



Sairaustestauksesta: lukujen paradoksaalisista osuuksista

Anne-Maria Ernvall-Hytönen
Åbo Akademi

Aina toisinaan kuulee ehdotuksia, että koko kansa olisi testattava jonkin tarttuvan taudin varalta. Yleensä näitä ehdotuksia kuulee silloin, kun joku on tahallaan leivittänyt HI-virusta, ja yleensä ehdotuksiin liittyy myös ajatus tehdä kuvakatalogi kaikista sairautta kantavista. Ei puututa nyt tässä ehdotuksen eettisiin ongelmiin, eikä myöskään taloudellisiin vaikutuksiin tai vaivaan mikä siitä seuraisi (noin viiden miljoonan suomalaisen testaaminen ei olisi ihan halpaa tai nopeaa touhua). Analysoidaan nyt miltä testitulokset näyttäisivät.

Suomalaisia oli 5509856 maaliskuun 11. päivänä vuonna 2017 [3]. HIV-positiivisia oli tuolloin 3771 THL:n tilastojen [1] mukaan, eli tämä luku viittaa siis niihin, jotka olivat saaneet positiivisen testituloksen. Varmaankin osa näistä ihmisistä oli jo kuollut, mutta toisaalta, jos koko kansa testattaisiin, pointti olisi tietenkin löytää piilevät tapaukset. Ajatellaan siis, että tuo 3771 ei sisällä kaikkia tapauksia, vaan että todellinen määrä olisi vaikka 5000, mikä on siis vain karkea arvaus. Tällöin siis Suomessa olisi

$$5509856 - 5000 = 5504856$$

HIV-negatiivista ihmistä.

ELISA-testissä noin 99,3–99,7 % HIV-positiivisista saa positiivisen testituloksen. Lopuilla testitulos on negatiivinen testattavan HIV-positiivisuudesta huolimatta. Lasketaan sen mukaan, että vääriä negatiivisia tuloksia tulisi mahdollisimman vähän, eli testi olisi mahdollisimman luotettava. Tällöin 0,3 % HIV-positiivisista

saisi negatiivisen testituloksen, eli

$$0,3 \% \cdot 5000 = 0,003 \cdot 5000 = 15$$

ihmistä. Loput $5000 - 15 = 4985$ saavat siis positiivisen testituloksen.

Siirrytään nyt toiseen ihmisryhmään, eli terveisiin ihmisiin (tai no, yleisestä terveydentilasta tässä tuskin voi mitään sanoa, eli kyse on HIV-negatiivisista ihmisistä). Näitä on siis 5504856. Testin tarkkuus terveillä on peräti noin 99,97 %, eli terveistä 99,97 % saa terveen paperit, ja vain 0,03 % sairaa. Laskeetaan nyt mitä tämä käytännössä tarkoittaa. Ensinnäkin $0,03 \% \cdot 5504856 = 0,0003 \cdot 5504856 \approx 1651$ ihmistä, ja nyt olemmekin asian ytimessä! Loput, eli

$$5504856 - 1651 = 5503205$$

saavat terveen paperit. Tehdäänpä nyt taulukko saaduista tuloksista:

	terveet	HIV-positiiviset
testitulos negatiivinen	5503205	15
testitulos positiivinen	1651	4985

Taulukon pystyivät kuvaavat testien luotettavuutta: Kuinka todennäköisesti sairas saa tuloksen, joka todella osoittaa ihmisen olevan sairas, ja kuinka todennäköisesti terve saa tuloksen, joka osoittaa ihmisen olevan terve.

Täysin toinen kysymys on se, että mikä johtopäätöksen tulee olla, jos testitulos on positiivinen, ja toisaalta,

mikä on mielekäs johtopäätös, jos testitulokseksi on negatiivinen. Ensimmäinen rivi vastaa negatiivisen testituloksen saaneita. Heistä 5503205 on terveitä ja 15 sairaita. Tulos on siis melkoisen luotettava.

Taulukon toinen rivi onkin ehkä hieman mielenkiintoisempi: Toisella rivillä on positiivisen testituloksen saaneiden jakauma terveisiin ja HIV-positiivisiin. Yhteensä positiivisen testituloksen on saanut

$$1651 + 4985 = 6636.$$

Heistä terveitä on

$$\frac{1651}{6636} \approx 0,25 = 25 \%$$

Tämä on ihan valtavasti. Tässä herää kaksi kysymystä:

- Miten ihmeessä tämä on mahdollista? Testinhän pitäisi olla hyvä. Suurella todennäköisyydellä testi antaa ihan oikean tuloksen riippumatta siitä, onko ihminen sairas vai terve.
- Onko oletettavaa, että joka neljäs HIV-positiiviseksi oletettu onkin terve?

Jälkimmäinen kysymys on itse asiassa helpompi, joten aloitetaan siitä. Ei, noin joka neljäs HIV-positiivinen ei ole terve. Positiiviset testitulokset varmistetaan. Eräs menetelmä on nimeltään Western blot. Elisan ja Western blot -testin jälkeen noin kolme ihmistä 250000 ihmisestä saa positiivisen tuloksen, vaikka onkin terve. Suomessa tämä tarkoittaisi sitä, että noin 60 ihmistä saisi virheellisesti HIV-diagnoosin. Tämä on paljon. Tämäkin olisi vielä yli prosentti HI-virusta sairastavien määrästä, jos koko väestö testattaisiin. Jos taas oletetaan, että testeihin ei mene kovin paljon terveitä ihmisiä, ei valheellisten positiivisten lukumäärä ole kovinkaan korkea.

Sitten se ensimmäinen kysymys. Miten tämä kaikki on oikein mahdollista? Selitys on se, että terveiden joukko on niin valtavasti suurempi kuin sairaiden, että vaikka lähes jokainen terve saisi terveen testituloksen, silti niitä, jotka saisivat sairausdiagnoosin, olisi huomattava määrä verrattuna oikeasti sairaiden kokonaismäärään. Testi antaa sekä terveille että sairaille kyllä luotettavan tuloksen, mutta toisen ryhmän suuri koko verrattuna

toiseen ryhmään muuttaa ryhmien välisiä suhteellisia kokoja. Asia on ehkä helpoin nähdä niin, että sairaiden osuus koko väestöstä on noin promille, eli prosentin kymmenesosa, sairaan diagnoosin saaneiden terveiden osuus taas kolme prosentin sadasosaa, eli noin kolmasosa promillea.

Testit paranevat ja muuttuvat luotettavammiksi. Se ei kuitenkaan poista sitä ongelmaa, että jokaisessa testissä on heikkoutensa. Joko toinen sairaus voi hämätä testiä, tai laborantti voi tehdä virheen, tai tauti voi olla vaiheessa, jossa se ei näy, tai jotain muuta voi mennä vikaan. Luotettavaa testiä ei ole. Virhetodennäköisyyttä voi vähentää, mutta täysin sitä ei voi poistaa.

Tehtävät

1. Tee vastaava analyysi vuoden 1986 datalla. Vuonna 1986 kaikkien koskaan todettujen tapausten määrä ylitti 100 Suomessa, ja meni jopa selkeästi yli. Luku on varmasti ollut pahasti alakanttiin, joten voit ajatella vaikkapa, että todellinen luku olisi ollut esimerkiksi 500. Onko terveiden vai sairaiden osuus suurempi positiivisen testituloksen saaneiden joukossa ensimmäisen testikerroksen jälkeen?
2. Kuinka paljon sairastuneita pitäisi olla, jotta jo ensimmäisen testikerroksen jälkeen terveiden osuus positiivisen testituloksen saaneiden joukossa olisi vain yksi prosentti?

Viitteet

- [1] HIV Suomessa – HIS i Finland, THL, tilasto 5.3.2017 raportoidut tapaukset. <https://www.thl.fi/ttr/gen/rpt/hivsuo.pdf>
- [2] How Often Do False Positive and False Negative HIV Tests Occur? <https://www.verywell.com/prevalence-of-false-positive-hiv-test-49134>
- [3] Väestökisterikeskus <https://vrk.fi/etusivu>, haettu 11.3.2017.