

# **Syventävät opinnot**

**Mikael Niemi**

# Hybridi PET/TT-kuvantamisen pitkäaikaisennusten kehittäminen koneoppimista hyödyntäen

*Luis Eduardo Juarez-Orozco, Teemu Maaniitty, Jan W Benjamins, Mikael Niemi, Pim van der Harst, Antti Saraste, Juhani Knuuti*

## Johdanto

Koneoppiminen on mullistamassa lääketieteellisen tutkimuksen tiedon analysoinnin. Koneoppimisalgoritmit mahdollistavat analysoimaan suuria tietokantoja, joissa on lukuisia toisistaan riippuvaisia muuttujia. Hyödynsimme tätä sepelvaltimotaudin tapahtumien ennustamiseksi.

Hybridi PET/TT on osoittautunut hyödylliseksi tutkimusvälineeksi sepelvaltimotaudin diagnostiikassa ja ennusteen arvioinnissa potilailla joilla epäillään sepelvaltimotautia.

Keräsimme tietokannan sähköisistä potilasasiakirjoista, PET- sekä TT-koronaariangiografia kuvantamisista ja loimme näistä rakenteisen datan tietokannan (structured data). Perinteiset tilastolliset analyysimenetelmät saattavat kuitenkin olla riittämättömiä hyödyntämään rakenteisen tietokannan täyden potentiaalin. Tästä syystä päätimme luoda askeltavan koneoppimismenetelmän (sequential machine learning workflow). Tavoitteena oli tunnistaa ne potilaat, jotka tulisivat sairastamaan sydäninfarktin (MI) tai kuolisivat pitkäaikaisseuranta tutkimuksessamme.

## Tutkimusmenetelmät

Aineistona käytettiin 951 oireisesta keskiriskin sepelvaltimotautia sairastavan potilaan tietokantaa. Potilaille suoritettiin TT-koronaariangiografia ja tämän jälkeen happi-15-vesi PET perfuusiotutkimus hybridilaitteella. Potilaita seurattiin sepelvaltimotaudin komplikaatioiden (sydäninfarkti tai kuolema) suhteen keskimäärin 6 vuotta.

Kliiniset muuttujat olivat sukupuoli, ikä, tupakointi, diabetes, verenpainetauti, dyslipidemia, sukurasite, rintakipu, hengenahdistus ja varhainen revaskularisaatio. Kliiniset tiedot kerättiin sähköisistä potilasasiakirjoista. TT-koronaariangiografian perusteella arvioitiin sepelvaltimoiden dominanssi sekä segmentittäin sepelvaltimoplakin olemassaolo ja valtimoplakin kalkkeutuminen. PET perfuusiotutkimuksessa arvioitiin alueittain rasituksen aikainen perfuusio yksikkönä ml/g/min.

Kliinisten tietojen sekä PET - ja TT-kuvantamisen tuottaman datan analysoinnissa käytettiin muuttujien valinnan jälkeen 10-kertaista ristiinvalidoitua tehostettua yhdistelmämenetelmää (LogitBoost). Mallin luoman ennusteen osuvuutta sydäninfarktin ja kuoleman suhteen arvioitiin käyrän alle jäävällä pinta-alalla (AUC) ja tarkkudella (Accuracy, Acc).

## **Tulokset**

Tutkimusaineistossa naisia oli 55% ja miehiä 45%. Mediaani-ikä oli 61±9 vuotta. Seuranta-aika vaihteli 1 kuukaudesta 9.6 vuoteen ja tänä aikana todettiin 24 sydäninfarktia sekä 49 kuolemaa. Seuranta-aikana myös 109:lle potilaalle suoritettiin ennenaikainen revaskularisaatio.

Analyysissä käytettiin kaiken kaikkiaan 85:tä eri muuttujaa (10 kliinistä, 58 TT-angiografiasta ja 17 PET -tutkimuksesta). Mallin ennustava suorituskky jäi vaatimattomaksi käyttäen ainoastaan kliinistä dataa (AUC=0.65, Acc=90%). PET-kuvantamisen ja kliinisen datan yhdistäminen tuotti kohtuullisen tuloksen (AUC=0.69, Acc=92.5%). Yhdistämällä kaikkien kolmen (Kliinisten tietojen sekä PET- ja TT-kuvantamisen) data saavutettiin merkittävä suorituskvyn kasvu (p=0.005) mallinnuksen tarkkuudessa ennustaa sydäninfarkti tai kuolema riippumatta aikaisesta revaskularisaatiosta (AUC=0.82, Acc=95.4%).

## **Päätelmät**

Sydämen hybridi PET/TT:stä saatavan datan analysointi askeltavalla koneoppimismallinnuksella voi parantaa niiden potilaiden tunnistamista, joilla on riski sairastaa sydäninfarkti tai kuolla pitkäaikaisessa seurannassa. Tutkimustulosten perusteella koneoppimisen hyödyntäminen voi olla tehokas työkalu sydämen hybridi PET/TT-kuvantamisessa.