

Znamo li protumačiti najčešće statističke pokazatelje?

Kujundžić Tiljak, Mirjana

Conference presentation / Izlaganje na skupu

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:105:120254>

Rights / Prava: [In copyright](#)/Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-05-13**



Repository / Repozitorij:

[Dr Med - University of Zagreb School of Medicine](#)
[Digital Repository](#)





Znamo li protumačiti najčešće statističke pokazatelje?

Doc.dr.sc. Mirjana Kujundžić Tiljak

*Katedra za medicinsku statistiku, epidemiologiju
i medicinsku informatiku
Škola narodnog zdravlja "Andrija Štampar"
Medicinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu*

INTERVALI POUZDANOSTI

INTERVAL POUZDANOSTI

(engl. CONFIDENCE INTERVAL)

= procijenjeni raspon vrijednosti koji najvjerojatnije uključuje nepoznati populacijski parametar, a računa se iz uzorka

95%, 90%, 99%, 99,9% ... ***RAZINA POUZDANOSTI***

(engl. CONFIDENCE LEVEL)

$$= 1-\alpha$$

širina intervala pouzdanosti → preciznost procjene

(vrlo širok interval = potrebno je prikupiti još podataka)

INTERVALI POUZDANOSTI

GRANICE POUZDANOSTI *(engl. CONFIDENCE LIMITS)*

= donje i gornje granične vrijednosti intervala pouzdanosti, tj. vrijednosti koje definiraju raspon intervala pouzdanosti

95%, 90%, 99%, 99,9%

UZORAK

statističke veličine →

POPULACIJA

parametri

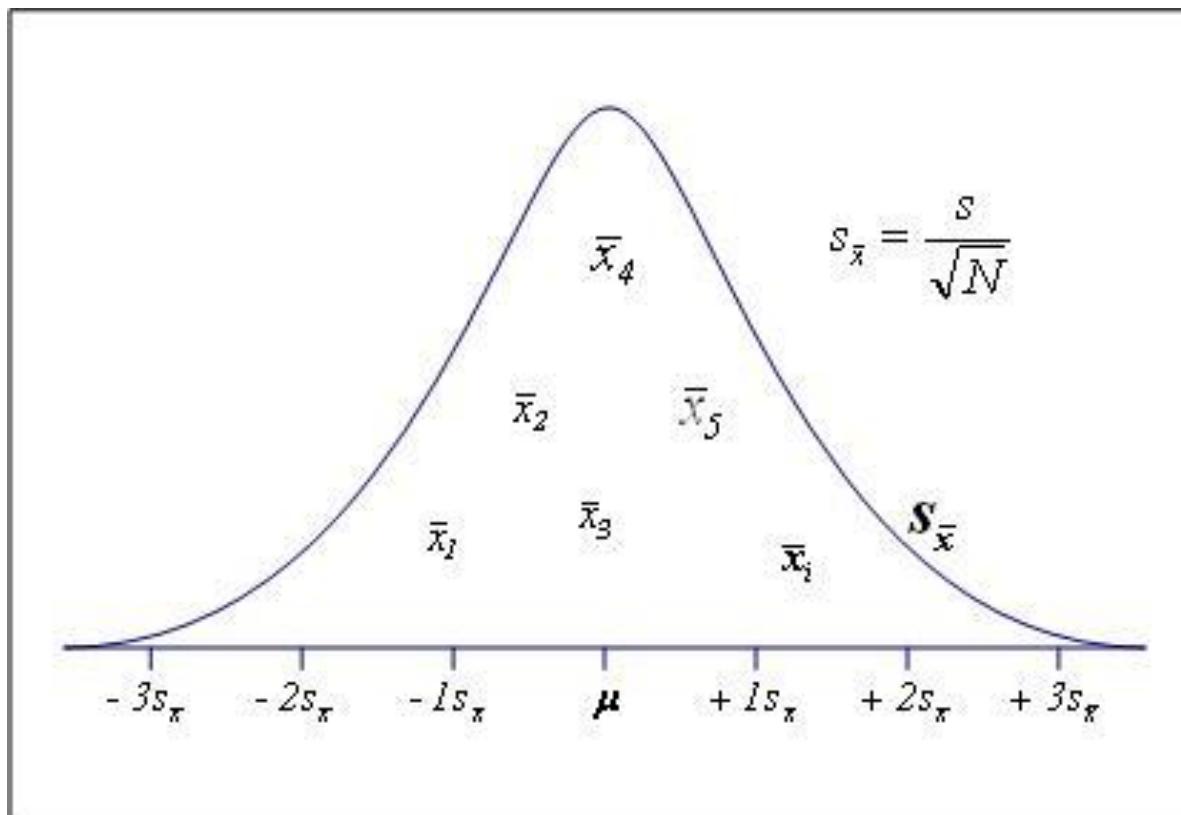
$$\bar{X} \dots \mu$$

$$S \dots \sigma$$

$$p \dots \pi$$

PROCJENA ARITMETIČKE SREDINE POPUALACIJE

CENTRALNI GRANIČNI TEOREM



PROCJENA ARITMETIČKE SREDINE POPUALACIJE

- **CENTRALNI GRANIČNI TEOREM**

= distribucija aritmetičkih sredina uzoraka iz jedne populacije bit će normalna i ako distribucija promatranog obilježja u populaciji nije normalna ukoliko su uzorci dovoljno veliki i ako je varijanca populacije (σ^2) konačan broj

PROCJENA ARITMETIČKE SREDINE POPUALACIJE

distribucija aritmetičkih sredina uzoraka:

aritmetička sredina = μ (aritmetička sredina populacije)

standardna devijacija = **standardna pogreška**

(engl. Standard Error of the Mean)

→ mjera preciznosti procjene

$$S_{\bar{x}} = \frac{\sigma}{\sqrt{N}}$$

$$S_{\bar{x}} = \frac{s}{\sqrt{N}}$$

PROCJENA ARITMETIČKE SREDINE POPUALACIJE

INTERVAL POUZDANOSTI (CI):

$$\bar{x} - z \cdot s_{\bar{x}} \leq \mu \leq \bar{x} + z \cdot s_{\bar{x}}$$

z = standardizirana vrijednost normalne raspodjele

$$z_i = \frac{(x_i - \bar{x})}{s}$$

95% CI . . . z = 1,96

99% CI . . . z = 2,58

PROCJENA ARITMETIČKE SREDINE POPUALACIJE

- ? prosječna dob menarhe u Zagrebu uz vjerojatnost 95%

$$n = 2529$$

$$\bar{x} = 13,16 \text{ godina} \quad s = 1,18 \text{ godina}$$

$$s_{\bar{x}} = \frac{1,18}{\sqrt{2529}} = 0,023 \text{ godina}$$

$$13,115 \leq \mu \leq 13,205$$

PROCJENA PROPORCIJE POPUALACIJE

- proporcija jedinki u populaciji koje posjeduju određenu karakteristiku

n = veličina uzorka

p = proporcija uzorka

r = broj jedinki u uzorku koje posjeduju određenu karakteristiku

$$p = r/n$$

- distribucija proporcija uzoraka slijedi normalnu distribuciju sa srednjom vrijednosti π

PROCJENA PROPORCIJE POPUALACIJE

standardna pogreška proporcije

= standardna devijacija distribucije
proporcija uzorka

$$s_p = \sqrt{\frac{pq}{n}}$$

→ mjeri preciznosti procjene

PROCJENA PROPORCIJE POPULACIJE

INTERVAL POUZDANOSTI (CI):

$$p - z \cdot s_p \leq \pi \leq p + z \cdot s_p$$

z = standardizirana vrijednost normalne raspodjele

$$z_i = \frac{(x_i - \bar{x})}{s}$$

95% CI . . . z = 1,96

99% CI . . . z = 2,58

PROCJENA PROPORCIJE POPULACIJE

- ? Proporcija alergičnih reakcija u populaciji cijepljenih uz vjerojatnost 95%

$$n = 1000$$

$$p = 0,2$$

$$q = 0,8$$

$$s_p = \sqrt{\frac{0,2 \cdot 0,8}{1000}} = 0,0126$$

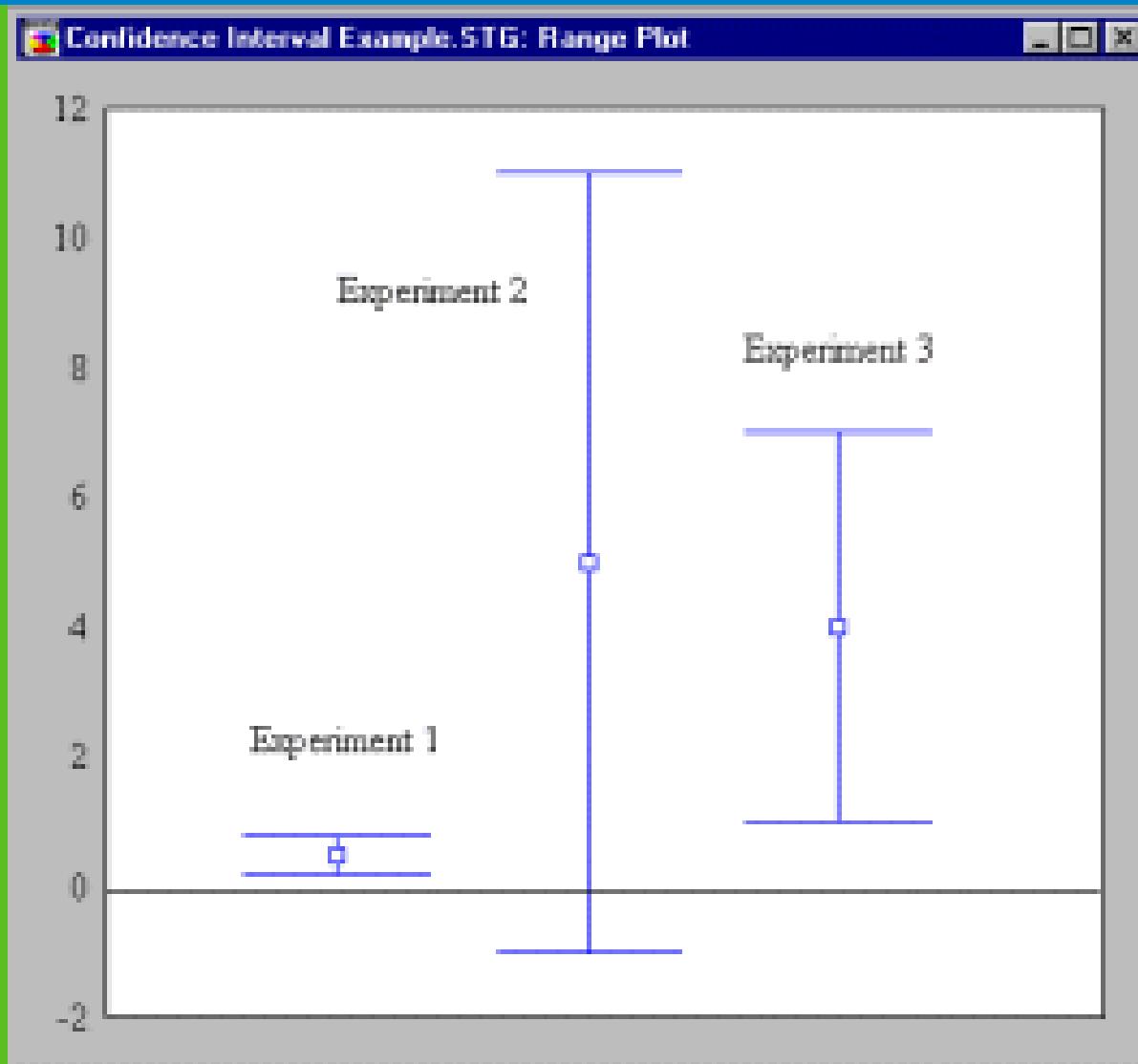
$$0,175 \leq \pi \leq 0,225$$

INTERVAL POUZDANOSTI RAZLIKE ARITMETIČKIH SREDINA

- granice intervala pouzdanosti → procjena **kliničke značajnosti** razlike aritmetičkih sredina

donja ili gornja granica intervala pouzdanosti **blizu 0**
→ prava razlika je vrlo mala i klinički beznačajna čak i
kada rezultat statističkog testa ukazuje na statističku
značajnost razlike

INTERVAL POUZDANOSTI RAZLIKE ARITMETIČKIH SREDINA



Eksperiment 1:

veliki uzorak

visoka preciznost

mali efekt razlike

Eksperiment 2:

neprecizno

premali uzorak

Eksperiment 3:

veći efekt razlike

manja preciznost

ANALIZA SNAGE STATISTIČKOG TESTA

(engl. *POWER ANALYSIS*)

statistički dizajn studije

- Kako velik uzorak je potreban za precizan i pouzdan statistički zaključak?
- Koliko je vjerojatno da će statistički test detektirati određeni efekt u specifičnoj situaciji?

ANALIZA SNAGE STATISTIČKOG TESTA

STATISTIČKI TEST ZNAČAJNOSTI – POGREŠKE:

- **Greška tipa I** = odbacujemo istinitu nul-hipotezu
 - α (alpha) = maksimalna šansa (vjerojatnost) da se načini greška tipa I = *razina značajnosti statističkog testa* → odbacujemo nul-hipotezu ako $P < \alpha$
 - moramo odlučiti koju vrijednost će imati α prije nego prikupljamo podatke → konvencionalna vrijednost je 0,05; restriktivnija vrijednost je 0,01

ANALIZA SNAGE STATISTIČKOG TESTA

- **Greška tipa II** = prihvaćamo neistinitu nul-hipotezu, i zaključujemo da nema efekta kada on stvarno postoji
 - β (beta) = šansa da se načini greška tipa II
- **(1- β) = snaga testa ("power")**
 - = vjerojatnost odbacivanja neistinite nul-hipoteze, tj. šansa (u %) detektiranja, kao statistički značajnog, određenog realnog efekta liječenja

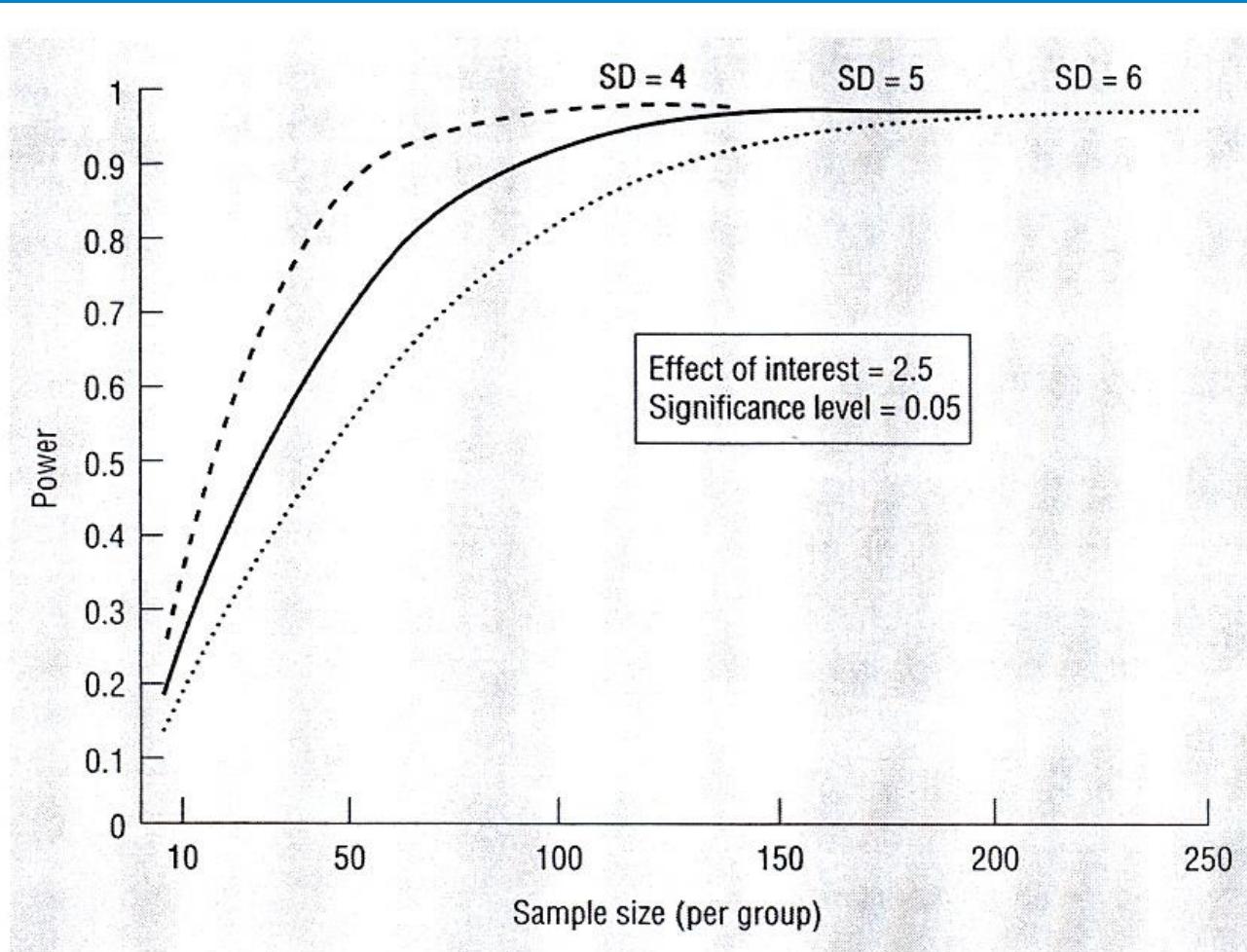
ANALIZA SNAGE STATISTIČKOG TESTA

- u stadiju planiranja istraživanja
- “**dobar**” test = snaga bi trebala biti barem **70-80%**
- etički je neprihvatljivo, a također je i gubitak vremena i sredstava, provoditi klinička istraživanja koja imaju samo **40%** šanse otkrivanja realnog efekta liječenja

ANALIZA SNAGE STATISTIČKOG TESTA

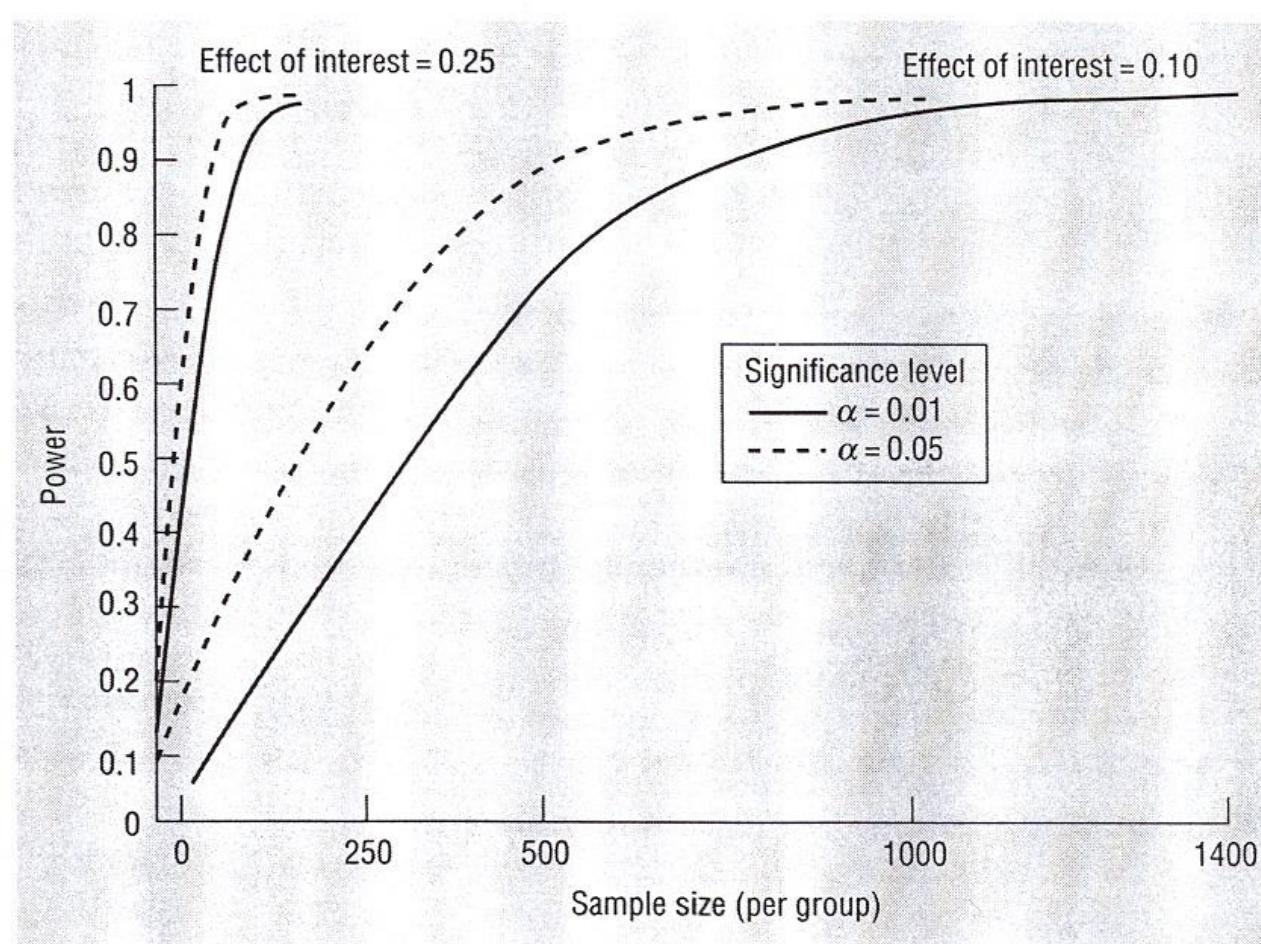
- **Veličina uzorka** 
 - snaga raste kako raste veličina uzorka
- **Varijabilitet opažanja**
 - snaga pada kako raste varijabilitet opažanja
- **Efekt od interesa (razlika)**
 - snaga je veća što je veći efekt
- **Razina značajnosti**
 - snaga je veća što je veća razina značajnosti

Krivulje snage - povezanost između snage i veličine uzorka u svakoj od dvije grupe za usporedbu dvije aritmetičke sredine - t-test za nezavisne uzorke



Izvor: Petrie A, Sabin C. Medical Statistics at a Glance (2nd Ed).
Oxford: Blackwell Science Ltd, 2005: 45.

Krivulje snage - povezanost između snage i veličine uzorka u svakoj od dvije grupe za usporedbu dvije proporcije - Hi-kvadrat test



Izvor: Petrie A, Sabin C. Medical Statistics at a Glance (2nd Ed).
Oxford: Blackwell Science Ltd, 2005: 45.

OCJENA RIZIKA

- intenzitet povezanosti ispitivanih obilježja → rizik za češće zajedničko pojavljivanje nekih stanja ispitivanih obilježja

RELATIVNI RIZIK

- = rizik izloženih osoba podijeljen s rizikom skupine koja nije izložena "osumnjičenom uzročnom fakotru" (odnos dviju incidencija)

ATRIBURIVNI RIZIK

- = rizik izloženih osoba umanjen za rizik neizložene skupine (razlika dviju incidencija) – prikazuje se kao postotak rizika u izloženoj skupini
- = proporcija objašnjivosti rizičnog događaja osumnjičenim rizičnim faktorom

OCJENA RIZIKA

ODDS RATIO (“omjer izgleda”)

= omjer vjerojatnosti (šanse) posjedovanja svojstva (“being a case”) u izloženoj skupini i vjerojatnosti (šanse) posjedovanja svojstva (“being a case”) u neizloženoj skupini (aproksimativni relativni rizik)

INTERVAL POUZDANOSTI OR – statistički značajan ako su obje granice intervala veće od 1 (veći rizik u izloženoj skupini) ili ako su obje granice intervala manje od 1 (manji rizik u izloženoj skupini)

OCJENA RIZIKA

	FAKTOR		
	DA	NE	UKUPNO
BOLESNI	a	b	a+b
ZDRAVI	c	d	c+d
UKUPNO	a+c	b+d	a+b+c+d

$$\text{RELATIVNI RIZIK} = \frac{a/(a+c)}{b/(b+d)}$$

$$\text{ATRIBUTIVNI RIZIK} = \frac{a}{a+c} - \frac{b}{b+d}$$

$$\text{ODDS RATIO} = \frac{a \times d}{b \times c}$$

OCJENA RIZIKA

HLA – B8 (opažene vrijednosti)			
	da	ne	ukupno
bolesnic	22	16	38
kontrola	467	1500	1967
ukupno	489	1516	2005

relativni rizik = 4,26

atributivi rizik = $0,0449 - 0,01067$
= 0,0344 (77%)

odds ratio = 4,42

VALJANOST DIJAGNOSTIČKOG TESTA

- postavljanje dijagnoze temelji se na rezultatima dijagnostičkih testova (u najširem značenju tog termina)
- većina tih testova su nesavršeni instrumenti te rade pogreške u oba smjera:
*zdrave jedinke mogu klasificirati kao bolesne
a bolesne kao zdrave*
- stoga je rezultate dijagnostičkih testova uputnije klasificirati kao "*pozitivne*" i "*negativne*" pri čemu "*pozitivan*" znači veću vjerojatnost bolesti, dok je kategoriji "*negativan*" pripisana veća vjerojatnost odsustva bolesti

VALJANOST DIJAGNOSTIČKOG TESTA

- sposobnost pojedinog dijagnostičkog testa da pravilno klasificira ispitanike u bolesne odnosno zdrave naziva se **valjanost testa**
- koncept valjanosti testa pojavljuje se kako u populacijskim istraživanjima kod probira populacije (engl. screening) tako i pri kliničkom odlučivanju (osobito pri uvođenju novih dijagnostičkih postupaka).
- rezultati dobiveni nekim dijagnostičkim testom u odnosu na stvarno stanje prikazuju se 2×2 tablicom kontingencije

True Positive
broj stvarno pozitivnih

False Positive
broj lažno pozitivnih

		Stvarno stanje	
		bolestan	zdrav
Test	pozitivan	TP	FP
	negativan	FN	TN

TP+FP FN+TN
TP+FN FP+TN

False Negative
broj lažno negativnih

True Negative
broj stvarno negativnih

Stvarno stanje

		bolestan	zdrav	
Test	pozitivan	TP	FP	TP+FP
	negativan	FN	TN	FN+TN
		TP+FN	FP+TN	
osjetljivost =		$\frac{TP}{TP+FN}$	$= \frac{\text{ispravno prepoznati kao bolesni}}{\text{ukupno stvarno bolesni}}$	

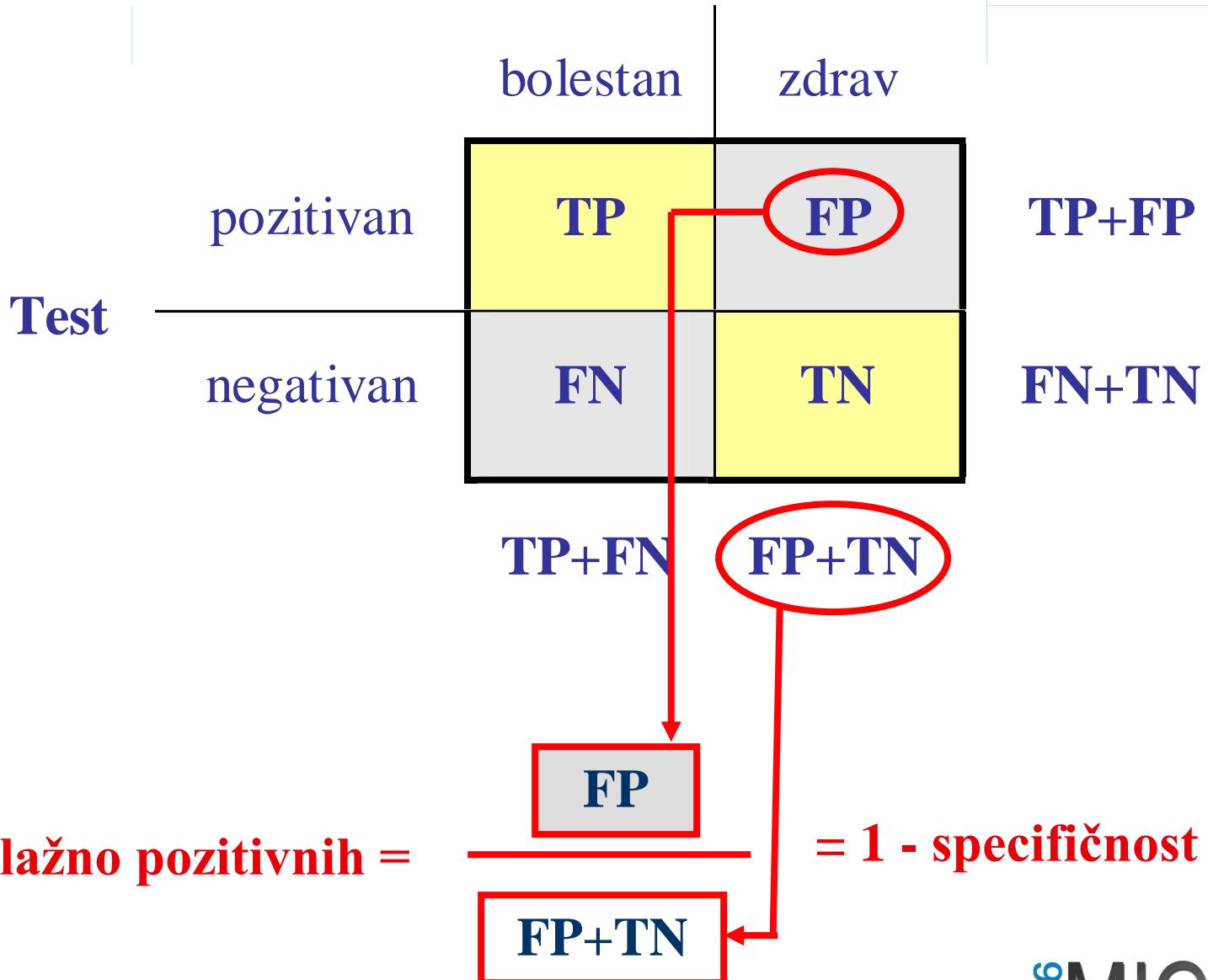
Stvarno stanje

		bolestan	zdrav	
Test	pozitivan	TP	FP	TP+FP
	negativan	FN	TN	FN+TN
		TP+FN	FP+TN	
specifičnost	=	TN	=	ispravno prepoznati kao zdravi
		FP+TN		ukupno stvarno zdravi

Stvarno stanje

		bolestan	zdrav	
Test	pozitivan	TP	FP	TP+FP
	negativan	FN	TN	FN+TN
		TP+FN		FP+TN
		FN		
proporcija lažno negativnih		$\frac{FN}{TP+FN}$		$= 1 - \text{osjetljivost}$

Stvarno stanje



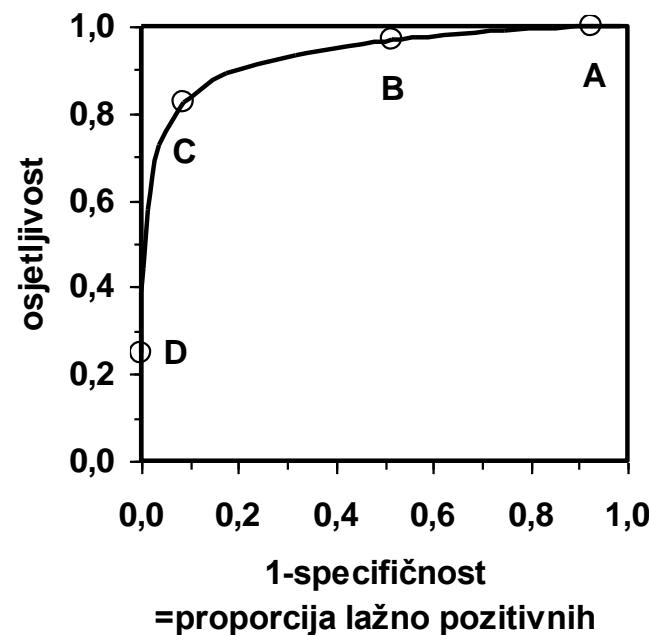
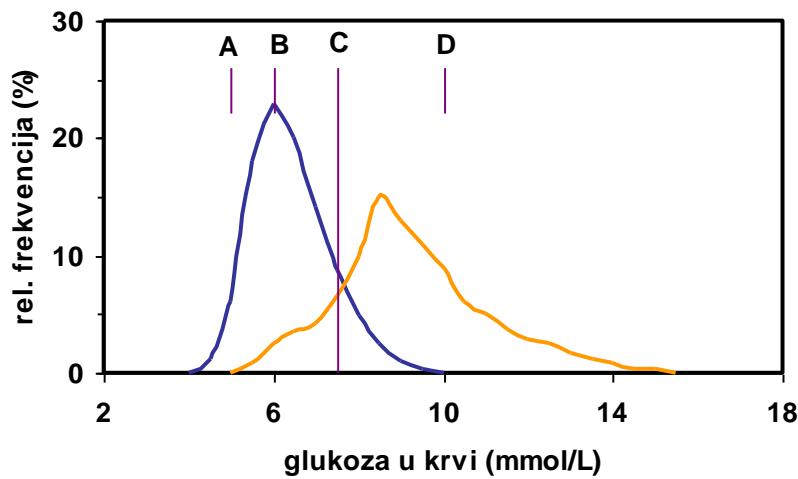
ROC ANALIZA

- Analiza osjetljivosti i specifičnosti testa ovisno o postavljanju granice koja odvaja “test-pozitivne” od “test negativnih”

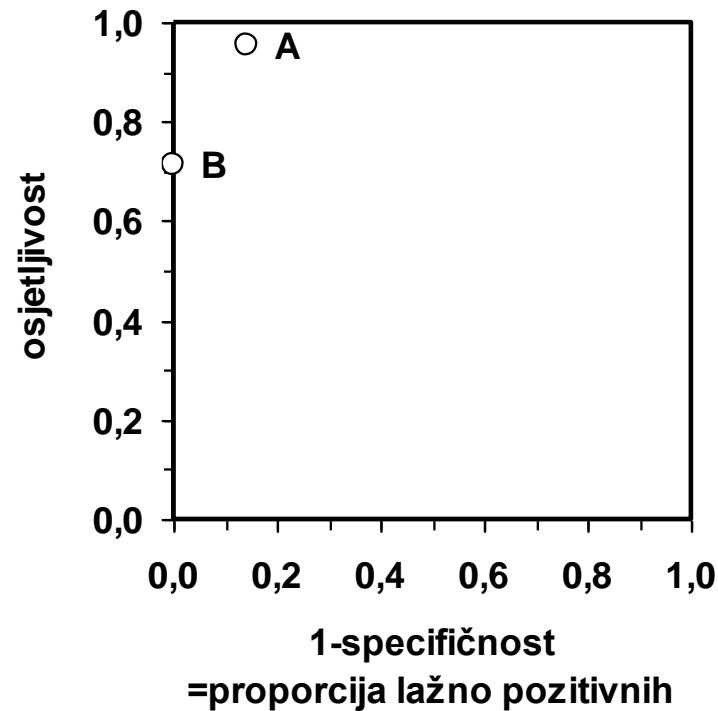
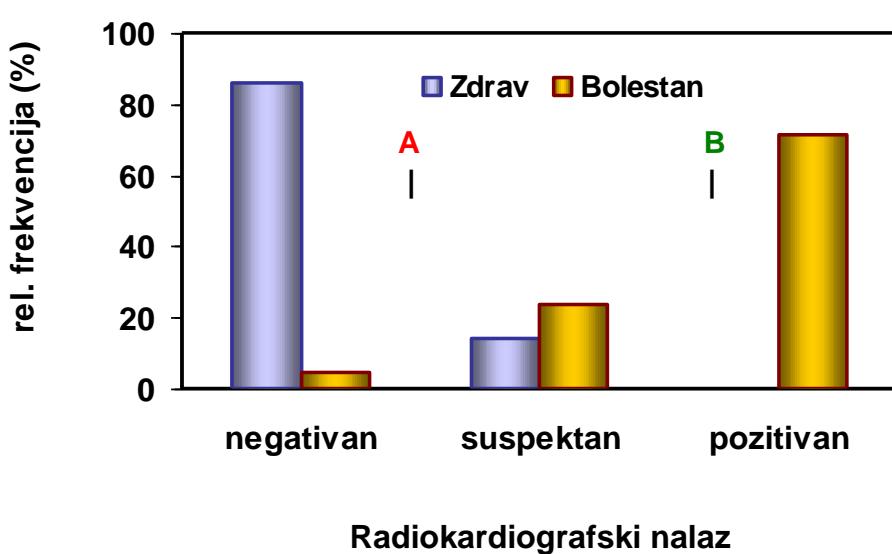
= **ROC analiza**

(engl. Receiver Operating Characteristic Curve)

ROC ANALIZA



ROC ANALIZA



ROC ANALIZA

- Točnost testa (accuracy) ovisi o tome kako dobro separira testirane grupe u one s i one bez ispitivane bolesti
- površina ispod ROC krivulje = mjera točnosti testa:
 - 0,90-1 = izvrstan test
 - 0,80-0,90 = dobar test
 - 0,70-0,80 = osrednji test
 - 0,60-0,70 = slabiji test
 - 0,50-0,60 = test bez uspjeha

Stvarno stanje

		bolestan	zdrav
Test	pozitivan	TP	FP
	negativan	FN	TN

TP+FN FP+TN

TP

TP+FP

pozitivna prediktivna vrijednost =

Stvarno stanje

		bolestan	zdrav	
Test	pozitivan	TP	FP	$TP+FP$
	negativan	FN	TN	$FN+TN$
		$TP+FN$	$FP+TN$	
			TN	
				$FN+TN$

negativna prediktivna vrijednost =

```
graph TD; TN["TN"] --> FNplusTN["FN+TN"];
```

		Stvarno stanje		
		bolestan	zdrav	
Test	pozitivan	90	495	585
	negativan	10	9405	9415
		100	9900	10000

Prevalencija: $100/10000 = 0,01$ (1%)

Osjetljivost = $90/100 = 0.9$ (90%)

Specifičnost = $9405/9900 = 0,95$ (95%)

Pozitivna prediktivna vrijednost = $90/585 = 0,154$ (15,4%)

Negativna prediktivna vrijednost = $9405/9415 = 0,999$ (99,9%)

		Stvarno stanje		
		bolestan	zdrav	
Test	pozitivan	54	2	56
	negativan	6	38	44
	60	40	100	

Prevalencija: $60/100 = 0,60$ (60%)

Osjetljivost = $54/60 = 0.9$ (90%)

Specifičnost = $38/40 = 0.95$ (95%)

Pozitivna prediktivna vrijednost = $54/56 = 0.964$ (96,4%)

Negativna prediktivna vrijednost = $38/44 = 0.864$ (86,4%)