

9. Kahden riippumattoman ryhmän vertailu

Kahden riippumattoman ryhmän vertailussa ryhmien oletetaan olevan toisistaan riippumattomat eli käytännössä molemmissa ryhmissä on eri havainnot.

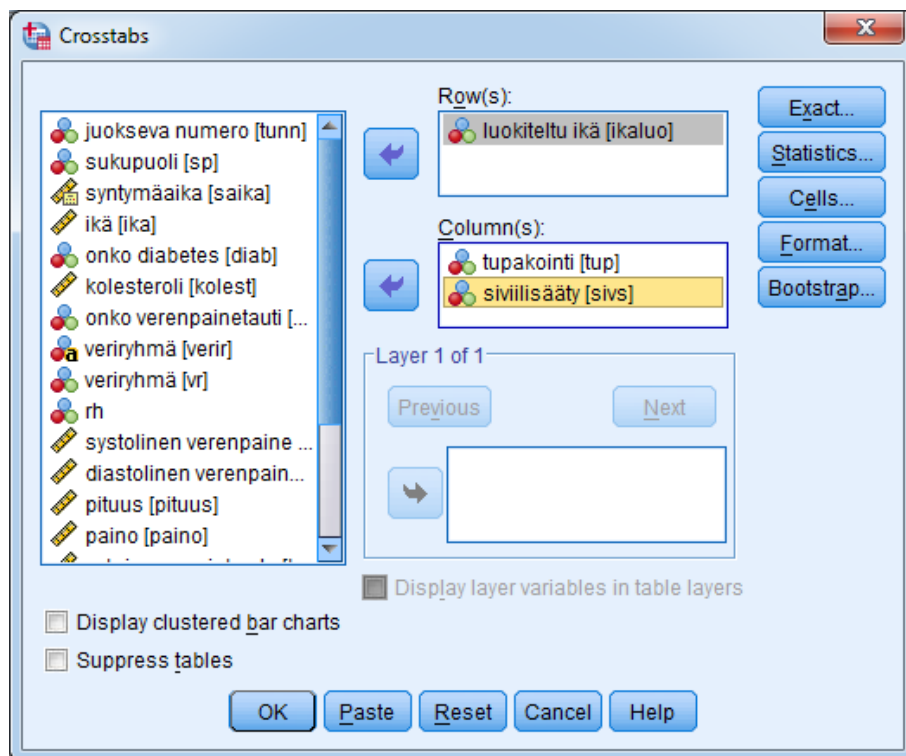
9.1. Khiin neliö -testi

Ristiintaulukointi on perusmenetelmä, jolla voidaan tutkia kahden muuttujan välistä riippuvuutta ja verrata muuttujien jakaumia eri ryhmissä. Ristiintaulukointi voidaan suorittaa merkkijono-muuttujille sekä valmiiksi luokitelluille numeerisille muuttujille. Jatkuvat muuttujat on syytä luokitella käyttäen luvun 6.2. muuttujamuunnoksia.

Tarkastellaan aineistossa *sydant.sav* tupakointia ja siviilisäätystä eri ikäluokissa. Valitse

Analyze → Descriptive Statistics → Crosstabs...

Valitse muuttujalistasta rivimuuttujaksi **ikaluo** ja sarakemuuttujiksi **tup** ja **sivs** (kuva 9.1.1). SPSS suorittaa ristiintaulukoinnit kullekin rivi- ja sarakemuuttujan yhdistelmälle. Jos tarvitaan ristiintaulukointia erikseen jonkun muuttujan eri arvoilla, valitaan kyseinen muuttuja kontrolli-muuttujaksi *Layer*-kohtaan. Koska harjoitusaineisto on hyvin pieni, jätetään kontrollimuuttuja lisäämättä.



Kuva 9.1.1: Muuttujien valitseminen Crosstabs-ikkunassa.

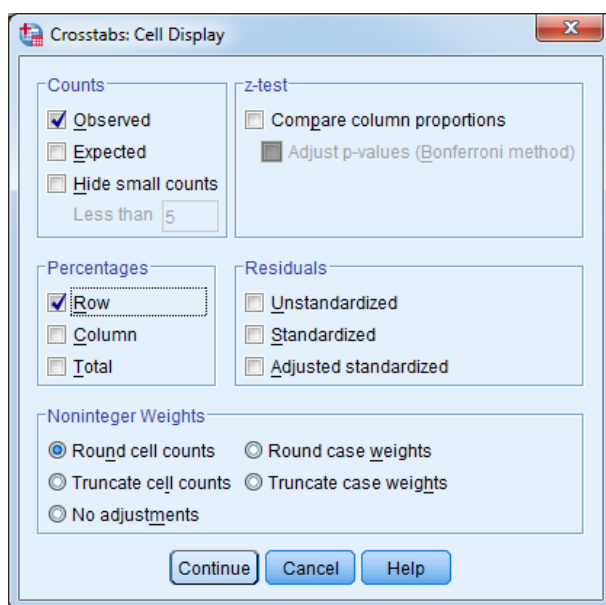
Oletusarvoisesti SPSS tulostaa vain ristiintaulukot. *Cell Display* -ikkunassa voidaan ristiintaulukon soluihin valita havaittujen frekvenssien lisäksi soluprosentteja, odotetut frekvenssit ja residuaalit. Napsauta **Cells...** -painiketta. Valitse *Percentages*-kohdassa *Row* (kuva 9.1.2), jolloin SPSS lisää soluihin kyseisen solun havaitun frekvenssin prosenttiosuuden kaikista rivimuuttujan havainnoista. Rivi- tai sarakeprosenttien laskusuunta riippuu käsiteltävästä ongelmasta. Jos taulukossa on selvästi selitettävä vastemuuttuja, lasketaan selitettävän muuttujan ehdolliset jakaumat selittävän

muuttujan luokissa (epidemiologia ja biostatistiikka). Tässä esimerkkitapauksessa tupakointi on vaste-muuttuja, jonka jakautumista halutaan selittää kyseisen henkilön iällä. Riviprosenteilla voimme verrata tupakoivien osuutta tutkimusjoukon alle ja yli 60-vuotiaiden välillä. Lopuksi palaa *Crosstabs* -ikkunaan napsauttamalla **Continue**.

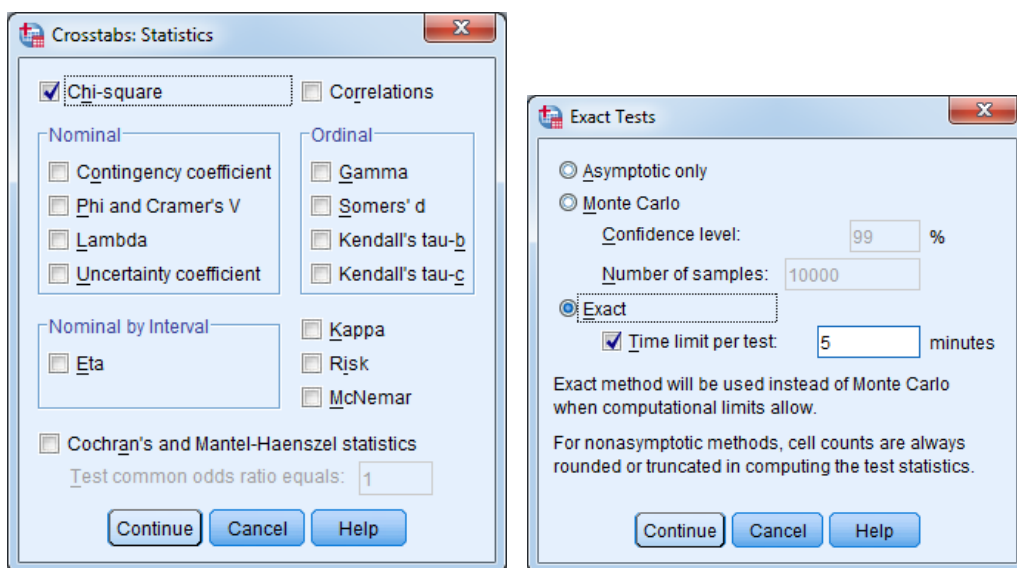
Statistics-ikkunassa voidaan valita laskettavaksi ristiintaulukointiin liittyviä tilastollisia tunnuslukuja. Napsauta **Statistics...**-painiketta, valitse *Chi-square* (kuva 9.1.3), ja napsauta **Continue**.

Exact Tests -ikkunassa valitaan laskettavaksi *Chi-square* -valinnalla tuotettujen testien tarkat p-arvot. Napsauta **Exact...**-painiketta, valitse *Exact* (kuva 9.1.3), ja napsauta **Continue**.

Mikäli olet kiinnostunut vain tilastollisista tunnusluvuista, voit rastittaa *Crosstabs*-ikkunassa *Suppress tables*, jolloin SPSS jättää ristiintaulukon tulostamatta. *Display clustered bar charts* -valinnalla tulostetaan lisäksi pylväskuvio. Kun olet tehnyt tarvittavat valinnat, napsauta *Crosstabs*-ikkunassa **OK**.



Kuva 9.1.2: Soluprosenttien valitseminen Cells-ikkunassa.



Kuva 9.1.3: χ^2 -testin valitseminen Statistics-ikkunassa ja tarkan testin valitseminen Exact Tests -ikkunassa.

9.1.1. Khiin neliö -testin tulokset

Aluksi esitetään ristiintaulukoinnin tulokset (taulukot 9.1.1 ja 9.1.2). Ristiintaulukossa esitetään taulukon solujen frekvenssit (*Count*) ja riviprosentit (*% within luokiteltu ikä*). Esimerkiksi alle 60-vuotiaista on tupakoimattomia 15 henkilöä, tupakoivia 31 ja lopettaneita 8. Tupakoivien osuus on alle 60-vuotiailla 57,4 % ja 60-vuotiailla tai vanhemmilla 40,9 %.

Taulukko 9.1.1: Ristiintaulukko tupakoinnin jakautumisesta ikäluokittain.

Crosstab						
		tupakointi				
			ei tupakoi	tupakoi	lopettanut	Total
luokiteltu ikä	alle 60 v	Count	15	31	8	54
		% within luokiteltu ikä	27,8%	57,4%	14,8%	100,0%
	60 v tai yli	Count	17	18	9	44
		% within luokiteltu ikä	38,6%	40,9%	20,5%	100,0%
Total		Count	32	49	17	98
		% within luokiteltu ikä	32,7%	50,0%	17,3%	100,0%

Taulukko 9.1.2: Ristiintaulukko siviilisäädyn jakautumisesta ikäluokittain.

Crosstab						
		siviilisäät				Total
			naimaton	naimisissa	eronnut	
luokiteltu ikä	alle 60 v	Count	4	40	5	54
		% within luokiteltu ikä	7,4%	74,1%	9,3%	100,0%
	60 v tai yli	Count	5	22	7	44
		% within luokiteltu ikä	11,4%	50,0%	15,9%	100,0%
Total		Count	9	62	12	98
		% within luokiteltu ikä	9,2%	63,3%	12,2%	100,0%

Seuraavaksi esitetään χ^2 -testi ja Fisherin tarkka testi sekä testit uskottavuussuhteelle ja riippuvuuden lineaarisuudelle (taulukot 9.1.3 ja 9.1.4). Tuloksia tulkitessa täytyy aluksi tarkastaa, toteutuvatko **χ^2 -testin oletukset**: yksikään odotettu frekvenssi ei saa olla pienempi kuin yksi ja samalla enintään 20 % odotetuista frekvensseistä saa olla pienempiä kuin viisi. SPSS tulostaa *Chi-Square Tests* -taulukon alalaitaan tiedot näiden oletusten tarkastamiseksi: pienin odotettu frekvenssi (taulukko 9.1.3: 7,63; taulukko 9.1.4: 4,04) ja solujen, joissa odotettu frekvenssi on alle viisi, lukumäärä ja prosenttiosuus (taulukko 9.1.3: 0 (0,0 %); taulukko 9.1.4: 2 (25,0 %)).

Taulukossa 9.1.3 χ^2 -testin oletukset ovat voimassa, joten χ^2 -testin tulos voidaan lukea riviltä, joka on otsikoitu *Pearson Chi-Square*. Tuloksista valitaan 2-suuntainen tarkka p-arvo (*Exact Sig. (2-sided)*). P-arvo 0,271 on suurempi kuin 0,05, joten tupakointitavoissa ei aineiston perusteella näyttäisi olevan eroa alle 60-vuotiaiden ja yli 60-vuotiaiden välillä.

Taulukossa 9.1.4 χ^2 -testin oletukset eivät ole voimassa, joten käytetään Fisherin tarkkaa testiä (*Fisher's Exact Test*) ja valitaan Fisherin testin 2-suuntainen tarkka p-arvo (tässä tapauksessa 0.261). P-arvo 0,087 on suurempi kuin 0,05, joten siviilisäädystä ei aineiston perusteella näyttäisi olevan eroa alle 60-vuotiaiden ja yli 60-vuotiaiden välillä.

Taulukko 9.1.3: χ^2 -testi tupakointitapojen prosentuaalisen osuuden vaihtelusta ikäluokissa < 60 v ja ≥ 60 v.

Chi-Square Tests						
	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)	Point Probability
Pearson Chi-Square	2,640 ^a	2	,267	,271		
Likelihood Ratio	2,652	2	,265	,271		
Fisher's Exact Test	2,655			,261		
Linear-by-Linear Association	,137 ^b	1	,711	,771	,412	,109
N of Valid Cases	98					

a. 0 cells (0,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 7,63.

b. The standardized statistic is -,370.

Taulukko 9.1.3: χ^2 -testi siviilisäädyn prosentuaalisen osuuden vaihtelusta ikäluokissa < 60 v ja ≥ 60 v.

Chi-Square Tests						
	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)	Point Probability
Pearson Chi-Square	6,383 ^a	3	,094	,090		
Likelihood Ratio	6,425	3	,093	,102		
Fisher's Exact Test	6,363			,087		
Linear-by-Linear Association	2,954 ^b	1	,086	,094	,055	,022
N of Valid Cases	98					

a. 2 cells (25,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 4,04.

b. The standardized statistic is 1,719.

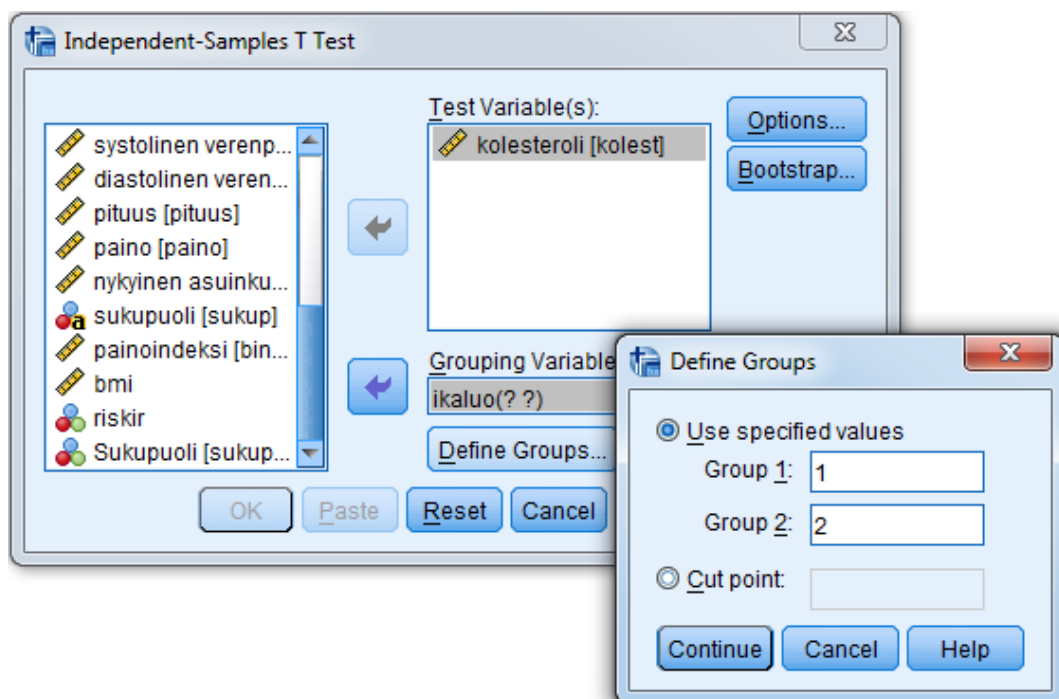
9.2. Riippumattomien ryhmien t-testi

Keskiarvojen yhtäsuuruuden testaukseen kahden riippumattoman ryhmän välillä käytetään riippumattomien ryhmien t-testiä. Käytännössä riippumattomuusoletus tarkoittaa, että molemmissa ryhmissä on eri havainnot. Ennen t-testin suorittamista kannattaa tutkia normaali-jakaumaoletuksen voimassaolo (luku 5.3) tai ainakin vastemuuttujan jakauman symmetrisyys vertailtavissa ryhmissä sekä varianssien yhtäsuuruus (luku 9.2.1) molemmissa ryhmissä.

Verrataan aineistossa *sydant.sav* kolesterolin keskiarvoja kahden ikäluokan (< 60 v ja ≥ 60 v) välillä. Valitse

Analyze → Compare Means → Independent-Samples T Test...

Avautuvassa *Independent-Samples T Test* -ikkunassa (kuva 9.2.1) siirretään *Test Variable(s)* -listaan yksi tai useampi numeerinen muuttuja ja *Grouping Variable* -kohtaan muuttuja, jonka kahdella määrätyllä arvolla t-testi suoritetaan. Valitse testimuuttujaksi **kolest** ja ryhmitteleväksi muuttujaksi **ikaluo**. Napsauta **Define Groups...** -painiketta, jolloin avautuu *Define Groups* -ikkuna. Anna muuttujan **ikaluo** ryhmän 1 arvoksi 1 ja ryhmän 2 arvoksi 2 (kuva 9.2.1) ja napsauta **Continue**. Kun valinnat on tehty, napsauta *Independent Samples T Test* -ikkunassa **OK**.



Kuva 9.2.1: Muuttujien valitseminen *Independent-Samples T Test* -ikkunassa ja ryhmien määrittely *Define Groups* -ikkunassa.

Oletusarvoisesti SPSS tulostaa 95 %:n luottamusvälin keskiarvojen erotukselle. SPSS poistaa puuttuvaa tietoa joko testi- tai ryhmittelymuuttujassa sisältävät havainnot vain analysoitaessa kyseistä muuttujaa. Luottamusvälin pituutta sekä puuttuvien tietojen käsittelyä voidaan muuttaa *Options*-ikkunassa.

9.2.1. t-testin tulokset

Tulostuksen ensimmäinen taulukko sisältää kolesterolin tunnuslukuja eri ikäluokissa: havaintojen lukumäärä, keskiarvo, keskihajonta ja keskivirhe (taulukko 9.2.1).

T-testin tulos luetaan *Independent Samples Test* -taulukosta (taulukko 9.2.2). Riippumattomien ryhmien t-testin testisuure ja sen merkitsevyys lasketaan kahdella eri tavalla. Laskentatapa riippuu varianssien yhtäsuuruudesta vertailtavissa ryhmissä. Varianssien yhtäsuuruutta testataan **Levenen testillä** (*Levene's Test for Equality of Variances*), jonka tulos luetaan *Independent Samples Test* -taulukon kolmannesta ja neljännessä sarakkeesta (*F* ja *Sig.*). Mikäli varianssit ovat yhtä suuret (kuten tässä: $p\text{-arvo } 0,319 > 0,05$), käytetään ryhmäkeskiarvojen eron testaamiseen yhtä suurten varianssien t-testiä (rivi *Equal variances assumed*). Jos varianssit ovat erisuuret (Levenen testin $p\text{-arvo} \geq 0,05$), käytetään erisuurten varianssien t-testiä (rivi *Equal variances not assumed*). T-testin merkitsevyys luetaan sarakeotsikon *t-test for Equality of Means* alta, sarakkeesta *Sig. (2-tailed)*. Jos ryhmien välillä ei ole tilastollisesti merkitsevää eroa, keski-arvojen erotuksen luottamusvälin (*95 % Confidence Interval of the Difference*) ala- ja yläraja ovat erimerkkiset eli nolla sisältyy luottamusväliin. Keskiarvojen erotus esitetään sarakkeessa *Mean Difference*.

Esimerkissämme ryhmien varianssit ovat Levenen testin mukaan yhtä suuret, joten t-testin tulos luetaan riviltä *Equal variances assumed*. T-testin mukaan kolesterolin keskiarvossa ei ole eroa ikäluokkien välillä (ero ryhmien välillä $-0,2$; $p\text{-arvo} = 0,525$).

Taulukko 9.2.1: Riippumattomien ryhmien t-testin tunnusluvut.

Group Statistics					
	luokiteltu ikä	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
kolesteroli	alle 60 v	54	7,0793	1,45651	,19821
	60 v tai yli	43	7,2874	1,75945	,26831

Taulukko 9.2.2: Riippumattomien ryhmien t-testin tulokset.

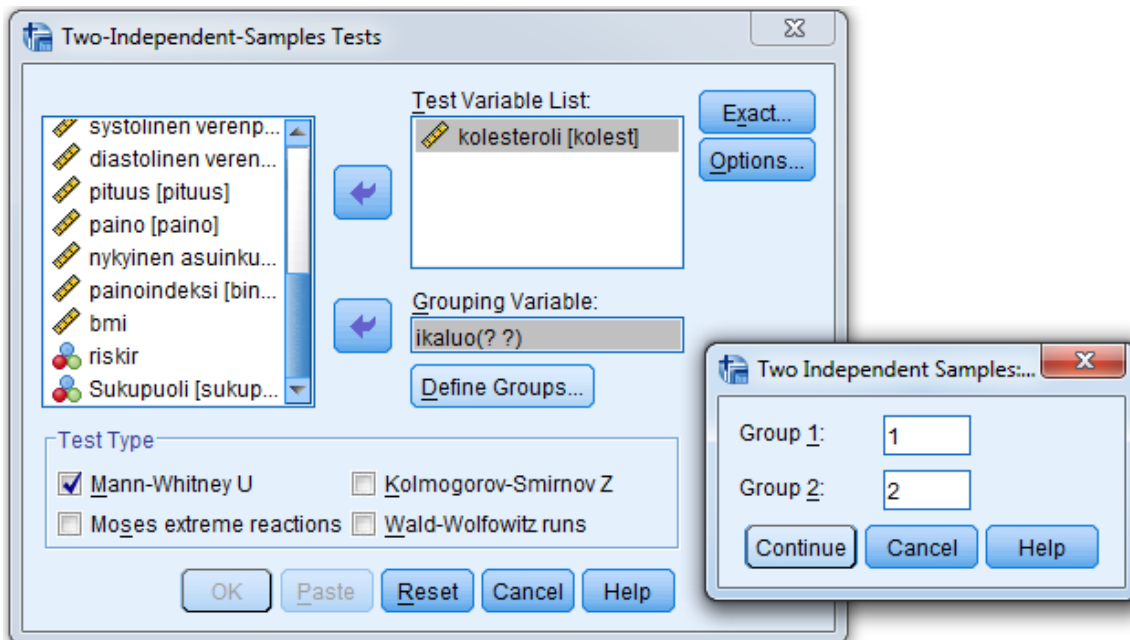
Independent Samples Test									
		Levene's Test for Equality of Variances				t-test for Equality of Means			
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference Lower Upper
kolesteroli	Equal variances assumed	1,003	,319	-,638	95	,525	-,20818	,32652	-,85640 ,44004
	Equal variances not assumed			-,624	81,187	,534	-,20818	,33358	-,87188 ,45552

9.3. Mann-Whitneyn testi

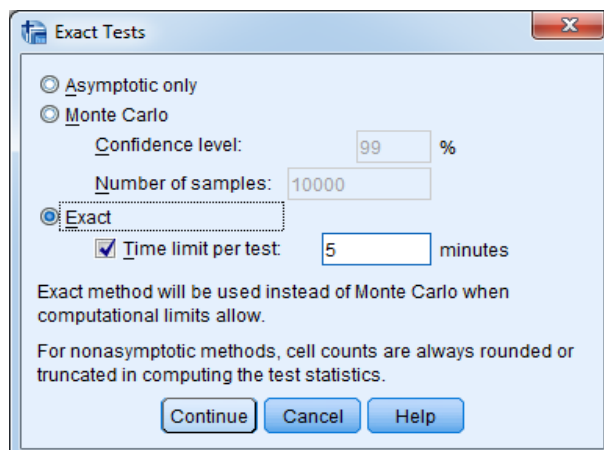
Mann-Whitneyn testi on riippumattomien ryhmien t-testin parametriton vastine. Verrataan, kuten luvussa 9.2, kolesteroliarvoja kahden ikäluokan (< 60 v ja ≥ 60 v) välillä. Valitse

Analyze → Nonparametric Tests → Legacy Dialogs → 2 Independent Samples...

Siirrä avautuvassa *Two-Independent-Samples Tests* -ikkunassa testimuuttujaksi **kolest** (kohtaan *Test Variable List*) ja ryhmitteleväksi muuttujaksi **ikaluo** (kohtaan *Grouping variable*) (kuva 9.3.1). Määritä ryhmittelymuuttujan vertailtavien luokkien arvot: napsauta **Define Groups...**-painiketta, anna muuttujan **ikaluo** ryhmän 1 arvoksi 1 (*Group 1*) ja ryhmän 2 arvoksi 2 (*Group 2*), ja napsauta **Continue**. SPSS valitsee käytettäväksi testiksi automaattisesti Mann-Whitneyn testin (*Mann-Whitney U*), joten *Test Type* -kohdan valintoja ei tarvitse nyt muokata. Napsauta vielä **Exact...**-painiketta, valitse *Exact* (kuva 9.3.2), ja napsauta **Continue**. Kun valinnat on tehty, napsauta *Two-Independent Samples Tests* -ikkunassa **OK**.



Kuva 9.3.1: Mann-Whitneyn testin valitseminen.



Kuva 9.3.2: Tarkan testin valitseminen.

9.3.1. Mann-Whitneyn testin tulokset

Mann-Whitneyn testissä testisuureen laskemisessa ei käytetä alkuperäisiä havaintoarvoja, vaan ne korvataan järjestyslukuilla (*Ranks*): pienin arvo saa järjestysluvun yksi, toiseksi pienin kaksi, jne. Testisuure lasketaan näiden järjestyslukujen perusteella.

SPSS tulostaa aluksi *Ranks*-taulukon (taulukko 9.3.1). Sarakkeesta *Mean Rank* voidaan katsoa, kumpaan ryhmään on kertynyt enemmän suuria havaintoarvoja eli kummassa ryhmässä järjestyslukujen keskiarvo on suurempi. Tässä aineistossa keskiarvot ovat lähes samansuuruiset (47,9 ja 50,4).

Mann-Whitneyn testin p-arvo luetaan *Test Statistics* -taulukosta (taulukko 9.3.2) riviltä *Exact Sig. (2-tailed)*. P-arvon 0.658 perusteella kolesteroliarvot eivät tässä aineistossa poikkea toisistaan kahden ikäryhmän välillä.

Mann-Whitneyn testin tuloksia raportoidessa on syytä huomioida, että riippuen vastemuuttujan jakaumasta, tulee p-arvon lisäksi esittää sopivat tunnusluvut ryhmittäin (esimerkiksi keskiarvo ja keskihajonta tai mediaani ja kvartiiliväli).

Taulukko 9.3.1: Kolesteroliarvojen järjestysluvut ikäluokittain.

Ranks				
	luokiteltu ikä	N	Mean Rank	Sum of Ranks
kolesteroli	alle 60 v	54	47,86	2584,50
	60 v tai yli	43	50,43	2168,50
	Total	97		

Taulukko 9.4.5: Mann-Whitney -testin testisuureen arvo ja merkitsevyys.

Test Statistics ^a	
	kolesteroli
Mann-Whitney U	1099,500
Wilcoxon W	2584,500
Z	-,447
Asymp. Sig. (2-tailed)	,655
Exact Sig. (2-tailed)	,658
Exact Sig. (1-tailed)	,329
Point Probability	,001

a. Grouping Variable: luokiteltu ikä