

Eksaktit testit ratkaisuna pienten otosten tilastoanalyysiin opinnäytteissä

23.6.2025

Kyselytutkimuksen tekijän haasteena on usein saada riittävä määrä vastauksia, ja otoskoot jäävät usein harmillisen pieniksi. Pieni otoskoko vaikeuttaa tulosten tilastollista analyysiä, kun esimerkiksi kahden kategorisen muuttujan keskinäisen riippumattomuuden tutkimisessa usein käytettävän Pearsonin χ^2-testin (khiin neliö -testin) käyttöedellytykset eivät täyty. Tätä testiä voi käyttää vain, jos 2 x 2 -taulukossa (nelikenttä) ei ole yhtäkään alle viiden (5) suuruista odotettua frekvenssiä. Suuremmissa taulukoissa niitä saa olla enintään viidesosassa soluista (20 %), mutta alle yhden (1) suuruisia odotettuja frekvenssiä ei saa olla lainkaan. On osoittautunut, että näitä ehtoja ei aina ole noudatettu opinnäytteissä, jolloin saadut tulokset eivät ole valideja.

Vaihtoehtona silloin, kun χ^2-testin käyttöedellytykset eivät täyty, on harkita eksaktin testin käyttöä. Eksakti testi on käyttökelpoinen hyvin pienelläkin tapausmäärällä, kuten seuraavan taulukon 1 (kuvitteellinen) esimerkki (Kempas & Tuuri, 2018, s. 330) osoittaa.

Taulukko 1. Esimerkki eksaktien testien käyttökelpoisuudesta pienelläkin aineistolla (Kempas & Tuuri, 2018, s. 330).

Pidätkö enemmän oluesta vai siideristä?

	Olut	Siideri
Nainen	1	5
Mies	5	0

Fisherin eksaktin testin tulos on p=,0152, mikä tarkoittaa tilastollisesti merkitsevää eroa sukupuolten välillä, jos merkitsevyysrajana on usein käytetty p <,05. Taulukko tuo samalla esiin testin soveltumisen myös hyvin pieneen aineiston analyysiin (N=11), ja kuten havaitaan, solun havaittu frekvenssi saa olla myös 0. Viimeksi mainittu on tosin sallittua myös χ^2-testissä mutta 0-arvo etenkin useammassa kuin yhdessä solussa johtaa helposti liian alhaisiin odotettuihin frekvensseihin, jotka puolestaan estävät testin käytön.

Fisherin eksakti (eli tarkka) testi on tunnetuin 2 x 2 -taulukolle tarkoitetuista eksakteista testeistä. Se löytyy myös SPSS-ohjelmasta, jolloin ohjelma laskee esim. χ^2-testiä tehtäessä samalla myös Fisherin eksaktin testin p-arvon. Lisäksi internetistä löytyy helppokäyttöisiä ohjelmia, jotka tekevät analyysin kenttään syötetyille arvoille. Tällainen ohjelma löytyy mm. sivustolta Social Science Statistics (i.a.).

Fisherin testin ohella saatavilla on muitakin eksakteja testejä, kuten esim. Barnardin, Boschloon ja Yulen (Q) testit. Eksaktit eli tarkat testit eroavat nimensä mukaisesti approksimaatioista kuten χ^2-testistä siinä, että ne laskevat p-arvon havaittujen arvojen hypergeometrisesta jakaumasta, mistä syystä suuremmalle otoskoolle ei ole tarvetta (*Fisher's Exact Test*, i.a.). Lähtökohtana on nollahypoteesi, eli että havaittu ero johtuu satunnaisvaihtelusta, eli mitä pienempi p:n arvo on, sitä suurempi todennäköisyys, että havaittu ero selittyy muilla syillä kuin sattumalla. Se että taulukoissa olevat lukuarvot ovat pieniä, voi olla hämäävää: eksaktien testien suorittaminen vaatii tosiasiassa suurta laskentatehoa, mistä syystä eksaktit testit ovat perinteisesti rajoittuneet 2 x 2 -taulukkoihin ja pieniin lukuarvoihin. Eksaktia testiä ei voi suorittaa itse laskemalla, vaan se vaatii aina tietokoneen, päinvastoin kuin χ^2-testi, jota entisaikoina tehtiin taskulaskimen avulla kaavaa soveltaen ja satunnaislukutaulukkoa apuna käyttäen.

Käytännön esimerkki SPSS-ohjelman tuottamasta tulosteesta

Seuraavassa havainnollistetaan kuvitteellisella aineistolla, miten SPSS-tilasto-ohjelman käyttäjä saa χ^2-testin valitessaan tulosteessa samalla myös Fisherin eksaktin testin tuloksen. Taulukossa 2 on ristiintaulukoitu "aineiston" jakauma. Jo etukäteen voi aavistaa, että χ^2-testin käyttöehdot eivät mitä todennäköisimmin täyty.

Taulukko 2. Kuvitteellisen aineiston ristiintaulukointi.

Pidätkö enemmän Tuplasta vai Geishasta?

	Tupla	Geisha	yht.
Nainen	4	8	12
Mies	3	1	4
Yht.	7	9	16

Seuraavasta kuvasta ilmenee tuloste, jonka SPSS tuotti aineistolle tehdystä χ^2-testistä.

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymptotic Significance (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	2,116[a]	1	,146		
Continuity Correction[b]	,762	1	,383		
Likelihood Ratio	2,155	1	,142		
Fisher's Exact Test				,262	,192
Linear-by-Linear Association	1,984	1	,159		
N of Valid Cases	16				

a. 2 cells (50,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 1,75.

b. Computed only for a 2x2 table

Kuva 1. SPSS-tuloste.

Ensimmäiseksi alaviitteen a tekstistä havaitaan, että taulukon 2 kahdessa solussa (50 %) odotetut frekvenssit jäävät alle viiden (5). Kuten yllä todettiin, 2 x 2 -taulukossa ei tällaisia saa olla lainkaan. Tämä tarkoittaa, ettei χ^2-testin tulosta (p=,146) tule ottaa huomioon eikä raportoida, koska se perustuu testin virheelliseen käyttöön.

Sen sijaan Fisherin eksaktin testin tulos (p=,262) täysin on validi. Lähtökohtaisesti tarkastellaan vain kaksisuuntaista (2-sided) arvoa. Käytettäessä merkitsevyysrajaa p <,05 saatu tulos tarkoittaa, että miesten ja naisten välillä ei ole tilastollisesti merkitsevää eroa siinä, pitääkö vastaaja enemmän Tuplasta vai Geishasta (vrt. taulukko 1, jossa kuvitteellisessa aineistossa havaitaan merkitsevä ero).

Lopuksi

Edellä esitetty voi tarjota opinnäytteen tekijöille vinkkejä, miten eksakti testi toimii pienelläkin aineistolla. Tilastoanalyysi tarjoaa tutkimustulosten käsittelyyn mielenkiintoisen lisän, täydentämään perinteisesti raportoitavia seikkoja kuten prosentuaalisia arvoja ja keskilukuja. Tätä kirjoitettaessa eksaktit testit soveltuvat lähtökohtaisesti 2 x 2 -taulukkoon, mutta tietokoneiden laskutehon jatkuvasti kasvaessa voi odottaa testin käytön laajenevan tulevaisuudessa tätä suurempiinkin taulukkoihin.

Ilpo Kempas

FT, dosentti, lehtori
SEAMK

Ilpo Kempas on filosofian tohtori ja dosentti, joka työskentelee romaanisten kielten ja englannin lehtorina Seinäjoen ammattikorkeakoulussa, opettaen myös tutkimuskirjoittamista. Kempas on kielentutkija, jonka tutkimusaloja ovat romaaniset kielet ja tieteellinen kirjoittaminen.

Lähteet

Fisher s Exact Test: Fisher s Exact Test and Yule s Q: The Precision Pair. (i.a.). FasterCapital. https://www.fastercapital.com/content/Fisher-s-Exact-Test–Fisher-s-Exact-Test-and-Yule-s-Q–The-Precision-Pair.html

Kempas, I. T., & Tuuri, H. (2018). Eksaktit testit testissä: Fisher, Barnard ja Boschloo. teoksessa S. Päällysaho, J. Latvanen, S. Saarikoski, & S. Uusimäki (Toim.), *Seinäjoen ammattikorkeakoulu monipuolisena vaikuttajana* (s. 326–334). (Seinäjoen ammattikorkeakoulun julkaisusarja. A. Tutkimuksia.; Nro 30). Seinäjoen ammattikorkeakoulu. http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-7109-93-9

Social Science Statistics. (i.a.). *Easy Fisher Exact Test Calculator.* https://www.socscistatistics.com/tests/fisher/default2.aspx#google_vignette