

**Mattias Ebeling**

LL, erikoislääkäri  
OYS  
Kliininen opettaja  
mattias.ebeling@oulu.fi



**Pasi Lehto**

LL, erikoislääkäri  
OYS  
Kliininen opettaja  
pasi.lehto@oulu.fi



## Älyä ja tekoälyä

### Adductor-kanavan kerta- tai kesto- puudutus verrattuna jatkuvaan reisihermon puudutukseen polven kokotekonivelleikkauspotilailla

► Kivunhoito on keskeisessä asemassa polven kokotekonivelleikkauksen (polvi-TEP) jälkeisessä toipumisessa ja kuntoutumisessa. Riittämätön kivunhoito heikentää kuntoutumista ja voi pitkittää sairaalahoitoa. Polvi-TEP-potilailla käytetään erilaisia hermopuudutuksia kivunhoitoon; niin reisihermon kuin adductor-kanavan puudutuksia sekä kerta- että kesto-puudutuksina. Adductor-kanava-puudutuksen on ajateltu olevan reisihermon puudutusta suotuisampi, koska nelipäisen reisilihaksen motorista toimintaa ei estetä. Berikashvili ym. tutkimuksen tavoitteena oli verrata kerta- ja kesto-adductor-kanavan-puudutuksen sekä jatkuvan reisihermopuudutuksen eroja leikkauksen jälkeiseen kipuun, motoriseen toimintaan ja sairaalahoitoaikaan polven TEP-leikkauspotilailla.

Kyseessä oli systemaattinen katsaus ja verkostometa-analyysi, joka sisälsi 36 tutkimusta ja 3 308 potilasta. Kertapistoksena laitettun adductor-kanavapuudutuksen kohdalla kipu oli voimakkaampaa ja raajan liikkuvuus parempaa 24 h kohdalla toimenpiteen jälkeen verrattuna jatkuvaan reisiher-

mon puudutukseen. Ero ei kuitenkaan ollut enää todettavissa 48 h kohdalla leikkauksen jälkeen. Jatkuvan adductor-kanavan puudutuksen todettiin lisäävän opioidien tarvetta, mutta motorinen toiminta jalassa oli parempaa ja sairaalahoitoaika oli lyhyempi verrattuna jatkuvaan reisihermopuudutukseen.

Siirtyminen jatkuvasta reisihermon puudutuksesta kertapistona laitettavaan adductor-kanavapuudutukseen ei vaikuta olevan kokonaisuuden kannalta perusteltua. Tämän tutkimuksen perusteella jatkuva adductor-kanavapuudutus antaa hyvän kivunhoidollisen avun vaikuttamatta nelipäisen reisilihaksen toimintaan. Tarvitsemme lisää laadukasta tutkimusdataa asian varmistamiseksi.

Tutkimustulos antaa hyvän syyn tarkastella kriittisesti mm. oman sairaalamme toimintaa, jossa laitamme rutiinisti polvi-TEP-potilaille kertapistona adductor-kanavapuudutuksen. Tämän tutkimuksen tuloksen perusteella jatkuva adductor-kanavapuudutus olisi perustellumpi vaihtoehto.

---

Berikashvili LB, Yadgarov MY, Kuzovlev AN, ym. Adductor Canal Block Versus Femoral Nerve Block in Total Knee Arthroplasty: Network Meta-Analysis. Clin J Pain. 2024 Jul 1;40(7):447–457.

---

### Potilaan esihapettaminen ennen hätäintubaatiota, onko noninvasiivinen ventilaatio parempi kuin happimaskilla toteutettava esihapetus?

► Hypoksemia lisää sydänpysähdyksen ja kuoleman riskiä intubaatiota vaativilla kriittisesti sairailta potilailla, joten sen välttämiseen tulee pyrkiä. Gibbssin ym. vertasivat PREOXI (the Pragmatic Trial Examining Oxygenation Prior to Intubation) -tutkimuksessaan noninvasiivista ventilaatiota ja happimaskia ennen intubaatiota tapahtuvassa hätätilapotilaan esihapetuksessa.

Kyseessä oli satunnaistettu monikeskustutkimus aikuispotilailla (n = 1 301), jossa kriittisesti sairaita aikuisia jaettiin kahteen ryhmään: saamaan esihapetusta ennen intubaatiota joko noninvasiivisesti tai happimaskin avulla. Ensisijainen seurattava muuttuja oli hypoksemia (SpO<sub>2</sub> < 85 %) ajanjaksolla alkaen anestesian induktiosta päättyen kaksi minuuttia intubaation jälkeen.

Tutkimusaineistossa hypoksemiaa esiintyi vähemmän noninvasiivista ventilaatiota käyttävässä ryhmässä (9,1 %) verrattuna happimaskia käytäneeseen ryhmään (18,5 %). Noninvasiivisen ventilaation käyttö ei lisännyt aspiraation esiintymistä. Tutkimuksesta oli poissuljettu korkean >>

aspiraattoriskin potilaat (oksentelevat, verioksentelevat, veriyskäiset ja nenäverenvuotopotilaat) sekä potilaat, jotka olivat jo noninvasiivisessa ventilaatiossa.

Artikkelissa todettiin, että noninvasiivisen ventilaation valmistelu vaatii hieman aikaa, eikä sitä ehditä aivan kaikilla potilailla käyttä.

Tutkimus antaa aiheen tarkistaa omia käytäntöjä; jos aikaa on, niin hätätilapotilaan esihapettaminen noninvasiivisella ventilaatiolla on tämän tutkimuksen perusteella suotavaa.

---

Gibbs KW, Semler MW, Driver BE, ym. Noninvasive Ventilation for Preoxygenation during Emergency Intubation. *N Engl J Med.* 2024 Jun 20;390(23):2165-2177.

---

### **Tekoälysovellukset osana tulevaisuuden tehohoitoa**

► "The Future of Artificial Intelligence in Intensive Care: Moving from Predictive to Actionable AI" käsittelee aihetta ennakoivista tekoälymalleista kohti toiminnallisia järjestelmiä, jotka voivat tukea reaaliaikaista päätöksentekoa osana nykyajan ja tulevaisuuden tehohoitoa. Nämä ovat kliinisen päätöksenteon tueksi tarkoitettuja malleja (Clinical Decision Support Systems (CDSS)).

Nykyiset akuuttisairaanhoidon ja tehohoidon tekoälymallit keskittyvät pääasiassa ennustamaan potilaan tuloksia, kuten kuolleisuutta tai tietyn sairauden ennustetta. Tällaisia tekoälysovelluksia ovat myös sairaudentilaan liittyvät varoitusmerkit ja diagnostiikan apuna käytettävät mallit, jotka esittävät todennäköisyyksiä ja

ennakoivia varoituksia, mutta ne eivät ehdota tiettyjä toimenpiteitä.

Toiminnallinen tekoälymallintaminen pyrkii ohjaamaan hoitopäätöksiä ennustamalla erilaisten toimenpiteiden vaikutuksia, ottaen huomioon syy-seuraussuhteet. Tällainen tekoäly voi auttaa klinikoita valitsemaan parhaat hoitotoimenpiteet. Potilaan hoitoon niin teholla kuin yleisestikin sisältää sarjan päätöksiä yhden toimenpiteen sijaan. Ajan myötä muuttuvien tekijöiden, kuten potilaan sairaudentilan huomioon ottaminen on ratkaisevaa. Kehittyneiden tekoälymallien täytyy hallita nämä monimutkaisuudet ollakseen todella toiminnallisia.

Artikkelissa arvioitiin toiminnallisen tekoälyn kehittämiseen liittyviä mahdollisuuksia ja haasteita. Toiminnallinen tekoäly mahdollistaa reaaliaikaisen kliinisen tiedon soveltamisen päätöksenteon tueksi tarjoamalla oikeaan aikaan relevanttia tietoa klinikoille (tilannetietoisuuden parantaminen). Tähän liittyy useita haasteita, kuten hoitopäätösten monimutkaisuuden huomiointi ja päätöksistä seuraavien muutosten ajallinen vaihtelu. Sekä esimerkiksi sellaisilla potilasaineistolla (otantakoko) tai havaintoaineistolla sekä kliinisen tiedon integroinnilla mallinukset toteutetaan (tietorajoitukset). Tähän liittyy myös useita eettisiä sekä tietoturvallisuuteen liittyviä kysymyksiä, kuten sallitaanko tekoälymalleilla pääsy kaikkeen potilastietoon ja miten yksityisyyden suoja huomioidaan.

Katsauksessa pohdittiin myös tekoälyn hallintaan ja valvontaan liittyviä näkökohtia. Tekoälysovel-

lusten suunnittelu ja hallinta tulee olla läpinäkyvää, mikä on erityisen tärkeää, jotta tekoälyn turvallinen ja eettinen käyttö potilaiden hoidossa voidaan varmistaa. Tähän liittyy myös sovellusten tarkkuus ja oikeellisuus, oikeudenmukaisuus, yksityisyyden suoja ja jatkuva valvonta.

Tekoälysovellukset eivät saa tulevaisuudessakaan itsenäisesti määrittää potilashoitoa. Liiallinen riippuvuus tekoälystä voi vieraannuttaa kliinisestä päätöksenteosta. Tämä voi johtaa tilanteisiin, jossa tekoälyn ennuste tulevasta tapahtumasta voi muuttaa potilaan hoitoa suuntaan missä ennuste lopulta toteutuu, vaikka ennustettu hoito tai toimi olisikin tarpeeton. Tällainen tilanne voisi olla potilaalle haitallista, jopa hengenvaarallista.

Yhteenvetona voidaan todeta, että tekoälyteknologiat ovat osa tulevaisuuden potilashoitoa, mutta sen integrointi tulee tehdä vastuullisesti, hallitusti ja siihen on suhtauduttava kriittisesti. Haasteista huolimatta tekoälyn hyödyt voivat olla merkittäviä, se tarjoaa mahdollisuuksia muun muassa standardoidumpaan ja korkealaatuisempaan hoitoon eri terveydenhuollon ympäristöissä.

Lääkärin asiantuntemuksen tulee kuitenkin säilyä keskeisenä osana päätöksentekoprosessia. Potilaslääkärisuhde, potilaan vierellä tehtävä potilastyö – inhimillisuus ja läsnäolo – eivät ole korvattavissa tekoälyllä.

---

Pinsky MR, Bedoya A, Bihorac A, ym. Use of artificial intelligence in critical care: opportunities and obstacles. *Crit Care* 2024; 28:113.

---

## Tekoäly ja anestesiologia

► Anesthesiology julkaisi vuonna 2020 katsausartikkelin, jossa käsiteltiin tekoälyn käyttöä osana anestesiologiaa. Katsaus aiheeseen on jo hieman vanha, kun huomioidaan tekoälynsovellusten viimeaikainen huima kehitysvauhti ja nykyisellään jo käytössä olevat teknologiat. Artikkelin tarjoaa kuitenkin kattavan yleiskatsauksen siitä, miten tekoälyä integroidaan anestesiologiaan ja toimii hyvänä pohjana, jos aiheeseen haluaa syventyä lisää.

Artikkelissa esitellään erilaisia tekoälyteknologioita perinteisistä koneoppimisen malleista neuraaliverkoihin ja syväoppimiseen, tilastolliseen riskinarvointiin ja ennustamista suorittaviin algoritmeihin sekä laajoihin kielimalleihin ja tietokonenäköön.

Artikkelissa käsitellään kuutta eri anestesiologian aluetta, joissa tekoälyä sovelletaan. Näitä ovat 1) Tekoälysovellukset, jotka auttavat anestesian syvyyden seurannassa ja potilasmonitoroinnissa parantaen potilasturvallisuutta, 2) Automatisoidut järjestelmät, joilla voidaan kontrolloida, arvioida ja säätää anestesiaa ja anesteettien antoa, 3) Tapahtumien ja riskienhallintaan tarkoitettut algoritmit, jotka ennustavat esimerkiksi mahdollisia komplikaatioita ja haittatapahtumia leikkauksen aikana, 4) Ultraääni-ohjattujen toimenpiteiden tarkkuuden parantaminen, 5) Tekoälyyn perustuvat sovellukset akuutin ja kroonisen kivun tunnistamisessa sekä hoidossa ja 6) Tekoälyn käyttäminen aikataulutuksessa, resurssien hallinnassa ja kohdentamisessa.

Artikkelissa arvioidaan myös tekoälyn rajoituksia anestesiologiassa. Haasteita ja rajoituksia tekoälyn käytölle ovat muun muassa korkealaatuisten ja riittävän suurten tietoaisteistojen saaminen tekoälymallien kouluttamiseen, tekoälyn antamien tulosten tulkitseminen ja integroiminen nykyisiin klinisiin käytäntöihin sekä potilaiden yksityisyyteen, tietoturvaan ja vastuukysymyksiin liittyvät ongelmat.

Aiheesta tekoäly ja anestesia löytyy lukuisia uudempia julkaisuja. Nykyiset tekoälyteknologiat ja sovellukset kattavat jo laajasti eri anestesiologian osa-alueita. Tällaisia ovat esimerkiksi anestesian antoon liittyvät farmakologiset tekoälymallit, joiden avulla voidaan kontrolloida anestesia-lääkkeiden antoa anestesian syvyyden mukaan tai kontrolloida jokaista anestesian komponenttia (sedaatio, analgesia, relaksaatio) samanaikaisesti. Anestesian aikaisen nesteannon tai verenkierron tukilääkityksen voi automatisoida potilaasta saatavien reaaliaikaisten parametrien mukaan. Tällaiset sovellukset pohjaavat CLAD malliin (closed loop anaesthesia delivery system), joita nykyiset monitorointisovellukset ja tekoälyteknologiat tehostavat entisestään ja mahdollistavat yksilöllisemmän hoidon. Automatisoitujen toimintojen lisäksi tekoälyä sovelletaan päätöksenteon tukena, potilasmonitoroinnissa ja esimerkiksi leikkausta edeltävässä potilasarvioinnissa (anesthesia information management system AIMS ja smart anesthesia manager SAM). Robotiikka yhdistettynä tekoälysovellusten kanssa tekee tuloaan myös

anestesiologiaan. Lisäksi tekoälyteknikat tuovat aivan uudenlaisia mahdollisuuksia alamme koulutukseen. ■

---

Hashimoto DA, Witkowski E, Gao L, ym. Artificial Intelligence in Anesthesiology: Current Techniques, Clinical Applications, and Limitations. *Anesthesiology* 2020; 132:379-394.

---

>>