

Kolegij: biostatistika

Studij farmacije
Studij medicinske biokemije

I. semestar akad. god. 2010./2011.



Farmaceutsko-biokemijski fakultet Sveučilišta u Zagrebu Biostatistika

Hipoteza. Statistički testovi. Usporedba brojčanih podataka između dvije skupine

Mladen Petrovečki



Farmaceutsko-biokemijski fakultet Sveučilišta u Zagrebu Biostatistika

Ponavljjanje

- $N = 120$
- $k_F = 69\% = 83$
- $k_R = 87\% = 104$

Self-assessment test carried out on 120 men

F FATIGUE: 69%
RESILIENT: 87%



Farmaceutsko-biokemijski fakultet Sveučilišta u Zagrebu Biostatistika

Ponavljjanje: raspon pouzdanosti

- $N = 120$
- $k_F = 69\% = 83$
- $k_R = 87\% = 104$
- <http://faculty.vassar.edu/lowry/vsprops.html>



Farmaceutsko-biokemijski fakultet Sveučilišta u Zagrebu Biostatistika

Ponavljjanje: raspon pouzdanosti

- $N = 120$
- F (umor) = 69 (60 – 77)%
- R (elastičnost) = 87% (79 – 92)%



Farmaceutsko-biokemijski fakultet Sveučilišta u Zagrebu Biostatistika

Ponavljjanje: raspon pouzdanosti

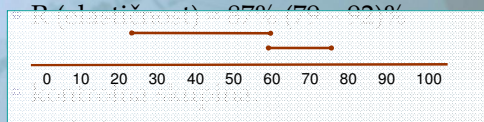
- $N = 120$
- F (umor) = 69 (60 – 77)%
- R (elastičnost) = 87% (79 – 92)%
- kontrolna skupina:
 - $N = 24$ (umor)
 - $k = 10$
 - <http://faculty.vassar.edu/lowry/vsprops.html>



Farmaceutsko-biokemijski fakultet Sveučilišta u Zagrebu Biostatistika

Ponavljanje: raspon pouzdanosti

- N = 120
- F (umor) = 69 (60 – 77)%

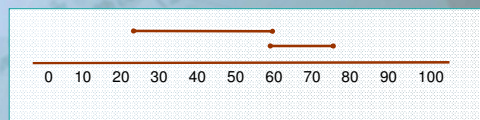

$$-1N = 24$$

– $k = 10 = 42 (25 - 61)\%$

- <http://faculty.vassar.edu/lowry/vsprops.html>

Farmaceutsko-biokemijski fakultet Sveučilišta u Zagrebu *Biostatistika*

Usporedba mjerenja

Farmaceutsko-biokemijski fakultet Sveučilišta u Zagrebu *Biostatistika*

Usporedba mjerenja: dvije skupine

- temeljno pitanje: je li to jednako?

- je li to isto?
- ili nije?
- ili je različito?
- postoje li sličnosti?
- postoje li razlike?

Farmaceutsko-biokemijski fakultet Sveučilišta u Zagrebu *Biostatistika*

Temeljno pitanje – ima li razlike?



Razlike nema!

Farmaceutsko-biokemijski fakultet Sveučilišta u Zagrebu *Biostatistika*

Hipoteza

- *hypothesis* (grč.) – B. Kljaić, V. Anić
 - podloga, osnova; izgovor, izlika
 - pretpostavka postavljena da se tumači neka pojava, treba je dokazati da bi postala vjerodostojna
 - domisao, nagađanje
 - sud kome se mora dokazati istinitost da bi se njime objasnile neke činjenice
- znanstvena pretpostavka

Farmaceutsko-biokemijski fakultet Sveučilišta u Zagrebu *Biostatistika*

Statistička hipoteza (1/2)

1. **elementarna tvrdnja** o nekoj osobini populacije
(znanstvena h. $\Rightarrow$ statistička h.)
2. točna (istinita) ili netočna (neistinita)
3. testiranje hipoteze $\Rightarrow$ **traženje istine**

Farmaceutsko-biokemijski fakultet Sveučilišta u Zagrebu *Biostatistika*

Statistička hipoteza (2/2)

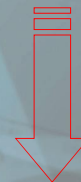
4. istina $\Rightarrow$ stvarno, objektivno stanje
5. probabilistički sustav:
istina $\Rightarrow$ **vjerojatnost**
6. značajno – ono što se ostvaruje na svaki drugi način osim slučajno:
iskaz vjerojatnosti $\Rightarrow$ **razina značajnosti**



Farmaceutsko-biokemijski fakultet Sveučilišta u Zagrebu Biostatistika

Testiranje statističke hipoteze

- A. postavljanje hipoteze
- B. odabir statističkog testa
- C. određivanje razine značajnosti
- D. izračun statistike testa
- E. zaključak



Farmaceutsko-biokemijski fakultet Sveučilišta u Zagrebu Biostatistika

A. Postavljanje hipoteze

- nulta hipoteza (nul-hipoteza)



Farmaceutsko-biokemijski fakultet Sveučilišta u Zagrebu Biostatistika

A. Postavljanje hipoteze

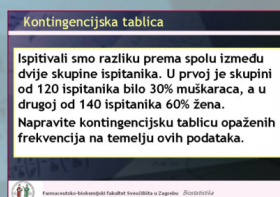
- nulta hipoteza (nul-hipoteza, H_0)
– razlike nema
- alternativna hipoteza (H_1)
– razlika postoji



Farmaceutsko-biokemijski fakultet Sveučilišta u Zagrebu Biostatistika

B. odabir statističkog testa

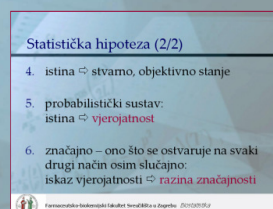
- vrsta podataka
 - broježani
 - kategorički
- veličina uzorka
- povezanost skupina
- itd.
- primjer: χ^2 -test $\Rightarrow$



Farmaceutsko-biokemijski fakultet Sveučilišta u Zagrebu Biostatistika

C. Određivanje razine značajnosti

- razina značajnosti
- mjera pogreške tijekom zaključivanja
- iskazuje se vjerojatnošću P



Farmaceutsko-biokemijski fakultet Sveučilišta u Zagrebu Biostatistika

Pogrješke testiranja hipoteze

PRAVO STANJE

RAZLIKA
POSTOJI (H_1)

RAZLIKA
NE POSTOJI (H_0)

ISPRAVAN
ZAKLJUČAK

α -pogrješka
(I. vrste)
(odbaciti H_0)

β -pogrješka
(II. vrste)

ISPRAVAN
ZAKLJUČAK
(prihvatiti H_0)

ZAKLJUČENO

RAZLIKA
POSTOJI

RAZLIKE
NEMA



Farmaceutsko-biokemijski fakultet Sveučilišta u Zagrebu Biostatistika

C. Određivanje razine značajnosti

- razina značajnosti
- mjera pogrješke tijekom zaključivanja
- iskazuje se vjerojatnošću P
- $P < \alpha$

Statistička hipoteza (2/2)

4. istina $\Leftrightarrow$ stvarno, objektivno stanje
5. probabilistički sustav:
istina $\Leftrightarrow$ vjerojatnost
6. značajno – ono što se ostvaruje na svaki drugi način osim slučajno:
iskaz vjerojatnosti $\Leftrightarrow$ razina značajnosti

Farmaceutsko-biokemijski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 2010/2011



Farmaceutsko-biokemijski fakultet Sveučilišta u Zagrebu Biostatistika

$\alpha = ?$

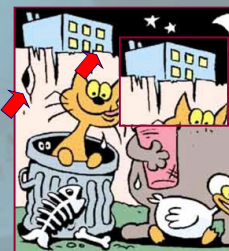
- uobičajena vrijednost:
 - $\alpha = 0,05$
 - $\alpha = 5\%$
- što manja
- moguće i manje:
 - $\alpha = 0,01$
 - $\alpha = 0,005$



Farmaceutsko-biokemijski fakultet Sveučilišta u Zagrebu Biostatistika

A što je β ?

- tvrdnja da nema razlike kad ona stvarno postoji
- bolje što je manja:
 $\beta = 0,2$ (ili manje)
- općenito:
 $\beta \geq \alpha$
- statistička snaga testa:
 $100 \times (1 - \beta)\%$



Farmaceutsko-biokemijski fakultet Sveučilišta u Zagrebu Biostatistika

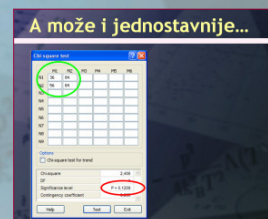
D. Izračun statistike testa



Farmaceutsko-biokemijski fakultet Sveučilišta u Zagrebu Biostatistika

D. Izračun statistike testa

- specifična vrijednost testa
 - χ^2 , t , h , z ...
- P vrijednost



Farmaceutsko-biokemijski fakultet Sveučilišta u Zagrebu Biostatistika

E. zaključak: $P < \alpha$

- statističke pogreške: $\alpha \Rightarrow$ "zaključujemo da postoji razlika, a razlike nema"
- P je manji od *graničnoga*, dakle...
- mala je vjerojatnost da pogrešno zaključujemo $\Rightarrow$ zaključak je ispravan
- odbacujemo nultu hipotezu ("nema razlike")
- prihvaćamo alternativnu: **razlika postoji**



Farmaceutsko-biokemijski fakultet Sveučilišta u Zagrebu Biostatistika

E. zaključak: $P \geq \alpha$

- statističke pogreške: $\alpha \Rightarrow$ "zaključujemo da postoji razlika, a razlike nema"
- P je veći ili jednak *graničnome*, dakle...
- vjerojatnost pogrešnog zaključivanja nije dovoljno mala (velika je)...
- prihvaćamo nultu hipotezu: **razlike nema**



Farmaceutsko-biokemijski fakultet Sveučilišta u Zagrebu Biostatistika

Ponovimo!

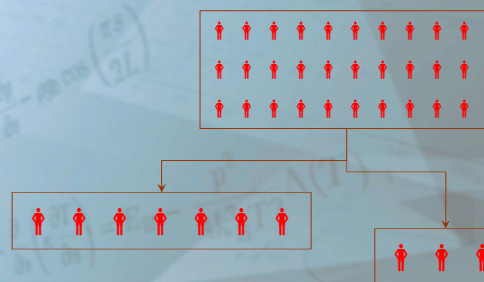
Testiranje statističke hipoteze

- postavljanje hipoteze
- odabir statističkog testa
- određivanje razine značajnosti
- izračun statistike testa
- zaključak



Farmaceutsko-biokemijski fakultet Sveučilišta u Zagrebu Biostatistika

Brojčani podaci; dvije skupine



Farmaceutsko-biokemijski fakultet Sveučilišta u Zagrebu Biostatistika

Primjer 1

- Izmjerena je koncentracija hemoglobina u krvi u 117 muškaraca i 195 žena.
- Pitanje: ovisi li vrijednost hemoglobina o spolu?



Farmaceutsko-biokemijski fakultet Sveučilišta u Zagrebu Biostatistika

Primjer 1

Sample 1		
Variable	HB	
Select	SPOL=1	
Sample 2		
Variable	HB	
Select	SPOL=2	
	Sample 1	Sample 2
Sample size	117	195
Arithmetic mean	147,6667	133,1128
95% CI for the mean	145,3348 to 149,9985	131,7336 to 134,4920
Variance	182,1724	95,3583
Standard deviation	12,7347	9,7652
Standard error of the mean	1,1773	0,6993



Farmaceutsko-biokemijski fakultet Sveučilišta u Zagrebu Biostatistika

Primjer 1

- H_0 : nema razlike
- test!

ODABIR TESTA	veliki uzorci normalna raspodjela (parametrijski testovi)	mali uzorci nenormalna raspodjela (neparam. testovi)
	t-test	Mann-Whitneyjev test
nevezani uzorci		
vezani uzorci (uzorci parova)	parni t-test	Wilcoxonov test parova

- A. postavljanje hipoteze
- B. odabir statističkog testa
- C. određivanje razine značajnosti
- D. izračun statistike testa
- E. zaključak



Farmaceutsko-biokemijski fakultet Sveučilišta u Zagrebu Biostatistika

Primjer 1

- H_0 : nema razlike
- t-test
- ($\alpha = 0,05$)
- izračun...

T-test (assuming equal variances)	
Difference	-14,5538
Standard Error	1,2829
95% CI of difference	-17,0782 to -12,0295
Test statistic T	-11,344
Degrees of Freedom (DF)	310
Two-tailed probability	P < 0,0001



Farmaceutsko-biokemijski fakultet Sveučilišta u Zagrebu Biostatistika

Primjer 1

- H_0 : nema razlike
- t-test
- ($\alpha = 0,05$)
- izračun...

T-test (assuming equal variances)	
Difference	-14,5538
Standard Error	1,2829
95% CI of difference	-17,0782 to -12,0295
Test statistic T	-11,344
Degrees of Freedom (DF)	310
Two-tailed probability	P < 0,0001

- zaključak:
 $P < \alpha$; H_0 odbacujemo, $\Rightarrow H_1$
- skupine se razlikuju ($P < 0,001$)



Farmaceutsko-biokemijski fakultet Sveučilišta u Zagrebu Biostatistika

Primjer 2

- Određena je vrijednost hemoglobina u krvi u 117 muškaraca na početku i na kraju liječenja.
- Pitanje: ovisi li koncentracija hemoglobina o trenutku mjerenja?



Farmaceutsko-biokemijski fakultet Sveučilišta u Zagrebu Biostatistika

Primjer 2

Sample 1		
Variable	HB	
Select	SPOL=1	
Sample 2		
Variable	HBPOST	
Select	SPOL=1	
	Sample 1	Sample 2
Sample size	117	117
Arithmetic mean	147,6667	127,1111
95% CI for the mean	145,3348 to 149,9985	124,4076 to 129,8147
Variance	162,1724	217,9962
Standard deviation	12,7347	14,7647
Standard error of the mean	1,1773	1,3650



Farmaceutsko-biokemijski fakultet Sveučilišta u Zagrebu Biostatistika

Primjer 2

- A. postavljanje hipoteze
- B. odabir statističkog testa
- C. određivanje razine značajnosti
- D. izračun statistike testa
- E. zaključak

ODABIR TESTA	veliki uzorci normalna raspodjela (parametrijski testovi)	mali uzorci nenormalna raspodjela (neparam. testovi)
	t-test	Mann-Whitneyjev test
nevezani uzorci		
vezani uzorci (uzorci parova)	parni t-test	Wilcoxonov test parova



Farmaceutsko-biokemijski fakultet Sveučilišta u Zagrebu Biostatistika

Primjer 2

- H_0 : nema razlike

• parni t-test

- ($\alpha = 0,05$)

- izračun

Mean difference	-20,5556
Standard deviation	15,1210
95% CI	-23,3244 to -17,7868
Test statistic t	-14,704
Degrees of Freedom (DF)	116
Two-tailed probability	P = 0,0001

- zaključak:

$P < \alpha$; H_0 odbacujemo, $\Rightarrow H_1$

- skupine se razlikuju ($P < 0,001$)



Farmaceutsko-biokemijski fakultet Sveučilišta u Zagrebu Biostatistika

- A. postavljanje hipoteze
- B. odabir statističkog testa
- C. određivanje razine značajnosti
- D. izračun statistike testa
- E. zaključak

Primjer 3

- Izmjerena je koncentracija IL8 u krvi u trideset bolesnika s operacijom na otvorenom srcu, i to tri i šest sati nakon početka operacije. Deset je bolesnika bilo u hipotermiji.
- Pitanje: ovisi li koncentracija početnog mjerenja IL8 o hipotermiji?



Farmaceutsko-biokemijski fakultet Sveučilišta u Zagrebu Biostatistika

Primjer 3

Sample 1		
Variable	IL8H3	
Select	hipoterm = 0	
Sample 2		
Variable	IL8H3	
Select	hipoterm = 1	
	Sample 1	Sample 2
Sample size	20	10
Lowest value	31,2000	31,2000
Highest value	360,0000	450,0000
Median	60,0000	114,5000
95% CI for the median	60,0000 to 215,5415	36,3560 to 338,8803
Interquartile range	60,0000 to 215,0000	48,0000 to 210,0000



Farmaceutsko-biokemijski fakultet Sveučilišta u Zagrebu Biostatistika

Primjer 3

- A. postavljanje hipoteze
- B. odabir statističkog testa
- C. određivanje razine značajnosti
- D. izračun statistike testa
- E. zaključak

ODABIR TESTA	veliki uzorci normalna raspodjela (parametrijski testovi)	mali uzorci nenormalna raspodjela (neparam. testovi)
nevezani uzorci	t-test	Mann-Whitneyjev test
vezani uzorci (uzorci parova)	parni t-test	Wilcoxonov test parova



Farmaceutsko-biokemijski fakultet Sveučilišta u Zagrebu Biostatistika

Primjer 3

- H_0 : nema razlike

• Mann-Whitneyjev test

- ($\alpha = 0,05$)

- izračun

Average rank of first group	15,2250
Average rank of second group	16,0500
Large sample test statistic Z	0,241968
Two-tailed probability	P = 0,8098

- zaključak:

$P > \alpha$; H_0 prihvaćamo; $\Rightarrow H_0$

- skupine se NE razlikuju ($P=0,809$)



Farmaceutsko-biokemijski fakultet Sveučilišta u Zagrebu Biostatistika

- A. postavljanje hipoteze
- B. odabir statističkog testa
- C. određivanje razine značajnosti
- D. izračun statistike testa
- E. zaključak

Primjer 4

- Izmjerena je koncentracija IL8 u krvi u tridesetoro bolesnika s operacijom na otvorenom srcu, i to tri i šest sati nakon početka operacije. Deset je bolesnika bilo u hipotermiji.
- Pitanje: je li tijekom operacije došlo do promjene koncentracije IL8?



Farmaceutsko-biokemijski fakultet Sveučilišta u Zagrebu Biostatistika

Primjer 4

Sample 1		
Variable	IL8H3	
Sample 2		
Variable	IL8H6	
	Sample 1	Sample 2
Sample size	30	30
Lowest value	31,2000	31,2000
Highest value	450,0000	180,0000
Median	92,0000	52,5000
95% CI for the median	60,7856 to 184,4684	41,9640 to 80,0000
Interquartile range	60,0000 to 210,0000	38,0000 to 80,0000



Farmaceutsko-biokemijski fakultet Sveučilišta u Zagrebu Biostatistika

Primjer 4

- A. postavljanje hipoteze
- B. odabir statističkog testa
- C. određivanje razine značajnosti
- D. izračun statistike testa
- E. zaključak

ODABIR TESTA	veliki uzorci normalna raspodjela (parametrijski testovi)	mali uzorci nenormalna raspodjela (neparam. testovi)
nevezani uzorci	t-test	Mann-Whitneyjev test
vezani uzorci (uzorci parova)	parni t-test	Wilcoxonov test parova



Farmaceutsko-biokemijski fakultet Sveučilišta u Zagrebu Biostatistika

Primjer 4

- A. postavljanje hipoteze
- B. odabir statističkog testa
- C. određivanje razine značajnosti
- D. izračun statistike testa
- E. zaključak

- H_0 : nema razlike
- **Wilcoxonov parni test**
- ($\alpha = 0,05$)
- izračun

Number of positive differences	3
Number of negative differences	26
Large sample test statistic Z	4,378698
Two-tailed probability	P < 0,0001

- zaključak:
 $P < \alpha$; H_0 ne prihvaćamo; $\Rightarrow H_1$
- skupine se razlikuju ($P < 0,001$)



Farmaceutsko-biokemijski fakultet Sveučilišta u Zagrebu Biostatistika

Nazivi testova

ODABIR TESTA	veliki uzorci normalna raspodjela (parametrijski testovi)	mali uzorci nenormalna raspodjela (neparam. testovi)
nevezani uzorci	t-test	Mann-Whitneyjev test
vezani uzorci (uzorci parova)	parni t-test	Wilcoxonov test parova



Farmaceutsko-biokemijski fakultet Sveučilišta u Zagrebu Biostatistika

Pitanja P7

1. Što je hipoteza? Zašto se mora testirati?
2. Znanstvena i statistička hipoteza.
3. Nulta i alternativna hipoteza.
4. Testiranje statističke hipoteze.
5. Koje su statističke pogreške testiranja hipoteze i po čemu se razlikuju?
6. Koje je značenje snage statističkoga testa?
7. Što je razina značajnosti?
8. Statistički testovi za usporedbu brojčanih mjerenja između dvije velike skupine ispitanika.
9. Statistički testovi za usporedbu brojčanih mjerenja između dvije male skupine ispitanika.
10. Statistički testovi za usporedbu brojčanih mjerenja između dvije povezane skupine ispitanika (mjerenja parova).



Farmaceutsko-biokemijski fakultet Sveučilišta u Zagrebu Biostatistika