

# Logičke zakonitosti znanstvenog rada

Mladen Petrovečki



Medicinski fakultet Sveučilišta u Rijeci Katedra za medicinsku informatiku

# 1. Pravopis/gramatika

## Statistički recenzenti i statistički urednik

Urednici biomedicinskih časopisa nisu u dovoljnoj mjeri upoznati ni školovani, a ni vješti u procjenjivanju statističke metodologije i računalne analize u svim rukopisima koje pregledavaju, napose kod istraživanja u kojima se rabe složene istraživačke metode koje istražuju kompleksne pojave, uključuju složene uzorke ili skupine, tj. primjenjuju sofisticiranije varijante statističkih testova ili provode netočkajane usporedbe podataka (2). Njihova je potreba pomoć stručnog procjenitelja kako kod ocjene ustroja istraživanja, tako i kod provjere statističke metodologije. Takvu pomoć može pružiti kompetentni znanstvenik – statistički recenzent. Statistički recenzent sa stalnom pozicijom u uredništvu časopisa obično se naziva statističkim urednikom (5,6).

Za časopis bi bilo poželjno kad bi statistički urednik citao i komentirao sve rukopise koji se pripremaju za objavu. Kod nekih časopisa, kao što je *Croatian Medical Journal*, statistička recenzija svih rukopisa koje je glavni urednik prihvatio za objavu sastavni je dio redovnog postupka recenzije članka (7). Kod drugih časopisa, kao što je *The Lancet*, na statističku se recenziju daju samo oni rukopisi koje su stručni recenzenti već prihvatili (8).

Glavni cilj statističke recenzije, koji često obuhvaća recenziju i statističke i epidemiološke metode, je osigurati da su statističke metode ispravno korištene i da su rezultati ispravno interpretirani.



Medicinski fakultet Sveučilišta u Rijeci Katedra za medicinsku informatiku

# 2. Logičko zaključivanje



Medicinski fakultet Sveučilišta u Rijeci Katedra za medicinsku informatiku

# Logika znanstvenoga rada

1. uporaba logičkih pravila i logike uopće kao područja izraženih oblika valjane misli još je izrazitija i stroža u znanostima i filozofiji...
  2. budući znanost prepoznajemo po spoznajnoj metodi i predmetu ili objektu istraživanja, nedvojbeno je **logičnost** nužna pretpostavka svake znanstvene metodologije...
- ⇒



Mirko Jakić. Logika. Školska knjiga, Zagreb 2003.

Medicinski fakultet Sveučilišta u Rijeci Katedra za medicinsku informatiku

# Logika znanstvenoga rada

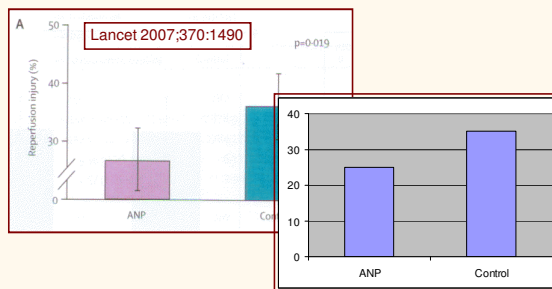
3. ...posebice vidljivo u neprestanoj uporabi logičkih oblika misli kao što su **sudovi, zaključci, definicije, razdiobe, dokazi** itd.
4. logika izražava formalne uvjete valjanosti, neprestan je trud znanstvenika usklađivanje te nužne pretpostavke s metodologijskim uputama svrha kojih je **otkrivanje istinitosti**...



Mirko Jakić. Logika. Školska knjiga, Zagreb 2003.

Medicinski fakultet Sveučilišta u Rijeci Katedra za medicinsku informatiku

# Zašto poštivati pravila?



Medicinski fakultet Sveučilišta u Rijeci Katedra za medicinsku informatiku

## Vrste logika



Medicinski fakultet Sveučilišta u Rijeci Katedra za medicinsku informatiku

[www.cartoonstock.com](http://www.cartoonstock.com)



## 3. Dokaz

dokaz – sve prije nego jednostavan postupak



Medicinski fakultet Sveučilišta u Rijeci Katedra za medicinsku informatiku



## 4. Neznanstveni postupci

- ustrajnost  
(navika, stav, vjerovanje, inercija)
- autoritet
- intuicija (očiglednost)



Medicinski fakultet Sveučilišta u Rijeci Katedra za medicinsku informatiku



## Neznanstveni postupci



Medicinski fakultet Sveučilišta u Rijeci Katedra za medicinsku informatiku



## 5. Istraživačka logika

- modeliranje sustava
- modeli:
  - deterministički
  - probabilistički
- vjerojatnost događaja  $\Rightarrow P(D)$

$$0 \leq P(D) \leq 1$$



Medicinski fakultet Sveučilišta u Rijeci Katedra za medicinsku informatiku



## 6. Vjerojatnost, pojam

- izračun matematičke vrijednosti ostvarivanja nekog događaja
- matematički  $\Rightarrow$  teorija vjerojatnosti
  - statistika
  - matematika
  - znanstvena metodologija
  - logika i filozofija
- zaključivanje o ostvarivosti događaja



Medicinski fakultet Sveučilišta u Rijeci Katedra za medicinsku informatiku



## Vjerojatnost, izračun

- vjerojatnost događaja,  $P$  (*probability*)
- broj povoljnih mogućnosti  

$$P = \frac{\text{broj povoljnih mogućnosti}}{\text{ukupni broj mogućnosti}}$$
- vrijednost u rasponu 0–1:
  - 0 – vjerojatnost nemogućeg događaja
  - 1 – vjerojatnost sigurnog događaja



Girolamo Cardano, 1501. – 1571.



Medicinski fakultet Sveučilišta u Rijeci Katedra za medicinsku informatiku



## Vjerojatnost, hrv. izraz

- *probability*
  - vjerojatnost, mogućnost
- *possibility*
  - mogućnost, vjerojatnost, izvedivost
- *likelihood*
  - vjerojatnost, mogućnost
- *chance*
  - mogućnost, prigoda, slučaj, slučajnost, vjerojatnost, sreća, povoljna prilika
- *odds*
  - izgled, prednost, vjerojatnost, slučajnost



Medicinski fakultet Sveučilišta u Rijeci Katedra za medicinsku informatiku



## 7. Statistika

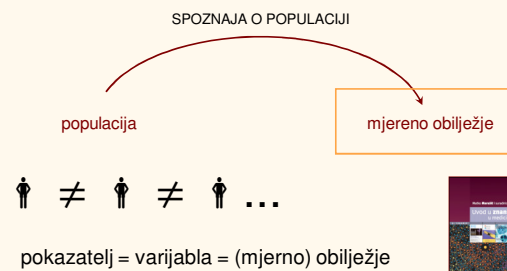
- izračun vjerojatnosti –  $P$   
(probabilistički model sustava)
- deskriptivna statistika
  - prikupljanje, obradba i prikaz podataka
- statistička raščlamba
  - numeričko raščlanjivanje pojava i događaja
  - tumačenje odnosa
  - pronalaženje pravilnosti
  - zaključivanje
- statistička teorija



Medicinski fakultet Sveučilišta u Rijeci Katedra za medicinsku informatiku



## 8. Mjerenje 9. Istraživanje



Medicinski fakultet Sveučilišta u Rijeci Katedra za medicinsku informatiku



## 10. Pokazatelj (varijabla)

- sve pokazatelje istraživanja
- što više pok
- pitanje kraja
- jednostavni
- preciznost i
- mjerne ljest

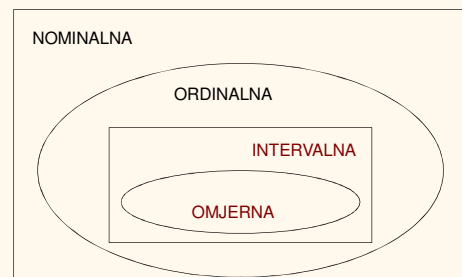
	A	B	C	D	E	F	G
	mouse_No	grup	urea	pH	pH_grup	urea24h	urea8h
1	12	1	7,2	5,6	1	7,7	12,9
2	14	1	9,1	5,7	2	6,9	11,9
3	34	1	14,1	5,9	2	16,2	17,2
4	37	1	11,7	6,8	3	11	14,8
5	39	1	9,8	5,5	1	9,7	12,5
6	41	1	9,3	5,8	2	8,3	13,4
7	43	1	10,1	5,5	1	9,5	14,7
8	13	2	9,4	6,9	3	9,6	12,4
9	17	2	13,4	6,3	2	11,5	16,8
10	32	2	11,4	5,5	1	10	13,6
11	33	2	11,8	6,4	1	13,1	19,9
12	40	2	10,8	6,3	2	11,7	16,8
13	42	2	12,3	6,6	2	11,4	16,8
14	45	2	16,2	5,9	2	9,2	17,1
15							



Medicinski fakultet Sveučilišta u Rijeci Katedra za medicinsku informatiku



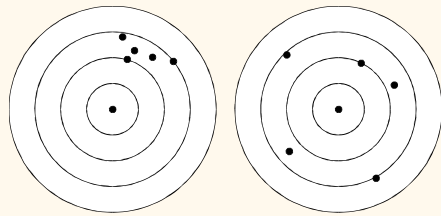
## 11. Mjerne ljestvice



Medicinski fakultet Sveučilišta u Rijeci Katedra za medicinsku informatiku



## 12. Pogreška mjerenja



sustavna

slučajna



Medicinski fakultet Sveučilišta u Rijeci Katedra za medicinsku informatiku



## 13. Populacija



Medicinski fakultet Sveučilišta u Rijeci Katedra za medicinsku informatiku



## 14. Uzorak

- dio populacije
  - pojmovna odrednica
  - vremenska odrednica
  - prostorna
  - veličina uzorka



Medicinski fakultet Sveučilišta u Rijeci Katedra za medicinsku informatiku



## Uzorak

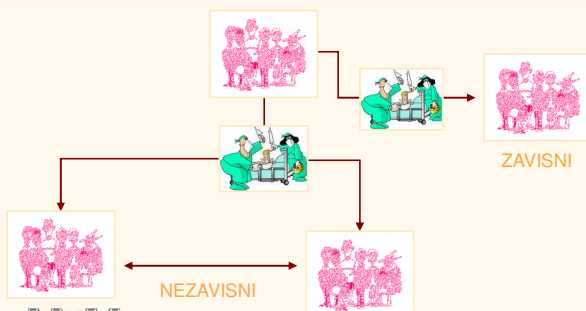
- reprezentativan
- mjerljiv
- slučajni (probabilistički)
  - jednostavni
  - sustavni
  - slojevit (stratificirani)
  - skupovni (klasterirani)
- neprobabilistički
  - prigodni
  - ulančani



Medicinski fakultet Sveučilišta u Rijeci Katedra za medicinsku informatiku



## Zavisni i nezavisni uzorci



Medicinski fakultet Sveučilišta u Rijeci Katedra za medicinsku informatiku



## 15. Uzorkovanje

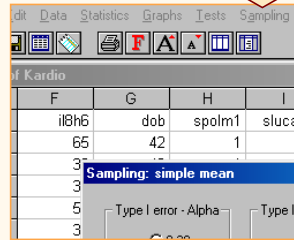


Medicinski fakultet Sveučilišta u Rijeci Katedra za medicinsku informatiku



## Uzorkovanje ⇔ veličina uzorka

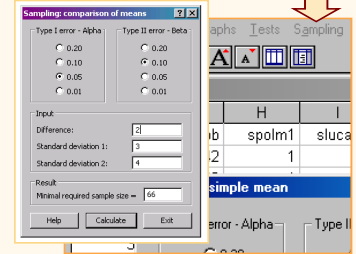
- uzorkovanje – MedCalc (engl. *sampling*)



Medicinski fakultet Sveučilišta u Rijeci Katedra za medicinsku informatiku

## 16. Snaga studije

- uzorkovanje – MedCalc (engl. *sampling*)



Medicinski fakultet Sveučilišta u Rijeci Katedra za medicinsku informatiku

## Snaga studije

- uzorkovanje – MedCalc (engl. *sampling*)
- mrežni izračuni
  - <http://www.stat.ubc.ca/~rollin/stats/ssize/>
  - <http://www.dssresearch.com/KnowledgeCenter/ToolkitCalculators.aspx>
  - <http://homepage.stat.uiowa.edu/~rlenth/Power/>

Medicinski fakultet Sveučilišta u Rijeci Katedra za medicinsku informatiku

## 17. Pristranost (uzorkovanja)

pristranost (iskrivljenje, engl. *bias*)

Medicinski fakultet Sveučilišta u Rijeci Katedra za medicinsku informatiku

## 18. Maskiranje

- jednostruko
- dvostruko
- trostruko
- četverostruko

Medicinski fakultet Sveučilišta u Rijeci Katedra za medicinsku informatiku

## 19. Kontrolna skupina

- usporedba sa skupinom koja je nadzirana
- pokus
- Hawthorneov efekt
  - istraživanja **bez** kontrolne skupine
  - jedinka mijenja ponašanje samo stoga što zna da je obuhvaćena istraživanjem
  - jedinka se osjeća bolje samo stoga što je postala dijelom istraživanja

Medicinski fakultet Sveučilišta u Rijeci Katedra za medicinsku informatiku

## 20. Hipoteza

- put do dokaza
- privremeno tumačenje
- znanstvena hipoteza istraživanja
- statistička hipoteza



Medicinski fakultet Sveučilišta u Rijeci Katedra za medicinsku informatiku



## 21. Statistička hipoteza

- ◆ elementarna tvrdnja
- ◆ točna (istinita) ili netočna (neistinita)
- ◆ provjera hipoteze → traženje istine  
⇒

Kako je Poljeh tražio istinu  
Mladost, Zagreb; Albert Kinert, 1967.



Medicinski fakultet Sveučilišta u Rijeci Katedra za medicinsku informatiku



## Statistička hipoteza

- ◆ istina ⇒ stvarno, objektivno stanje probabilistički sustav:  
istina → vjerojatnost
- ◆ značajno ⇒ ono što se ostvaruje na svaki drugi način osim slučajno:  
iskaz vjerojatnosti → razina značajnosti



Medicinski fakultet Sveučilišta u Rijeci Katedra za medicinsku informatiku



## 22. Testiranje statističke hipoteze

- postavljanje hipoteze
- odabir statističkog testa
- određivanje razine značajnosti
- izračunavanje statistike testa
- zaključivanje



Medicinski fakultet Sveučilišta u Rijeci Katedra za medicinsku informatiku



## 23. Statistički testovi

Ljestvica	Jedan uzorak	Dva uzorka		Tri i više uzoraka	
		Ovisni	Neovisni	Ovisni	Neovisni
Nominalna	binomni test	McNemara		Cohran	
	hi-kvadrat		Fisher hi-kvadrat/		hi-kvadrat
Ordinalna	Kol.-Smirn. homologni	Wilcoxon		Friedman	
		MW Moses		p/medijan KW	
Intervalna					
Omjerna					



Medicinski fakultet Sveučilišta u Rijeci Katedra za medicinsku informatiku



## 24. Pogreške testiranja hipoteze

PRAVO STANJE		ZAKLJUČENO
RAZLIKA POSTOJI ( $H_1$ )	RAZLIKA NE POSTOJI ( $H_0$ )	
ISPRAVAN ZAKLJUČAK	$\alpha$ -pogreška (I. vrste) ( $H_0$ odbaciti)	RAZLIKA POSTOJI
$\beta$ -pogreška (II. vrste)	ISPRAVAN ZAKLJUČAK ( $H_0$ prihvatiti)	RAZLIKE NEMA



Medicinski fakultet Sveučilišta u Rijeci Katedra za medicinsku informatiku



## 25. Programska potpora

Legalna programska potpora

The image shows two software interfaces. The top one is SPSS Data Editor, displaying a data table with columns 'romski' and 't'. The bottom one is MedCalc, showing a menu with 'preživljenje ca usne sup' selected, and a list of statistical tests including T-tests, ANOVA, and Survival analysis.

## 26. Zaključak

- mala vrijednost  $P \Rightarrow$  mala vjerojatnost neprihvatanja (odbacivanja) istinitoga
- zaključivanje:
  - $P < \alpha$
  - vjerojatnost istinitosti  $H_0$  je mala
  - odbacujemo (ne prihvaćamo) ništičnu hipotezu
  - prihvaćamo alternativnu,  $H_1$
  - potvrdimo je, *iskažemo je*, uz  $P = \dots$

Medicinski fakultet Sveučilišta u Rijeci Katedra za medicinsku informatiku

## Zaključak

### Primjer 3

- Izmjerena je koncentracija IL8 u krvi u trideset bolesnika otvorenom srcu, i početka operacije hipotermiji.
  - Pitanje: ovisi li koncentracija IL8 o hipotermiji?
- A. postavljanje hipoteze  
 B. odabir statističkog testa  
 C. određivanje razine značajnosti  
 D. izračun statistike testa  
 E. zaključak
- $H_0$ : nema razlike  
 • Mann-Whitneyjev test  
 •  $(\alpha = 0,05)$   
 • izračun  
 • zaključak:  
 $P > \alpha$ ,  $H_0$  prihvaćamo;  $\Leftarrow H_0$   
 • skupine se NE razlikuju ( $P=0,809$ )

Medicinski fakultet Sveučilišta u Rijeci Katedra za medicinsku informatiku

## Zaključak?

a predictor. All statistical tests were performed using the SAS software system and significance was determined when  $P$ -values were less than 0.05. Lupus 2004; 14:426

in Group I–II versus Group III was marginally significant ( $P = 0.07$ ). However, when tests were

( $P = 0.0007$ ) and a marginally significant increase in creatinine clearance ( $P = 0.096$ ). There was no statistically significant longitudinal effect in serum creatinine levels.

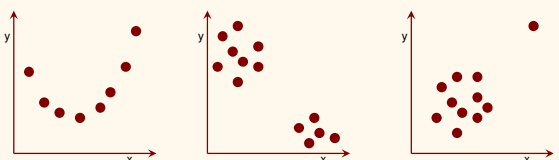
Medicinski fakultet Sveučilišta u Rijeci Katedra za medicinsku informatiku

## 27. Što DA i što NE?

- koja se hipoteza dokazuje
- što se računa
- kako (što je temelj matematičkog izračunavanja)
- prednosti
- uvjeti
- ograničenja

Medicinski fakultet Sveučilišta u Rijeci Katedra za medicinsku informatiku

## Primjer 1: kada NE računati r



Medicinski fakultet Sveučilišta u Rijeci Katedra za medicinsku informatiku

## Primjer 2: kada NE računati $\chi^2$

hrana u kantini	studenti iz Zagreba	studenti izvan Zagreba
dobra	10	31
loša	0	19
ukupno	10	50



Medicinski fakultet Sveučilišta u Rijeci Katedra za medicinsku informatiku

## 28. Značajnost

- statistička značajnost
- klinička značajnost

...prema dosadašnjim podacima o liječenju bolesnika s istom patologijom očekujemo uzorak veličine  $N=90$  po godini istraživanja, tj. ukupno (i ne manje od) 180 ispitanika u dvije godine istraživanja, što smatramo dostatnim. Naime, uz **alfa pogrešku od 5%** i željenu snagu studije od 80%, te očekivano smanjenje proporcije rezistencije izolata enterobakterija s 32% (prema našim podacima) na barem 20% (**klinički značajno**), potrebna veličina uzorka iznosi...

(<http://www.stat.ubc.ca/~rollin/stats/ssize/>)



Medicinski fakultet Sveučilišta u Rijeci Katedra za medicinsku informatiku

## 28. Značajnost vs. 29. preciznost

Case (no)	P	Patient with small disease (no) / Patient with large disease (no)	P	Patient with small disease (yes) / Patient with large disease (yes)
4024	0.0001		0.000	
4768	0.0000		0.000	
5756	0.0001		0.00000000	
6411	0.00009		0.0001	
6687	0.0000		0.000	
8510	0.0007	6/9	0.00001	12/15
9725	0.00004		0.00001	
11651	0.00001	6/9	0.00000000	14/15
11520	0.00002	6/9	0.00000000	14/15
14441	0.00000	6/9	0.00000000	14/15
11718	0.0004		0.00002	
11660	0.0000		0.000000	
12503	0.0000	7/8	0.01	6/15
38916	0.0002	7/8	0.01	6/15
22684	0.0000		0.00000	
22627	0.0000		0.00	
38914	0.0000		0.00000	
24627	0.00001	6/9	0.00001	11/15
48237	0.0001	7/8	0.00009	11/15
74486	0.0000		0.00000	
75699	0.0000		0.0001	
78919	0.0000		0.00000	
78918	0.0000		0.00000	

Arthritis research & therapy  
2005;7:R746



Medicinski fakultet Sveučilišta u Rijeci Katedra za medicinsku informatiku

## 30. Istina



Medicinski fakultet Sveučilišta u Rijeci Katedra za medicinsku informatiku

Hv@la ☺

Prof. dr. sc. Mladen Petrovečki  
[mladenp@kbd.hr](mailto:mladenp@kbd.hr)

Katedra za medicinsku informatiku  
Medicinski fakultet Sveučilišta u Rijeci  
<http://mi.medri.hr>

Klinička jedinica za imunološke pretrage  
Klinički zavod za laboratorijsku dijagnostiku  
Klinička bolnica "Dubrava", Zagreb  
[www.kbd.hr/lab](http://www.kbd.hr/lab)



Medicinski fakultet Sveučilišta u Rijeci Katedra za medicinsku informatiku