

Farmaceutsko-biokemijski fakultet  
Poslijediplomski specijalistički studij  
Kolegij "Biostatistika"

# Statistička obradba podataka

Mladen Petrovečki

2011. – 2015.

Medicinski fakultet Sveučilišta u Rijeci Katedra za medicinsku informatiku

## Predavanja i ostali podatci



- mi.medri.hr (e-prilozi ⇨ predavanja)

Medicinski fakultet Sveučilišta u Rijeci Katedra za medicinsku informatiku

## Raspored

Dan, datum	vrijeme	br. ik. sati, tema
• referencija za predavanje i seminar ispit		
pon. 15.6.	16:30 – 18 h	2, Uvodna razmatranja (predavanje)
	18 – 19:30 h	2, Hipoteza
		• Vana Likovac, <i>Testiranje statističkih hipoteza i neke zamke</i> , <i>Biochemia Medica</i> 2009;19(1):10-16.
ut. 16.6.	16:30 – 19:30 h	4, Usporedna mjerenja među skupinama
		• Maruši M, Baždaric V, <i>Kako odabrati pravi test za procjenu statističke značajnosti razlike između skupina?</i> <i>Biochemia Medica</i> 2010;20(1):15-32.
		• Mary L. McHugh, <i>The Chi-square test of independence</i> , <i>Biochemia Medica</i> 2013;23(2):143-9.
st. 17.6.	16:30 – 18 h	2, Raspon p-ova čestoti
		• Ana-Maria Šimundić, <i>Interval pouzdanosti</i> , <i>Biochemia Medica</i> 2008;18(2):154-61.
	18 – 19:30 h	2, Mjere povezanosti
		• Martina Ubović, <i>Kemija Baždarić, Lidija Bilić-Zulle, Mladen Petrovečki: Što treba znati kada izračunavamo koeficijent korelacije?</i> <i>Biochemia Medica</i> 2007;17(1):10-15.
		• Lidija Bilić-Zulle, <i>Comparison of methods: Passing and Bland regression</i> , <i>Biochemia Medica</i> 2011;21(1):49-52.
čet. 18.6.	16:30 – 18 h	2, Otkrivanje veličine uzorka
		• Mary L. McHugh, <i>Analiza statističke snage testa u znanstvenom istraživanju</i> , <i>Biochemia Medica</i> 2008;18(3):263-74.
	18 – 19:30 h	2, Nepravilna uporaba statističke metodologije
		• Matthew S. Tenen, <i>Sarkary C. Arnold, Oliver L. Wall, The misuse and abuse of statistics in biomedical research</i> , <i>Biochemia Medica</i> 2015;25(1):5-11.
pet. 19.6.	16:30 – 19:30 h	4, Pravilan prikaz obradbe podataka (ispit)
		• Mladen Petrovečki, <i>Uloga statističkog recenzenta u biomedicinskom znanstvenim časopisima</i> , <i>Biochemia Medica</i> 2009;19(3):223-30.
		• Ana-Maria Šimundić, <i>Bias in research</i> , <i>Biochemia Medica</i> 2013;23(1):12-5.

Medicinski fakultet Sveučilišta u Rijeci Katedra za medicinsku informatiku

## Poveznice za seminarske radove

- Ilakovac V, *Testiranje statističkih hipoteza i neke zamke*, *Biochemia Medica* 2009;19(1):10-16.
- Maruši M, Baždaric V, *Kako odabrati pravi test za procjenu statističke značajnosti razlike između skupina?* *Biochemia Medica* 2010;20(1):15-32.
- McHugh ML, *The Chi-square test for independence*, *Biochem Med* 2013;23(2):143-9.
- Šimundić AM, *Interval pouzdanosti*, *Biochemia Medica* 2008;18(2):154-61.
- Udovičić M, Baždarić K, Bilić-Zulle L, Petrovečki M, *Što treba znati kada izračunavamo koeficijent korelacije?* *Biochemia Medica* 2007;17(1):10-15.
- Bilić-Zulle L, *Comparison of methods: Passing and Bland regression*, *Biochemia Medica* 2011;21(1):49-52.
- McHugh ML, *Analiza statističke snage testa u znanstvenom istraživanju*, *Biochemia Medica* 2008;18(3):263-74.
- Petrovečki M, *Uloga statističkog recenzenta u biomedicinskim znanstvenim časopisima*, *Biochemia Medica* 2009;19(3):223-30.
- Šimundić AM, *Bias in research*, *Biochemia Medica* 2013;23(1):12-5.

Medicinski fakultet Sveučilišta u Rijeci Katedra za medicinsku informatiku

## Literatura

- Dawson-Saunders B, Trapp RG. *Basic & Clinical Biostatistics* (4. izdanje). Prentice-Hall Int. Inc., London, 2004.
- Rowe P. *Essential Statistics for the Pharmaceutical Sciences*. West Sussex: Wiley; 2007.
- Petrie A, Sabin C. *Medical statistics at a glance*. Blackwell Science, Oxford, 2000.
- Marušić M i sur. *Uvod u znanstveni rad u medicini*. V. izd. Medicinska naklada, Zagreb, 2013.
- Petz B, Kolesarić V, Ivanec D. *Petzova statistika: osnovne statističke metode za nematematičare*. Naklada Slap, Jastrebarsko, 2012.
- Ferenczi E, Muirhead N. *Statistika i epidemiologija*. Medicinska naklada, Zagreb, 2012.
- StatSoft, Inc. (2013). *Electronic Statistics Textbook*. Tulsa, OK: StatSoft. WEB: <http://www.statsoft.com/textbook/>

Medicinski fakultet Sveučilišta u Rijeci Katedra za medicinsku informatiku

## Literatura



Medicinski fakultet Sveučilišta u Rijeci Katedra za medicinsku informatiku

## Ispit

- polaznici nastave:
  - usmeni
  - aktivnost tijekom nastave
- svi ostali:
  - usmeni
  - prema dogovoru (upit e-poštom)



Medicinski fakultet Sveučilišta u Rijeci Katedra za medicinsku informatiku



## Literatura

Znanost je sumnja.  
(N. Alegretti)



Medicinski fakultet Sveučilišta u Rijeci Katedra za medicinsku informatiku



## Uvodna promišljanja



Medicinski fakultet Sveučilišta u Rijeci Katedra za medicinsku informatiku

## Hipoteza

- znanstvena hipoteza
- statistička hipoteza



Medicinski fakultet Sveučilišta u Rijeci Katedra za medicinsku informatiku



## Statistička hipoteza

- elementarna, jednoznačna i eksplicitna tvrdnja
- točna (istinita) ili netočna (neistinita)
- proizlazi iz znanstvene hipoteze
- statističke hipoteze **testiramo**
- provjera hipoteze → traženje istine
- istina → stvarno, objektivno stanje
- probabilistički sustav  
istina → vjerojatnost
- značajno
  - **ono što se ostvaruje na svaki drugi način osim slučajno**



Medicinski fakultet Sveučilišta u Rijeci Katedra za medicinsku informatiku



## Statistička hipoteza

postupak testiranja:

1. postavljanje hipoteze (primjer – testiranje razlike)
2. biranje statističkog testa
3. određivanje razine značajnosti
4. izračunavanje
5. zaključivanje



Medicinski fakultet Sveučilišta u Rijeci Katedra za medicinsku informatiku



## Testiranje statističke hipoteze

CD	Kontrolna skupina	Ispitanici s PTSD	Statistika	
			H	p
CD3	39,0 (15,1 – 61,1)	44 (32,3 – 57,7)	0,59	0,442
CD4	3,5 (2,1 – 5,8)	10,3 (6,5 – 17,4)	15,9	0,018

Razlikuje li se razina CD4 u ispitanika u istraživanju?



Škarpa I et al. Croat Med J 2001;42:551-5.

Medicinski fakultet Sveučilišta u Rijeci Katedra za medicinsku informatiku



## 1. Postavljanje hipoteze

- ništična:
  - $H_0$ -hipoteza: razlike nema
- suprotna (alternativna):
  - $H_1$ -hipoteza: razlika postoji
- samo jedna može biti **istinita**
- samo jedna može biti **prihvaćena**, dok će ona preostala biti **odbaćena**



Medicinski fakultet Sveučilišta u Rijeci Katedra za medicinsku informatiku



## 2. Odabir testa

- testiranje statističkih hipoteza
- ovisnost:
  - osobine obilježja – mjerne ljestvice
  - osobine uzoraka
    - veličina
    - povezanost
  - osobine raspodjele
    - parametrijski
    - neparametrijski
  - broj obilježja – uni/bi/multivarijatni testovi



Medicinski fakultet Sveučilišta u Rijeci Katedra za medicinsku informatiku



## Odabir testa – mjereno obilježje

- mjerne ljestvice
  - nominalna
  - ordinalna
  - intervalna
  - omjerna



Medicinski fakultet Sveučilišta u Rijeci Katedra za medicinsku informatiku



## Odabir testa – tablica

ŠTO SE ISPITUJE	VRST UZORKA	BROJ SKUPINA, VARIJABLI, MERENJA	KATEGORIČKI	VRST PODATAKA	
				BROJČANI	BROJČANI
RAZLIKA	NEZAVISNI (nekeje jednake)	1 skupina	test proporcija na jedan uzorak	parametrijski testovi (veliki uzorci, normalna raspodjela)	neparametrijski testovi (mali uzorci, ne-normalna raspodjela)
		2 skupine 3 ili više skupina	$\chi^2$ -test F-test proporcija	Kolmogorov-Smirnovljevi test test za normalnost uzorke analiza varijance (ANOVA)	Wilcoxonov test rangova na jedan uzorak Mann-Whitneyjev test Kruskal-Wallisov test
RAZLIKA	ZAVISNI (nekeje jednake)	2 skupine 3 ili više (potavljeno) mjerenja	McNemarov test	test za ravnotežu uzorke	Wilcoxonov test
		2 ili više (potavljeno) mjerenja	Cochranov Q test	ANOVA za ponovljena mjerenja	Friedmanov test
POVEZANOST	jedan uzorak	2 varijable	2 varijable	Umnosni V-ovajer (ogleda sadržava ovak)	Pearsonov r Spearmanov r
PREDVIĐANJE	jedan uzorak	2 varijable	2 varijable	logistička regresija	linearna regresija
		3 ili više varijabli	3 ili više varijabli	višestruka logistička regresija	višestruka regresija



Medicinski fakultet Sveučilišta u Rijeci Katedra za medicinsku informatiku



## 3. Određivanje razine značajnosti

- vjerojatnost,  $P$
- alfa ( $\alpha$ )
  - vjerojatnost odbacivanja  $H_0$  kad je ona stvarno točna i istinita
  - tzv.  $\alpha$ -pogrješka (pogrješka I. vrste)
  - što manja (zašto?)
- uobičajene vrijednosti
  - npr.  $P < 0,05$

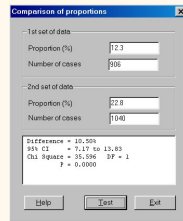


Medicinski fakultet Sveučilišta u Rijeci Katedra za medicinsku informatiku



## 4. Izračunavanje

- matematički račun
- računalni statistički programi:
  - MedCalc
  - Statistica
  - SPSS
  - NCSS
  - GraphPad InStat
  - ...



Medicinski fakultet Sveučilišta u Rijeci Katedra za medicinsku informatiku



## 5. Zaključivanje

- mala vrijednost  $P$ 
  - tumačenje: mala vjerojatnost da NE prihvaćamo ono što je istinito
- zaključivanje
  - $P < \alpha$
  - vjerojatnost istinitosti  $H_0$  je mala
  - odbacujemo (NE prihvaćamo) nul-hipotezu
  - prihvaćamo suprotnu (alternativnu),  $H_1$
  - potvrdimo je, iskažemo uz  $P =$  vrijednost

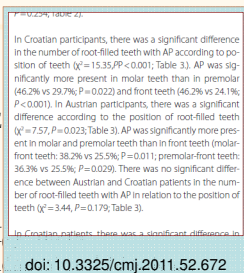


Medicinski fakultet Sveučilišta u Rijeci Katedra za medicinsku informatiku



## 5. Zaključivanje

- mala vrijednost  $P$ 
  - tumačenje: mala vjerojatnost da NE istinito
- zaključivanje
  - $P < \alpha$
  - vjerojatnost istinitosti  $H_0$
  - odbacujemo (NE prihvaćamo) nul-hipotezu
  - prihvaćamo suprotnu (alternativnu),  $H_1$
  - potvrdimo je, iskažemo uz  $P =$  vrijednost



Medicinski fakultet Sveučilišta u Rijeci Katedra za medicinsku informatiku



## Pogrješke testiranja hipoteze

PRAVO STANJE		ZAKLJUČENO
RAZLIKA POSTOJI ( $H_1$ )	RAZLIKA NE POSTOJI ( $H_0$ )	
ISPRAVAN ZAKLJUČAK $1 - \beta =$ snaga	$\alpha$ pogriješka (I. vrste) ( $H_0$ odbacujemo)	RAZLIKA POSTOJI
$\beta$ pogriješka (II. vrste)	ISPRAVAN ZAKLJUČAK ( $H_0$ prihvaćamo)	RAZLIKE NEMA

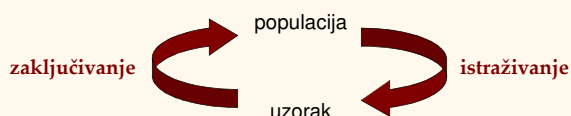


Medicinski fakultet Sveučilišta u Rijeci Katedra za medicinsku informatiku



## Statistički pojmovnik

- istraživanje donosi zaključke o populaciji



Medicinski fakultet Sveučilišta u Rijeci Katedra za medicinsku informatiku



## Uzorak i populacija



Medicinski fakultet Sveučilišta u Rijeci Katedra za medicinsku informatiku



## Zašto uzorak? Zašto ne populacija?

- brzina dobivanja rezultata
- cijena istraživanja
- dostupnost uzoraka i jedinki
- stvarna nemogućnost ispitivanja populacije



Medicinski fakultet Sveučilišta u Rijeci Katedra za medicinsku informatiku



## Uzorak

- *reprezentativan*
- *mjerljiv*
- *slučajni (probabilistički)*

- jednostavni slučajni
- sustavni slučajni
- slojevit slučajni
- grozdasti (klasterirani) slučajni



Medicinski fakultet Sveučilišta u Rijeci Katedra za medicinsku informatiku



[mladenp@kdb.hr](mailto:mladenp@kdb.hr)

Klinička bolnica Dubrava  
Klinički zavod za laboratorijsku dijagnostiku  
Avenija G. Šuška 6, 10000 Zagreb  
☎ 01 290 3379

Katedra za medicinsku informatiku  
Medicinski fakultet Sveučilišta u Rijeci  
Ulica braće Branchetta 20, 51000 Rijeka  
☎ 051 651 255



Medicinski fakultet Sveučilišta u Rijeci Katedra za medicinsku informatiku