

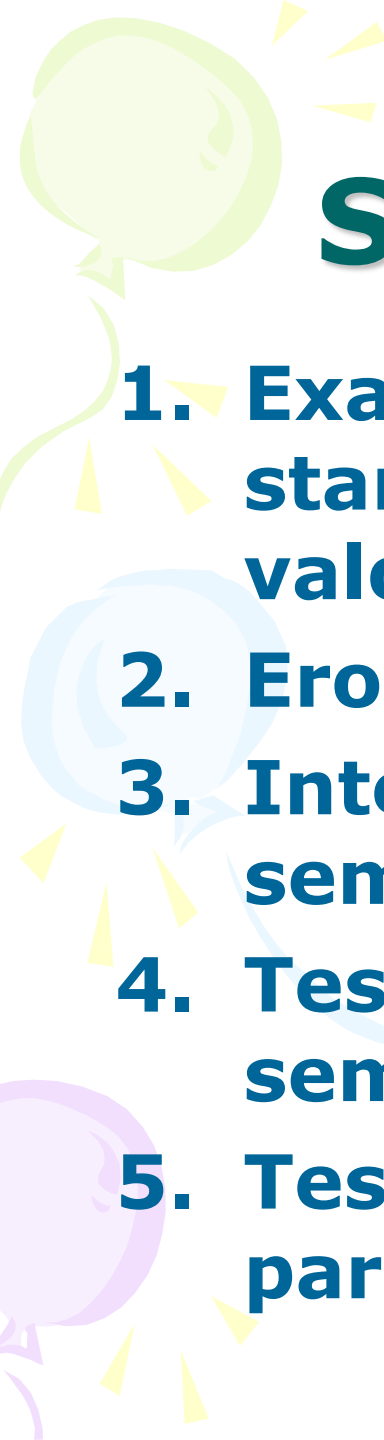


**UNIVERSITATEA DE STAT DE MEDICINĂ ȘI FARMACIE „NICOLAE TESTEMIȚANU”
CATEDRA MANAGEMENT ȘI PSIHOLOGIE**

APRECIEREA EXACTITĂȚII VALORILOR RELATIVE ȘI MEDII. TESTAREA IPOTEZELOR: TESTE PARAMETRICE ȘI NON-PARAMETRICE

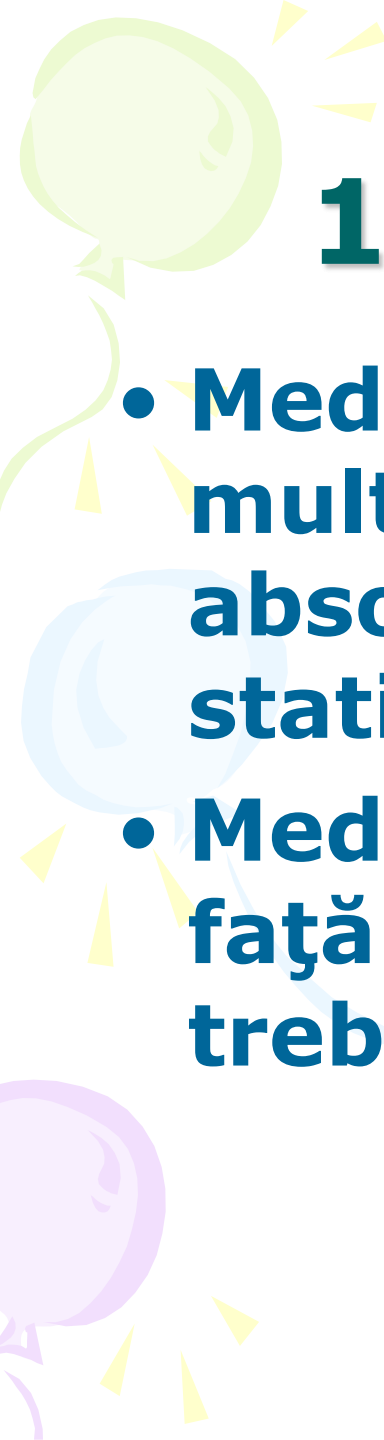
Nicov Irina, dr. in ec., asistent universitar

Globa Nina, asistent universitar



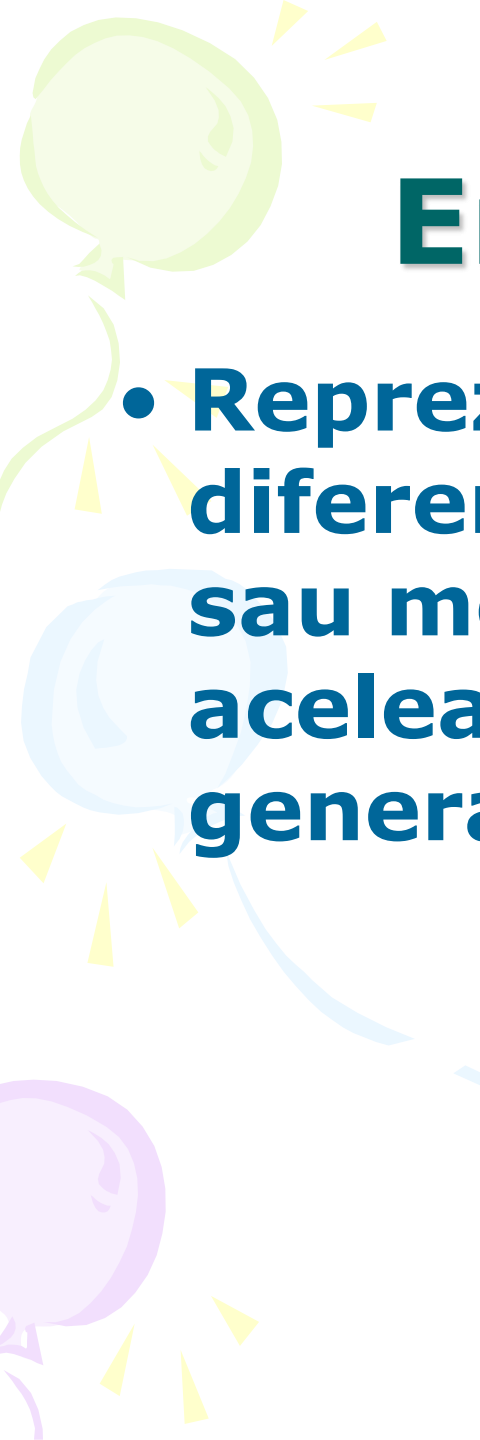
Subiecte în discuție

1. **Exactitatea valorilor . Eroarea standard. Eroarea standard a valorilor medii**
2. **Eroarea standard a valorilor relative**
3. **Intervalul de încredere, pragul de semnificație.**
4. **Testarea ipotezelor. Teste de semnificație parametrice**
5. **Teste de semnificație non-parametrice**

A decorative graphic on the left side of the slide featuring three balloons (green, blue, and purple) and yellow streamers.

1. Eroarea standard

- Media calculată de noi diferă mai mult sau mai puțin de media absolută (media universului statistic)
- Media practică prezintă o eroare față de media absolută, eroare ce trebuie întotdeauna calculată.



Eroarea standard

- **Reprezintă eroarea care denotă diferența dintre valorile relative sau medii dintr-un eșantion și aceleași valori în colectivitatea generală**

Eroarea medie a mediei aritmetice sau eroarea standard

- Constanta care ne permite să stabilim intervalul valoric în care se găsește media aritmetică și în jurul căreia se vor distribui valorile medii de eșantion, cu o anumită probabilitate

- $Es_M = \pm \frac{\delta}{\sqrt{n}}; Es_M = \pm \frac{\delta}{\sqrt{n-1}}; n \leq 120$
-

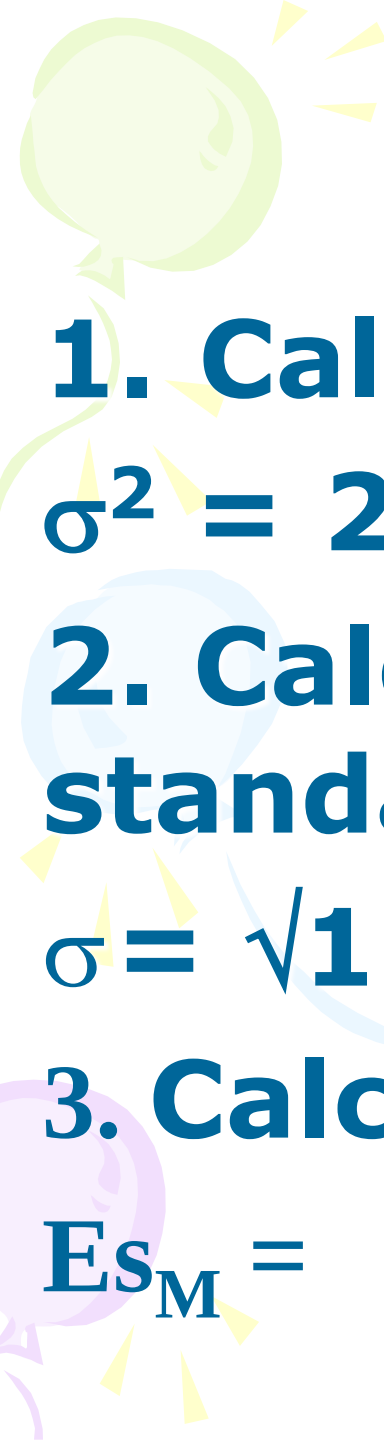
Es - eroarea standard

δ - abaterea, deviația standard

n- numărul frecvențelor

Repartizarea eșantionului după vârste, ani

x_i	f	$x_i * f$	d	d^2	$d^2 * f$
24	2	48	-5.9	34.81	69.62
26	4	104	-3.9	15.21	60.84
30	3	90	0.1	0.01	0.03
31	5	155	1.1	1.21	6.05
33	2	66	3.1	9.61	19.22
35	3	105	5.1	26.01	78.03
Total	$n=19$	568			233.79



Calcularea Erorii standard

1. Calcularea dispersiei

$$\sigma^2 = 233.49 / 18 = 13$$

2. Calcularea deviației standard

$$\sigma = \sqrt{13} = 3.6 \text{ ani}$$

3. Calcularea erorii standard

$$Es_M = \pm 3.6 (\sigma) / \sqrt{18} (\sqrt{n-1}) = 0.86 \text{ ani}$$



2. Eroarea standard a valorilor relative

- **Indică cu cât a greșit cercetătorul, calculând indicatorii relativi într-o cercetare parțială, față de rezultatele pe care el le-ar fi obținut într-o cercetare integrală**

Eroarea standard a valorilor relative

- $eP = \pm \sqrt{(p \times q) / n},$
 - $eP = \pm \sqrt{(p \times q) / (n-1)}, \quad n \leq 120$
 - **p** – indicatorul relativ
 - **q** - diferența dintre înmulțitorul, față de care s-a calculat indicele (100, 1000, 10000 etc.) și valoarea indicatorului
 - **n** - numărul de cazuri luate în observație
- ! Dacă înmulțim eP cu 10 aflăm certitudinea indicatorului relativ. Produsul nu trebuie să depășească indicatorul.**

3. Intervalul de încredere (IÎ)

- Intervalul valoric determinat cu ajutorul Erorii standard) ES în care se estimează a se afla media aritmetică (MA)

A fost stabilit că Media se poate găsi :

în intervalul $MA \pm ES$, cu probabilitatea de 68,26%

în intervalul $MA \pm 2ES$, cu probabilitatea de 95,45%

în intervalul $MA \pm 3ES$, cu probabilitatea de 99,73%

La fel și pentru valorile relative

Intervalele $MA \pm ES_M$ și $P \pm ES_p$ se numesc interval de încredere (IÎ), iar limitele lui se numesc limite de încredere

$$(MA - ES_M) < IÎ < (MA + ES_M) = 68,26\%$$

$$(P - ES_p) < IÎ < (P + ES_p)$$

A decorative background featuring three balloons: a green one at the top left, a light blue one in the middle left, and a purple one at the bottom left. Each balloon has several yellow triangular rays emanating from it, suggesting a festive or celebratory theme.

Pragul de semnificație („p”)

- **Contraprobabilitatea sau probabilitatea că mediile de eșantion să depășească limitele maximă și minimă (IÎ) situându-se în afară lor**

$$p = 100 - 68,26 = 31,74 \%$$

În baza exemplului

Pentru $n=19$

Și pragul de semnificație de 5%
(probabilitatea 95%)

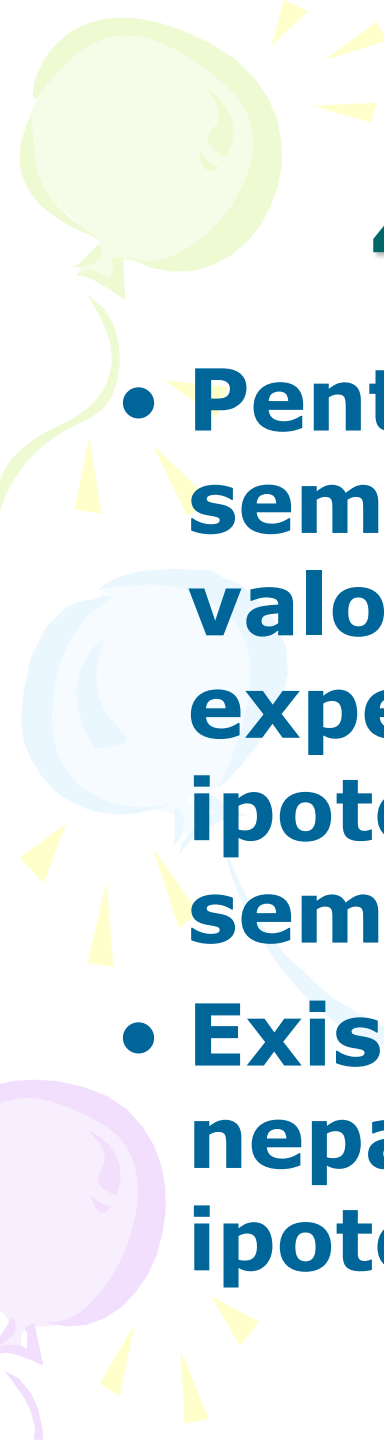
Valoarea lui t tabelar e 2.093

Intervalul de Încredere va fi

$29.9 \pm 2.093 * 0.86$

În 31.65 ani - 28.15ani

Cu certitudinea de 95% putem spune că în populația generală vârsta medie se va situa în limitele acestui interval.



4. Testarea ipotezelor

- **Pentru testarea diferenței semnificative statistice între valorile obținute în loturile experimentale și martor sau a ipotezelor se utilizează testele de semnificație**
- **Există teste parametrice și neparametrice de testare a ipotezelor și diferențelor**



Ce este un test statistic ?

- **Este o metodă de decizie care ne ajută la validarea sau invalidarea cu un anumit grad de siguranță a unei ipoteze statistice**



Ipotezele – inferențe statistice

- **Ipoteza H_0 (ipoteza de nul) datele nu prezintă legături între ele, sunt independente/valorile comparate nu diferă între ele**
- **Ipoteza H_1 (ipoteza alternativă) datele prezintă legături între ele, sunt dependente/valorile comparate diferă între ele**

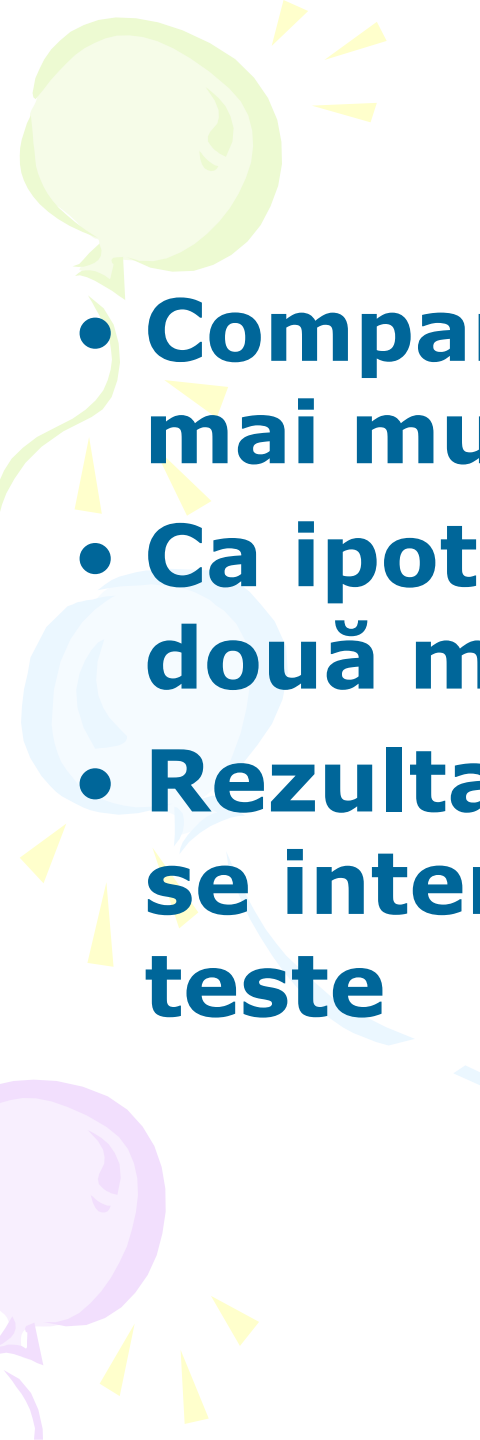
Ce test să selectăm ?

- **Depinde de:**
 - ✓ • **tipul datelor (numerice, nominale, ordinale)**
 - ✓ • **eșantioane independente sau dependente**
 - ✓ • **dimensiunile eșantionului ($n > 30$ sau $n < 30$)**
 - ✓ • **numărul grupelor (1, 2 sau mai multe)**
 - ✓ • **distribuția datelor (simetrică sau asimetrică)**
 - ✓ • **omogenitatea datelor**



Teste parametrice și non-parametrice

Teste parametrice	Teste non-parametrice echivalente
Z, ANOVA	Kruskal-Wallis
t -Student (eșantioane independente) În prealabil se aplică teste pentru varianță bazate pe statistica F – F, Levine, Barlet, etc.	Mann–Whitney U Mann–Whitney– Wilcoxon Wilcoxon–Mann– Whitney Wilcoxon rank-sum
t- Student (eșantioane pereche) Testul Fischer Testul	Wilcoxon signed-rank



Testul ANOVA

- Compară în același timp mediile mai multor eșantioane.
- Ca ipoteză alternativă H_1 : Cel puțin două medii diferă semnificativ.
- Rezultatul este un număr p care se interpretează ca și la celelalte teste

Testul t-Student clasic

- Este testul de comparare a doua medii când abaterile standard sunt egale (cazul eşantioanelor mici)
- Se aplică dacă:
 1. Măsurătorile efectuate la cele două eşantioane sunt independente
 2. Eşantioanele provin din populații care sunt normal distribuite
 3. Populațiile din care provin au dispersii egale.

Testul de semnificație

Compararea valorilor

- Compararea a două valori medii sau relative prin criteriu „t”

- $$t = \frac{(M_1 - M_2)}{\sqrt{ES_{M1}^2 + ES_{M2}^2}} \quad t = \frac{(P_1 - P_2)}{\sqrt{ES_{P1}^2 + ES_{P2}^2}}$$

Acest „t” se numește „t - calculat”.

Testul t-Student - variante

- **Testul t-Student pentru eșantioane cu dispersii egale (exemplificat)**
- **Testul t-Student pentru eșantioane cu dispersii diferite**
- **Testul t-Student pentru eșantioane pereche**

Ele diferă prin modul în care se calculează valoarea coeficientului t.

Interpretarea valorilor p pentru t

- La majoritatea testelor statistice se face astfel:
 - $p < 0.05$, legătura statistică este semnificativă (S, încredere 95%), pentru $n \geq 120$, $t=1, 96$
 - $p < 0.01$, legătura statistică este semnificativă (S, încredere 99%)
 - $p < 0.001$, legătura statistică este înalt semnificativă (HS, încredere 99,9%)
 - $p > 0.05$, legătura statistică este nesemnificativă (NS).

Dacă numărul de observații e mai mic de 120

- E nevoie să calculăm gradul de libertate după formula

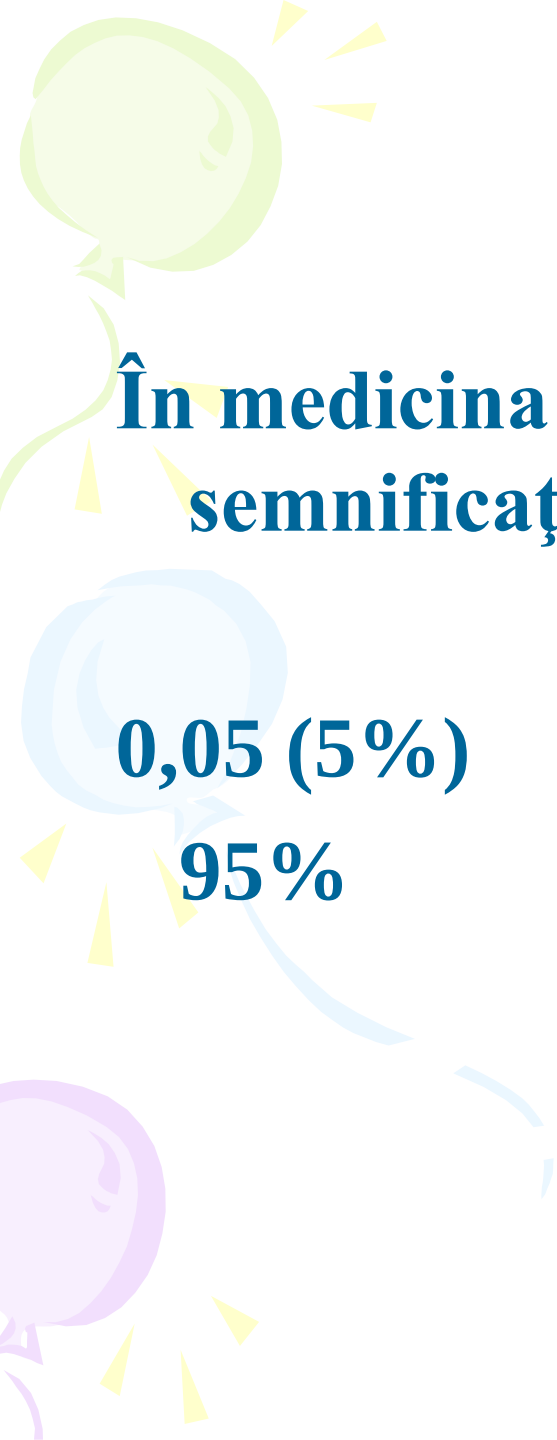
- $\gamma = (n_1 + n_2) - 2$

Unde γ – gradul de libertate

n_1 și n_2 numerele de observații în loturile care se compară

Este nevoie de comparat t_{calculat} și t_{tabelar}

- $t_{\text{calculat}} > t_{\text{tabelar}}$ - diferența semnificativă statistică.
- $t_{\text{calculat}} < t_{\text{tabelar}}$ - diferența nesemnificativă statistică.



În medicina se folosesc pragurile de semnificație începând cu IÎ de 95,0%:

0,05 (5%)

95%

0,01 (1%)

99%

0,001 (0,1%)

99,9%

A fost stabilit, că pentru aceste praguri “t” este egal cu :

1,96	2,58	3,29
------	------	------

La pragul de semnificație de:

5 %	$t = 1,96$	$\hat{I}\hat{I} = M \pm 1,96 \times ES$	$n > 120.$
1 %	$t = 2,58$	$\hat{I}\hat{I} = M \pm 2,58 \times ES$	
0,1 %	$t = 3,29$	$\hat{I}\hat{I} = M \pm 3,29 \times ES$	

Cînd $n \leq 120$ - valoarea testului de semnificație se modifică și se ia din „Tabelul testului t”.

$$\gamma = (n_1 + n_2) - 2$$

γ - grad de libertate

n – numărul de cazuri

Testul Fisher

- Este un test de semnificație statistică utilizat în analiza tabelelor de contingență 2x2. Deși în practică este folosit atunci când dimensiunile eșantioanelor sunt mici, este valabil pentru toate dimensiunile eșantioanelor.
- Acesta este numit după inventatorul său, Ronald Fisher, și este unul dintre clasele de teste exacte, numit așa deoarece semnificația abaterii de la o ipoteză nulă (de exemplu, valoarea P) poate fi calculată exact.
- Se utilizează de asemenea pentru verificarea egalității dispersiilor a doua variabile independente repartizate normal



Testul lui Barnard

- Este un test de exactitate folosit în analiza tabelelor de contingență 2x2. Examinează asocierea a două variabile categoriale și este o alternativă mai puternică decât testul exact al lui Fisher.
- Publicat pentru prima dată în 1945 de George Alfred Barnard, testul nu a câștigat popularitate din cauza dificultăților de calcul al valorii p și a dezaprobării lui Fisher. În zilele noastre, pentru eșantioanele mici / moderate ($n < 1000$), computerele pot calcula testul lui Barnard în câteva secunde.

5. Tehnici neparametrice de comparație între grupuri

- Tehnicile statistice parametrice (testul t Student și altele) pleacă de la o serie de condiții privind simetria și omogenitatea distribuției datelor. Când acestea nu sunt îndeplinite sunt utilizate tehnicile neparametrice denumite și tehnici statistice independente de distribuție a datelor.**

Tehnici neparametrice de comparație între 2 grupuri

- tehnica lui χ^2 (hi patrat);
- testul U a lui Mann-Whitney (echivalentul testului parametric t independent);
- testul Wilcoxon al rangurilor pereche (echivalent ANOVA masuratori repetate ori t dependent);

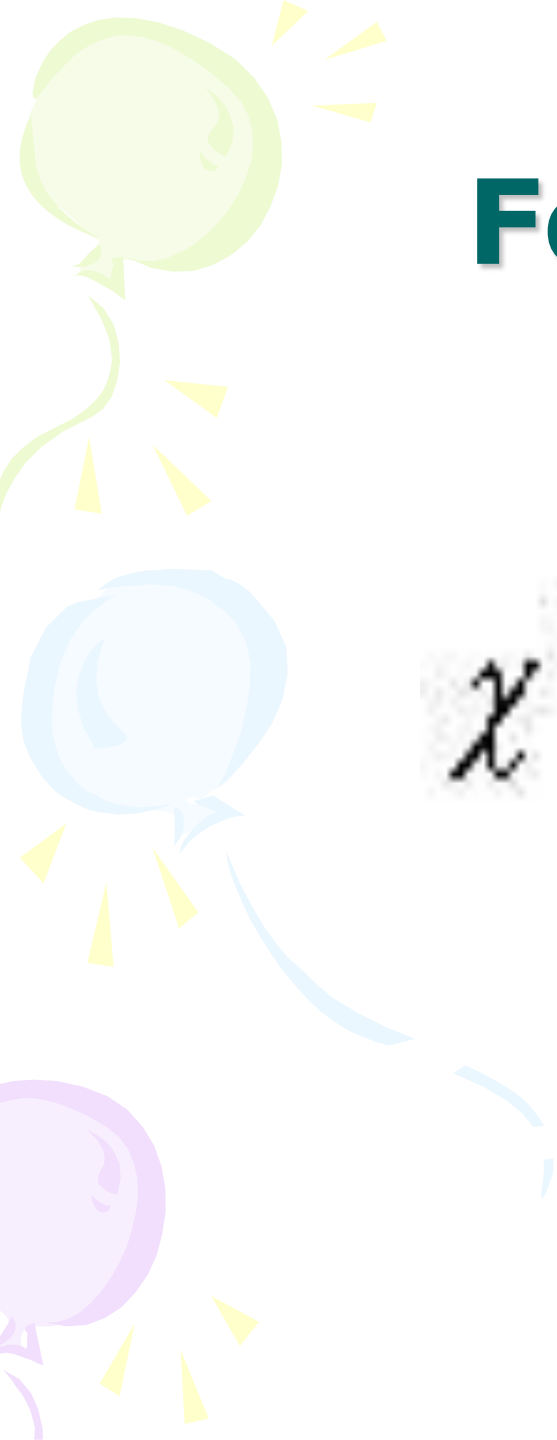
Tehnici neparametrice de comparație între mai multe eșantioane

- **testul ANOVA Kruskal-Wallis al rangurilor (echivalent ANOVA simplă, însa datele sunt convertite în ranguri);**
- **testul Friedman ANOVA biunivoc al rangurilor (echivalent ANOVA măsurători repetate).**



Tehnica lui X²

- Se aplică atunci când rezultatele sunt clasificate în funcție de gen, vârstă, nivel de pregătire, grupuri de tratament sau orice alta măsură nominală. Proba furnizează un test statistic asupra semnificației discrepanței dintre rezultatele observate și așteptate.



Formula lui X²

$$\chi^2 = \sum \frac{(O - E)^2}{E}$$



- **Unde: O = frecvența observată;**

- **E = frecvența probabilă (teoretică, așteptată).**

- **Valoarea lui χ^2 obținută pe baza formulei de mai sus se numește valoarea lui “ χ^2 calculat”**
- **Pentru a vedea dacă între distribuții este diferență semnificativă, se compară χ^2 calculat cu χ^2 tabelar**
- **Valoarea lui χ^2 tabelar se citește în tabel, conform gradului de libertate care se calculează:**

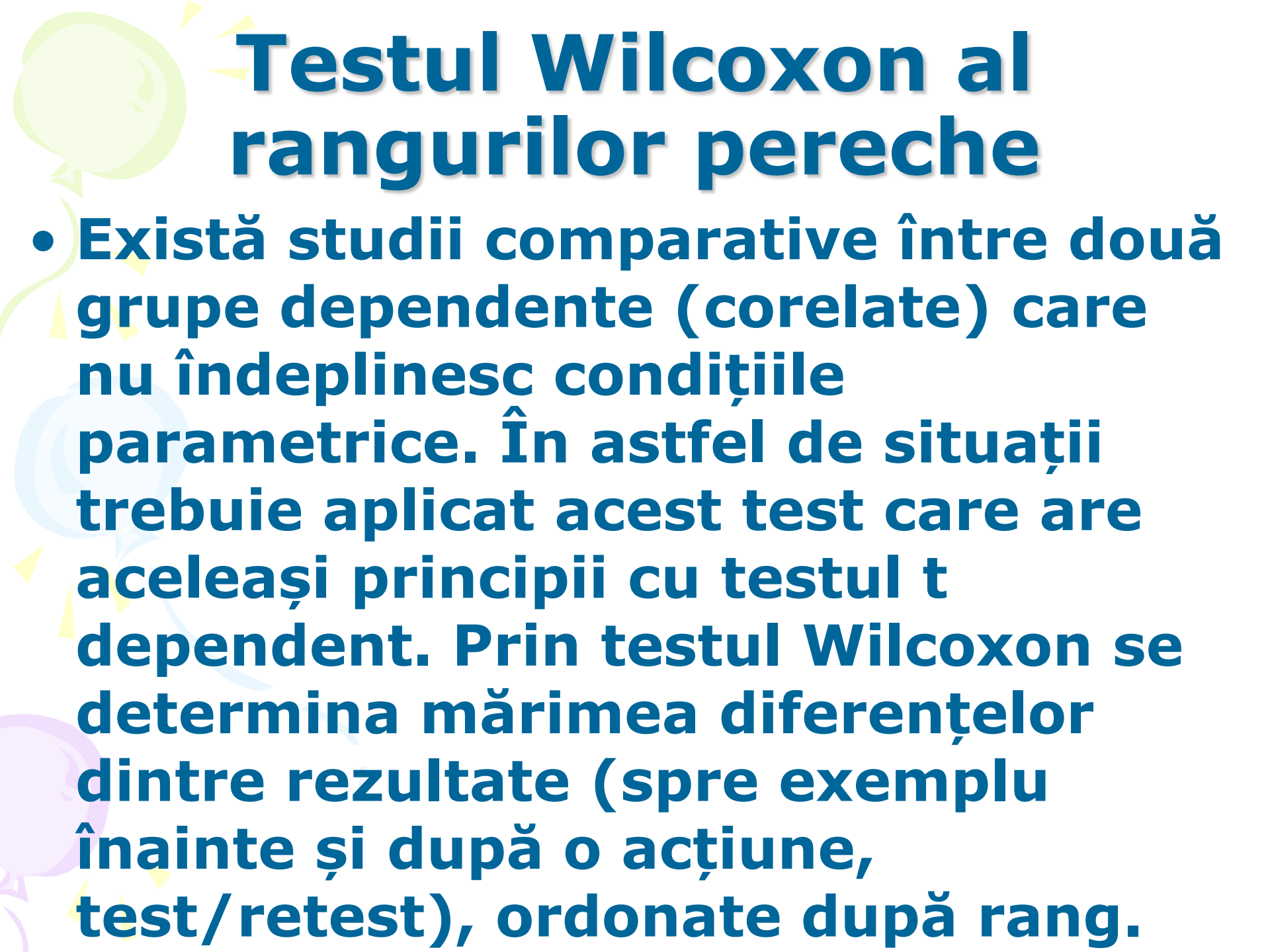
$$\text{GL} = (\text{Nr. Rândurilor tabelului} - 1) \times (\text{Nr. Coloanelor tabelului} - 1)$$

$\chi^2_{\text{calculat}} > \chi^2_{\text{tabelar}}$ - diferență semnificativă statistică.

$\chi^2_{\text{calculat}} < \chi^2_{\text{tabelar}}$ - diferență nesemnificativă statistică.

Testul U al lui Mann-Whitney

- Este analog testului parametric t independent, fiind una din cele mai puternice probe neparametrice. Poate fi utilizat atât cu eșantioane mici de subiecți, cât și cu eșantioane mari și necesită numai măsurători de tip rang sau când nu îndeplinim condițiile aplicării testului t independent. Acest test operează cu numere ordinale și grupuri independente.



Testul Wilcoxon al rangurilor pereche

- Există studii comparative între două grupe dependente (corelate) care nu îndeplinesc condițiile parametrice. În astfel de situații trebuie aplicat acest test care are aceleași principii cu testul t dependent. Prin testul Wilcoxon se determina mărimea diferențelor dintre rezultate (spre exemplu înainte și după o acțiune, test/retest), ordonate după rang.**

Testul ANOVA Kruskal-Wallis al rangurilor

- **Este un test non-parametric utilizat când există mai mult de două grupe independente. Este comparabil cu o ANOVA simplă din statistica parametrică. Pentru analiză, datele sunt convertite în ranguri.**

Testul Friedman ANOVA biunivoc al rangurilor

- **Testul este analog tehnicii ANOVA cu măsurători repetate din statistica parametrică. Rezultatele sunt ordonate pe ranguri și se utilizează χ^2 (hi pătrat) ca test de semnificație.**