

Analiza bivariată II. Compararea mediilor.

Dacă ne aducem aminte de ce am spus mai înainte, știm că nu are rost să vorbim despre medie decât în cazul variabilelor numerice continue cu distribuție normală (Gaussiană), și mai știm de asemenea că orice populație cu o astfel de distribuție este descrisă complet prin medie și deviația standard: atunci când cunoaștem acești doi parametri, putem să reconstituim populația.

În consecință, în cazul în care comparăm două populații cu distribuție normală, comparăm, de fapt, de fiecare dată mediile și deviațiile standard ale acelor populații.

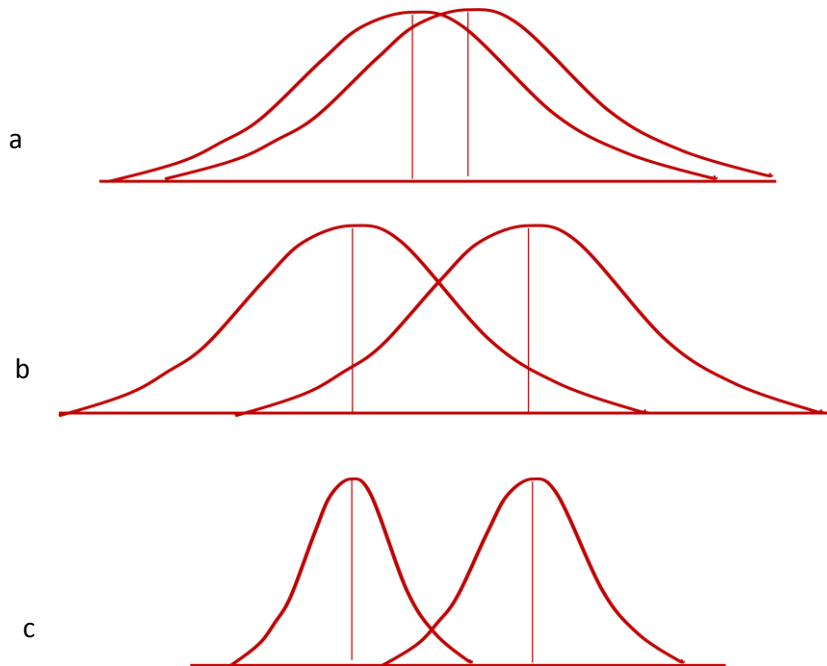


Figura 1. Trei comparații de între populații cu distribuție normală. a) Nu se poate spune dacă există o diferență între cele două populații, gradul de suprapunere este foarte mare. b) Diferența dintre medii este mai mare decât la a), populațiile par mai diferite. c) deși diferența dintre medii este aceeași ca la b), populațiile par net diferite (deviația standard este mai mică).

Se vede cum diferența dintre două populații cu distribuție normală (Gaussiană) este cu atât mai evidentă cu cât diferența dintre medii este mai mare, iar deviația standard este mai mică (Figura 1). De aici se deduce cu ușurință faptul că, atunci când vrem să demonstrăm o diferență între două populații cu distribuție normală, pentru aceeași putere statistică, avem nevoie de un eșantion cu atât mai mare cu cât diferența dintre medii este mai mică, iar deviația standard este mai mare.

Să presupunem că vrem să vedem dacă este vreo diferență între TA ale studenților la medicină și ASE. Pentru aceasta, extragem la întâmplare câte un eșantion de 10 studenți din bazele de date ale celor două universități și le măsurăm TA - rezultatele în Tabelul 1.

TA ASE	TA medicină
110	120
122	124
140	104

120	144
124	134
95	110
93	132
105	100
104	98
110	110

Tabelul 1. Valorile TA la 20 de studenți de la ASE și medicină.

Dacă introducem datele în programul InStat (GraphPad Software, www.graphpad.com), în pagina următoare programul calculează parametrii din Figura 2.

The screenshot shows the GraphPad InStat interface with a statistical summary table. The table compares two groups: Group A (TA ASE) and Group B (TA medicina). The results include mean, standard deviation, sample size, standard error of mean, 95% confidence intervals, minimum, median, maximum, and normality test results (KS and P value).

	Group A	Group B
Col. title	TA ASE	TA medicina
Mean	112.3	117.6
Standard deviation (SD)	14.384	15.686
Sample size (N)	10	10
Std. error of mean(SEM)	4.549	4.960
Lower 95% conf. limit	102.01	106.38
Upper 95% conf. limit	122.59	128.82
Minimum	93.000	98.000
Median (50th percentile)	110.00	115.00
Maximum	140.00	144.00
Normality test KS	0.1635	0.1860
Normality test P value	>0.10	>0.10
Passed normality test?	Yes	Yes

Figura 2. Măsura tendinței centrale și a dispersiei în cele două loturi.

Vedem, astfel, că media TA este mai mare la studenții de la medicină (117,6 mmHg) față de cei de la ASE (112,3 mmHg), iar distribuția valorilor a trecut testul de normalitate Kolmogorov-Smirnov (KS), $p > 0,10$, ceea ce înseamnă că distribuția este Gaussiană, așadar putem aplica teste statistice parametrice (testul Student, t) (foarte posibil ca testul de normalitate, care este tot un test statistic, să nu fi dat rezultat semnificativ statistic din lipsă de putere statistică, eșantionul fiind foarte mic!).

Următoarea fereastră a programului InStat, care este unul foarte prietenos și te duce din aproape în aproape, este redată în Figura 3.

<p>1. Is each value paired (matched) with the value next to it?</p> <p><input checked="" type="radio"/> No. Perform unpaired test.</p> <p><input type="radio"/> Yes. Perform paired test.</p>
<p>2. Assume values are sampled from Gaussian distributions?</p> <p><input type="radio"/> No. Perform nonparametric test.</p> <p><input checked="" type="radio"/> Yes. Also assume the populations have equal SDs.</p> <p><input type="radio"/> Yes, but assume the populations may have different SDs.</p>
<p>3. One- vs two-tail P value</p> <p><input type="radio"/> One-tail P value.</p> <p><input checked="" type="radio"/> Two-tail P value. Recommended.</p>
<p>Based on your answers above, InStat will perform this test:</p> <p>Unpaired t test</p>

Figura 3. Alegerea tipului de test statistic potrivit.

Vom efectua un test neîmperecheat, pentru că eşantioanele sunt independente. Presupunem că distribuţia este Gaussiană, deci aplicăm un test parametric (şi anume testul t , al lui Student), şi de asemenea vedem din Figura 2 că deviaţiile standard sunt relativ egale (nu am spus până acum, dar şi aceasta este o condiţie pentru aplicarea testelor parametrice).

În privinţa celei de a treia opţiuni, vom bifa varianta „p bidirecţional”, care vedem că este şi cea recomandată (am fi putut bifa „p unidirecţional” dacă porneam de la ipoteza că TA la medicină este mai mare decât cea de la ASE, sau invers, şi nu ne-ar fi interesat decât demonstrarea sau infirmarea acestui fapt; ipoteza noastră nu este însă unidirecţională, ci bidirecţională, adică vrem să vedem dacă TA ale studenţilor de la ASE şi medicină sunt diferite, fără să facem presupuneri asupra grupului care are TA mai mare. Pentru aceleaşi date, p bidirecţional = $2p$ unidirecţional, aşadar dacă vrem să obţinem semnificaţie statistică, avem şanse mai mari cu p unidirecţional, dar vedeţi că de obicei nu este corect.)

Chiar dacă distribuţiile sunt normale, este posibil ca deviaţiile standard ale celor două grupuri să fie mult diferite. Atunci grupurile pot fi comparate printr-un test t pentru varianţe inegale.

```
Unpaired t test
Do the means of TA ASE and TA medicina differ significantly?

P value
The two-tailed P value is 0.4412, considered not significant.

t = 0.7875 with 18 degrees of freedom.

95% confidence interval
Mean difference = 5.300 (Mean of TA medicina minus mean of TA ASE)
The 95% confidence interval of the difference: -8.839 to 19.439

Assumption test: Are the standard deviations equal?
The t test assumes that the columns come from populations with equal SDs.
The following calculations test that assumption.

F = 1.189
The P value is 0.8005.
This test suggests that the difference between the two SDs is
not significant.
```

Figura 3. Rezultatele testului *t*.

În Figura 3 vedem rezultatele principale ale testului *t* neîmperecheat, pe baza căruia ar trebui să răspundem la întrebarea: diferă semnificativ mediile TA ale studenților de la medicină și ASE?

Răspunsul este NU, pentru că:

1. $P=0,4412$ (deci mai mare decât limita convențională de semnificație statistică de 0,05)
2. Diferența dintre medii a fost de 5,3 mmHg (mai mare la studenții de la medicină), însă intervalul de încredere a fost (-8,8; 19,4), așadar, în realitate, diferența de TA se află între cu 8,8mmHg mai mare la studenții de la ASE, până la cu 19,4 mmHg mai mare la studenții de la medicină, și în concluzie nu putem tranșa pentru unii sau alții dintre studenți (intervalul de încredere 95% include valoarea 0, care este valoarea neutră pentru o diferență).

Iar mai jos vedem că se aplică și un test statistic care ne arată că diferența dintre deviațiile standard ale TA în cele două grupuri nu este semnificativă, deci putem utiliza liniștiți testul parametric.

	TA	fac
1	110	2
2	122	2
3	140	2
4	120	2
5	124	2
6	95	2
7	93	2
8	105	2
9	104	2
10	110	2
11	120	1
12	124	1
13	104	1
14	144	1
15	134	1
16	110	1
17	132	1
18	100	1
19	98	1
20	110	1

Figura 4. Aspectul bazei de date în SPSS.

În Figura 4 se observă așezarea datelor în SPSS, alt program statistic, în care fiecare coloană corespunde unei variabile (coloana 1 = TA, coloana 2 = facultatea, la care cu „1” s-a codificat medicina și cu „2” ASE).

Independent Samples Test							
		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means			
		F	Sig.	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
						Lower	Upper
TA	Equal variances assumed	,292	,596	,441	5,300	-8,839	19,439
	Equal variances not assumed			,441	5,300	-8,847	19,447

Figura 5. Rezultatele aceluiași test, în SPSS. Se vede (coloana a treia) cum deviațiile standard (sau varianțele) sunt egale la cele două grupuri ($p=0,596$), citim rezultatele de pe rândul de deasupra, care sunt practic aceleași cu cele date de programul InStat (diferența dintre mediile TA este de 5,3 mmHg, cu un interval de încredere 95% între -8,8 și 19,4 mmHg și $p = 0,441$).