

STATISTIČKI TESTOVI

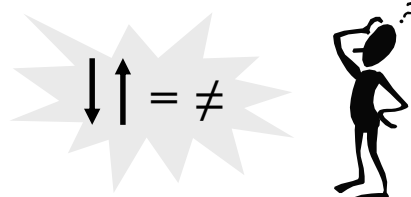
"Severely dependent patients had a longer duration of the disease ($p < 0.001$) and a longer duration of stay at a nursing home ($p = 0.001$) than mildly dependent patients."

"The addicts perceived their mothers as more rejecting ($p = 0.018$ for total score), more aggressive ($p = 0.007$), and showing more undifferentiated rejection ($p = 0.001$) than non-addicts."

STATISTIČKI TEST

- postupak pomoću kojeg se dolazi do odluke o prihvatanju ili odbacivanju statističke hipoteze uz određenu vjerojatnost

HIPOTEZA ISTRAŽIVANJA



STATISTIČKA HIPOTEZA

HIPOTEZA ISTRAŽIVANJA

- **pretpostavka (slutnja) o nekoj populaciji/populacijama koja motivira istraživanje**

HIPOTEZA ISTRAŽIVANJA ...cont.

- medicinske sestre/tehničari mlađih dobnih skupina imaju pozitivniji stav prema uvođenju IT u odnosu na medicinske sestre/tehničare starijih dobnih skupina
- oboljeli od KOBP uključeni u XY program rehabilitacije imaju veće funkcionalne sposobnosti od bolesnika na standardnom tretmanu KOBP
- osobe oboljele od dijabetesa imaju povišen sistolički tlak

STATISTIČKA HIPOTEZA

- izjava (tvrdnja) o nekoj karakteristici (parametru) populacije
- izvodi se iz hipoteze istraživanja
- matematički oblikovana

STATISTIČKA HIPOTEZA cont.

- može se vrednovati odgovarajućim statističkim postupcima
- prihvaćamo ju ili odbacujemo na osnovu informacija dobivenih iz podataka prikupljenih na uzorku.

STATISTIČKI TEST

NUL-HIPOTEZA
(H_0)

ALTERNATIVNA
HIPOTEZA
(H_1)

NUL-HIPOTEZA

- polazna hipoteza koja se testira
- "hipoteza o nepostojanju razlike"

$$H_0 \dots \mu_1 = \mu_2$$

ALTERNATIVNA HIPOTEZA

- negacija nul-hipoteze

$$H_1 \dots \mu_1 \neq \mu_2$$

POSTUPAK:

POSTAVLJANJE NUL-HIPOTEZE
I
ALTERNATIVNE HIPOTEZE

PRIKUPLJANJE
PODATAKA

TESTIRANJE

DONOŠENJE ODLUKE

POSTAVLJANJE NUL- HIPOTEZE I ALTERNATIVNE HIPOTEZE

- odnose se na neki parametar populacije (sredina, varijanca,...)
- zajedno, moraju obuhvatiti sve moguće odnose promatranih parametara

npr.

$$H_0 \dots \mu_1 = \mu_2$$

⇒ parametri populacija iz kojih su uzorci uzeti su jednaki

⇒ uzorci pripadaju istoj populaciji

$$H_1 \dots \mu_1 \neq \mu_2$$

TESTIRANJE

= izračunavanje odgovarajuće test-statistike

vrijednost u uvjetima istinitosti nul-hipoteze.

test statistika = **opažena vrijednost – hipotetska vrijednost**
 s standardna pogreška opažene vrijednosti

Medicinski fakultet Osijek
Katedra za medicinsku statistiku i medicinsku informatiku
13

TESTIRANJEcont.

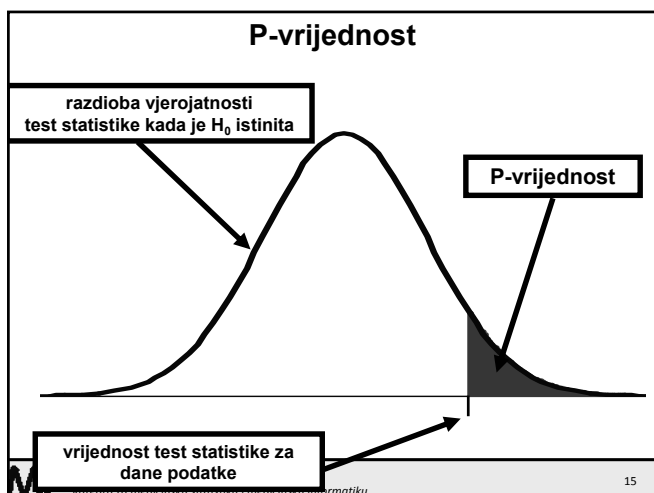
npr.

$$\text{test statistika} = \frac{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2) - (\mu_1 - \mu_2)}{SE(\bar{x}_1 - \bar{x}_2)}$$

uz $H_0 \dots \mu_1 = \mu_2 \Rightarrow \mu_1 - \mu_2 = 0$

$$\text{test statistika} = \frac{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2)}{SE(\bar{x}_1 - \bar{x}_2)}$$

Medicinski fakultet Osijek
Katedra za medicinsku statistiku i medicinsku informatiku
14



ŠTO JE P-VRIJEDNOST?

- NIJE vjerojatnost istinitosti nul-hipoteze (iako je vrlo slično)
- JESTE vjerojatnost dobivanja istih ili ekstremnijih rezultata kada je nul-hipoteza istinita

Medicinski fakultet Osijek
Katedra za medicinsku statistiku i medicinsku informatiku
16

DONOŠENJE ODLUKE

o odbacivanju H_0
ili
prihvaćanju H_0

Medicinski fakultet Osijek
Katedra za medicinsku statistiku i medicinsku informatiku
17

POGREŠKE PRI ODLUČIVANJU

		STVARNO STANJE	
		H_0 točna	H_1 točna
ODLUKA	PRIHVATI H_0	ISPRAVNO	POGREŠKA TIPA 2 (β)
	ODBACI H_0	POGREŠKA TIPA 1 (α)	ISPRAVNO

Medicinski fakultet Osijek
Katedra za medicinsku statistiku i medicinsku informatiku
18

VJEROJATNOSTI POGREŠKE

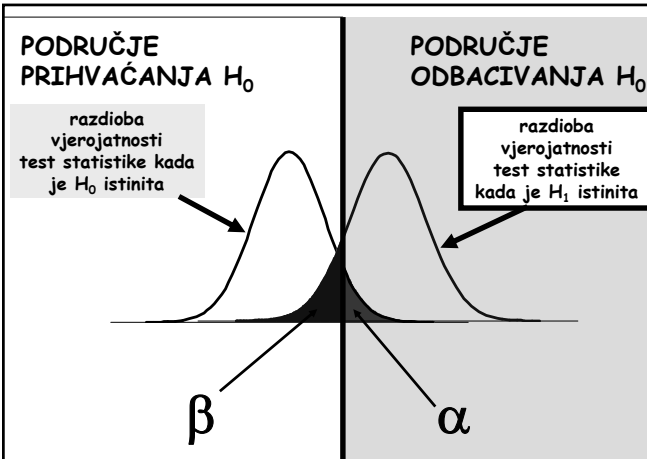
Najveća vjerojatnost pogreške tipa 1 (α)

- *razina značajnosti*
- najmanja vjerojatnost uz koju još prihvaćamo H_0
- kada je $P < \alpha$, test sugerira odbacivanje H_0 ("statistički značajno")
- određuje ju istraživač na temelju modela pokusa

VJEROJATNOSTI POGREŠKEcont.

Najveća vjerojatnost pogreške tipa 2 (β)

- djelomično je pod kontrolom
- ovisi o:
 - stvarnom stanju u populaciji (varijabilitet)
 - efektu od interesa
 - razini značajnosti α
- α i β su inverzno povezane (ali ne direktno)



ODABIR NIVOVA ZNAČAJNOSTI

Pitanje štetnih posljedica pogreške:

1. Odluka/zaključak da razlike postoje onda kada ih u stvarnosti nema može prouzročiti štetne posljedice => **smanjiti vjerojatnost nastajanja pogreške tipa 1, tj. odabrati manji α**
2. Odluka/zaključak da nema razlika onda kada u stvarnosti razlika postoji može prouzročiti štetne posljedice => **smanjiti vjerojatnost pogreške tipa 2, tj. odabrati veći α**

Ispitivanja lijeka X pokazala su da njegovo korištenje izaziva vrlo štetne posljedice te je lijek X povučen iz uporabe.

Ispitan je novi alternativni lijek Y i ustanovljeno je smanjenje štetnog utjecaja u odnosu na lijek X.

Koju razinu značajnosti treba upotrijebiti za ocjenu značajnosti smanjenja štetnog utjecaja lijeka Y u odnosu na lijek X?

STVARNO STANJE: Oba lijeka jednako su štetna.

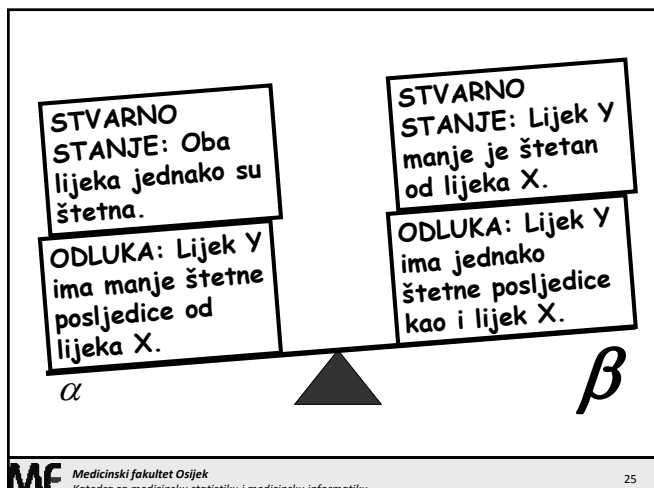
ODLUKA: Lijek Y ima manje štetne posljedice od lijeka X.

α

STVARNO STANJE: Lijek Y manje je štetan od lijeka X.

ODLUKA: Lijek Y ima jednako štetne posljedice kao i lijek X.

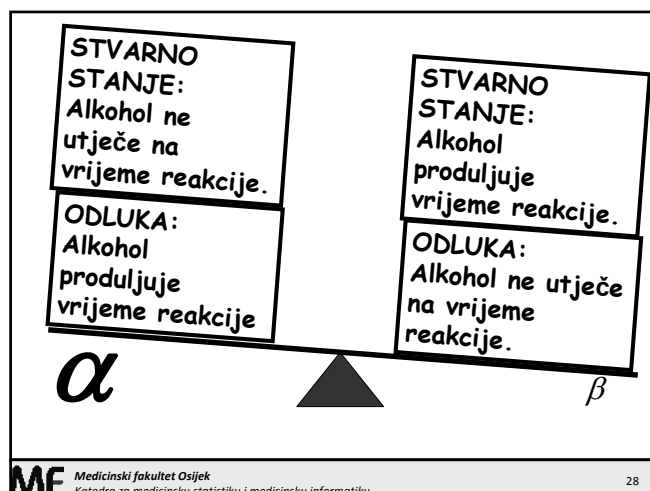
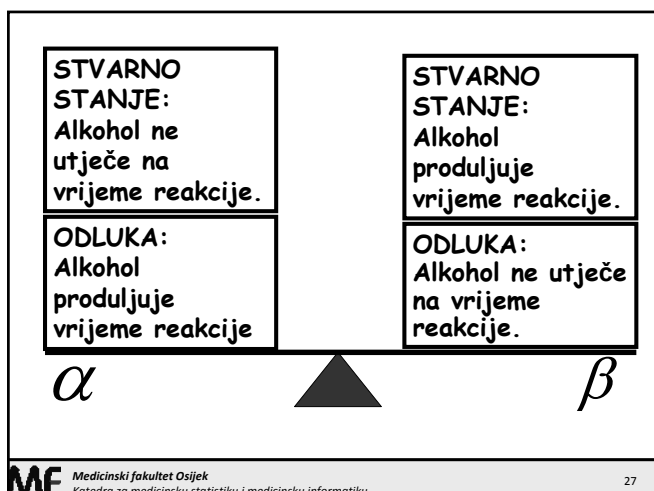
β



Na slučajnom uzorku vozača ispitivan je utjecaj alkohola na vrijeme reagiranja. Mjerenja vremena reakcije prije i nakon konzumacije određene količine alkohola pokazala su prosječno povećanje vremena reakcije nakon konzumacije alkohola.

Koju razinu značajnosti treba upotrijebiti za ocjenu značajnosti pronađene razlike?

MF Medicinski fakultet Osijek
Katedra za medicinsku statistiku i medicinsku informatiku 26



POSTAVKE DIZAJNA

- općenito testove treba dizajnirati tako da imaju

$$\beta \geq \alpha$$
 a gdje je odabrani β 0.2 ili 0.1
- izraz

$$100 \cdot (1 - \beta) \%$$
 naziva se (*statistička*) **SNAGA TESTA**

MF Medicinski fakultet Osijek
Katedra za medicinsku statistiku i medicinsku informatiku 29

SNAGA TESTA

- šansa da se detektira određena alternativna hipoteza kada je stvarno točna
- **NEETIČNO je (a i skupo!) raditi istraživanja male snage !**

MF Medicinski fakultet Osijek
Katedra za medicinsku statistiku i medicinsku informatiku 30

ŠTO I KAKO UTJEČE NA SNAGU TESTA



Statistička značajnost

NIJE isto što i
klinička važnost!

VIŠESTRUKA TESTIRANJA

- valjanost se smanjuje višestrukim testiranjem

Usporedba težinu triju različitih skupina ispitanika podvrgnutih različitim tretmanima;

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 \quad \text{nul-hipoteza}$$

$$\left. \begin{array}{l} H_1: \mu_1 \neq \mu_2 \\ H_2: \mu_1 \neq \mu_3 \\ H_3: \mu_2 \neq \mu_3 \end{array} \right\} \quad \text{alternativne hipoteze}$$

(za k eksperimentalnih grupa moguće je izvršiti $k(k-1)/2$ ovakvih usporedbi)

VIŠESTRUKA TESTIRANJAcont.

- razina značajnosti α može se izraziti kao

$$\alpha = \text{vjerojatnost(odbacivanje } H_0 \text{ kada je } H_0 \text{ točna)}$$

odnosno

$$\alpha = 1 - \text{vjerojatnost(NE odbacivanje } H_0 \text{ kada je } H_0 \text{ točna)}$$

tj.

$$\alpha = 1 - (1 - \alpha)$$

VIŠESTRUKA TESTIRANJAcont.

- razina značajnosti za 3 višestruka testa:

$$\begin{aligned} \alpha_3 &= 1 - (1 - 0,05)^3 = 1 - (0,95)^3 = \\ &= 1 - 0,857 = 0,143 \end{aligned}$$

- ako napravimo 3 nezavisna testa, razina značajnosti (vjerojatnost pogreške tipa 1) dobivenih rezultata više nije 0,05, nego 0,143 !!!!

VIŠESTRUKA TESTIRANJAcont.

- u slučaju višestrukih (r) testova to postaje

$$1 - \text{vjerojatnost(NE odbacivanje SVIH } H_0 \text{ kada su SVE } H_0 \text{ točne)}$$

odnosno

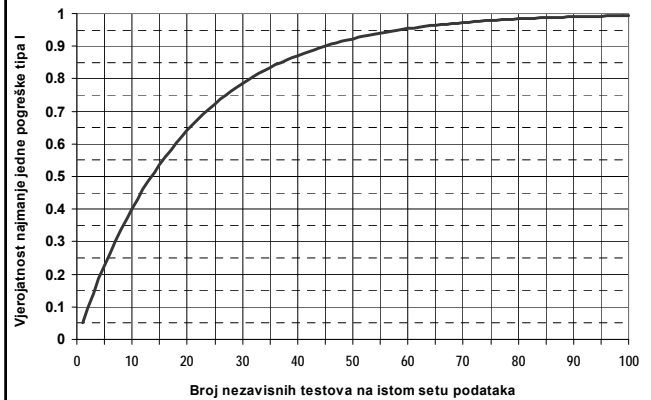
$$\alpha_r = 1 - (1 - \alpha)^r$$

VIŠESTRUKA TESTIRANJA

za $\alpha = 0.05$ i r višestrukih testova

r	1	2	3	4	5	10	15	20
α_r	0,050	0,098	0,143	0,185	0,226	0,401	0,537	0,642

VIŠESTRUKA TESTIRANJAcont.



VIŠESTRUKA TESTIRANJAcont.

**AKO MUČITE PODATKE
DOVOLJNO DUGO
ONI ĆE NAPOSLIJETKU
PRIZNATI !!!**

akl lk laj la dai jdapo d a p éjd asj laks laj
ljđ aj dlajđ lajd lajd lad l éđ éls éalk
ač đčad čak đča sčak đča dak sčdak
sččka čsđ ačsđ čsđsi čal đsčalds čal
đsčalds ča da

P < 0,05

VIŠESTRUKA TESTIRANJAcont.

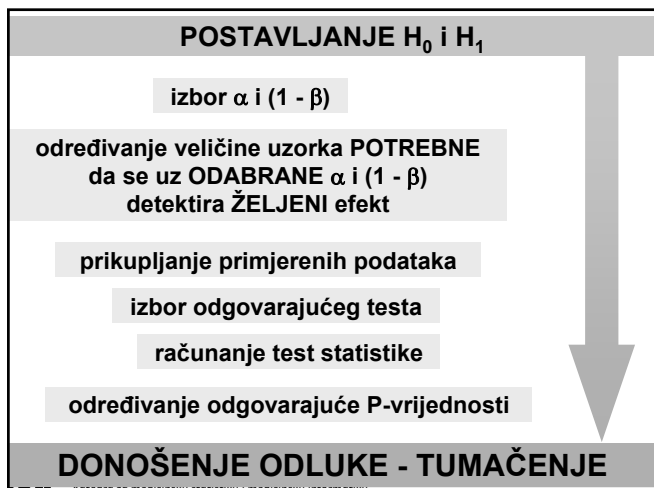
- rješenje:
 - prilagodba P-vrijednosti u cilju održavanja općeg nivoa značajnosti (Bonferroni, Sidak, Hochberg...)
 - primjena složenijih metoda analize (npr. ANOVA, multivarijatne metode)

IZBOR STATISTIČKOG TESTA

Ne ovisi u velikoj mjeri o veličini uzorka nego:

- prirodi (tipu i raspodjeli) varijabli
- broju uzoraka (1, 2 ili više)
- jesu li su uzorci zavisni ili ne

BROJ UZORAKA		VARIJABLA		
		NOMINALNA	ORDINALNA ILI NUMERIČKA KOJA NIJE NORMALNO DISTRIBUIRANA	NUMERIČKA NORMALNO DISTRIBUIRANA
JEDAN		χ^2 -test	Kolmogorov-Smirnov test	t-test
DVA	NEZAVISNI	χ^2 -test Fisherov egzaktni test	Mann-Whitney U test Medijan test	Studentov t-test
	ZAVISNI	McNemarov test	Wilcoxonov test	t-test diff.
VIŠE OD 2	NEZAVISNI	χ^2 -test	Kruskall-Wallis test	ANOVA
	ZAVISNI	Cochran Q Stuart-Maxwell	Friedmanov test	ANOVA za ponavljana mjerenja
POVEZANOST DVIJU VARIJABLI		Koef. kontingencije Kappa koef.	Spermanov r Kendalov τ	Pearsonov r



ANALIZA TABLICA KONTINGENCIJE

MF Medicinski fakultet Osijek
Katedra za medicinsku statistiku i medicinsku informatiku

44

TABLICA KONTINGENCIJE

- tablica koja u retcima i stupcima sadrži frekvencije atributivnih obilježja
- predstavlja empirijsku razdiobu frekvencija obilježja mjerenih nominalnom ili ordinalnom ljestvicom mjerenja

MF Medicinski fakultet Osijek
Katedra za medicinsku statistiku i medicinsku informatiku

45

TABLICA S "JEDNIM ULAZOM" (1×k)

- opažanja su klasificirana samo po jednom obilježju

PRIMJER.

	GODINA STUDIJA						
	I	II	III	IV	V	VI	UKUPNO
BROJ STUDENATA	64	48	32	28	18	15	205

MF Medicinski fakultet Osijek
Katedra za medicinsku statistiku i medicinsku informatiku

46

TABLICA S "DVA ULAZA" (r×k)

- opažanja klasificirana po više atributa
- opažanja iz više uzoraka klasificirana po kategorijama jednog atributa

2×2najjednostavnija tablica s "dva ulaza"

obilježje A	obilježje B		UKUPNO
	DA	NE	
DA	n_{11}	n_{12}	n_{1y}
NE	n_{21}	n_{22}	n_{2y}
UKUPNO	n_{x1}	n_{x2}	n_{xy}

- može se promatrati kao:
 - jedan uzorak (sa n_{xy} ispitanika)
 - dva uzorka (sa n_{1y} , n_{2y} ispitanika)

MF Medicinski fakultet Osijek
Katedra za medicinsku statistiku i medicinsku informatiku

48

TABLICA S "DVA ULAZA" (r x k)

Stručna sprema	Spol		UKUPNO
	Muški	Ženski	
Nezavršena osnovna škola	4	27	31
Osnovna škola	12	35	47
Srednja škola	46	32	78
Viša škola/bakalaureat	12	25	37
Visoka škola/magisterij	52	18	70
Doktorat	11	4	15
UKUPNO	137	141	278

MF Medicinski fakultet Osijek
Katedra za medicinsku statistiku i medicinsku informatiku

48

χ^2 TEST

- ocjena slaganja s poznatom razdiobom
- ocjena razlike razdiobe kategoričkog svojstva u nezavisnim uzorcima
- ocjena razlike dihotomnog svojstva u zavisnim uzorcima

χ^2 TEST ZA OCJENU SLAGANJA S POZNATOM RAZDIOBOM

- uz unaprijed poznatu razdiobu očekivanih frekvencija, test statistika

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$$

gdje je: O_i opažena frekvencija
 E_i očekivana frekvencija
 k broj kategorija

ima χ^2 razdiobu s

$$df = k - 1 - m \quad \text{stupnjeva slobode}$$

k ... broj kategorija

m ... broj parametara u modelu koje treba procijeniti

za normalnu razdiobu: $m = 2$;

$$df = k - 1 - 2 = k - 3$$

za binomnu:

$$m = 1$$

$$df = k - 1 - 1 = k - 2$$

ako je zadana razdioba (ništa ne moramo računati iz podataka):

$$m = 0$$

$$df = k - 1 - 0 = k - 1$$

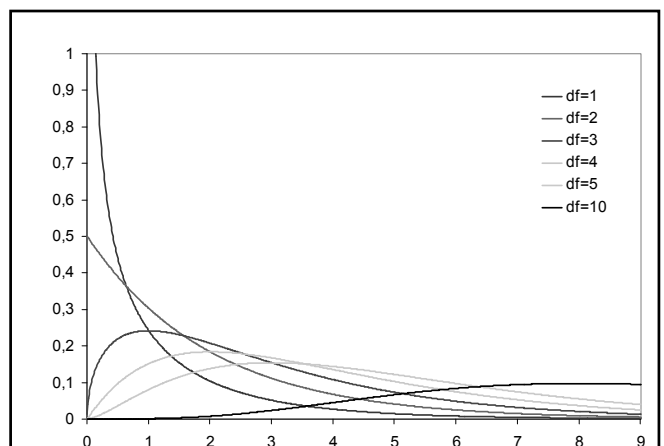
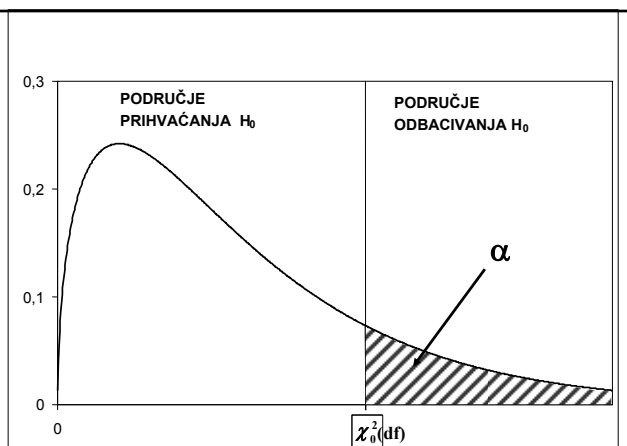
- UZ

H_0 ... nema razlike u razdiobi O_i i E_i

granični χ^2 za dani α i df

za $\chi^2 > \chi^2_{\alpha} \Rightarrow P(\chi^2) < P(\chi^2_{\alpha})$ **ODBACI H_0**

$\chi^2 < \chi^2_{\alpha} \Rightarrow P(\chi^2) > P(\chi^2_{\alpha})$ **PRIHVATI H_0**



Križanjem dviju vrsta biljki dobivena je u sljedećoj generaciji ova razdioba opaženih genotipova:

Genotip	Opazene frekvencije
Aa	53
AA	23
aa	24

Odgovara li ova razdioba očekivanoj razdiobi 2:1:1 uz $\alpha = 0,01$?

genotip	O_i	E_i	$O_i - E_i$	$(O_i - E_i)^2$	$\frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$
Aa	53	50	3	9	0,18
AA	23	25	-2	4	0,16
aa	24	25	-1	1	0,04
					0,38

$$\chi^2 = 0,38 \quad df = 3 - 1 = 2$$

$k \backslash \alpha$	0,01	0,02	0,05
1	6,635	5,412	3,841
2	9,210	7,824	5,991
3	11,345	9,837	7,815

za $df = 2$:

$$\chi^2_{(\alpha)} = \chi^2_{(0,01)} = 9,210$$

$$\chi^2 < \chi^2_{(0,01)} \Rightarrow P(\chi^2) > P(\chi^2_{(0,01)}) \quad \text{PRIHVATI } H_0$$

Excel

B4		f_x	=CHIDIST(B2;B3)
	A	B	
1			
2	Vrijednost χ^2		0.38
3	Broj stupnjeva slobode		2
4	P vrijednost		0.826959

Kako dobiti točnu P vrijednost?

• kalkulator vjerojatnosti

- Excel
- WEB
- specijalizirani programi za analizu podataka

<http://vassarstats.net/>

Calculators for Statistical Table Entries

z to P chi-square to P t to P r to P F to P

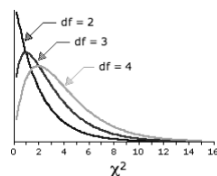
Fisher r-to-z transformation critical values of Q odds & log odds

For values of degrees of freedom (df) between 1 and 20, inclusive, this unit will calculate the proportion of the relevant sampling distribution that falls to the right of a particular value of chi-square. To proceed, enter the values of chi-square and df in the designated cells and click the «Calculate» button.

Chi-Square	df	P
0.38	2	0.826959

Calculate Reset

Entered values of df must be between 1 and 20, inclusive.



Statistica

MedCalc – radni list

	A	B
1	Chi	0.38
2	Df	2
3	P	0.826959134
4		
5		
6		

Izveštavanje rezultata

"Nije uočena razlika između razdiobe opaženih genotipova i očekivane razdiobe 2:1:1 (χ^2 test, $P = 0,827$)."

ili

"Nije uočena razlika između razdiobe opaženih genotipova i očekivane razdiobe 2:1:1 ($\chi^2 = 0,380$, 2 stupnja slobode, $P = 0,827$)."

χ^2 TEST ZA NEZAVISNE UZORKE

postupak:

- formirati tablicu kontingencije (r x k)
- na osnovu postavljene hipoteze izračunati očekivane frekvencije
- test statistika dana je sa:

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^k \frac{(O_{ij} - E_{ij})^2}{E_{ij}}$$

gdje je: rbroj redaka
kbroj stupaca

ima χ^2 razdiobu s

df = (r - 1) · (k - 1) stupnjeva slobode

VAŽNE NAPOMENE:

- u tablicu smijemo unijeti **SAMO APSOLUTNE FREKVENCIJE**
- uzorci moraju biti **nezavisni**
- u **2 x 2 tablici**:
 - **NITI JEDNA** očekivana frekvencija **ne smije biti < 5**
 - Yatesova korekcija (umanjiti svaku razliku O - E prije kvadriranja za 0,5) ili "N-1" Hi-kvadrat test (modificirana kratka formula)
- ako je u r x k tablici E < 5 u više od 20 % polja, **NE MOŽEMO KORISTITI χ^2 TEST**
rješenje:
 - spajanje susjednih razreda (frekvencija susjednih polja)
 - Fisherov egzaktni test



Pri istraživanju djelovanja nekog cjeviva, opažena je sljedeća učestalost oboljenja kod određene grupe ljudi:

	Cijepljeni	Necijepljeni	Ukupno
Oboljeli	5	10	15
Nisu oboljeli	159	117	276
Ukupno	164	127	291

Postoji li povezanost između učestalosti bolesti i cijepljenja (je li učestalost bolesti različita kod cijepljenih i necijepljenih) uz $\alpha = 0,01$?

H_0 učestalost je ista kod cijepljenih i necijepljenih

iz $H_0 \Rightarrow$ proporcije oboljelih trebaju biti jednake u obje skupine

zajednička proporcija oboljelih: $z_{po} = \frac{15}{291} = 0,051546$

ukupno oboljeli

sveukupno ispitanika

zajednička proporcija zdravih: $z_{pz} = \frac{276}{291} = 0,948454$

ukupno zdravi

sveukupno ispitanika

E oboljelih:

ukupno cijepljeni

u grupi cijepljenih..... $164 \cdot 0,051546 = 8,45$

u grupi necijepjenih.. $127 \cdot 0,051546 = 6,55$

ukupno necijepljeni

E zdravih:

ukupno cijepljeni

u grupi cijepljenih..... $164 \cdot 0,948454 = 155,55$

u grupi necijepjenih.. $127 \cdot 0,948454 = 120,45$

ukupno necijepljeni

zajednička proporcija oboljelih

zajednička proporcija zdravih

Katedra za medicinsku statistiku i medicinsku informatiku

	Cijepljeni	Necijepljeni	Ukupno
Oboljeli	5 (8,45)	10 (6,55)	15
Nisu oboljeli	159 (155,55)	117 (120,45)	276
Ukupno	164	127	291

*

MF Medicinski fakultet Osijek Katedra za medicinsku statistiku i medicinsku informatiku 68

O _i	E _i	O _i - E _i	(O _i -E _i) ²	(O _i -E _i) ² /E _i
5	8,45	-3,45	11,9025	1,41
10	6,55	3,45	11,9025	1,82
159	155,55	3,45	11,9025	0,08
117	120,45	-3,45	11,9025	0,10
				$\chi^2 = 3,41$

Yates-ova korekcija:

O _i	E _i	(O _i - E _i) _{corr}	(O _i -E _i) _{corr} ²	(O _i -E _i) _{corr} ² /E _i
5	8,45	-2,95	8,7025	1,03
10	6,55	2,95	8,7025	1,33
159	155,55	2,95	8,7025	0,06
117	120,45	-2,95	8,7025	0,07
				$\chi^2 = 2,49$

Katedra za medicinsku statistiku i medicinsku informatiku

$\chi^2 = 2,49$

za $\alpha = 0,01$ i $df = 1$: $\chi_0^2 = 6,635$

$\chi^2 < \chi_0^2 \Rightarrow P > 0,01$

\Rightarrow ne postoji povezanost između učestalosti bolesti i cijepljenja

α	0,01	0,02	0,05
1	6,635	5,412	3,841
2	9,210	7,824	5,991
3	11,345	9,837	7,815

χ^2 RAZDIOBA

MF Medicinski fakultet Osijek Katedra za medicinsku statistiku i medicinsku informatiku 70

točna P vrijednost.....

	A	B
1		
2	Vrijednost χ^2	3.41
3	Broj stupnjeva slobode	1
4	P vrijednost	0.064802

bez korekcije

	A	B
1		
2	Vrijednost χ^2	2.49
3	Broj stupnjeva slobode	1
4	P vrijednost	0.114572

s korekcijom

MF Medicinski fakultet Osijek Katedra za medicinsku statistiku i medicinsku informatiku 71

2 x 2 tablice – kratka formula za χ^2 test

- za tablicu 2 x 2 sa sljedećim oznakama:

Obilježje A	Obilježje B		UKUPNO
	0	1	
0	a	b	m
1	c	d	n
UKUPNO	r	s	N

$$\chi^2 = \frac{N(ad - bc)^2}{mnr s}$$

MF Medicinski fakultet Osijek Katedra za medicinsku statistiku i medicinsku informatiku 72

"N - 1" χ^2 test

Obilježje A	Obilježje B		UKUPNO
	0	1	
0	a	b	m
1	c	d	n
UKUPNO	r	s	N

$$"N - 1" \chi^2 = \frac{(N - 1)(ad - bc)^2}{mnr s}$$

MF Medicinski fakultet Osijek
Katedra za medicinsku statistiku i medicinsku informatiku 73

χ^2 test (kratka formula) i "N - 1" χ^2 test za podatke iz primjera

	Cijepljeni	Necijepljeni	Ukupno
Oboljeli	5 (a)	10 (b)	15 (m)
Nisu oboljeli	159 (c)	117 (d)	276 (n)
Ukupno	164 (r)	127 (s)	291 (N)

$$\chi^2 = \frac{N(ad - bc)^2}{mnr s} = \frac{291 \cdot (5 \cdot 117 - 10 \cdot 159)^2}{15 \cdot 276 \cdot 164 \cdot 127} = \frac{293917275}{86227920} = 3,409$$

$$"N - 1" \chi^2 = \frac{(N - 1)(ad - bc)^2}{mnr s} = \frac{290 \cdot (5 \cdot 117 - 10 \cdot 159)^2}{15 \cdot 276 \cdot 164 \cdot 127} = \frac{292907250}{86227920} = 3,397$$

MF Medicinski fakultet Osijek
Katedra za medicinsku statistiku i medicinsku informatiku 74

točna P vrijednost.....

B4		fx = CHIDIST(B2;B3)	
	A	B	
1			
2	Vrijednost χ^2	3.409	kratka formula
3	Broj stupnjeva slobode	1	
4	P vrijednost	0.064842	

B4		fx = CHIDIST(B2;B3)	
	A	B	
1			
2	Vrijednost χ^2	3.397	"N - 1" χ^2
3	Broj stupnjeva slobode	1	
4	P vrijednost	0.065315	

MF Medicinski fakultet Osijek
Katedra za medicinsku statistiku i medicinsku informatiku 75

MedCalc – za tablice 2 x 2 koristi "N - 1" χ^2 test

Results

Chi-squared	3.397
DF	1
Significance level	P = 0.0653
Contingency coefficient	0.107

MF Medicinski fakultet Osijek
Katedra za medicinsku statistiku i medicinsku informatiku 76

Izveštavanje rezultata

"Nije uočena povezanost učestalosti bolesti i cijepljenja (χ^2 test, P = 0,065)."

ili

"Nije uočena razlika razdiobe obolijevanja u skupinama cijepljenih i necijepljenih ispitanika (χ^2 test, P = 0,065)."

MF Medicinski fakultet Osijek
Katedra za medicinsku statistiku i medicinsku informatiku 77

Izveštavanje rezultata

"Nije uočena povezanost učestalosti bolesti i cijepljenja ($\chi^2 = 3,397$, 1 stupanj slobode, P = 0,065)."

ili

"Nije uočena razlika razdiobe obolijevanja u skupinama cijepljenih i necijepljenih ispitanika ($\chi^2 = 3,397$, 1 stupanj slobode, P = 0,065)."

MF Medicinski fakultet Osijek
Katedra za medicinsku statistiku i medicinsku informatiku 78

χ^2 TEST ZA ZAVISNE UZORKE (McNemarov test)

- testiranje značajnosti razlike (ili vjerojatnosti povezanosti) između podataka dobivenih na uzorcima parova

$$\chi^2 = \frac{(|b-c| - 1)^2}{b+c}$$

Yatesova korekcija

b, c frekvencije parova koji se **ne slažu** po prisutnosti obilježja

OBILJEŽJE A		UZORAK I	
		DA	NE
UZORAK II	DA	a	b
	NE	c	d

Skupina od 75 bolesnika praćena je tijekom 20 godina. Ispitanici su s obzirom na težinu svrstani u skupinu normalne i prekomjerne (overweight) težine.

TEŽINA		Nakon 20 godina		Ukupno
		Normalna	Prekomjerna	
Na početku	Normalna	26	14	40
	Prekomjerna	3	32	35
Ukupno		29	46	75

Je li se težina ispitanika promijenila tijekom promatranog perioda uz $\alpha = 0,05$?

McNemarov test – pomoću tablica

$$\chi^2 = \frac{(|14-3|-1)^2}{14+3} = \frac{10^2}{17} = 5,882$$

df = 1, $\alpha = 0,05$

$\chi_0^2 = 3,841$

$\chi^2 > \chi_0^2 \Rightarrow P < 0,05$

		α		
		0,01	0,02	0,05
k	1	6,635	5,412	3,841
	2	9,210	7,824	5,991
	3	11,345	9,837	7,815

točna P vrijednost.....

- za $\chi^2 = 5,882$ i 1 stupanj slobode:

B4		fx = CHIDIST(B2;B3)	
		A	B
1			
2	Vrijednost χ^2		5.822
3	Broj stupnjeva slobode		1
4	P vrijednost		0.015827

MedCalc – McNemarov test (binomni egzaktni test)

McNemar test (paired proportions)			
2x2 table			
	Pos.	Neg.	
Pos.	26	14	53.3%
Neg.	3	32	46.7%
	38.7%	61.3%	
Results			
Difference	14.67%		
95% CI	2.98% to 20.94%		
Exact probability	P = 0.0127		
Comment:			
<input type="button" value="Clear"/> <input type="button" value="Test"/> <input type="button" value="Exit"/>			

Izveštavanje rezultata

"Težina ispitanika se promijenila tijekom promatranog perioda (McNemarov test, P = 0,013)."

ili

"Težina ispitanika se promijenila tijekom promatranog perioda (razlika proporcija 14,7 %, 95 % raspon pouzdanosti od 3,0 % do 20,9 %, McNemarov test, P = 0,013)."