The background of the slide is composed of several overlapping geometric shapes in various colors: dark purple, orange, yellow, green, blue, and light purple. These shapes create a modern, abstract design.

Studying medicine is  
like true love..  
You suffer, fail, learn,  
fail again, fight and grow,  
but you never want to let go.

# **TESTAREA IPOTEZELOR STATISTICE: INTRODUCERE TESTE DE NORMALITATE**

Sorana D. Bolboacă

## Obiective educaționale

Testarea ipotezelor statistice:

- Concepte generale (PHANTOMS)
- Testul unilateral vs. testul bilateral
- Eroarea de tip I și II

Testarea distribuției datelor cu ajutorul testelor statistice

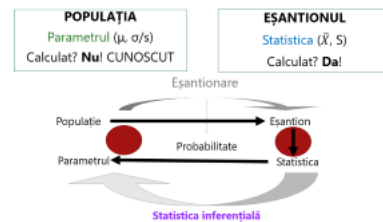
PHANTOMS vs. PANIC

Semnificația statistică vs. relevanța clinică

## TESTAREA DISTRIBUȚIEI NORMALE A DATELOR

### VARIABLE CANTITATIVE

Este distribuția datelor semnificativ diferită de distribuția teoretică normală?



## INFERENȚĂ

	Parametrul (populație)	Statistica (eșantion)
Media	$\mu$	$\bar{x}$
Diferența dintre medii	$\mu_1 - \mu_2$	$\bar{x}_1 - \bar{x}_2$
Frecvența	$\pi$	$f$
Diferența frecvențelor	$\pi_1 - \pi_2$	$f_1 - f_2$

## SEMNIFICAȚIA STATISTICĂ VS. RELEVANȚA CLINICĂ

**Semnificația statistică** arată probabilitatea ca rezultatul unui studiu să fie datorat întâmplării → diferența observată în eșantion există și în populație.

**Relevanța clinică** se referă la magnitudinea clinică a efectului și reflectarea acesteia în practica medicală curentă.

## ERORI ...

		(REALITATEA) $H_0$ este	
		Adevărată	Falsă
(MĂSURAREA / PERCEPȚIA) Decizia cu privire la $H_0$ (pe baza testului statistic)	$H_0$ nu este respinsă	Inferență corectă (adevărat negativ) (Probabilitatea = $1 - \alpha$ )	Eroare de tip II (fals negativ) (Probabilitatea = $\beta$ )
	$H_0$ este respinsă	Eroare de tip I (fals pozitiv) (Probabilitatea = $\alpha$ )	Inferență corectă (adevărat pozitiv) (Probabilitatea = $1 - \beta$ )

Eroare de tip I (alpha,  $\alpha$ ): respingem  $H_0$  atunci când aceasta este adevărată

Eroare de tip II (beta,  $\beta$ ): nu avem suficiente dovezi să respingem  $H_0$  atunci când  $H_0$  e adevărată

$\alpha$  (alpha) = nivel (prag) de semnificație

$\beta$  (beta) = puterea

## IMPORTANT

Structură generală de urmat în testarea ipotezelor statistice este aceeași indiferent de testul care se dorește a fi aplicat.

Testele statistice nu verifică valoarea de adevăr.

Un test semnificativ nu ne indică altceva decât că există o diferență semnificativă statistic la nivelul parametrilor populației.

Orice  $p$  al unui test statistic trebuie însoțit de o interpretare medicală (relevanța clinică).

Calitatea concluziei medicale este dată de:

- Pertinența ipotezei testate
- Dimensiunea efectului evidentiat
- Corectitudinea efectuării studiului

Alegerea testului statistic se face în funcție de ipoteza de cercetare și tipul variabilei de tip răspuns (interes).

# Obiective educaționale

Testarea ipotezelor statistice:

- Concepte generale (PHANTOMS)
- Testul unilateral vs. testul bilateral
- Eroarea de tip I și II

Testarea distribuției datelor cu ajutorul testelor statistice

PHANTOMS vs. PANIC

Semnificația statistică vs. relevanța clinică

## POPULAȚIA

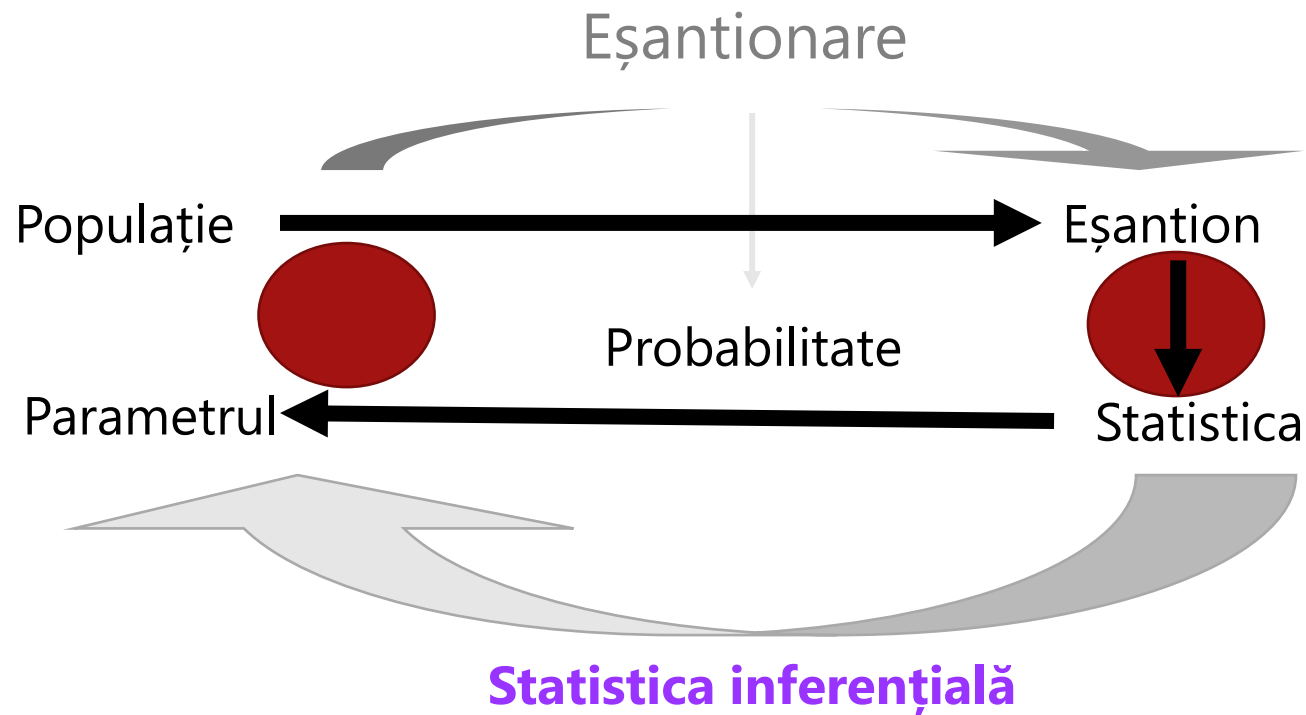
Parametrul ( $\mu$ ,  $\sigma/s$ )

Calculat? **Nu!** CUNOSCUT

## EȘANTIONUL

Statistica ( $\bar{X}$ ,  $S$ )

Calculat? **Da!**



# Ipoteze ...

**Ipoteza** = o predicție (*cred că se va întâmpla*) asupra **parametrului** populației realizată de către cercetător utilizând un număr limitat de date (**statistica eșantionului**)

**Ipotezele** trebuie să fie testabile (cu ajutorul unui experiment sau a unei observații)

**Testarea ipotezei statistice** = metodă științifică utilizată pentru a valida asumptii asupra diverselor fenomene (medicale)

Testăm ipotezele pentru a determina dacă există suficiente dovezi statistice în favoarea unei ipoteze despre un **parametru** al populației.

# Ipoteze ... SIMPLE

---

O variabilă **independentă** → (determină) o variabilă **dependentă**

Apariție variabilei independente duce la o apariție a variabilei dependente.

## Exemple:

- Consumul zilnic de **băuturi carbo-gazoase** (*variabila independentă*) duce la **obezitate** (*variabila dependentă*) la copii.
- **Fumatul** zilnic (*variabila independentă*) determină apariția **cancerului pulmonar** (*variabila dependentă*)



# Ipoteze ... COMPLEXE (modele)

**x** variabile **independentă** → (determină) o variabilă **dependentă**

Combinatia a cel puțin două variabilei **independente** duce la apariția variabilei **dependente**.

## Exemple:

- Subiecții cu <sup>①</sup>vârsta peste 50 ani, <sup>②</sup>fumători, <sup>③</sup>consumatori de alcool și <sup>④</sup>obezi sunt mai susceptibili de a face **cancer colorectal**.
- Subiecții <sup>①</sup>fumători, cu <sup>②</sup>hipertensiunea arterială, <sup>③</sup>hipercolesterolemia, <sup>④</sup>obezitatea și **diabetul** sunt mai susceptibili la **moartea subită cardiacă**.

<sup>⑤</sup>

# Ipoteze ...

***Ipoteza CLINICĂ*** = o idee explicativă care permite structurarea datelor cu privire la un pacient în așa fel încât să ducă la o mai bună înțelegere a patologiei sau respectiv la o decizie medicală corectă.

$\mu$  = media  
 $\pi$  = frecvența (proportia)

***Ipoteza STATISTICĂ*** = asumptie asupra parametrului populației ( $\mu$ ,  $\pi$ ). Această asumptie poate sau nu să fie adevărată.



# Ipoteze ... IPOTEZA STATISTICE

**Ipoteza NULĂ** ( $H_0$ ) = o negație (ex. nu există asocierie între variabila dependentă și cea independentă)

**Ipoteza ALTERNATIVĂ** ( $H_1$ ) = opusul ipotezei nule (ex. există asocierie între variabila dependentă și cea independentă)

$H_0$ : Nu există o diferență semnificativă statistic între notele studenților care participă activ la activitatea didactică comparativ cu cei care participă pasiv.

$H_1$  (test bilateral): Există o diferență semnificativă statistic între notele studenților care participă activ la activitatea didactică comparativ cu cei care participă pasiv.

## ... Testarea ipotezelor statistice

Nivelul (pragul) de semnificație ( $\alpha$ ) = o valoarea prag (probabilitate) utilizată în decizia unui test statistic.

Valoarea este stabilită de cercetător înainte de a realiza studiul.

- 0,10 → șansa să greșim într-un caz din 10 (identificăm o diferență semnificativă statistic atunci când în realitate nu există.
- **0,05 → șansa să greșim într-un caz din 20**
- 0,01 → șansa să greșim într-un caz din 100

Valoarea cea mai frecvent întâlnită = 5% → ne asumăm un risc de 5% de a concluziona că există o diferență atunci când nu există o diferență reală.



# INFERENȚA

	Parametrul (populație)	Statistica (eșantion)
Media	$\mu$	$\bar{X}$
Diferența dintre medii	$\mu_1 - \mu_2$	$\bar{X}_1 - \bar{X}_2$
Frecvența	$\pi$	$f$
Diferența frecvențelor	$\pi_1 - \pi_2$	$f_1 - f_2$



**P**arameter  
**H**ypotheses  
**A**ssumptions  
**N**ame the test  
**T**est statistic  
**O**btain p-value  
**M**ake decision  
**S**tate conclusion in context

# Inferența statistică: pași

**P** - **p**arameter: parametrul (media  $\mu$ , proporția/frecvența  $\pi$ )

**H** - **h**ypotheses: ipotezele statistice:  $H_0$  (nulă) vs.  $H_1$  (alternativă)

**A** - **a**ssumptions: asumții (fiecare test)

**N** - **n**ame your test: denumirea testului

**T** - **t**est statistic: statistica testului (formula)

**O** - **o**btain your p-value: probabilitatea asociată statisticii testului

**M** - **m**ake a decision (respingem  $H_0$  vs. nu respingem  $H_0$ ): decizia testului

**S** - **s**tate a conclusion in the context of the problem: concluzia

## Descriere

# PHANTOMS

P

În funcție de variabila de interes

- Dacă variabila de interes este frecvența efectelor adverse → parametrul = diferența frecvențelor reacțiilor adverse.
- Dacă variabila de interes este eficacitatea terapeutică → parametrul = media reducerii ritmului cardiac la subiecții tratați cu Nebivolol

H

## Ipotezele statistice

Tratamentul cu Nebivolol, respectiv Atenolol

### $H_0$ (ipoteza nulă):

- Negație (ex. Nu există o diferență semnificativă statistic în ceea ce privește frecvența efectelor adverse în tratamentul cu Nebivolol comparativ cu tratamentul cu Atenolol)
- Referă parametrul populației
- **Exemplu: efecte adverse**
  - Simboluri:  $\pi_{\text{Nebivolol}} = \pi_{\text{Atenolol}}$
  - Cum se citește? Frecvența efectelor adverse la pacienții cu Nebivolol **nu** diferă semnificativ statistic față de frecvența efectelor adverse la pacienții cu Atenolol.

## H

### Ipotezele statistice

Tratamentul cu Nebivolol, respectiv Atenolol

#### $H_1$ (ipoteza alternativă):

- Opusul ipotezei nule
- Referă de asemenea parametrul populației

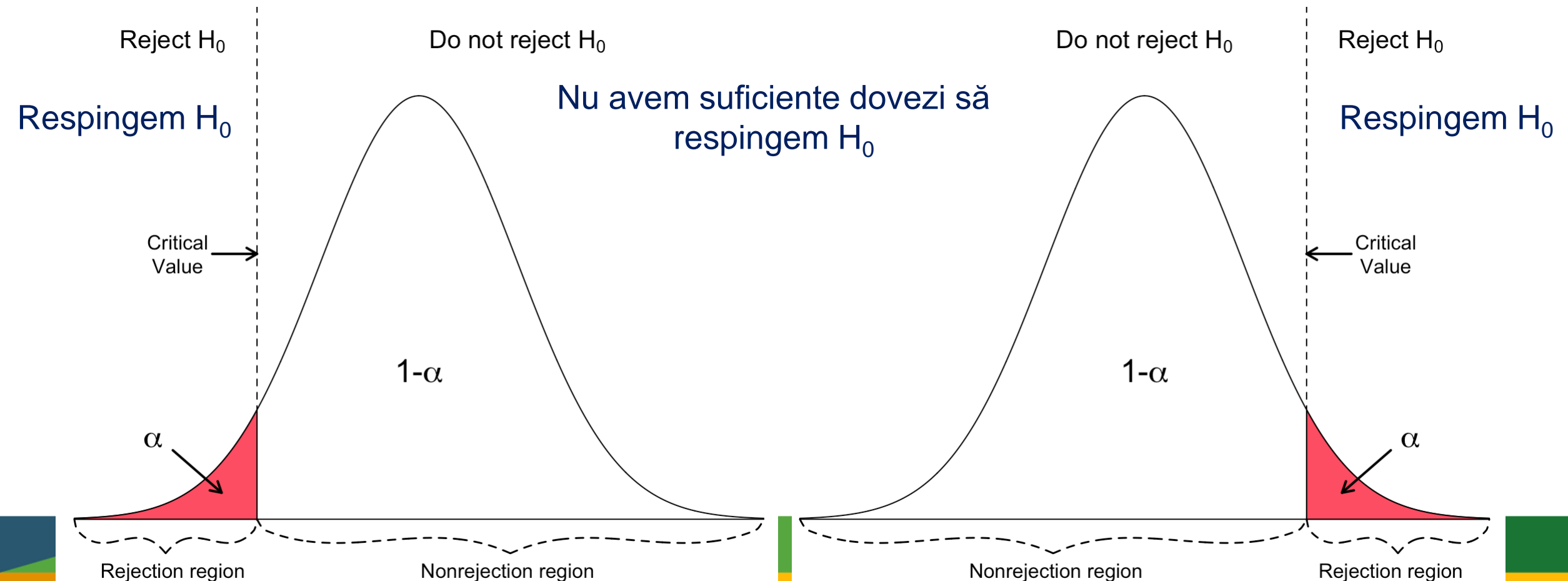
#### Example

- Test bilateral: *efecte adverse*
  - Simboluri:  $\pi_{\text{Nebivolol}} \neq \pi_{\text{Atenolol}}$
  - Cum se citește? Frecvența efectelor adverse la pacienții cu Nebivolol diferă semnificativ statistic față de frecvența efectelor adverse la pacienții cu Atenolol.
- Test unilateral: *eficacitatea terapeutică asupra ritmului cardiac*
  - Simboluri:  $H_1 \mu_A < \mu_B$  (pentru  $H_0 \mu_A > \mu_B$ ), unde A = Nebivolul, B = Atenolol
  - Cum se citește? Media reducerii ritmului cardiac la pacienții cu Nebivolol este semnificativ mai mică comparativ cu media reducerii ritmului cardiac la pacienții cu Atenolol.

# Test unilateral

Testul unilateral se folosește când:

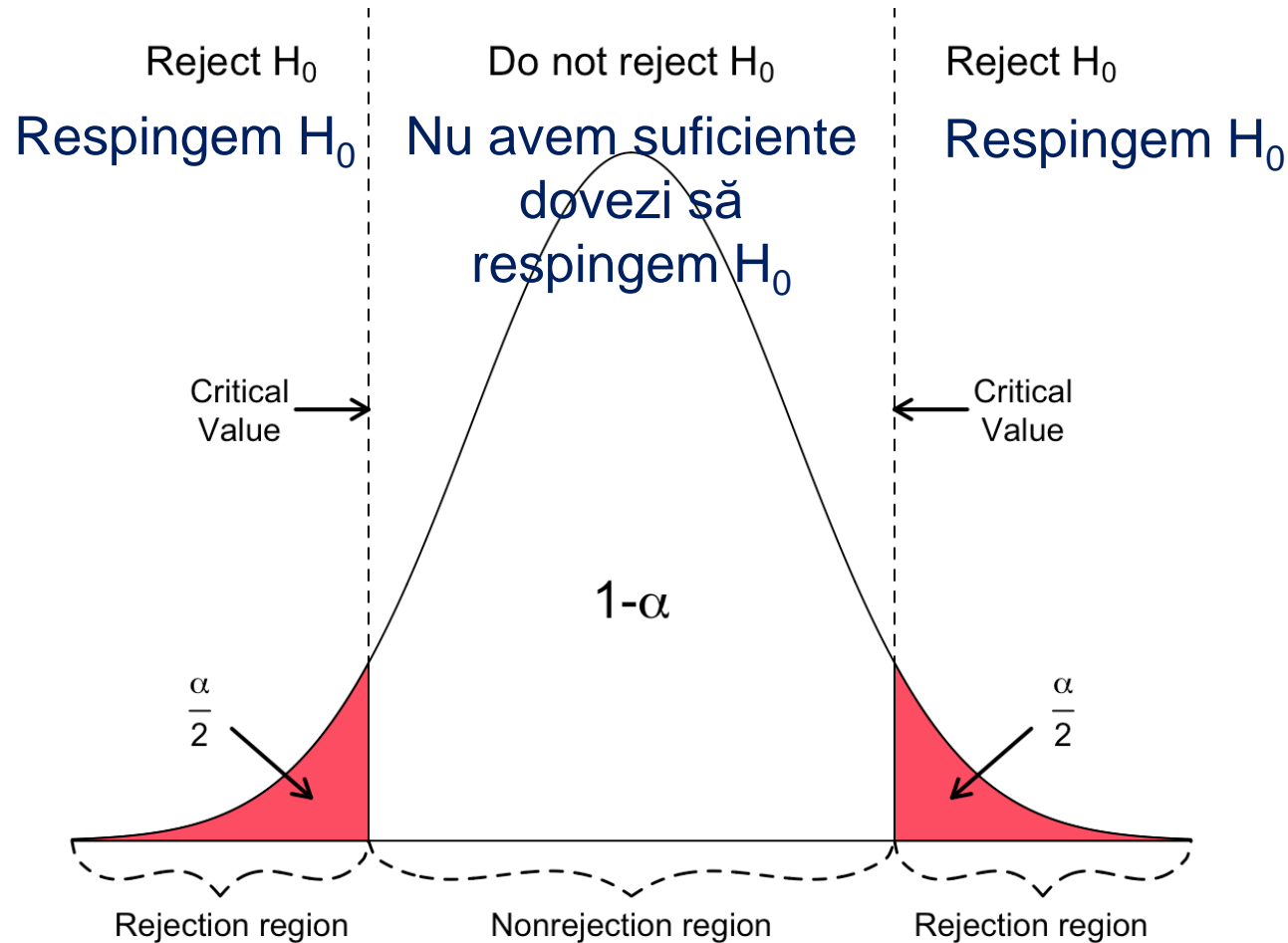
1. Modificările în direcția opusă sunt lipsite de sens
2. Modificările în direcția opusă nu sunt de interes
3. Nici o teorie nu prezice schimbarea în direcția opusă



# Test bilateral

Testul bilateral se folosește când:

1. Dorim să determinăm dacă există vreo diferență între grupuri
2. Nu știm în ce sens există diferențe





## Descriere

**A**

**Asumpții (condiții de aplicare a testului):** fiecare test statistic are asumptii specifice și este corect aplicat dacă acestea sunt îndeplinite

**Exemplu** de asumptii pentru teste pe **medii** în cazul **eșantioanelor independente**

- Independența:  $N$  (volumul populației)  $> 10 \cdot n$  (volumul eșantionului)
- Randomizare: eșantion randomizat & asignare aleatorie la tratament
- Variabila cantitativă de interes urmează o distribuție aproximativ normală pentru fiecare grup în parte

**N**

În funcție de variabila de interes & grupuri (dacă există).

- Cantitativă – teste pe medii (ex. testul Student, testul Z, testul ANOVA)
- Calitativă – teste pe frecvențe (ex. testul Hi-pătrat)

**T**

- Fiecare test are formula lui (vezi cursurile următoare)
- Pentru unele teste este necesar a identifica gradele de libertate pentru a putea interpreta rezultatul testului plecând de la statistica testului (ex. teste pe medii, teste pe frecvențe)

### O

- Valoarea  **$p$  NU** este probabilitatea ca  $H_0$  (ipoteza nulă) să fie falsă.
- O valoare mică a lui  **$p$  NU** înseamnă că există o probabilitate mică ca  $H_0$  (ipoteza nulă) să fie adevărată.
- Ipoteza de lucru **NU** poate fi inversată → pentru un  $p=0,02$  nu se poate spune că avem o șansă de 98% ca diferența să existe.
- Valoarea lui  **$p$  NU** este un indicator al validității ipotezei statistice.
- **$p$**  se utilizează doar pentru a evalua dacă decizia este semnificativă sau nu

### M

- **Regiunea critică:**
  - Dacă statistica testului aparține regiunii critice avem suficiente dovezi să respingem  $H_0$
  - Dacă statistica testului nu aparține regiunii critice, nu avem suficiente dovezi să respingem  $H_0$
- **Valoarea  $p$ :**
  - $p < \alpha$  (nivelul de semnificație, 5%) → avem suficiente evidențe să respingem  $H_0$  → rezultatul este semnificativ statistic
  - $p \geq \alpha$  → nu există suficiente dovezi pentru a respinge  $H_0$  → rezultatul nu este semnificativ statistic

## Descriere

### M

- Valoarea  $p$ : interpretare
  - $0,01 \leq p < 0,05 \rightarrow$  rezultatele sunt considerate semnificative **statistic**
  - $0,001 \leq p < 0,01 \rightarrow$  rezultatele sunt considerate înalt semnificative **statistic**
  - $p < 0,001 \rightarrow$  rezultatele sunt considerate foarte înalt semnificative **statistic**
  - $p \geq 0,05 \rightarrow$  rezultatele sunt considerate nesemnificative **statistic**
  - $0,05 \leq p < 0,1 \rightarrow$  se notează o oarecare tendință spre considerarea unei semnificații statistice

#### Decizia:

- Prin respingerea  $H_0$  (ipotezei nule) cercetătorul afirmă că rezultatele observate **NU** sunt datorate întâmplării (șansei)  $\rightarrow$  rezultat semnificativ statistic
- Când  $H_0$  nu este respinsă cercetătorul afirmă că diferențele observate sunt datorate întâmplării  $\rightarrow$  rezultatele nu sunt semnificative statistic

**ATENȚIE:** Statistica nu verifică adevărul, nu dovedește afirmațiile, ci doar ne arată cu o probabilitate oarecare **că rezultatele observate nu sunt datorate întâmplării**

### S

- Concluzia testului în contextul ipotezei

S. No	Parameters	Nebivolol	Atenolol	p-value
1	Before treatment	78.05±5.839	76.55±5.33	p>0.05
2	After treatment	63.53±3.86	59.0±3.271	—
3	Mean reduction in heart rate	14.51±4.69	17.55±5.06	p<0.05
4	p-Value	p<0.001	p<0.001	

## Descriere

**M**

- Deoarece  $P < 0,05 \rightarrow$  avem suficiente dovezi să respingem ipoteza nulă

**S**

- Nebivololul are efecte terapeutice semnificativ diferite comparativ cu Atenololul în reducerea medie a ritmului cardiac.
- Reducerea medie a ritmului cardiac este semnificativ statistic diferită la pacienții care primesc Atenolul comparativ cu cei care primesc Nebivolol.

# ERORI ...

Eroare de tip II (beta,  $\beta$ ): nu avem suficiente dovezi să respingem  $H_0$  atunci când  $H_1$  e adevărată

		(REALITATEA) $H_0$ este	
		Adevărată	Falsă
(MĂSURAREA / PERCEPȚIA) Decizia cu privire la $H_0$ (pe baza testului statistic)	$H_0$ nu este respinsă	Inferență corectă (adevărat negativ) (Probabilitatea = $1-\alpha$ )	Eroare de tip II (fals negativ) (Probabilitatea = $\beta$ )
	$H_0$ este respinsă	Eroare de tip I (fals pozitiv) (Probabilitatea = $\alpha$ )	Inferență corectă (adevărat pozitiv) (Probabilitatea = $1-\beta$ )

Eroare de tip I (alpha,  $\alpha$ ): respingem  $H_0$  atunci când aceasta este adevărată

$\beta$  (beta) = puterea

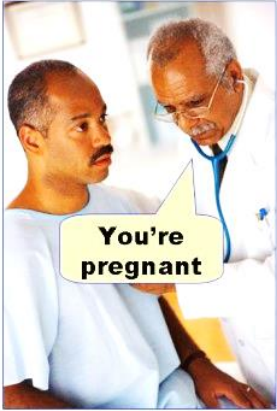
$\alpha$  (alpha) = nivel (prag) de semnificație

# Eroarea de tip I vs. Eroarea de tip II

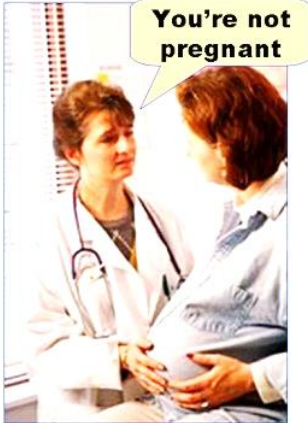
	Eroarea de tip I	Eroarea de tip II
Definiție	Eroarea cauzată de respingerea $H_0$ atunci când $H_0$ este adevărată	Apare când $H_0$ nu este respinsă atunci când $H_0$ este falsă
Termen alternativ	Fals pozitiv	Fals negativ
Simbol	$\alpha$	$\beta$
Probabilitate	Probabilitatea unei erori de tip I este egală cu nivelul (pragul) de semnificație	Probabilitatea unei erori de tip II este egală cu $1 - \text{puterea testului}$
Cum o reducem?	Scădem nivelul de semnificație.	Creștem nivelul de semnificație. Creștem volumul eșantionului.
Cauza	Șansă	Dimensiunea mică a eșantionului sau un test cu putere mică
Ipoteze statistice	Asociată cu respingerea $H_0$	Asociată cu respingerea $H_1$

# Erori ...

**Type I error**  
(false positive)



**Type II error**  
(false negative)



$\alpha$  mic  
( $0,01 < \alpha < 0,05$ )

Evităm eroarea de  
tip I (FP)

$\beta$  mic ( $0,05 < \beta < 0,20$ ) /  
Creștem  $n$

evităm eroarea de  
Tip II (FN)

**True positive**



**True negative**



**False positive**  
(Type I error)



**False negative**  
(Type II error)



Puterea studiului  
( $1 - \beta$ ) = 80%

Probabilitatea de a evita o  
eroare de tip II  
(risc mic al erorii de tip II)

# TESTAREA DISTRIBUȚIEI NORMALE A DATELOR

## VARIABLE CANTITATIVE

Este distribuția datelor semnificativ diferită de distribuția teoretică normală?



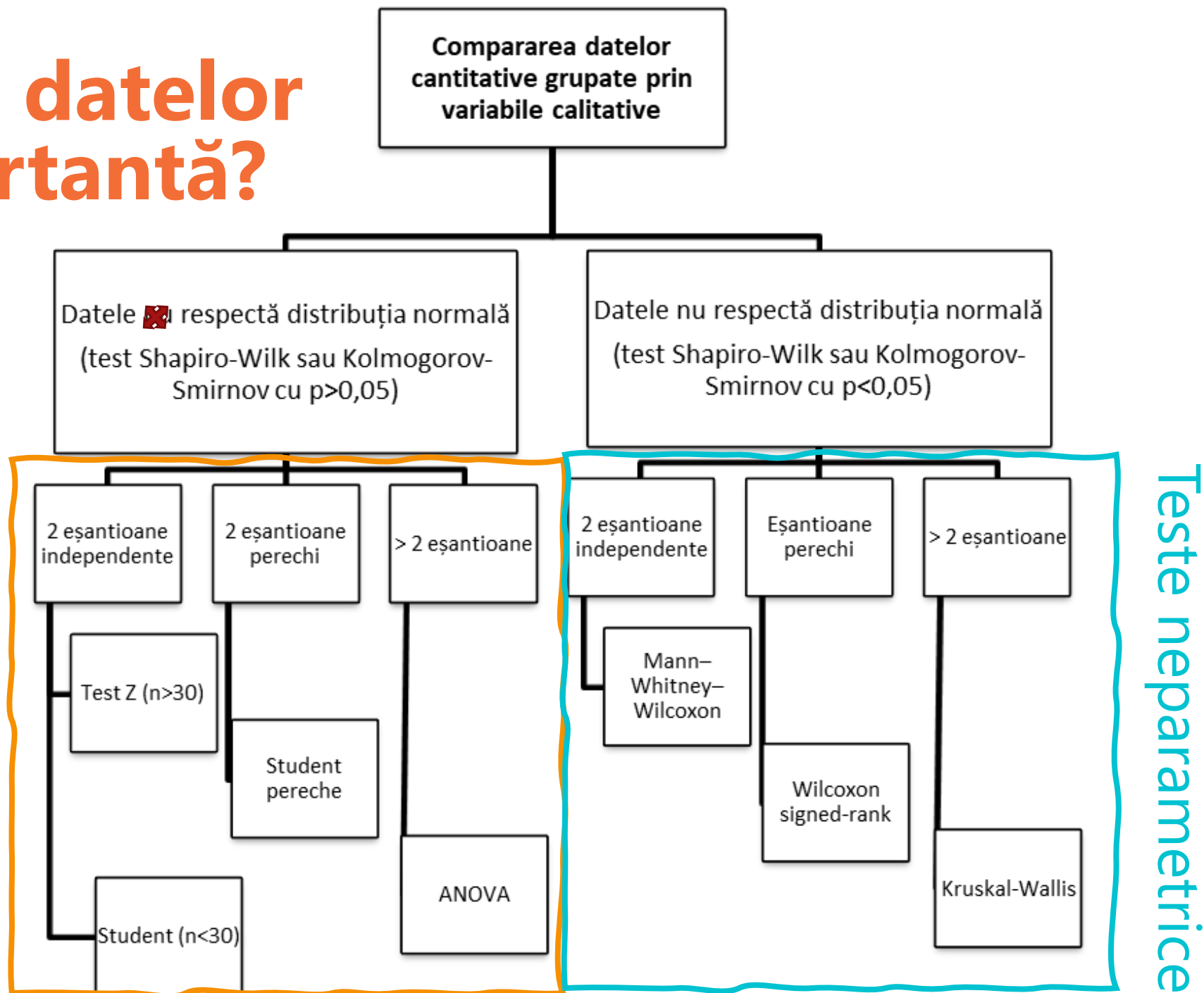


# Normalitatea datelor

## De ce e importantă?

Medii ale valorilor

Teste parametrice



# Indicatori descriptive



Media, mediana și  
modului au valori  
apropiate

...



Asimetria are valoare  
în intervalul  $[-1, 1]$

...



Boltirea are valoare  
în intervalul  $[-1; +1]$

...

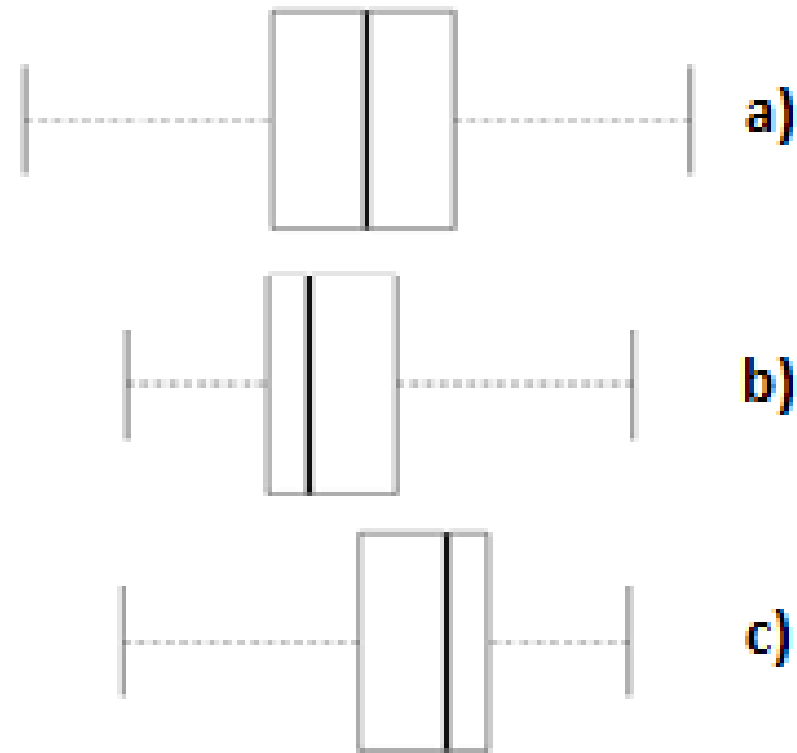
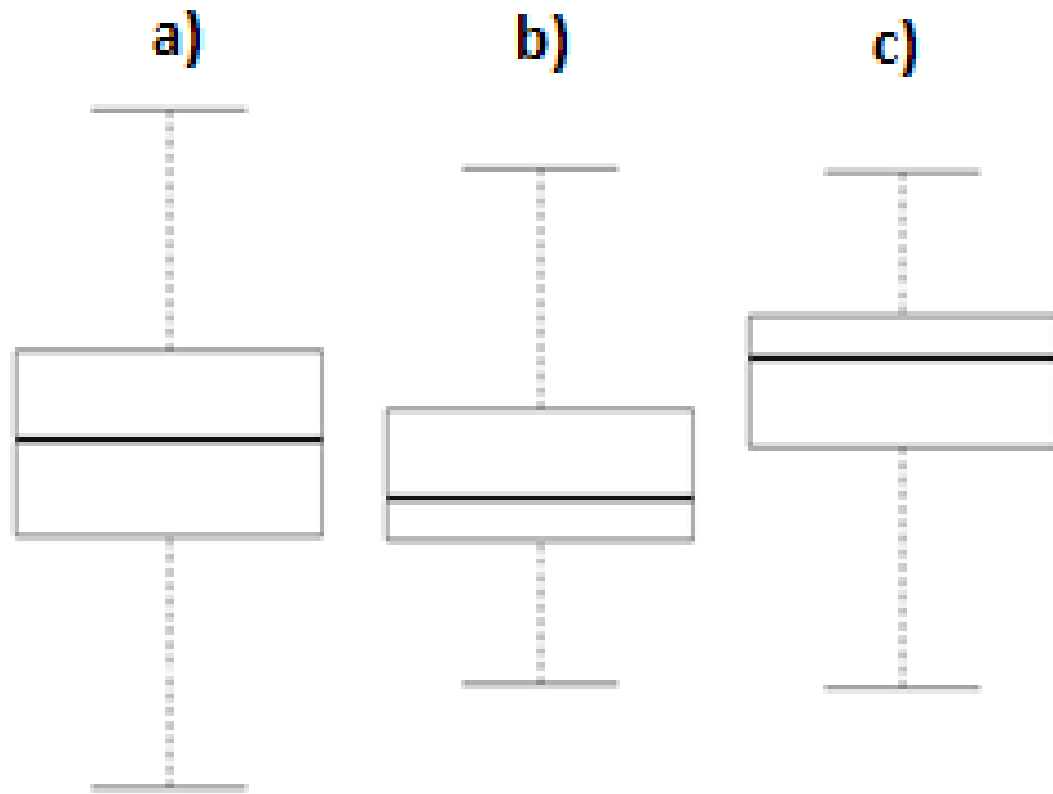


$(Q2-Q1) \approx (Q3-Q2)$

...



# Reprezentări grafice



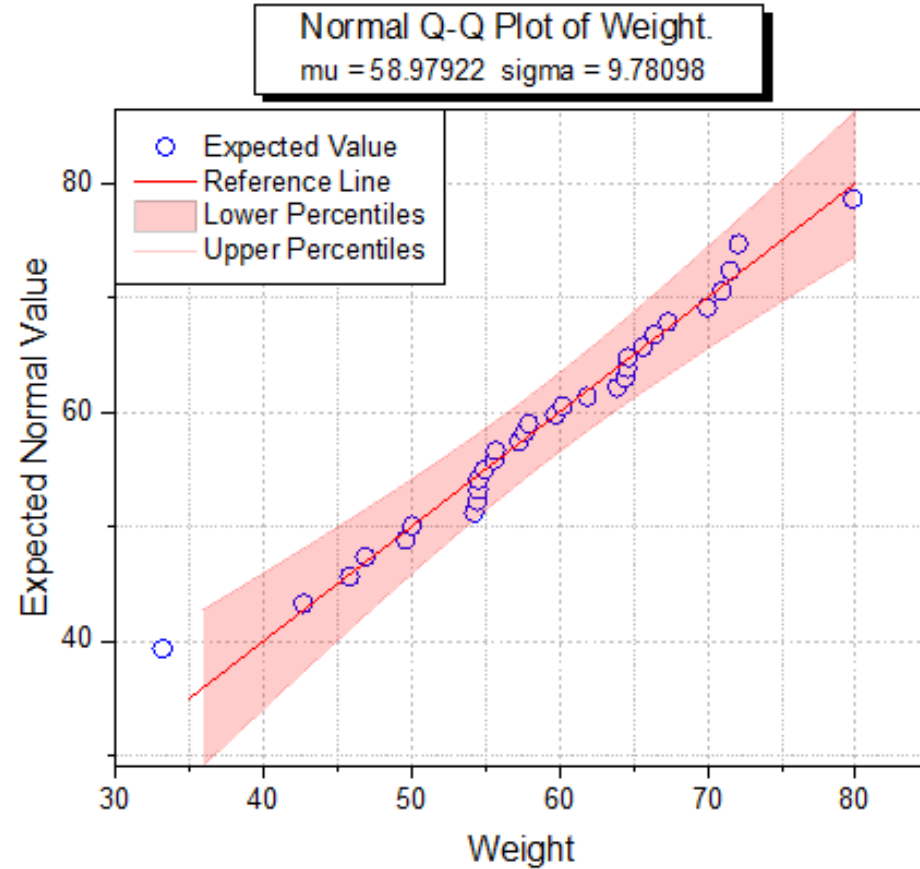
# Reprezentări grafice

sugerează asimetrie la dreapta  
asimetrie  $> 0$   
Modulul  $<$  Mediana  $<$  Media

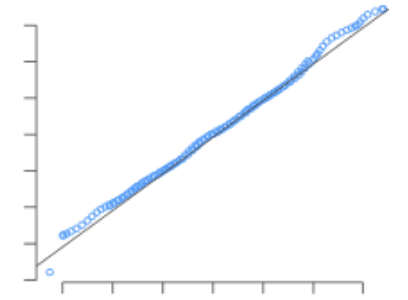
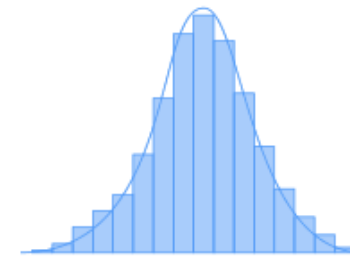
sugerează asimetrie la stânga  
asimetrie  $< 0$   
Modulul  $<$  Mediana  $<$  Media



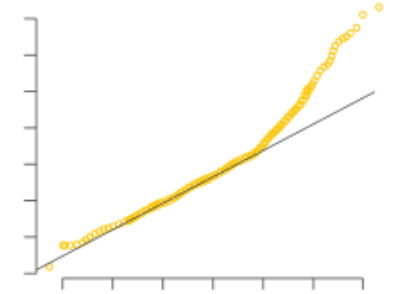
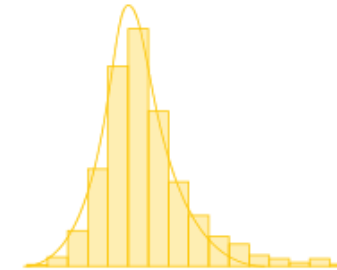
# Reprezentări grafice



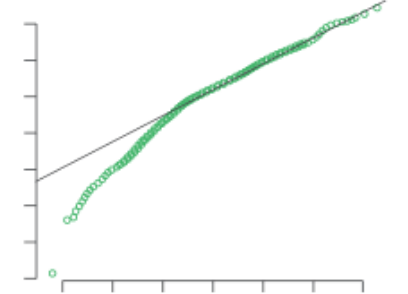
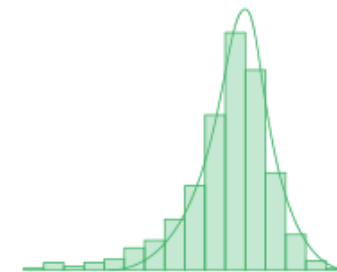
Normally distributed data



Right-skewed data



Left-skewed data



<https://www.originlab.com/doc/Tutorials/Q-Q-Plot>

<https://www.learnbyexample.org/r-quantile-quantile-qq-plot-base-graph/>

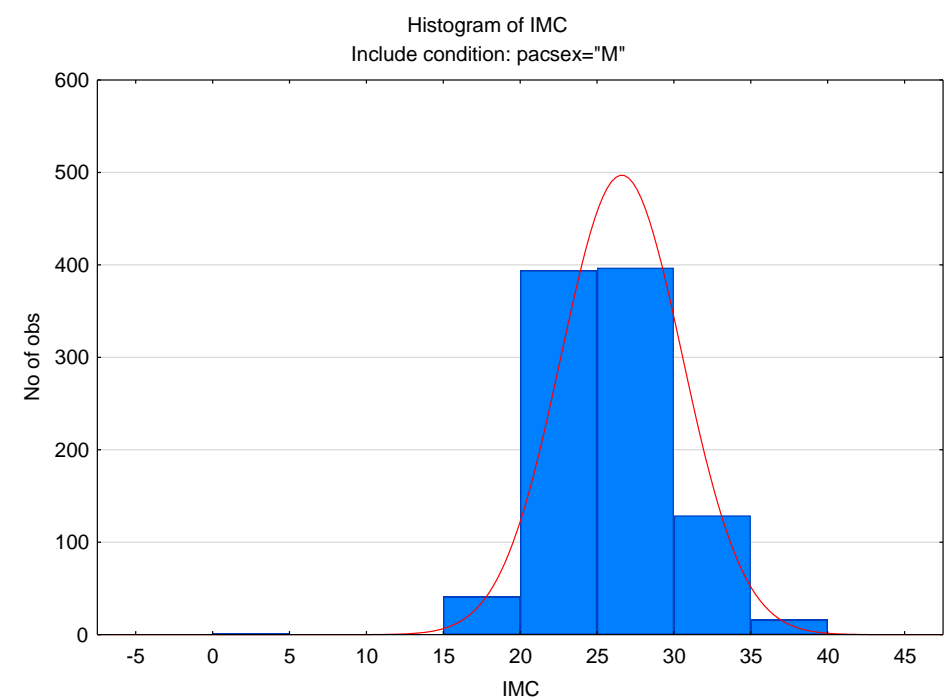
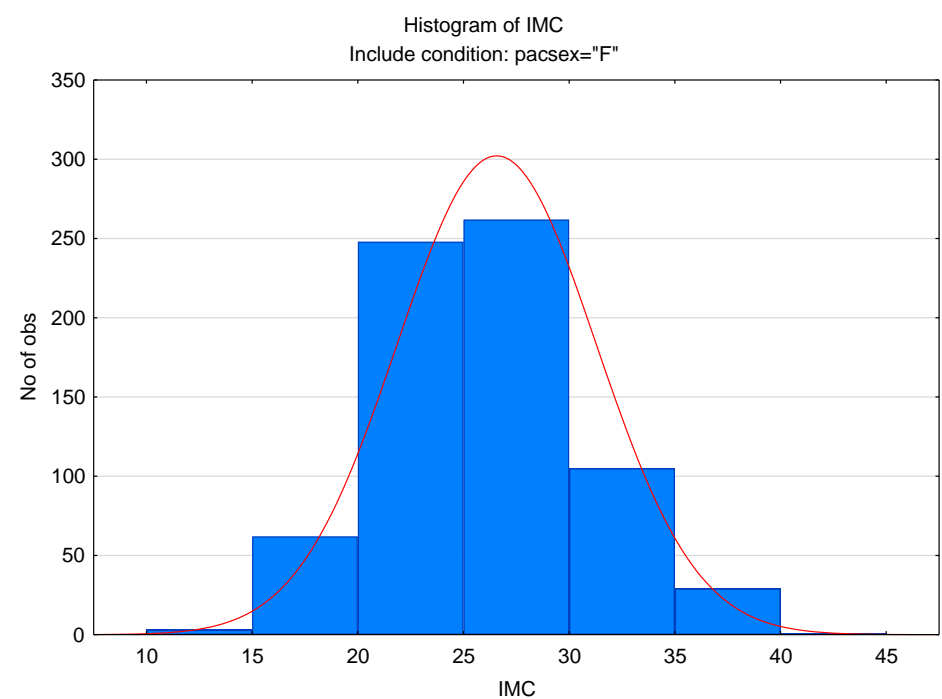
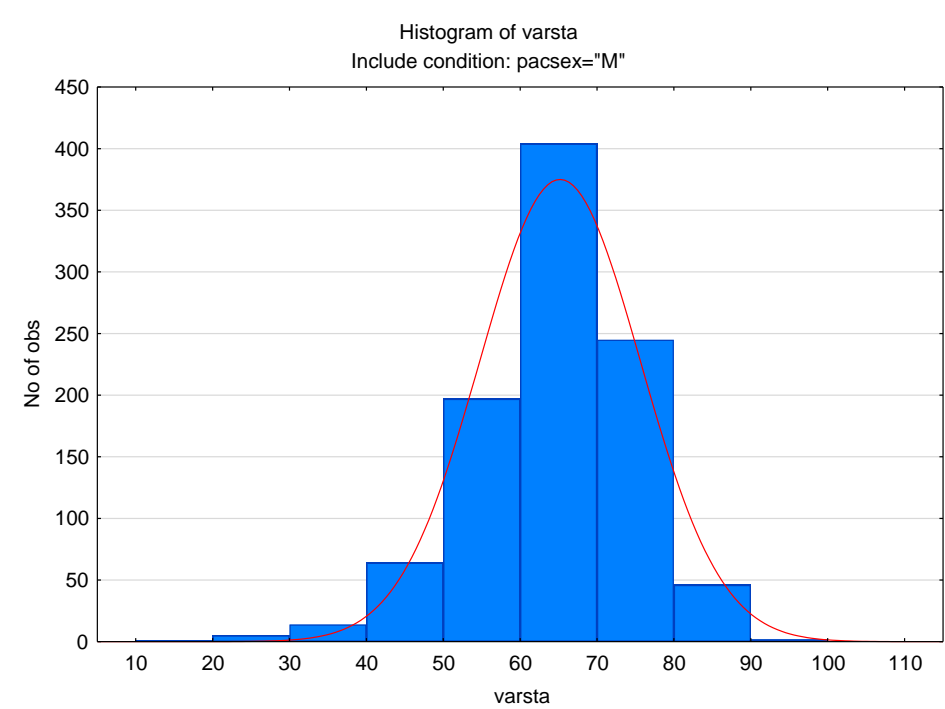
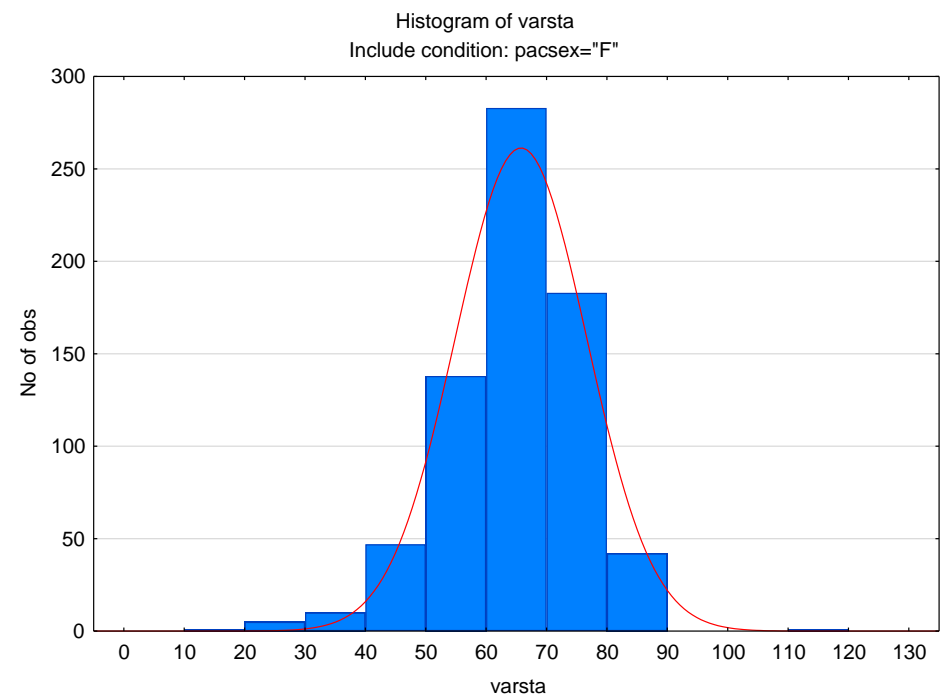
# Exemplu ... date reale

## Pacienți cu cancer colorectal

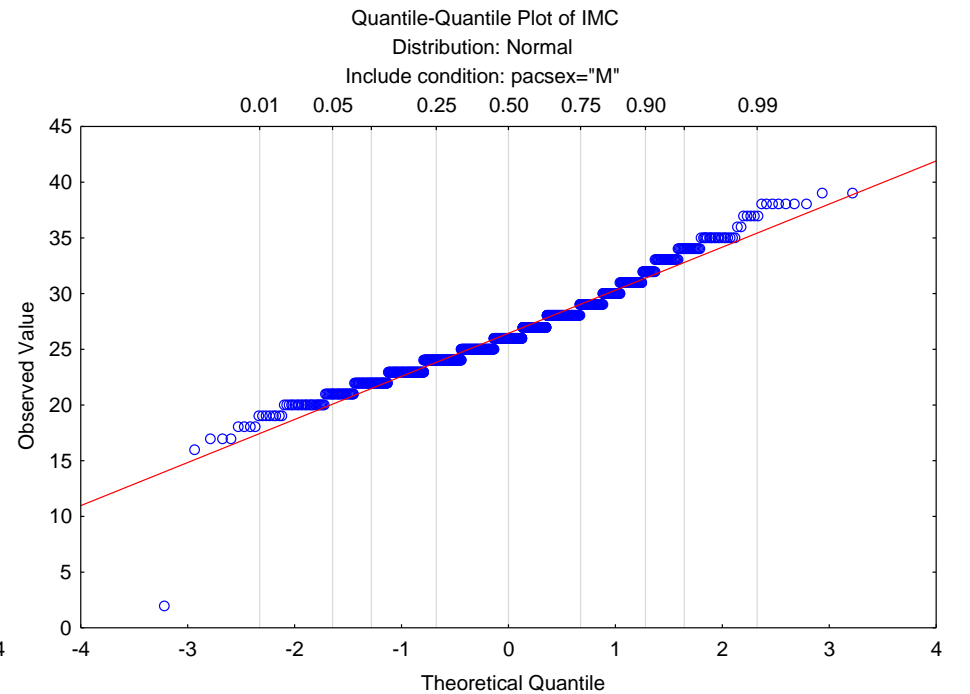
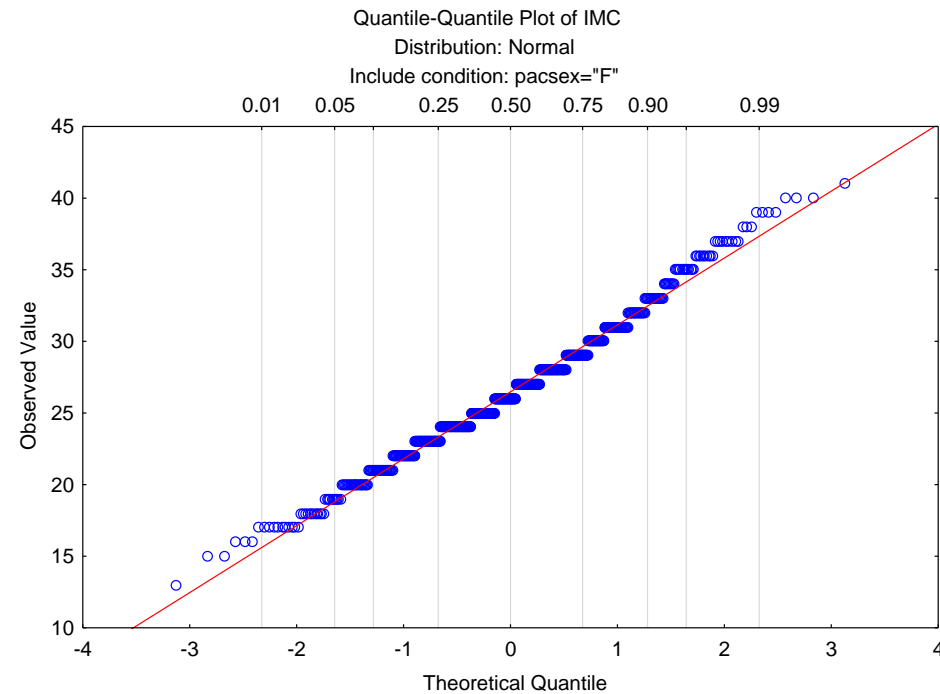
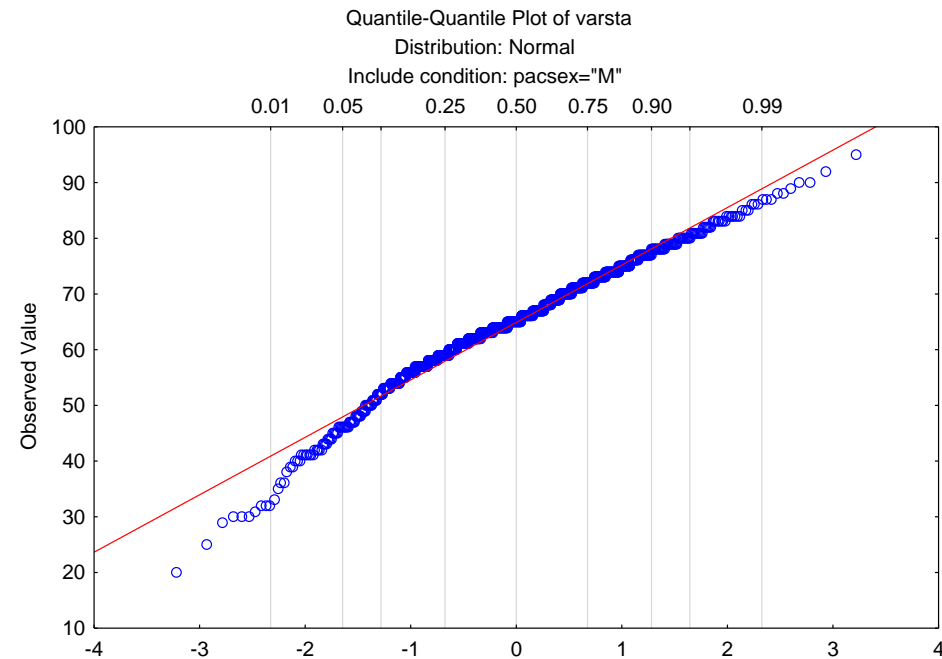
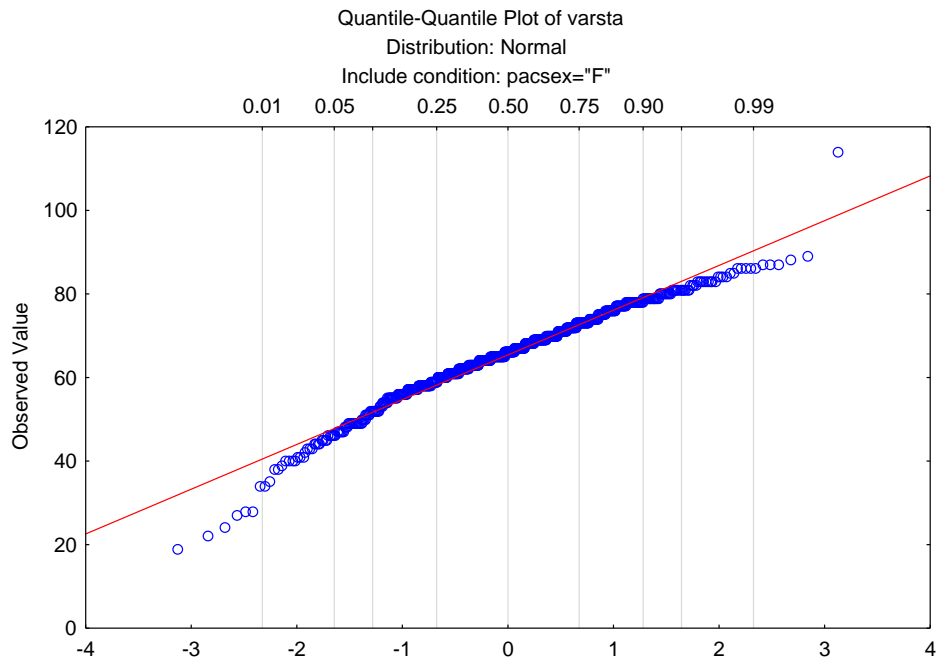
F	CE?	VÂRSTA (ani)	IMC (kg/m <sup>2</sup> )
	media	65	26
	mediana	66	26
	modulul	65	24
	asimetria	-0.56	0.3
	boltirea	1.54	0.11
	(Q2-Q1)	7	3
	(Q3-Q2)	7	3
	n	710	710

M	CE?	VÂRSTA (ani)	IMC (kg/m <sup>2</sup> )
	media	65	26
	mediana	65	26
	modulul	64	25
	asimetria	-0.57	0.27
	boltirea	1.02	1.61
	(Q2-Q1)	6	2
	(Q3-Q2)	7	3
	n	978	978

# Exemplu ... date reale

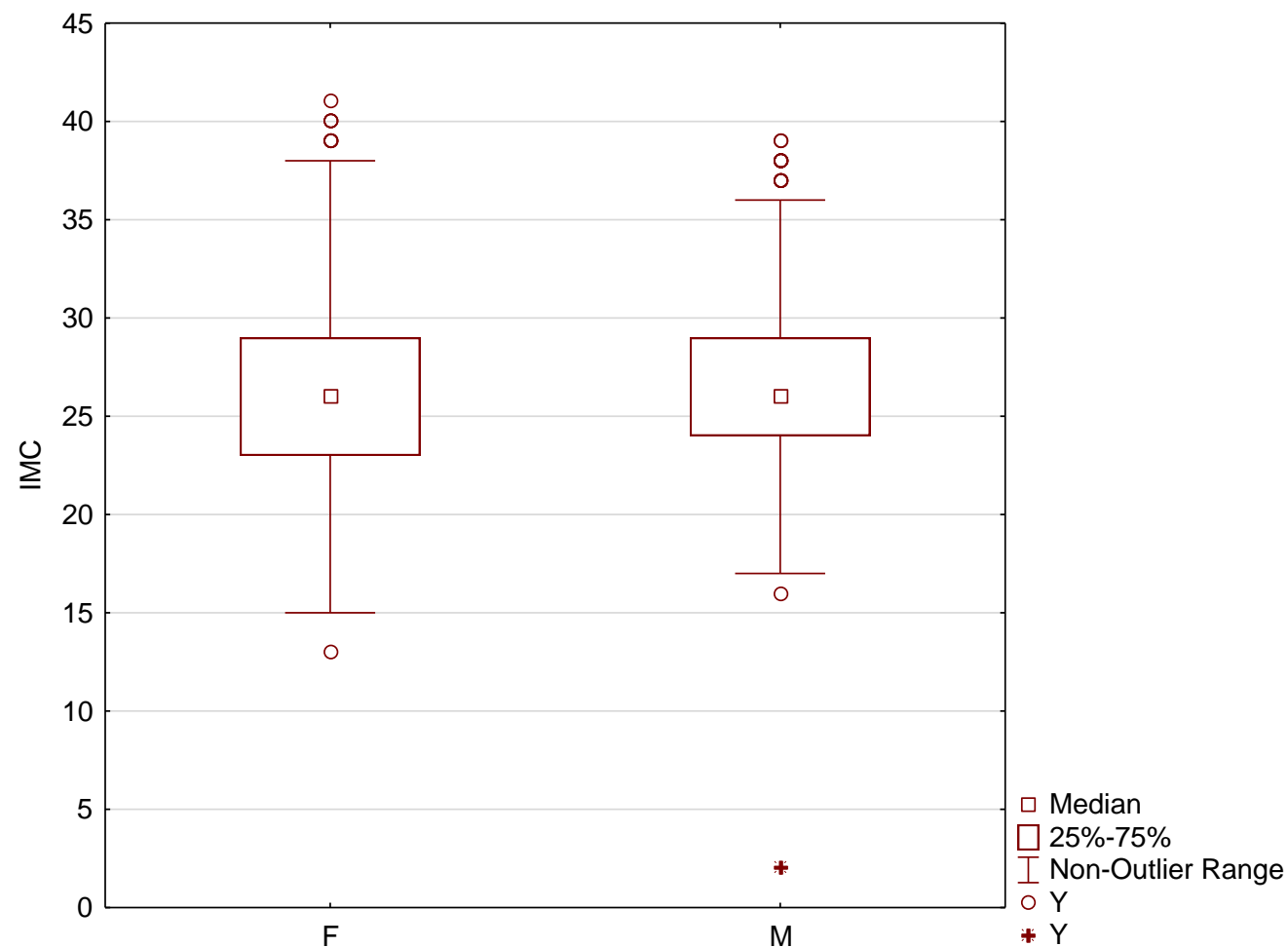
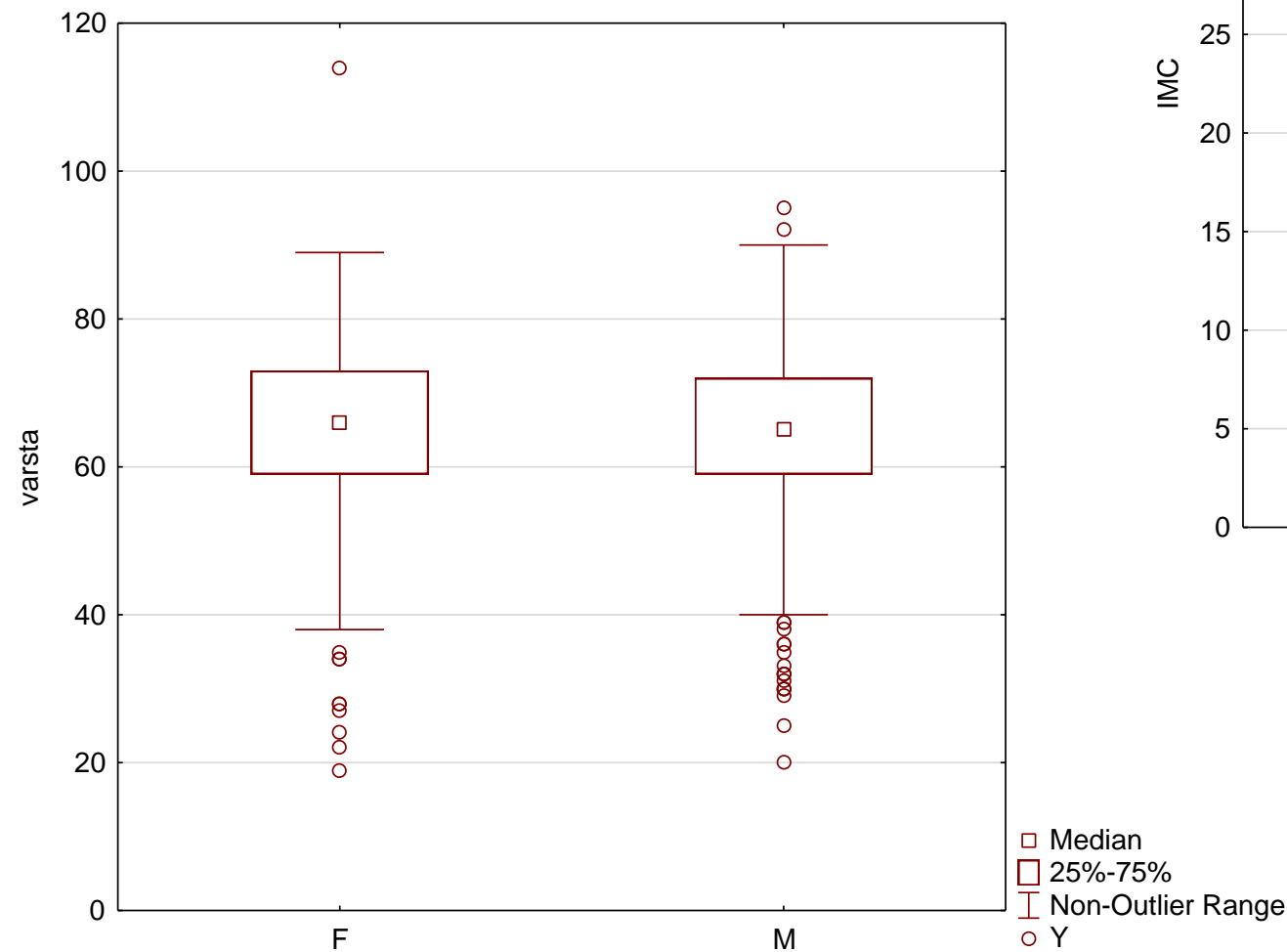


# Exemplu ... date reale





# Exemplu ... date reale



# Testarea ipotezelor: Teste de normalitate

	Mai puțin conservativ	Conservativ (mai puțin probabil să respingă $H_0$ )
Eșantion mic (5-50)	<b>Shapiro-Wilk</b>	<b>Kolmogorov-Smirnov</b>
Eșantion mediu sau mare ( $> 50$ )	<b>Shapiro-Wilk</b>	Chi-Square Goodness-of-Fit

Ipoteze (*IMC-ul și Sex*): IMC (variabila de interes), Sex (variabila de grupare)

- $H_0$ : Distribuția IMC-ului la femei **nu** este semnificativ diferită de distribuția teoretică normal
- $H_1$ : Distribuția IMC-ului la femei este semnificativ diferită de distribuția teoretică normal

# Testarea ipotezelor: Teste de normalitate

Decizia – valoarea p	Interpretare
$P < \alpha$ ( $\alpha=0,05$ )	Avem suficiente dovezi să respingem $H_0 \rightarrow$ datele au o distribuție semnificativ diferită de distribuția teoretică normală
$P > \alpha$ ( $\alpha=0,05$ )	Nu avem suficiente dovezi să respingem $H_0 \rightarrow$ datele nu au o distribuție semnificativ diferită de distribuția teoretică normală

Ipoteze (*IMC-ul și Sex*): IMC (variabila de interes), Sex (variabila de grupare)

- $H_0$ : Distribuția IMC-ului la femei **nu** este semnificativ diferită de distribuția teoretică normală
- $H_1$ : Distribuția IMC-ului la femei este semnificativ diferită de distribuția teoretică normală

Tests of Normality (DateCurs-Inferente) Include condition: pacsex="F"					
Variable	N	max D	K-S p	Lilliefors p	Testul Shapiro-Wilk W      p
varsta	710	0.058674	p < .05	p < .01	0.974097      0.000000
IMC	710	0.071112	p < .01	p < .01	0.989025      0.000037

Tests of Normality (DateCurs-Inferente) Include condition: pacsex="M"					
Variable	N	max D	K-S p	Lilliefors p	W      p
varsta	978	0.066780	p < .01	p < .01	0.979459      0.000000
IMC	978	0.096543	p < .01	p < .01	0.968657      0.000000

Statistica testului

Valoarea p

P < 0,05 → Avem suficiente dovezi să respingem H<sub>0</sub> → Datele au o distribuție semnificativ diferită de distribuția teoretică normală!

AVERAGE=65

MEDIAN=66

MODE=65

AVERAGE=26

MEDIAN=26

MODE=24

AVERAGE=65

MEDIAN=65

MODE=64

AVERAGE=26

MEDIAN=26

MODE=25

SKEW=-0.56

KURT=1.54

SKEW=0.3

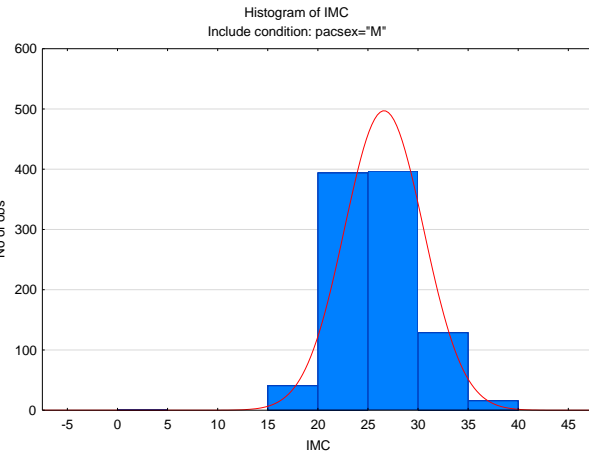
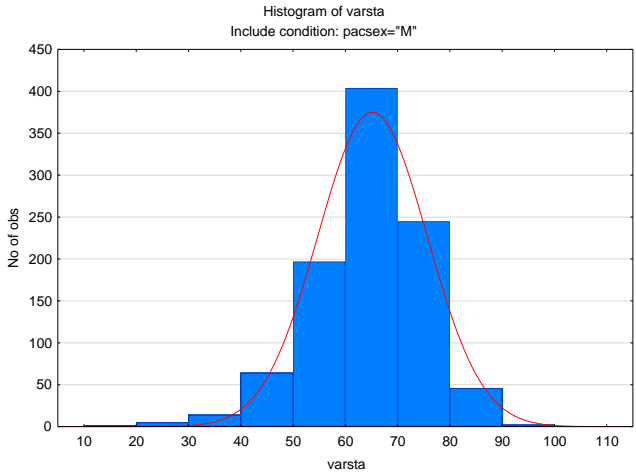
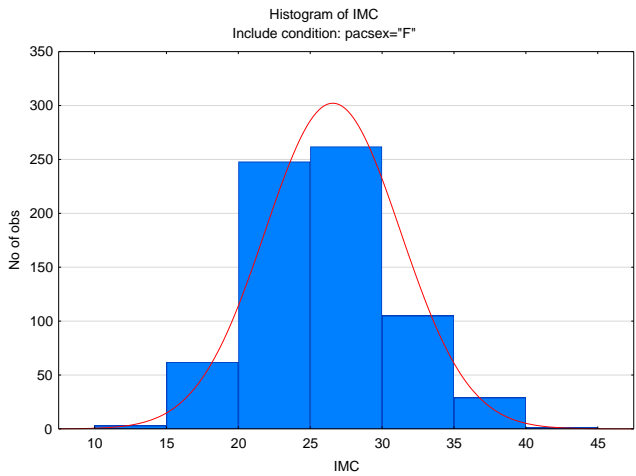
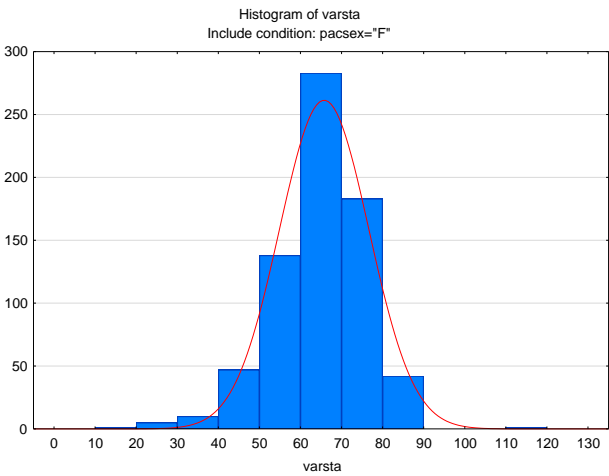
KURT=0.11

SKEW=-0.57

KURT=1.02

SKEW=0.27

KURT=1.61



# **TESTAREA IPOTEZELOR vs. INTERVALUL DE ÎNCREDERE**



# PANIC: pași de calculare a intervalului de încredere



Confidence Interval: **PANIC**

**P**arameter

**A**ssumptions

**N**ame the interval

**I**nterval

**C**onclusion in context

**P** - **P**arameter: parametrul

**A** - **A**ssumptions: asumptii sau condiții de aplicare

**N** - **N**ame the interval: denumirea intervalului

**I** - find your **I**nterval: calcularea intervalului

**C** - **C**onclusion: concluzia

# PHANTOMS vs. PANIC

CE?	VALOAREA P	INTERVALUL DE ÎNCREDERE
<b>Decizia</b>	Binar: respingem sau nu respingem $H_0$ Nivel de semnificație ( $\alpha=0,05$ ) stabilit <i>a priori</i> (în prealabil)	Un interval de valori care include <b>parametrul</b> adevărat al populației cu o probabilitate definită în prealabil Nivel de încredere stabilit a priori (ex. 95%) este în legătură directă cu nivelul de semnificație ( $\alpha=5\%$ )
<b>Semnificația</b>	Statistică	Statistică Relevanța clinică
<b>Efectul</b>	Nu se aplică	Direcția și puterea efectului

# PHANTOMS vs. PANIC

CE?	VALOAREA P	INTERVALUL DE ÎNCREDERE
<b>Depinde de</b>	Magnitudinea asocierii factor-rezultat și precizia estimării (talie eșantionului) Erori și factori de confuzie	Precizia statistică (talie eșantionului și marginile de eroare)
<b>Utilizat</b>	Atunci când este de interes o comparație strictă a unei ipoteze la un nivel de semnificație predefinit	Pentru a descrie magnitudinea efectului sau Când dorim să descriem un singur grup



# PHANTOMS vs. PANIC

Diagn Res

Effect of nebivolol and atenolol on Heart rate

S. No	Parameters	Nebivolol	Atenolol	p-value
1	Before treatment	78.05±5.839	76.55±5.33	p>0.05
2	After treatment	63.53±3.86	59.0±3.271	—
3	Mean reduction in heart rate	14.51±4.69	17.55±5.06	p<0.05
4	p-Value	p<0.001	p<0.001	

Întrebarea clinică la care dorim răspuns:

**Este Nebivolul eficient în reducerea ritmului cardiac?**

# PHANTOMS vs. PANIC

CE?	TESTAREA IPOTEZELOR	INTERVALUL DE ÎNCREDERE
<b>P</b>	Media reducerii ritmului cardiac	Media reducerii ritmului cardiac
<b>H</b>	$H_0$ : Media reducerii ritmului cardiac nu e semnificativ diferită de zero. ( $\mu = 0$ ) $H_1$ : Media reducerii ritmului cardiac e semnificativ diferită de zero. ( $\mu \neq 0$ )	-
<b>A</b>	Diferența dintre ritmul cardiac înainte și după inițierea tratamentului cu Nebivolol urmează distribuția normală	Diferența dintre ritmul cardiac înainte și după inițierea tratamentului cu Nebivolol urmează distribuția normală
<b>N</b>	Test Student pentru eșantioane perechi	Media diferenței pentru eșantioane dependente

# PHANTOMS vs. PANIC

CE? TESTAREA IPOTEZELOR

**T / I**  $(\bar{X}_1 - \bar{X}_2) \pm t_{n_1+n_2-2;0,05} \sqrt{\frac{(n_1-1)s_1^2 + (n_2-1)s_2^2}{n_1+n_2-2}}$

**O**  $P < 0,05$

**M** Avem suficiente dovezi să respingem  $H_0$ .

**S / C** Media reducerii ritmului cardiac (după inițierea tratamentului cu Nebivolol) e semnificativ diferită de zero.

INTERVALUL DE ÎNCREDERE

$$14,51 \pm 1,96 * 4,69 / \sqrt{39}$$

$$[13,04 - 15,98]$$

$$\bar{X}_d \pm Z_{\alpha} \frac{S_d}{\sqrt{n}}$$

	A	B	C	D
1				
2		diferența		
3		medie	14.51	
4		stdev	4.69	
5		n	39	
6		Z <sub>0.05</sub>	1.96	
7				
8		IC95%		
9		limita inferioară	13.04	=C3-C6*(C4/SQRT(C5))
10		limita superioară	15.98	=C3+C6*(C4/SQRT(C5))

Valoare zero nu este în intervalul de încredere al mediei diferenței deci reducerea medie a ritmului cardiac la pacienții tratați cu Nebivolol este semnificativă statistic.

Ne așteptăm ca riscul cardiac în populația tratată cu Nebivolol să scadă cu 13 până la 15 bătăi/minut

# SEMNIIFICAȚIA STATISTICĂ VS. RELEVANȚA CLINICĂ

**Semnificația statistică** arată probabilitatea ca rezultatul unui studiu să fie datorat întâmplării → diferența observată în eșantion există și în populație.

**Relevanța clinică** se referă la magnitudinea clinică a efectului și reflectarea acesteia în practica medicală curentă.



# Semnificația statistică vs. relevanța clinică

Rezultatele unui studiu pot fi:

Nesemnificative  
statistic și fără  
relevanță clinică

Semnificative  
statistic dar fără  
relevanță clinică

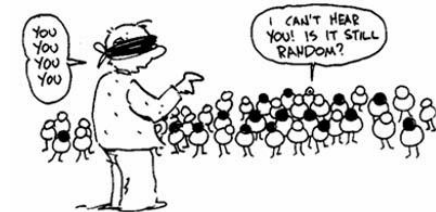
Semnificative  
statistic și  
relevante clinic

Nesemnificative  
statistic dar  
relevante clinic

poate să apară când talia eșantionului este mare și o diferență mică este semnificativă statistic. Un tratament semnificativ statistic comparativ cu un tratament alternativ nu înseamnă neapărat că diferențele observate sunt importante din punct de vedere clinic sau că sunt relevante pentru pacient.

apare atunci când puterea studiului este mică și diferențe mici între grupuri nu sunt clasificate ca semnificative statistic.

# IMPORTANT



Structură generală de urmat  
în testarea ipotezelor  
statistice este aceeași  
indiferent de testul care se  
dorește a fi aplicat.

Testele statistice nu verifică  
valoarea de adevăr.

Un test semnificativ nu ne  
indică altceva decât că există  
o diferență semnificativă  
statistic la nivelul  
parametrilor populației.

Orice  $p$  al unui test statistic  
trebuie însoțit de o  
interpretare medicală  
(relevanța clinică).

Calitatea concluziei medicale  
este dată de:

- Pertinența ipotezei testate
- Dimensiunea efectului evidențiat
- Corectitudinea efectuării studiului

Alegerea testului statistic se  
face în funcție de ipoteza de  
cercetare și tipul variabilei de  
tip răspuns (interes).