

УНИВЕРЗИТЕТ У КРАГУЈЕВЦУ
ФАКУЛТЕТ МЕДИЦИНСКИХ НАУКА



UNIVERSITY OF KRAGUJEVAC
FACULTY OF MEDICAL SCIENCES

Назив изборног подручја
< ПРЕВЕНТИВНА МЕДИЦИНА >

ИЗБОР АДЕКВАТНОГ СТАТИСТИЧКОГ МЕТОДА ЗА ИСТРАЖИВАЊЕ

Copyright © 2019 – Факултет медицинских наука Универзитета у Крагујевцу. Сва права задржана. Без претходне писмене дозволе од стране Факултета медицинских наука забрањена је репродукција, трансфер, дистрибуција или меморисање неког дела или читавих садржаја овог документа, копирањем, снимањем, електронским путем, скенирањем или на било који други начин.

Copyright © 2019 – Faculty of Medical Sciences of University of Kragujevac. All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system or transmitted in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording, scanning or otherwise, without the prior written permission of Faculty of Medical Sciences.

САДРЖАЈ

Статистичке технике за поређење група	2
Претпоставке	3
Ниво мерења	3
Случајност узорковања	3
Независност опсервација	3
Нормалност расподеле	3
Хомогеност варијансе	4
Грешка прве врсте, грешка друге врсте и моћ теста	4
Планирана поређења/накнадне анализе	5
Величина утицаја	6
Недостајући подаци	6
Регресија и корелација и методе базиране на поретку ранга	7
Статистичке технике за истраживање веза између променљивих	7
Преглед основних начела	8
Чиниоци које треба узети у обзир приликом тумачења коефицијента корелације	8
Претпоставке	9
G Power	11
Врсте анализа	11
Руковање програмом	12
Изаберите статистички тест који одговара вашем проблему	12
Изаберите један од пет доступних типова анализе моћи	13
Обезбедити улазне параметре потребне за анализу	14
Штампање параметара	17
t тест: Означава зависност између две зависне средине (упарени парови)	18
Индекс величине утицаја	18
Опције	19
Пример	19
Збирна табела својстава основних статистичких техника	21

Статистичке технике за поређење група

За испитивање значајних разлика између група постоји цео низ техника. Програмски пакет СПСС садржи много статистичких техника, а овде ћемо обрадити само оне главне, и то и параметарске и непараметарске. Параметарске технике почивају на више претпоставки о популацији из које је извучен узорак (нпр. да су резултати нормално расподељени) и природи тих података (да су мерени на интервалним скалама). Непараметарске технике немају тако строге претпоставке и често су прикладније за мале узорке или када су прикупљени подаци измерени само на ординалним скалама (чији се износи могу рангирати). У наредној табели дат је списак свих техника.

Параметарска техника	Непараметарска техника
Не постоји	Хи-квадрат за квалитет апроксимације (фитовања)
Не постоји	Хи-квадрат за независност
t-тест независних узорака	Ман-Витнијев U тест
t-тест упарених узорака	Вилкоксонов тест ранга
Једнофакторска АНОВА (анализа варијансе) различитих група	Крускал-Волисов тест
Једнофакторска АНОВА (анализа варијансе) поновљених мерења	Фридманов тест
Двофакторска анализа варијансе различитих група	Не постоји
Двофакторска анализа варијансе поновљених мерења	Не постоји
Комбинована АНОВА (СПАНОВА)	Не постоји
Мултиваријациона анализа варијансе (МАНОВА)	Не постоји
Анализа коваријансе (АНЦОВА)	Не постоји

Ево кључних тачака које треба имати у виду када се тражи прикладна статистичка техника:

- t-тестови се употребљавају када имате само две групе (нпр. мушкарци/ жене) или две тачке у времену (нпр. пре интервенције, после интервенције).
- Технике анализе варијансе се употребљавају када имате *две или више* група или тачака у времену.
- Технике упарених узорака или поновљених мерења употребљавају се за тестирање *истих људи у више наврата*, или када имате упарене узорке.
- Технике анализе различитих група и независних узорака употребљавају се када су субјекти у свим групама *различити људи* (или независни).
- Једнофакторска анализа варијансе се употребљава када имате само једну независну променљиву (нпр. пол).
- Двофакторска анализа варијансе се употребљава када имате две *независне* променљиве (пол, старосна група).
- Анализа варијансе више зависних променљивих (мултиваријациона анализа) употребљава се када имате више *зависних* променљивих (анксиозност, депресија).
- Анализа коваријансе (ANCOVA) употребљава се када треба статистички контролисати (уклонити) утицај додатне, реметилачке променљиве која утиче на везу између независне и зависне променљиве.

Пре него што се упустимо у истраживање неких доступних техника, треба размотрити више заједничких питања.

Претпоставке

На неким општим претпоставкама почивају све овде размотрене параметарске технике (нпр. t -тестови, анализа варијансе), а поједине технике се заснивају и на додатним претпоставкама. Опште претпоставке представљамо у овом делу, а специфичније претпоставке у наредним деловима, по потреби. Разматрање поступака провере задовољења претпоставки видети у Tabachnick i Fidell (2007, 4. поглавље). Даље разматрање последица нарушавања тих претпоставки видети у књигама Stevens (1996, 6. поглавље) и Glass, Peckham i Sanders (1972).

Ниво мерења

За све параметарске приступе претпоставка је да се зависна променљива мери на интервалној скали (па растојања између бројчаних вредности одговарају растојањима између обележја која се мере). Дакле, употребљава се не прекидна скала, а не дискретне категорије. Кад год је то могуће приликом пројектовања истраживања, покушајте да употребите непрекидне мере зависне променљиве, а не категоријске. Тако стичете могућност употребе већег броја техника анализе података.

Случајност узорковања

Параметарске технике обрађене у овом делу заснивају се на претпоставци да су резултати добијени из случајног узорка популације. У стварним истраживањима та претпоставка често није задовољена.

Независност опсервација

Опсервације од којих се састоје подаци морају бити узајамно независне, тј. ни на једну опсервацију или мерење не сме утицати ниједна друга опсервација или мерење. Кршење ове претпоставке има врло озбиљне последице; расправу видети у књизи Stevens (1996, стр. 238). У бројним истраживачким ситуацијама, крши се претпоставка о независности. У наставку дајем примере таквих студија (преузете из књига које су написали Stevens, 1996, стр. 239; и Gravetter & Wallnau, 2004, стр. 251):

Истраживање учинка студената који раде у паровима или малим групама. Понашање сваког члана групе утиче на све остале чланове и тако се крши претпоставка о независности.

Истраживање навика и преференција деце у вези с гледањем ТВ-а, када су деца из исте породице. Понашање једног детета у породици (које, рецимо, гледа програм А) најчешће утиче на сву осталу децу из те породице; зато опсервације нису независне.

Истраживање метода поучавања у учионици и њиховог утицаја на понашање и учинак студената. Присуство малог броја проблематичних студената може утицати на све остале; зато мерења понашања и учинка појединаца нису независна.

За сваку ситуацију у којој се опсервације или мерења прикупљају у групном окружењу или су субјекти подвргнути неком облику интеракције, могу бити потребне специфичније технике, као што је моделовање у више нивоа (хијерархијско). Тај приступ је сада уобичајен у истраживањима која обухватају децу у учионици, у школама, у градовима; или студије с пацијентима, различитим медицинским специјалистима, у ординацији/канцеларији, у граду или земљи. Више о томе видети у 15. поглављу књиге Tabachnick i Fidel (2007).

Нормалност расподеле

Параметарске технике дају тачне резултате само када су популације из којих су узорци узети нормално расподељене. У многим истраживањима, вредности зависне променљиве нису нормално расподељене. Срећом, већина техника је прилично робусна, тј. нарушавање ове претпоставке проузрокује малу нетачност резултата.

Када су узорци довољно велики (преко 30 опсервација), кршење ове претпоставке не би требало да проузрокује веће проблеме. Расподела резултата за сваку групу може се проверити прегледом хистограма који се цртају помоћу СПСС-овог менија Graphs и преко менија Analyze избором команде Descriptive Statistics и ставке Explore. У табели **Tests of Normality** дати су коначни резултати испитивања нормалности расподеле које су изумели Kolmogorov и Smirnov. **Нормалност се показује статистички незначајним одступањем**

од нормалности, тј. износом Sig. већим од 0,05. Када имамо да **мање од 50 случајева (обсервација)** учествује у анализи користе се подаци из десног дела табеле (**Shapiro-Wilk**).

Tests of Normality						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Total perceived stress	,069	433	,000	,992	433	,021

a. Lilliefors Significance Correction

Подробијни опис тог процеса видети у књизи Tabachnick i Fidel (2007, 4. поглавље).

Хомогеност варијансе

Параметарске технике из овог дела темеље се на претпоставци да су узорци добијени из популација једнаких варијанси. То значи да је променљивост резултата у свим групама једнака. За испитивање те хомогености у склопу t-тестова и анализа варијанси, СПСС обавља **Leven-ов тест једнакости варијанси**. Његови резултати су део СПСС-овог излаза за те технике. Будите пажљиви у тумачењу резултата тог теста: надате се да показатељ није значајан (тј. да **му је значајност већа од 0,05**). Када добијете значајност мању од 0,05, то значи да варијансе двеју група нису једнаке и да не важи претпоставка о хомогености варијансе. Не паничите када вам се то догоди. Анализа варијансе је прилично неосетљива на нарушавање те претпоставке уколико су величине група приближно сличне (нпр. **највећа/најмања = 1,5**; Stevens, 1996, стр. 249). У t-тестовима добијате два низа резултата, један за ситуације у којима претпоставка није нарушена, а други за оне када јесте. У том случају, само употребите онај скуп резултата који одговара подацима.

Грешка прве врсте, грешка друге врсте и моћ теста

t-тестови и анализе варијанси служе за испитивање хипотеза. У тој врсти анализа увек је могуће донети погрешан закључак. Могу се направити две различите грешке. Када одбацимо нулту хипотезу која је у ствари тачна, ради се о грешци прве врсте. То се дешава када закључимо да између група постоји разлика, а она заправо не постоји. Вероватноћу те грешке минимизирамо тако што изаберемо малу вредност; најчешће се користе вредности 0,05 или 0,01, тј. свесно ризикујемо да једанпут у 20 односно 100 случајева одбацимо нулту хипотезу (о непостојању разлике) када је тачна.

У испитивању (верификацији) хипотеза може се направити и друга врста грешке, када не одбацимо погрешну нулту хипотезу (тј. када закључимо да између група не постоји разлика, а она заправо постоји). Нажалост, те две грешке су обрнуто сразмерне. Што више смањујемо вероватноћу грешке I врсте, повећавамо вероватноћу да ћемо направити грешку II врсте.

Идеално би било да се помоћу употребљених тестова тачно утврди постоји ли заиста разлика између група. То је тзв. **моћ теста**, тј. вероватноћа да се открије постојећа разлика, односно да се не направи грешка II врсте. Тестови се разликују по својој моћи; рецимо, када су њихове основне претпоставке задовољене, параметарски тестови (као што су t-тестови, анализа варијансе, итд.) потенцијално су моћнији од непараметарских тестова. Међутим, на моћ теста у датом ситуацији утичу и други чиниоци:

- величина узорка;
- величина утицаја истраживане разлике између група, тј. утицаја независне променљиве;
- и алфа ниво (ризик грешке I врсте) који је задао истраживач (нпр. 0,05/0,01).

Моћ теста се јако мења у зависности од величине узорка употребљеног у студији. Stevens (1996) тврди да 'моћ не представља проблем' (стр. 6) када је узорак велик (нпр. 100 или више субјеката). Међутим, у истраживањима на малим узорцима (нпр. $n=20$) морате бити свесни могућности да незначајан резултат може бити последица недовољне моћи теста. Stevens (1996) предлаже да се за мале групе по потреби повећа алфа (ризик грешке I врсте), нпр. на 0,10 или 0,15 уместо уобичајених 0,05.

Постоје и табеле (видети Cohen, 1988) у којима се може очитати величина узорка потребна за одређену (довољну) моћ теста, за дату величину утицаја разлике коју желите да откријете. Све више је и софтверских програма који то умеју да израчунају (нпр. G*Power, доступан на адреси <http://www.gpower.hhu.de/en.html>).

Неке од СПСС-ових техника такође израчунавају моћ обављеног теста, водећи рачуна о величини утицаја разлике и величини узорка. Идеално би било да имате 80 процена та шансе да откријете постојање везе. Када добијете незначајан резултат и имате веома мали узорак, требало би да погледате моћ употребљеног теста. Уз моћ теста мању од 0,80 (80 процената шансе да откријете постојећу разлику), треба пажљиво протумачити разлог незначајности резултата. Она може бити последица недовољне моћи теста, а не непостојања разлике између група. Анализа моћи показује колико поверења треба имати у резултате када се не одбаци нула хипотеза о једнакости група. Што је већа моћ теста, то више тада треба бити уверен да стварна разлика између група не постоји.

Планирана поређења/накнадне анализе

Анализом варијансе утврђујете да ли постоје значајне разлике између разних група или околности. Понекад ће вас занимати да ли се групе као целина разликују (да ли независна променљива на неки начин утиче на вредности зависне променљиве). У другим истраживачким контекстима усредсредите се више на испитивање разлика између појединих, за разлику од свих могућих група. Водите рачуна о тој разлици, пошто се за сваку од тих намена користи другачија анализа.

Планирана (или *a priori*) поређења служе за испитивање конкретних хипотеза (обично извучених из теорије или претходних истраживања) у вези с разликама унутар одређеног подгрупа група (нпр. да ли се групе 1 и 3 значајно разликују?). Та поређења треба специфицирати (испланирати) пре него што анализирасте податке, уместо да пецате по резултатима у нади да ћете наћи нешто занимљиво!

Уколико намеравате да специфицирате много различитих, али истовремених поређења, мораћете поступати пажљиво. Планирана поређења не уклањају повећани ризик од грешака I врсте, који је последица великог броја паралелних хипотеза које се испитују. Грешка I врсте значи одбацили нулту хипотезу (нпр. да нема разлике између група) која је у ствари тачна. Другим речима, повећан је ризик да ћете мислити да сте открили значајан резултат (разлику), а он је заправо сасвим случајан. Када истражујете велики број разлика, безбеднији је другачији приступ тј. накнадна (пост-хоц или *a posteriori*) поређења, која штите од грешака I врсте.

Трећа могућност је да на алфа ниво (ризик грешке I врсте) који ћете употребити за процену статистичке значајности, примените тзв. Бонферонијево прилагођење. То значи задати строжи алфа ниво за свако поређење, да би алфа у свим тестовима заједно остао на разумном нивоу. То се постиже дељењем алфа нивоа (најчешће 0,05) бројем поређења које намеравате да обавите; затим се та нова вредност користи као захтевани алфа ниво. Примера ради, за три намеравана поређења нови алфа ниво био би 0,05 подељено са 3, што је једнако 0,017. Расправу о томе видети у Tabachnick i Fidell (2007, стр. 52).

Накнадна (пост-хоц или *a posteriori*) поређења употребљавају се када желите да обавите цео низ поређења, тј. истражите разлике између свих могућих група или услова у студији. Уколико одаберете тај приступ, анализа треба да се састоји од два корака. Прво се израчуна укупан F показатељ који казује има ли значајних разлика између група у пројекту. Ако је укупан F показатељ значајан (што указује да постоји разлика између група), можете наставити и обавити додатне тестове за идентификацију тих разлика (нпр. да ли се Група 1 разликује од Групе 2 или Групе 3, да ли се разликују Група 2 и Група 3).

Накнадна поређења штите од могуће грешке I врсте као последице великог броја различитих поређења. То се постиже задавањем строжих критеријума за значајност, коју је утолико теже постићи. Код малих узорака то уме да буде проблем, зато што је понекад врло тешко добити значајан резултат, чак и када је видљива разлика у резултатима између група веома велика.

Постоје и бројни накнадни тестови који се разликују по својој природи и строгости. Разликују се и претпоставке на којима се заснивају. У неким се претпоставља да су варијансе две групе једнаке (нпр. Tukey); у другима се не претпоставља једнакост варијанси (нпр. Dunnettov C тест). Међу најчешће употребљаваним накнадним тестовима су Tukey-ев тест „заиста значајне различитости" (*Honestly Significant Different*, HSD) и Scheffe-ov тест. Од та два, Scheffe-ov тест је безбеднија метода за смањење ризика од грешке I врсте. Међутим, то се

плаћа у моћи. Тим тестом је теже (мање вероватно) открити стварно постојећу разлику између група.

Величина утицаја

Све технике размотрене у овом делу показују да ли је разлика између група статистички значајна (тј. неслучајна). За већину истраживача и студената наступи тренутак узбуђења када утврде да су њихови резултати статистички значајни! Међутим, истраживање значи више од добијања статистичке значајности. Вероватноћа не показује степен повезаности променљивих (јачину везе). Када су израчунате за велике узорке, чак и врло мале разлике између група постају статистички значајне. То не значи да је та разлика довољно велика да би имала икакву практичну или теоријску важност.

Један од начина да оцените важност својих резултата јесте да израчунате величину утицаја (**effect size**), тј. јачину везе између променљивих. То је скуп показатеља који показује релативну величину разлика између средњих вредности или износ укупне варијансе у зависној променљивој који се може предвидети на основу познавања вредности независне променљиве (Tabachnick & Fidell, 2007, стр. 54).

Има више показатеља величине утицаја. За поређење група најчешће се употребљавају показатељи **парцијални ета квадрат** и **Cohen-ово d**. СПСС израчуна ва парцијални ета квадрат у склопу анализе варијансе, али не и у склопу т-тестова; то је лако израчунати на основу других његових резултата.

Показатељ величине утицаја **парцијални ета квадрат** сразмеран је делу варијансе зависне променљиве који је објашњен независном променљивом. Може имати вредности у опсегу од 0 до 1. С друге стране, Cohen-ово d представља разлику између група изражену бројем стандардних одступања. Пазите да не побркате те показатеље када будете тумачили јачину везе.

Cohen (1988, стр. 22) предложио је следеће смернице за тумачење величине утицаја (када се оцењује истраживање које обухвата поређење група). Cohen-ова препорука се односи на показатељ ета квадрат, али се може применити и на тумачење показатеља парцијални ета квадрат. Формула за парцијални има незнатно другачији именилац. Више о томе прочитајте у књизи Tabachnick & Fidell, 2007, стр. 55.

Величина утицаја	Ета квадрат (% објашњене варијансе)	Cohen-ов d (јединица стандардног одступања)
Мали	0,01 или 1%	0,2
Средњи	0,06 или 6%	0,5
Велики	0,138 или 13,8%	0,8

Водите рачуна о томе да Cohen даје другачије смернице за корелационе пројекте (обрађене касније). Горње вредности важе за поређење група.

Недостајући подаци

Када радите истраживање, нарочито оно са људима, врло ретко ћете у свакој опсервацији тј. од сваког испитаника добити комплетне податке. Зато прегледајте шта недостаје у датотеци с подацима. Покрените процедуру **Descriptives** и утврдите процентуални удео недостајућих података за сваку променљиву. Када одређеној променљивој неочекивано недостаје много података, за питајте се зашто је тако? Требало би да размислите и о томе да ли су недостајући подаци расподељени насумично по случајевима или ту постоји нека правилност (нпр. многе жене нису одговориле на питање о својој старости). СПСС има процедуру **Missing Value Analysis** која олакшава проналажење правилности у недостајућим подацима (видети последњу опцију у менију **Analyze**). Више о томе прочитајте у 4. поглављу књиге Tabachnick & Fidell, 2007.

Такође размотрите шта ћете с недостајућим подацима када дође време да урадите статистичке анализе. У многим СПСС-овим статистичким процедурама, преко дугмета **Options** бирате начин на који ће СПСС третирали недостајуће податке. Бирајте пажљиво, пошто тиме знатно утичете на статистичке резултате. То је посебно важно када прилажете списак

променљивих и за све њих повнљате исте анализе (нпр. корелације између групе променљивих, т-тестови низа зависних променљивих).

- Опција **Exclude cases listwise** значи да ће бити анализирани само случајеви у којима за *све променљиве* наведене у пољу **Variables** постоје *сви* подаци. Сваки случај коме недостаје макар и делић података уопште неће бити анализиран. Тиме бисте знатно и непотребно ограничили величину узорка.
- Опција **Exclude cases pairwise** (понекад пише *Exclude cases analysis by analysis*) значи да ће случај (особа) бити искључен само из оних анализа за које му недостаје неки од неопходних података. Дакле, и такви случајеви ће бити анализирани кад год је то могуће, тј. кад год имају податке потребне за одређену анализу.
- Опција **Replace with mean**, доступна у неким СПСС-овим статистичким поступцима (нпр. вишеструкој регресији), значи да ће бити израчуната средња вредност свих променљивих и да ће њоме бити замењени недостајући подаци. Ову опцију *никада* не би требало да користите, пошто може знатно да искриви резултате анализе, нарочито онда када недостаје много података.

Када год радите неки статистички поступак, притисните дугме **Options** и проверите која је од наведених опција потврђена (јер се подразумева опција мења у зависности од поступка). Ако немате јак разлог да поступите другачије, препоручио бих вам да случајеве искључите само из оних анализа за које им недостају подаци (**pairwise**). Једина ситуација када би вам могло затребати да анализе ограничите само на случајеве који имају податке за све променљиве (**listwise**) јесте она када треба размотрити само подкуп случајева који даје потпун скуп резултата.

Бројеви који чудно изгледају

Излазни резултат из СПСС-а понекад садржи чудне бројеве облика 1,24E-02. То су мали бројеви које је СПСС приказао у тзв. научној нотацији. Да вам се то не би дешавало, у главном менију изаберите **Edit**, затим **Options**, и потврдите опцију **No scientific notation for small numbers in tables** на картици **General**.

Регресија и корелација и методе базиране на поретку ранга

Статистичке технике за истраживање веза између променљивих

У овом делу, размотрићемо неке СПСС-ове технике за истраживање веза између променљивих. Усредсредимо се на откривање и описивање тих веза. Све овде објашњене технике засноване су на корелацији. Корелационе технике често користе истраживачи ангажовани у неексперименталним пројектима. За разлику од експерименталних пројеката, овде се променљиве намерно не модификују нити контролишу, већ се описују у свом природном стању. Тим техникама се може:

- истражити веза између парова променљивих (корелација)
- предвидети вредности једне променљиве на основу вредности друге (биваријантна регресија)
- предвидети вредности зависне променљиве на основу вредности више независних променљивих (вишеструка регресија) и
- идентификовати структура групе повезаних променљивих (факторска анализа).

Овом породицом техника тестирамо моделе и теорије, предвиђамо исходе, и оцењујемо поузданост и ваљаност скала. СПСС има цео низ техника за истраживање веза. Оне се разликују по врсти истраживачког питања на које треба одговорити и врсти доступних података. Овде су обрађене само оне које се најчешће употребљавају.

Корелација се употребљава за описивање јачине и смера везе између две (обично непрекидне) променљиве. Може се употребити и када је једна од тих променљивих дихотомна, тј. може имати само две вредности (нпр. пол: мушкарци/жене). Статистички показатељ који се добија назван је Пирсонов коефицијент линеарне корелације (r). Израчунава се и статистичка значајност показатеља (везе између две променљиве) r .

Парцијална или делимична корелација служи за истраживање везе између две променљиве уз статистичку контролу утицаја треће. То је погодно за ситуације када сумњате да на везу две променљиве можда утиче трећа. Делимична корелација статистички уклања утицај треће променљиве, чиме добијате јаснију слику везе двеју променљивих од интереса.

Вишеструка регресија служи за предвиђање вредности једне зависне непрекидне променљиве помоћу групе независних променљивих. Њоме се може испитати предиктивна моћ скупа променљивих и оценити релативан допринос сваке променљиве појединачно.

Логистичка регресија (користи се уместо вишеструке регресије када је зависна променљива категоријска. Њоме се може испитати предиктивна моћ скупа променљивих и оценити релативан допринос сваке променљиве појединачно.

Факторска анализа служи за истраживање структуре великог броја повезаних променљивих (нпр. ставки од којих се састоји скала). Користи се за свођење великог броја повезаних променљивих на мањи број димензија или компонената, с којим је лакше радити.

Преглед основних начела

Коефицијент корелације (нпр. Пирсонове линеарне корелације) показује смер и јачину линеарне везе између две променљиве. Пирсонов коефицијент корелације (r) има вредност у опсегу од -1 до $+1$. Предзнак показује да ли је корелација позитивна (обе променљиве заједно и опадају и расту) или негативна (једна променљива опада када друга расте и обрнуто). Апсолутна вредност тог коефицијента (када занемаримо његов предзнак) показује јачину везе. Савршена корелација, тј. коефицијент 1 или -1 показује да се вредност једне променљиве може тачно утврдити када знамо вредност друге. С друге стране, корелација 0 показује да између те две променљиве не постоји никаква веза. Познавање вредности једне променљиве нимало не помаже у предвиђању вредности друге.

Везу две променљиве треба испитати и визуелно, цртањем дијаграма растурања. На њему су сви парови резултантних вредности променљивих добијени од субјеката у узорку. Износи прве променљиве се цртају дуж X (хоризонталне) осе, а одговарајући резултати друге дуж Y (вертикалне) осе. Прегледом дијаграма растурања види се и смер везе (позитиван или негативан) и њена јачина. Међутим, када је $r=0$, дијаграм растурања изгледа као облак тачака које не чине никакав геометријски облик.

Чиниоци које треба узети у обзир приликом тумачења коефицијента корелације

Када тумачите резултате корелационе анализе или других техника заснованих на корелацији, морате водити рачуна о неколико ствари.

Нелинеарна веза

Коефицијент корелације (нпр. Пирсонов r) показује линеарну (праволинијску) везу између променљивих. Када су променљиве повезане нелинеарно (нпр. криволинијски), Пирсонов r ће показивати да је веза много слабија него што јесте. Зато увек погледајте дијаграм растурања, нарочито када добијете малу вредност r .

Нетипичне тачке

Нетипичне тачке (чије су вредности знатно мање или веће од вредности осталих тачака у скупу података) много кваре коефицијент корелације, поготово у малим узорцима. У неким околностима, нетипичне тачке чине вредност r много већом него што би она требало да буде, а у другим подбацују у оцени јачине везе. Нетипичне тачке се лако уочавају на дијаграму растурања; то су усамљене тачке, изузеци. Можда су последица грешке приликом уношења података (уписано 11 уместо 1), нетачног одговора испитаника или је у питању стварни одговор необичне особе! Када пронађете нетипичну тачку, проверите да ли се ради о грешци и исправите је ако треба. Иначе, размислите о уклањању или решифровању те необичне вредности да би се смањио њен утицај на коефицијент r .

Ограничен опсег резултата

Коефицијенте корелације морате веома пажљиво тумачити када потичу од малог подопсега стварно могућег распона резултата (нпр. када коефицијент интелигенције, IQ, проучавате на узорку универзитетских студената). Коефицијенти корелације добијени проучавањем ограниченог подопсега резултата често се разликују од оних када је узорком обухваћен пун опсег резултата. Да би се добио тачан и поуздан показатељ јачине везе између две променљиве, свака од њих би требало да има најшири могући опсег резултата. Уколико проучавате екстремне групе (нпр. клијенте с високим нивоом анксиозности), не уопштавајте корелацију на случајеве изван опсега података употребљених у узорку.

Корелација у односу на каузалност

Корелација је показатељ да постоји веза између две променљиве; међутим, она не показује да једна променљива проузрокује ону другу. Корелација између две променљиве (А и Б) може бити последица чињенице да А проузрокује Б, да Б проузрокује А, или да (како би ствари биле још компликованије) трећа променљива (Ц) проузрокује и А и Б. Могућност да трећа променљива проузрокује обе опсервиране променљиве никад не треба губити из вида.

То илуструје чувена прича о јакој корелацији коју је неки истраживач открио између потрошње сладоледа и броја пријављених убиства у Њујорку. Да ли конзумирање сладоледа проузрокује насилно понашање у Њујорку? Не. На обе променљиве (потрошњу сладоледа и стопу криминала) утичу временске прилике. Током летњих врућина расту и потрошња сладоледа и стопа криминала. Упркос добијеној позитивној корелацији, тиме није доказано да лизање сладоледа проузрокује убилачко понашање. Што је одлично, пошто би произвођачи сладоледа иначе брзо затворили своје фабрике!

Упозорење је јасно - пазите се могућег утицаја треће, реметилачке променљиве када пројектујете своје истраживање. Ако сумњате да би неке друге променљиве могле утицати на резултат, погледајте можете ли да их измерите у исто време. Делимичном корелацијом може се статистички контролисати утицај додатних променљивих и тако стећи јаснији и мање контаминиран показатељ везе две променљиве од интереса.

Статистичка значајност у односу на практичну

Немојте се превише узбуђивати када добијете статистички значајне коефицијенте корелације. На великим узорцима, статистичку значајност могу досећи чак и сасвим мали коефицијенти корелације. Практичан значај корелације 0,2 веома је ограничен, макар њен статистички значај био доказан.

Усредсредите се на стварну величину Пирсоновог коефицијента r и износ заједничке варијансе две променљиве. **Коефицијент детерминације** показује колики је део варијансе две променљиве заједнички; још се каже "колики је део варијансе једне променљиве објашњен (или проузрокован) варијансом друге". Израчунава се једноставно; само квадрирајте вредност Пирсоновог коефицијента r (помножите r са самим собом). Да би сте то претворили у "проценат варијансе", добијени производ помножите са 100.

Приликом тумачења јачине корелације морате узети у обзир друга истраживања у истој области. Ако су други истраживачи у тој области успели да предвиде само 9 процената варијансе (јер су добили коефицијент корелације 0,3) одређеног исхода (нпр. анксиозности), онда би ваша студија која објашњава 25 процената у поређењу с тим била импресивна. У некој другој области, 25 процената објашњене варијансе може изгледати као мали и неважан резултат.

Претпоставке

Све технике обрађене у овом делу имају неколико заједничких претпоставки, које ћемо сада размотрити.

Ниво мерења

Скала за мерење променљивих у већини техника требало би да буде интервална (непрекидна). Изузетак од тога би биле једна дихотомна независна променљива (са само две вредности: нпр. пол) и једна непрекидна зависна променљива. Међутим, у свакој категорији дихотомне променљиве требало би да имате приближно једнак број особа или ана лизираних случајева.

Спирманов коефицијент ρ , што је коефицијент корелације прикладан за ординалне или рангиране податке, обрађује се заједно са својом параметарском алтернативом, Пирсоновим коефицијентом корелације r . ρ се често употребљава у здравственој и медицинској литератури, а све више и у психолошким истраживањима, зато што су истраживачи постали свеснији

могућих проблема које уме да проузрокује претпоставка да су нумеричке удаљености између рангова приближно једнаке или сразмерне разликама у интензитету посматраних обележја, што је својство интервалних скала.

Повезани парови

Сваки субјекат мора дати своју оцену и променљиве X и променљиве Y (повезани парови). Оба податка морају потицати од истог субјекта.

Независност опсервација

Опсервације од којих се подаци састоје морају бити узајамно независне, тј. на било коју опсервацију или мерење не сме утицати ниједна друга опсервација или мерење.

Нормалност

Резултати добијени за све променљиве требало би да су нормално расподељени.

Линеарност

Веза између две променљиве требало би да је линеарна. То значи да би на дијаграму растурања требало да видите (приближно) праву линију, а не криву.

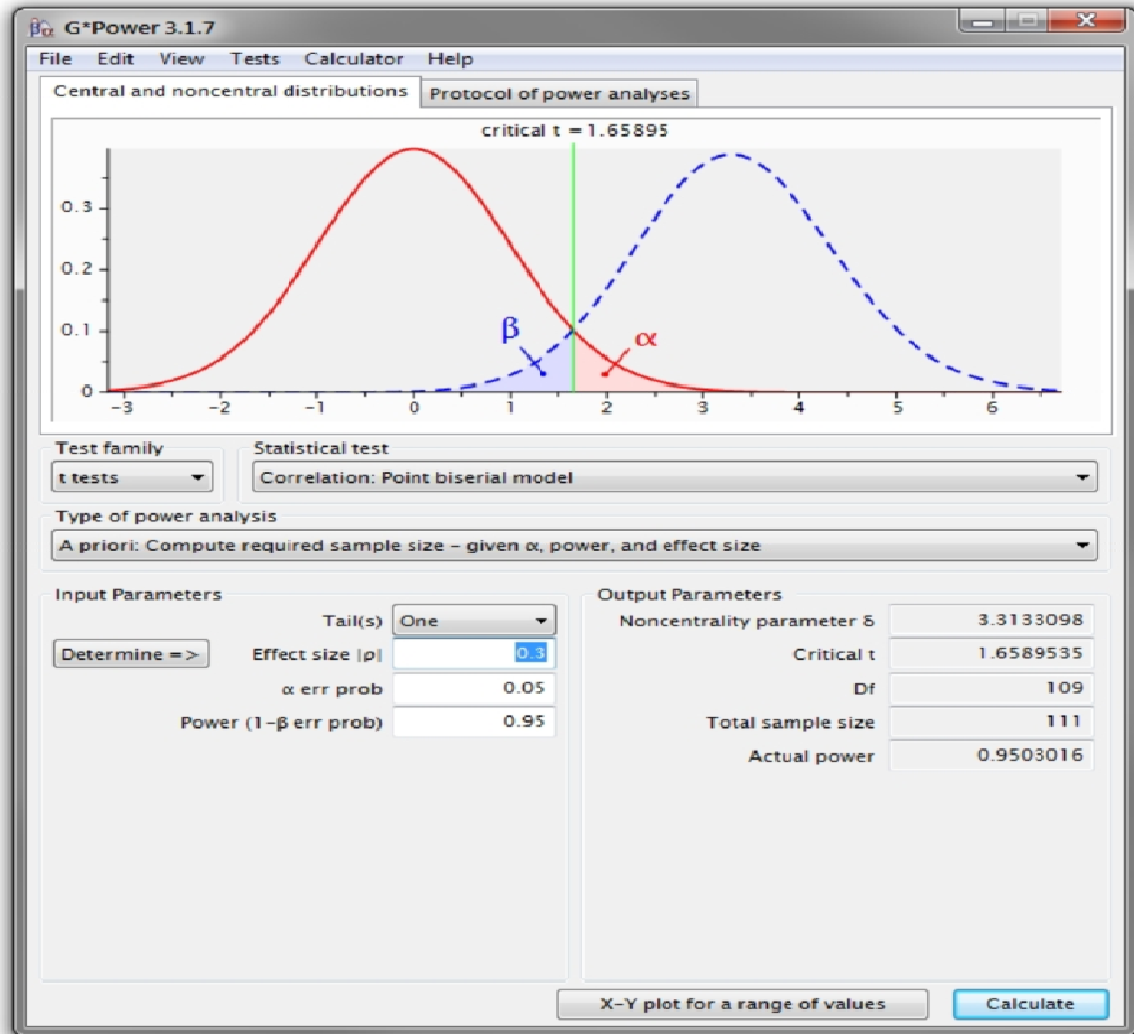
Хомогеност варијансе

Променљивост резултата добијених за променљиву X требало би да је слична за све вредности променљиве Y . Проверите да ли је тако на дијаграму растурања. Требало би да по целој дужини изгледа као приближно једнако дебела цигара.

G Power

G Power обухвата статистичке анализе снаге за многе различите статистичке тестове:

- F тест
- t тест
- χ^2 -тест
- z тест и друге
- тачне тестове



Главни прозор G Power

G Power обезбеђује израчунавања величине утицаја и графичке опције. G Power подржава оба и дистрибуција-базирани или дизајн-базирани приступ. Он садржи и калкулатор који подржава многе централне и нецентралне расподеле вероватноће.

G Power је бесплатан софтвер и доступан је за Mac OS X и Windows 7/8/10.

Врсте анализа

G Power нуди пет различитих врста статистичке анализе снаге:

1. **А приори** (величина узорка N израчунава се као функција нивоа снаге $1-\beta$, нивоа значајности α и да се утврди величина утицаја популације)
2. **Compromise** (и α и $1-\beta$ се израчунавају као функција величине утицаја, N , и однос вероватноће грешке $k = \beta/\alpha$)

3. **Criterion** (α и одговарајући критеријум одлуке се израчунавају као функција $1-\beta$, величина утицаја, и N)
4. **Post-hoc** ($1-\beta$ се израчунава као функција α , величине утицаја популације, и N)
5. **Sensitivity** (величина утицаја популације се израчунава као функција α , $1-\beta$, и N)

Руковање програмом

Извођење анализе моћи (Perform a Power Analysis) Коришћење G Power типично обухвата следећа три корака:

1. Изаберите статистички тест који одговара вашем problemu
2. Изаберите један од пет доступних типова анализе
3. Наведите улазне параметре потребне за анализу и кликните на "Calculate"

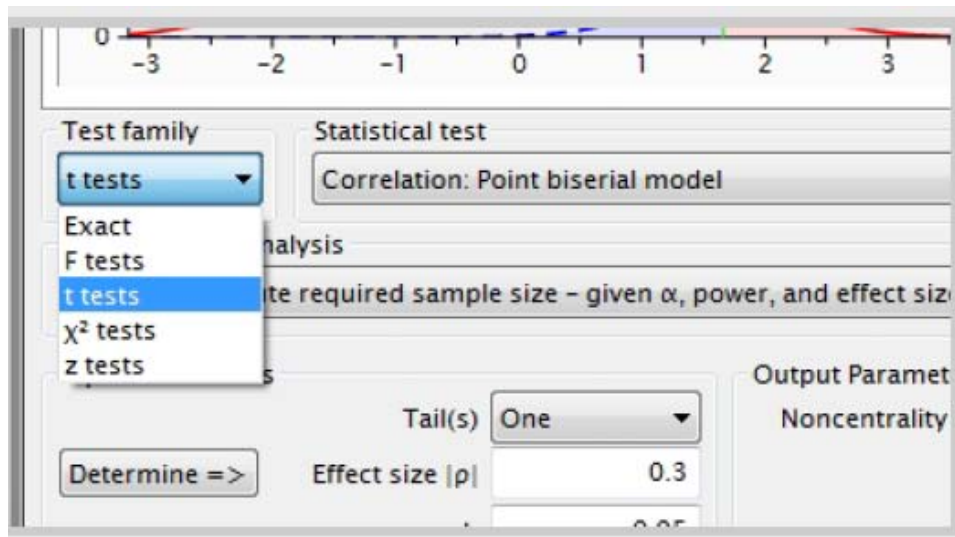
Параметри плота (Plot parameters) Да би вам помогли да истражите простор за параметар који се односи на вашу анализу моћи, један параметар (α , моћ ($1-\beta$), величина утицаја или величина узорка) се може нацртати као функција другог параметра.

Изаберите статистички тест који одговара вашем problemu

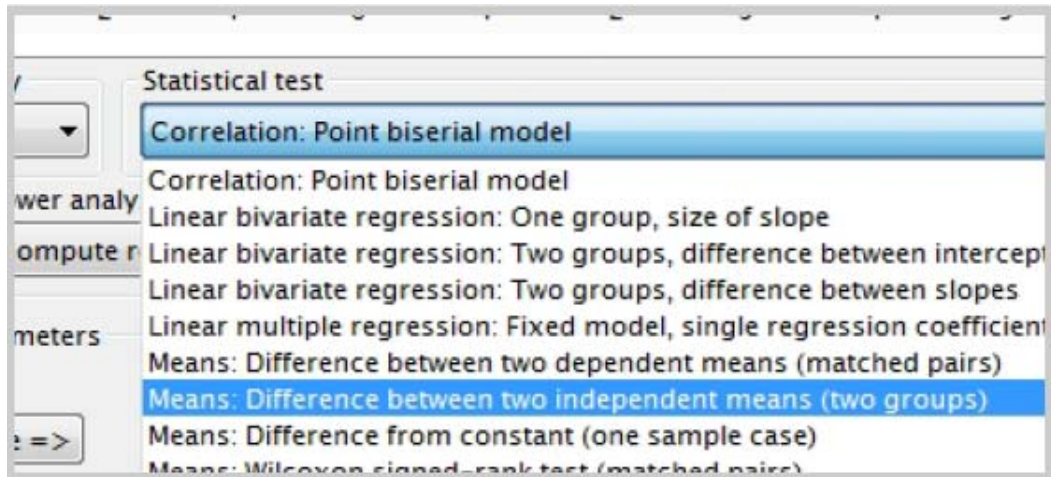
У првом кораку, статистички тест се бира на основу дистрибуција-базираног или дизајн-базираног приступа.

Дистрибуција-базирани приступ за избор теста. Прво одаберите групу статистичких тестова (тј. тачни тест, F -, t -, χ^2 , или z тест) користећи мени *Test* у главном прозору. *Statistical test* мени се прилагођава сходно одабиру, приказујући листу свих доступних тестова.

Пример: За t -тест две групе, прво одаберите породицу тестова базирану на t расподели (слика испод)



Затим одаберите *Means: Difference between two independent means (two group)* опцију у *Statistical test* менију.

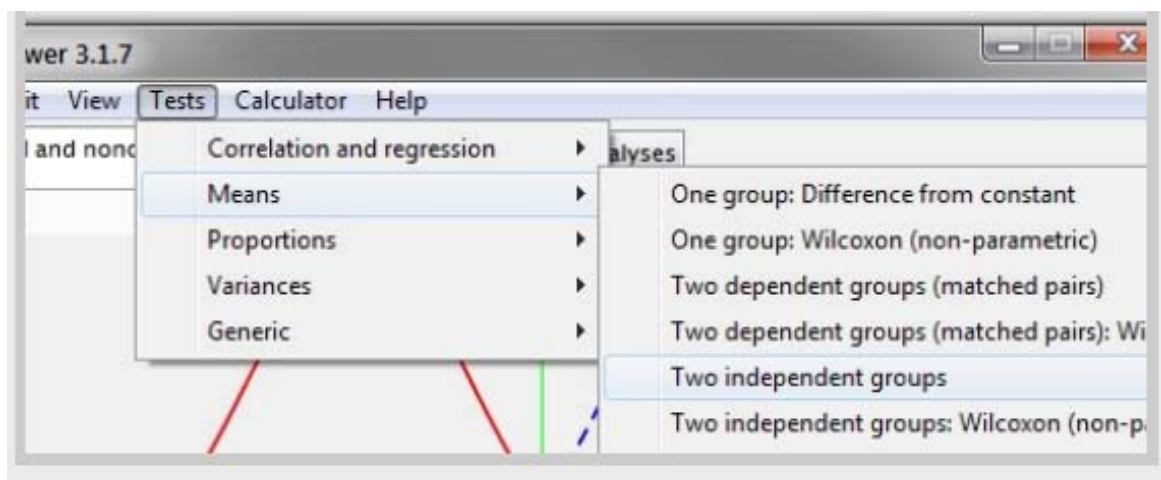


Дизајн-базирани приступ за избор теста. Алтернативно, може се користити дизајн-базирани приступ. Са падајућим менијем *Tests*, у горњој линији могуће је изабрати:

- класе параметара на које се односи статистички тест (тј. коефицијенти корелације и регресије, средине, пропорције или варијансе), и
- дизајн студије (нпр., број група, независни наспрам зависних узорака, итд.)

Дизајн-базирани приступ има предност да се опције теста који се односе на исту класу параметара (нпр., средине) налазе у непосредној близини, док у дистрибуција-базираном приступу могу бити расути у различитим породицама расподеле.

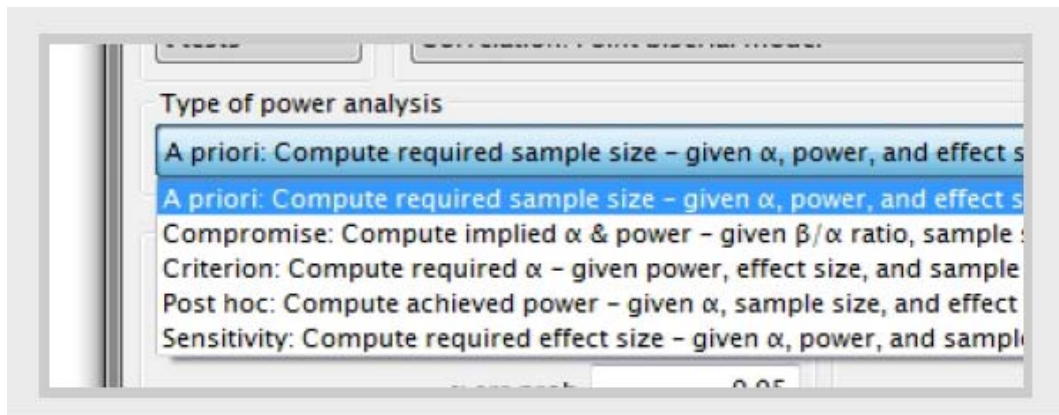
Пример: У менију *Tests*, одаберемо *Means*, затим селекујемо *Two independent groups* да специфицирамо t тест две групе



Изаберите један од пет доступних типова анализе моћи

У другом кораку, мени *Type of power analysis* у центру главног прозора се користи за одабир одговарајућег типа анализе, а улазни и излазни параметри у прозору се сходно томе мењају.

Пример: Ако одаберете прву ставку из менија *Type of power analysis* главни прозор ће приказати улазне и излазне параметре који одговарају тој анализи моћи (рецимо за t тестове за независне групе који смо приказали претходно).



У а приори анализи моћи (***a priori power analysis***), величина узорка N се израчунава као функција:

- захтеваног нивоа снаге $(1 - \beta)$,
- унапред одређеног ниво значајности α , и
- величину утицаја популације која се одређује са вероватноћом $(1 - \beta)$

У анализи моћи критеријума (***criterion power analysis***), α (и придружени критеријум одлуке) израчунава се као функција:

- $1 - \beta$,
- величине утицаја, и
- дате величине узорка

У компромисној анализи моћи (***compromise power analysis***) и α и $1 - \beta$ се израчунавају као функције

- величине утицаја,
- N , и
- односа вероватноће грешке $q = \beta / \alpha$.

У пост-хоц анализи моћи (***post-hoc power analysis***) моћ $(1 - \beta)$ се израчунава као функција

- α ,
- параметра величине утицаја популације, и
- величине узорка који се користи у студији

Обезбедити улазне параметре потребне за анализу

У трећем кораку, можете одредити улазне параметре анализе моћи у доњем левом углу главног прозора.

Пример: „**А приори**“ анализа снаге за две групе t тестом захтевала би одлуку између једноструког и двоструког теста, спецификације Коен-ове (1988) мере величине утицаја d испод H_1 , нивоа значајности α , потребну моћ теста $(1 - \beta)$, и жељеног односа величине група n_2/n_1 .

Наведимо улазне параметре за:

- једноструки t тест
- средњу величину утицаја $d = .5$
- $\alpha = 0,05$
- $(1 - \beta) = .95$ и
- однос $n_2/n_1 = 1$

Input Parameters	
Tail(s)	One
Determine =>	
Effect size d	0.5
α err prob	0.05
Power (1-β err prob)	0.95
Allocation ratio N2/N1	1

То би резултирало укупном величином узорка од $N = 176$ (тј. 88 посматраних јединица у свакој групи). Параметар нецентралности δ дефинише t расподелу испод H_1 , критеријум одлуке да се користи (тј., критична вредност t статистике), степени слободе t теста и стварне вредности моћи су такође приказане.

Output Parameters	
Noncentrality parameter δ	3.3166248
Critical t	1.6536580
Df	174
Sample size group 1	88
Sample size group 2	88
Total sample size	176
Actual power	0.9514254

Имајте на уму да ће стварна моћ често бити нешто већа него унапред одређена моћ у „**априори**“ анализи моћи. Разлог је у томе што су величине узорка које нису целобројне увек заокружене уз помоћ G Power да би се добиле целобројне вредности у складу са нивоом моћи који није мањи од специфицираног.

Због Cohen-ове књиге о анализи моћи Cohen (1988) која је добро позната у друштвеним и бихевиоралним наукама, ми смо користили његове мере величине утицаја кад год је то могуће. Поред тога, где год је доступно G Power пружа његове дефиниције "мали", "средњи" и "велики" утицаји као "*Tool tips*". Савети за алат могу да се добију померањем курсора преко улазног параметра "*effect size*" (слика доле). Међутим, имајте на уму да ове конвенције могу имати различита значења за различите тестове.

Пример: Савет за алат показује Cohen-ове мере за величину утицаја d коришћену код t теста два узорка.

Effect size conventions	
$d = .20$	small
$d = .50$	medium
$d = .80$	large

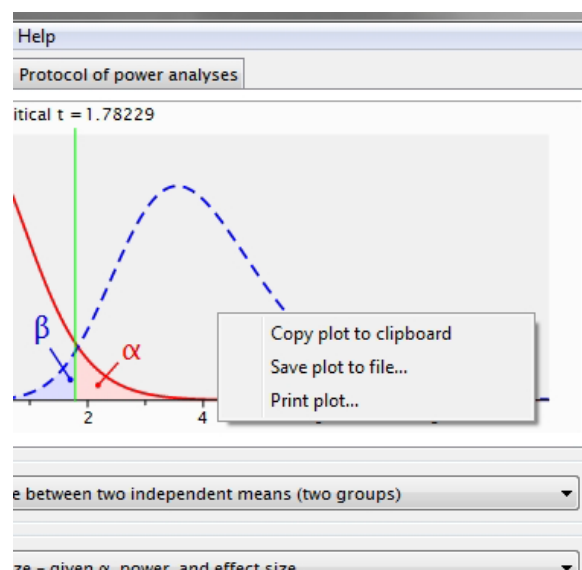
Ако нисте упознати са Cohen-овима мерама, ако мислите да су неадекватне за ваш проблем, или ако имате детаљније информације о величини утицаја која се очекује (нпр., резултати сличних претходних студија), онда можете да израчунате Cohen-ове мере из више основних параметара. У том случају, кликните на дугме „**Determine**“ на левој страни поља за

унос величине утицаја. Картица ће се отворити поред главног прозора и обезбедити приступ калкулатору величине утицаја прилагођеном одабраном тесту.

Пример: За t-тест две групе, корисници могу на пример, навести средине μ_1 , μ_2 и заједничко стандардно одступање ($\sigma = \sigma_1 = \sigma_2$) у популацијама основних група за израчунавање Cohen-овог $d = |\mu_1 - \mu_2|/\sigma$. Кликом на Calculate и преласком на главни прозор копира израчунату величину утицаја у одговарајуће поље у главном прозору.

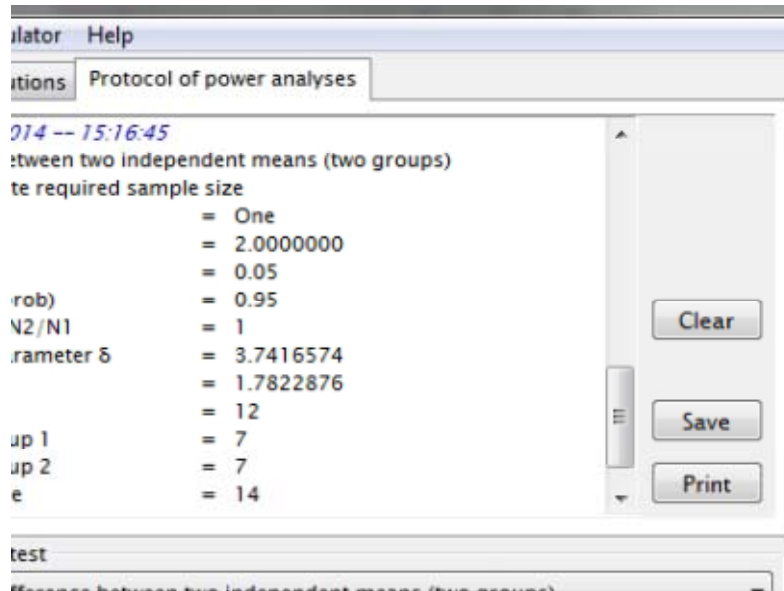
Поред нумеричког излаза, G Power приказује централне (H_0) и нецентралне (H_1) расподеле тест статистике заједно са критеријумом одлуке и придруженим вероватноћама грешке у горњем делу главног прозора. Ово подржава разумевање ефеката улазних параметара и вероватно ће бити корисна алатка за визуелизацију у учењу или учењу о инференцијалним статистикама. График расподеле се може копирати, сачувати или штампати кликом на десни тастер миша унутар графикана.

Пример: Мени који се појављује у графикону расподеле за t тест након десног клика на графикон.



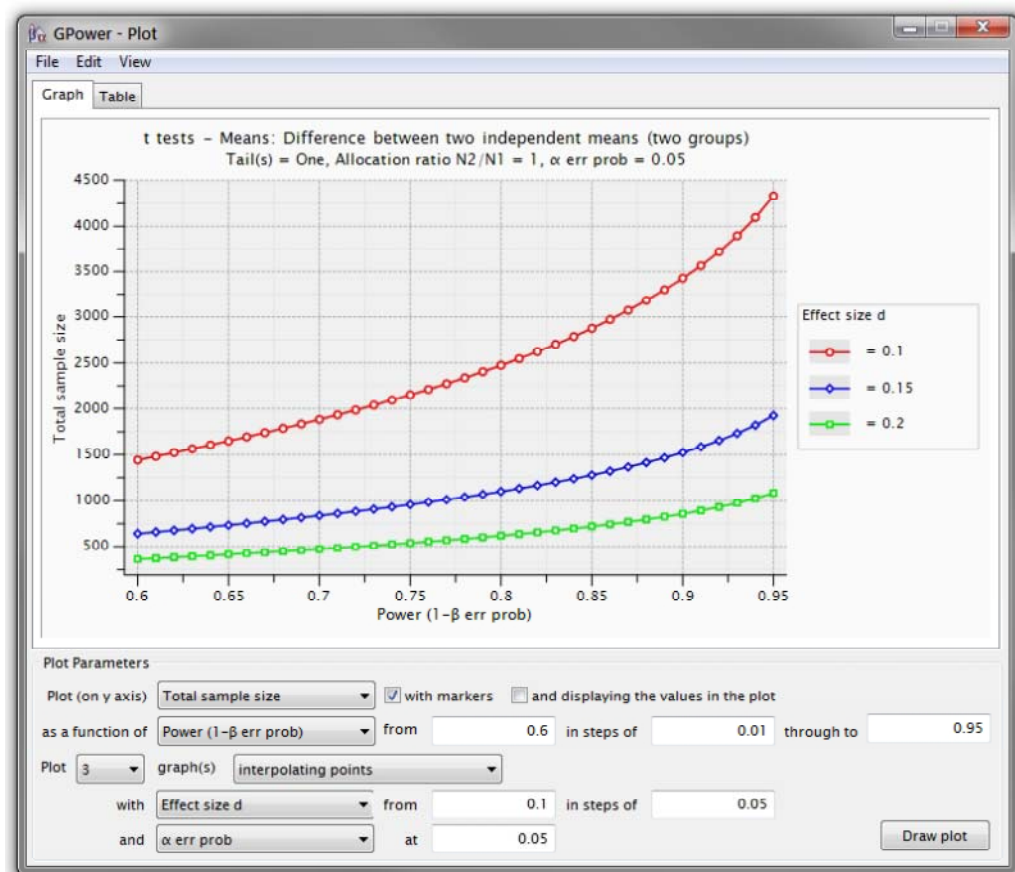
Улаз и излаз сваког израчунавања моћи у G Power се аутоматски уписује у протокол који се може приказати одабиром "*Protocol of power analyses*" у главном прозору. Можете да обришете протокол, или да сачувате, одштампате и копирате протокол на исти начин као графиконе расподеле.

(Део) прозора протокола



Штампање параметара

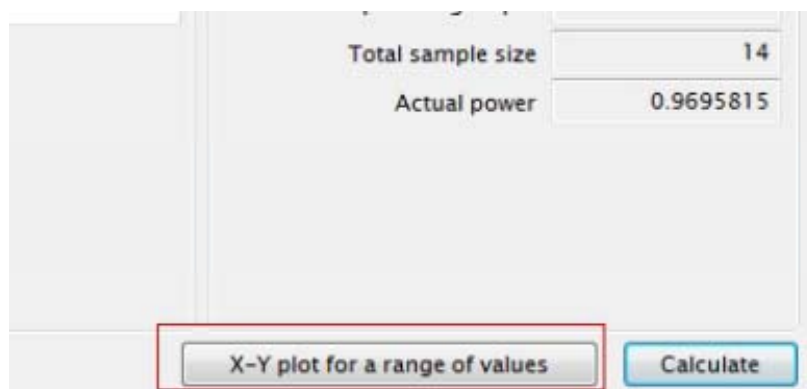
G Power пружа могућност за генерисање графикона једног од параметара α , величине утицаја, моћи и величине узорка, зависно од опсега вредности преосталих параметара.



Прозор Power Plot (слика изнад) отвара се кликом на ***X-Y plot for a range of values*** дугме које се налази у доњем десном углу главног прозора. Да би се обезбедило да сви релевантни параметри имају важеће вредности, ово дугме је омогућено само ако је анализа успешно израчуната (кликом на *calculate*).

Главни излазни параметар типа одабране анализе у главном прозору је подразумевано изабрано као зависна променљива у. У *a-prior* анализи, на пример, ово је величина узорка.

Дугме X-Y плот за низ вредности на дну главног прозор отвара прозор за штампање:



Избором одговарајућих параметара за у и х осу, један параметар (α , моћ $(1-\beta)$, величина утицаја или величина узорка) се може одштампати као функција другог параметра. Од преостала два параметра, један се може изабрати за цртање групе графикана, а четврти параметар се држи константним. На пример, моћ $(1-\beta)$ може се нацртати као функција величине узорка за величине утицаја неколико различитих популација, чувајући α као одређену вредност.

Графикон се може штампати, сачувати или копирати кликом на десно дугме миша унутар графикана.

Табела открива податке у основи графикана (слика испод); могу се копирати у друге апликације бирањем, исецањем и лепљењем.

Напомена: Прозор **Power Plot** наслеђује све улазне параметре анализе која је активна када је притиснут ***X-Y plot*** за опсег вредности. Само неким од ових параметара може се директно манипулисати у **Power Plot** прозору. На пример, пребацивање са графикана једностраног теста захтева одабир **Tail**: једна опција у главном прозору, следи притиском на ***X-Y plot*** за опсег вредности дугмета.

t тест: Средине - разлика између две зависне средине (упарени парови)

Нулта хипотеза овог теста означава да су средине популација μ_x , μ_y два упарена узорка x, y идентичне. Метод узорковања води до N парова (x_i, y_i) поклапања измерених вредности.

Нулта хипотеза $\mu_x = \mu_y$ може бити преформулисана у смислу разлика $z_i = x_i - y_i$. Нулта хипотеза је дата као $\mu_z = 0$. Алтернативна хипотеза установљава да μ_z има вредност различиту од нуле.

$$H_0 : \mu_z = 0$$

$$H_1 : \mu_z \neq 0$$

Ако знак μ_z не може бити предвиђен а приори, онда треба користити двострани тест. У супротном користите једнострани тест.

Индекс величине утицаја

Индекс величине утицаја d_z је дефинисан као:

$$d_z = \frac{|\mu_z|}{\sigma_z} = \frac{|\mu_x - \mu_y|}{\sqrt{\sigma_x^2 + \sigma_y^2 - 2\rho_{xy}\sigma_x\sigma_y}}$$

где μ_x , μ_y означава средине популација, σ_x и σ_y означава стандардну девијацију у популацијама, и ρ_{xy} означава корелацију између две случајне променљиве. μ_z и σ_z су средина популације и стандардно одступање разлика z .

Кликом на дугме **Determine** лево од ознаке величине утицаја у главном прозору отвара се цртач величине утицаја (*effect size drawer*, слика испод). Можете користити овај цртач да израчунате d_z од средине и стандардног одступања разлике z_i .

Дијалог величине утицаја који израчунава величину утицаја d преко параметара две корелиране случајне променљиве

Опције

Овај тест нема опције.

Пример

Ефекат две методе учења на савладавање алгебре упоређиван је између 50 IQ упарених парова ученика (тј. 100 ученика). Величина утицаја коју треба детектовати је $d = (m_0 - m_1)/\sigma = 0.4$. Имајте на уму да овај индекс величине утицаја представља разлике између две независне средине (две групе). Ми желимо да користимо ову величину утицаја као базу за упоредну студију парова. Процена узорка корелације између IQ упарених парова у популацији израчуната је да је $r = 0.55$. Стога претпостављамо да је $\rho_{xy} = 0.55$. Која је моћ двостраног теста на α нивоу од 0.05?

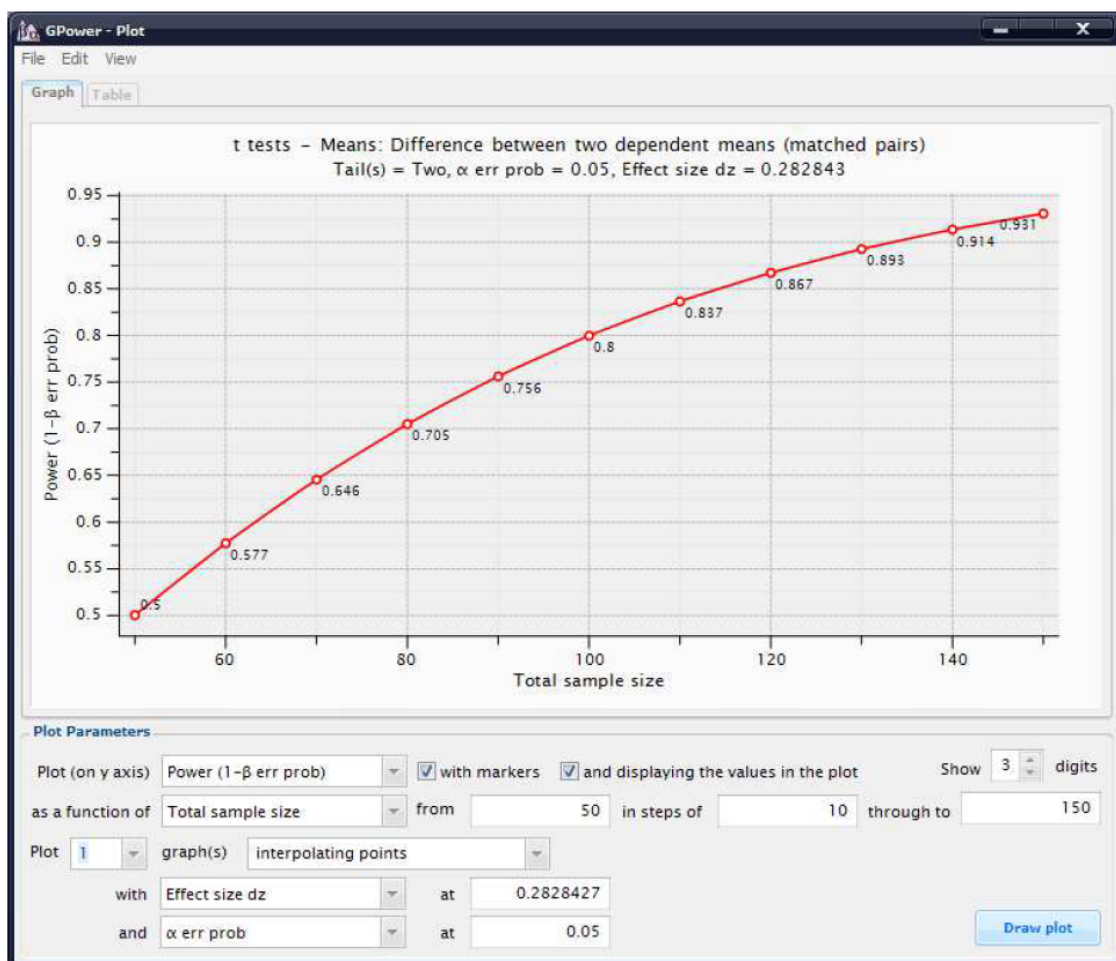
За израчунавање величину утицаја d_z , отварамо цртач величине утицаја и изаберемо „*from group parameters*“. Ми знамо само однос $d = (\mu_x - \mu_y) \Delta m / \sigma = 0.4$. Слободни смо да изаберемо било коју вредност средине и (једнака) стандардна одступања која доводе до овог односа. Поставили смо „Mean group 1 = 0“, „Mean group 2 = 0.4“, „SD group 1 = 1“, и „SD group 2 = 1“. Коначно, поставили смо „Correlation between groups“ на 0,55. Притиском на дугме „*Calculate and transfer to main window*“ копира се резултујућа величина утицаја $d_z = 0.421637$ у главни прозор. Преостале улазне вредности убацујемо у главном прозору и притискамо „*Calculate*“.

SelectType of power analysis: **Post hoc****Input**Tail(s): **Two**Effect size d_z : **0.421637** α err prob: **0.05**Total sample size: **50****Output**Noncentrality parameter σ : **2.981424**Critical t: **2.009575**df: **49**Power ($1 - \beta$): **0.832114**

Израчуната моћ 0.832114 је приближна вредности 0,84 коју је проценио Cohen користећи своје табеле. Да би проценили пораст у моћи услед корелације између парова (тј. због преласка са дизајна из две групе у дизајн упарених парова), уносимо „Correlation between groups = 0“ у цртач величине утицаја. Ово води да је $d_z = 0.2828427$. Понављањем горе наведене анализе са овом величином утицаја долазимо до моћи од само 0.500352.

Колико много субјеката нам треба да достигнемо моћ од око 0.832114 у дизајну две-групе? Кликнемо *X-Y plot for a range of values* да отворимо прозор *Power Plot*. Нацртајмо (на у оси) моћ (са маркерима и приказивањем вредности на графикону) као функцију укупне величине узорка. Желимо да нацртамо само 1 графикон са *err prob* постављеном на 0.05 и величином утицаја d_z фиксираном на 0.2828427.

Кликом на *Draw Plot* долазимо до графикона у коме видимо да ће нам требати око 110 парова, односно 220 испитаника (слика испод). Дакле, спаривањем ученика смањили смо потребну величину узорка за више од 50%.



Графикон моћи у односу на величину узорка

Збирна табела својстава основних статистичких техника

Намена	Пример питања	Параметарска техника	Непараметарска алтернатива	Независна променљива	Зависна променљива	Главна својства
Истраживање веза/односа	Која је веза између пола и стопе одустајања од терапије?	Не постоји	Хи-квадрат	једна категоријска променљива Пол: М/Ж	једна категоријска променљива Одустаје/завршава терапију: Да/Не	Гледа се број случајева у свакој категорији, не резултати на скали
	Постоји ли веза између старости и вредности на скали оптимизма?	Пирсонов коефицијент (r) линеарне корелације	Спирманов коефицијент (ρ) корелације ранга	две непрекидне променљиве <i>Старост, Вредности на скали оптимизма</i>		Један узорак са резултатима два различита мерења или исто мерење у време 1 и време 2
	Након одузимања утицаја свесно датих нетачних, али друштвено пожељних одговора, да ли још увек постоји веза између оптимизма и задовољства животом?	Делимична корелација	Не постоји	две непрекидне променљиве и једна непрекидна променљива за коју треба одузети утицај нерегуларних одговора <i>Оптимизам, задовољство животом, резултати на скали друштвено пожељних одговора</i>		Један узорак са резултатима два различита мерења или исто мерење у време 1 и време 2
	Колики део варијансе у вредностима на скали задовољства животом може бити објашњен варијансом самопоштовања субјективно доживљене самоконтроле и оптимизма? Која од тих променљивих је најбољи предиктор?	Вишеструка регресија	Не постоји	скуп две и више непрекидних независних променљивих <i>Самопоштовање, субјективно доживљена самоконтрола, оптимизам</i>	једна непрекидна зависна променљива <i>Задовољство животом</i>	Један узорак са резултатима свих мерења
	Која је припадна структура ставки које сачињавају скалу позитивних и негативних осећања? Колико фактора постоји?	Факторска анализа	Не постоји	Скуп повезаних непрекидних променљивих <i>Ставке на скали позитивних и негативних осећања</i>		Један узорак, више мерила
Намена	Пример питања	Параметарска техника	Непараметарска алтернатива	Независна променљива	Зависна променљива	Главна својства
Поређење	Да ли су мушкарци склонији од жена да одустану од	Не постоји	Хи-квадрат	Једна категоријска независна променљива	Једна категоријска зависна променљива	Занима вас број људи у свакој категорији, не вредности на некој

група	терапије?			Пол	Одустаје/завршава терапију	скали
	Мењају ли се резултати испитаника на скали анксиозности од времена 1 до времена 2?	t-тест упарених узорака	Вилкоксонов тест упарених парова	Једна категоријска независна променљива (два нивоа) време 1/време 2	Једна непрекидна зависна променљива Вредности на скали анксиозности	Исти људи у два наврата
	Да ли се мушкарци и жене значајно разликују по нивоу самопоштовања?	t-тест независних узорака	Ман-Витнијев U тест	Једна категоријска независна променљива (две групе) Пол	Једна непрекидна зависна променљива Укупни ниво самопоштовања	Две групе, различити људи у обе групе
	Постоји ли разлика у вредностима на скали оптимизма између људи млађих од 35 година, особа старих 36-49 и оних од 50 и више година?	Једнофактор. АНОВА различитих група	Крускал-Волисов тест	Једна категоријска независна променљива (три и више нивоа) Старосна група	Једна непрекидна зависна променљива Вредност на скали оптимизма	Три или више група, различити људи у свакој групи
	Мењају ли се резултати испитаника на скали анксиозности од времена 1 до времена 2 и времена 3?	Једнофактор. АНОВА поновљених мерења	Фридманов тест	Једна категоријска независна променљива (три и више нивоа) Време 1/ време 2/ време 3	Једна непрекидна зависна променљива Вредност на скали анксиозности	Три или више група, исти људи у два наврата
	Постоји ли разлика у вредностима на скали оптимизма између мушкараца и жена млађих од 35 година, особа старих 36-49, и оних од 50 и више година?	Двофакторска АНОВА различитих група	Не постоји	Две категоријске независне променљиве (два и више нивоа) Старосна група, пол	једна непрекидна зависна променљива Вредности на скали оптимизма	Две или више група за сваку независну променљиву: различити људи у свакој групи
	Која интервенција (повећање математичког знања/изградња делотворније смањује страх учесника од статистике, мерен у 3 наврата?	Комбинована АНОВА различитих група и поновљених мерења	Не постоји	једна независна променљива различитих група (два и више нивоа) једна независна променљива исте групе (два и више нивоа) Врста интервенције, време	једна непрекидна зависна променљива Вредности на скали страха од статистике	Две или више група са различитим људима у свакој групи, од којих се свака мери у два или више наврата
	Постоји ли разлика између мушкараца и жена, подељених у три старосне групе, у погледу разних мерила прилагођености (анксиозности, депресије и субјективно доживљеног стреса)?	Мултиваријац. АНОВА (МАНОВА)	Не постоји	једна или више категоријских независних променљивих (два и више нивоа) Старосна група, пол	две или више повезаних непрекидних зависних променљивих Вредности на скалама анксиозности, депресије и субјективно доживљеног стреса	

	Постоји ли значајна разлика у резултатима испитивања страха од статистике између припадника групе која повећава математичко знање и групе која гради самопоуздање, када се уклони утицај њихових резултата на том тесту у тренутку 1?	Анализа коваријансе (АНЦОВА)	Не постоји	једна или више категоријских независних променљивих (два и више нивоа) једна непрекидна, коваријантна променљива Врста интервенције, вредности на скали страха од статистике у тренутку 1	једна непрекидна зависна променљива Вредности на скали страха од статистике у тренутку 2	
--	---	---	-------------------	--	--	--