

LIBRIS

Conf. dr. ing. TUDOR CĂTĂLIN APOSTOLESCU

We know
books

STATISTICĂ MEDICALĂ



EDITURA UNIVERSITARĂ
București

CUPRINS

PREFAȚĂ	9
INTRODUCERE	11
CAPITOLUL 1. ROLUL ȘI IMPORTANȚA STATISTICII ÎN MEDICINĂ.....	13
1.1. Noțiuni de bază: populație, eșantion, variabile.....	19
1.2. Tipuri de date în medicină și prezentarea lor.....	20
1.3. Exemple medicale aplicative	22
CAPITOLUL 2. COLECTAREA, ORGANIZAREA ȘI PREZENTAREA DATELOR MEDICALE.....	25
2.1. Colectarea și codificarea datelor medicale	26
2.2. Tabele de frecvență și serii statistice	29
2.3. Reprezentări grafice: tipuri și reguli de bună practică.....	32
2.4. Utilizarea Excel și SPSS pentru prezentarea datelor	35
CAPITOLUL 3. MĂSURI DE TENDINȚĂ CENTRALĂ ȘI DE VARIABILITATE	42
3.1. Conceptul de tendință centrală.....	43
3.2. Măsuri de tendință centrală: media, mediana, modulul.....	45
3.3. Măsuri de variabilitate: amplitudinea, varianța, deviația standard, coeficientul de variație	49
3.4. Interpretarea clinică a variabilității și exemple medicale	53
CAPITOLUL 4. DISTRIBUȚII STATISTICE ÎN MEDICINĂ	60
4.1. Corelația și regresia în statistica medicală.....	67
4.2. Conceptul de corelație	68
4.3. Tipuri de corelație și interpretarea lor în context medical	71
4.4. Coeficientul de corelație (Pearson și Spearman).....	74
4.5. Regresia liniară simplă – concept și interpretare.....	78
4.6. Exemple medicale de corelație și regresie.....	81

CAPITOLUL 5. ELEMENTE DE PROBABILITATE ȘI DISTRIBUȚII STATISTICE ÎN MEDICINĂ	87
5.1. Noțiunea de probabilitate în context medical	87
5.2. Reguli fundamentale ale probabilității.....	92
5.3. Probabilitatea condiționată și teorema lui Bayes.....	95
5.4. Probabilitatea condiționată și teorema lui Bayes.....	96
5.5. Distribuțiile statistice în medicină	100
5.6. Exemple medicale aplicate	104
CAPITOLUL 6. INTRODUCERE ÎN INFERENȚA STATISTICĂ MEDICALĂ.....	112
6.1. Conceptul de inferență statistică.....	114
6.2. Erori statistice	117
6.3. Semnificația statistică și valoarea p (p-value)	121
6.4. Testarea ipotezelor statistice.....	124
6.5. Alegerea testului statistic potrivit	132
APLICAȚII	141
BIBLIOGRAFIE SELECTIVĂ	162

CAPITOLUL 1

ROLUL ȘI IMPORTANȚA STATISTICII ÎN MEDICINĂ

Notă de reflecție

În prima întâlnire de curs, se va insista pe ideea că statistica medicală este limbajul **medicinii moderne**.

Ea ajută medicul să înțeleagă variațiile biologice, să evalueze tratamente și să decidă pe baza dovezilor.

Iată un exercițiu introductiv pe care îl consider potrivit:

A. „De ce doi pacienți cu același tratament pot avea evoluții diferite?”

B. Discuția conduce natural la necesitatea măsurării și analizării variației

1. Rolul statisticii în medicină

Statistica medicală este știința care permite medicului să **interpreteze corect datele** obținute în practica clinică, cercetare sau sănătate publică.

Ea transformă informația brută (numere, rezultate, observații) în **concluzii logice și bazate pe dovezi**.

Medicina modernă nu se mai bazează doar pe intuiție sau experiență individuală, ci pe rezultate măsurabile, validate statistic.

Statistica medicală ajută la:

- a. descrierea fenomenelor biologice și clinice,
- b. analiza relațiilor dintre variabile,
- c. testarea ipotezelor,
- d. estimarea riscurilor,
- e. luarea deciziilor terapeutice bazate pe date reale.

2. Definiția statisticii medicale

Statistica medicală este ramura biostatisticii care se ocupă cu aplicarea metodelor statistice la problemele din domeniul sănătății, medicinei și cercetării biomedicale. Ea cuprinde două mari domenii:

1. **Statistica descriptivă** – colectează, sintetizează și prezintă datele.
2. **Statistica inferențială** – permite tragerea de concluzii despre o populație, pornind de la un eșantion.

3. Tipuri de date în statistică medicală

Tip de date	Descriere	Exemplu
Calitative (catoriale)	Exprimă o caracteristică, nu o valoare numerică	Sex (M/F), grupa sanguină, diagnosticul
Cantitative (numerice)	Exprimă o măsură numerică	Vârstă, greutate, tensiune arterială
Discontinue	Valori întregi, finite	Număr de copii, număr de internări
Continue	Orice valoare într-un interval	Glicemie, tensiune, greutate corporală

În funcție de tipul datelor, se aleg metodele de analiză statistică potrivite.

Notă

Este esențial ca studenții să înțeleagă tipul de variabilă înainte de a aplica orice metodă statistică.

1. *Date calitative nominale*: nu au ordine între valori (ex.: sex, grupa sanguină).
2. *Date calitative ordinale*: au o ordine, dar nu o distanță numerică (ex.: stadiul bolii I–IV).
3. *Date cantitative discrete*: valori întregi (ex.: număr de internări).
4. *Date cantitative continue*: orice valoare într-un interval (ex.: greutate, glicemie).

Recomandare pentru aplicații: studenții sunt rugați să clasifice 10 exemple medicale în aceste 4 categorii.

4. Etapele cercetării statistice medicale

Definirea problemei medicale – Ce vrem să studiem?

Colectarea datelor – Prin observație, anchetă, fișe clinice, registre, laboratoare.

Prelucrarea și ordonarea datelor – Tabele, diagrame, grafice.

Analiza statistică – Calculul indicatorilor, testarea ipotezelor, interpretarea.

Concluzii și interpretare clinică – Se trage o concluzie utilă pentru practica medicală.

Exemplu practic: Într-un studiu despre hipertensiunea arterială, medicul:

- a. definește problema („care este prevalența hipertensiunii la pacienții de peste 40 ani?”),
- b. colectează datele (fișe medicale, interviuri, tensiometre calibrate),
- c. ordonează informațiile în tabele,
- d. calculează media și deviația standard,
- e. trage concluzii (prevalența este de 32%).

5. Obiectivele statisticii medicale

1. Stabilirea valorilor normale ale parametrilor biologici.
2. Compararea eficienței tratamentelor.
3. Evaluarea factorilor de risc.
4. Monitorizarea incidenței și prevalenței bolilor.
5. Determinarea cauzelor mortalității și morbidității.
6. Asigurarea calității și eficienței serviciilor medicale.

6. Exemple de utilizare practică

- Compararea tensiunii arteriale la bărbați și femei.
- Determinarea frecvenței hipertensiunii într-o populație urbană.
- Calculul riscului de infarct la pacienții fumători vs. nefumători.
- Evaluarea efectului unui medicament asupra colesterolului.

7. Noțiuni fundamentale

Termen	Definiție	Exemplu
Unitate statistică	Elementul observat în studiu	Un pacient
Populație statistică	Totalitatea unităților observate	Toți pacienții cu hipertensiune
Eșantion	Subgrup reprezentativ al populației	100 de pacienți selectați aleator
Variabilă	Caracteristica măsurată	Tensiunea arterială

8. Reprezentarea grafică a datelor

Pentru o prezentare clară, rezultatele se pot ilustra prin:

Diagrame cu bare – pentru compararea categoriilor (ex: sex, grupă sanguină).

Histograme – pentru distribuția valorilor continue (ex: glicemie).

Diagramă circulară (pie chart) – pentru procente.

Poligonul frecvențelor – pentru distribuții statistice.

Graficele trebuie să fie clare, cu titlu, unități de măsură și legendă.

Prezentările grafice în predare

Graficele nu trebuie folosite doar pentru date numerice, ci și pentru:

- ilustrarea structurilor (ex.: cazuri pe sexe, grupe de vârstă);
- reprezentarea evoluțiilor (grafice liniare pentru evoluția unei boli);
- evidențierea corelațiilor (scatter plot între două variabile).

În activitatea didactică, este util ca fiecare student să realizeze **cel puțin un grafic pe săptămână**, folosind date reale sau simulate.

9. Exemple simple

Exemplu 1:

Dintr-un lot de 100 de pacienți, 60 sunt femei și 40 bărbați.

→ Femei: 60% Bărbați: 40%

→ Se poate reprezenta printr-un grafic circular.

Exemplu 2:

S-au măsurat valorile glicemiei la 10 pacienți.

→ Media, abaterea standard și histograma oferă imaginea distribuției.

10. Rolul statisticii în medicina bazată pe dovezi (EBM)

Statistica oferă fundamentul rațional pentru medicina bazată pe dovezi și permite medicului să distingă între **impresie** și **fapt demonstrat**, între **coincidentă** și **cauzalitate**.

Medicina bazată pe dovezi = → experiența clinică + cele mai bune dovezi științifice + nevoile pacientului.

De reținut: Statistica medicală nu este doar un instrument matematic, ci un **limbaj al științei clinice**. Fără ea, cercetarea medicală nu ar putea fi verificată, comparată sau validată.

Întrebări pentru studenți:

1. Ce diferență există între date calitative și cantitative?
2. Ce este o populație statistică?
3. Ce tipuri de grafice se folosesc pentru date numerice continue?
4. Ce rol are statistica în medicina bazată pe dovezi?
5. Cum se definesc media și variabila?

Statistica medicală este instrumentul care transformă observațiile clinice în cunoaștere generalizabilă. Medicina modernă se bazează pe dovezi, iar aceste dovezi se construiesc din date: date clinice, date de laborator, date epidemiologice, rezultate ale studiilor clinice. Fără conceptele și metodele statistice, nu am putea separa semnalul de zgomot și nu am putea decide ce intervenții funcționează cu adevărat.

În practică, medicul se confruntă cu variabilitate: aceeași boală se manifestă diferit, pacienții răspund diferit la tratamente, iar măsurătorile biologice fluctuează. Statistica oferă limbajul și uneltele pentru a descrie această variabilitate (prin măsuri de tendință și dispersie), pentru a formula întrebări verificabile (ipoteze) și pentru a estima cât de încrezători putem fi în concluzii (incertitudine, intervale de încredere).

Un alt rol central al statisticii este protejarea împotriva erorilor de judecată. Minteă umană caută pattern-uri și povești chiar și acolo unde nu există. Rezultatele care par spectaculoase într-un eșantion mic pot fi doar fluctuații aleatorii. Abordarea statistică disciplinează raționamentul și cere definirea clară a populației, a eșantionului, a criteriilor de includere/excludere și a rezultatelor măsurate.

De asemenea, statistica medicală facilitează comunicarea între profesioniști: atunci când raportăm medii, mediane, proporții și intervale de încredere, ceilalți pot înțelege rapid mărimea efectului și incertitudinea asociată, pot compara rezultate între studii și pot decide relevanța clinică.

În practica clinică, deciziile sunt luate în condiții de incertitudine. De exemplu, niciun test diagnostic nu este perfect: există rezultate fals-pozitive și fals-negative. Concepte precum sensibilitatea, specificitatea și valorile predictive sunt indispensabile pentru a interpreta corect testele și pentru a consilia pacientul.

Exemplu clinic motivant: Spitalul X introduce un nou test rapid pentru detectarea unei infecții. În primele trei zile, par să apară „multe cazuri”. Este testul cu adevărat mai bun sau doar s-a testat un număr mai mare de pacienți simptomatici? Statistica ne ajută să distingem efectul testului de efectul selecției eșantionului.

De reținut: scopul statisticii în medicină nu este de a complica lucrurile, ci de a oferi moduri oneste și standardizate de a descrie datele, de a compara grupuri și de a cuantifica incertitudinea.

Întrebări pentru studenți:

- De ce nu este suficientă o serie de cazuri pentru a concluziona eficiența unui tratament?
- Ce diferență există între o impresie clinică și o concluzie susținută statistic?
- Cum ați descrie, pe scurt, legătura dintre variabilitate și incertitudine?

1.1. Noțiuni de bază: populație, eșantion, variabile

Populația reprezintă totalitatea indivizilor sau observațiilor care împărtășesc caracteristica de interes. În epidemiologie, populația poate fi „toți adulții dintr-un oraș”, „toți pacienții cu diabet tip 2 dintr-un județ” sau „toate nașterile dintr-un spital într-un an”. De cele mai multe ori nu putem observa întreaga populație; de aceea lucrăm cu eșantioane.

Eșantionul este submulțimea selectată din populație pentru studiu. Un eșantion bun este unul care reprezintă corect populația, astfel încât rezultate obținute în eșantion să poată fi generalizate. Selecția aleatoare (randomizată) reduce riscul de părtinire (bias) și crește credibilitatea concluziilor.

Biasul de selecție apare când modul de recrutare al participanților favorizează un anumit tip de subiecți. De exemplu, evaluarea unui program de prevenție utilizând exclusiv voluntari motivați poate supraestima efectul, deoarece persoanele mai motivate adoptă și alte comportamente sănătoase.

Unitatea statistică este entitatea la care se face măsurarea: o persoană, o probă, o vizită medicală. Definiția clară a unității este esențială pentru a evita dublul numărării sau confuziile între „persoană” și „măsurare”.

Variabilele sunt caracteristicile măsurate. Distanța fundamentală este între variabile calitative (categorice) și variabile cantitative (numerice). Între variabilele calitative distingem nominale (fără ordine intrinsecă, ex. grupa sanguină) și ordinale (au o ordine, ex. severitate ușoară/medie/severă). Variabilele cantitative pot fi discrete (număr de simptome) sau continue (glicemia, tensiunea arterială).

Scările de măsură sunt importante pentru alegerea metodelor de analiză: nominală, ordinală, de interval și de raport. Valorile pe scală de raport au zero absolut și permit comparații de tipul „de două ori mai mare” (ex. greutate). În practică, această clasificare ghidează selecția indicatorilor statistici și a reprezentărilor grafice.

Calitatea datelor depinde de validitatea și de fiabilitatea măsurărilor. Validitatea indică dacă măsura surprinde cu adevărat conceptul dorit (ex. un scor de depresie reflectă starea afectivă), iar fiabilitatea indică consistența măsurărilor (rezultate similare în condiții similare). Erorile de măsurare pot crește dispersia și pot masca efectele reale.

Dimensiunea eșantionului influențează precizia estimărilor: în eșantioane mici, variabilitatea este mare, iar estimările sunt instabile. De aceea, planificarea unui studiu include justificarea numărului de participanți, raportată la obiectiv și la resursele disponibile.