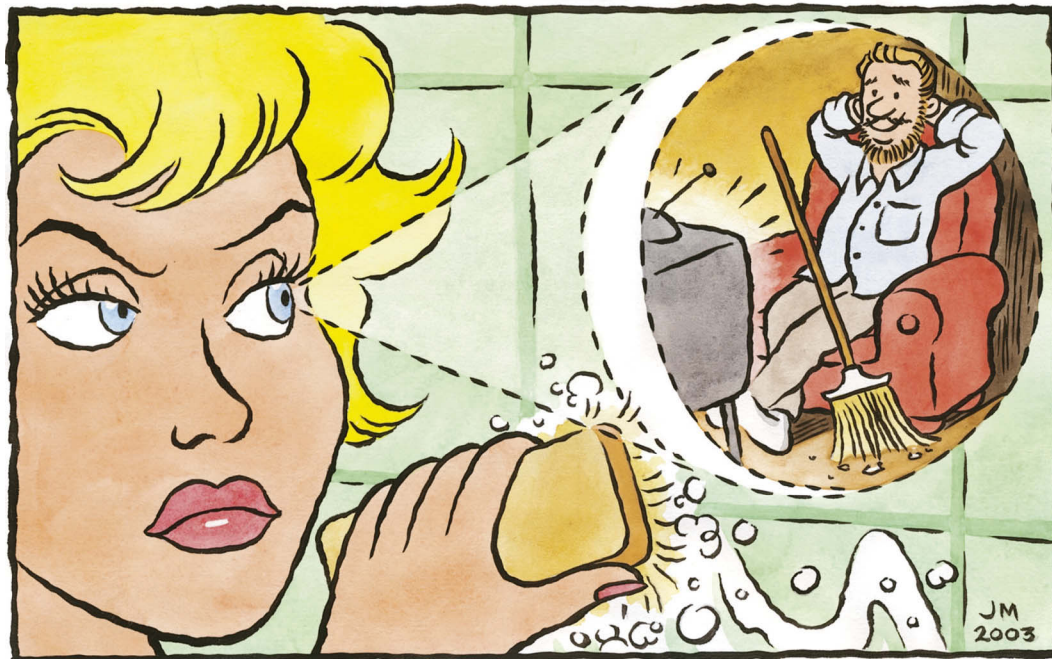
Geeniterapiasta on kovaa vauhtia tulossa osa sairaudenhoitoa. Yhdysvalloissa parannettiin äskettäin geeniterapian avulla puolitoistavuotias vauva, jolle ei kehittynyt lainkaan taudelta suojaavaa immuunijärjestelmää geneeissä olevan virheen vuoksi. Kun lääkärit korvasivat kuolemansairaan pojan virheellisen geenin virheettömällä, poika parani ja pääsi ulos sterilistä kuplasta, jossa hän oli siihen asti elänyt.

Tämä osa geeniteknologiasta kuulostaa ihanteelliselta. Kuka pa ei haluaisi, että geenitutkimuksen avulla esimerkiksi syövät voitaisiin tulevaisuudessa parantaa.

Tutkijat, poliitikot ja myös me tavalliset ihmiset joudumme kuitenkin vastaamaan lähitulevaisuudessa myös mitä erilaisimpiin moraalisiin kysymyksiin. Paratiisia ei ole ilman uhkia.

Geenit paljastavat meistä kaiken, jopa todennäköisen elinikäme. Siksi kaikkia meitä tulisi kiinnostaa, kenellä on oikeus saada tietää, mitä geenimme meistä kertovat. Haluammeko edes itse tietää päivää, jolloin todennäköisesti kuolemme?

Vakuutusyhtiöt haluavat saada käsiinsä tämän tiedon. Yhtiöt perustelevat haluaan sillä, että on vain oikein, että ne henkivakuutuksen ottajat, joiden riski kuolla keski-ikäisenä on suurempi, maksaisivat suurempaa vakuutusmaksua. Tai sitten tällaisille riski-ihmisille ei



myönnettäisi lainkaan henkivakuutuksia.

Ihmisklooni todennäköinen

Geeniteknologia koskee myös syntymättömiä ihmisen alkujä. Jotkut tutkijat pystyvät tekemään geenitestin hedelmöitettylle alkioille ennen kuin alkio kiinnitetään tulevan äidin kohtuun. Testin avulla useista hedelmöitettyistä alkioista voidaan valita se, jossa sairauden aiheuttavaa geenivirhettä ei ole. Tätä keinoa on käytetty sellaisten vanhempien hedelmällisyshoidoissa, jotka itse kantavat geneeissään vakavaa sairautta, jota ei haluta välittää omalle lapselle.

Tällaisen keinon avulla vanhemmat voivat – totta kai – päättää muun muassa lapsen sukupuolen tai estää sellaisen alkion kasvamisen, josta todennäköisesti tulisi kehitysvammainen lapsi. Tällä hetkellä moni kuitenkin ajattelee, ettei ihmisen jalostaminen geeniteknologian avulla ole oikein.

Tulevaisuudessa ihminen voi mennä paljon pitemmälle omien geeniensä peukaloimisessa. Ihmisen kloonaminen uudeksi täsmälleen samanlaiseksi ihmiseksi on tutkijoiden mukaan jo nyt mahdollista. Suurimmassa osassa maita ihmisen kloonaminen on laitonta, mutta monet tutkijat pitävät varmana, että jossain pään maailmaa jo kasvaa kloonattu ih-

Kasvaako jossain jo kloonattu ihminen?

minen. Koska se on mahdollista, se tapahtuu joka tapauksessa ennemmin tai myöhemmin, tutkijat päättelevät.

Mikä on oikein, mikä väärin?

Kuvittele itsesi vuoteen 2030. Olet juuri käynyt 45-vuotishuollossa. Siinä kehosi ja geenisi on tutkittu. Lihaksiisi on annettu niitä vahvistavaa geenirokote. Pari vuotta aiemmin valmistuneella geeniterapialla on hoidettu sinussa aiemmin havaittu geenivirheen aiheuttama taipumus syöpään. Olet geeniteknologian avulla hoidettuna yhtä hyvässä kunnossa kuin vuosituhattonen vaihteessa olisit ollut 35-vuotiaana. Odotettavissa oleva elinikäsi määritellään nyt 95 vuodeksi, kun vielä kymmenen vuotta aiemmin todennäköiseksi eliniäksesi laskettiin 80 vuotta.

Onneksesi elät rikkaassa länsimaassa. Köyhät kun eivät tällaisiin vuosihuoltoihin pääse.

Vielä kauempana tulevaisuudessa saat rappeutuvien alkupe-

räisten elinten tilalle uusia omista soluistasi kasvatettuja keinoelimiä ikään kuin olisit auto ja keinoelimet olisivat varaosia. Harmaakaihin sokeuttama silmäsi korvataan elektronisella keinosilmällä. Särkevän lonkkaasi tilalle saat leikkauksessa mikrotietokoneen ohjaamat keinoelimeet. Tunnet olevasi elämäsi kunnossa 90-vuotiaana ja odotettavissa oleva elinikäsi on kasvanut 110 vuoteen. Kunhan vain aivot toimisivat sinne asti. Niitä kun ei vielä kukaan voi uusia.

Juuri tästä ihmisen ja teknologian liitosta on kysymys. Ihmisen halusta elää pidempään, terveemmin ja helpommin.

Kauempana tulevaisuudessa siintää mahdollisuus, jossa vanhemmat voivat valita tulevan lapsensa geeniperimän, joka määrää muun muassa lapsen sukupuolen, ulkonäön, luonteen piirteet, piilevät sairaudet ja odotettavissa olevan eliniän. Kun tutkijoita kuuntelee, kyse ei ole siitä, etteikö tällainen valinta olisi joskus mahdollista. Kyse on siitä, minkä me ihmisinä näemme oikeaksi ja minkä vääräksi, minkä me sallimme ja mitä emme. □

Jutun pääasiallisina lähteinä on käytetty yhdysvaltalaisen MIT-teknologiayliopiston tutkimuksia ja julkaisuja sekä Wired-teknologialehteä.

Tulevaisuus ilman ihmistä

● Hollywoodin elokuvateollisuuden suosituimpia menestysaiheita on ollut tekoälyn voitto ihmisestä. Tällaisia elokuvia ovat muun muassa **Arnold Schwarzeneggerin** tähdittämä *Terminator*-trilogia ja **Keanu Reevesin** tähdittämä *Matrix*-trilogia. Molemmissa tekoäly ja robotit ovat tulleet ihmistä voimakkaammiksi ja valloittaneet maailman.

Voisiko näin oikeasti käydä? Yhä useampi vakavasti otettava tutkija tuntuu uskovan tällaisen painajaisen mahdollisuuteen. Yksi heistä on menestyksikkään yhdysvaltalaisen ohjelmistojätti Sun Microsystemsin perustaja **Billy Joel**.

Joelin mukaan tämän vuosisadan tieteet – ihmisen geenejä tutkiva geeniteknologia, äärimmäisen pieniä tekniikoita tutkiva nanoteknologia ja robotteja tutkiva robotiikka – uhkaavat yhdessä luoda sellaisen kokonaisuuden, jossa ihmisellä ei enää ole sijaa.

Jos tietokoneiden tietojenkäsittelykyky kasvaa nykyvauhtia, vuoden 2030 tienoilla voi olla mahdollista rakentaa oikeasti

älykäs ja itsestään tietoinen robotti. Samoihin aikoihin geeni- ja nanoteknologian avulla voi olla mahdollista kopioida ihmisen tietoisuus aivoista sähköiseksi kopioksi esimerkiksi robottiin tai internetiin.

Jos näin tapahtuu, mihin ihmistä enää lajina tarvitaan, Joel kysyy. Joelin mukaan ihmiskunnalla on mahdollisuus estää tällainen tulevaisuus päättämällä itse, mihin tieteen ja teknologian kehitystä ohjataan. Yksittäisten uteliaiden tutkijoiden mielten ei kannata antaa päättää, mitkä teknologiat muuttavat elämäämme ja miten. □

Päätös
teknologian
käytöstä on yhä
ihmisen



Videovalvontaverkosto

● Maailmassa arvioidaan olevan noin 40 miljoonaa videovalvontakameraa. Yksi maailman tiheimmin valvotuista alueista on Lontoon keskusta. Lontoossa joutuu filmatuksi keskimäärin 300 kertaa päivässä.

Iso-Britannia on valvontakameroiden tiennäyttävä. Siellä videokamerat muun muassa kuvaavat autojen rekisterinumerot ja lähettävät tiedon poliisin tietokoneeseen, joka vertaa kuvan rekisterinumeroa varastettujen autojen rekisterinumeroihin. Jos rekisterinumero on sama, tietokone hälyttää poliisin.

Lontoossa on myös kokeiltu ihmisten kasvontunnistukseen perustuvia videokameroita, joissa tietokone vertaa otettuja kuvia etsintäkuulutettujen kuviin ja hälyttää tarvittaessa paikallisen poliisin paikalle. Tosin kasvontunnistus tekee vielä liian paljon vä-

riä hälytyksiä.

Valvontakameroiden määrän arvioidaan kasvavan 40–50 prosenttia vuodessa. Ällistyttävää kyllä, vielä nopeammin kasvaa internetiin yhteydessä olevien videokameroiden määrä. Tavalliset ihmiset asettavat niitä piholleen, lastensa leikkipaikoille, vapaa-ajanasunnoille ja huoneisiinsa ja antavat internetissä kaikille pääsyn kameroiden näkymään.

Tämän vuosikymmenen aikana suurkaupunkeihin onkin muodostumassa laaja videovalvontaverkosto, joka kattaa tärkeimmät julkiset tilat ja kadut kokonaan. Videovalvonnasta on pian tulossa samanlainen osa kaupunkien perusrakennetta kuin vesi-, sähkö- ja viemäriverkostot ovat. Ja me tunnumme haluavan tällaista valvontaverkostoa. ■

