

## Analiza bivariată - teste nonparametrice (Mann-Whitney $U$ )

Să presupunem că vrem să comparăm, din nou, două populații în privința unei variabile continue, numerice (de exemplu TA ale studenților de la medicină și de la educație fizică și sport), vrând să vedem dacă există vreo diferență a TA între cele două facultăți. După cum am mai spus, în primul rând va trebui să vedem dacă distribuția valorilor tensionale în cele două grupuri are o distribuție normală (Gaussiană). Dacă distribuția este normală, atunci putem aplica liniștiți un test statistic parametric (Student, sau „ $t$ ”); acest test compară, practic, între ei parametrii TA celor două populații, adică mediile și deviațiile standard.

Dacă însă distribuția nu este normală (simetrică), atunci trebuie să folosim teste nonparametrice, care nu utilizează în nici un fel media sau deviația standard (de altfel, după cum am arătat mai demult, dacă distribuția nu este normală, nici nu are sens să calculăm media sau deviația standard, pentru că ele nu au nici o semnificație, și nu putem să le folosim nici pentru descrierea populației).

Testele nonparametrice nu țin cont de valoarea variabilelor, ci numai de ordinea lor (*rank tests*), adică dacă sunt mai mari sau mai mici una față de cealaltă, indiferent de ordinul de mărime.

În Tabelul 1, avem TA ale două eșantioanelor de studenți de la cele două facultăți.

Tabelul 1. TA ale studenților de la medicină și educație fizică.

Medicină (M)	120	135	140	110	120	135
Educație fizică (E)	120	110	130	135	140	

Pentru a compara cele două populații, le aranjăm în ordinea mărimii, indiferent din ce grup fac parte (Tabelul 2).

Tabelul 2. TA ale studenților, așezate în ordine.

TA	110	110	120	120	120	130	135	135	135	140	140
Facultatea	E	M	E	M	M	E	E	M	M	E	M
Ordinea ( <i>Rank</i> )	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Ordinea*	1,5	1,5	4	4	4	6	8	8	8	10,5	10,5

Pentru valorile care sunt egale, numărul de ordine va fi media numerelor, deci cei doi studenți cu TA=110, vor primi numărul de ordine 1,5 (media dintre 1 și 2), cei trei studenți cu TA=120 vor primi numărul de ordine 4 (media numerelor 3, 4 și 5), cei trei studenți cu TA=135 vor primi numerele de ordine 8 (media numerelor 7, 8 și 9), iar cei doi studenți cu TA=140 vor primi numerele de ordine 10,5 (media dintre 10 și 11). După aceasta, adunăm separat numerele de ordine pentru fiecare facultate, și obținem  $1,5+4+4+8+8+10,5=36=U$ , pentru mediciiști, și  $1,5+4+6+8+10,5=30=U'$ , pentru studenții de la ANEFS, deci  $U>U'$ , așadar valorile TA de la medicină sunt într-un număr mai mare de ori mai mari decât cele ale studenților de la ANEFS. Rămâne doar să vedem dacă această diferență este semnificativă statistic, sau altfel spus, care este probabilitatea ca, în cazul unui eșantion de 11 studenți (5+6), TA a studenților la medicină să fie de cel puțin 36 de ori mai mare decât cea a studenților de la ANEFS, și de cel mult 30 de ori mai mică, numai din întâmplare. Cei care se pricep la matematică, pot calcula că această probabilitate este de 46,3%, deci  $p=0,463$ , așadar nesemnificativ.

Tot teste nonparametrice se folosesc și pentru comparația variabilelor ordinale. Să ne închipuim că doi colegi cardiologi se ceartă, fiecare susținând că el îngrijește pacienți mai gravi cu insuficiență cardiacă. Pentru a verifica acest lucru, evaluăm toți pacienții internați în saloanele lor în decurs de 3 luni, și îi comparăm din punctul de vedere al insuficienței cardiace, cuantificată prin clasificarea NYHA a dispneei.

Tabelul 3. Pacienții cu insuficiență cardiacă internați

Clasa NYHA	I	II	III	IV
Cardiolog 1 (nr pacienți)	1	2	5	4
Cardiolog 2 (nr pacienți)	0	1	3	6

Urmând același drum de mai sus, așezăm cei 22 pacienți în ordine (Tabelul 4).

Tabelul 4.

Clasa NYHA	I	II	II	II	III	III	III	III	III	III	III
Cardiolog	C1	C1	C1	C2	C1	C1	C1	C1	C1	C2	C2
Ordine	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Ordine*	1	3	3	3	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5

Clasa NYHA	III	IV	IV	IV	IV	IV	IV	IV	IV	IV	IV
Cardiolog	C2	C1	C1	C1	C1	C2	C2	C2	C2	C2	C2
Ordine	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Ordine*	8,5	17,5	17,5	17,5	17,5	17,5	17,5	17,5	17,5	17,5	17,5

Adunând numerele de ordine (*ranks*), obținem 119,5 pentru primul cardiolog, și 133,5 pentru al doilea, deci cel de-al doilea pare să aibă pacienți cu un grad mai mare de insuficiență cardiacă. Probabilitatea ca această succesiune să apară din întâmplare, iar între pacienții celor doi cardiologi să nu fie nici o diferență, este de 11%, deci  $p=0,11$ , nesemnificativ statistic. Înseamnă că ori nu există nici o diferență, ori există o diferență, dar eșantionul nu a fost destul de mare pentru a o evidenția (nu a existat destulă putere statistică).

Pentru valori împerecheate ale variabilelor (de exemplu clasa NYHA înainte și după tratament), se folosește varianta nonparametrică a testului Student împerecheat (*paired*), care este testul Wilcoxon. Principiul de funcționare este asemănător celor expuse mai sus.

După cum se vede, în urma testelor neparametrice putem testa numai semnificația statistică (vom avea un  $p$ ), fără o diferență a mediilor cu interval de încredere 95%.