

Logičke zakonitosti znanstvenog rada

Mladen Petrovečki



Medicinski fakultet Sveučilišta u Rijeci Katedra za medicinsku informatiku

Logičke zakonitosti znanstvenog rada

Mladen Petrovečki



Medicinski fakultet Sveučilišta u Rijeci Katedra za medicinsku informatiku

1. Pravopis/gramatika

Statistički recenzent i statistički urednik

Urednici biomedicinskih časopisa nisu u dovoljnoj mjeri upoznati na školovani, a ni vješti u procjenjivanju statističke metodologije i računalne analize u svim rukopisima koje pregledavaju, nipošto kod istraživanja u kojima se rabe složene istraživačke metode koje istražuju kompleksne pojave, uključuju složene uzorke ili skupine, tj. primjenjuju sofisticirane vanjske statističke testove ili provode nenobčajene usporedbe podataka (2). Njima je potrebna 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 sličnom pozicijom u uređništvu časopisa obično se naziva statističkim urednikom (5,6).

Za časopis bi bilo poželjno kad bi statistički urednik čitao 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 sastavu 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 metodologije, jest: *Assess the statistical and epidemiological methodology used in the study.*



Medicinski fakultet Sveučilišta u Rijeci Katedra za medicinsku informatiku



2. 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...



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**...



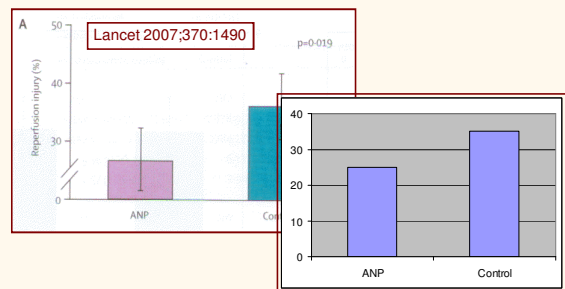
Mirko Jakić. Logika. Školska knjiga, Zagreb 2003.



Medicinski fakultet Sveučilišta u Rijeci Katedra za medicinsku informatiku



Zašto poštivati pravila?



Medicinski fakultet Sveučilišta u Rijeci Katedra za medicinsku informatiku



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



5. Istraživačka logika

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

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



Medicinski fakultet Sveučilišta u Rijeci Katedra za medicinsku informatiku



6. Vjerojatnost, pojam

- izračun matematičke vrijednosti ostvarivanja nekog događaja
- matematički \Leftrightarrow 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



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

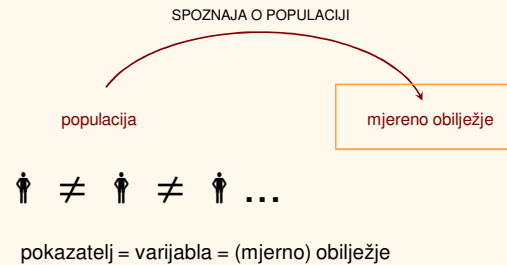
- izračun vjerojatnosti – P
(probabilistički model sustava)
- deskriptivna statistika
 - prikupljanje, obradba i prikaz podataka
- statistička raščlamba
 - numeričko raščlanjivanje pojava i događaja
 - tumačenje odnosa
 - pronalaženje pravilnosti
 - zaključivanje
- statistička teorija



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)

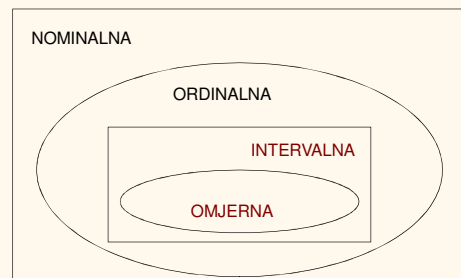
- sve pokazatelje istraživanja
- što više pokazatelja
- pitanje kraja istraživanja
- jednostavni \Leftrightarrow složeni (podatci)
- preciznost iskaza vrijednosti
- mjerne ljestvice



Medicinski fakultet Sveučilišta u Rijeci Katedra za medicinsku informatiku



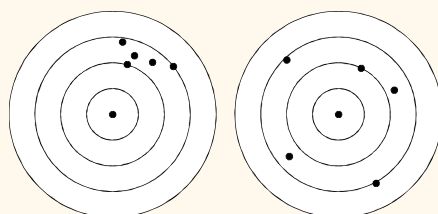
11. Mjerne ljestvice



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

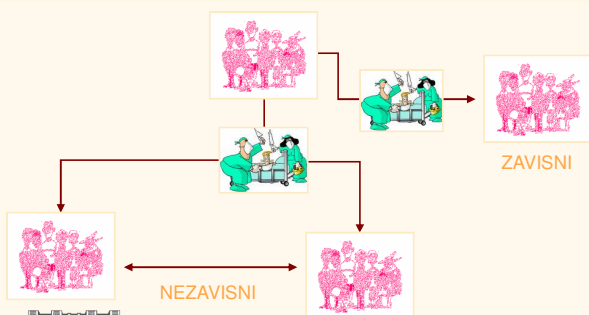
- reprezentativan
- mjerljiv
- slučajni (probabilistički)
 - jednostavni
 - sustavni
 - slojevit (stratificirani)
 - skupovni (klasterirani)
- neprobabilistički
 - prigodni
 - ulančani



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 \Rightarrow 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**
⇒



Medicinski fakultet Sveučilišta u Rijeci Katedra za medicinsku informatiku



Statistička hipoteza

- ♦ istina \Leftrightarrow stvarno, objektivno stanje probabilistički sustav:
istina \rightarrow **vjerojatnost**
- ♦ značajno \Leftrightarrow ono što se ostvaruje na svaki drugi način osim slučajno:
iskaz vjerojatnosti \rightarrow **razina značajnosti**



Medicinski fakultet Sveučilišta u Rijeci Katedra za medicinsku informatiku



21. Ništična hipoteza

Nema razlike!



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

ŠTO SE ISPITUJE	VRST UZORKA	BROJ SKUPINA, VARIJABLI, MJERENJA	KATEGORIČKI	VRST PODATAKA	
				parametrijski testovi (veliki uzorci, normalna raspodjela)	neparametrijski testovi (mali uzorci, ne-normalna raspodjela)
RAZLIKA	–	1 skupina	test proporcija za jedan uzorak	Kolmogorov-Smirnovljev test	Wilcoxonov test rangova za jedan uzorak
	NEZAVISNI (različite jedinice)	2 skupine	χ^2 -test	t-test za nezavisne uzorke	Mann-Whitneyjev test
	3 ili više skupina	b-test proporcija	t-test za nezavisne uzorke	analiza varijance (ANOVA)	Kruskal-Wallisov test
ZAVISNI (iste jedinice)	2 mjerenje (prije i poslije)	McNemarov test	t-test za zavisne uzorke	Wilcoxonov test	
	3 ili više (ponavljana) mjerenja	Cochranov Q test	ANOVA za ponavljana mjerenja	Friedmanov test	
POVEZANOST	jedan uzorak	2 varijable	Cramerov V onaj izgleda relativni rizik	Pearsonov r	Spearmanov r
PREDVIĐANJE	jedan uzorak	2 varijable	logistička regresija	linearna regresija	–
	3 ili više varijabli	3 ili više varijabli	višestruka logistička regresija	višestruka regresija	

Odabir statističkog testa (mod. prema: Petrovečki M, Bilić-Zulje L. Statistička obrada podataka u biomedicinskim istraživanjima. Zagreb: Medicinska naklada, 2011.)



Medicinski fakultet Sveučilišta u Rijeci Katedra za medicinsku informatiku



24. Pogriješke testiranja hipoteze

PRAVO STANJE		ZAKLJUČENO
RAZLIKA POSTOJI (H_1)	RAZLIKA NE POSTOJI (H_0)	
ISPRAVAN ZAKLJUČAK	α -pogrješka (I. vrste) (H_0 odbaciti)	RAZLIKA POSTOJI
β -pogrješka (II. vrste)	ISPRAVAN ZAKLJUČAK (H_0 prihvatiti)	RAZLIKE NEMA



Medicinski fakultet Sveučilišta u Rijeci Katedra za medicinsku informatiku



25. Programska potpora

Legalna programska potpora



Medicinski fakultet Sveučilišta u Rijeci Katedra za medicinsku informatiku



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



27. 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



27. Značajnost vs. 28. preciznost

Table 1
Table 1: P-values for MR process analysis comparing to control area from SIA before and after therapy

Case (no.)	P	Patients with anal. before (control) n=17	P	Patients with anal. after (post) n=17
4024	0.0001		0.005	
4788	0.0008		0.004	
5758	0.0001		0.00000008	
6411	0.00009		0.0001	
6687	0.0009		0.003	
8510	0.0007	6/8	0.00001	12/15
9725	0.00004		0.00001	
11465	0.0001	6/8	0.000000002	14/15
11520	0.00002	6/8	0.000000001	14/15
14441	0.00005	6/8	0.000000003	14/15
11718	0.0004		0.00002	
14880	0.0002		0.0000001	
12593	0.0006	7/8	0.01	6/15
28816	0.0002	7/8	0.01	6/15
22684	0.0002		0.000001	
22827	0.0002		0.00	
28914	0.0001		0.000001	
24627	0.0001	6/8	0.00001	11/15
48237	0.0001	7/8	0.000009	11/15
74486	0.0005		0.00001	
75689	0.0009		0.0001	
78919	0.0009		0.00001	
78928	0.0007		0.0000001	

Comparison between cases before and after therapy and after therapy with SIA with respect to the probability of having anal. before and after therapy. The probability of having anal. before and after therapy is compared to the control area from SIA before and after therapy. The probability of having anal. before and after therapy is compared to the control area from SIA before and after therapy. The probability of having anal. before and after therapy is compared to the control area from SIA before and after therapy.

Arthritis research & therapy
2005;7:R746



Medicinski fakultet Sveučilišta u Rijeci Katedra za medicinsku informatiku



29. Kritičnost



Medicinski fakultet Sveučilišta u Rijeci Katedra za medicinsku informatiku



30. Istina



Medicinski fakultet Sveučilišta u Rijeci Katedra za medicinsku informatiku



Hv@la na p©zornosti

Prof. dr. sc. Mladen Petrovečki
mladenp@kbd.hr

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

Klinički zavod za laboratorijsku dijagnostiku
 Klinička bolnica "Dubrava", Zagreb
www.kbd.hr/lab



Medicinski fakultet Sveučilišta u Rijeci Katedra za medicinsku informatiku

