

# STATISTIČKI TESTOVI

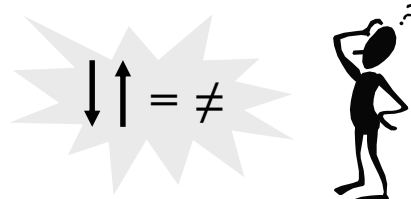
"Severely dependent patients had a longer duration of the disease ( $p < 0.001$ ) and a longer duration of stay at a nursing home ( $p = 0.001$ ) than mildly dependent patients."

"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 prihvaćanju 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

## TESTIRANJE ....cont.

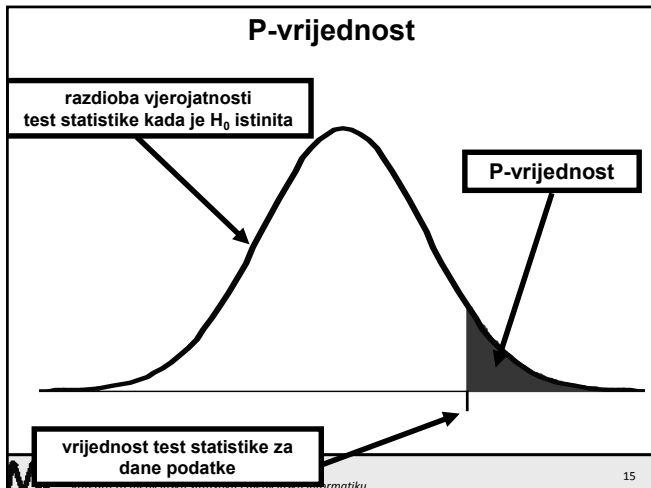
npr. 

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

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 ( $\beta$ )
	ODBACI $H_0$	POGREŠKA TIPA 1 ( $\alpha$ )	ISPRAVNO

Medicinski fakultet Osijek  
Katedra za medicinsku statistiku i medicinsku informatiku
18

## VJEROJATNOSTI POGREŠKE

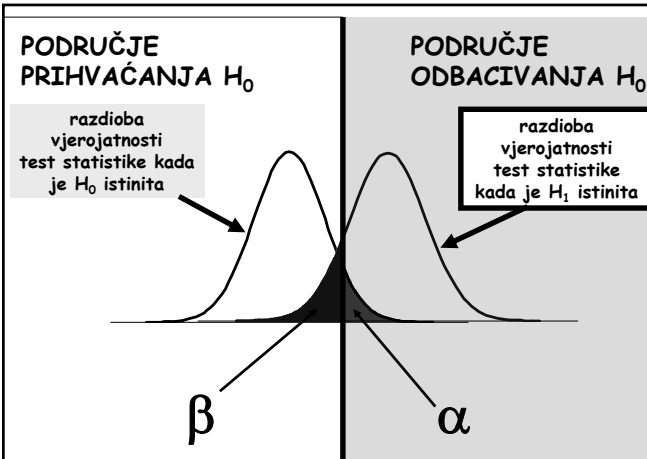
### Najveća vjerojatnost pogreške tipa 1 ( $\alpha$ )

- *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 POGREŠKE ....cont.

### Najveća vjerojatnost pogreške tipa 2 ( $\beta$ )

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



## ODABIR NIVOA 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  $\alpha$**
2. Odluka/zaključak da nema razlika onda kada u stvarnosti razlika postoji može prouzročiti štetne posljedice =>  **smanjiti vjerojatnost pogreške tipa 2, tj. odabrati veći  $\alpha$**

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.

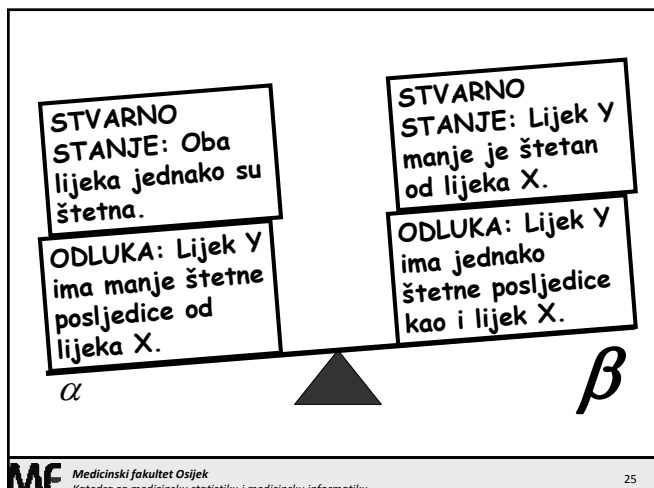
ODLUKA: Lijek Y ima manje štetne posljedice od lijeka X.

$\alpha$

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

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

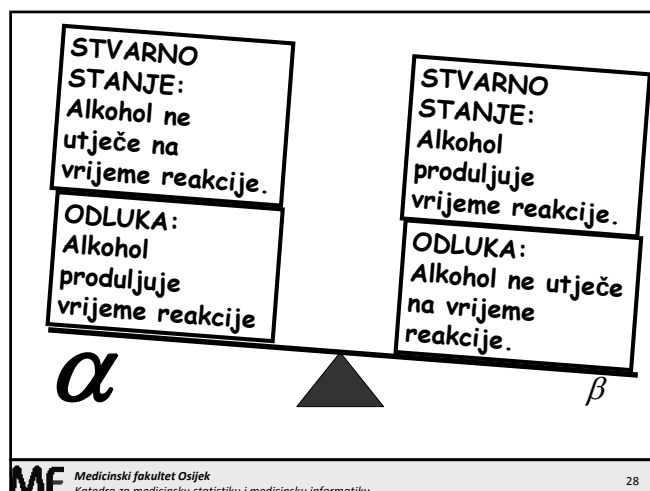
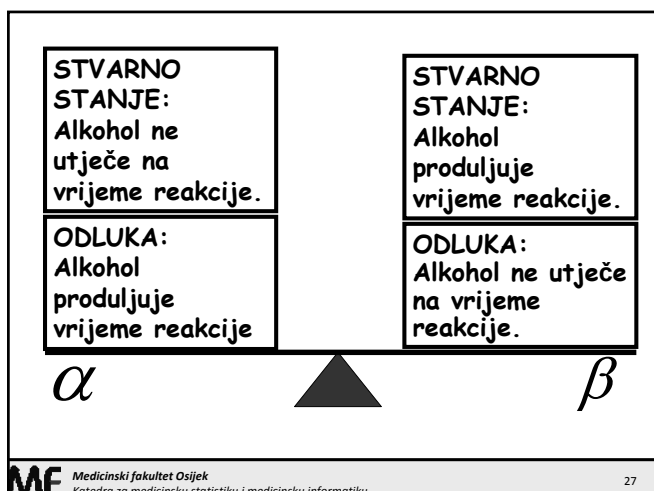
$\beta$



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  $\beta$  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 TESTIRANJA ....cont.

- razina značajnosti  $\alpha$  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 TESTIRANJA ....cont.

- 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 TESTIRANJA ....cont.

- u slučaju višestrukih ( $r$ ) testova to postaje

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

odnosno

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

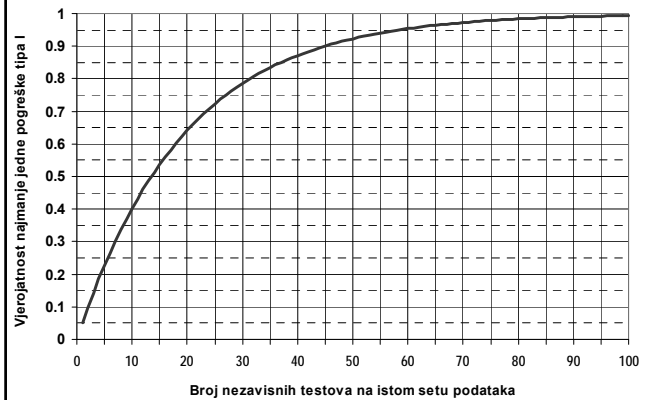
## VIŠESTRUKA TESTIRANJA

za  $\alpha = 0.05$  i  $r$  višestrukih testova

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



## VIŠESTRUKA TESTIRANJA ....cont.



## VIŠESTRUKA TESTIRANJA ....cont.

**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 ačsđl ačl dščalds ačl  
dščalds ča da

**$P < 0,05$**



## VIŠESTRUKA TESTIRANJA ....cont.

- 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		$\chi^2$ -test	Kolmogorov-Smirnov test	t-test
DVA	NEZAVISNI	$\chi^2$ -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	$\chi^2$ -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 $\tau$	Pearsonov r



