UNIVERSITATEA
DE MEDICINĂ ȘI FARMACIE
„VICTOR BABEȘ” DIN TIMIȘOARA

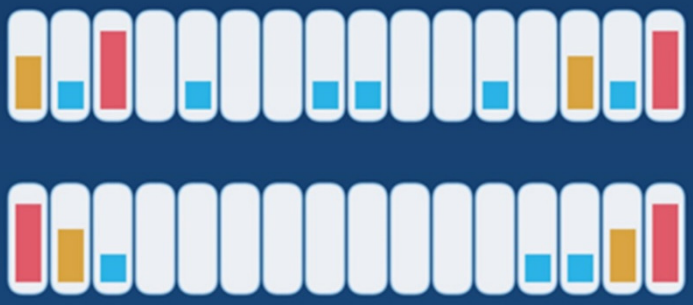
CĂLIN MUNTEAN

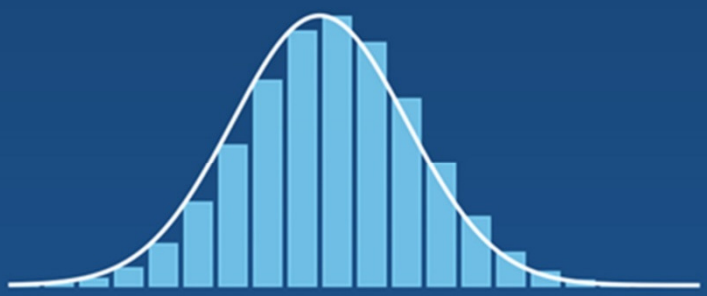
INFORMATICĂ MEDICALĂ ȘI BIOSTATISTICĂ

PENTRU MEDICINA DENTARĂ

Metode, analiză și practică. Orizont 2026

Curs și lucrări practice pentru studenții Facultății de Medicină Dentară





IC 95%	3,92-4,85
RR	9,85
AUC	0,89

MANUALE

Editura „Victor Babeș”
Timișoara, 2026

Editura „Victor Babeş”

Piața Eftimie Murgu nr. 2, cam. 316, 300041 Timișoara

Tel./Fax 0256 495 210

e-mail: evb@umft.ro

https://www.umft.ro/ro/organizare-evb/

Director: Prof. univ. dr. Sorin Ursoniu

Colecția: MANUALE

Coordonatori colecție: **Prof. univ. dr. Codruţa Şoica**

Prof. univ. dr. Daniel Lighezan

Referent științific: Prof. univ. dr. Daliborca Vlad

Indicativ CNCSIS: 324

© 2026

Toate drepturile asupra acestei ediții sunt rezervate. Reproducerea parțială sau integrală a textului, pe orice suport, fără acordul scris al autorilor este interzisă și se va sancționa conform legilor în vigoare.

ISBN 978-606-786-651-3

Exemplele de pacienți din volum sunt fictive. Setul de date didactic "stoma2026" a fost generat prin simulare și nu provine din dosare de pacienți. Informațiile despre legislație, platforme naționale, standarde și versiuni de programe reflectă situația la 8 octombrie 2026. Volumul nu înlocuiește ghidurile clinice și reglementările în vigoare, care trebuie consultate în forma lor actualizată.

Cuprins

Prefață 7
Cum se citește acest volum 8
Lista abrevierilor 9
Partea I. Curs 11
Capitolul 1. Informatica medicală și documentarea bazată pe dovezi în medicina dentară 12
1.1 De ce există disciplina 12
1.2 Cele trei profesii și aceeași informație 13
1.3 Repere istorice 14
1.4 Competențele digitale ale profesionistului dentar 14
1.5 Documentarea bazată pe dovezi 14
1.6 Sănătatea orală în cifre: de ce contează datele 16
1.7 Cum se folosește volumul în cele trei programe 16
Capitolul 2. Dosarul electronic de sănătate, dosarul dentar și interoperabilitatea 18
2.1 Dosarul electronic: concepte 18
2.2 Standardele HL7: trei generații 19
2.3 Terminologii și notația dinților 22
2.4 Imaginea rămâne DICOM 22
2.5 Interfețe: REST, SMART, CDS Hooks 22
2.6 România și Europa, situația la 8 octombrie 2026 23
2.7 Ce nu este FHIR 23
Capitolul 3. Etica, securitatea și legislația datelor medicale în cabinetul stomatologic 26
3.1 Datele stomatologice sunt date privind sănătatea 26
3.2 Etica informaticii medicale 27
3.3 Piesa protetică este un dispozitiv medical 27
3.4 Inteligența artificială și obligațiile din 2026 28
3.5 Securitatea practică a cabinetului 28
3.6 Integritatea academică 28
Capitolul 4. Bazele analizei și vizualizării datelor clinice 31
4.1 Setul de date ca tabel 31
4.2 Calitatea datelor 31
4.3 Tabelele 33
4.4 Graficele 33
Capitolul 5. Introducere în biostatistică: concepte, probabilități, unitatea de analiză 37
5.1 De ce biostatistică 37
5.2 Populație, eșantion, inferență 37

5.3 Variabilele și scalele de măsurare 38
5.4 Elemente de probabilități 39
5.5 Unitatea de analiză 40
5.6 Calibrarea examinatorilor 41
Capitolul 6. Descrierea datelor: tendința centrală, dispersia, distribuția normală și scorul z 43
6.1 Tendința centrală 43
6.2 Dispersia 43
6.3 Forma distribuției 44
6.4 Distribuția normală 45
6.5 Verificarea normalității 46
6.6 Tabelul descriptiv al unui articol 47
Capitolul 7. Estimarea parametrilor, intervalele de încredere și dimensiunea eșantionului 49
7.1 De la abaterea standard la eroarea standard 49
7.2 Estimatori 49
7.3 Intervalul de încredere pentru o medie 49
7.4 Intervalul de încredere pentru o proporție 50
7.5 Intervalul de încredere pentru o diferență 51
7.6 Lățimea intervalului și mărimea eșantionului 51
7.7 Dimensiunea eșantionului 51
Capitolul 8. Testarea ipotezelor statistice: testul t, analiza variației și testul chi-pătrat 54
8.1 Logica testului statistic 54
8.2 Testul t pentru eșantioane pereche 55
8.3 Testul t pentru eșantioane independente 56
8.4 Analiza variației (ANOVA) 56
8.5 Testul chi-pătrat 57
8.6 Comparațiile multiple 58
Capitolul 9. Selecția testului statistic și citirea critică a rezultatelor 60
9.1 Trei întrebări înaintea oricărui test 60
9.2 Parametric sau neparametric 61
9.3 Lectura critică: cinci studii, cinci teste 62
9.4 Ghidurile de raportare 62
9.5 Cum se scrie un paragraf de rezultate 63
Capitolul 10. Corelația, regresia și acordul între măsurători 65
10.1 Diagrama de dispersie mai întâi 65
10.2 Coeficientul de corelație Pearson 65
10.3 Coeficientul Spearman 66
10.4 Corelația nu este cauzalitate 66

10.5 Regresia liniară simplă 66
10.6 Regresia multiplă și regresia logistică 67
10.7 Asociere nu înseamnă acord 68
Capitolul 11. Aplicații statistice în epidemiologie: tipuri de studii, risc și performanță diagnostică 71
11.1 Tipuri de studii 71
11.2 Prevalența și incidența 72
11.3 Măsurile asocierii în tabelul 2 x 2 72
11.4 Performanța unui test diagnostic 74
11.5 Supraviețuirea restaurărilor 74
Capitolul 12. Inteligența artificială în medicina dentară: metode, evaluare, reglementare 77
12.1 Ce este inteligența artificială în medicina dentară 77
12.2 Ciclul de viață al unui model 77
12.3 Evaluarea performanței 78
12.4 Dovezile despre detectarea cariilor 79
12.5 Modelele de limbaj în stomatologie 79
12.6 Raportarea și reglementarea 80
Capitolul 13. Telemedicina dentară și sănătatea mobilă 82
13.1 Definiții 82
13.2 Dovezile de acuratețe 83
13.3 Limitele 83
13.4 Sănătatea mobilă și igiena orală 83
13.5 Acceptarea și alfabetizarea digitală 84
Capitolul 14. Sisteme de suport decizional și proiectul integrativ. Sinteza disciplinei 86
14.1 Ce este un sistem de suport decizional 86
14.2 Integrarea în fluxul de lucru 86
14.3 Proiectul integrativ 87
14.4 Harta disciplinei 87
14.5 Competențele de la finalul semestrului 88
14.6 Calendarul reglementărilor care schimbă practica 88
14.7 Grilă de recapitulare 89
14.8 Direcții după 2026 90
Partea a II-a. Lucrări practice 92
Lucrarea practică 1. Documentarea online: de la întrebarea clinică la sursele evaluate 93
Lucrarea practică 2. Dosarul electronic de sănătate și resursele FHIR 94
Lucrarea practică 3. Atelier de protecție a datelor pacientului 95
Lucrarea practică 4. Curățarea și vizualizarea datelor clinice în Google Sheets 96

Lucrarea practică 5. Instrumentele biostatisticii: Google Sheets, JASP și MedCalc 97
Lucrarea practică 6. Descrierea datelor, distribuțiile și testarea normalității 98
Lucrarea practică 7. Estimarea și intervalele de încredere 99
Lucrarea practică 8. Testarea ipotezelor: testul t, ANOVA și testul chi-pătrat 100
Lucrarea practică 9. Alegerea testului statistic și interpretarea critică 101
Lucrarea practică 10. Corelația, regresia liniară și acordul 102
Lucrarea practică 11. Analize epidemiologice: riscul relativ, raportul de șanse și testul diagnostic 103
Lucrarea practică 12. Inteligența artificială în diagnostic: evaluarea unui model și a unui răspuns generat 104
Lucrarea practică 13. Simularea unei teleconsultații dentare 105
Lucrarea practică 14. Proiectul integrativ și modelul de examen practic 106
Partea A. Proiectul integrativ (30 de minute) 106
Partea B. Subiectul-model (90 de minute, 10 puncte) 106
Anexa A. Răspunsuri la întrebările de autoevaluare 107
Anexa B. Glosar 108
Anexa C. Dicționarul setului de date didactic "stoma2026" 110
Bibliografie 112

Prefață

De ce un volum separat pentru medicina dentară, când disciplina de Informatică medicală și biostatistică are deja un manual pentru Facultatea de Medicină [1]? Pentru că întrebările pe care le pune un viitor medic stomatolog, un asistent de profilaxie sau un tehnician dentar nu sunt aceleași cu ale unui viitor internist. Unitatea de observație este adesea dintele sau suprafața dentară, nu pacientul, iar această particularitate schimbă felul în care se numără, se compară și se interpretează rezultatele. Indicii de carie, indicii parodontali, supraviețuirea unei restaurări și acordul dintre doi examinatori au propriile capcane statistice. Dosarul electronic al cabinetului are propriile standarde, de la notația FDI a dinților la profilurile dentare HL7 FHIR. Fotografia intraorală ridică probleme de protecție a datelor pe care o foaie de observație de medicină internă nu le are.

Volumul urmează fișa disciplinei pentru anul universitar 2026-2027 de la Facultatea de Medicină Dentară a Universității de Medicină și Farmacie "Victor Babeș" din Timișoara: 14 teme de curs și 14 lucrări practice, câte o pereche pe săptămână. Conținutul este comun celor trei programe de studii la care se predă disciplina, Medicină dentară (anul III, colocviu), Asistență de profilaxie stomatologică (anul I, examen) și Tehnică dentară (anul I, colocviu). Diferă adâncimea cerută la examen și accentul profesional. De aceea, în fiecare capitol, exemplele și întrebările sunt alese astfel încât același concept să fie văzut din trei unghiuri: ce decide medicul, ce măsoară și explică asistentul de profilaxie, ce execută și trasează tehnicianul.

Prima parte a cursului, capitolele 1-4, tratează informatica medicală așa cum o întâlnește cabinetul: documentarea bazată pe dovezi, dosarul electronic și interoperabilitatea, etica și protecția datelor, pregătirea și vizualizarea datelor clinice. Partea a doua, capitolele 5-11, este nucleul de biostatistică cerut de programa analitică: vocabularul, descrierea datelor, estimarea și intervalele de încredere, testarea ipotezelor, alegerea testului, corelația și regresia, măsurile epidemiologice ale riscului și ale performanței diagnostice. Capitolele 12-14 privesc înainte: inteligența artificială în diagnosticul dentar, telemedicina și sănătatea mobilă, sistemele de suport decizional și proiectul integrativ cu care se încheie semestrul.

Biostatistica se învață greu din definiții și ușor din exemple pe care cititorul le recunoaște. Am ales, de aceea, două surse de exemple. Prima este un set de date didactic, "stoma2026", cu 120 de pacienți fictivi, folosit în toate capitolele și în toate lucrările practice, astfel încât aceeași histogramă, același interval de încredere și același test să fie recalculate de student cu programele gratuite din laborator. A doua sursă este cercetarea publicată de colegii din disciplină împreună cu clinicile Facultății de Medicină Dentară. Studiile despre supraviețuirea restaurărilor din oxid de zirconiu [2], despre satisfacția pacienților după tratamentul discromiilor [3], despre fibrina bogată în trombocite în prevenirea osteonecrozei maxilarelor [4], despre parametrii cefalometrici ai căilor aeriene [5], despre erupția dinților temporari [6], despre microcirculația gingivală după schimbarea periuței [7], despre saliva pacienților cu boală parodontală și cardiovasculară [8] sau despre carcinoamele orale în jurul pandemiei [9] sunt citite în carte ca studii de caz: ce design au avut, ce test au folosit, ce spun și ce nu spun cifrele lor. Studentul care ajunge să citească aceste articole cu creionul în mână va putea citi la fel orice articol din specialitatea lui.

Instrumentele sunt cele din fișa disciplinei, toate gratuite sau cu licență academică: Google Forms și Google Sheets pentru colectare și curățare, JASP și MedCalc pentru analiză, OpenEMR și serverele FHIR de test pentru dosarul electronic, PubMed pentru documentare. Versiunile și adresele au fost verificate la 8 octombrie 2026 și sunt notate în fiecare lucrare practică, împreună cu o variantă de lucru fără rețea.

Am păstrat regulile de lucru din volumul pentru Facultatea de Medicină. Fiecare referință a fost găsită efectiv în PubMed, în CrossRef sau pe pagina instituției emitente înainte de a fi citată. Cifrele din studii sunt preluate așa cum apar în rezumatul publicat. Graficele construite pe setul didactic sunt marcate ca atare. Pacienții din exemple sunt fictivi. Acolo unde o sursă oficială nu a putut fi găsită, am spus că nu am găsit-o.

Această carte datorează mult colegilor de catedră, cu care predau aceeași disciplină și cu care am scris îndrumătoarele de lucrări practice ale disciplinei [10-12]. Mulțumesc Conf. univ. dr. Radu Moleriu, Conf. univ. dr. Anca Tudor, Ș.l. dr. Mirela Frandeș, Ș.l. dr. Lavinia Moleriu, Asist. univ. dr. Flavius Cioca și Asist. univ. dr. Raluca Lupușoru pentru colaborarea didactică și științifică din anii în care s-a format acest curs. Multe dintre exemplele volumului provin din articole la care colegii din disciplină au contribuit cu analiza statistică, alături de clinicile Facultății de Medicină Dentară. Erorile rămase îmi aparțin.

Timișoara, octombrie 2026

Călin Muntean

Cum se citește acest volum

Volumul poate fi citit în ordine, săptămână de săptămână, dar nu este obligatoriu. Capitolele trimit unele la altele, iar harta disciplinei din capitolul 14 arată cum se leagă. Cine are nevoie repede de o temă, de exemplu de calculul raportului de șanse sau de alegerea între testul t și testul Mann-Whitney, poate porni direct de la capitolul respectiv și de la lucrarea practică pereche.

Fiecare capitol de curs este construit la fel. Începe cu obiective operaționale, formulate ca acțiuni pe care studentul le poate face la final. Conținutul trece de la noțiuni la metode și, unde este cazul, la situația din România sau la un studiu de caz din cercetarea disciplinei, în casete separate. Urmează o casetă cu capcanele frecvente, adică greșelile văzute repetat la laborator și la examen, apoi o casetă cu ideile de reținut. Capitolul se încheie cu cinci întrebări de tip grilă, în formatul colocviului (complement simplu, CS, cu un singur răspuns corect; complement multiplu, CM, cu două până la patru răspunsuri corecte), iar răspunsurile se află în anexa A.

Lucrările practice au un obiectiv, instrumentele cu versiunea și data accesării, pașii de lucru, ce se predă cu un barem orientativ și o variantă pentru sălile fără rețea. Toate folosesc setul de date "stoma2026", livrat în două variante: fișierul brut, cu erorile de introducere lăsate intenționat, și fișierul curat. Dicționarul de date se află în anexa C.

Pentru pregătirea curentă recomand trei pași. Întâi se citesc obiectivele. Apoi se parcurge textul cu figurile și tabelele, care fac parte din conținut. În sfârșit, se rezolvă întrebările fără a privi răspunsurile din anexa A. Capcanele frecvente merită citite de două ori, o dată înainte de lucrarea practică și o dată înainte de colocviu.

Citările sunt numerotate în stil Vancouver, în ordinea primei apariții, iar lista completă se află la finalul volumului. Abrevierile sunt reunite într-o listă separată, iar termenii principali sunt definiți pe scurt în glosarul din anexa B, cu trimitere la capitolul în care sunt explicați.

Orice termen legal, orice versiune de standard și orice cifră despre platformele românești din această carte trebuie verificate la sursă înainte de a fi folosite într-o lucrare sau într-o decizie. Volumul indică de fiecare dată sursa.

Lista abrevierilor

Lista abrevierilor folosite în volum, în ordine alfabetică. Pentru termenii preluați din engleză, denumirea originală apare în paranteză.

Abreviere	Denumire completă
AI Act	Regulamentul (UE) 2024/1689 privind inteligența artificială
AN	adevărat negativ
ANOVA	analiza varianței (engl. analysis of variance)
AP	adevărat pozitiv
API	interfață de programare a aplicațiilor (engl. application programming interface)
AS	abatere standard
AUC	aria de sub curba ROC (engl. area under the curve)
BOP	sângerare la sondare (engl. bleeding on probing)
CAD/CAM	proiectare și fabricare asistate de calculator
CBCT	tomografie computerizată cu fascicul conic (engl. cone beam computed tomography)
CDA	arhitectura documentelor clinice HL7 (engl. Clinical Document Architecture)
CDS	suport pentru decizia clinică (engl. clinical decision support)
CMSR	Colegiul Medicilor Stomatologi din România
CNAS	Casa Națională de Asigurări de Sănătate
CONSORT	ghid de raportare a studiilor randomizate (engl. Consolidated Standards of Reporting Trials)
CPI	indicele parodontal comunitar (engl. Community Periodontal Index)
DES	Dosarul Electronic de Sănătate (România)
DICOM	standardul pentru imagini medicale digitale (engl. Digital Imaging and Communications in Medicine)
DMFT	indicele dinților cariați, absenți și obturați (engl. decayed, missing, filled teeth)
DMFS	același indice calculat pe suprafețe (engl. surfaces)
EHDS	Spațiul european al datelor de sănătate (engl. European Health Data Space)
EHR	dosar electronic de sănătate (engl. electronic health record)
FDI	Federația Dentară Internațională (fr. Fédération Dentaire Internationale); notația FDI a dinților
FHIR	resurse rapide pentru interoperabilitatea în sănătate (engl. Fast Healthcare Interoperability Resources)
FN	fals negativ
FP	fals pozitiv
GDPR	Regulamentul general privind protecția datelor, Regulamentul (UE) 2016/679
GRADE	sistemul de evaluare a certitudinii dovezilor (engl. Grading of Recommendations Assessment, Development and Evaluation)
HL7	organizația și familia de standarde Health Level Seven
IA	inteligență artificială
IC	interval de încredere
ICC	coeficient de corelație intraclasă
ICD-10, ICD-11	Clasificarea internațională a maladiilor, reviziile a 10-a și a 11-a

Abreviere	Denumire completă
ICDAS	sistemul internațional de detectare și evaluare a cariei (engl. International Caries Detection and Assessment System)
IQR	interval intercuartil (engl. interquartile range)
JSON	format text pentru schimb de date (engl. JavaScript Object Notation)
LLM	model de limbaj mare (engl. large language model)
LOINC	nomenclatorul pentru analize și observații (engl. Logical Observation Identifiers Names and Codes)
MDR	Regulamentul (UE) 2017/745 privind dispozitivele medicale
MRONJ	osteonecroza maxilarelor asociată medicației (engl. medication-related osteonecrosis of the jaw)
NNT	numărul de pacienți care trebuie tratați pentru a preveni un eveniment (engl. number needed to treat)
OHIP-14	profilul impactului sănătății orale, forma scurtă (engl. Oral Health Impact Profile)
OR	raport de șanse (engl. odds ratio)
PIAS	Platforma Informatică a Asigurărilor de Sănătate
PICO	populație, intervenție, comparator, rezultat
PRF	fibrină bogată în trombocite (engl. platelet-rich fibrin)
PRISMA	ghid de raportare a recenziilor sistematice
RAR	reducerea absolută a riscului
REST	stil arhitectural pentru servicii web (engl. representational state transfer)
ROC	curba caracteristicii de operare a receptorului (engl. receiver operating characteristic)
RR	risc relativ
RRR	reducerea relativă a riscului
SNODENT	nomenclatorul sistematizat al stomatologiei (engl. Systematized Nomenclature of Dentistry)
SNOMED CT	nomenclatorul sistematizat al medicinei, termeni clinici
STARD	ghid de raportare a studiilor de acuratețe diagnostică
STROBE	ghid de raportare a studiilor observaționale
TAM	modelul acceptării tehnologiei (engl. Technology Acceptance Model)
UCUM	codul unificat al unităților de măsură (engl. Unified Code for Units of Measure)
VAS	scala vizuală analogă pentru durere
VPN	valoare predictivă negativă
VPP	valoare predictivă pozitivă

Partea I. Curs

Capitolul 1. Informatica medicală și documentarea bazată pe dovezi în medicina dentară

Obiective

La finalul acestui capitol, studentul va putea:

- să definească informatica medicală și biostatistica și să explice de ce cele două discipline se întâlnesc în fișa pacientului stomatologic
- să descrie lanțul dată-informație-cunoaștere-decizie pe un exemplu din cabinet (o pungă parodontală, un indice de placă, o comandă de laborator)
- să enumere competențele digitale cerute medicului stomatolog, asistentului de profilaxie și tehnicianului dentar în 2026
- să formuleze o întrebare clinică în structura PICO și să o transforme într-o interogare PubMed cu filtre
- să deosebească o sursă primară de o sinteză și de un ghid și să aprecieze când o pagină web poate fi citată
- să recunoască semnele unei dovezi slabe: eșantion mic, lipsa grupului de comparație, rezultate declarate "semnificative" fără interval de încredere.

1.1 De ce există disciplina

În stomatologie, decizia nu se sprijină doar pe imaginea clinică. Se sprijină pe o succesiune: observație, înregistrare, codificare, schimb, analiză, interpretare. O pungă parodontală de 6 mm care rămâne în caietul cabinetului nu poate fi comparată la reevaluare, nu poate fi trimisă parodontologului și nu poate intra într-un calcul de risc. Aceeași valoare, înregistrată într-o resursă electronică legată de un dinte identificat prin notația FDI și de un moment în timp, devine informație reutilizabilă (figura 1.1).

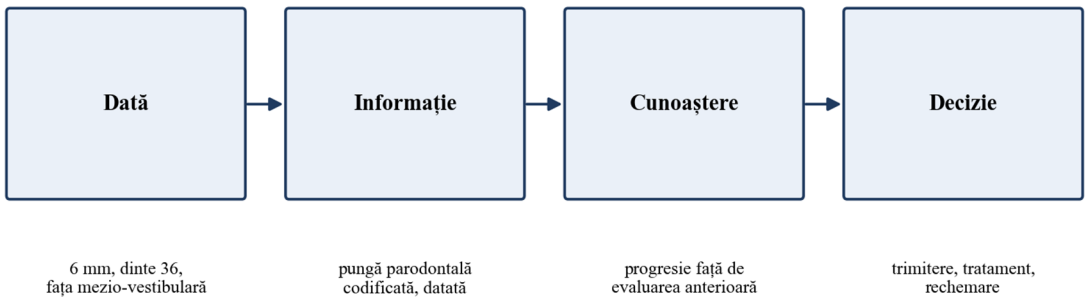


Figura 1.1. De la dată la decizie în cabinetul stomatologic. O singură măsurătoare devine utilă clinic numai după ce este codificată, datată, comparată și interpretată. Schemă didactică.

Informatica medicală se ocupă de producerea, stocarea, schimbul și protecția acestei informații. Manualul de referință al domeniului o definește ca știința care studiază datele, informația și cunoașterea biomedicale, cu metodele lor de stocare, regăsire și folosire optimă pentru rezolvarea problemelor și luarea deciziilor [13]. Biostatistica se ocupă de incertitudinea aceleiași informații: cât de precisă este o medie, dacă diferența dintre două grupuri poate fi întâmplătoare, cât de puternică este o asociere. Cele două discipline se întâlnesc în același loc, fișa

pacientului, și de aceea sunt predate împreună la Timișoara de peste trei decenii, pe baza manualelor disciplinei [14,15].

1.1.1 Ce este o dată clinică în stomatologie

O dată clinică este o singură observație despre un pacient. Pentru a putea fi prelucrată, ea are nevoie de cinci elemente: pacientul, parametrul observat, valoarea, momentul observației și metoda prin care a fost obținută [16]. În cabinetul dentar, parametrul are adesea o localizare suplimentară: dintele și suprafața. "Adâncime de sondare 6 mm" este incompletă fără "dintele 36, fața mezio-vestibulară, sondă manuală, 8 octombrie 2026". Fără dinte, valoarea nu poate fi comparată la reevaluare. Fără metodă, nu se știe dacă o diferență de 1 mm față de sondarea anterioară este progresie sau variație între două sonde.

Timpul contează diferit de la o situație la alta. Pentru un indice de placă este suficientă data vizitei. Pentru urmărirea unei restaurări contează luna cimentării și luna fiecărui control, pentru că supraviețuirea se calculează în timp. Pentru o comandă de laborator contează ora predării și ora livrării, pentru că termenul face parte din contract.

1.1.2 Structurat, semistructurat, nestructurat

Datele structurate au un format fix stabilit dinainte: un cod de dinte, un număr de milimetri, o dată calendaristică, un cod de material. Ele pot fi sortate, numărate și comparate direct. Datele nestructurate sunt textul liber al rubricii "observații", fotografia intraorală, înregistrarea audio a unei anamneze. Ele poartă multă informație, dar programul nu o poate număra fără un pas de extragere. Între cele două stau datele semistructurate, de exemplu un formular cu câmpuri fixe și o casetă de text la final.

Regula practică pentru cabinet este simplă. Tot ce va fi vreodată numărat, comparat sau trimis altcuiva trebuie să fie structurat de la început: dintele în notația FDI, indicele de placă pe o scară definită, materialul dintr-o listă închisă. Textul liber rămâne pentru nuanțele care nu încap într-un câmp.

1.2 Cele trei profesii și aceeași informație

Volumul este scris pentru trei programe de studii. Aceeași dată circulă prin mâinile tuturor celor trei profesii, dar fiecare îi pune altă întrebare (tabelul 1.1).

Tabelul 1.1. Aceeași observație, trei întrebări profesionale. Exemplu didactic.

Observația	Medicul stomatolog	Asistentul de profilaxie	Tehnicianul dentar
Indice de placă 2 la dintele 36	Risc de carie și parodontită; decizia de tratament	Instruirea periajului; recall la 3 luni; compararea cu vizita anterioară	Igienizarea viitoarei lucrări protetice trebuie să fie posibilă (design accesibil periajului)
Culoarea A2 pentru coroana pe 21	Alegerea materialului; consimțământul estetic	Nu intervine direct	Comanda de laborator trebuie să conțină nuanța, dintele FDI, materialul, antagonistul
Alergie la nichel declarată	Alegerea aliajului; semnalare în fișă	Verificarea la fiecare vizită	Excluderea aliajelor cu nichel; trasabilitatea lotului
Radiografie retroalveolară	Diagnostic; indicație de tratament	Educația pacientului cu imaginea	Verificarea adaptării unei lucrări

Această lectură în trei coloane revine în mai multe capitole. Nu sunt trei cursuri paralele. Sunt trei întrebări puse aceleiași date.

1.3 Repere istorice

Informatica medicală a apărut în anii 1960, odată cu primele calculatoare din spitale, iar istoria ei este descrisă pe larg în manualul pentru Facultatea de Medicină [1] și în volumul lui Focșa despre informatica medicală în era digitală [17]. Pentru stomatologie, trei momente merită reținute.

Primul este standardizarea notației dinților. Sistemul cu două cifre al Federației Dentare Internaționale a fost adoptat în 1971 și este astăzi standardul ISO 3950, în a patra ediție din 2016 [18]. Al doilea este digitalizarea imaginii: senzorul radiografic digital și tomografia cu fascicul conic au adus în cabinet fișiere DICOM, cu aceleași reguli ca în radiologia generală [19]. Al treilea este fluxul digital protetic: scanarea intraorală, proiectarea și fabricarea asistate de calculator au transformat comanda de laborator dintr-un bilet de hârtie într-un fișier care trebuie să poarte, el însuși, identificarea dintelui, materialul și culoarea.

În România, informatica medicală s-a predat la Timișoara începând cu anii 1990, iar Societatea Română de Informatică Medicală este membră a Federației Europene de Informatică Medicală. Lucrările practice ale disciplinei au fost publicate în îndrumătoare succesive, la care au contribuit colegii de catedră [10-12], și reluate în acest volum pentru instrumentele din 2026.

1.4 Competențele digitale ale profesionistului dentar

Un medic stomatolog din 2026 lucrează zilnic cu un program de cabinet, cu platforma informatică a asigurărilor de sănătate, cu imagini digitale, cu un scaner intraoral și, din ce în ce mai des, cu un instrument de inteligență artificială care marchează leziuni pe radiografie. Fișa disciplinei cere, la finalul semestrului, patru familii de competențe:

- cognitive: recunoașterea și explicarea conceptelor de informatică medicală și biostatistică
- aplicative: folosirea programelor de prelucrare a datelor biomedicale (Google Sheets, JASP, MedCalc, Epi Info)
- analitice: interpretarea și validarea rezultatelor studiilor din literatura stomatologică
- etice: responsabilitatea academică și respectarea regulilor de protecție a datelor.

Cercetarea disciplinei arată cât de inegal sunt distribuite aceste competențe în practică. Un sondaj transversal publicat în 2026 pe 713 medici stomatologi din România a găsit că numai 19,1% se declarau "foarte familiarizați" cu nanostomatologia, deși 77,3% credeau că formulările naturale pot egala eficacitatea celor sintetice. Experiența cu tehnologiile digitale CAD/CAM a fost asociată cu o atitudine favorabilă adoptării inovațiilor, cu un raport de șanse de 2,05 (interval de încredere 95%: 1,41-2,98) [20]. Cifra spune ceva important pentru acest curs: practicienii care au trecut prin fluxul digital sunt mai deschiși și la restul schimbărilor. Raportul de șanse va fi explicat în capitolul 11.

1.5 Documentarea bazată pe dovezi

1.5.1 De la întrebarea clinică la structura PICO

O întrebare clinică bine pusă are patru componente: populația, intervenția, comparatorul și rezultatul (PICO) [21]. Pentru un student la profilaxie, întrebarea poate fi: la adolescenți cu aparat ortodontic fix (P), aplicația mobilă de periaj (I) față de instruirea obișnuită (C) scade indicele de placă la 3 luni (O)? Pentru un student la tehnică dentară: la coroanele monolitice de zirconiu (P), cimentarea adezivă (I) față de cimentarea convențională (C) reduce decimentările la 5 ani (O)? Pentru viitorul medic: la pacienții sub bifosfonați intravenos (P), aplicarea fibrinei bogate în trombocite în alveola postextracțională (I) față de închiderea simplă (C) reduce apariția osteonecrozei (O)?

Fiecare dintre aceste întrebări a fost studiată. Răspunsul la a treia, de exemplu, vine dintr-un studiu prospectiv din Timișoara pe 85 de pacienți sub medicație antiresorbtivă, în care vindecarea normală a alveolelor a fost observată la 96% dintre cazurile tratate cu fibrină bogată în trombocite și la 64,29% dintre cele tratate clasic, cu p = 0,016 [4]. Cum se ajunge de la această cifră la o recomandare este subiectul capitolelor 8, 9 și 11.

1.5.2 Unde se caută

PubMed și MEDLINE rămân poarta principală spre literatura indexată [22,23]. Căutarea începe cu termenii PICO, legați prin operatorii AND și OR, și continuă cu filtrele: tipul de studiu (studiu randomizat, recenzie sistematică), data, specia umană, limba. Un termen MeSH ("Dental Caries", "Periodontitis", "Dental Implants") strânge sinonimele într-un singur concept.

Cochrane Library este de preferat când există o sinteză pe întrebarea exactă. Pentru osteonecroza maxilarelor asociată medicației există, de exemplu, o recenzie Cochrane actualizată în 2022 [24]. Organizația Mondială a Sănătății, Centrul European de Prevenire și Control al Bolilor și ghidurile colegiilor profesionale se folosesc pentru recomandări de practică, nu ca substitut al studiului primar. O pagină de enciclopedie poate orienta vocabularul, dar nu se citează ca sursă a unui rezultat clinic.

1.5.3 Niveluri de dovezi

Tradițional, dovezile se ierarhizează după design: recenzii sistematice și meta-analize, studii randomizate controlate, studii de cohortă, studii caz-control, serii de cazuri, opinia experților. Abordarea GRADE evaluează certitudinea dovezilor pentru fiecare rezultat în parte, pornind de la întrebarea PICO, și separă judecata asupra dovezilor de trecerea la recomandare [25]. Un studiu observațional poate urca în certitudine dacă efectul este mare, iar un studiu randomizat poate coborî dacă are risc de bias sau rezultate imprecise. Manualul lui Băicuș și Bălănescu explică în limba română, cu exemple clinice, de ce un studiu caz-control bine făcut rămâne totuși un studiu caz-control [26].

Tabelul 1.2. Tipuri de surse și folosirea lor în documentarea stomatologică. Sursa: [23,25,27].

Tip de sursă	Ce oferă	Exemplu din acest volum
Studiu primar observațional	Rezultatul unei singure cercetări, fără intervenție	Supraviețuirea a 1.143 de restaurări de zirconiu [2]
Studiu primar intervențional	Comparație între două tratamente, ideal randomizată	Fibrina bogată în trombocite față de tratamentul clasic [4]
Recenzie sistematică și meta-analiză	Sinteza tuturor studiilor pe o întrebare, raportată după PRISMA 2020	Acuratețea inteligenței artificiale pentru cariile proximale [28]
Recenzie Cochrane	Sinteză cu metodologie standardizată și evaluare GRADE	Intervenții pentru osteonecroza maxilarelor [24]
Ghid clinic	Recomandări cu certitudinea dovezilor	Ghidurile colegiilor profesionale
Raport instituțional	Date de prevalență și politici	Raportul OMS privind sănătatea orală globală [29]

1.5.4 Cum se citește un rezumat

Rezumatul nu înlocuiește metodele. Un articol cu eșantion mic, fără grup de comparație și cu rezultat declarat "semnificativ" nu este automat o dovadă. Patru întrebări ajută la prima lectură:

1. Care este unitatea de analiză: pacientul, dintele, suprafața, restaurarea? Un studiu pe 1.143 de restaurări nu este un studiu pe 1.143 de pacienți.
2. Există un grup de comparație și cum a fost ales?

3. Rezultatul principal este raportat cu o mărime a efectului și un interval de încredere, sau numai cu o valoare p?
4. Cât de mulți participanți s-au pierdut din urmărire și de ce?

Studiul despre restaurările de zirconiu, de exemplu, raportează o supraviețuire generală de 96,3%, cu 100% pentru cele monolitice și 95,8% pentru cele stratificate, eșecurile fiind legate de fracturarea ceramicii de placare nesusținute pe mai mult de 1,5 mm [2]. Cititorul atent va întreba imediat câți pacienți au contribuit cu cele 1.143 de restaurări și cât a durat urmărirea fiecăreia. Nu este o obiecție la adresa studiului. Este felul în care se citește orice studiu.

1.6 Sănătatea orală în cifre: de ce contează datele

Raportul OMS privind starea globală a sănătății orale, publicat în noiembrie 2022, estimează că bolile cavității bucale afectează aproape jumătate din populația lumii, iar caria netratată a dinților permanenți este cea mai frecventă afecțiune umană [29,30]. Analiza Global Burden of Disease pentru 1990-2017 a arătat că, deși prevalența standardizată pe vârstă a rămas relativ stabilă, numărul absolut de cazuri a crescut odată cu populația și cu îmbătrânirea ei [31].

Pentru România, datele clinice cu bază de eșantionare provin din studiul național de sănătate orală realizat sub egida OMS în 2019-2020. În regiunea Sud-Centru, la copiii de 12 ani, 36,7% erau fără carie, iar indicele DMFT mediu era 2,89; doar 38,8% se periau de două ori pe zi, iar 11,2% nu vizitaseră niciodată un cabinet stomatologic [32]. La copiii de 6-8 ani din eșantionul național, DMFT mediu a fost 4,89, cu un indice SiC de 9,83, iar educația părinților a fost asociată negativ cu numărul de dinți afectați [33]. Aceste cifre vor fi folosite în capitolele 6 și 11 ca exemple de prevalență, de indice de severitate și de interval de încredere. Pentru moment, ele arată de ce profilaxia are nevoie de date măsurate standardizat: fără examinatori calibrați și fără același sistem de codificare a leziunilor, două județe nu pot fi comparate.

1.7 Cum se folosește volumul în cele trei programe

Capitolul 14 conține harta disciplinei și grila de recapitulare. Pentru fiecare program, accentul recomandat este următorul:

- Medicină dentară: capitolele 5-11 în întregime, cu studiile de caz; capitolul 2 pentru trimitere și consult; capitolul 12 pentru evaluarea unui instrument de inteligență artificială.
- Asistență de profilaxie stomatologică: capitolele 4, 6, 7 și 11 pentru indici, prevalențe și evaluarea unei campanii de educație; capitolul 3 pentru consimțământ și fotografie; capitolul 13 pentru aplicațiile mobile de periaj.
- Tehnică dentară: capitolele 2 și 3 pentru comanda de laborator, dispozitivul medical și trasabilitate; capitolul 4 pentru indicatorii de proces ai laboratorului; capitolele 6-8 pentru compararea materialelor.

Capcane frecvente

- Confuzia dintre dată și informație: o adâncime de sondare fără dinte, fără suprafață și fără dată nu poate fi comparată la reevaluare.
- Căutarea pe un motor general în loc de PubMed și citarea primului rezultat.
- Formularea întrebării fără comparator: "funcționează aplicația de periaj?" nu are răspuns; "mai bine decât instruirea obișnuită?" are.
- Citirea numai a rezumatului și preluarea cifrelor fără unitatea de analiză.
- Tratarea unui ghid de practică drept studiu primar, sau a unei pagini de enciclopedie drept sursă de rezultat clinic.

De reținut

- O dată clinică stomatologică are șase componente: pacient, parametru, valoare, moment, metodă și localizare (dinte, suprafață).
- Datele structurate se numără și se compară; textul liber nu, fără un pas de extragere.
- PICO transformă o nelămurire clinică într-o interogare cu răspuns.
- Ierarhia designurilor orientează, dar GRADE judecă certitudinea pe fiecare rezultat.
- Supraviețuirea de 96,3% a restaurărilor de zirconiu [2] și vindecarea de 96% față de 64,29% după fibrină bogată în trombocite [4] sunt cifre care cer, înainte de a fi folosite, întrebarea "din ce și pe cine?".

Întrebări de autoevaluare

1. (CS) Care dintre următoarele înregistrări este o dată clinică structurată completă?
    a) "pungă adâncă, de verificat"
    b) "6 mm, dinte 36, fața mezio-vestibulară, sondă manuală, 08.10.2026"
    c) o fotografie intraorală fără adnotări
    d) "pacient cu parodontită, vezi observații"
    e) înregistrarea audio a anamnezei
2. (CS) În structura PICO, litera C reprezintă:
    a) cauza bolii
    b) costul intervenției
    c) comparatorul față de care se evaluează intervenția
    d) consimțământul pacientului
    e) concluzia studiului
3. (CS) Studiul național de sănătate orală realizat în România în 2019-2020 a găsit, la copiii de 12 ani din regiunea Sud-Centru, un DMFT mediu de aproximativ:
    a) 0,5
    b) 1,2
    c) 2,9
    d) 4,9
    e) 9,8
4. (CM) Despre documentarea bazată pe dovezi, sunt corecte afirmațiile:
    a) PubMed permite filtrarea după tipul de studiu și specie
    b) o recenzie Cochrane este o sinteză sistematică cu metodologie standardizată
    c) o pagină de enciclopedie online se citează ca sursă a unui rezultat clinic
    d) în GRADE, un studiu observațional cu efect mare poate urca în certitudine
    e) rezumatul unui articol înlocuiește secțiunea de metode
5. (CM) Într-un studiu care raportează supraviețuirea a 1.143 de restaurări de zirconiu, cititorul trebuie să întrebe:
    a) câți pacienți au contribuit cu restaurările
    b) cât a durat urmărirea fiecărei restaurări
    c) dacă unitatea de analiză este restaurarea sau pacientul
    d) care a fost culoarea restaurărilor
    e) dacă eșecurile au fost definite înainte de începerea studiului

Capitolul 2. Dosarul electronic de sănătate, dosarul dentar și interoperabilitatea

Obiective

La finalul acestui capitol, studentul va putea:

- să descrie componentele unui dosar electronic de sănătate și particularitățile dosarului dentar (schema dentară, parodontograma, imaginile, comanda de laborator)
- să deosebească cele trei generații de standarde HL7 (versiunea 2, CDA, FHIR) și să explice de ce FHIR lucrează cu resurse, nu cu documente întregi
- să recunoască într-o resursă FHIR Observation pacientul, codul, valoarea, unitatea, momentul și localizarea anatomică
- să numească terminologiile folosite în stomatologie (SNOMED CT, SNODENT, LOINC, ICD-10, ICD-11) și notația FDI a dinților
- să explice ce este un profil și un ghid de implementare, cu exemplul ghidului HL7 Dental Data Exchange
- să descrie situația din România și din Uniunea Europeană la 8 octombrie 2026: platforma asigurărilor, dosarul electronic, eSănătateaMea, Spațiul european al datelor de sănătate.

2.1 Dosarul electronic: concepte

Dosarul electronic de sănătate (electronic health record, EHR) este o colecție longitudinală de informații despre un pacient, păstrată în format electronic, accesibilă celor autorizați și construită astfel încât să susțină îngrijirea, comunicarea, calitatea și cercetarea [34]. Spre deosebire de o foaie scanată, dosarul electronic are câmpuri structurate care pot fi căutate, agregate și trimise. Efectele lui asupra siguranței pacientului și asupra sarcinii de documentare sunt discutate pe larg în manualul pentru Facultatea de Medicină [1].

2.1.1 Ce are în plus dosarul dentar

Dosarul dentar conține tot ce conține un dosar medical general (identificare, antecedente, alergii, medicație, diagnostice, proceduri) și câteva structuri proprii:

- schema dentară (odontograma), cu starea fiecărui dinte și a fiecărei suprafețe, codificată în notația FDI
- parodontograma, cu adâncimea de sondare, sângerarea la sondare, recesia și mobilitatea pe situsuri
- imaginile: radiografii retroalveolare, panoramice, tomografii cu fascicul conic, fotografii intraorale, scanări optice
- planul de tratament pe etape, cu consimțământul informat atașat
- comanda către laboratorul de tehnică dentară și fișa dispozitivului medical la comandă (materialul, lotul, identificatorul piesei)
- programările de rechemare (recall) pentru profilaxie.

Fiecare dintre aceste structuri este, pentru informatică, o colecție de date structurate cu o localizare anatomică. Aceasta este diferența esențială față de dosarul medical general: aproape orice observație dentară are un dinte și o suprafață.

2.1.2 Ce problemă rezolvă un standard

Un cabinet poate avea un program propriu, laboratorul altul, radiologia un al treilea, iar dosarul național un al patrulea. Fără un standard, fiecare export este un fișier convenit între doi furnizori. La al treilea partener, convenția se rupe. Interoperabilitatea este capacitatea a două sisteme de a schimba informație și de a o folosi cu același înțeles [35]. Ea are mai multe niveluri: tehnic (fișierul ajunge), sintactic (fișierul are o structură cunoscută), semantic (codurile înseamnă același lucru de ambele părți) și organizațional (există un temei legal și un flux de lucru pentru schimb).

2.2 Standardele HL7: trei generații

HL7, Health Level Seven, este organizația care publică standardele prin care sistemele de sănătate își descriu mesajele. "Level Seven" vine din modelul OSI al rețelelor: stratul aplicație, acolo unde se înțelege conținutul clinic, nu cablul. Trei generații coexistă în 2026 și trebuie deosebite, nu amestecate (tabelul 2.1).

Tabelul 2.1. Cele trei generații de standarde HL7. Sursa: [36-39].

Generație	Formă	Unde se vede încă	Limită
HL7 versiunea 2	Mesaj text cu segmente (PID, OBX, ORC) și delimitatori	Laboratoare, internări, multe sisteme spitalicești	Greu de citit, acord local pe fiecare interfață
HL7 versiunea 3 și CDA	Document XML cu antet și corp narativ	Scrisoarea medicală, rezumatele de externare	Model greu, implementare lentă
HL7 FHIR	Resurse modulare, interfață REST, JSON sau XML	Aplicații noi, portaluri, schimbul european, ghidul dentar	Profilul local trebuie respectat, altfel resursa este validă sintactic și inutilă clinic

2.2.1 Ideea FHIR: resursa, nu documentul întreg

FHIR înseamnă Fast Healthcare Interoperability Resources. Unitatea nu este documentul complet, ci resursa: o piesă cu tip, identificator și câmpuri cunoscute. Un Patient poate fi citit fără să se descarce tot dosarul. O Observation de adâncime a pungii poate fi adăugată fără să se rescrie scrisoarea. Metafora potrivită este setul de piese, nu plicul sigilat.

Versiunea de implementare dominantă rămâne FHIR R4 (4.0.1), prima cu conținut normativ [38]. FHIR R5 este publicată din 2023 [40], iar istoricul versiunilor arată că R6 se află în pregătire [39]. Un student nu trebuie să memoreze diferențele de versiune. Trebuie să știe că un profil declară pe ce versiune este construit și că un client R4 nu înțelege automat o resursă R5.

2.2.2 Resursele pe care le întâlnește stomatologia

Figura 2.1 arată resursele care apar cel mai des în jurul pacientului dentar.

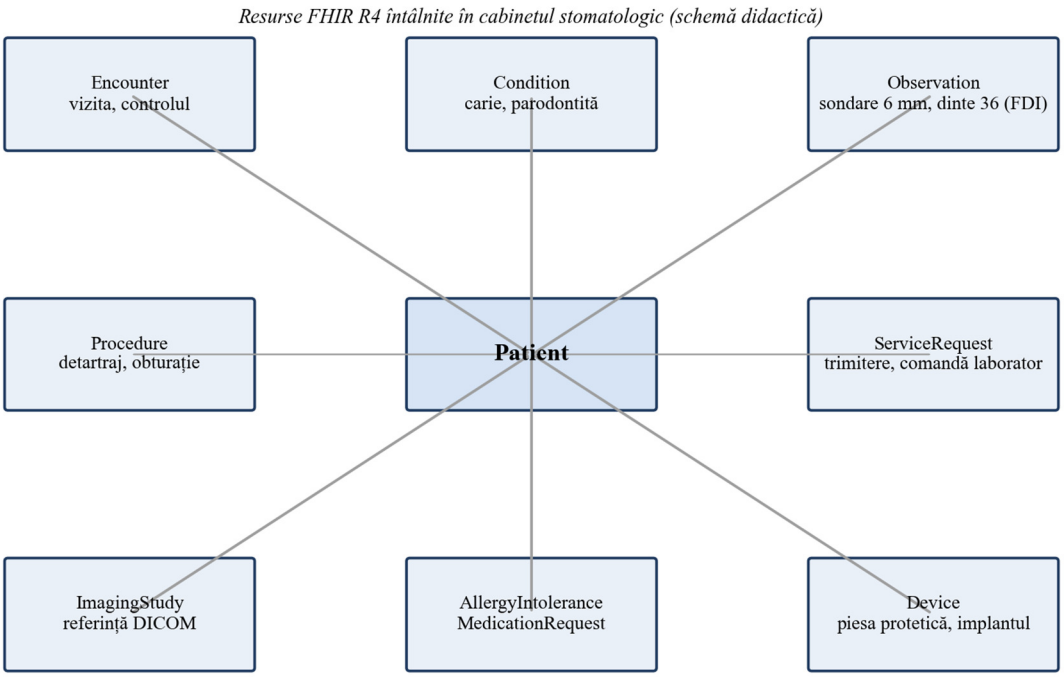


Figura 2.1. Resurse FHIR R4 întâlnite în cabinetul stomatologic. Fiecare resursă se leagă de Patient prin referință; imaginea rămâne în DICOM și este doar referită. Schemă didactică după [38,41].

- Patient: persoana îngrijită, cu identificatori, nume, dată de naștere, sex administrativ, date de contact.
- Practitioner, PractitionerRole, Organization: medicul, rolul lui în clinică, cabinetul sau laboratorul.
- Encounter: vizita, de la control la amprentă și la proba de culoare.
- Condition: problema, de la carie la parodontită și edentație. Nu este aceeași cu observația care a dus la ea.
- Observation: măsurătoarea sau constatarea, de la indicele de placă la sângerarea la sondare, DMFT sau un rezultat de laborator.
- Procedure: actul efectuat, de la detartraj la obturație, extracție sau cimentare.
- ServiceRequest: cererea, de la trimitere la radiografie și la comanda către laboratorul de tehnică dentară.
- DiagnosticReport și ImagingStudy: buletinul și studiul imagistic. Radiografia rămâne DICOM; FHIR o referă, nu o înlocuiește.
- MedicationRequest, AllergyIntolerance: prescripția și alergia, obligatorii înainte de anestezie sau antibiotic.
- Consent, DocumentReference, Appointment, CarePlan: consimțământul, documentul atașat, programarea, planul.
- Device și DeviceRequest: piesa protetică sau implantul ca dispozitiv, cu identificator și trasabilitate.

> Regula care previne cele mai multe erori de modelare este următoarea. Condition spune ce problemă are pacientul. Observation spune ce s-a măsurat. Procedure spune ce s-a făcut. ServiceRequest spune ce s-a cerut și încă nu este, obligatoriu, făcut. Amestecul lor face ca un export să pară complet și să fie clinic fals.

2.2.3 Cum arată o resursă

O resursă are un tip, un identificator și o adresă. Adresa canonică este de forma [bază]/[tip]/[id]. Citirea este un GET. Crearea este un POST pe tip. Înlocuirea este un PUT. Căutarea folosește parametri, de exemplu Observation?patient=Patient/123&code=... . Răspunsul unei căutări este un Bundle cu intrări. Formatul uzual în aplicații este JSON. XML rămâne acceptat. Conținutul clinic trebuie să fie același în ambele.

Exemplul de mai jos este didactic și simplificat. Nu este un profil publicat. Arată cum o constatare parodontală se leagă de pacient, de dinte și de cod.

```
{ "resourceType": "Observation", "status": "final",
  "code": { "coding": [{ "system": "http://snomed.info/sct",
            "code": "251313003", "display": "Periodontal pocket depth" }] },
  "subject": { "reference": "Patient/exemplu" },
  "effectiveDateTime": "2026-10-08",
  "valueQuantity": { "value": 6, "unit": "mm",
                     "system": "http://unitsofmeasure.org", "code": "mm" },
  "bodySite": { "coding": [{ "system": "urn:oid:2.16.840.1.113883.6.9",
                "display": "dinte 36, vestibular-mezial" }] } }
```

Patru elemente fac măsurătoarea reutilizabilă. Elementul status spune dacă este finală sau preliminară. Elementul code spune ce s-a măsurat, printr-un sistem de coduri, nu printr-un text liber. Elementul valueQuantity poartă numărul și unitatea UCUM. Elementul bodySite spune unde. Fără dinte, o adâncime de 6 mm nu poate fi comparată la reevaluare.

2.2.4 Profil, ghid de implementare, terminologie

Specificația FHIR de bază este deliberat largă. Un profil o îngustează: ce câmp este obligatoriu, ce coduri sunt permise, ce cardinalitate are un element. Un ghid de implementare (implementation guide) adună profilurile, seturile de valori, exemplele și scenariile unui caz de utilizare. Fără ghid, două cabinete pot schimba resurse FHIR valide și totuși să nu se înțeleagă.

Ghidul HL7 Dental Data Exchange, versiunea 1.0.0, standard pentru uz experimental (STU 1), publicat în noiembrie 2021 pe FHIR R4, este referința didactică pentru schimbul dintre medicină și stomatologie [41]. Definește șapte profiluri: Dental Bundle, Dental Referral Note, Dental Service Request, Dental Consult Note, Dental Condition, Dental Finding și Dental Communication. Scenariile lui sunt exact fluxurile cabinetului: trimitere de la medicul de familie către stomatolog, consult înapoi, trimitere către endodont, răspuns către medicul curant. Ghidul este scris pentru Statele Unite și folosește terminologiile de acolo, dar structura trimiterii și a consultului este aceeași oriunde.

Tabelul 2.2. Piesele unui ghid de implementare și întrebarea la care răspunde fiecare. Exemple din [41].

Piesă FHIR	Întrebarea	Exemplu stomatologic
CodeSystem	Cine este autorul codului?	SNOMED CT, SNODENT, LOINC, notația FDI
ValueSet	Ce coduri sunt permise aici?	motivele de trimitere dentară
Profile	Ce câmpuri sunt obligatorii?	Dental Condition, cu localizarea anatomică
Bundle	Ce resurse pleacă împreună?	trimiterea: Patient, ServiceRequest, Condition, Observation
OperationOutcome	De ce a fost respins mesajul?	cod de dinte necunoscut, pacient lipsă

2.3 Terminologii și notația dinților

Terminologia nu este un moft de bibliotecă. SNOMED CT numește constatări și proceduri și este cel mai cuprinzător nomenclator clinic, cu peste 350.000 de concepte, administrat de SNOMED International [42]. SNODENT, nomenclatorul sistematizat al stomatologiei, este întreținut de Asociația Dentară Americană, este armonizat cu SNOMED CT și este folosit în dosarele dentare electronice pentru constatări clinice, cercetare și raportare [43]. LOINC numește întrebarea de laborator și unele observații [44]. ICD-10 rămâne limba raportării de morbiditate în multe sisteme europene, inclusiv în România [45]; ICD-11 este direcția, cu un capitol dedicat bolilor cavității bucale și o fișă OMS actualizată în 2026 [46,47].

Notația FDI (ISO 3950) identifică dintele în Europa [18]. Prima cifră este cadranul (1-4 pentru dentiția permanentă, 5-8 pentru cea temporară), a doua este poziția față de linia mediană (figura 2.2). Notația Universal, folosită în ghidul american, numerotează dinții de la 1 la 32. Un "16" FDI este primul molar maxilar drept. Un "16" Universal este alt dinte. Cele două nu se amestecă într-un același câmp fără sistem declarat. Aceasta este o eroare de interoperabilitate, nu de ortografie.

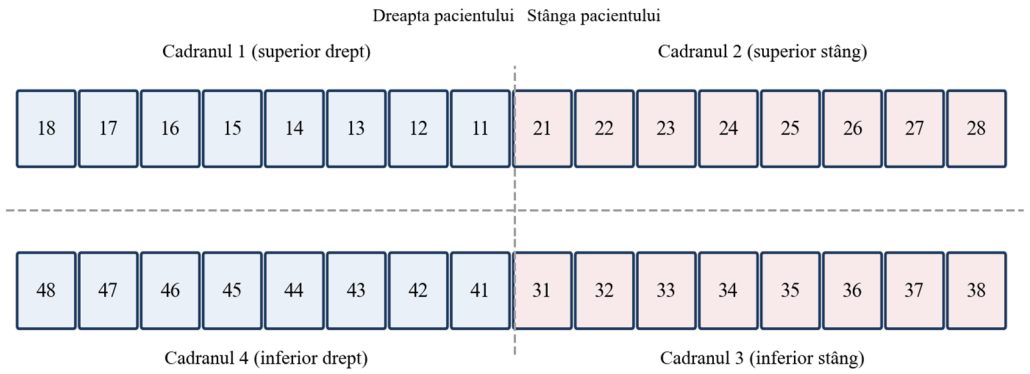


Figura 2.2. Notația FDI cu două cifre pentru dentiția permanentă, văzută dinspre examinator. Sursa: [18].

2.4 Imaginea rămâne DICOM

Radiografia digitală, panoramica și tomografia cu fascicul conic sunt stocate în formatul DICOM, standardul imagisticii medicale, care include un antet cu date despre pacient, aparat, parametri de achiziție și geometrie [19]. DICOM are propriile mecanisme de transfer și de arhivare. Într-un dosar FHIR, imaginea este referită printr-o resursă ImagingStudy, nu copiată. Consecința practică pentru cabinet este că o radiografie trimisă ca poză recomprimată într-o aplicație de mesagerie pierde antetul, geometria și adesea calitatea. Pentru laboratorul de tehnică dentară, scanarea optică intraorală ajunge de regulă în formate de rețea de suprafață, nu DICOM, iar fișierul trebuie să fie însoțit de identificarea pacientului și a dintelui.

2.5 Interfețe: REST, SMART, CDS Hooks

FHIR folosește protocolul HTTP. Verbele ajung: GET citește, POST creează, PUT înlocuiește, PATCH modifică un câmp, DELETE retrage logic, de regulă prin marcaj, nu prin dispariția istoricului clinic. O interfață SMART on FHIR adaugă autorizarea: aplicația nu primește tot dosarul, ci un jeton limitat la pacientul și scopul pentru care utilizatorul a consimțit [48]. CDS Hooks este mecanismul prin care un ajutor de decizie poate fi chemat în momentul deschiderii

fișei sau al semnării unei comenzi, nu după ce actul s-a închis [49]. Un exemplu dentar este alerta la prescrierea unui antibiotic la un pacient cu alergie înregistrată, declanșată de evenimentul de prescriere.

2.6 România și Europa, situația la 8 octombrie 2026

În România, raportarea de decontare trece de ani buni prin Platforma Informatică a Asigurărilor de Sănătate. Cardul național de asigurări, prescripția electronică și Dosarul Electronic de Sănătate sunt piese ale aceluiași ecosistem. Portalul eSănătateaMea a fost lansat de Casa Națională de Asigurări de Sănătate la 1 septembrie 2026 [50], iar furnizorii au fost anunțați că aplicațiile de cabinet trebuie actualizate pentru noile funcționalități [51]. Primele săptămâni au oferit un studiu de caz despre cât de mult depinde un sistem corect pe hârtie de identitatea digitală, de încărcarea serverelor și de programele de cabinet neadaptate.

Pentru stomatologie, platforma asigurărilor contează în măsura în care cabinetul are contract cu casa de asigurări. Pachetul de servicii și contractul-cadru sunt aprobate prin hotărâre de guvern și actualizate periodic [52]. Serviciile dentare decontate se raportează electronic, cu codurile din norme, iar valoarea de contract este plafonată lunar. Un cabinet fără contract nu raportează către platformă, dar rămâne operator de date de sănătate, cu toate obligațiile din capitolul 3.

Cadrul european este Regulamentul privind Spațiul european al datelor de sănătate, în vigoare din martie 2025, cu obligații eșalonate pe mai mulți ani [53]. Formatul european de schimb al dosarului electronic se sprijină pe FHIR, iar Rezumatul internațional al pacientului, publicat de HL7 ca ghid de implementare [54], conține alergii, medicație și probleme, nu schema dentară completă. Pentru stomatologie, consecința practică este că un rezumat util la graniță va avea alergiile și medicația, iar schema rămâne în sistemul cabinetului, dar trebuie să poată fi referită, nu redesenată la fiecare trimitere.

> **Studiu de caz: ce pleacă la o trimitere**
>
> La o trimitere către chirurgul oro-maxilo-facial sau către endodont, pachetul minim este Patient, Condition, Observation relevantă, AllergyIntolerance, MedicationRequest și ServiceRequest. Radiografia pleacă ca referință DICOM, nu ca poză recomprimată. Pentru asistentul de profilaxie, indicele de placă și sângerarea la sondare sunt Observation, nu text în rubrica "observații", iar rechemarea este Appointment sau CarePlan. Pentru tehnicianul dentar, comanda de coroană este ServiceRequest, iar piesa finită este Device, cu lot, material și identificator; culoarea și dintele FDI nu se scriu doar pe biletul de hârtie care poate rămâne în laborator.

2.7 Ce nu este FHIR

- Nu este un program de cabinet. Este contractul dintre programe.
- Nu înlocuiește DICOM pentru imagine și nu înlocuiește documentul semnat electronic pentru actul legal.
- Nu certifică faptul clinic. O resursă poate fi sintactic validă și clinic greșită.
- Nu anulează GDPR. Schimbul tehnic posibil nu este schimbul legal permis.
- Nu cere studentului să programeze un server. Cere să recunoască resursa, codul, referința și lipsa lor.

Capcane frecvente

- Amestecul notațiilor FDI și Universal în același câmp, fără sistem declarat.
- Scrierea adâncimii de sondare în textul liber al fișei, de unde nu mai poate fi comparată.
- Confuzia dintre Condition (problema) și Observation (măsurătoarea), sau dintre ServiceRequest (cererea) și Procedure (actul făcut).
- Trimiterea radiografiei ca imagine recomprimată printr-o aplicație de mesagerie.
- Credința că o resursă FHIR validă sintactic este și corectă clinic.

De reținut

- Dosarul dentar este un dosar medical cu localizare anatomică pentru aproape fiecare observație.
- HL7 v2 înseamnă mesaj, CDA înseamnă document, FHIR înseamnă resurse adresabile printr-o interfață REST.
- R4 este versiunea implementată pe scară largă; profilul declară versiunea.
- Ghidul Dental Data Exchange (STU 1, R4) definește șapte profiluri pentru trimitere și consult.
- Codul are un sistem; FDI și Universal nu se amestecă.
- În România, piesele naționale sunt platforma asigurărilor, dosarul electronic, prescripția electronică și portalul eSănătateaMea; direcția europeană este Spațiul european al datelor de sănătate.

Întrebări de autoevaluare

1. (CS) În FHIR, resursa care descrie o măsurătoare precum adâncimea de sondare este:
    a) Condition
    b) Procedure
    c) Observation
    d) ServiceRequest
    e) Encounter
2. (CS) În notația FDI, codul 36 desemnează:
    a) primul molar maxilar drept
    b) primul molar mandibular stâng
    c) al doilea premolar mandibular drept
    d) caninul maxilar stâng
    e) al doilea molar temporar inferior stâng
3. (CS) Ghidul HL7 Dental Data Exchange, versiunea 1.0.0, este construit pe:
    a) HL7 versiunea 2
    b) CDA Release 2
    c) FHIR R4
    d) FHIR R5
    e) DICOM
4. (CM) Despre terminologiile folosite în stomatologie, sunt corecte afirmațiile:
    a) SNODENT este întreținut de Asociația Dentară Americană și este armonizat cu SNOMED CT
    b) LOINC numește analizele de laborator și unele observații
    c) ICD-11 nu conține boli ale cavității bucale
    d) notația FDI este standardizată prin ISO 3950
    e) un cod fără sistem declarat este interoperabil

5. (CM) Într-o trimitere către endodont trimisă ca pachet FHIR, trebuie să existe:
    a) resursa Patient
    b) resursa ServiceRequest
    c) alergiile ca AllergyIntolerance
    d) radiografia copiată în interiorul resursei Observation
    e) o referință către studiul imagistic DICOM

Capitolul 3. Etica, securitatea și legislația datelor medicale în cabinetul stomatologic

Obiective

La finalul acestui capitol, studentul va putea:

- să explice de ce datele stomatologice sunt date privind sănătatea în sensul GDPR și care sunt temeiurile legale ale prelucrării lor
- să aplice principiile minimizării, integrității și confidențialității pe fluxul cabinet-laborator-platformă-pacient
- să deosebească operatorul de persoana împuternicită și să enumere drepturile pacientului
- să decidă când o fotografie intraorală poate fi publicată, arhivată sau folosită pentru antrenarea unui model
- să descrie obligațiile care decurg din Regulamentul privind dispozitivele medicale pentru piesele protetice la comandă și pentru software
- să enumere regulile de securitate practică ale unui cabinet: conturi nominale, autentificare în doi pași, copii de siguranță, raportarea incidentelor.

3.1 Datele stomatologice sunt date privind sănătatea

Regulamentul general privind protecția datelor tratează datele privind sănătatea ca date din categorii speciale, a căror prelucrare este în principiu interzisă, cu excepțiile enumerate la articolul 9 [55]. O schemă dentară, o radiografie, o fotografie a arcadelor, un plan de tratament și chiar o programare pentru detartraj intră în această categorie. Legea română de punere în aplicare, Legea nr. 190/2018, adaugă reguli pentru prelucrarea codului numeric personal și pentru autoritatea de supraveghere [56].

Temeiul nu este "pacientul a venit la cabinet", ci o bază legală precisă: îngrijirea medicală (art. 9 alin. 2 lit. h), obligația legală (raportarea către casa de asigurări), interesul public sau, când nimic altceva nu se aplică, consimțământul explicit. Consimțământul pentru actul de tratament, deja acoperit de relația de îngrijire, nu se cere încă o dată și apoi nu se refolosește tacit pentru o reclamă sau pentru antrenarea unui model. Pentru fiecare scop nou este nevoie de un temei nou (figura 3.1).

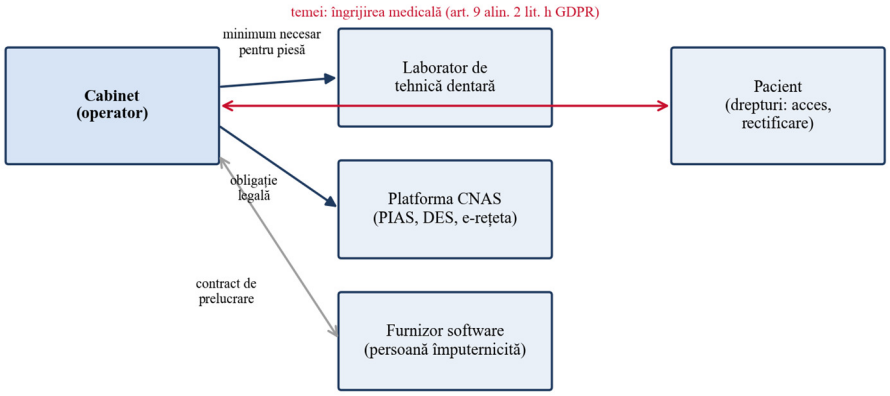


Figura 3.1. Fluxul datelor pacientului între cabinet, laborator, platforma asigurărilor și furnizorul de software, cu temeiul legal al fiecărui pas. Schemă didactică după [55,56].

3.1.1 Principiile aplicate în cabinet

Minimizarea cere să plece la laborator doar ce este necesar pentru piesă: dinte, culoare, antagonist, material, termen. Nu istoricul psihiatric, dacă nu schimbă planul. Integritatea cere ca modificarea unei observații să lase urmă. Confidențialitatea cere cont nominativ, nu parola cabinetului scrisă pe monitor. Limitarea stocării cere o regulă despre cât timp se păstrează radiografiile și fotografiile după încheierea tratamentului, regulă care ține cont și de obligațiile de arhivare a documentelor medicale.

Drepturile pacientului (acces, rectificare, restricționare, portabilitate, opoziție) se exercită față de operator, adică față de cabinet, nu față de furnizorul de software, deși acesta este adesea persoană împuternicită. Contractul dintre cabinet și furnizor trebuie să spună cine ce face cu datele, unde sunt stocate și ce se întâmplă cu ele la încetarea contractului. Manualul pentru Facultatea de Medicină discută pe larg GDPR pentru medic și Spațiul european al datelor de sănătate [1]; aici rămân doar punctele specifice cabinetului dentar.

3.1.2 Fotografia intraorală

Fotografia intraorală publicată într-un portofoliu, chiar cu dinții "nerecunoscuți", poate rămâne identificatoare împreună cu data, cabinetul și rețeaua de socializare. Regula de lucru are trei trepte. Pentru documentarea tratamentului, fotografia este date de sănătate și se păstrează în dosar, cu temeiul îngrijirii. Pentru educație internă, se folosește anonimizată sau pseudonimizată, fără metadate de locație, fără dată și fără elemente de identificare. Pentru publicare sau pentru antrenarea unui model de inteligență artificială este nevoie de consimțământ explicit, separat, informat, pe care pacientul îl poate retrage.

Fișa de igienizare nu se fotografiază pentru grupul de practică al studenților. Cazul de seminar se construiește din date simulate sau agregate. Setul "stoma2026" al acestui volum a fost generat tocmai pentru acest scop.

3.2 Etica informaticii medicale

Dincolo de lege, etica informaticii medicale pornește de la întrebarea cine răspunde pentru o decizie luată cu ajutorul unui sistem [57]. Trei principii merită reținute pentru cabinet. Primul: un sistem informatic nu preia răspunderea; semnătura rămâne a medicului. Al doilea: calitatea datelor introduse determină calitatea tuturor rapoartelor, alertelor și analizelor ulterioare, iar o eroare de dinte într-o comandă se multiplică pe tot fluxul. Al treilea: accesul la dosar se face numai în interesul pacientului îngrijit, nu din curiozitate sau pentru o cunoștință.

Codul deontologic al medicului stomatolog, adoptat de Colegiul Medicilor Stomatologi din România, reglementează secretul profesional și relația cu pacientul; versiunea în vigoare se consultă pe pagina colegiului, care nu a putut fi verificată integral la data încheierii volumului. Pentru studentul la tehnică dentară, cadrul profesional adaugă obligațiile legate de dispozitivul medical.

3.3 Piesa protetică este un dispozitiv medical

Regulamentul (UE) 2017/745 privind dispozitivele medicale se aplică și dispozitivelor fabricate la comandă, cum sunt coroanele, punțile, protezele și gutierele realizate de laboratorul de tehnică dentară pe baza unei prescripții scrise [58]. Pentru tehnician, consecințele informatice sunt trasabilitatea (lotul materialului, identificatorul piesei, data fabricării, persoana responsabilă), declarația de conformitate și păstrarea documentației pe durata cerută de regulament. Un sistem informatic de laborator bun leagă comanda (ServiceRequest, în limbajul capitolului 2) de piesa

livrată (Device) și de lotul materialului. Fără această legătură, o alertă de siguranță privind un lot de aliaj nu poate fi urmărită până la pacienți.

Software-ul poate fi, la rândul lui, dispozitiv medical. Ghidul Grupului de coordonare privind dispozitivele medicale explică de când un program care influențează decizia de diagnostic sau de tratament intră sub regulament și în ce clasă [59]. Un instrument care marchează leziuni carioase pe radiografie este, de regulă, un astfel de software, cu toate obligațiile de certificare, iar un program de programări nu este.

3.4 Inteligența artificială și obligațiile din 2026

Regulamentul european privind inteligența artificială clasifică sistemele de IA care sunt dispozitive medicale supuse evaluării conformității de către un organism notificat drept sisteme cu risc ridicat [60]. Prin Regulamentul (UE) 2026/1744, intrat în vigoare la 27 iulie 2026, calendarul obligațiilor pentru sistemele cu risc ridicat din categoria produselor reglementate (inclusiv dispozitivele medicale) a fost amânat până la 2 august 2028, în timp ce obligațiile de transparență și interdicțiile deja aplicabile nu au fost suspendate [61]. Pentru student, regula de lucru este simplă și nu depinde de calendar: sugestia unui model este o intrare, nu o decizie, iar cel care semnează rămâne medicul. Capitolul 12 revine asupra evaluării performanței acestor instrumente.

3.5 Securitatea practică a cabinetului

Securitatea informației se descrie prin trei proprietăți: confidențialitate, integritate, disponibilitate. Un cabinet mic le poate asigura cu câteva reguli:

- conturi nominale pentru fiecare persoană, cu drepturi diferite pentru medic, asistent și recepție
- parole lungi, unice, păstrate într-un manager de parole, și autentificare în doi pași acolo unde programul o permite
- copii de siguranță zilnice, păstrate separat de calculatorul cabinetului, și o probă de restaurare făcută măcar o dată pe an
- actualizarea sistemului de operare și a programului de cabinet
- ecran blocat când postul este părăsit, inclusiv în sala de tratament
- recunoașterea mesajelor de tip phishing: cererea de "reconfirmare a contului", facturi neașteptate, linkuri scurtate
- o procedură scrisă pentru incidentul de securitate: cine anunță, pe cine, în cât timp; GDPR cere notificarea autorității în 72 de ore pentru încălcările care prezintă risc pentru persoane.

Un studiu de caz frecvent este transmiterea fotografiilor și a radiografiilor prin aplicații de mesagerie personale. Canalul nu este adecvat pentru date de sănătate: identitatea destinatarului nu este verificată, copia rămâne pe telefoane personale, iar furnizorul aplicației nu este persoană împuternicită a cabinetului. Soluția este un canal al programului de cabinet sau un portal securizat al laboratorului.

3.6 Integritatea academică

Pentru student, etica datelor începe cu propriile lucrări. Datele din proiectele de laborator sunt fictive sau agregate. Sursele se citează, iar folosirea unui instrument de inteligență artificială generativă în redactare se declară, conform recomandărilor Comitetului Internațional al Editorilor de Reviste Medicale [62]. Un text generat trebuie verificat afirmație cu afirmație, iar referințele produse de un model se caută efectiv în PubMed înainte de a fi preluate; modelele pot inventa referințe plauzibile. Lucrarea practică 1 exersează exact această verificare.

Capcane frecvente

- Consimțământul cerut "pentru orice", o singură dată, și refolosit pentru scopuri noi.
- Trimiterea radiografiilor și a fotografiilor prin aplicații de mesagerie personale.
- Parola cabinetului comună, scrisă pe monitor.
- Comanda de laborator fără dinte FDI și fără lotul materialului; trasabilitatea nu este opțională la o lucrare care se cimentează.
- Confuzia dintre operator (cabinetul) și persoana împuternicită (furnizorul de software) la exercitarea drepturilor pacientului.
- Credința că un instrument de IA certificat preia răspunderea pentru diagnostic.

De reținut

- Datele stomatologice sunt date privind sănătatea; prelucrarea lor cere un temei din articolul 9 GDPR.
- Minimizare: la laborator pleacă dintele, culoarea, antagonistul, materialul, termenul.
- Fotografia intraorală are trei regimuri: dosar, educație anonimizată, publicare cu consimțământ explicit.
- Piesa protetică la comandă este dispozitiv medical; software-ul care influențează diagnosticul poate fi și el.
- Obligațiile AI Act pentru sistemele cu risc ridicat din dispozitivele medicale se aplică de la 2 august 2028, dar răspunderea clinică este a medicului de astăzi.
- Securitatea cabinetului se face cu conturi nominale, autentificare în doi pași, copii de siguranță și o procedură pentru incidente.

Întrebări de autoevaluare

1. (CS) Temeiul legal obișnuit pentru înregistrarea schemei dentare a unui pacient tratat în cabinet este:
    a) consimțământul explicit pentru fiecare dinte
    b) îngrijirea medicală, conform articolului 9 alineatul 2 litera h din GDPR
    c) interesul legitim al furnizorului de software
    d) contractul cu laboratorul de tehnică dentară
    e) nu este nevoie de niciun temei
2. (CS) Față de cine își exercită pacientul dreptul de acces la propriul dosar dentar?
    a) față de furnizorul programului de cabinet
    b) față de laboratorul de tehnică dentară
    c) față de cabinet, în calitate de operator
    d) față de casa de asigurări
    e) față de Colegiul Medicilor Stomatologi
3. (CS) Conform Regulamentului (UE) 2026/1744, obligațiile pentru sistemele de IA cu risc ridicat care sunt dispozitive medicale se aplică de la:
    a) 2 august 2026
    b) 2 decembrie 2027
    c) 2 august 2028
    d) 1 ianuarie 2030
    e) nu mai există obligații
4. (CM) Despre fotografia intraorală, sunt corecte afirmațiile:
    a) este o dată privind sănătatea

b) poate fi publicată într-un portofoliu fără consimțământ dacă fața nu se vede
c) pentru educație internă se folosește anonimizată, fără metadate
d) pentru antrenarea unui model de IA este nevoie de consimțământ explicit, separat
e) poate fi trimisă laboratorului printr-o aplicație de mesagerie personală

5. (CM) Pentru tehnicianul dentar, Regulamentul privind dispozitivele medicale implică:
a) trasabilitatea lotului materialului și a identificatorului piesei
b) o declarație de conformitate pentru dispozitivul la comandă
c) păstrarea documentației pe durata cerută de regulament
d) obligația de a avea un contract cu casa de asigurări
e) legarea comenzii de piesa livrată în sistemul informatic

Capitolul 4. Bazele analizei și vizualizării datelor clinice

Obiective

La finalul acestui capitol, studentul va putea:

- să descrie un set de date ca tabel cu o linie pe unitate de observație și o coloană pe variabilă, însoțit de un dicționar de date
- să identifice într-un fișier brut erorile tipice: valori imposibile, coduri inconsecvente, dubluri, valori lipsă, unități amestecate
- să curețe datele după reguli explicite, documentate într-un jurnal, fără a modifica fișierul brut
- să aleagă graficul potrivit pentru o variabilă nominală, ordinală, discretă sau continuă și pentru măsurători pereche
- să recunoască un grafic înșelător (axă trunchiată, diagramă circulară cu prea multe felii, efecte tridimensionale)
- să explice cum pot fi refolosite datele produse de sistemele informatice (prescripții electronice, foi de externare) și ce precauții cere această refolosire.

4.1 Setul de date ca tabel

Orice analiză începe cu un tabel în care fiecare linie este o unitate de observație și fiecare coloană este o variabilă. Regula pare banală, dar este încălcată des în cabinet: o foaie de calcul cu o linie pe vizită și coloane diferite pentru fiecare dinte, sau o linie pe pacient și zeci de coloane "dinte 11", "dinte 12" și așa mai departe. Formatul ales depinde de întrebare. Pentru o analiză pe pacient se folosește o linie pe pacient (formatul "lat"). Pentru o analiză pe dinte sau pe situs se folosește o linie pe dinte, cu identificatorul pacientului repetat (formatul "lung"). Trecerea de la un format la altul este o operație de rutină în orice program statistic, dar trebuie decisă înainte de colectare.

Setul didactic al acestui volum, "stoma2026", are 120 de linii (pacienți fictivi) și 20 de coloane: identificatorul pseudonim, vârsta, sexul, mediul de rezidență, fumatul, diabetul, numărul de periaje pe zi, indicele DMFT, indicele de placă (0-3), procentul de situsuri cu sângerare la sondare, adâncimea medie de sondare, prezența parodontitei, numărul de dinți absenți, vizitele pe an, durerea pe scala VAS înainte și după un tratament, satisfacția (1-5), materialul unei restaurări, pH-ul și fluxul salivar. Dicționarul de date complet se află în anexa C.

4.1.1 Dicționarul de date

Dicționarul de date spune, pentru fiecare variabilă, numele scurt, eticheta completă, tipul, unitatea, valorile permise și codul pentru valoare lipsă. Numele scurt nu are spații și nici diacritice, pentru compatibilitate cu programele statistice ("adancime_sondare_mm", nu "Adâncime sondare (mm)"). Eticheta completă apare în tabele și în grafice. Dicționarul se scrie înainte de colectare, nu după, și se actualizează la fiecare modificare a protocolului.

4.2 Calitatea datelor

Calitatea datelor are mai multe dimensiuni: completitudinea, corectitudinea, consistența, actualitatea și unicitatea [16]. Pentru cabinetul dentar, fiecare are un exemplu concret.

- Completitudinea: lipsa sângerării la sondare pentru o treime dintre pacienți face imposibilă estimarea prevalenței gingivitei.

- Corectitudinea: un DMFT de 48 este imposibil, pentru că un adult are cel mult 32 de dinți, iar indicele DMFT clasic se calculează pe 28.
- Consistența: "F", "f", "fem." și "feminin" în aceeași coloană; o dată a extracției anterioară datei nașterii.
- Actualitatea: medicația declarată acum doi ani nu este medicația de azi, înainte de o extracție la un pacient sub anticoagulant.
- Unicitatea: același pacient înregistrat de două ori, o dată cu diacritice și o dată fără.

Fișierul brut "stoma2026_brut.csv" conține intenționat câteva dintre aceste erori, pe care lucrarea practică 4 le cere găsite și corectate (tabelul 4.1).

Tabelul 4.1. Erori introduse intenționat în fișierul brut al setului didactic și regula care le detectează. Date fictive.

Identificator	Variabilă	Valoare brută	Regula care o prinde	Corecția
P008	DMFT	48	interval permis 0-28	se verifică fișa; până atunci, valoare lipsă
P024	sex	f	listă închisă F/M	recodificare F
P042	adâncime de sondare	35,0 mm	interval plauzibil 1-12 mm	probabil virgulă omisă (3,5); se verifică fișa
P056	vârstă	17	criteriu de includere: adulți	excludere din analiză, cu motivul notat
P013	toată linia	duplicat	numărarea identificatorilor	se păstrează prima înregistrare
P089, P091	pH, VAS după	celulă goală	numărarea celulelor goale	valoare lipsă; nu se înlocuiește cu zero

4.2.1 Reguli de curățare

Curățarea nu înseamnă ștergerea valorilor incomode. Înseamnă reguli explicite, aplicate pe o copie a datelor brute, cu fiecare corectură notată într-un jurnal: identificatorul, variabila, valoarea veche, valoarea nouă, motivul. Fișierul brut nu se modifică niciodată. Cinci verificări prind cele mai multe erori:

1. Dublurile: numărarea aparițiilor fiecărui identificator (funcția COUNTIF în Google Sheets [63]).
2. Valorile lipsă: numărarea celulelor goale pe fiecare coloană (COUNTBLANK) și raportarea proporției lor.
3. Valorile în afara intervalului: minimul și maximul fiecărei variabile numerice, comparate cu dicționarul.
4. Consistența între câmpuri: diastolica mai mică decât sistolica, data controlului după data tratamentului, numărul de dinți absenți mai mic decât 32.
5. Codurile: tabelul de frecvențe al fiecărei variabile nominale scoate imediat la iveală variantele de scriere.

O valoare lipsă nu se înlocuiește cu zero. Un pH salivar lipsă înlocuit cu zero ar coborî media întregului grup cu aproape o unitate de pH. Metodele de imputare există, dar țin de cursurile avansate; la nivelul acestui volum, valorile lipsă se raportează și se exclud din analiza variabilei respective.

4.2.2 Datele produse de sistemele informatice

O parte importantă a cercetării clinice folosește date care nu au fost colectate pentru cercetare: prescripții electronice, foi de externare, registre administrative. Un studiu condus în județele

Timiș și Arad a analizat 1.498 de prescripții electronice cronice ale pacienților peste 65 de ani pentru a identifica sub-prescrierea, pe baza criteriilor STOPP/START [64]. Un studiu din 2026 despre carcinoamele scuamoase orale și orofaringiene a legat determinist o bază de date administrativă structurată de textul narativ al foilor de externare, pentru 248 de internări între 2018 și 2024 [9]. Legarea deterministă folosește un identificator comun (de exemplu numărul foii de observație) și are avantajul că fiecare legătură poate fi verificată.

Refolosirea are trei precauții. Prima: definițiile din sistem nu sunt definițiile cercetării (un cod de diagnostic de facturare nu este un diagnostic confirmat). A doua: valorile lipsă nu sunt întâmplătoare (un câmp completat doar când pacientul are o problemă). A treia: temeiul legal pentru utilizarea secundară trebuie stabilit înainte, conform capitolului 3.

4.3 Tabelele

Un tabel bun are un titlu care spune ce, cine, unde și când, are numărul total de unități (N) și unitatea fiecărei variabile, și precizează sursa datelor. Primul tabel al aproape oricărui articol clinic descrie caracteristicile participanților: pentru variabilele numerice simetrice, media și abaterea standard; pentru cele asimetrice și ordinale, mediana și intervalul intercuartil; pentru cele nominale, numărul și procentul. Capitolul 6 explică alegerea. Tabelul pivot din Google Sheets [65] construiește rapid astfel de tabele încrucișate, de exemplu numărul de pacienți cu parodontită pe categorii de fumat.

4.4 Graficele

Graficul se alege după tipul variabilei și după întrebare (figura 4.1). Categoriile (tipul de edentație, materialul restaurării) merg într-o diagramă de bare. O variabilă discretă cu multe valori (DMFT) sau una continuă (adâncimea de sondare) merge într-o histogramă sau într-un box-plot. Compararea unei variabile continue între grupuri se face cel mai clar cu box-plot-uri alăturate. Evoluția unei măsurători la același pacient se arată prin linii care unesc cele două momente.

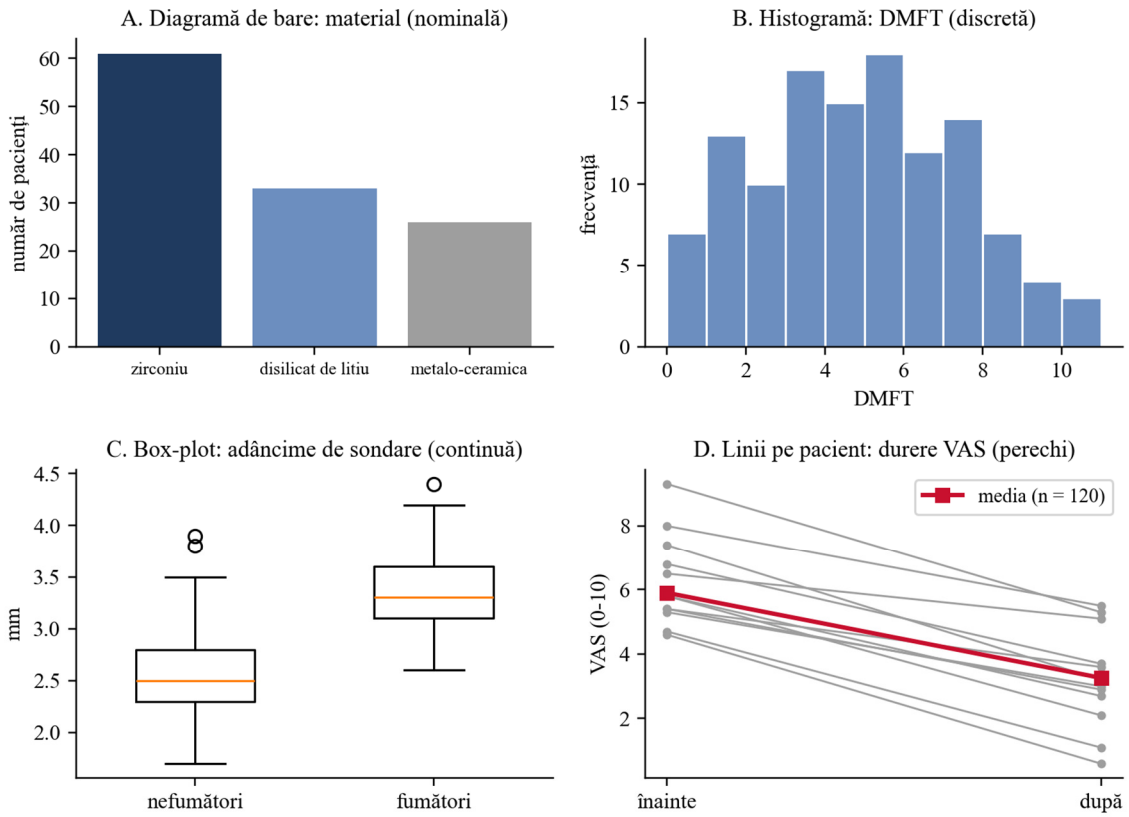


Figura 4.1. Patru tipuri de grafice pe setul didactic stoma2026 (n = 120): A, diagramă de bare pentru o variabilă nominală; B, histogramă pentru o variabilă discretă; C, box-plot pentru compararea unei variabile continue între două grupuri; D, linii pe pacient pentru măsurători pereche. Date sintetice.

Box-plot-ul merită o explicație. Cutia se întinde de la prima la a treia cuartilă, deci cuprinde jumătatea centrală a valorilor. Linia din interior este mediana. "Mustățile" se prelungesc până la cea mai îndepărtată valoare aflată la cel mult 1,5 intervale intercuartile de cutie, iar punctele de dincolo sunt marcate separat ca valori extreme. În figura 4.1C, cutia fumătorilor este deplasată în sus față de a nefumătorilor, iar cele două cutii abia se suprapun: o diferență vizibilă înaintea oricărui test.

Diagrama circulară este rar justificată, doar când părțile fac un întreg și sunt puține (cel mult 4-5). Pentru comparații între grupuri, barele sunt aproape întotdeauna mai ușor de citit.

4.4.1 Graficele înșelătoare

Axa trunchiată, care pornește de la 93% ca să umfle o diferență de un punct procentual, este o eroare de raportare, nu un stil (figura 4.2). Efectele tridimensionale deformează suprafețele. Două axe verticale cu scări diferite pe același grafic pot sugera o corelație care nu există. Regula generală: pentru bare, axa pornește de la zero; pentru puncte și linii, axa poate porni de la altă valoare, dar acest lucru trebuie să fie evident.

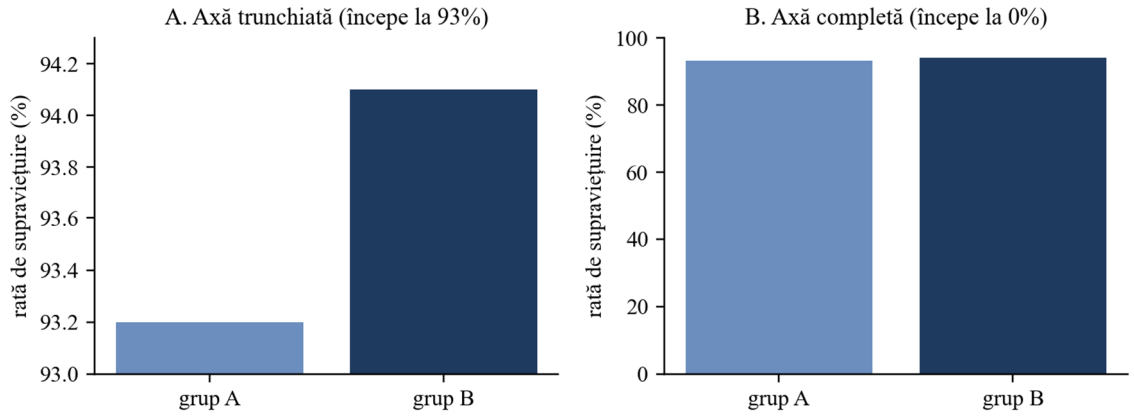


Figura 4.2. Aceeași diferență de 0,9 puncte procentuale între două rate de supraviețuire, cu axa trunchiată (A) și cu axa completă (B). Date didactice.

4.4.2 Alte reprezentări

Reprezentarea datelor nu este doar vizuală. Colegii din disciplină au studiat, de pildă, sonificarea, adică transpunerea în sunet a unor semnale medicale precum electrocardiograma sau frecvența cardiacă la efort, ca alternativă sau completare a graficului [66]. Pentru cabinetul dentar, reprezentările specifice sunt odontograma și parodontograma, care sunt de fapt grafice cu o axă anatomică: dintele și situsul. Ele se citesc la fel ca orice grafic, cu întrebarea "ce variabilă, pe ce scară, la ce moment?".

Capcane frecvente

- Modificarea fișierului brut în loc de o copie, fără jurnal al corecturilor.
- Înlocuirea valorilor lipsă cu zero.
- Diagrama circulară cu zece felii, sau pentru categorii care nu formează un întreg.
- Axa unei diagrame de bare care nu pornește de la zero.
- Histograma confundată cu diagrama de bare: în histogramă coloanele se ating, pentru că variabila este numerică.
- Tabelul fără N și fără unități.

De reținut

- O linie pe unitate de observație, o coloană pe variabilă, un dicționar de date scris înainte de colectare.
- Cinci verificări: dubluri, valori lipsă, valori în afara intervalului, consistență între câmpuri, coduri.
- Fișierul brut nu se modifică; fiecare corectură intră în jurnal.
- Bare pentru nominale, histogramă sau box-plot pentru numerice, linii pe pacient pentru măsurători pereche.
- Datele refolosite din sistemele informatice au definiții, valori lipsă și temeiuri legale proprii.

Întrebări de autoevaluare

1. (CS) Într-un fișier de cabinet, valoarea DMFT = 48 la un adult:
    a) este plauzibilă la pacienții edentați total
    b) este imposibilă și trebuie verificată în fișă
    c) se înlocuiește cu media grupului
    d) se înlocuiește cu zero
    e) se păstrează, pentru că a fost introdusă de medic

2. (CS) Pentru a compara adâncimea de sondare între fumători și nefumători, graficul cel mai potrivit este:
    a) diagrama circulară
    b) box-plot-uri alăturate
    c) diagrama de bare a frecvențelor
    d) graficul cu două axe verticale
    e) un tabel fără grafic
3. (CS) Într-un box-plot, cutia cuprinde:
    a) toate valorile
    b) valorile dintre medie și o abatere standard
    c) valorile dintre prima și a treia cuartilă
    d) numai valorile extreme
    e) intervalul de încredere al mediei
4. (CM) Despre curățarea datelor, sunt corecte afirmațiile:
    a) se face pe o copie a fișierului brut
    b) fiecare corectură se notează într-un jurnal
    c) valorile lipsă se înlocuiesc cu zero
    d) dublurile se identifică prin numărarea identificatorilor
    e) valorile în afara intervalului se șterg fără verificare
5. (CM) La refolosirea datelor din prescripțiile electronice pentru cercetare:
    a) codurile din sistem pot avea alte definiții decât cele ale studiului
    b) valorile lipsă pot să nu fie întâmplătoare
    c) temeiul legal pentru utilizarea secundară trebuie stabilit
    d) datele sunt automat anonime
    e) legarea deterministă folosește un identificator comun verificabil

Capitolul 5. Introducere în biostatistică: concepte, probabilități, unitatea de analiză

Obiective

La finalul acestui capitol, studentul va putea:

- să definească populația, eșantionul, parametrul și statistica și să explice ce înseamnă inferența statistică
- să descrie metodele de selecție a eșantionului (aleatoare simplă, stratificată, în grupuri) și să recunoască un eșantion de conveniență
- să clasifice o variabilă stomatologică după scala de măsurare și să explice consecințele pentru analiză
- să aplice regulile de bază ale probabilităților (complement, adunare, înmulțire, probabilitate condiționată) pe un tabel de contingență
- să identifice unitatea de analiză într-un studiu dentar (pacient, dinte, suprafață, situs, restaurare) și să explice de ce ignorarea grupării produce concluzii false
- să explice de ce indicii stomatologici cer examinatori calibrați.

5.1 De ce biostatistică

Biostatistica nu demonstrează că un tratament "merge". Ea estimează un efect și spune cât de compatibile sunt datele cu ipoteza că efectul este nul. Manualul disciplinei descrie obiectul biostatisticii ca ansamblul metodelor prin care se culeg, se descriu și se interpretează datele provenite din fenomene biologice afectate de variabilitate [15]. Variabilitatea este cuvântul-cheie. Doi pacienți cu aceeași igienă orală nu au același indice de placă; același pacient sondat de doi examinatori nu are aceeași adâncime de sondare; aceeași restaurare nu durează la fel în două guri. Biostatistica separă variația care contează de variația întâmplătoare.

Pentru medicul stomatolog, utilitatea este dublă. În practică, el citește articole și trebuie să știe dacă o diferență raportată este reală, mare și relevantă. În cercetare, el proiectează un studiu și trebuie să știe câți pacienți îi trebuie și ce test va folosi, înainte de a începe. Băicuș și Bălănescu observă, cu dreptate, că statistica este partea cea mai ușoară a unui studiu; partea grea este designul valid, pentru că un studiu prost proiectat nu mai poate fi salvat după colectare [26].

5.2 Populație, eșantion, inferență

Populația este mulțimea despre care vrem să vorbim: adulții dintr-un oraș, copiii de 12 ani dintr-o regiune, restaurările de zirconiu cimentate într-o clinică. Eșantionul este partea pe care am măsurat-o efectiv. Parametrul este o caracteristică numerică a populației (media reală a DMFT, proporția reală a copiilor fără carie) și este, de regulă, necunoscut. Statistica este aceeași caracteristică calculată pe eșantion și servește la estimarea parametrului (figura 5.1).

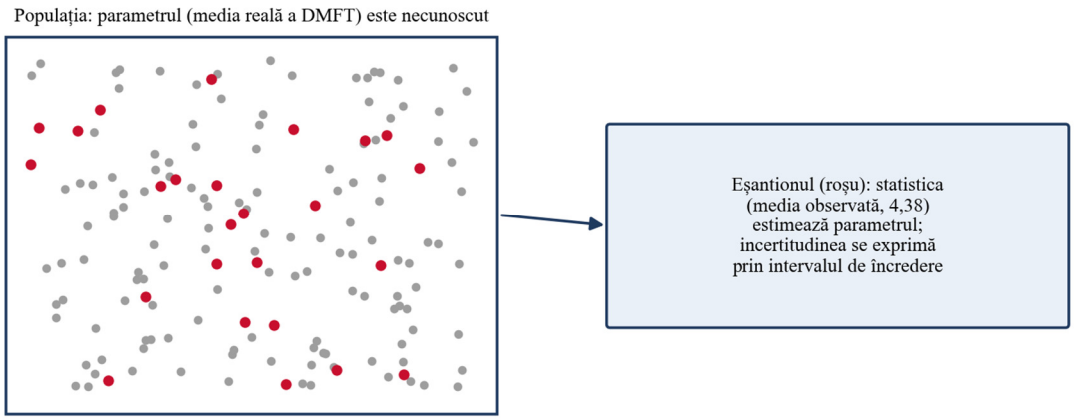


Figura 5.1. Populația și eșantionul. Parametrul populației este necunoscut; statistica eșantionului îl estimează, iar incertitudinea estimării se exprimă prin intervalul de încredere (capitolul 7). Schemă didactică.

Inferența statistică este trecerea de la eșantion la populație. Ea este legitimă numai dacă eșantionul este reprezentativ, adică dacă reproduce, în limitele întâmplării, structura populației. Reprezentativitatea nu ține de mărimea eșantionului, ci de felul în care a fost ales.

5.2.1 Metode de selecție

Selecția aleatoare simplă dă fiecărei unități aceeași șansă de a intra în eșantion, de exemplu prin tragerea la sorți a numerelor din registrul școlii. Selecția stratificată împarte populația în straturi (mediul urban și rural, regiunile țării) și extrage aleator din fiecare, proporțional sau nu. Selecția în grupuri (cluster) extrage aleator grupuri întregi, de exemplu clase sau școli, și examinează toți copiii din ele [15].

Studiul național de sănătate orală din România a folosit un eșantion stratificat, randomizat și reprezentativ, construit pe unitățile administrative și pe mediul de rezidență [32,33]. Ghidul OMS pentru anchetele de sănătate orală recomandă un design de tip "pathfinder", cu grupe de vârstă-index (5, 12, 15, 35-44 și 65-74 de ani) și cu examinatori calibrați [67].

Eșantionul de conveniență (pacienții care au venit la clinică, studenții care au răspuns la un formular online) este cel mai ușor de obținut și cel mai des întâlnit în cercetarea clinică. Rezultatele lui sunt valoroase, dar generalizarea la populație cere prudență. Un sondaj online din 2026 pe 753 de adulți tineri din România, la care 93,5% dintre respondenți erau femei, își declară explicit natura de eșantion de conveniență în titlu [68]. Este exact felul corect de a raporta o astfel de limită.

5.3 Variabilele și scalele de măsurare

O variabilă este o caracteristică ce ia valori diferite de la o unitate la alta. Scala de măsurare determină ce operații au sens și, mai departe, ce test se poate aplica (tabelul 5.1).

Tabelul 5.1. Scalele de măsurare, cu exemple stomatologice și rezumatul potrivit. Adaptat după [15,26].

Scala	Proprietate	Exemplu stomatologic	Rezumat potrivit	Grafic
Nominală	categorii fără ordine	material: zirconiu, metalo-ceramică, disilicat de litiu; arcada; sexul	frecvențe, procente	bare
Nominală dihotomică	două categorii	parodontită da/nu; fumător da/nu	proporție	bare
Ordinală	ordine, fără distanțe egale	indicele de placă 0-3; codurile ICDAS 0-6; clasa Kennedy; scorul de satisfacție 1-5	mediană, interval intercuartil	bare sau box-plot
Numerică discretă	numere întregi, numărări	DMFT; numărul de dinți absenți; numărul de vizite	medie sau mediană, după distribuție	histogramă, bare
Numerică continuă	orice valoare dintr-un interval	adâncimea de sondare (mm); pH-ul salivar; fluxul salivar (ml/min); vârsta	medie și abatere standard, sau mediană	histogramă, box-plot

Două observații practice. Prima: o variabilă ordinală codificată cu cifre nu devine numerică. Media indicelui de placă (1,11 în setul didactic) este o convenție folosită în literatură, dar distanța dintre gradul 0 și gradul 1 nu este aceeași cu distanța dintre 2 și 3. De aceea mediana și distribuția pe grade sunt mai cinstite (tabelul 6.2). A doua: o variabilă numerică poate fi transformată în una dihotomică printr-un prag (adâncime de sondare de cel puțin 4 mm: da/nu). Transformarea simplifică interpretarea, dar pierde informație și trebuie justificată clinic, nu aleasă după ce s-au văzut datele.

5.3.1 Indicii stomatologici ca variabile

Mulți indici stomatologici sunt variabile compuse. DMFT adună dinții cariați (D), absenți din cauza cariei (M) și obturați (F); varianta pe suprafețe se numește DMFS. Este o măsură a experienței cumulate de carie, nu a bolii active de azi. Sistemul ICDAS codifică fiecare suprafață de la 0 (sănătos) la 6 (cavitate extinsă în dentină) și permite separarea leziunilor de smalț de cele de dentină [69]. OHIP-14 este un chestionar de 14 întrebări despre impactul sănătății orale asupra calității vieții, cu un scor total de tip ordinal tratat adesea ca numeric [70]. Fiecare are reguli proprii de calcul, iar dicționarul de date trebuie să le spună.

5.4 Elemente de probabilități

Probabilitatea unui eveniment este un număr între 0 și 1 care descrie cât de des apare evenimentul în repetări multe ale aceleiași experiențe. Patru reguli ajung pentru tot ce urmează în acest volum.

1. Complementul: P(nu A) = 1 - P(A). Dacă 36,7% dintre copiii de 12 ani din eșantionul regional sunt fără carie [32], probabilitatea ca un copil ales la întâmplare din acel eșantion să aibă experiență de carie este 1 - 0,367 = 0,633.
2. Adunarea, pentru evenimente care se exclud: P(A sau B) = P(A) + P(B).
3. Înmulțirea, pentru evenimente independente: P(A și B) = P(A) x P(B).
4. Probabilitatea condiționată: P(A | B) = P(A și B) / P(B), adică probabilitatea lui A știind că B s-a produs.

Tabelul 5.2 aplică regula a patra pe setul didactic.

Tabelul 5.2. Fumatul și parodontita în setul didactic stoma2026 (n = 120). Date sintetice.

	Parodontită da	Parodontită nu	Total
Fumători	11	32	43
Nefumători	2	75	77
Total	13	107	120

Probabilitatea parodontitei în întregul eșantion este 13/120 = 0,108. Probabilitatea parodontitei condiționată de fumat este 11/43 = 0,256, iar la nefumători este 2/77 = 0,026. Dacă fumatul și parodontita ar fi independente, cele două probabilități condiționate ar fi aproximativ egale cu cea globală. Diferența lor este începutul oricărei analize de risc. Capitolul 8 testează dacă diferența poate fi întâmplătoare, iar capitolul 11 o transformă în risc relativ și raport de șanse.

Probabilitatea condiționată este și baza raționamentului diagnostic. Sensibilitatea unui test este probabilitatea unui rezultat pozitiv condiționată de prezența bolii; valoarea predictivă pozitivă este probabilitatea bolii condiționată de un rezultat pozitiv. Cele două nu sunt egale, iar confuzia lor este una dintre cele mai frecvente erori de interpretare [71,72]. Capitolele 11 și 12 revin asupra lor.

5.4.1 Distribuții de probabilitate

O distribuție de probabilitate spune ce valori poate lua o variabilă și cât de probabil este fiecare. Trei distribuții apar des în stomatologie. Distribuția binomială descrie numărul de "succese" din n încercări independente, de exemplu numărul de restaurări eșuate din 100, când fiecare are aceeași probabilitate de eșec. Distribuția Poisson descrie numărările de evenimente rare, cum ar fi numărul de leziuni carioase noi pe an la un pacient. Distribuția normală descrie multe măsurători continue și, mai important, distribuția mediilor de eșantion; capitolul 6 îi este dedicat.

5.5 Unitatea de analiză

Unitatea de analiză trebuie declarată înainte de orice calcul. În parodontologie și cariologie, observațiile sunt adesea făcute pe dinte, pe suprafață sau pe situs, dar dinții aceluiași pacient nu sunt independenți: împart aceeași salivă, aceeași igienă, aceeași genetică și același fumat. Cinci dinți ai aceluiași pacient nu sunt cinci pacienți (figura 5.2).

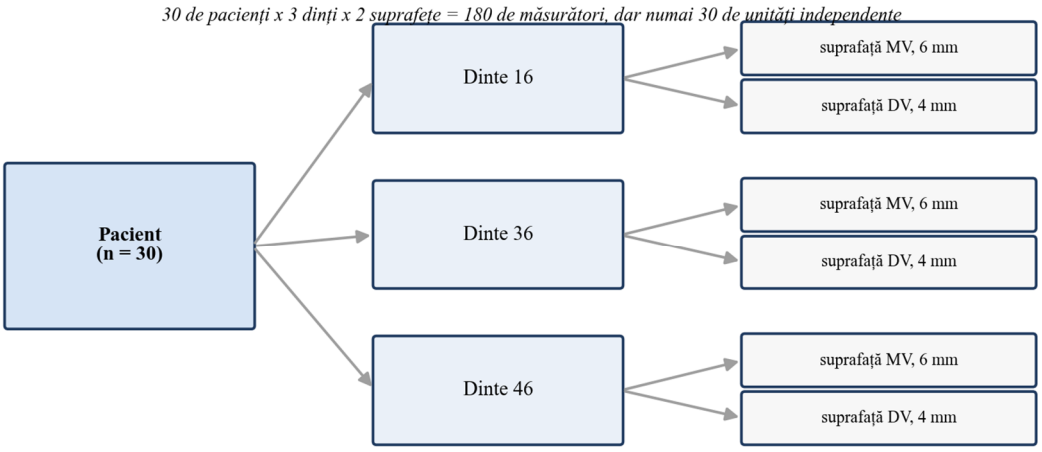


Figura 5.2. Gruparea observațiilor în stomatologie. Treizeci de pacienți cu câte trei dinți și două suprafețe dau 180 de măsurători, dar doar 30 de unități independente. Schemă didactică.

O analiză publicată în Journal of Dental Research a cuantificat efectul de grupare al suprafețelor în interiorul dintelui și al dinților în interiorul persoanei, arătând că ignorarea lui subestimează variabilitatea și produce valori p prea mici [73]. Soluțiile corecte sunt trei: analiza

pe pacient (de exemplu media adâncimii de sondare a fiecărui pacient), metodele care țin cont de grupare (modele mixte, ecuații de estimare generalizate) sau, cel puțin, raportarea explicită a numărului de pacienți alături de numărul de dinți.

Studiu de caz: 12 adolescenți, 72 de dinți, 48 de situsuri

Un studiu timișorean a evaluat microcirculația gingivală prin flowmetrie laser Doppler la adolescenți, după schimbarea periuței de dinți. Au fost incluși 12 adolescenți de 15-20 de ani, cu 72 de dinți frontali superiori pentru adâncimea de sondare și indicele gingival și 48 de situsuri interdentare pentru flowmetrie, măsurați în patru momente: înainte, la 24 de ore, la 7 și la 14 zile [7]. Analiza a folosit testul Friedman pentru comparațiile între mai mult de două momente, testul Wilcoxon pentru perechile fără distribuție normală și testul t pereche pentru perechile cu distribuție normală. Fluxul sanguin gingival a crescut semnificativ și s-a menținut la două săptămâni, indicele gingival a crescut la 7 și 14 zile, iar adâncimea de sondare nu s-a modificat semnificativ.

Studiul este un exemplu bun pentru trei noțiuni din acest volum. Unitatea de observație este situsul sau dintele, dar sursa de variație independentă este adolescentul, iar cititorul trebuie să țină minte că există 12 persoane. Designul este cu măsurători repetate la aceiași subiecți, deci testele sunt pereche, nu pentru grupuri independente. Alegerea între testul parametric și cel neparametric s-a făcut pe baza distribuției, exact după schema din capitolul 9.

5.6 Calibrarea examinatorilor

Un indice clinic este o măsurătoare făcută de om. Doi examinatori pot coda diferit aceeași suprafață, iar același examinator poate coda diferit în zile diferite. De aceea anchetele de sănătate orală încep cu o calibrare: examinatorii codifică aceiași pacienți sau aceleași imagini, iar acordul se măsoară prin coeficientul kappa (capitolul 10). În ancheta americană NHANES 2011-2014, kappa pentru caria netratată a fost între 0,93 și 1,00 [74]. O procedură de calibrare pe mai multe niveluri pentru o anchetă multicentrică pe dentiția temporară, cu participarea unor coautori din România, a obținut un kappa global de 0,95 la primul nivel și 0,98 la al doilea [75]. Fără calibrare, diferențele dintre două regiuni pot fi diferențe dintre examinatori.

Capcane frecvente

- Tratarea dinților sau a situsurilor ca observații independente și raportarea numărului de dinți ca "n".
- Generalizarea rezultatelor unui eșantion de conveniență la întreaga populație.
- Calcularea mediei unei variabile ordinale fără a arăta distribuția pe grade.
- Confuzia dintre sensibilitate și valoarea predictivă pozitivă.
- Dihotomizarea unei variabile numerice după un prag ales după ce s-au văzut datele.

De reținut

- Parametrul aparține populației și este necunoscut; statistica aparține eșantionului și îl estimează.
- Reprezentativitatea vine din modul de selecție, nu din mărimea eșantionului.
- Scala de măsurare (nominală, ordinală, numerică) decide rezumatul, graficul și testul.
- P(A | B) = P(A și B) / P(B); în setul didactic, P(parodontită | fumător) = 0,256, iar P(parodontită | nefumător) = 0,026.
- În stomatologie, unitatea de analiză se declară explicit: pacient, dinte, suprafață, situs sau restaurare.
- Indicii clinici cer examinatori calibrați, cu acord măsurat prin kappa.

Întrebări de autoevaluare

1. (CS) Media reală a indicelui DMFT la toți copiii de 12 ani din România este:
    a) o statistică
    b) un parametru
    c) un eșantion
    d) o variabilă ordinală
    e) un interval de încredere
2. (CS) Codurile ICDAS (0-6) reprezintă o variabilă:
    a) nominală
    b) ordinală
    c) numerică continuă
    d) numerică discretă de raport
    e) dihotomică
3. (CS) În setul didactic, probabilitatea parodontitei condiționată de fumat este:
    a) 11/120
    b) 11/13
    c) 11/43
    d) 43/120
    e) 2/77
4. (CM) Despre unitatea de analiză în studiile dentare, sunt corecte afirmațiile:
    a) dinții aceluiași pacient nu sunt observații independente
    b) ignorarea grupării poate produce valori p prea mici
    c) 72 de dinți de la 12 pacienți înseamnă 72 de unități independente
    d) analiza pe pacient este o soluție corectă
    e) modelele mixte țin cont de grupare
5. (CM) Despre selecția eșantionului, sunt corecte afirmațiile:
    a) selecția stratificată extrage aleator din fiecare strat
    b) eșantionul de conveniență este întotdeauna reprezentativ
    c) un eșantion mare este automat reprezentativ
    d) ghidul OMS pentru anchetele de sănătate orală folosește grupe de vârstă-index
    e) selecția în grupuri extrage aleator clase sau școli întregi

Capitolul 6. Descrierea datelor: tendința centrală, dispersia, distribuția normală și scorul z

Obiective

La finalul acestui capitol, studentul va putea:

- să calculeze și să interpreteze media, mediana și modul, abaterea standard, intervalul intercuartil și coeficientul de variație
- să aleagă rezumatul potrivit (medie și abatere standard sau mediană și interval intercuartil) după tipul variabilei și forma distribuției
- să descrie forma unei distribuții prin asimetrie și exces și să o citească pe o histogramă și pe un grafic Q-Q
- să aplice și să interpreteze testul Shapiro-Wilk, împreună cu graficele, fără a lua decizii mecanice
- să calculeze un scor z și să-l situeze pe distribuția normală standard
- să citească tabelul descriptiv al unui articol stomatologic și să recunoască o abatere standard care trădează asimetria.

6.1 Tendința centrală

Media aritmetică este suma valorilor împărțită la numărul lor. Mediana este valoarea din mijlocul șirului ordonat: jumătate dintre observații sunt sub ea și jumătate deasupra. Modul este valoarea cea mai frecventă. Cele trei coincid într-o distribuție perfect simetrică și se despart când distribuția are o coadă: media este trasă spre coadă, mediana rămâne la locul ei [15].

Un exemplu mic arată calculul. Doisprezece pacienți instruiți pentru periaj au, la control, următorii indici de placă medii pe gură: 1,2; 1,8; 0,9; 2,1; 1,5; 1,4; 2,4; 1,1; 1,6; 1,9; 0,8; 1,7. Suma este 18,4, deci media este 18,4/12 = 1,53. Șirul ordonat este 0,8; 0,9; 1,1; 1,2; 1,4; 1,5; 1,6; 1,7; 1,8; 1,9; 2,1; 2,4, iar mediana este media celor două valori centrale, (1,5 + 1,6)/2 = 1,55. Valorile sunt apropiate, ceea ce sugerează o distribuție fără coadă puternică.

În setul didactic stoma2026 (n = 120), DMFT are media 4,38 și mediana 4,0. Adâncimea medie de sondare are media 2,87 mm și mediana 2,8 mm (tabelul 6.1). În ambele cazuri, media și mediana sunt apropiate.

6.2 Dispersia

Tendința centrală singură nu descrie datele. Două grupuri cu aceeași medie a DMFT, unul cu toți pacienții între 3 și 5 și altul între 0 și 12, sunt foarte diferite. Dispersia se descrie prin:

- amplitudinea (diferența dintre maxim și minim), fragilă pentru că o singură eroare o schimbă
- abaterea standard (AS), rădăcina pătrată a mediei pătratelor abaterilor față de medie, calculată cu n - 1 la numitor pentru eșantion; se exprimă în aceeași unitate ca variabila
- intervalul intercuartil (IQR), distanța dintre prima cuartilă (25% dintre valori sub ea) și a treia cuartilă (75% sub ea), care cuprinde jumătatea centrală a datelor
- coeficientul de variație, raportul dintre abaterea standard și medie, util pentru a compara dispersia unor variabile cu unități diferite.

Media se raportează împreună cu abaterea standard, iar mediana împreună cu intervalul intercuartil. Combinațiile "medie cu IQR" sau "mediană cu AS" nu au sens.

Tabelul 6.1. Statistici descriptive pentru două variabile numerice din setul didactic stoma2026 (n = 120). Date sintetice.

Statistică	DMFT	Adâncime medie de sondare (mm)
Media (AS)	4,38 (2,56)	2,87 (0,60)
Mediana (IQR)	4,0 (2,75-6,0)	2,8 (2,4-3,3)
Minim-maxim	0-10	1,7-4,4
Coeficient de variație	58%	21%
Asimetrie	0,14	0,18
Exces (kurtosis)	-0,75	-0,64
Shapiro-Wilk, W (p)	0,967 (0,005)	0,983 (0,14)

Coeficientul de variație arată că DMFT variază relativ mult mai mult decât adâncimea de sondare: 58% față de 21%. Pentru dispersia variabilelor ordinale, cel mai cinstit rezumat este distribuția pe categorii (tabelul 6.2).

Tabelul 6.2. Distribuția indicelui de placă (0-3) și a satisfacției (1-5) în setul didactic (n = 120). Date sintetice.

Indicele de placă	0	1	2	3
Pacienți, n (%)	21 (17,5)	68 (56,7)	28 (23,3)	3 (2,5)

Satisfacția	1	2	3	4	5
Pacienți, n (%)	0 (0)	2 (1,7)	21 (17,5)	52 (43,3)	45 (37,5)

Mediana indicelui de placă este 1, iar mediana satisfacției este 4 (IQR 4-5).

6.2.1 Ce trădează o abatere standard mare

Pentru o variabilă care nu poate fi negativă, o abatere standard mai mare decât media este un semn sigur de asimetrie. Dacă distribuția ar fi normală, aproximativ 16% dintre valori ar trebui să fie sub media minus o abatere standard, adică sub zero, ceea ce este imposibil. Un studiu timișorean despre influența posturii capului asupra ocluziei statice, măsurată cu sistemul T-Scan III la 19 tineri, a raportat timpul de ocluzie în poziție neutră ca 1,34 ± 1,84 secunde [76]. Abaterea standard depășește media. Autorii au ales, consecvent, testul Wilcoxon pentru perechi și coeficientul Spearman, adică metode care nu presupun normalitatea. Cititorul care vede un "medie ± AS" cu AS mai mare decât media știe că mediana ar fi fost un rezumat mai bun.

Același studiu a raportat indicele de asimetrie a forței ocluzale ca 14,88 ± 10,39% în poziția neutră și 18,04 ± 12,83% în postura de "text neck", fără diferență semnificativă statistic [76]. Cu doar 19 subiecți și o variabilitate atât de mare, lipsa semnificației nu demonstrează absența unei diferențe; capitolul 8 explică de ce.

6.3 Forma distribuției

Histograma arată forma. O distribuție simetrică are o coadă stângă și una dreaptă de lungimi apropiate. O distribuție asimetrică la dreapta (pozitiv) are coada lungă spre valorile mari, situația tipică pentru numărări (dinți cariați, vizite) și pentru durate. Asimetria (skewness) este un număr: aproape de 0 pentru simetrie, pozitiv pentru coada la dreapta, negativ pentru coada la stânga. Excesul (kurtosis) compară "greutatea cozilor" cu cea a distribuției normale: pozitiv pentru cozi grele și vârf ascuțit, negativ pentru o distribuție mai turtită [15].

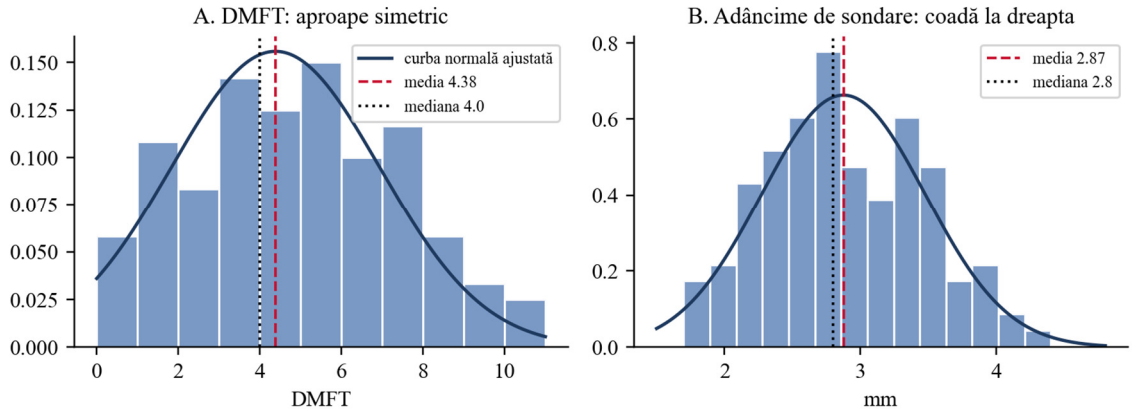


Figura 6.1. Histogramele DMFT (A) și ale adâncimii medii de sondare (B) în setul didactic, cu curba normală ajustată, media și mediana. Date sintetice.

În figura 6.1, ambele distribuții sunt aproape simetrice (asimetrie 0,14 și 0,18) și puțin mai turtite decât normala (exces negativ).

6.4 Distribuția normală

Distribuția normală (gaussiană) are formă de clopot, este simetrică față de medie și este complet descrisă de media μ și abaterea standard σ. Trei proprietăți se folosesc tot timpul: aproximativ 68% dintre valori se află la cel mult o abatere standard de medie, aproximativ 95% la cel mult 1,96 abateri standard, iar aproximativ 99,7% la cel mult trei. Distribuția normală este un model, nu o proprietate morală a datelor. Multe măsurători biologice continue se apropie de ea; multe altele, nu.

Importanța ei vine mai ales din teorema limită centrală: mediile unor eșantioane suficient de mari au o distribuție aproximativ normală, chiar dacă valorile individuale nu sunt normale. Pe această proprietate se sprijină intervalele de încredere și testele t din capitolele 7 și 8.

6.4.1 Scorul z

Scorul z spune la câte abateri standard de medie se află o valoare:

z = (x - medie) / abatere standard

O adâncime de sondare de 6 mm, într-un grup de referință cu media 3,2 mm și abaterea standard 1,1 mm, are z = (6 - 3,2)/1,1 = 2,55. Este departe de centrul acelui grup: mai puțin de 1% dintre valorile unei distribuții normale depășesc z = 2,55 (figura 6.2). Scorul z nu este, prin aceasta, un diagnostic. El spune cât de neobișnuită este valoarea față de un grup de referință, iar alegerea grupului de referință este o decizie clinică.

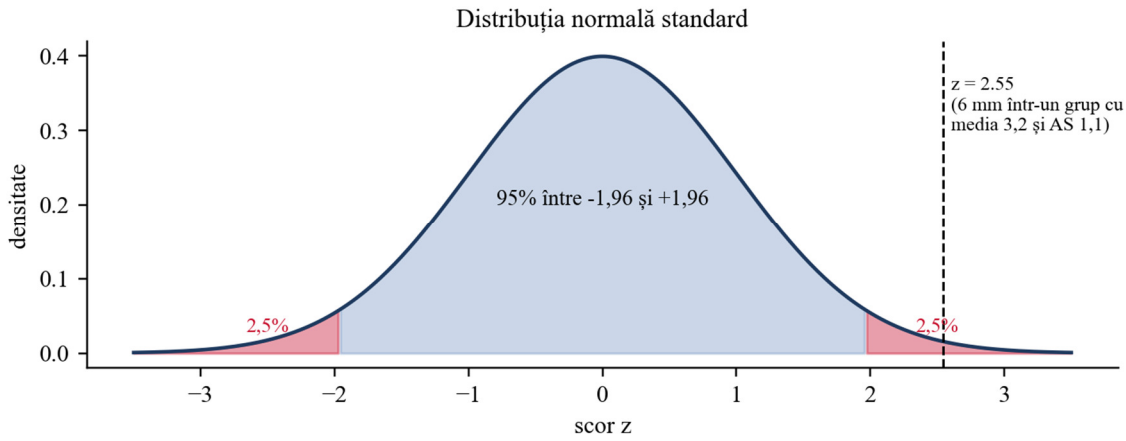


Figura 6.2. Distribuția normală standard. Aria dintre -1,96 și +1,96 cuprinde 95% din valori; valoarea de 6 mm dintr-un grup cu media 3,2 mm și AS 1,1 mm are scorul z = 2,55. Schemă didactică.

Scorul z permite și compararea unor valori de pe scări diferite. Un copil cu prima erupție dentară la 11 luni poate fi situat față de un eșantion românesc în care vârsta medie a erupției primului dinte temporar a fost 7,07 ± 1,99 luni [6]: z = (11 - 7,07)/1,99 = 1,97, adică aproape două abateri standard peste medie, ceea ce merită urmărit, nu neapărat tratat.

6.5 Verificarea normalității

Normalitatea se verifică cu trei instrumente citite împreună: histograma, graficul cuantilă-cuantilă (Q-Q) și un test formal. Pe graficul Q-Q, cuantilele observate se pun față de cele așteptate pentru o distribuție normală; dacă datele sunt normale, punctele stau pe diagonală (figura 6.3). Abaterile sistematice la capete arată cozi grele sau asimetrie. Treptele orizontale apar la variabilele discrete, cu valori întregi repetate, cum este DMFT.

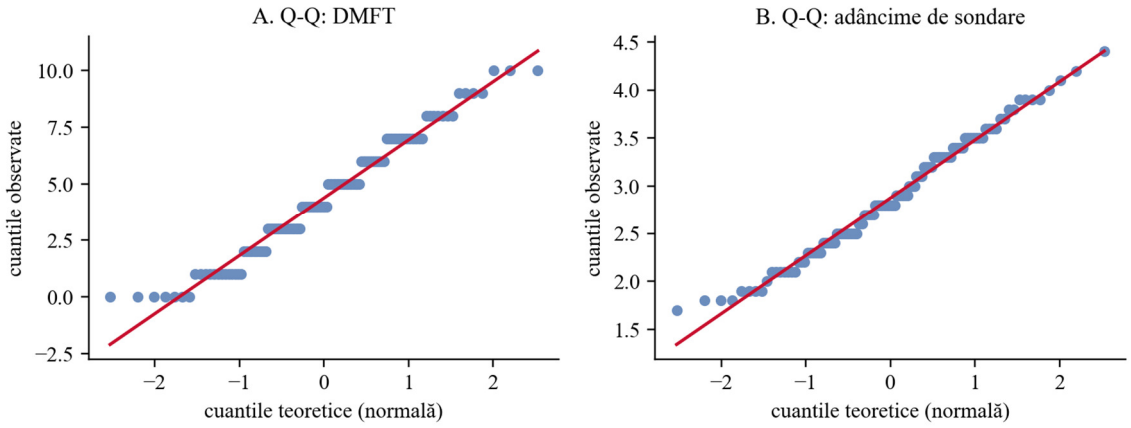


Figura 6.3. Graficele Q-Q pentru DMFT (A) și adâncimea medie de sondare (B). La DMFT, treptele vin din valorile întregi repetate. Date sintetice.

Testul Shapiro-Wilk, propus în 1965, este potrivit pentru eșantioane mici și moderate [77]. Ipoteza nulă este că datele provin dintr-o distribuție normală; un p mic (sub 0,05) spune că datele sunt puțin compatibile cu normalitatea. În tabelul 6.1, adâncimea de sondare nu respinge normalitatea (W = 0,983; p = 0,14), în timp ce DMFT o respinge (W = 0,967; p = 0,005), deși asimetria lui este mică. Explicația este caracterul discret al DMFT, cu doar 11 valori posibile în eșantion, vizibil ca trepte în figura 6.3A.

Decizia nu este, de aceea, "p-ul Shapiro sub 0,05, deci numai teste neparametrice". La eșantioane mari, testul respinge ușor abateri mici, neimportante pentru un test t, iar la eșantioane

mici nu are putere să detecteze abateri mari. Decizia se ia pe ansamblu: forma histogramei, graficul Q-Q, prezența valorilor extreme, mărimea eșantionului și robustețea testului care urmează. Testul t este destul de robust la abateri moderate de la normalitate când grupurile au peste 30 de observații fiecare, datorită teoremei limită centrale. Studiul despre amprentele dentare armate cu gutiere a folosit testul Mann-Whitney pentru că distribuțiile nu erau normale [78], iar studiul despre microcirculația gingivală a ales, pentru fiecare pereche de momente, testul t pereche sau testul Wilcoxon după distribuția diferențelor [7]. Ambele raportează motivul alegerii, ceea ce le face ușor de citit.

6.6 Tabelul descriptiv al unui articol

Primul tabel al unui articol clinic descrie participanții. Studiul despre satisfacția estetică după tratamentul endodontic și protetic al discromiilor dentare a inclus 104 pacienți, 43 de bărbați și 61 de femei; satisfacția a fost de 93% [3]. Studiul despre pH-ul și fluxul salivar la pacienții cu boală parodontală și cardiovasculară a inclus 155 de pacienți, 78 de bărbați și 77 de femei, cu vârste între 30 și 92 de ani; forma severă de boală parodontală a fost găsită la 22,4% dintre ei [8]. Studiul despre carcinoamele scuamoase orale a raportat media lunară a internărilor: 4,9 înainte de pandemie, 2,6 în timpul ei și 1,6 după [9]. Fiecare dintre aceste cifre are un tip (proporție, medie, numărare) și un rezumat potrivit tipului; citirea lor corectă este primul pas al lecturii critice.

Capcane frecvente

- Raportarea mediei cu intervalul intercuartil, sau a medianei cu abaterea standard.
- Media unei variabile ordinale prezentată fără distribuția pe grade.
- O abatere standard mai mare decât media, pentru o variabilă care nu poate fi negativă, raportată fără comentariu.
- Decizia mecanică după testul Shapiro-Wilk, fără histogramă și grafic Q-Q.
- Confuzia dintre scorul z (cât de neobișnuită este o valoare) și un diagnostic.

De reținut

- Media și AS pentru date numerice aproximativ simetrice; mediana și IQR pentru date asimetrice și ordinale; frecvențe și procente pentru date nominale.
- În setul didactic: DMFT 4,38 (AS 2,56), mediana 4,0 (IQR 2,75-6,0); adâncimea de sondare 2,87 mm (AS 0,60).
- Aproximativ 95% din valorile unei distribuții normale se află între medie minus și plus 1,96 AS.
- z = (x - medie)/AS; 6 mm într-un grup cu media 3,2 și AS 1,1 dă z = 2,55.
- Normalitatea se judecă din histogramă, grafic Q-Q și test, împreună cu mărimea eșantionului.

Întrebări de autoevaluare

1. (CS) Pentru o variabilă asimetrică la dreapta, rezumatul cel mai potrivit este:
    a) media și abaterea standard
    b) mediana și intervalul intercuartil
    c) modul și amplitudinea
    d) media și intervalul intercuartil
    e) mediana și abaterea standard
2. (CS) O adâncime de sondare de 6 mm, într-un grup cu media 3,2 mm și AS 1,1 mm, are scorul z de aproximativ:
    a) 0,39
    b) 1,10

c) 1,96
d) 2,55
e) 5,45

3. (CS) Timpul de ocluzie raportat ca 1,34 ± 1,84 secunde sugerează:
   a) o distribuție perfect normală
   b) o distribuție asimetrică, pentru care mediana ar fi mai potrivită
   c) o eroare de calcul
   d) că testul t este obligatoriu
   e) o variabilă nominală
4. (CM) Despre testul Shapiro-Wilk, sunt corecte afirmațiile:
   a) ipoteza nulă este normalitatea datelor
   b) la eșantioane foarte mari poate respinge abateri mici, fără importanță practică
   c) se interpretează împreună cu histograma și graficul Q-Q
   d) un p peste 0,05 demonstrează că datele sunt normale
   e) poate respinge normalitatea pentru variabile discrete cu puține valori
5. (CM) Într-o distribuție normală:
   a) media, mediana și modul coincid
   b) aproximativ 95% din valori se află între medie minus și plus 1,96 AS
   c) asimetria este aproximativ zero
   d) jumătate dintre valori sunt peste medie
   e) toate valorile sunt pozitive

Capitolul 7. Estimarea parametrilor, intervalele de încredere și dimensiunea eșantionului

Obiective

La finalul acestui capitol, studentul va putea:

- să explice diferența dintre abaterea standard și eroarea standard a mediei
- să calculeze un interval de încredere de 95% pentru o medie, pentru o proporție și pentru diferența dintre două medii
- să interpreteze corect un interval de încredere și să evite interpretarea "probabilității parametrului"
- să explice cum depinde lățimea intervalului de mărimea eșantionului și de variabilitate
- să enumere proprietățile unui estimator bun (nedeplasare, consistență, eficiență)
- să estimeze dimensiunea eșantionului pentru compararea a două medii, a două proporții și pentru o prevalență, și să explice rolul efectului minim relevant clinic, al lui alfa și al puterii.

7.1 De la abaterea standard la eroarea standard

Abaterea standard descrie cât de mult diferă pacienții între ei. Eroarea standard a mediei descrie cât de mult ar diferi media de la un eșantion la altul, dacă am repeta studiul. Cele două sunt legate prin formula:

eroarea standard = abaterea standard / rădăcina pătrată a lui n

În setul didactic, DMFT are abaterea standard 2,56 la n = 120, deci eroarea standard este 2,56/10,95 = 0,234. Pacienții diferă între ei cu aproximativ 2,5 unități DMFT, dar media unui eșantion de 120 de pacienți ar varia de la o repetare la alta cu doar aproximativ 0,23 unități. Abaterea standard descrie datele; eroarea standard descrie precizia estimării. Folosirea erorii standard în locul abaterii standard într-un tabel descriptiv face ca datele să pară mai omogene decât sunt și este o greșeală de raportare.

7.2 Estimatori

Un estimator este o regulă de calcul care produce, din eșantion, o valoare pentru parametrul necunoscut. Media eșantionului estimează media populației, proporția din eșantion estimează proporția din populație. Un estimator bun are trei proprietăți [15]:

- nedeplasarea: în medie, pe multe eșantioane, nimerește parametrul; de aceea varianța de eșantion se calculează cu n - 1 la numitor
- consistența: se apropie de parametru pe măsură ce n crește
- eficiența: are cea mai mică variabilitate dintre estimatorii nedeplasați.

O estimare punctuală (o singură valoare) nu spune nimic despre precizie. De aceea ea se însoțește de un interval de încredere.

7.3 Intervalul de încredere pentru o medie

Pentru o medie, intervalul de încredere de 95% se calculează astfel:

IC 95% = media ± t x eroarea standard

unde t este valoarea din distribuția t a lui Student cu n - 1 grade de libertate (aproximativ 1,98 pentru n = 120 și aproape 1,96 pentru eșantioane mari). În setul didactic, media DMFT este 4,38, eroarea standard 0,234, iar intervalul este 4,38 ± 1,98 x 0,234, adică 3,92-4,85.

Interpretarea corectă: dacă am repeta studiul de foarte multe ori și am calcula de fiecare dată intervalul prin aceeași metodă, aproximativ 95% dintre intervale ar conține media reală a populației. Nu este corect să spunem că "media reală se află cu probabilitate de 95% între 3,92 și 4,85": odată calculat, intervalul fie conține parametrul, fie nu [79]. Figura 7.1 arată această idee printr-o simulare: din 100 de eșantioane a câte 36 de pacienți extrase dintr-o populație cu media cunoscută, 8 intervale nu au acoperit media reală, foarte aproape de cele 5 așteptate.

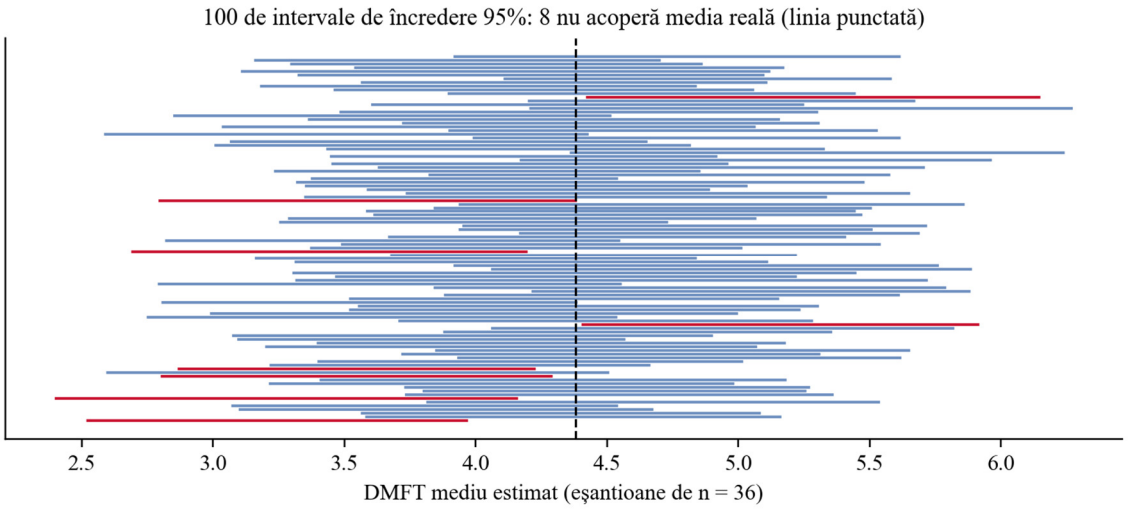


Figura 7.1. O sută de intervale de încredere de 95% pentru media DMFT, calculate pe eșantioane simulate de câte 36 de pacienți dintr-o populație cu media 4,38 și AS 2,56. Intervalele roșii nu conțin media reală. Simulare didactică.

7.3.1 Un calcul verificabil dintr-un articol

Un studiu prospectiv pe 921 de studenți din Timișoara a raportat o modificare medie a indicelui de masă corporală în primul an universitar de -0,45 ± 1,07 kg/m², cu un interval de încredere de 95% între -0,52 și -0,38 [80]. Calculul se poate reface: eroarea standard este 1,07/30,35 = 0,035, iar 1,96 x 0,035 = 0,069, deci intervalul este -0,45 ± 0,07, adică -0,52 până la -0,38. Refacerea calculului dintr-un articol este cel mai bun exercițiu de înțelegere a intervalului de încredere și, uneori, singurul mod de a găsi o eroare de tipar.

7.4 Intervalul de încredere pentru o proporție

Pentru o proporție p calculată pe n unități, intervalul clasic (Wald) este:

IC 95% = p ± 1,96 x rădăcina pătrată a lui p(1 - p)/n

În setul didactic, 13 dintre cei 120 de pacienți au parodontită, deci p = 0,108. Intervalul Wald este 0,108 ± 1,96 x 0,028, adică 5,3%-16,4%. Pentru proporții mici sau eșantioane mici, intervalul Wald este imprecis și poate coborî chiar sub zero. Intervalul Wilson corectează acest defect și este preferat de programele moderne; pentru același exemplu el este 6,4%-17,7%, ușor deplasat spre centru. Studiul din 2026 despre comportamentele alimentare ale adulților tineri a raportat prevalențele cu intervale Wilson [68], iar JASP și MedCalc le calculează direct [81,82].

Pentru proporțiile foarte apropiate de 100%, cum sunt ratele de supraviețuire ale restaurărilor, intervalul contează mai mult decât cifra. O supraviețuire de 100% pentru 144 de restaurări monolitice de zirconiu [2] nu înseamnă că eșecul este imposibil. Regula aproximativă "a lui trei" spune că, atunci când nu s-a observat niciun eveniment în n încercări, limita superioară a intervalului de 95% pentru rata evenimentului este aproximativ 3/n, aici 3/144 = 2,1%.

7.5 Intervalul de încredere pentru o diferență

Pentru diferența dintre două medii independente, eroarea standard combină varianțele celor două grupuri. În setul didactic, adâncimea medie de sondare este 3,38 mm (AS 0,42; n = 43) la fumători și 2,59 mm (AS 0,49; n = 77) la nefumători. Diferența este 0,79 mm, cu un interval de încredere de 95% între 0,61 și 0,95 mm. Intervalul nu conține zero, deci datele sunt incompatibile cu o diferență nulă la pragul de 5%. Limita inferioară (0,61 mm) spune ceva clinic: în cel mai puțin favorabil scenariu compatibil cu datele, diferența rămâne de peste o jumătate de milimetru.

Regula de citire a unui interval de încredere este simplă. Pentru o diferență, intervalul care conține zero înseamnă lipsă de semnificație statistică. Pentru un raport (risc relativ, raport de șanse), intervalul care conține 1 înseamnă același lucru [26]. Lățimea intervalului arată precizia: un interval larg vine dintr-un eșantion mic sau dintr-o variabilitate mare.

7.6 Lățimea intervalului și mărimea eșantionului

Precizia crește cu rădăcina pătrată a lui n, nu cu n. De patru ori mai mulți pacienți înjumătățesc, aproximativ, lungimea intervalului, dacă variabilitatea rămâne aceeași (figura 7.2). Trecerea de la 10 la 36 de pacienți câștigă mult; trecerea de la 400 la 1.000 câștigă puțin.

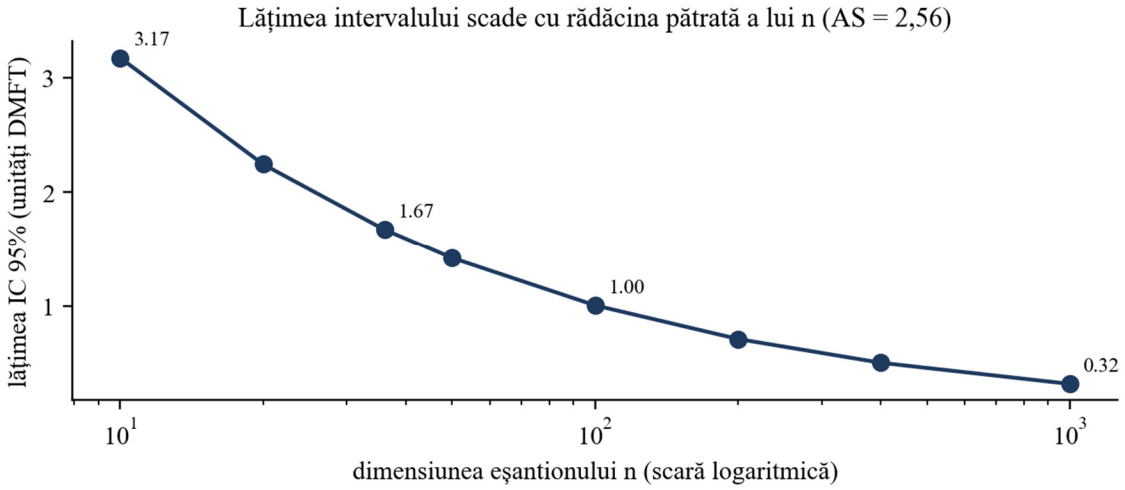


Figura 7.2. Lățimea intervalului de încredere de 95% pentru media DMFT în funcție de dimensiunea eșantionului, pentru o abatere standard de 2,56. Calcul didactic.

7.7 Dimensiunea eșantionului

Dimensiunea eșantionului se stabilește înainte de studiu, nu după. Ea depinde de patru elemente:

1. efectul minim relevant clinic, adică cea mai mică diferență care ar schimba practica
2. variabilitatea așteptată, din studii anterioare sau dintr-un studiu pilot
3. pragul alfa, de regulă 0,05, adică riscul acceptat de a declara o diferență care nu există
4. puterea dorită, de regulă 0,80 sau 0,90, adică probabilitatea de a detecta efectul dacă el există.

Pentru compararea a două medii, cu grupuri egale, formula aproximativă este:

n pe grup = 2 x (z alfa/2 + z beta)² x AS² / diferență²

unde z alfa/2 = 1,96 pentru alfa = 0,05 și z beta = 0,84 pentru o putere de 80% (1,28 pentru 90%).

Tabelul 7.1. Dimensiunea eșantionului pentru câteva scenarii stomatologice, alfa = 0,05 bilateral. Calcul didactic.

Scenariu	Ipoteze	n necesar
Diferența DMFT între două programe de profilaxie	diferență 1,0; AS 2,5; putere 80%	99 pe grup
Aceeași comparație, efect mai mic	diferență 0,5; AS 2,5; putere 80%	393 pe grup
Aceeași comparație, putere mai mare	diferență 1,0; AS 2,5; putere 90%	132 pe grup
Vindecarea alveolei cu și fără PRF	96% față de 64%	24 pe grup
Complicații, tratament nou față de vechi	15% față de 30%	121 pe grup
Prevalența unei afecțiuni, marjă ±5 puncte	prevalență așteptată 30%	323 în total
Aceeași prevalență, marjă ±3 puncte	prevalență așteptată 30%	897 în total

Tabelul conține trei lecții. Înjumătățirea efectului căutat împătrește aproape eșantionul. Diferențele mari între proporții, ca cea dintre 96% și 64% din studiul despre fibrina bogată în trombocite [4], se pot detecta cu grupuri mici. Precizia unei prevalențe crește costisitor: trecerea de la ±5 la ±3 puncte procentuale cere aproape de trei ori mai mulți participanți.

În stomatologie se adaugă o lecție a patra: calculul se face pe unitatea de analiză independentă. Un studiu pe 30 de pacienți cu câte 6 situsuri nu are 180 de unități; efectul de grupare din capitolul 5 reduce numărul efectiv de observații. Programele dedicate, precum G*Power, gratuit și folosit pe scară largă în cercetarea clinică, fac aceste calcule pentru o gamă largă de teste [83]. MedCalc are, de asemenea, un modul de calcul al dimensiunii eșantionului [82].

Un studiu care "nu iese semnificativ" cu 12 pacienți nu a demonstrat absența efectului. A demonstrat că studiul era mic. De aceea ghidurile de raportare cer ca articolul să explice cum a fost stabilită dimensiunea eșantionului: CONSORT 2025 pentru studiile randomizate [84], STROBE pentru cele observaționale [85].

Capcane frecvente

- Raportarea erorii standard în locul abaterii standard în tabelul descriptiv.
- Interpretarea intervalului de 95% ca "probabilitatea de 95% ca parametrul să fie în acest interval".
- Folosirea intervalului Wald pentru proporții foarte mici sau foarte mari, cu limite sub 0% sau peste 100%.
- Calculul dimensiunii eșantionului după colectarea datelor, pentru a "explica" un rezultat nesemnificativ.
- Numărarea dinților în locul pacienților la calculul eșantionului.

De reținut

- Eroarea standard = AS/rădăcina lui n; descrie precizia mediei, nu variabilitatea pacienților.
- IC 95% al mediei DMFT în setul didactic: 3,92-4,85.
- IC 95% al prevalenței parodontitei: Wald 5,3%-16,4%, Wilson 6,4%-17,7%.
- Intervalul pentru o diferență care conține zero, sau pentru un raport care conține 1, înseamnă lipsă de semnificație statistică.
- Precizia crește cu rădăcina lui n: de patru ori mai mulți pacienți, interval de două ori mai îngust.
- Dimensiunea eșantionului vine din efectul minim relevant, variabilitate, alfa și putere, stabilite înainte de studiu.

Întrebări de autoevaluare

1. (CS) Abaterea standard a DMFT este 2,56 la n = 120. Eroarea standard a mediei este aproximativ:
    a) 0,02
    b) 0,23
    c) 2,56
    d) 21,3
    e) 307
2. (CS) Intervalul de încredere de 95% pentru diferența adâncimii de sondare între fumători și nefumători este 0,61-0,95 mm. Concluzia corectă este:
    a) diferența nu este semnificativă statistic
    b) datele sunt incompatibile cu o diferență nulă la pragul de 5%
    c) 95% dintre fumători au cu 0,61-0,95 mm mai mult
    d) fumatul cauzează pungi mai adânci
    e) intervalul conține zero
3. (CS) Pentru a reduce la jumătate lățimea unui interval de încredere, la aceeași variabilitate, eșantionul trebuie:
    a) dublat
    b) triplat
    c) mărit de patru ori
    d) mărit de zece ori
    e) nu depinde de eșantion
4. (CM) Dimensiunea eșantionului pentru compararea a două medii depinde de:
    a) efectul minim relevant clinic
    b) abaterea standard așteptată
    c) pragul alfa
    d) puterea dorită
    e) valoarea p obținută la final
5. (CM) Despre intervalele de încredere pentru proporții, sunt corecte afirmațiile:
    a) intervalul Wald poate depăși limitele 0-100% pentru proporții extreme
    b) intervalul Wilson este preferat pentru eșantioane mici
    c) zero evenimente în 144 de restaurări înseamnă că rata reală a eșecului este sigur zero
    d) regula "a lui trei" dă limita superioară aproximativă 3/n când nu s-a observat niciun eveniment
    e) intervalul pentru o proporție nu depinde de n

Capitolul 8. Testarea ipotezelor statistice: testul t, analiza variației și testul chi-pătrat

Obiective

La finalul acestui capitol, studentul va putea:

- să formuleze ipoteza nulă și ipoteza alternativă pentru o întrebare stomatologică
- să explice pragul de semnificație, eroarea de tip I, eroarea de tip II și puterea unui test
- să interpreteze corect o valoare p și să enumere interpretările greșite cele mai frecvente
- să aplice și să interpreteze testul t pentru eșantioane pereche și pentru eșantioane independente (inclusiv varianta Welch)
- să aplice analiza variației (ANOVA) cu un factor, să-i verifice condițiile și să explice de ce are nevoie de comparații ulterioare
- să aplice testul chi-pătrat pe un tabel de contingență, să verifice frecvențele așteptate și să știe când se trece la testul exact Fisher
- să raporteze un rezultat cu mărimea efectului, intervalul de încredere și valoarea p.

8.1 Logica testului statistic

Un test statistic pornește de la o ipoteză nulă (H0), afirmația de lucru pe care datele o pot contrazice: diferența este zero, variabilele sunt independente, coeficientul este zero. Ipoteza alternativă (H1) este ceea ce suntem dispuși să acceptăm dacă datele contrazic ipoteza nulă. Testul calculează o statistică (t, F, chi-pătrat) și probabilitatea de a obține, dacă H0 ar fi adevărată, date cel puțin la fel de extreme ca cele observate. Această probabilitate este valoarea p [15,26].

Decizia folosește un prag stabilit dinainte, alfa, de regulă 0,05. Dacă p este sub alfa, se respinge H0; altfel, H0 nu se respinge. Formula "nu se respinge" nu este o politețe. Ea spune că datele nu au fost suficiente pentru a contrazice ipoteza nulă, nu că ipoteza nulă ar fi fost demonstrată.

8.1.1 Cele două erori

Orice decizie statistică poate greși în două feluri (figura 8.1). Eroarea de tip I înseamnă respingerea ipotezei nule când ea este adevărată: declarăm o diferență care nu există. Probabilitatea ei este alfa. Eroarea de tip II înseamnă nerespingerea ipotezei nule când ea este falsă: ratăm o diferență reală. Probabilitatea ei este beta, iar 1 - beta este puterea testului. Puterea crește cu mărimea efectului, cu dimensiunea eșantionului și cu alfa, și scade cu variabilitatea.

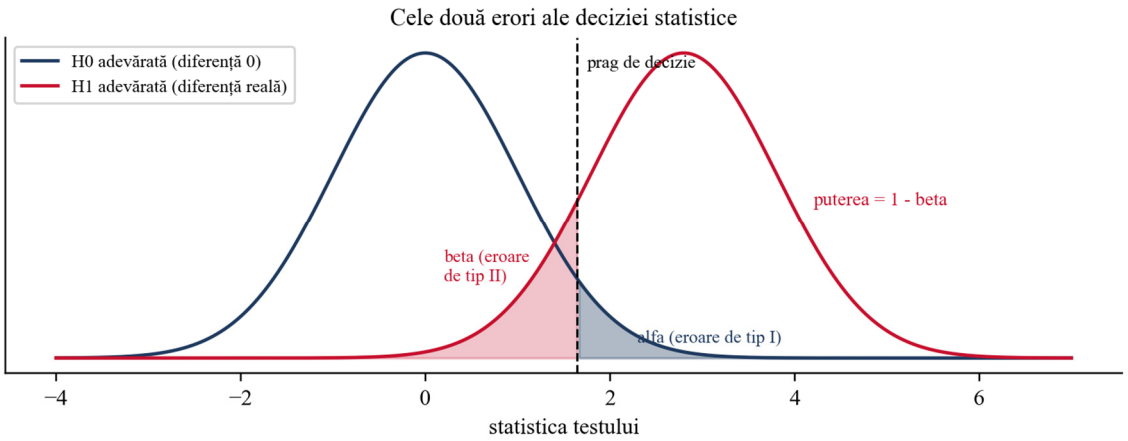


Figura 8.1. Cele două erori ale deciziei statistice. Aria albastră din dreapta pragului este alfa; aria roșie din stânga pragului este beta; puterea este 1 - beta. Schemă didactică.

Studiul despre satisfacția estetică după tratamentul discromiilor a găsit nemulțumirea "ușor mai frecventă la femei decât la bărbați", dar diferența nu a fost semnificativă statistic [3]. Cu 104 pacienți și o satisfacție generală de 93%, adică aproximativ 7 pacienți nemulțumiți în total, un test nu putea avea putere suficientă pentru a detecta o diferență modestă între sexe. Rezultatul nesemnificativ trebuie citit ca "nedeterminat", nu ca "fără diferență".

8.1.2 Ce nu este valoarea p

Declarația Asociației Americane de Statistică din 2016 și ghidul lui Greenland și colaboratorii despre interpretările greșite au fixat câteva reguli [79,86]:

- valoarea p nu este probabilitatea ca ipoteza nulă să fie adevărată
- valoarea p nu măsoară mărimea efectului sau importanța lui clinică
- un p de 0,049 și unul de 0,051 nu descriu realități opuse
- p < 0,05 obținut după zeci de teste încercate nu are aceeași greutate ca un singur test planificat
- concluziile se sprijină pe mărimea efectului, pe intervalul de încredere, pe design și pe plauzibilitate, nu doar pe pragul de 0,05.

Raportarea minimă a unui rezultat cuprinde numărul de unități, mărimea efectului, intervalul de încredere și valoarea p exactă. "p < 0,05" fără efect este o propoziție incompletă. "Diferență de 0,79 mm (IC 95% 0,61-0,95), p < 0,001" poate fi citită clinic.

8.2 Testul t pentru eșantioane pereche

Se folosește când aceiași pacienți sunt măsurați de două ori, sau când unitățile sunt împerecheate (dinte tratat și dinte control la același pacient). Materialul testului sunt diferențele, nu valorile brute. Statistica este:

t = media diferențelor / (AS a diferențelor / rădăcina lui n), cu n - 1 grade de libertate.

Condiția principală este ca diferențele să aibă o distribuție aproximativ normală; pentru eșantioane mari condiția este puțin restrictivă.

Exemplu mic, calculabil de mână. La 10 pacienți, indicele de sângerare scade după instruire cu 14, 8, 15, 12, 11, 13, 8, 13, 11 și 9 puncte procentuale. Media diferențelor este 11,4, iar abaterea lor standard este aproximativ 2,46. Statistica t este 11,4/(2,46/3,16) = 14,7, la 9 grade de libertate, iar valoarea p este foarte mică. Concluzia permisă: în acest set, scăderea este incompatibilă cu o diferență medie nulă. Concluzia nepermisă: instruirea va avea același efect în orice cabinet.

Pe setul didactic, durerea VAS scade de la 5,90 la 3,26 după tratament, cu o diferență medie de 2,64 puncte (AS 1,06), IC 95% 2,45-2,83, t = 27,25 la 119 grade de libertate, p < 0,001 (figura 8.2). Mărimea efectului standardizată (d al lui Cohen pentru date pereche, media diferențelor împărțită la AS a lor) este 2,49, foarte mare după convențiile lui Cohen (0,2 mic, 0,5 mediu, 0,8 mare) [87]. Testul Wilcoxon pentru perechi, alternativa neparametrică, duce la aceeași concluzie.

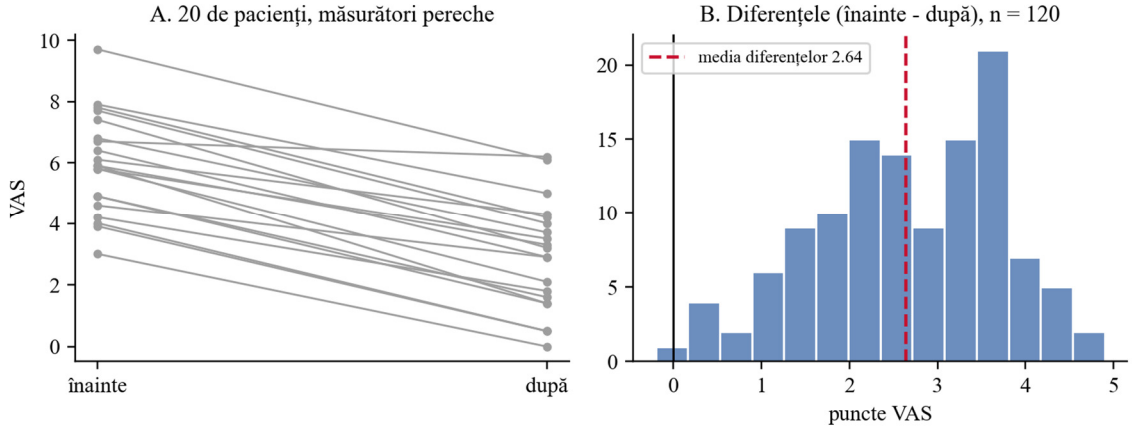


Figura 8.2. Testul t pereche pe setul didactic: A, evoluția durerii la 20 de pacienți; B, distribuția diferențelor înainte minus după la toți cei 120 de pacienți. Date sintetice.

Un exemplu publicat: la 155 de pacienți cu boală parodontală și boală cardiovasculară, la trei luni după igienizare, pH-ul salivar a crescut la 6,30 ± 0,17 la pacienții cu formă severă (P = 0,001), iar fluxul salivar la 0,29 ± 0,07 ml/min (P = 0,014) [8]. Designul este pereche (aceiași pacienți, înainte și după), deci comparația corectă folosește diferențele individuale.

8.3 Testul t pentru eșantioane independente

Se folosește pentru două grupuri diferite de pacienți și un rezultat numeric. Testul clasic (Student) presupune varianțe egale în cele două grupuri; varianta Welch nu face această presupunere și este recomandată ca opțiune implicită, pentru că pierde foarte puțină putere când variațele sunt totuși egale. Egalitatea varianțelor se poate verifica cu testul Levene.

Pe setul didactic, adâncimea medie de sondare este 3,38 mm (AS 0,42; n = 43) la fumători și 2,59 mm (AS 0,49; n = 77) la nefumători. Testul Levene nu arată varianțe diferite (p = 0,35). Testul Welch dă t = 9,12 la 98,5 grade de libertate, p < 0,001, diferența fiind 0,79 mm (IC 95% 0,61-0,95), cu un d al lui Cohen de 1,66. Testul Mann-Whitney, alternativa neparametrică, dă aceeași concluzie. Datele sunt sintetice și efectul este, intenționat, mare; în studiile reale, diferențele dintre fumători și nefumători sunt de obicei mai mici și cer eșantioane mai mari.

Un exemplu publicat este studiul despre erupția dinților temporari la 70 de copii români, în care testul t pentru eșantioane independente nu a găsit diferențe ale vârstei de erupție a primului dinte după numărul de nașteri anterioare (p = 0,665) sau după tipul de alimentație (p = 0,983) [6]. Un altul este studiul despre antrenamentul pe modele maxilare tipărite 3D înaintea elevației de sinus și a inserării implanturilor, cu două grupuri de câte 20 de pacienți: timpul operator a fost redus semnificativ în grupul antrenat (p = 0,001), în medie cu 20% [88].

8.4 Analiza varianței (ANOVA)

Pentru trei sau mai multe grupuri independente și un rezultat numeric, testul t aplicat de mai multe ori ar umfla eroarea de tip I. Analiza varianței compară, printr-un singur test, varianța dintre grupuri cu varianța din interiorul grupurilor. Statistica F este raportul lor. Dacă mediile grupurilor sunt egale, F este în jur de 1; dacă diferă, F crește [15].

Condițiile sunt: observații independente, distribuții aproximativ normale în fiecare grup și varianțe aproximativ egale. Alternativa neparametrică este testul Kruskal-Wallis.

O ANOVA semnificativă spune că nu toate mediile sunt egale. Nu spune care grup diferă. Pentru asta este nevoie de comparații ulterioare (post hoc) cu corecție pentru multiplicitate, de exemplu testul Tukey, sau de comparații planificate dinainte.

Pe setul didactic, DMFT a fost comparat între pacienții care se periază o dată (n = 29; medie 5,31; AS 1,95), de două ori (n = 70; 4,10; AS 2,60) și de trei ori pe zi (n = 21; 4,05; AS 2,96). ANOVA dă F = 2,58, p = 0,080 (figura 8.3). Testul Kruskal-Wallis pe aceleași date dă p = 0,048. Ce concluzie se trage? Nu aceea că "Kruskal-Wallis a ieșit semnificativ". Testul se alege înainte de a vedea rezultatul, după tipul și forma datelor, iar alegerea testului care dă p-ul convenabil este o formă de manipulare a analizei. Concluzia cinstită este că datele sugerează un DMFT mai mare la cei care se periază o singură dată, dar dovada este la limită, iar comparațiile Tukey nu găsesc nicio pereche semnificativă (p = 0,081 pentru 1 față de 2 periaje).

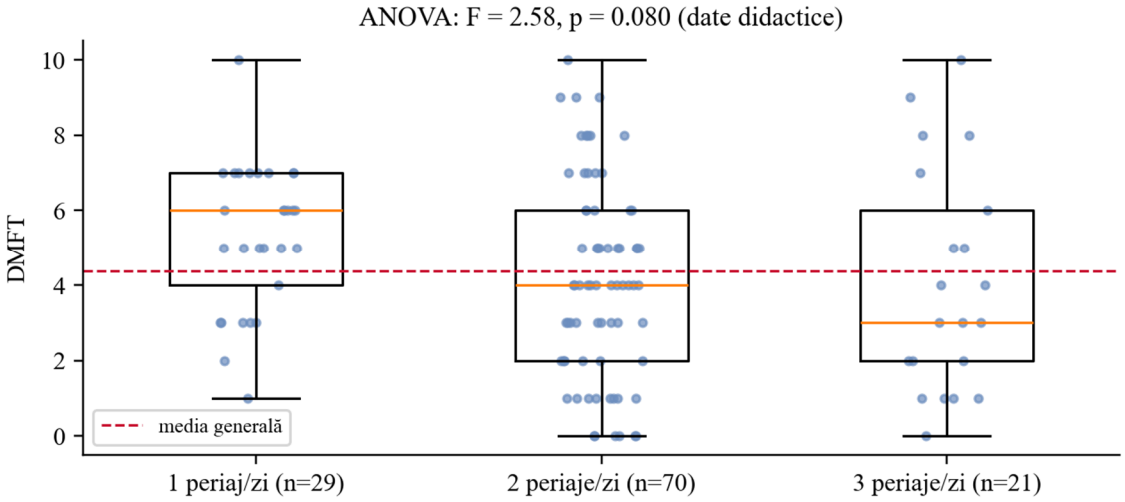


Figura 8.3. DMFT pe categorii de frecvență a periajului în setul didactic: box-plot-uri cu valorile individuale și media generală. ANOVA cu un factor. Date sintetice.

Exemple publicate cu ANOVA. Un studiu din 2026 pe 245 de participanți a comparat stima de sine la trei grupuri (persoane cu auz normal, purtători de proteze auditive inteligente și persoane cu hipoacuzie fără proteză), cu F = 299,00, p < 0,001 și un eta pătrat de 0,712, adică 71% din variația scorului explicată de apartenența la grup [89]. Eta pătrat este, pentru ANOVA, ce este d al lui Cohen pentru testul t: o mărime a efectului. În stomatologie, un studiu in vitro pe 24 de fațete de disilicat de litiu a comparat fațetele convenționale cu un design crenelat nou, raportând un spațiu marginal de 64 µm față de 236 µm, analizat prin ANOVA cu un factor [90]. Un studiu pe 36 de blocuri endodontice de rășină, în trei grupuri de câte 12, a comparat trei sisteme de instrumentare și a găsit diferențe în treimile medie și coronară ale canalului [91].

Pentru măsurători repetate la aceiași subiecți, ANOVA cu măsurători repetate sau testul Friedman înlocuiesc ANOVA obișnuită; studiul despre microcirculația gingivală în patru momente a folosit testul Friedman [7].

8.5 Testul chi-pătrat

Pentru două variabile categoriale, testul chi-pătrat compară frecvențele observate într-un tabel de contingență cu frecvențele așteptate dacă variabilele ar fi independente. Frecvența așteptată a unei celule este (totalul rândului x totalul coloanei)/totalul general. Statistica adună, pe toate celulele, (observat - așteptat)²/așteptat.

Pe tabelul fumat x parodontită din capitolul 5 (11 și 32 la fumători, 2 și 75 la nefumători), chi-pătrat = 15,09 cu un grad de libertate, p = 0,0001. Condiția testului este ca frecvențele așteptate să fie suficient de mari, de regulă cel puțin 5 în fiecare celulă. Aici, frecvența așteptată pentru "nefumători cu parodontită" este 77 x 13/120 = 8,3, dar cea pentru "fumători cu parodontită" este 43 x 13/120 = 4,66, sub prag. De aceea se preferă testul exact Fisher, care dă p = 0,0002. Concluzia nu se schimbă, dar raportarea corectă folosește testul potrivit. Niciunul dintre teste nu transformă o asociere observată într-o cauză.

Pentru proporții pereche (același pacient înainte și după, același dinte evaluat de două metode) se folosește testul McNemar, nu chi-pătratul obișnuit.

Exemple publicate. În studiul prospectiv despre fibrina bogată în trombocite, vindecarea normală a alveolelor postextracționale la pacienții sub medicație antiresorbtivă a fost de 96% cu PRF și de 64,29% fără, cu p = 0,016; în cazurile de osteonecroză deja instalată, diferența nu a fost semnificativă (p = 0,299) [4]. Al doilea rezultat nu arată că PRF este ineficientă în osteonecroza instalată; arată că studiul nu a putut detecta un efect, posibil din cauza numărului mic de astfel de cazuri. În studiul pe 921 de studenți, asocierile dintre comportamentele alimentare și excesul ponderal au fost testate cu chi-pătrat, iar tăria lor a fost exprimată prin V al lui Cramer [92].

8.6 Comparațiile multiple

Fiecare test făcut la alfa = 0,05 are o șansă de 5% de a "ieși semnificativ" din întâmplare. Cu 20 de teste independente pe date fără niciun efect real, probabilitatea ca cel puțin unul să fie semnificativ este 1 - 0,95 la puterea 20, adică aproximativ 64%. Soluțiile sunt planificarea dinainte a puținelor teste principale, corecția pentru multiplicitate (Bonferroni: alfa împărțit la numărul de teste; Holm; Tukey pentru ANOVA) și raportarea sinceră a tuturor testelor făcute [26]. Analizele hotărâte după ce s-au văzut datele pot genera ipoteze, nu le pot confirma.

Capcane frecvente

- Interpretarea lui p ca probabilitatea ca ipoteza nulă să fie adevărată.
- "Nesemnificativ" citit ca "nu există diferență", într-un studiu mic.
- Testul t pentru eșantioane independente aplicat pe măsurători pereche.
- Mai multe teste t în loc de ANOVA pentru trei grupuri.
- ANOVA semnificativă raportată fără comparații ulterioare corectate.
- Chi-pătratul aplicat cu frecvențe așteptate sub 5, în loc de testul Fisher.
- Alegerea testului după valoarea p pe care o produce.

De reținut

- H0 se respinge sau nu se respinge; nu se "acceptă".
- Alfa este riscul erorii de tip I; beta, al erorii de tip II; puterea este 1 - beta.
- Raportare: n, efect, IC 95%, p exact.
- Testul t pereche lucrează pe diferențe; testul t independent compară două grupuri, de preferat în varianta Welch.
- ANOVA compară trei sau mai multe medii; un F semnificativ cere comparații post hoc.
- Chi-pătrat pentru tabele de contingență; Fisher când frecvențele așteptate sunt mici; McNemar pentru proporții pereche.

Întrebări de autoevaluare

1. (CS) O valoare p = 0,03 înseamnă:
    a) probabilitatea ca ipoteza nulă să fie adevărată este 3%
    b) efectul este mare
    c) dacă ipoteza nulă ar fi adevărată, date cel puțin la fel de extreme ar apărea în aproximativ 3% din repetări
    d) studiul are putere de 97%
    e) rezultatul este important clinic
2. (CS) Pentru a compara indicele de sângerare la aceiași 10 pacienți înainte și după instruire, testul potrivit este:
    a) testul t pentru eșantioane independente
    b) testul t pentru eșantioane pereche
    c) ANOVA cu un factor
    d) testul chi-pătrat
    e) testul Kruskal-Wallis
3. (CS) Într-un tabel 2 x 2, o frecvență așteptată de 4,66 într-o celulă recomandă:
    a) renunțarea la analiză
    b) testul exact Fisher
    c) testul t
    d) eliminarea celulei
    e) ANOVA
4. (CM) Despre analiza variației, sunt corecte afirmațiile:
    a) compară trei sau mai multe medii printr-un singur test
    b) un F semnificativ arată care grupuri diferă între ele
    c) presupune observații independente
    d) alternativa neparametrică este testul Kruskal-Wallis
    e) eta pătrat este o mărime a efectului
5. (CM) Puterea unui test crește când:
    a) dimensiunea eșantionului crește
    b) efectul real este mai mare
    c) variabilitatea este mai mică
    d) alfa scade de la 0,05 la 0,01
    e) se folosesc grupuri inegale foarte dezechilibrate

Capitolul 9. Selecția testului statistic și citirea critică a rezultatelor

Obiective

La finalul acestui capitol, studentul va putea:

- să aleagă testul potrivit pornind de la tipul variabilei rezultat, numărul de grupuri și caracterul pereche sau independent al măsurătorilor
- să justifice alegerea între un test parametric și echivalentul lui neparametric
- să identifice, într-un articol stomatologic, designul, unitatea de analiză și testul folosit și să judece dacă testul se potrivește designului
- să recunoască ghidul de raportare potrivit pentru un tip de studiu (CONSORT, STROBE, STARD, PRISMA)
- să scrie, în două-trei fraze, un paragraf de rezultate cu efect, interval de încredere și valoare p.

9.1 Trei întrebări înaintea oricărui test

Alegerea testului nu este un exercițiu de memorie, ci răspunsul la trei întrebări puse în ordine (figura 9.1).

1. Ce tip are variabila rezultat? Numerică (continuă sau discretă cu multe valori), ordinală sau categorială.
2. Câte grupuri sau momente se compară? Unul (față de o valoare de referință), două, sau trei și mai multe.
3. Măsurătorile sunt independente (pacienți diferiți) sau pereche (aceiași pacienți, aceiași dinți, unități împerecheate)?

La acestea se adaugă o întrebare de verificare: sunt îndeplinite condițiile testului parametric (distribuție aproximativ normală a datelor sau a diferențelor, variațe comparabile)? Dacă nu, se folosește echivalentul neparametric.

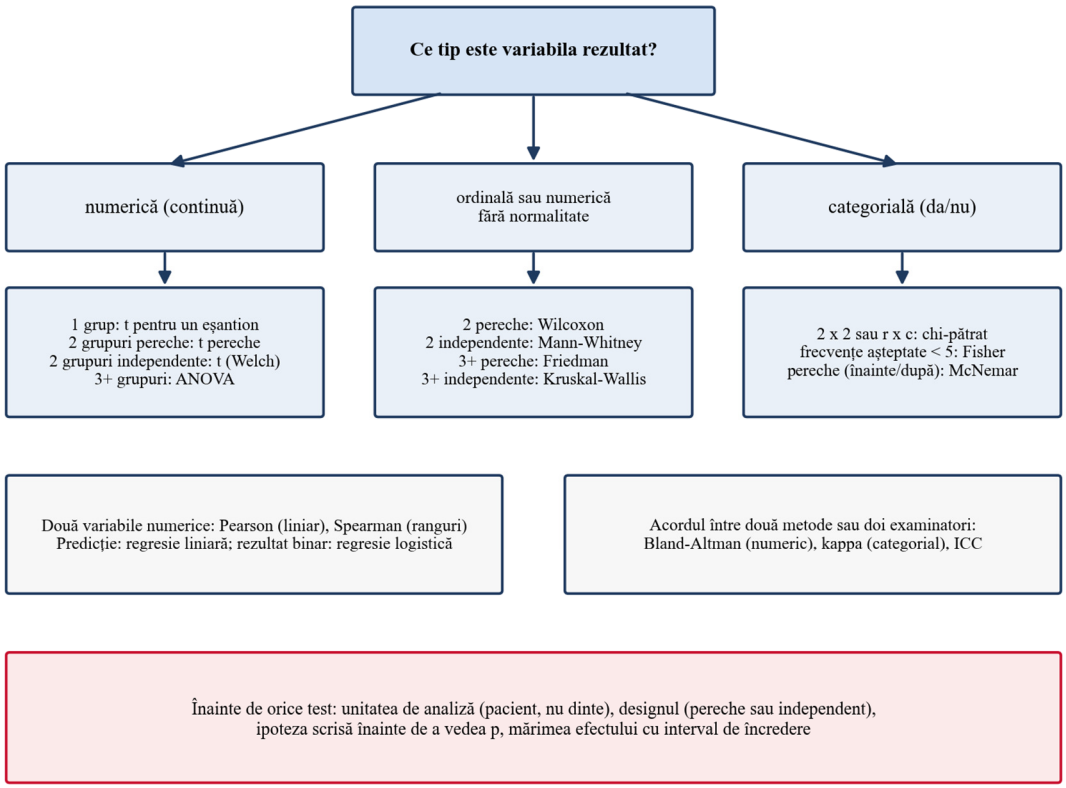


Figura 9.1. Schemă pentru alegerea testului statistic după tipul rezultatului, numărul de grupuri și designul pereche sau independent. Schemă didactică după [15,26].

Tabelul 9.1. Testul de primă intenție și alternativa lui, după design. Adaptat după [15,26,93].

Design	Rezultat	Test de primă intenție	Alternativă
Un grup față de o valoare de referință	numeric	t pentru un eșantion	Wilcoxon pentru un eșantion
Același pacient, două momente	numeric	t pereche	Wilcoxon pentru perechi
Același pacient, trei sau mai multe momente	numeric	ANOVA cu măsurători repetate	Friedman
Două grupuri independente	numeric	t independent (Welch)	Mann-Whitney
Trei sau mai multe grupuri independente	numeric	ANOVA cu un factor	Kruskal-Wallis
Două variabile categoriale	proporții	chi-pătrat	Fisher, dacă frecvențe așteptate mici
Proporții pereche	da/nu înainte și după	McNemar	(test exact binomial)
Două variabile numerice	asociere	Pearson	Spearman, dacă ordinal sau neliniar
Acordul a două metode numerice	concordanță	Bland-Altman	ICC
Acordul a doi examinatori pe categorii	concordanță	kappa al lui Cohen	kappa ponderat pentru ordinale

9.2 Parametric sau neparametric

Testele parametrice (t, ANOVA, Pearson) presupun o formă a distribuției, de regulă normală, și lucrează cu mediile. Testele neparametrice (Wilcoxon, Mann-Whitney, Kruskal-Wallis, Friedman, Spearman) lucrează cu rangurile și nu presupun normalitatea. Ele sunt potrivite pentru variabile

ordinale, pentru distribuții puternic asimetrice și pentru eșantioane mici în care normalitatea nu poate fi verificată. Prețul este o putere ceva mai mică atunci când datele sunt totuși normale.

Regula practică este cea din capitolul 6. Pentru variabile ordinale (indicele de placă, codurile ICDAS, scorurile de satisfacție) se aleg testele neparametrice. Pentru variabile numerice, decizia se ia pe histogramă, graficul Q-Q, valorile extreme și mărimea eșantionului, nu pe un singur test de normalitate. Decizia se ia înainte de a vedea rezultatul testului principal și se raportează în secțiunea de metode.

9.3 Lectura critică: cinci studii, cinci teste

Exercițiul cel mai util al semestrului este să citești metodele unui articol și să verifici că testul se potrivește designului. Studiile de mai jos provin din cercetarea stomatologică timișoreană la care colegii din disciplină au contribuit cu analiza statistică.

Tabelul 9.2. Design, unitate de analiză și test în cinci studii publicate. Sursa: rezumatele publicate.

Studiul	Designul și unitatea	Testul raportat	De ce se potrivește
Amprente convenționale față de amprente armate cu gutieră, trei materiale [78]	comparație in vitro între două tipuri de amprentă, pentru fiecare material	Mann-Whitney U	distribuții nenormale, două grupuri independente
Microcirculația gingivală după schimbarea periuței, patru momente [7]	12 adolescenți, măsurători repetate pe situsuri	Friedman; Wilcoxon sau t pereche, după distribuție	mai mult de două momente pereche; perechi cu sau fără normalitate
Ocluzia statică în postură neutră și în postura "text neck" [76]	19 subiecți, două posturi la același subiect	Wilcoxon pentru perechi; Spearman	n mic, AS mai mare decât media, perechi
Fațete crenelate față de convenționale [90]	24 de fațete in vitro, două designuri	ANOVA cu un factor	rezultat numeric, grupuri independente (ANOVA cu două grupuri echivalează cu testul t)
Vindecarea alveolei cu și fără PRF [4]	85 de pacienți, două grupuri	comparație de proporții (p = 0,016)	rezultat dihotomic, grupuri independente

În fiecare caz se pune o a doua întrebare: unitatea de analiză respectă independența? În studiul despre microcirculația gingivală, cele 48 de situsuri provin de la 12 adolescenți, iar analiza pe situsuri trebuie citită cu această rezervă. În studiile in vitro, unitatea este proba (amprenta, fațeta, blocul de rășină), iar generalizarea la pacient cere studii clinice.

9.3.1 Un studiu cu mai multe tipuri de variabile

Studiul despre parametrii cefalometrici ai căilor aeriene superioare a analizat 100 de teleradiografii laterale de la adulți cu anomalie scheletală de clasa I și clasa a III-a [5]. El combină mai multe întrebări: diferențele între sexe (două grupuri independente, variabile numerice), diferențele între clase (două grupuri independente) și relațiile dintre parametrii verticali și dimensiunile căilor aeriene (corelații). Autorii au găsit dimorfism sexual pentru parametrii verticali în ambele clase, iar corelațiile dintre parametrii verticali și cei ai căilor aeriene nu au fost semnificative la clasa I. Un singur studiu cere, așadar, mai multe teste, fiecare ales după întrebarea lui; capitolul 10 tratează corelațiile.

9.4 Ghidurile de raportare

Fiecare tip de studiu are un ghid de raportare care spune ce trebuie să conțină articolul pentru a putea fi evaluat:

- CONSORT 2025 pentru studiile randomizate, actualizat după 15 ani, cu o listă de verificare revizuită printr-un proces Delphi internațional [84]
- STROBE pentru studiile observaționale (de cohortă, caz-control, transversale), cu 22 de puncte [85]
- STARD 2015 pentru studiile de acuratețe diagnostică, cu 30 de puncte [94], și extensia STARD-AI pentru instrumentele de inteligență artificială [95]
- PRISMA 2020 pentru recenziile sistematice, cu 27 de puncte și diagrama de flux [27].

O recenzie sistematică din 2026 despre materialele dentare pentru restaurările realizate în cabinet (chairside CAD/CAM), la care a contribuit și autorul acestui volum, ilustrează diagrama PRISMA: din 444 de înregistrări identificate, 332 au fost examinate după eliminarea dublurilor, iar 31 de studii primare au fost incluse. Sinteza a fost calitativă, pentru că eterogenitatea metodelor și a rezultatelor nu a permis o meta-analiză [96]. A renunța la meta-analiză când studiile nu sunt comparabile este o decizie metodologică corectă, nu o slăbiciune.

9.5 Cum se scrie un paragraf de rezultate

Un paragraf de rezultate bun are trei elemente: ce s-a comparat și la câte unități, cât de mare a fost efectul cu intervalul lui de încredere, și testul cu valoarea p exactă. Exemplu pe setul didactic:

"Adâncimea medie de sondare a fost 3,38 mm (AS 0,42) la cei 43 de fumători și 2,59 mm (AS 0,49) la cei 77 de nefumători, o diferență de 0,79 mm (IC 95% 0,61-0,95; testul t Welch, $p < 0,001$)."

Exemplu de rezultat nesemnificativ, scris corect:

"DMFT a fost mai mare la pacienții care se periau o dată pe zi (medie 5,31) decât la cei care se periau de două (4,10) sau trei ori (4,05), dar diferența nu a atins pragul de semnificație statistică (ANOVA, $F = 2,58$, $p = 0,080$)."

Al doilea paragraf nu spune "nu există diferență". Spune ce s-a observat și cât de sigur este.

Capcane frecvente

- Alegerea testului după numele variabilei, nu după design ("e un indice, deci chi-pătrat").
- Testul pentru grupuri independente aplicat pe măsurători pereche, sau invers.
- Analiza pe dinte raportată ca analiză pe pacient.
- Schimbarea testului după ce s-a văzut valoarea p.
- Lipsa ghidului de raportare la redactarea unui proiect de cercetare.

De reținut

- Trei întrebări: tipul rezultatului, numărul de grupuri, pereche sau independent.
- Ordinal sau numeric nenormal: echivalentul neparametric (Wilcoxon, Mann-Whitney, Kruskal-Wallis, Friedman, Spearman).
- Fiecare test are o alternativă; ea se alege înainte de analiză, nu după.
- CONSORT pentru studii randomizate, STROBE pentru observaționale, STARD pentru diagnostic, PRISMA pentru recenzii sistematice.
- Rezultatul se scrie cu n, efect, IC 95% și p exact.

Întrebări de autoevaluare

1. (CS) Pentru a compara scorul de satisfacție (1-5) între trei tipuri de materiale protetice, la pacienți diferiți, testul potrivit este:
    a) testul t pereche
    b) ANOVA cu măsurători repetate
    c) testul Kruskal-Wallis
    d) testul McNemar
    e) coeficientul Pearson
2. (CS) Pentru a compara proporția pacienților cu sângerare la sondare înainte și după o campanie de instruire, la aceiași pacienți, testul potrivit este:
    a) chi-pătrat pentru tabele independente
    b) McNemar
    c) Mann-Whitney
    d) testul t independent
    e) Kruskal-Wallis
3. (CS) Ghidul de raportare pentru un studiu de acuratețe diagnostică a unui program de detectare a cariilor pe radiografii este:
    a) CONSORT
    b) STROBE
    c) STARD (cu extensia STARD-AI)
    d) PRISMA
    e) GRADE
4. (CM) Testele neparametrice sunt potrivite pentru:
    a) variabile ordinale
    b) distribuții puternic asimetrice
    c) eșantioane mici la care normalitatea nu poate fi verificată
    d) orice situație, ca să fim siguri
    e) variabile nominale cu mai multe categorii, în locul testului chi-pătrat
5. (CM) Un paragraf de rezultate corect conține:
    a) numărul de unități analizate
    b) mărimea efectului
    c) intervalul de încredere
    d) valoarea p exactă sau "p < 0,001"
    e) numai mențiunea "p < 0,05"

Capitolul 10. Corelația, regresia și acordul între măsurători

Obiective

La finalul acestui capitol, studentul va putea:

- să construiască și să citească o diagramă de dispersie înaintea oricărui coeficient
- să calculeze și să interpreteze coeficientul de corelație Pearson și coeficientul Spearman, cu semnul, mărimea și valoarea p
- să explice de ce corelația nu înseamnă cauzalitate și cum influențează o valoare extremă coeficientul Pearson
- să scrie și să interpreteze ecuația unei regresii liniare simple, cu panta, interceptul și coeficientul de determinare
- să explice ce adaugă regresia multiplă și regresia logistică și ce nu pot face ele
- să deosebească asocierea de acord și să aplice metoda Bland-Altman și coeficientul kappa
- să interpreteze coeficientul alfa al lui Cronbach pentru consistența internă a unui chestionar.

10.1 Diagrama de dispersie mai întâi

Relația dintre două variabile numerice se privește înainte de a se calcula. Diagrama de dispersie pune o variabilă pe axa orizontală și cealaltă pe axa verticală, cu un punct pentru fiecare pacient. Ea arată direcția relației (crescătoare sau descrescătoare), forma ei (liniară sau curbă), intensitatea (cât de strâns se adună punctele) și valorile extreme. Un coeficient calculat fără grafic poate ascunde toate acestea.

10.2 Coeficientul de corelație Pearson

Coeficientul Pearson, r, măsoară intensitatea asocierii liniare dintre două variabile numerice. Ia valori între -1 și +1. Semnul arată direcția: pozitiv, cele două cresc împreună; negativ, una crește când cealaltă scade. Mărimea arată cât de aproape sunt punctele de o dreaptă. Convențiile de interpretare variază; o grilă folosită des este: sub 0,3 slabă, 0,3-0,7 moderată, peste 0,7 puternică [15]. Testul asociat verifică ipoteza nulă $r = 0$ în populație.

Condițiile sunt: relație liniară, ambele variabile numerice, distribuții aproximativ normale și absența valorilor extreme influente. O singură valoare extremă poate crea o corelație care nu există sau poate ascunde una reală (figura 10.1C).

În setul didactic, DMFT crește cu vârsta: $r = 0,54$, $p < 0,001$. Asocierea este moderată și ușor de înțeles biologic, pentru că DMFT măsoară experiența cumulată de carie. Între pH-ul salivar și adâncimea medie de sondare corelația este negativă și slabă: $r = -0,22$, $p = 0,016$. Ambele sunt semnificative statistic, dar a doua explică doar $r^2 = 5\%$ din variația adâncimii de sondare. Semnificația statistică nu înseamnă intensitate.

Studiul despre pH-ul și fluxul salivar la 155 de pacienți a găsit că severitatea bolii parodontale a fost puternic asociată cu valorile scăzute ale pH-ului (6,25 în stadiul IV) și ale fluxului salivar (0,28 ml/min), cu fumatul, cu igiena orală deficitară și cu obezitatea [8]. Studiul despre stima de sine la persoanele cu hipoacuzie a raportat o corelație Pearson negativă moderată între stima de sine și scorul de handicap auditiv ($r = -0,573$, $p < 0,001$) [89].

10.3 Coeficientul Spearman

Coeficientul Spearman, rho, este coeficientul Pearson calculat pe ranguri. El măsoară asocierea monotonă (una crește când cealaltă crește, nu neapărat după o dreaptă) și este potrivit pentru variabile ordinale, pentru relații curbe monotone și pentru date cu valori extreme (figura 10.1).

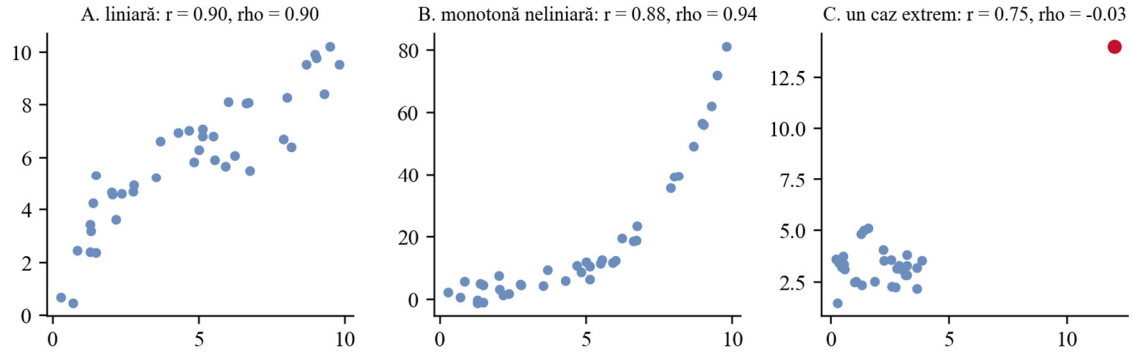


Figura 10.1. Pearson și Spearman în trei situații: A, relație liniară, cei doi coeficienți sunt apropiați; B, relație monotonă neliniară, Spearman o descrie mai bine; C, un singur caz extrem (roșu) creează un r mare fără o relație reală. Date simulate.

În setul didactic, indicele de placă (ordinal, 0-3) și procentul de situsuri cu sângerare la sondare au rho = 0,45, p < 0,001. Pearson ar fi fost aici nepotrivit, pentru că indicele de placă este ordinal. Studiul despre ocluzia statică la 19 tineri a folosit Spearman și a găsit o corelație directă, puternică și semnificativă între timpul de ocluzie și asimetria forței ocluzale în postura neutră [76]; cu un eșantion mic și o variabilă foarte asimetrică, alegerea este corectă.

10.4 Corelația nu este cauzalitate

O corelație între consumul de băuturi acidulate și numărul de leziuni erozive nu stabilește că băutura este cauza. Vârsta, igiena și frecvența controalelor pot explica ambele. Variabila care influențează și expunerea, și rezultatul se numește factor de confuzie. Băicuș și Bălănescu discută pe larg criteriile de cauzalitate și rolul studiului randomizat în eliminarea factorilor de confuzie necunoscuți [26].

Un exemplu publicat arată cât de mult poate schimba ajustarea o asociere. La 306 femei de 45-65 de ani, simptomele de xerostomie au fost mai frecvente la cele care declarau medicație xerogenă (94,9% față de 71,5%; raport de șanse neajustat 7,36, IC 95% 1,73-31,30). Când expunerea a fost definită farmacologic, din lista medicamentelor, asocierea neajustată (raport al ratelor 1,50, IC 95% 1,08-2,10) a devenit aproape nulă după ajustarea pentru vârstă, stadiul menopauzei, indicele de masă corporală, fumat, numărul de medicamente și povara simptomelor psihologice [97]. Intervalul foarte larg al primului raport de șanse (1,73-31,30) arată și cât de imprecisă este o estimare făcută pe puține evenimente.

10.5 Regresia liniară simplă

Regresia liniară scrie o ecuație de predicție:

$$y = a + b\,x$$

unde a este interceptul (valoarea prezisă a lui y când x = 0) și b este panta (schimbarea medie a lui y când x crește cu o unitate). Dreapta se alege prin metoda celor mai mici pătrate, astfel încât suma pătratelor distanțelor verticale de la puncte la dreaptă să fie minimă. Coeficientul de determinare R^2 spune ce proporție din variația lui y este explicată de x; în regresia simplă, $R^2 = r^2$.

În setul didactic (figura 10.2), ecuația este DMFT = 0,11 + 0,10 x vârsta, cu R^2 = 0,29. Panta înseamnă că, în medie, fiecare an de vârstă adaugă 0,10 unități DMFT, adică aproximativ un dinte afectat la zece ani. Modelul lasă 71% din variație neexplicată: igiena, dieta, fluorul și accesul la îngrijire contează cel puțin la fel de mult. Interceptul (0,11 la vârsta 0) nu are interpretare clinică, pentru că eșantionul începe la 18 ani; predicția în afara intervalului observat este extrapolare și se marchează ca atare.

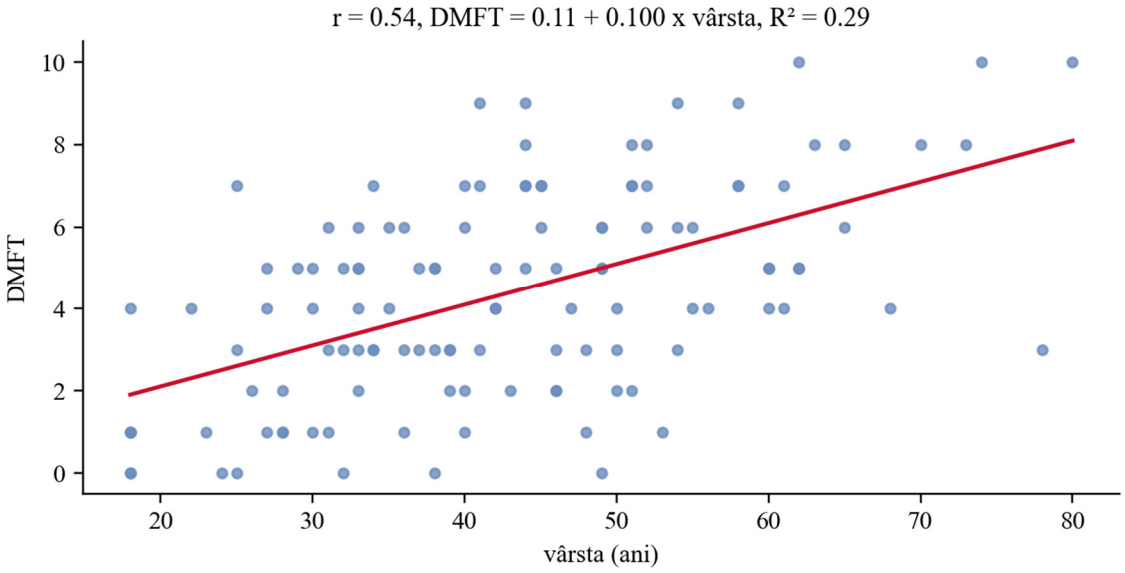


Figura 10.2. Regresia liniară simplă a DMFT în funcție de vârstă în setul didactic (n = 120). Date sintetice.

Condițiile regresiei liniare sunt: relație liniară, reziduuri (diferențele dintre valorile observate și cele prezise) independente, cu distribuție aproximativ normală și cu varianță constantă. Ele se verifică pe graficul reziduurilor.

10.6 Regresia multiplă și regresia logistică

Regresia multiplă introduce mai mulți predictori în același model și estimează efectul fiecăruia ajustat pentru ceilalți. Regresia logistică se folosește când rezultatul este dihotomic (boală da/nu, complicație da/nu); coeficienții ei se transformă în rapoarte de șanse ajustate. Ambele sunt prezentate aici doar ca vocabular de lectură, pentru că apar în aproape orice articol clinic.

Trei exemple din cercetarea disciplinei arată cum se citesc. În studiul despre carcinoamele scuamoase orale și orofaringiene, evidarea ganglionară cervicală a crescut de la 23,9% înainte de pandemie la 39,8% în timpul ei, iar perioada pandemică și postpandemică a rămas asociată independent cu evidarea ganglionară într-un model logistic multivariabil (raport de șanse ajustat 1,87; IC 95% 1,06-3,29; p = 0,030). O analiză de serii temporale întrerupte a arătat o tendință lunară descrescătoare a internărilor (raportul ratelor de incidență 0,973; IC 95% 0,950-0,996) [9]. În studiul pe 921 de studenți, înlocuirea frecventă a meselor cu deserturi a fost asociată independent cu excesul ponderal (raport de șanse ajustat 7,20; IC 95% 4,26-12,17), iar un scor cumulativ de risc alimentar a avut un raport de șanse de 1,43 pentru fiecare punct în plus [92]. În studiul despre cronobiologia alimentației, același eșantion a fost analizat prin regresie liniară și logistică multivariabilă pentru variația indicelui de masă corporală [80].

Regresia poate ajusta pentru variabilele măsurate. Nu poate ajusta pentru ceea ce nu a fost măsurat.

10.6.1 Metode fără variabilă rezultat

Nu orice analiză caută să prezică un rezultat. Metodele nesupervizate grupează pacienții după asemănare. Un studiu din 2026 pe 387 de adulți cu disfuncție tiroidiană a folosit analiza componentelor principale, k-means, modele de amestec gaussian și grupare ierarhică pentru a identifica trei fenotipuri metabolice [98]. Astfel de metode sunt punctul în care biostatistica se întâlnește cu învățarea automată din capitolul 12.

10.7 Asociere nu înseamnă acord

Când două metode măsoară același lucru (sonda manuală și sonda electronică, doi examinatori, două aparate), întrebarea nu este dacă rezultatele sunt corelate, ci dacă sunt interschimbabile. Două metode pot fi perfect corelate și să difere sistematic cu 2 mm. Bland și Altman au arătat, încă din 1986, că folosirea coeficientului de corelație pentru a judeca acordul este înșelătoare și au propus o metodă grafică simplă [99].

Metoda Bland-Altman pune pe axa orizontală media celor două măsurători și pe axa verticală diferența lor. Se calculează diferența medie (bias-ul sistematic) și limitele de acord, diferența medie plus și minus 1,96 abateri standard ale diferențelor. Dacă limitele sunt prea largi pentru folosirea clinică, metodele nu sunt interschimbabile, oricât de mare ar fi r.

În exemplul simulat din figura 10.3, sonda electronică și cea manuală au r = 0,90, o corelație puternică. Dar sonda electronică măsoară în medie cu 0,28 mm mai mult, iar limitele de acord sunt -0,37 și 0,93 mm. Pentru un situs aflat la pragul de 4 mm, această diferență poate schimba clasificarea.

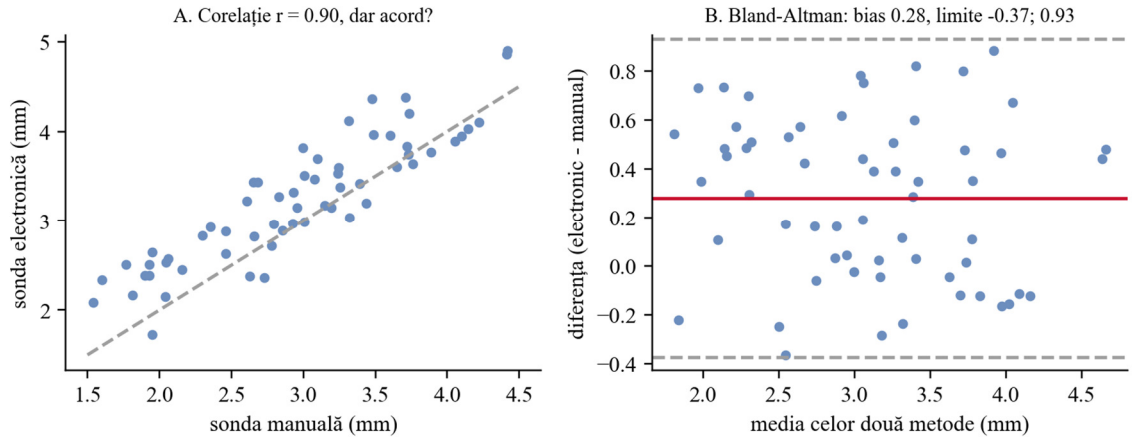


Figura 10.3. Corelație și acord între două metode de sondare (date simulate, 60 de situsuri): A, corelația este puternică; B, graficul Bland-Altman arată un bias sistematic de 0,28 mm și limite de acord între -0,37 și 0,93 mm.

10.7.1 Kappa pentru categorii

Pentru variabile categoriale (prezența cariei da/nu, codurile ICDAS), acordul a doi examinatori se măsoară cu coeficientul kappa al lui Cohen. Kappa corectează procentul de acord pentru acordul care s-ar obține la întâmplare. Valoarea 1 înseamnă acord perfect, iar 0 înseamnă acord nu mai bun decât întâmplarea. Grila lui Landis și Koch, folosită pe scară largă, numește valorile de 0,41-0,60 acord moderat, 0,61-0,80 substanțial și peste 0,80 aproape perfect [100]. Pentru variabilele ordinale se folosește kappa ponderat, care penalizează mai puțin dezacordurile între categorii vecine.

Diferența dintre procentul de acord și kappa este ilustrată de studiul despre xerostomie: cele două definiții ale expunerii la medicație xerogenă au avut un acord de 85,3%, dar kappa a fost doar 0,43, un acord moderat [97]. Când una dintre categorii este mult mai frecventă, procentul de

acord este mare chiar dacă examinatorii nu se înțeleg asupra cazurilor rare. Capitolul 5 a arătat valorile kappa obținute la calibrarea examinatorilor în anchetele de sănătate orală [74,75].

10.7.2 Consistența internă a unui chestionar

Pentru chestionarele cu mai mulți itemi care măsoară același concept, coeficientul alfa al lui Cronbach arată cât de coerent "lucrează" itemii împreună. Valorile peste 0,70 sunt considerate de obicei acceptabile, iar cele peste 0,90 pot indica itemi redundanți. Chestionarul MMBQ-44 pentru povara menopauzei, care integrează itemi din indicele de xerostomie și din OHIP-14, a avut alfa între 0,813 și 0,941 pe domenii; analiza factorială a identificat patru factori care explicau 48,6% din varianță, iar pentru domeniul OHIP s-a observat un efect de podea de 37,0% [101]. Un efect de podea înseamnă că mulți respondenți au scorul minim, iar instrumentul nu mai poate deosebi între ei. Instrumentele de acest fel se validează după aceleași principii ca și cele pentru acceptarea telemonitorizării [102] sau pentru satisfacția față de serviciile farmaceutice [103], studii la care au lucrat colegii din disciplină.

Capcane frecvente

- Calcularea lui r fără diagrama de dispersie.
- Pearson aplicat unei variabile ordinale.
- Confuzia dintre semnificația statistică a lui r și intensitatea asocierii.
- Interpretarea cauzală a unei corelații sau a unui coeficient de regresie din date observaționale.
- Predicția în afara intervalului de valori observat.
- Judecarea acordului dintre două metode prin coeficientul de corelație.
- Raportarea procentului de acord fără kappa.

De reținut

- r de la -1 la +1: semnul dă direcția, mărimea dă intensitatea liniară; r^2 este proporția variației explicate.
- Spearman pentru date ordinale, relații monotone neliniare și valori extreme.
- În setul didactic: DMFT și vârsta, r = 0,54; DMFT = 0,11 + 0,10 x vârsta, R^2 = 0,29.
- Regresia multiplă și logistică ajustează pentru ce s-a măsurat, nu pentru ce nu s-a măsurat.
- Acordul se judecă prin Bland-Altman (numeric) și kappa (categorial), nu prin r.
- Alfa Cronbach peste 0,70 indică o consistență internă acceptabilă.

Întrebări de autoevaluare

1. (CS) Un coeficient de corelație r = 0,54 între vârstă și DMFT înseamnă:
    a) vârsta cauzează carii
    b) o asociere liniară pozitivă moderată
    c) 54% din variația DMFT este explicată de vârstă
    d) o asociere negativă
    e) un acord bun între două metode
2. (CS) În ecuația DMFT = 0,11 + 0,10 x vârsta, panta 0,10 înseamnă:
    a) DMFT la naștere este 0,10
    b) DMFT crește în medie cu 0,10 unități pentru fiecare an de vârstă
    c) 10% dintre pacienți au carii
    d) corelația este 0,10
    e) modelul explică 10% din variație

3. (CS) Pentru a evalua dacă sonda electronică poate înlocui sonda manuală, metoda potrivită este:
    a) coeficientul Pearson
    b) testul chi-pătrat
    c) analiza Bland-Altman
    d) regresia logistică
    e) testul Kruskal-Wallis
4. (CM) Despre coeficientul kappa, sunt corecte afirmațiile:
    a) corectează procentul de acord pentru acordul întâmplător
    b) poate fi moderat chiar când procentul de acord depășește 85%
    c) se folosește pentru variabile categoriale
    d) valoarea 0 înseamnă acord perfect
    e) kappa ponderat este potrivit pentru categorii ordonate
5. (CM) Despre regresie, sunt corecte afirmațiile:
    a) regresia logistică se folosește pentru un rezultat dihotomic
    b) coeficienții regresiei logistice se transformă în rapoarte de șanse
    c) regresia multiplă poate ajusta pentru factori de confuzie nemăsurați
    d) R^2 arată proporția variației explicate de model
    e) predicția în afara intervalului observat este sigură dacă R^2 este mare

Capitolul 11. Aplicații statistice în epidemiologie: tipuri de studii, risc și performanță diagnostică

Obiective

La finalul acestui capitol, studentul va putea:

- să deosebească studiile descriptive de cele analitice și studiile observaționale (transversale, de cohortă, caz-control) de cele experimentale
- să calculeze și să interpreteze prevalența și incidența, cu exemple din sănătatea orală
- să calculeze din tabelul 2 x 2 riscul relativ, raportul de șanse, diferența de risc și numărul necesar de tratat, cu intervalele lor de încredere
- să explice de ce raportul de șanse supraestimează riscul relativ când boala este frecventă
- să calculeze sensibilitatea, specificitatea și valorile predictive și să explice dependența valorilor predictive de prevalență
- să citească o rată de supraviețuire a unei restaurări și să explice ce adaugă analiza de supraviețuire.

11.1 Tipuri de studii

Epidemiologia este de două feluri, descriptivă și analitică [26]. Epidemiologia descriptivă conține cazurile și seriile de cazuri, studiile ecologice și studiile transversale; ea descrie frecvențe și tendințe. Epidemiologia analitică compară, căutând asocieri între factori de risc și efecte, și are întotdeauna un grup de comparație. Ea cuprinde studiile observaționale, în care cercetătorul doar măsoară, și studiile experimentale (intervenționale), în care cercetătorul alocă tratamentul.

Tabelul 11.1. Tipurile de studii, direcția lor și măsura asocierii. Adaptat după [26,85].

Design	Direcția	Măsura asocierii	Exemplu stomatologic
Serie de cazuri	descriere fără grup de comparație	proporții	vindecarea după xenografă în osteonecroza maxilarelor stadiile II-III [104]
Transversal	expunerea și efectul măsurate simultan	raportul prevalențelor, raportul de șanse	pH salivar și boala parodontală la 155 de pacienți [8]
Cohortă	de la expunere la efect, în timp	risc relativ	supraviețuirea restaurărilor de zirconiu, retrospectiv pe 5 ani [2]
Caz-control	de la efect la expunere	raport de șanse	pacienți cu osteonecroză comparați cu martori fără, după expunerea la bifosfonați
Studiu randomizat	alocare aleatoare a intervenției	risc relativ, diferență de medii	aplicația de periaj adăugată îngrijirii obișnuite, față de îngrijirea obișnuită, la 36 de purtători de aparate fixe [105]

Studiul transversal nu poate stabili succesiunea în timp: nu știm dacă pH-ul scăzut a precedat boala parodontală sau invers. Studiul de cohortă o poate stabili, pentru că pornește de la expunere. Studiul caz-control este eficient pentru boli rare, dar este expus la mai multe erori sistematice, în special în alegerea martorilor și în amintirea expunerii. Studiul randomizat distribuie egal între grupuri atât factorii de confuzie cunoscuți, cât și pe cei necunoscuți, și de aceea ocupă vârful ierarhiei designurilor individuale [26].

O serie de cazuri nu poate demonstra eficacitatea. Studiul retrospectiv despre xenografele bovine după sechestrectomie în osteonecroza maxilarelor a raportat o vindecare favorabilă fără complicații la 85,71% dintre pacienți la 8 săptămâni, iar autorii notează explicit, în concluzie, că eșantionul mic și lipsa unui grup de comparație cer o interpretare prudentă [104]. Este felul corect de a scrie concluzia unei serii de cazuri.

11.2 Prevalența și incidența

Prevalența este proporția persoanelor care au boala la un moment dat (prevalență de moment) sau într-o perioadă. Se obține din studii transversale. Incidența descrie apariția cazurilor noi într-un interval, la o populație aflată la risc; incidența cumulată (riscul) este proporția persoanelor la risc care fac boala în interval, iar rata de incidență raportează cazurile noi la timpul-persoană urmărit.

În cariologie, indicele DMFT descrie experiența cumulată de carie, nu boala activă de azi. Un DMFT mediu de 2,89 la copiii de 12 ani [32] spune câți dinți au fost afectați până la acea vârstă, nu câte leziuni apar pe an. De aceea un program de profilaxie se evaluează prin leziunile noi și prin oprirea celor existente, nu doar prin media DMFT a unei secțiuni transversale. La nivel global, analiza Global Burden of Disease a arătat că numărul absolut al cazurilor de carie netratată, parodontită severă și edentație a crescut între 1990 și 2017, în timp ce prevalențele standardizate pe vârstă s-au schimbat puțin [31].

11.3 Măsurile asocierii în tabelul 2 x 2

Tabelul 2 x 2 este instrumentul de bază al epidemiologiei analitice (figura 11.1). Rândurile sunt expunerea (fumători și nefumători), coloanele sunt efectul (boala prezentă sau absentă), iar celulele se notează a, b, c, d.

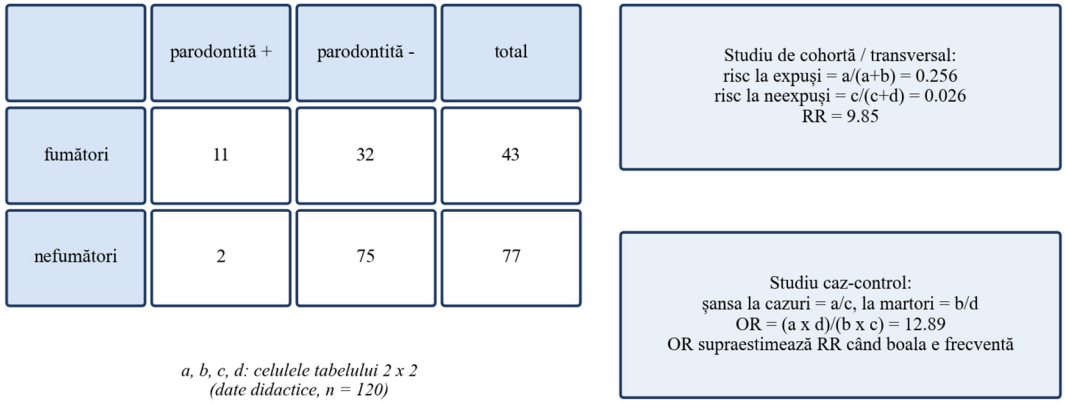


Figura 11.1. Tabelul 2 x 2 pentru fumat și parodontită în setul didactic, cu formulele riscului relativ și ale raportului de șanse. Date sintetice.

11.3.1 Riscul relativ

Riscul la expuși este a/(a+b), riscul la neexpuși este c/(c+d), iar riscul relativ (RR) este raportul lor. În setul didactic, riscul de parodontită este 11/43 = 25,6% la fumători și 2/77 = 2,6% la nefumători, deci RR = 9,85. Pentru că datele sunt transversale, măsura corectă este, strict, raportul prevalențelor; formula este aceeași. Intervalul de încredere de 95% este foarte larg, 2,29-42,4, pentru că la nefumători au existat doar două cazuri. Interpretarea: fumătorii din acest eșantion au o prevalență a parodontitei de aproximativ zece ori mai mare, dar datele sunt compatibile cu orice valoare între de două ori și de patruzeci de ori mai mare.

RR = 1 înseamnă că expunerea nu modifică riscul; RR > 1 indică un factor de risc; RR < 1, un factor de protecție. Intervalul de încredere care conține 1 înseamnă lipsă de semnificație statistică [26].

11.3.2 Raportul de șanse

Șansa (cota, odds) este raportul dintre probabilitatea ca evenimentul să se producă și probabilitatea ca el să nu se producă. Raportul de șanse (OR) este (a x d)/(b x c). În setul didactic, OR = (11 x 75)/(32 x 2) = 12,89, cu IC 95% 2,70-61,5. Raportul de șanse se folosește în studiile caz-control, unde riscul nu poate fi calculat, și este rezultatul obișnuit al regresiei logistice.

Când boala este rară (sub aproximativ 10%), OR și RR sunt apropiate. Când boala este frecventă, cum este caria, OR supraestimează RR și nu se poate traduce prin "de X ori mai mare risc" fără această precizare. În exemplul nostru, la o prevalență de 25,6% printre fumători, OR (12,89) este deja vizibil mai mare decât RR (9,85).

11.3.3 Mărimea asocierii și certitudinea dovezilor

Băicuș și Bălănescu recomandă ca, în studiile observaționale, să fie luate în serios mai ales asocierile cu RR sau OR peste 2, sau sub 0,5 pentru factorii de protecție, pentru că un factor de confuzie nemăsurat explică mai greu o asociere puternică [26]. Abordarea GRADE folosește aceeași idee: un efect mare poate crește certitudinea dovezilor observaționale [25]. Pentru legătura dintre parodontită și bolile cardiovasculare, o recenzie a recenziilor sistematice a raportat rapoarte de șanse între 1,22 și 4,42 [106], iar o meta-analiză despre parodontită și hipertensiune a găsit OR = 1,22 (IC 95% 1,10-1,35) pentru formele moderate-severe și 1,49 (1,09-2,05) pentru formele severe [107]. Asocieri constante, dar modeste, pe care doar studiile de intervenție le pot transforma în argumente cauzale.

11.3.4 Diferența de risc și numărul necesar de tratat

Riscul relativ arată tăria asocierii; diferența absolută arată impactul. Diferența de risc (reducerea absolută a riscului, RAR, pentru un tratament) este diferența dintre cele două riscuri. Numărul necesar de tratat (NNT) este inversul ei: câți pacienți trebuie tratați pentru a preveni un eveniment [26].

În studiul despre fibrina bogată în trombocite, vindecarea alveolei a fost de 96% cu PRF și de 64,29% fără [4]. Riscul unei vindecări anormale a fost, deci, 4% față de 35,71%. Reducerea absolută a riscului este 31,71 puncte procentuale, iar NNT = 1/0,3171 = 3,15, rotunjit în sus la 4. Interpretarea: în condițiile acelui studiu, la fiecare 4 pacienți sub medicație antiresorbtivă la care se aplică PRF după extracție, unul evită o vindecare anormală. Reducerea relativă a riscului este 1 - 4/35,71 = 89%. Aceeași realitate sună mult mai spectaculos ca reducere relativă decât ca număr necesar de tratat; de aceea un articol cinstit le raportează pe amândouă. Calculul are și o limită de lectură: designul studiului (comparativ prospectiv, nu neapărat randomizat) și numărul de pacienți din fiecare grup trebuie verificați în textul complet înainte ca NNT să fie folosit în practică. Următorul pas al unei căutări bazate pe dovezi este sinteza. O meta-analiză din 2026, cu căutare până în iunie 2026, a reunit șase cohorte cu 370 de pacienți și a găsit un risc de osteonecroză mai mic după extracția cu PRF decât după extracția simplă (RR = 0,29; IC 95% 0,15-0,57) [108]. O meta-analiză bayesiană în rețea care a inclus numai cinci studii randomizate nu a găsit însă nicio strategie preventivă superioară închiderii primare a plăgii [109], iar recenzia Cochrane despre intervențiile în osteonecroza maxilarelor a inclus, de asemenea, numai studii randomizate [24]. Diferența dintre concluzii nu este o contradicție de neînțeles. Ea vine din criteriile de includere (studii observaționale față de studii randomizate) și din comparator (extracția simplă față de închiderea primară). Așa se citesc două sinteze care par să spună lucruri diferite.

11.4 Performanța unui test diagnostic

Un test diagnostic (examenul clinic, radiografia, un program de inteligență artificială) se compară cu un standard de referință. Rezultatele formează tot un tabel 2 x 2: adevărat pozitivi (AP), fals pozitivi (FP), fals negativi (FN), adevărat negativi (AN).

- Sensibilitatea = AP/(AP + FN), proporția bolnavilor detectați
- Specificitatea = AN/(AN + FP), proporția sănătoșilor recunoscuți
- Valoarea predictivă pozitivă (VPP) = AP/(AP + FP), probabilitatea bolii când testul este pozitiv
- Valoarea predictivă negativă (VPN) = AN/(AN + FN), probabilitatea absenței bolii când testul este negativ [72].

Sensibilitatea și specificitatea sunt proprietăți ale testului. Valorile predictive depind și de prevalență (figura 11.2). O meta-analiză din 2026 a raportat, pentru detectarea asistată de învățarea automată a cariilor proximale pe radiografii, o sensibilitate cumulată de 0,84 și o specificitate de 0,93 [28]. Cu aceste valori, VPP este 38,7% când leziunile au o prevalență de 5% (un screening școlar într-o populație cu puține carii), 75,0% la o prevalență de 20% și 88,9% la 40% (un cabinet cu pacienți simptomatici). Același program, aceeași calitate tehnică, trei semnificații clinice diferite ale unui rezultat pozitiv.

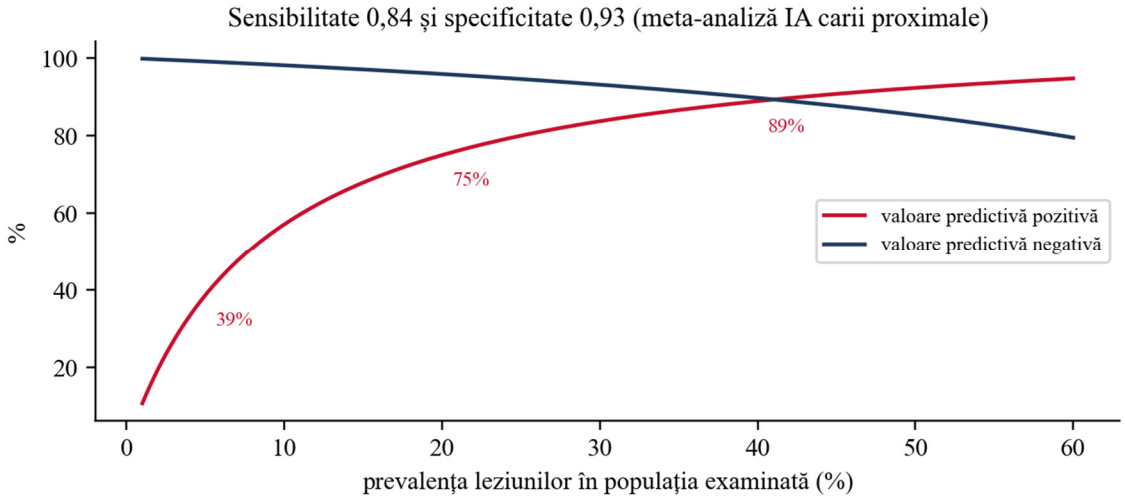


Figura 11.2. Valorile predictive pozitivă și negativă în funcție de prevalență, pentru o sensibilitate de 0,84 și o specificitate de 0,93. Calcul didactic pe baza valorilor din [28].

Studiile de acuratețe diagnostică se raportează după STARD 2015 [94]. Capitolul 12 aplică aceste noțiuni instrumentelor de inteligență artificială.

11.5 Supraviețuirea restaurărilor

Pentru restaurări și implanturi, rezultatul este adesea timpul până la un eveniment: fractura, decimentarea, pierderea. O simplă proporție de supraviețuire ignoră faptul că restaurările au fost urmărite perioade diferite. Analiza de supraviețuire (estimatorul Kaplan-Meier) ține cont de timpul fiecărei restaurări și de cele care încă nu au avut evenimentul la ultimul control (date cenzurate).

Două studii timișorene oferă cifre de comparat. Fațetele din ceramică feldspatică, 170 de fațete urmărite până la 7 ani, au avut o supraviețuire de 91,77%: 14 au eșuat prin fractură și au fost înlocuite, iar alte 10 au prezentat ciobiri care au fost lustruite [110]. Restaurările din oxid de zirconiu, 1.143 urmărite retrospectiv timp de 5 ani, au avut o supraviețuire generală de 96,3%, de 100% pentru cele monolitice și de 95,8% pentru cele stratificate [2]. Cititorul atent compară

cifrele cu precauție: perioade de urmărire diferite, materiale și indicații diferite, iar unitatea este restaurarea, nu pacientul. O recenzie sistematică din 2026, la care a contribuit autorul acestui volum, a constatat că dovezile clinice pentru restaurările realizate în cabinet sunt încă prea limitate pentru comparații definitive între clasele de materiale [96].

Capcane frecvente

- Interpretarea raportului de șanse ca risc relativ pentru o boală frecventă.
- Raportarea doar a reducerii relative a riscului, fără diferența absolută și NNT.
- Concluzii cauzale dintr-un studiu transversal.
- Concluzii despre eficacitate dintr-o serie de cazuri fără grup de comparație.
- Confuzia dintre sensibilitate și valoarea predictivă pozitivă; aplicarea VPP dintr-un cabinet specializat la un screening populațional.
- Compararea ratelor de supraviețuire cu perioade de urmărire diferite.

De reținut

- Transversal: prevalență și raportul prevalențelor; cohortă: incidență și RR; caz-control: OR.
- În setul didactic: RR = 9,85 (IC 95% 2,29-42,4), OR = 12,89 (2,70-61,5); intervale largi din cauza celor două cazuri la nefumători.
- NNT = 1/RAR; pentru PRF după extracție, aproximativ 4 [4].
- Sensibilitatea și specificitatea țin de test; valorile predictive țin și de prevalență.
- Supraviețuirea restaurărilor se analizează în funcție de timp (Kaplan-Meier), nu doar ca proporție.

Întrebări de autoevaluare

1. (CS) Măsura asocierii calculată într-un studiu caz-control este:
    a) riscul relativ
    b) raportul de șanse
    c) incidența
    d) numărul necesar de tratat
    e) sensibilitatea
2. (CS) Dacă riscul unei vindecări anormale este 35,71% fără tratament și 4% cu tratament, numărul necesar de tratat este aproximativ:
    a) 1
    b) 4
    c) 9
    d) 32
    e) 89
3. (CS) Un program cu sensibilitatea 0,84 și specificitatea 0,93 are, la o prevalență de 5%, o valoare predictivă pozitivă de aproximativ:
    a) 5%
    b) 39%
    c) 75%
    d) 84%
    e) 93%

4. (CM) Despre riscul relativ și raportul de șanse, sunt corecte afirmațiile:
    a) RR = 1 înseamnă că expunerea nu modifică riscul
    b) OR supraestimează RR când boala este frecventă
    c) un IC 95% al RR care conține 1 indică lipsa semnificației statistice
    d) OR este rezultatul obișnuit al regresiei logistice
    e) RR se poate calcula direct dintr-un studiu caz-control
5. (CM) Despre tipurile de studii, sunt corecte afirmațiile:
    a) studiul transversal nu poate stabili succesiunea în timp
    b) studiul randomizat echilibrează și factorii de confuzie necunoscuți
    c) o serie de cazuri fără grup de comparație poate demonstra eficacitatea
    d) studiul de cohortă pornește de la expunere
    e) DMFT măsoară experiența cumulată de carie, nu incidența

Capitolul 12. Inteligența artificială în medicina dentară: metode, evaluare, reglementare

Obiective

La finalul acestui capitol, studentul va putea:

- să deosebească un sistem bazat pe reguli de un model obținut prin învățare automată și să încadreze un exemplu stomatologic într-o familie de metode (supervizat, nesupervizat, învățare profundă, modele de limbaj mari)
- să descrie etapele ciclului de viață al unui model, de la întrebarea clinică la monitorizarea după implementare, și să recunoască o scurgere de date între seturi
- să calculeze dintr-o matrice de confuzie sensibilitatea, specificitatea, valorile predictive și acuratețea și să interpreteze curba ROC
- să rezume dovezile din meta-analize despre detectarea cariilor pe radiografii și fotografii
- să evalueze critic răspunsul unui model de limbaj la o întrebare stomatologică
- să enumere obligațiile care decurg, în 2026, din MDR, AI Act și Regulamentul (UE) 2026/1744 pentru instrumentele de IA din cabinet.

12.1 Ce este inteligența artificială în medicina dentară

Inteligența artificială (IA) nu are o definiție unică. Manualul pentru Facultatea de Medicină o prezintă ca știința și tehnologia sistemelor care rezolvă autonom probleme inferențiale dificile, iar învățarea automată ca domeniul ei care învață din date [1]. Pentru o introducere în limba română, cu exemple clinice, se poate consulta ghidul de conversație al lui Mihalaș [111], iar pentru locul IA în ansamblul informaticii medicale, volumul lui Focșa [17].

Două tradiții coexistă. IA simbolică scrie cunoașterea explicit, sub formă de reguli: "dacă pacientul are alergie la penicilină și se prescrie amoxicilină, atunci alertă". Alertele din programele de cabinet funcționează adesea așa. Învățarea automată extrage regulile din exemple. În învățarea supervizată, modelul învață din exemple etichetate de om (radiografii pe care un expert a marcat cariile) și apoi prezice eticheta pentru exemple noi. În învățarea nesupervizată, nu există etichete; modelul grupează pacienții după asemănare, ca în studiul despre fenotipurile metabolice ale pacienților cu disfuncție tiroidiană, care a folosit k-means și grupare ierarhică [98], sau în studiul despre tiparele alimentare ale studenților, care a identificat trei profiluri prin k-means [112]. Învățarea profundă folosește rețele neuronale cu multe straturi și domină astăzi analiza imaginilor dentare. Modelele de limbaj mari (LLM) generează text și răspund la întrebări, cu avantajele și riscurile discutate în secțiunea 12.5.

Aplicațiile cele mai studiate în stomatologie sunt detectarea cariilor pe radiografii interproximale și pe fotografii, identificarea leziunilor periapicale, estimarea pierderii osoase parodontale, segmentarea dinților pe tomografii cu fascicul conic, cefalometria automată și planificarea implantară [113].

12.2 Ciclul de viață al unui model

Un model clinic trece prin etape bine definite (figura 12.1): formularea întrebării și colectarea datelor etichetate, antrenarea, validarea internă pe date separate, validarea externă pe date de la alt aparat sau altă clinică, implementarea și monitorizarea [1].

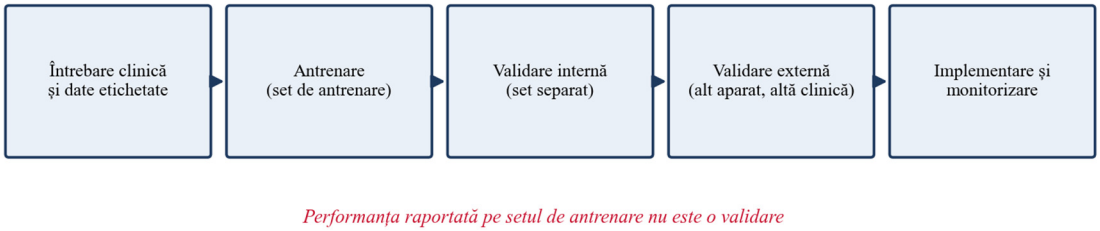


Figura 12.1. Ciclul de viaţă al unui model de IA clinic. Performanţa raportată pe setul de antrenare nu este o validare. Schemă didactică.

Două erori apar des în studiile publicate. Prima este scurgerea de date: radiografii ale aceluiaşi pacient ajung şi în setul de antrenare, şi în cel de test, iar modelul "recunoaşte" pacientul, nu leziunea. Împărţirea seturilor se face pe pacient, nu pe imagine, din aceleaşi motive de unitate de analiză discutate în capitolul 5. A doua este lipsa validării externe: un model antrenat pe radiografii de la un singur aparat poate cădea pe alt aparat, iar unul antrenat pe adulţi nu se aplică tacit pe dentiţia temporară.

12.3 Evaluarea performanţei

12.3.1 Matricea de confuzie

Un model de clasificare produce, de regulă, un scor între 0 şi 1; un prag transformă scorul în decizie. La un prag dat, rezultatele formează matricea de confuzie, adică tabelul 2 x 2 din capitolul 11 (figura 12.2B). În exemplul simulat, pe 400 de suprafeţe dintre care 100 cu leziune, la pragul 0,5 modelul are AP = 81, FP = 51, FN = 19 şi AN = 249.

- Sensibilitatea = 81/100 = 0,81
- Specificitatea = 249/300 = 0,83
- VPP = 81/132 = 0,61
- VPN = 249/268 = 0,93
- Acurateţea = (81 + 249)/400 = 0,825.

Acurateţea poate înşela când clasele sunt dezechilibrate: un model care declară toate suprafeţele sănătoase ar avea, în acest exemplu, o acurateţe de 75% şi o sensibilitate de zero. De aceea acurateţea nu se raportează singură. Scorul F1, media armonică a sensibilităţii şi a VPP, este folosit des în studiile de detectare pe imagini [114].

12.3.2 Curba ROC

Curba ROC arată, pentru toate pragurile posibile, sensibilitatea faţă de 1 - specificitatea (figura 12.2A). Aria de sub curbă (AUC) este probabilitatea ca o suprafaţă bolnavă aleasă la întâmplare să primească un scor mai mare decât una sănătoasă; 0,5 înseamnă hazard, 1 înseamnă discriminare perfectă. În exemplul simulat, AUC = 0,89. AUC măsoară discriminarea, nu calibrarea (dacă un scor de 0,8 înseamnă într-adevăr 80% probabilitate) şi nici utilitatea clinică. Alegerea pragului este o decizie clinică: un prag mai mic creşte sensibilitatea şi scade specificitatea.

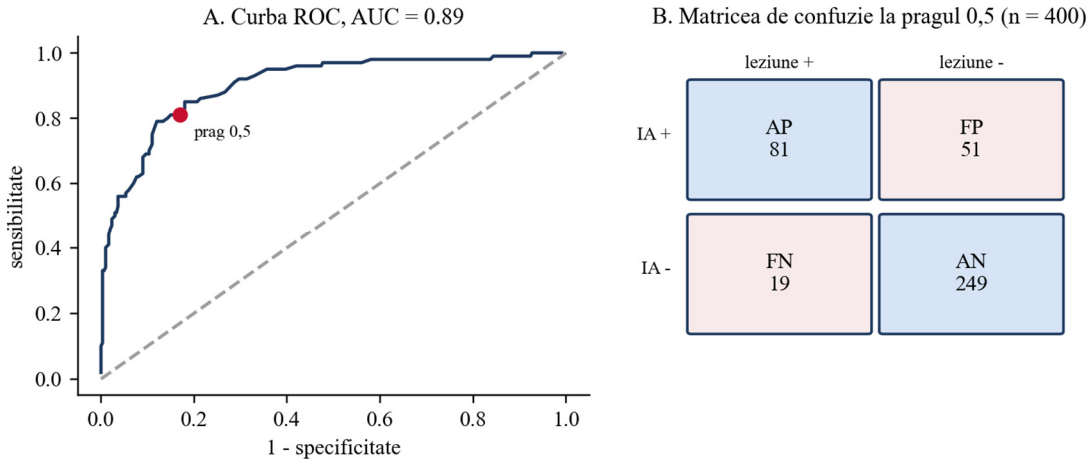


Figura 12.2. Evaluarea unui clasificator simulat pe 400 de suprafețe dentare (100 cu leziune): A, curba ROC cu punctul corespunzător pragului 0,5; B, matricea de confuzie la acest prag. Date simulate.

12.4 Dovezile despre detectarea cariilor

Detectarea cariilor pe radiografii este aplicația cu cele mai multe meta-analize (tabelul 12.1).

Tabelul 12.1. Rezultatele unor meta-analize recente despre IA în detectarea cariilor. Sursa: rezumatele publicate.

Meta-analiza	Studii incluse	Sensibilitate cumulată	Specificitate cumulată	Observație
Ammar și Kühnisch, 2024 [115]	14 (5 în meta-analiză), radiografii interproximale	0,87	0,89	sensibilitate 0,84 pentru dentină și 0,71 pentru smalț; majoritatea studiilor cu risc de bias neclar sau ridicat
Carvalho și colab., 2024 [116]	21, carii proximale pe radiografii interproximale	0,94	0,91	VPP între 0,15 și 0,87 de la un studiu la altul
Abbott și colab., 2025 [117]	45 (7 în meta-analiză), radiografii și imagini clinice	0,76 (IC 95% 0,65-0,85)	0,91	acurațețe între 41,5% și 98,6% între platforme
Guo și colab., 2026 [28]	28 (11 în meta-analiză), carii proximale	0,84 (0,78-0,88)	0,93 (0,90-0,97)	AUC cumulat 0,95; certitudinea evaluată prin GRADE

Trei concluzii se desprind. Prima: performanța cumulată este bună, dar variază mult între studii și între platforme. A doua: leziunile de smalț, cele mai importante pentru prevenție, sunt detectate mai slab decât cele de dentină. A treia: VPP diferă enorm de la un studiu la altul (0,15-0,87), exact cum prezice dependența de prevalență din capitolul 11. Un program cumpărat pentru un cabinet de pedodonție dintr-o zonă cu prevalență mică a cariei va produce mulți fals pozitivi, iar un rezultat pozitiv nu justifică automat o obturație.

Pentru fotografii, o recenzie sistematică a găsit scoruri F1 între 68,3% și 95,4% pentru camere profesionale și între 42,8% și 80% pentru camerele telefoanelor mobile [114]. Sursa imaginii contează cel puțin la fel de mult ca algoritmul.

12.5 Modelele de limbaj în stomatologie

Modelele de limbaj mari sunt folosite de pacienți și de studenți ca surse de informație. Studiile de evaluare arată o performanță variabilă și dependentă de versiune. Pe 151 de întrebări de examen din stomatologia restauratoare și endodonție, acurateța a variat de la 25% la 72% între modele, doar versiunile cele mai noi atingând un nivel folosibil "cu prudență" [118]. Pe 28 de întrebări de tip adevărat/fals despre profilaxia antibiotică a endocarditei infecțioase înaintea procedurilor

dentare, construite pe ghidul american din 2021, cel mai bun model a avut o acuratețe de 80%, iar cel mai slab de 63,57% fără instrucțiune de rol [119]. O întrebare din cinci greșită la o decizie de profilaxie antibiotică nu este acceptabilă clinic.

Riscul principal este răspunsul greșit formulat convingător, inclusiv referințe inventate. Un cadru de evaluare a siguranței clinice și a "halucinațiilor" modelelor de limbaj în rezumarea textelor medicale a arătat cum pot fi clasificate erorile [120]. Regula de lucru pentru student și pentru medic este verificarea fiecărei afirmații la sursă, căutarea fiecărei referințe în PubMed și declararea folosirii instrumentului, conform recomandărilor ICMJE [62]. Lucrarea practică 12 exersează această verificare.

12.6 Raportarea și reglementarea

Studiile despre modele de IA au ghiduri de raportare proprii: TRIPOD+AI pentru modelele de predicție [121], STARD-AI pentru studiile de acuratețe diagnostică [95] și TRIPOD-LLM pentru studiile cu modele de limbaj [122]. Cititorul unui studiu de detectare a cariilor verifică, cu ajutorul lor, cum a fost stabilit standardul de referință, dacă împărțirea seturilor s-a făcut pe pacient, dacă există validare externă și cum a fost ales pragul.

Software-ul care influențează decizia de diagnostic este, de regulă, dispozitiv medical în sensul Regulamentului (UE) 2017/745, iar regula 11 a anexei VIII îl plasează în clasa IIa sau mai sus [58,59]. Regulamentul privind inteligența artificială clasifică astfel de sisteme drept sisteme cu risc ridicat [60]. Prin Regulamentul (UE) 2026/1744, în vigoare din 27 iulie 2026, obligațiile pentru sistemele cu risc ridicat integrate în produse reglementate, inclusiv în dispozitivele medicale, se aplică de la 2 august 2028 [61]. Pentru cabinet, întrebările operaționale nu depind de calendar: ce a văzut modelul, pe ce populație a fost evaluat, cine semnează concluzia și ce se întâmplă când modelul și clinicianul nu sunt de acord. Răspunsul corect la ultima întrebare nu este "câștigă scorul", ci o a doua privire, documentată.

Capcane frecvente

- Raportarea performanței pe setul de antrenare ca dovadă de validare.
- Împărțirea seturilor pe imagini, nu pe pacienți, cu scurgere de date.
- Acuratețea raportată singură, pe date dezechilibrate.
- VPP dintr-un studiu cu prevalență mare aplicat într-un cabinet cu prevalență mică.
- Folosirea unui model antrenat pe adulți pentru dentiția temporară, fără validare.
- Preluarea fără verificare a răspunsului și a referințelor unui model de limbaj.

De reținut

- Reguli explicite (IA simbolică) sau reguli învățate din date (învățare automată, supervizată sau nesupervizată).
- Validare internă pe date separate pe pacient; validare externă pe alt aparat sau altă clinică.
- Din matricea de confuzie: sensibilitate, specificitate, VPP, VPN; AUC măsoară discriminarea, nu calibrarea.
- Meta-analizele dau pentru cariile proximale o sensibilitate de aproximativ 0,84-0,94 și o specificitate de 0,89-0,93, cu detectare mai slabă a leziunilor de smalț.
- Modelele de limbaj greșesc convingător; fiecare afirmație și fiecare referință se verifică.
- Software-ul de diagnostic este dispozitiv medical; obligațiile AI Act pentru el se aplică din 2 august 2028; răspunderea clinică este a medicului.

Întrebări de autoevaluare

1. (CS) Un program care marchează cariile pe radiografii după ce a învățat din mii de imagini adnotate de experți folosește:
    a) învățare nesupervizată
    b) învățare supervizată
    c) un sistem bazat exclusiv pe reguli scrise de om
    d) analiza componentelor principale
    e) regresie liniară simplă
2. (CS) La AP = 81, FP = 51, FN = 19, AN = 249, valoarea predictivă pozitivă este aproximativ:
    a) 0,61
    b) 0,81
    c) 0,83
    d) 0,93
    e) 0,95
3. (CS) Aria de sub curba ROC măsoară:
    a) calibrarea modelului
    b) discriminarea dintre bolnavi și sănătoși
    c) utilitatea clinică
    d) prevalența bolii
    e) costul implementării
4. (CM) Despre validarea unui model de detectare a cariilor, sunt corecte afirmațiile:
    a) seturile de antrenare și de test se separă pe pacient
    b) validarea externă folosește date de la alt aparat sau altă clinică
    c) performanța pe setul de antrenare este suficientă
    d) STARD-AI este ghidul de raportare pentru studiile de acuratețe diagnostică
    e) un model validat pe adulți se aplică automat la copii
5. (CM) Despre modelele de limbaj mari în stomatologie, sunt corecte afirmațiile:
    a) acuratețea variază mult între modele și versiuni
    b) pot genera referințe inexistente
    c) răspunsul lor se verifică la sursă
    d) folosirea lor în redactare se declară
    e) un răspuns formulat convingător este automat corect

Capitolul 13. Telemedicina dentară și sănătatea mobilă

Obiective

La finalul acestui capitol, studentul va putea:

- să definească teledentistica și formele ei (sincronă, asincronă, monitorizare la distanță, teleconsultație între profesioniști)
- să rezume dovezile privind acuratețea diagnostică a teledentisticii și a fotografiei clinice față de examenul clinic
- să descrie limitele consultației la distanță și situațiile în care pacientul trebuie văzut în cabinet
- să evalueze o aplicație mobilă de igienă orală după dovezile din studii randomizate și meta-analize
- să explice rolul acceptării tehnologiei și al alfabetizării digitale în succesul unei intervenții la distanță
- să documenteze corect o teleconsultație: identitate, consimțământ, canal, constatări, recomandări, limite.

13.1 Definiții

Teledentistica este folosirea tehnologiilor de comunicare pentru a oferi la distanță servicii de sănătate orală: triaj, diagnostic, consultație, educație, monitorizare. Formele ei sunt aceleași ca în telemedicina generală, discutată pe larg în manualul pentru Facultatea de Medicină [1]:

- asincronă (store-and-forward): pacientul sau medicul trimitător transmite fotografii, radiografii și date, iar specialistul răspunde mai târziu
- sincronă: videoconsultația în timp real
- monitorizarea la distanță: aplicații care urmăresc evoluția unui tratament, de exemplu cu alinierii ortodontici
- teleconsultația între profesioniști: medicul de familie sau stomatologul generalist cere opinia unui specialist.

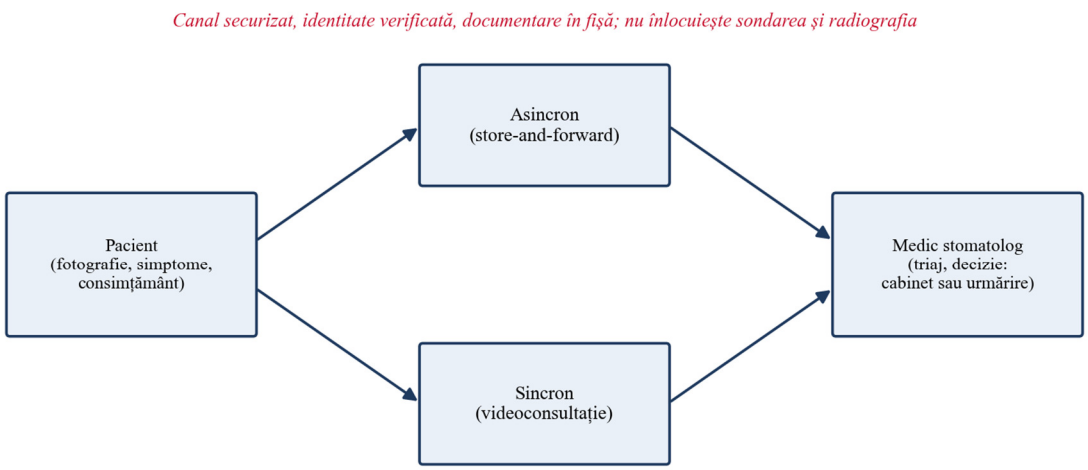


Figura 13.1. Fluxul unei teleconsultații dentare, asincronă sau sincronă. Schemă didactică.

Pandemia de COVID-19 a accelerat aceste forme, atât în îngrijire, cât și în învățământ. Colegii din disciplină au descris, încă din 2020, felul în care tehnologia informației a permis continuarea predării în condiții de criză și a deschis o schimbare de paradigmă în educația medicală [123].

13.2 Dovezile de acuratețe

O recenzie a recenziilor sistematice despre acuratețea și eficacitatea teledentisticii a inclus șase recenzii cu peste 7.000 de participanți. Pentru trimiteri și planificarea tratamentului, sensibilitatea a variat între 80% și 88%, iar specificitatea între 73% și 95%; recenziile au fost de calitate scăzută [124]. O meta-analiză din 2026 a putut cumula date doar pentru stomatologia restauratoare, cu o sensibilitate de 77,2% (IC 95% 62,5-87,4) și o specificitate de 89,1% (70,5-96,5), cu eterogenitate importantă între studii [125]. Pentru leziunile orale potențial maligne, o meta-analiză a raportat o specificitate de 0,92 și o sensibilitate de 0,93, dar cu un interval de încredere pentru sensibilitate extrem de larg (0,17-1,00), semn al numărului mic de studii [126].

Fotografia clinică, piesa de bază a teledentisticii asincrone, a fost comparată cu examenul intraoral vizual într-o meta-analiză pe 18 studii și 1.300 de participanți. Sensibilitatea a fost 0,74 pentru cariile de smalț și 0,81 pentru cele de dentină, iar specificitatea a fost foarte bună, între 0,95 și 0,99 [127]. Altfel spus, o fotografie confirmă bine absența leziunilor și ratează o parte dintre cele incipiente.

În ortodonție, sistemele de monitorizare dentară la distanță au redus numărul vizitelor în cabinet cu 1,68 până la 3,5 vizite, fără a scurta durata tratamentului, potrivit unei recenzii sistematice [128].

13.3 Limitele

O consultație la distanță poate tria urgența, urmări evoluția unei mucozite sau verifica igiena în ortodonție. Ea nu înlocuiește sondarea parodontală, testele de vitalitate, palparea și radiografia, și nu stabilește un plan protetic definitiv pe o fotografie făcută cu telefonul. Limitele se spun pacientului la început și se notează în fișă. Patru situații cer vizita în cabinet: durerea acută cu tumefacție sau febră, traumatismul dentar, leziunea care nu se vindecă în două săptămâni și orice suspiciune care cere examen clinic sau imagistic.

Identitatea pacientului se verifică. Imaginea clinică trimisă printr-o aplicație de mesagerie personală nu este un canal adecvat pentru date de sănătate (capitolul 3). Teleconsultația se documentează ca orice consultație: data, canalul, identitatea verificată, consimțământul, materialele primite, constatările, recomandările, limitele și planul de urmărire.

13.4 Sănătatea mobilă și igiena orală

Aplicațiile mobile pentru igienă orală au trei funcții: amintirea (reminder), educația și autoînregistrarea. Dovezile din studii randomizate sunt încurajatoare, dar inegale. Într-un studiu randomizat pe 36 de pacienți cu aparate ortodontice fixe, grupul care a folosit aplicația Brush DJ alături de îngrijirea obișnuită a avut un indice de placă mai mic decât grupul de control la 4 săptămâni (1,16 ± 0,28 față de 1,58 ± 0,34; $p < 0,001$) și la 8 săptămâni (1,33 ± 0,29 față de 1,70 ± 0,45; $p = 0,007$), iar indicele gingival a fost mai mic la 4 săptămâni, dar nu și la 8 [105]. O meta-analiză din 2026 pe 37 de studii a găsit că mesajele active de reamintire și aplicațiile reduc indicele de placă la pacienții ortodontici, aplicațiile cu o diferență medie standardizată de -0,47 pe termen scurt și -0,56 pe termen lung, dar cu o certitudine a dovezilor foarte scăzută până la scăzută [129]. O recenzie despre gamificare la copii a inclus 41 de studii, majoritatea cu intervenții digitale, și a putut face doar o sinteză narativă, din cauza eterogenității [130].

Pentru asistentul de profilaxie, aceste cifre au o lectură practică. Aplicația este un instrument de reamintire și de autoînregistrare, nu un substitut al instruirii. Datele ei sunt utile dacă definiția "periajului complet" este aceeași de la o săptămână la alta și dacă pacientul a consimțit la prelucrare. Un jurnal ținut doar în zilele bune supraestimează aderența. Aceasta este o problemă de măsurare, nu de motivație, și se tratează în analiză, nu prin admonestare.

13.5 Acceptarea și alfabetizarea digitală

O intervenție la distanță reușește numai dacă pacientul o folosește. Modelul acceptării tehnologiei (Technology Acceptance Model, TAM) explică intenția de folosire prin utilitatea percepută și ușurința percepută. Un chestionar bazat pe TAM, validat în 2026 pe 130 de pacienți cu ciroză hepatică pentru telemonitorizarea la domiciliu, a avut o consistență internă excelentă (alfa Cronbach 0,934), iar utilitatea percepută a prezis puternic intenția de folosire [102]. La 304 adulți cu diabet, implicarea digitală a fost legată de acceptarea tehnologiei și de autoeficacitate, măsurate cu un chestionar de 7 itemi cu alfa 0,89 [131]. Alfabetizarea în sănătate, inclusiv cea digitală, se măsoară cu instrumente validate; un protocol publicat în 2024 descrie traducerea și adaptarea în limba română a trei chestionare ale rețelei M-POHL a OMS, inclusiv pentru alfabetizarea digitală în sănătate [132]. Toate trei studiile au fost realizate cu participarea colegilor din disciplină și pot servi ca model pentru o evaluare a acceptării teledentisticii la pacienții unui cabinet.

Capcane frecvente

- Tratarea unei fotografii trimise de pacient ca echivalent al examenului clinic.
- Folosirea aplicațiilor de mesagerie personale pentru imagini clinice.
- Teleconsultația nedocumentată sau documentată fără limitele ei.
- Aplicația de periaj prezentată ca înlocuitor al instruirii, nu ca adjuvant.
- Interpretarea autoînregistrărilor pacientului ca date obiective.

De reținut

- Formele teledentisticii: asincronă, sincronă, monitorizare la distanță, teleconsultație între profesioniști.
- Fotografia clinică are specificitate foarte bună (0,95-0,99) și sensibilitate modestă pentru cariile de smalț (0,74) [127].
- Monitorizarea ortodontică la distanță reduce vizitele, nu durata tratamentului [128].
- Aplicațiile mobile reduc indicele de placă la pacienții ortodontici, cu dovezi de certitudine scăzută [129].
- Acceptarea se măsoară: utilitatea percepută prezice intenția de folosire.

Întrebări de autoevaluare

1. (CS) Trimiterea unor fotografii intraorale către un specialist, care răspunde a doua zi, este un exemplu de teledentistică:
    a) sincronă
    b) asincronă (store-and-forward)
    c) robotică
    d) de monitorizare în timp real
    e) nu este teledentistică
2. (CS) Comparată cu examenul clinic, detectarea cariilor pe fotografii clinice are:
    a) sensibilitate și specificitate foarte mici
    b) specificitate foarte bună și sensibilitate modestă pentru leziunile de smalț

c) sensibilitate perfectă
d) aceeași performanță ca radiografia
e) nicio valoare diagnostică

3. (CS) În modelul acceptării tehnologiei, intenția de folosire este explicată mai ales prin:
   a) prețul aplicației
   b) utilitatea percepută și ușurința percepută
   c) vârsta medicului
   d) versiunea sistemului de operare
   e) numărul de funcții
4. (CM) Necesită vizită în cabinet, nu doar teleconsultație:
   a) traumatismul dentar
   b) durerea acută cu tumefacție și febră
   c) verificarea periodică a igienei la un pacient ortodontic cu fotografii bune
   d) o leziune a mucoasei care nu se vindecă în două săptămâni
   e) suspiciunea care cere radiografie
5. (CM) Documentarea unei teleconsultații cuprinde:
   a) identitatea verificată a pacientului
   b) consimțământul
   c) canalul folosit
   d) limitele consultației
   e) numai recomandarea finală

Capitolul 14. Sisteme de suport decizional și proiectul integrativ. Sinteza disciplinei

Obiective

La finalul acestui capitol, studentul va putea:

- să definească un sistem de suport pentru decizia clinică și să deosebească alertele simple de protocoalele complexe
- să explice oboseala alertelor și să propună criterii pentru o alertă utilă în cabinet
- să descrie integrarea unui ajutor de decizie în fluxul de lucru prin standarde (CDS Hooks, SMART on FHIR)
- să scrie specificația unui proiect integrativ pentru o problemă din practica dentară, cu utilizator, date, flux, măsură și limite
- să lege între ele temele disciplinei pe harta din figura 14.1 și să-și verifice pregătirea cu grila de recapitulare.

14.1 Ce este un sistem de suport decizional

Un sistem de suport pentru decizia clinică (clinical decision support, CDS) este orice instrument care oferă clinicianului, pacientului sau altui utilizator cunoștințe și informații specifice persoanei, filtrate inteligent și prezentate la momentul potrivit, pentru a îmbunătăți îngrijirea [133]. Definiția are trei părți importante: informația este specifică pacientului (nu un manual general), este filtrată (nu tot ce se știe) și ajunge la momentul potrivit (când se ia decizia, nu după).

În cabinetul dentar, suportul decizional poate fi:

- o regulă simplă: alertă la alergie înainte de prescrierea unui antibiotic sau a unui anestezic; alertă la anticoagulant înainte de o extracție; alertă la bifosfonat intravenos în antecedente înainte de o extracție
- o regulă de proces: interval depășit de la ultima igienizare; comandă de laborator fără dinte FDI sau fără culoare
- un calcul: riscul de carie dintr-un set de factori (dieta, fluorul, leziunile active, fluxul salivar)
- un protocol complex: un ghid clinic tradus în pași executabili de sistem
- un model de inteligență artificială care marchează leziunile pe radiografie (capitolul 12).

Complexitatea nu crește valoarea. O alertă care apare la fiecare fișă este ignorată; fenomenul se numește oboseala alertelor. O alertă rară, legată de o acțiune concretă, poate schimba practica. Criteriile unei alerte bune sunt: relevanță pentru pacientul din fața medicului, momentul potrivit în flux, o acțiune clară propusă, posibilitatea de a o refuza cu un motiv documentat și măsurarea efectului după implementare [133].

14.2 Integrarea în fluxul de lucru

Un ajutor de decizie care cere deschiderea altui program este folosit rar. Standardul CDS Hooks permite ca un serviciu de suport decizional să fie apelat automat la evenimente precum deschiderea fișei pacientului sau semnarea unei comenzi, și să răspundă cu "carduri" afișate în programul de cabinet [49]. SMART on FHIR permite unei aplicații externe să se deschidă din dosarul electronic cu acces limitat la pacientul curent [48]. Datele pe care le folosește ajutorul de decizie sunt resursele FHIR din capitolul 2: AllergyIntolerance, MedicationStatement sau

MedicationRequest, Observation, Condition. Calitatea alertelor depinde, așadar, direct de calitatea datelor structurate din capitolul 4: o alergie scrisă în textul liber al fișei nu declanșează nicio alertă.

Un ghid clinic computabil este tradus într-o formă pe care sistemul o poate executa asupra datelor pacientului, cu recomandarea, tăria ei și certitudinea dovezilor [1]. Pentru stomatologie, exemplele de astfel de ghiduri sunt încă puține; cele mai multe reguli din programele de cabinet sunt scrise local.

14.3 Proiectul integrativ

Proiectul de la finalul semestrului cere o problemă clinică, utilizatorul, datele minime, fluxul și măsura prin care s-ar ști că soluția ajută. Nu cere un prototip programat. Cere o specificație care poate fi citită de un clinician și de un informatician (tabelul 14.1).

Tabelul 14.1. Rubricile specificației proiectului integrativ.

Rubrică	**Conținut minim**
Problema	Cine este afectat și ce se întâmplă azi, fără soluția deja aleasă
Utilizatorul	Medic, asistent de profilaxie sau tehnician; o singură sarcină principală
Datele	Resursele FHIR necesare, codurile, ce nu are voie să părăsească cabinetul
Fluxul	De la eveniment la alertă sau la comandă, în cel mult șase pași
Măsura	Un indicator calculabil: rechemări onorate, reluări de lucrări, timp până la trimiterea completă
Analiza	Designul evaluării, testul statistic și dimensiunea eșantionului
Limita	Ce nu face soluția și cine rămâne responsabil de decizie

Exemple de teme, câte una pentru fiecare program:

- Medicină dentară: alertă înaintea extracției la pacienții cu medicație antiresorbtivă, cu evaluarea proporției de cazuri în care alerta a schimbat conduita.
- Asistență de profilaxie: rechemare automată la 3 sau 6 luni după riscul de carie, cu evaluarea proporției de rechemări onorate înainte și după (test McNemar sau chi-pătrat, după design).
- Tehnică dentară: verificarea automată a completitudinii comenzii de laborator (dinte FDI, culoare, material, antagonist), cu evaluarea ratei de reluare a lucrărilor.

14.4 Harta disciplinei

Figura 14.1 leagă temele. Fișa pacientului (capitolele 1-3) produce datele; acestea sunt curățate și reprezentate grafic (capitolul 4), descrise și estimate (capitolele 5-7), comparate prin teste (capitolele 8-9), legate între ele prin corelație și regresie (capitolul 10) și transformate în măsuri de risc și de performanță diagnostică (capitolul 11). Inteligența artificială, telemedicina și suportul decizional (capitolele 12-14) folosesc aceleași date și se evaluează cu aceleași instrumente.

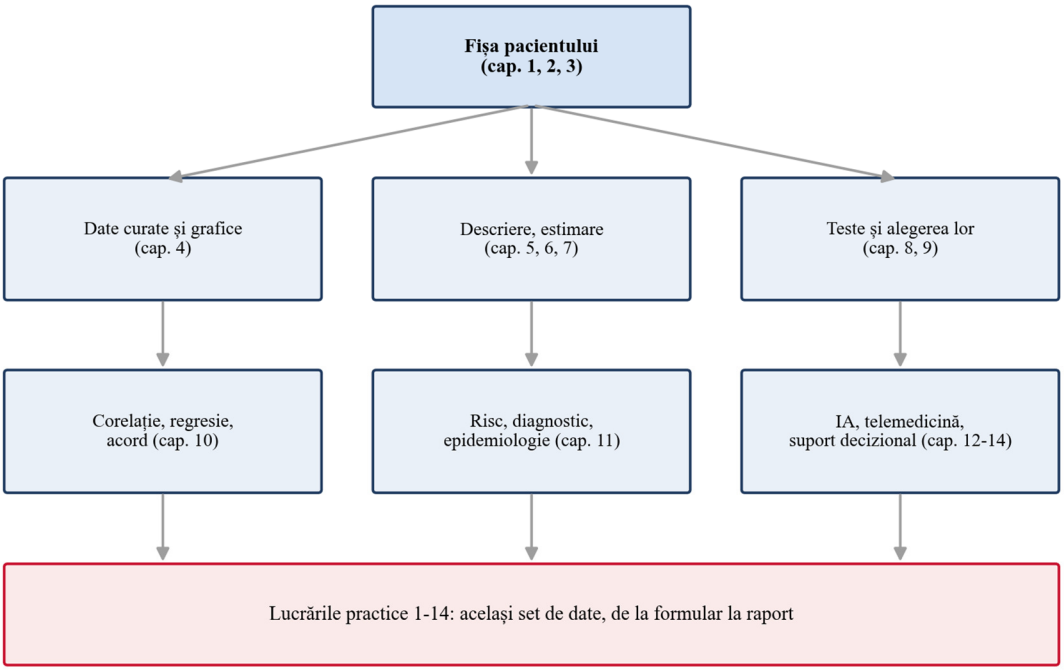


Figura 14.1. Harta disciplinei de Informatică medicală și biostatistică pentru medicina dentară. Schemă didactică.

14.5 Competențele de la finalul semestrului

La finalul semestrului, studentul ar trebui să poată face, fără ajutor, următoarele:

1. să formuleze o întrebare PICO și să găsească în PubMed două surse evaluate critic
2. să recunoască într-o trimitere FHIR resursele Patient, Condition, Observation și ServiceRequest și să identifice un dinte în notația FDI
3. să decidă temeiul legal al unei prelucrări de date și să refuze trimiterea imaginilor pe canale nesigure
4. să curețe un set de date după reguli scrise și să construiască graficul potrivit pentru fiecare variabilă
5. să calculeze și să interpreteze media, mediana, abaterea standard, intervalul intercuartil și un scor z
6. să calculeze un interval de încredere de 95% pentru o medie și pentru o proporție
7. să aleagă și să aplice testul potrivit (t, ANOVA, chi-pătrat și echivalentele neparametrice) și să raporteze efectul cu IC 95% și p
8. să calculeze și să interpreteze corelația Pearson sau Spearman și o regresie liniară simplă
9. să calculeze din tabelul 2 x 2 riscul relativ, raportul de șanse, NNT, sensibilitatea, specificitatea și valorile predictive
10. să evalueze critic un instrument de IA și răspunsul unui model de limbaj.

14.6 Calendarul reglementărilor care schimbă practica

Tabelul 14.2 reunește termenele europene și naționale menționate în volum, la data de 8 octombrie 2026.

Tabelul 14.2. Termene de reglementare relevante pentru cabinetul dentar. Sursa: textele oficiale citate.

Data	Ce se întâmplă	Sursa
25 mai 2018	se aplică GDPR	[55]
26 mai 2021	se aplică Regulamentul privind dispozitivele medicale	[58]
martie 2025	intră în vigoare Spațiul european al datelor de sănătate, cu obligații eșalonate	[53]
2 august 2026	se aplică, în general, obligațiile de transparență din AI Act	[60,61]
1 septembrie 2026	lansarea portalului eSănătateaMea	[50]
2 august 2028	obligațiile pentru sistemele de IA cu risc ridicat integrate în dispozitive medicale	[61]

14.7 Grilă de recapitulare

1. (CS) Un set de date are o linie pe dinte pentru 30 de pacienți cu câte 4 dinți. Unitatea independentă pentru analiză este:
    a) dintele, n = 120
    b) pacientul, n = 30
    c) suprafața
    d) vizita
    e) examinatorul
2. (CS) Pentru adâncimea de sondare comparată între trei grupuri de pacienți, cu distribuții aproximativ normale, testul de primă intenție este:
    a) testul t pereche
    b) ANOVA cu un factor
    c) chi-pătrat
    d) McNemar
    e) Spearman
3. (CS) Un interval de încredere de 95% al raportului de șanse între 0,8 și 3,1 înseamnă:
    a) asociere semnificativă statistic
    b) lipsă de semnificație statistică la pragul de 5%
    c) factor de protecție demonstrat
    d) factor de risc demonstrat
    e) o eroare de calcul
4. (CS) O resursă FHIR care spune ce s-a cerut laboratorului de tehnică dentară este:
    a) Procedure
    b) Observation
    c) ServiceRequest
    d) Condition
    e) Patient
5. (CS) Pentru acordul dintre doi examinatori care codifică prezența cariei (da/nu), se folosește:
    a) coeficientul Pearson
    b) testul t
    c) kappa al lui Cohen
    d) ANOVA
    e) regresia liniară

6. (CM) Despre valorile predictive, sunt corecte afirmațiile:
    a) depind de prevalență
    b) VPP crește când prevalența crește
    c) sunt proprietăți fixe ale testului
    d) VPN scade când prevalența crește
    e) se calculează din matricea de confuzie
7. (CM) O alertă bună într-un program de cabinet:
    a) este relevantă pentru pacientul curent
    b) apare la momentul deciziei
    c) propune o acțiune clară
    d) apare la fiecare deschidere a fișei, pentru siguranță
    e) poate fi refuzată cu un motiv documentat
8. (CM) Despre scorul z, sunt corecte afirmațiile:
    a) se calculează ca (x - medie)/abatere standard
    b) z = 0 corespunde mediei
    c) un z de 2,55 indică o valoare neobișnuit de mare față de grupul de referință
    d) este un diagnostic
    e) depinde de alegerea grupului de referință
9. (CM) Despre dimensiunea eșantionului, sunt corecte afirmațiile:
    a) se stabilește înainte de studiu
    b) crește când efectul căutat scade
    c) crește când puterea dorită crește
    d) se calculează după rezultat, pentru a explica un p nesemnificativ
    e) în stomatologie se calculează pe unitatea independentă
10. (CM) Despre protecția datelor în cabinet, sunt corecte afirmațiile:
    a) fotografia intraorală este dată privind sănătatea
    b) contul comun al cabinetului este o practică bună
    c) la laborator pleacă numai datele necesare piesei
    d) incidentele de securitate cu risc se notifică autorității în 72 de ore
    e) furnizorul de software este, de regulă, persoană împuternicită

14.8 Direcții după 2026

Trei direcții vor schimba disciplina în anii în care studenții de azi vor profesa. Prima este dosarul electronic interoperabil, în care schema dentară și imaginile vor circula, cu consimțământul pacientului, între cabinete și spitale, pe baza standardelor FHIR și DICOM. A doua este inteligența artificială certificată, care va fi un instrument obișnuit al cabinetului și va trebui evaluată, ca orice test diagnostic, cu sensibilitate, specificitate și valori predictive în populația proprie. A treia este cercetarea pe datele de rutină, în care calitatea datelor introduse zi de zi în fișă va decide valoarea studiilor viitoare. În toate trei, competențele din acest volum rămân aceleași: date structurate și curate, întrebări bine puse, teste potrivite și o citire cinstită a incertitudinii.

De reținut

- Suportul decizional este specific pacientului, filtrat și la momentul potrivit.
- Oboseala alertelor anulează valoarea alertelor prea frecvente.
- Alertele depind de datele structurate; o alergie din textul liber nu declanşează nimic.
- Proiectul integrativ: problemă, utilizator, date, flux, măsură, analiză, limită.

Partea a II-a. Lucrări practice

Toate lucrările folosesc instrumente gratuite sau cu licență academică, verificate la 8 octombrie 2026: Google Forms și Google Sheets (cont Google), JASP versiunea 0.96 sau mai nouă [81], MedCalc 23.5 sau calculatoarele lui online [82], Epi Info 7 ca variantă fără cont online [134], PubMed [22], OpenEMR demo [135] și serverul FHIR de test HAPI [136]. Setul de date "stoma2026" se descarcă de pe platforma Moodle a disciplinei în două fișiere, brut și curat; dicționarul de date se află în anexa C. Lucrările predate se încarcă pe Moodle, cu numele LPx_Nume_Prenume.

În configurarea regională România, Google Sheets folosește virgula ca separator zecimal și punctul și virgula ca separator al argumentelor funcțiilor. Formulele din lucrări sunt scrise în această formă, de exemplu =AVERAGE(H2:H121).

Lucrarea practică 1. Documentarea online: de la întrebarea clinică la sursele evaluate

Obiectiv

Studentul formulează o întrebare clinică în structura PICO, o transformă într-o interogare PubMed, selectează şi evaluează critic două surse şi verifică răspunsul unui instrument de inteligenţă artificială generativă. La final, el trebuie să poată:

- să scrie o întrebare PICO pentru o problemă a specialităţii lui
- să folosească operatorii AND şi OR, termenii MeSH şi filtrele PubMed
- să deosebească un studiu primar de o recenzie sistematică şi de un ghid
- să verifice existenţa unei referinţe după PMID şi DOI
- să scrie corect o referinţă în stil Vancouver.

Instrumente

PubMed şi ghidul lui de utilizare [22], Cochrane Library, pagina OMS pentru sănătatea orală, un model de limbaj la alegere (răspunsul se tipăreşte sau se salvează ca PDF). Timp orientativ: 100 de minute.

Desfăşurare

1. Fiecare student alege una dintre cele trei întrebări din capitolul 1 (aplicaţia de periaj la purtătorii de aparate fixe; cimentarea coroanelor de zirconiu; fibrina bogată în trombocite după extracţie la pacienţii sub medicaţie antiresorbtivă) sau propune una proprie, aprobată de cadrul didactic.
2. Scrie componentele P, I, C, O într-un tabel cu patru rânduri.
3. Construieşte interogarea: sinonimele aceleiaşi componente se leagă cu OR, componentele între ele cu AND. Exemplu: ("platelet-rich fibrin" OR PRF) AND ("osteonecrosis of the jaw" OR MRONJ) AND (extraction).
4. Aplică pe rând filtrele: tipul de articol (Randomized Controlled Trial, Systematic Review), anii 2016-2026, specia umană. Notează numărul de rezultate după fiecare filtru.
5. Alege un studiu primar şi o recenzie sistematică. Pentru fiecare, completează fişa de evaluare: designul, unitatea de analiză, grupul de comparaţie, rezultatul principal cu mărimea efectului şi intervalul de încredere, limitele declarate de autori.
6. Pune aceeaşi întrebare unui model de limbaj şi cere două referinţe. Caută fiecare referinţă în PubMed după titlu, PMID şi DOI. Notează dacă există, dacă autorii şi anul sunt corecte şi dacă articolul susţine afirmaţia.
7. Scrie cele două surse alese în stil Vancouver, după modelul din bibliografia volumului.

Ce se predă şi barem orientativ

Un document de două pagini cu tabelul PICO (2 puncte), interogarea şi numărul de rezultate după filtre (2 puncte), cele două fişe de evaluare (3 puncte), verificarea referinţelor generate (2 puncte) şi referinţele Vancouver (1 punct).

Varianta fără reţea

Cadrul didactic distribuie tipărite rezumatele a patru articole din bibliografia volumului (de exemplu [4,24,108,109]). Studenţii completează fişele de evaluare şi compară concluziile sintezelor.

Lucrarea practică 2. Dosarul electronic de sănătate și resursele FHIR

Obiectiv

Studentul creează un pacient fictiv într-un dosar electronic demonstrativ, înregistrează date stomatologice structurate și recunoaște aceleași date ca resurse FHIR. La final, el trebuie să poată:

- să introducă identificarea, alergiile, medicația și o observație într-un dosar electronic
- să citească o resursă Patient și o resursă Observation pe un server FHIR de test
- să identifice în JSON pacientul, codul, valoarea, unitatea, momentul și localizarea
- să construiască, pe hârtie, pachetul minim al unei trimiteri dentare.

Instrumente

OpenEMR demo, versiunea afișată la data accesării [135], cu documentația FHIR a proiectului [137]; serverul HAPI FHIR R4 de test [136]; ghidul HL7 Dental Data Exchange [41]. Pe serverele publice de test nu se introduc niciodată date reale; tot ce se scrie acolo este vizibil oricui.

Desfășurare

1. În OpenEMR demo, studentul creează un pacient fictiv cu un nume evident inventat (de exemplu "Test Dentar 07"), data nașterii, sexul administrativ.
2. Adaugă o alergie (penicilină), o medicație curentă (un anticoagulant oral) și o problemă (parodontită).
3. Notează, pentru fiecare înregistrare, dacă a fost introdusă într-un câmp structurat sau în text liber.
4. În browser, deschide adresa serverului HAPI și caută pacienți de test: [bază]/Patient?name=test. Studiază structura unui Bundle de răspuns.
5. Deschide o resursă Observation oarecare și identifică elementele status, code, subject, effective, value și, dacă există, bodySite.
6. Pe hârtie, completează tabelul unei trimiteri către endodont pentru pacientul fictiv: resursele necesare, codurile, ce lipsește și ce nu trebuie să plece (tabelul L2.1).

Tabelul L2.1. Model de pachet de trimitere. Se completează de student.

Resursa	Conținut pentru pacientul fictiv	Cod sau sistem
Patient		
Condition		ICD-10 sau SNOMED CT
Observation		dinte FDI, unitate UCUM
AllergyIntolerance		
MedicationRequest		
ServiceRequest		
ImagingStudy (referință)		DICOM

Ce se predă și barem orientativ

Capturile de ecran fără date reale (2 puncte), lista câmpurilor structurate și a celor libere (2 puncte), elementele identificate în resursa Observation (3 puncte), tabelul trimiterii (3 puncte).

Varianta fără rețea

Cadrul didactic distribuie exemplul de resursă Observation din capitolul 2 și un Bundle tipărit; studenții marchează elementele și completează tabelul L2.1.

Lucrarea practică 3. Atelier de protecție a datelor pacientului

Obiectiv

Studentul analizează cazuri simulate de prelucrare a datelor stomatologice și decide temeiul legal, destinatarii și măsurile de securitate. La final, el trebuie să poată:

- să identifice operatorul, persoana împuternicită și destinatarii într-un flux de date
- să aleagă temeiul legal potrivit pentru fiecare scop
- să recunoască o încălcare a securității datelor și să descrie pașii de raportare
- să configureze autentificarea în doi pași pe propriul cont.

Instrumente

Textul GDPR [55] și al Legii nr. 190/2018 [56], capitolul 3 al volumului, contul Google al studentului. Timp orientativ: 100 de minute, în echipe de 3-4 studenți.

Desfășurare

Fiecare echipă primește patru cazuri și răspunde, pentru fiecare, la cinci întrebări: ce date pleacă, de la cine, către cine, pe ce temei și cu ce măsuri.

1. Cazul A. Un medic trimite fotografia intraorală a unui pacient pe grupul de mesagerie al colegilor de rezidențiat, "pentru o părere".
2. Cazul B. Un cabinet vrea să publice pe rețelele de socializare fotografiile "înainte și după" ale unor fațete.
3. Cazul C. Laboratorul de tehnică dentară primește, odată cu comanda unei coroane, întreaga fișă a pacientului, inclusiv istoricul psihiatric.
4. Cazul D. Calculatorul de la recepție, cu parola cabinetului scrisă pe monitor, este infectat cu un program care criptează fișierele.

Pentru cazul D, echipa scrie procedura de incident în cel mult opt pași: cine constată, cine anunță, ce se izolează, cum se restaurează din copia de siguranță, cine evaluează riscul pentru pacienți, cine notifică autoritatea de supraveghere în 72 de ore și cine informează pacienții, dacă este cazul.

La final, fiecare student activează verificarea în doi pași pe contul Google propriu și notează metoda aleasă (aplicație, cheie de securitate, mesaj).

Ce se predă și barem orientativ

Analiza celor patru cazuri (6 puncte), procedura de incident (3 puncte), confirmarea activării verificării în doi pași, fără coduri sau capturi ale acestora (1 punct).

Varianta fără rețea

Cazurile se lucrează identic pe hârtie; activarea verificării în doi pași se face acasă.

Lucrarea practică 4. Curățarea și vizualizarea datelor clinice în Google Sheets

Obiectiv

Studentul curăță fișierul brut al setului stoma2026 după reguli scrise, documentează corecturile și construiește graficele potrivite fiecărui tip de variabilă. La final, el trebuie să poată:

- să importe un fișier CSV într-o foaie de calcul
- să găsească dublurile, valorile lipsă, valorile imposibile și codurile inconsecvente
- să țină un jurnal al corecturilor
- să construiască o diagramă de bare, o histogramă și un tabel pivot
- să recunoască și să corecteze un grafic înșelător.

Instrumente

Google Sheets și lista funcțiilor lui [63], tabelele pivot [65], fișierul stoma2026_brut.csv. Microsoft Excel sau LibreOffice Calc pot înlocui Google Sheets.

Desfășurare

1. Se importă stoma2026_brut.csv (File > Import). Foaia se redenumește "Brut" și nu se mai modifică.
2. Se duplică foaia; copia se numește "Curat". Se creează a treia foaie, "Jurnal", cu coloanele: identificator, variabilă, valoare veche, valoare nouă, motiv.
3. Dubluri: într-o coloană auxiliară, =COUNTIF(A:A; A2). Orice valoare mai mare decât 1 indică o dublură; se păstrează prima înregistrare.
4. Valori lipsă: pentru fiecare coloană, =COUNTBLANK(B2:B122). Se notează proporția lor.
5. Valori în afara intervalului: =MIN() și =MAX() pentru fiecare variabilă numerică, comparate cu dicționarul din anexa C. Se găsesc DMFT = 48, adâncimea de sondare de 35,0 mm și vârsta de 17 ani.
6. Coduri: un tabel pivot cu frecvențele variabilei sex scoate la iveală codul "f".
7. Fiecare corectură se trece în jurnal, cu motivul. Valorile imposibile neverificabile devin celule goale, nu zero.
8. Grafice: diagramă de bare pentru material; histogramă pentru DMFT; tabel pivot cu media adâncimii de sondare pe categorii de fumat.
9. Se construiește intenționat o diagramă de bare cu axa verticală pornind de la 2,5 mm, apoi se corectează la zero; ambele se păstrează în raport, cu un comentariu de două fraze.

Ce se predă și barem orientativ

Fișierul Google Sheets cu cele trei foi, partajat cu cadrul didactic (3 puncte pentru jurnal complet), tabelul cu numărul de valori lipsă și de erori găsite (2 puncte), cele trei grafice corecte (3 puncte), comentariul despre axa trunchiată (2 puncte).

Varianta fără rețea

LibreOffice Calc, instalat în laborator, cu aceleași funcții (COUNTIF, COUNTBLANK, MIN, MAX) și cu tabelul pivot din meniul Data.

Lucrarea practică 5. Instrumentele biostatisticii: Google Sheets, JASP și MedCalc

Obiectiv

Studentul deschide același set de date în trei programe, verifică tipul variabilelor și obține primele statistici descriptive, constatând că rezultatele coincid. La final, el trebuie să poată:

- să importe fișierul curat în JASP și să seteze tipul fiecărei variabile (nominală, ordinală, numerică)
- să obțină media, mediana, abaterea standard și cuartilele în JASP și în Google Sheets
- să folosească un calculator MedCalc pentru o statistică punctuală
- să încarce rezultatele pe Moodle.

Instrumente

JASP 0.96 sau mai nou [81], cu ghidurile pentru studenți [138,139]; Google Sheets; MedCalc sau calculatoarele lui online [82]; fișierul stoma2026_curat.csv.

Desfășurare

1. În JASP, se deschide fișierul curat. Pentru fiecare coloană, se verifică pictograma tipului și se corectează: indice_placa și satisfactie devin ordinale, sex, mediu, fumator, diabet, parodontita și material devin nominale.
2. Descriptives: se aleg DMFT, adancime_sondare_mm și varsta; se bifează media, mediana, abaterea standard, minimul, maximul și cuartilele.
3. În Google Sheets, pe același fișier: =AVERAGE(H2:H121), =MEDIAN(H2:H121), =STDEV(H2:H121), =QUARTILE(H2:H121; 1) și =QUARTILE(H2:H121; 3) pentru DMFT.
4. Se compară rezultatele cu tabelul 6.1. Orice diferență se explică (de obicei o celulă goală sau o virgulă zecimală).
5. În MedCalc (sau în calculatorul online pentru intervalul de încredere al unei proporții), se calculează intervalul de încredere pentru 13 cazuri de parodontită din 120.
6. Se exportă tabelul descriptiv din JASP (clic dreapta, Copy) într-un document și se încarcă pe Moodle.

Ce se predă și barem orientativ

Tabelul descriptiv din JASP (3 puncte), aceleași statistici calculate în Google Sheets (3 puncte), explicația eventualelor diferențe (2 puncte), intervalul de încredere din MedCalc (2 puncte).

Varianta fără rețea

JASP și LibreOffice Calc instalate local; intervalul pentru proporție se calculează de mână cu formula din capitolul 7.

Lucrarea practică 6. Descrierea datelor, distribuțiile și testarea normalității

Obiectiv

Studentul colectează date printr-un formular cu reguli de validare, le descrie și verifică normalitatea prin grafice și prin testul Shapiro-Wilk. La final, el trebuie să poată:

- să construiască în Google Forms un chestionar cu validare numerică și cu ramificare
- să aleagă rezumatul potrivit pentru fiecare variabilă
- să construiască histograma, box-plot-ul și diagrama circulară justificată
- să aplice și să interpreteze testul Shapiro-Wilk împreună cu graficul Q-Q
- să calculeze un scor z.

Instrumente

Google Forms, cu documentația pentru regulile de validare, ramificare și salvarea răspunsurilor [140-143]; Google Sheets; JASP.

Desfășurare

Partea A, 35 de minute. Formularul "Obiceiuri de igienă orală la studenți", cu date fictive generate prin joc de rol:

1. Formularul nu colectează adrese de e-mail. Prima întrebare este acordul de participare la exercițiu.
2. Întrebări: cod pseudonim (validare prin expresia regulată ^S[0-9]{3}$), vârsta (număr între 18 și 40), numărul de periaje pe zi (listă 0-4), folosirea aței dentare (da/nu, cu ramificare: "da" duce la o întrebare despre frecvență), autoevaluarea sângerării gingivale (scală 0-3).
3. Fiecare student completează formularul pentru 5 "participanți" fictivi. Răspunsurile se leagă de o foaie Google Sheets.

Partea B, 65 de minute, pe setul stoma2026_curat:

1. În JASP, Descriptives pentru DMFT și adancime_sondare_mm: se bifează Skewness, Kurtosis și Shapiro-Wilk test, apoi graficele Distribution plots și Q-Q plots.
2. Se compară rezultatele cu tabelul 6.1 și cu figurile 6.1 și 6.3. Se scrie, pentru fiecare variabilă, o frază despre formă și o frază despre rezumatul ales.
3. Se construiesc box-plot-uri ale adâncimii de sondare pe categorii de fumat (Descriptives, Split by fumator).
4. Pentru indice_placa (ordinal) se raportează frecvențele pe grade și mediana, nu media.
5. Scorul z: în Google Sheets, =STANDARDIZE(6; 3,2; 1,1) și =1-NORM.S.DIST(2,55; TRUE). Se interpretează rezultatul în două fraze.

Ce se predă și barem orientativ

Linkul formularului și foaia cu răspunsuri, fără date reale (2 puncte), tabelul descriptiv cu asimetrie, exces și Shapiro-Wilk (3 puncte), interpretarea formei pentru două variabile (2 puncte), box-plot-urile (1 punct), scorul z interpretat (2 puncte).

Varianta fără rețea

Partea A se înlocuiește cu un formular Epi Info 7 [134]; partea B se face integral în JASP instalat local.

Lucrarea practică 7. Estimarea și intervalele de încredere

Obiectiv

Studentul calculează intervale de încredere pentru o medie și pentru o proporție și observă, prin simulare, cum depinde lățimea intervalului de mărimea eșantionului. La final, el trebuie să poată:

- să calculeze eroarea standard și intervalul de încredere de 95% pentru o medie
- să calculeze intervalele Wald și Wilson pentru o proporție
- să refacă intervalul raportat într-un articol
- să explice, pe baza simulării, ce înseamnă "95% încredere"
- să estimeze dimensiunea eșantionului pentru o comparație simplă.

Instrumente

Google Sheets, JASP, calculatorul de dimensiune a eșantionului din MedCalc sau G*Power [82,83].

Desfășurare

1. Intervalul pentru media DMFT în Google Sheets: =AVERAGE(H2:H121), =STDEV(H2:H121)/SQRT(120), apoi =CONFIDENCE.T(0,05; STDEV(H2:H121); 120). Limitele sunt media minus și plus această valoare. Se compară cu 3,92-4,85.
2. Același interval în JASP: One Sample T-Test pe DMFT, cu opțiunea Location estimate și Confidence interval.
3. Intervalul pentru proporția parodontitei (13/120), cu formula Wald scrisă în foaie și cu intervalul Wilson din MedCalc. Se comentează diferența.
4. Simularea: într-o foaie nouă, cu =NORM.INV(RAND(); 4,38; 2,56), se generează 20 de eșantioane de câte 10 valori și 20 de eșantioane de câte 100 de valori. Pentru fiecare eșantion se calculează intervalul de 95%. Se numără intervalele care conțin 4,38 și se compară lățimile medii la n = 10 și n = 100.
5. Refacerea unui interval publicat: din media -0,45, abaterea standard 1,07 și n = 921 [80] se calculează intervalul și se compară cu cel raportat (-0,52 până la -0,38).
6. Dimensiunea eșantionului: câți pacienți pe grup sunt necesari pentru a detecta o diferență a DMFT de 1,0, cu abaterea standard 2,5, alfa 0,05 și putere 80%? Se compară cu tabelul 7.1.

Ce se predă și barem orientativ

Intervalul pentru medie calculat în două programe (2 puncte), intervalele Wald și Wilson cu comentariul (2 puncte), tabelul simulării cu numărul de intervale care conțin media și lățimile medii (3 puncte), refacerea intervalului publicat (1 punct), dimensiunea eșantionului (2 puncte).

Varianta fără rețea

JASP și LibreOffice Calc local; simularea se face cu funcțiile echivalente din LibreOffice.

Lucrarea practică 8. Testarea ipotezelor: testul t, ANOVA și testul chi-pătrat

Obiectiv

Studentul formulează ipotezele, aplică testele potrivite pe setul stoma2026 și raportează rezultatele cu efect, interval de încredere și p. La final, el trebuie să poată:

- să scrie ipoteza nulă și ipoteza alternativă înaintea testului
- să aplice testul t pereche, testul t pentru eșantioane independente (Welch), ANOVA cu un factor și testul chi-pătrat în JASP
- să verifice condițiile testelor și să aleagă alternativa neparametrică atunci când este cazul
- să scrie un paragraf de rezultate.

Instrumente

JASP [81]; Google Sheets pentru verificare (funcțiile T.TEST și CHISQ.TEST).

Desfășurare

Pentru fiecare dintre cele patru întrebări, studentul scrie mai întâi ipotezele și testul ales, apoi rulează analiza.

1. Durerea scade după tratament? T-Tests > Paired Samples T-Test, VAS_pre și VAS_post. Se bifează Mean difference, Confidence interval, Effect size și Normality (Shapiro-Wilk pe diferențe). Se compară cu capitolul 8 (diferență 2,64; IC 95% 2,45-2,83).
2. Adâncimea de sondare diferă între fumători și nefumători? T-Tests > Independent Samples T-Test, variabila adancime_sondare_mm, grupare după fumator. Se bifează Welch, Equality of variances (Levene) și Mann-Whitney. Se compară cu diferența de 0,79 mm (IC 95% 0,61-0,95).
3. DMFT diferă după frecvența periajului? ANOVA, variabila DMFT, factor periaj_pe_zi (setat ca nominal). Se cer testul Levene, comparațiile Post Hoc Tukey și, separat, Kruskal-Wallis. Se discută de ce rezultatele ($p = 0,080$ și $p = 0,048$) nu se aleg după convenabilitate.
4. Parodontita este asociată cu fumatul? Frequencies > Contingency Tables, rânduri fumator, coloane parodontita. Se cer chi-pătrat, frecvențele așteptate și testul exact Fisher (opțiunea Fisher's exact test). Se identifică celula cu frecvența așteptată 4,66.
5. Verificare în Google Sheets: =T.TEST(VAS_pre; VAS_post; 2; 1) pentru testul pereche și =CHISQ.TEST(observate; așteptate) pentru tabel.

Ce se predă și barem orientativ

Ipotezele scrise înainte (2 puncte), cele patru analize cu ieșirea JASP (4 puncte), verificarea condițiilor și alegerea alternativei (2 puncte), patru paragrafe de rezultate după modelul din capitolul 9 (2 puncte).

Varianta fără rețea

JASP local; verificarea cu LibreOffice Calc (TTEST, CHITEST).

Lucrarea practică 9. Alegerea testului statistic și interpretarea critică

Obiectiv

Studentul alege testul potrivit pentru enunțuri date, respinge testul greșit cu un argument și verifică alegerea testului în articole publicate. La final, el trebuie să poată:

- să aplice schema din figura 9.1 pe un enunț nou
- să recunoască în metodele unui articol designul, unitatea de analiză și testul
- să identifice ghidul de raportare potrivit.

Instrumente

Capitolul 9, rezumatele articolelor din tabelul 9.2 în PubMed [4,7,76,78,90], ghidurile CONSORT 2025, STROBE, STARD 2015 și PRISMA 2020 [27,84,85,94].

Desfășurare

1. Zece enunțuri, rezolvate individual în 30 de minute. Pentru fiecare: tipul rezultatului, numărul de grupuri, pereche sau independent, testul de primă intenție, alternativa și un test greșit, cu motivul. Exemple de enunțuri:
    a) indicele de placă (0-3) la aceiași 25 de copii înainte și după o campanie școlară
    b) rezistența la fractură (MPa) a trei materiale ceramice, câte 15 probe
    c) proporția coroanelor decimentate la cimentarea adezivă față de cea convențională
    d) relația dintre numărul de țigări pe zi și adâncimea medie de sondare
    e) acordul a doi studenți care codifică ICDAS pe aceleași 50 de suprafețe
    f) satisfacția (1-5) a pacienților la trei clinici
    g) timpul operator la două tehnici chirurgicale, cu distribuție puternic asimetrică
    h) prezența sângerării la sondare (da/nu) la aceiași pacienți înainte și după igienizare
    i) vârsta medie a erupției primului dinte temporar comparată cu o valoare de referință din literatură
    j) adâncimea de sondare măsurată la aceiași pacienți în patru momente.
2. În echipe, se citesc rezumatele celor cinci articole din tabelul 9.2 și se completează coloanele "design", "unitate", "test", "se potrivește?". Pentru fiecare articol se alege ghidul de raportare.
3. Discuție: în ce articol unitatea de observație nu coincide cu unitatea independentă și ce consecință are?

Ce se predă și barem orientativ

Cele zece enunțuri rezolvate (6 puncte), tabelul celor cinci articole (3 puncte), răspunsul la întrebarea despre unitatea de analiză (1 punct).

Varianta fără rețea

Rezumatele se distribuie tipărite.

Lucrarea practică 10. Corelația, regresia liniară și acordul

Obiectiv

Studentul construiește diagrame de dispersie, calculează coeficienții Pearson și Spearman și o regresie liniară simplă și evaluează acordul a două metode. La final, el trebuie să poată:

- să aleagă între Pearson și Spearman
- să scrie ecuația de regresie și să interpreteze panta și R^2
- să construiască un grafic Bland-Altman în Google Sheets
- să calculeze kappa pentru doi examinatori.

Instrumente

JASP (Regression > Correlation; Regression > Linear Regression), Google Sheets (CORREL, SLOPE, INTERCEPT, RSQ), MedCalc pentru Bland-Altman și kappa [82].

Desfășurare

1. Diagrama de dispersie DMFT în funcție de vârstă, în JASP sau Google Sheets, cu linia de tendință.
2. Pearson între varsta și DMFT; Spearman între indice_placa și sangerare_sondare_pct. Se compară cu r = 0,54 și rho = 0,45.
3. Regresia: Linear Regression, variabila dependentă DMFT, covariata varsta. Se notează coeficienții, R^2 și graficul reziduurilor. Se scrie ecuația și se interpretează panta într-o frază clinică. Se calculează DMFT prezis la 30 și la 60 de ani și se explică de ce predicția la 10 ani nu are sens.
4. Bland-Altman: cadrul didactic distribuie un fișier cu 60 de perechi de măsurători (sondă manuală și sondă electronică). În Google Sheets se calculează pentru fiecare pereche media și diferența, apoi media diferențelor și limitele de acord (medie ± 1,96 AS). Se construiește diagrama de dispersie diferență față de medie, cu cele trei linii orizontale. Se compară cu figura 10.3.
5. Kappa: doi studenți codifică independent prezența cariei (da/nu) pe 30 de fotografii didactice proiectate. Se calculează procentul de acord și kappa în MedCalc. Se discută diferența dintre cele două.

Ce se predă și barem orientativ

Diagrama de dispersie și coeficienții (2 puncte), ecuația de regresie interpretată (3 puncte), graficul Bland-Altman cu interpretarea (3 puncte), kappa și procentul de acord comentate (2 puncte).

Varianta fără rețea

JASP local; graficul Bland-Altman în LibreOffice Calc; kappa calculat de mână din tabelul 2 x 2.

Lucrarea practică 11. Analize epidemiologice: riscul relativ, raportul de şanse şi testul diagnostic

Obiectiv

Studentul calculează din tabele 2 x 2 măsurile asocierii şi ale performanţei diagnostice şi le traduce în limbaj de cabinet. La final, el trebuie să poată:

- să construiască tabelul 2 x 2 dintr-un set de date
- să calculeze RR, OR, diferența de risc și NNT, cu intervalele de încredere
- să calculeze sensibilitatea, specificitatea și valorile predictive și să le recalculeze pentru altă prevalență
- să explice rezultatele unui pacient în două fraze.

Instrumente

JASP (Contingency Tables, cu opțiunile Log odds ratio și Relative risk), calculatoarele MedCalc pentru risc relativ, raport de șanse și evaluarea testului diagnostic [82], Google Sheets.

Desfășurare

1. Din stoma2026_curat, tabelul fumator x parodontita. Se calculează de mână riscurile, RR, OR și diferența de risc, apoi se verifică în MedCalc. Se compară cu capitolul 11 (RR 9,85; OR 12,89).
2. Se explică de ce intervalele de încredere sunt atât de largi și ce s-ar întâmpla cu ele la un eșantion de zece ori mai mare.
3. NNT din studiul despre fibrina bogată în trombocite: vindecare 96% față de 64,29% [4]. Se calculează RAR, RRR și NNT și se scrie o frază pentru pacient.
4. Test diagnostic: un program de IA cu sensibilitatea 0,84 și specificitatea 0,93 [28] este aplicat la 1.000 de suprafețe, cu prevalența leziunilor de 5%, apoi de 40%. Se construiesc cele două tabele 2 x 2, se calculează VPP și VPN și se compară cu figura 11.2.
5. Se scrie, pentru un pacient din cabinet, explicația unui rezultat pozitiv al programului, în trei fraze, fără jargon.

Ce se predă şi barem orientativ

Tabelul și măsurile asocierii verificate (3 puncte), comentariul despre intervale (1 punct), NNT cu fraza pentru pacient (2 puncte), cele două tabele diagnostice cu VPP și VPN (3 puncte), explicația pentru pacient (1 punct).

Varianta fără rețea

Calcul de mână și LibreOffice Calc.

Lucrarea practică 12. Inteligența artificială în diagnostic: evaluarea unui model și a unui răspuns generat

Obiectiv

Studentul evaluează un clasificator de imagini dentare din rezultatele lui pe un set de test și verifică răspunsul unui model de limbaj la o întrebare clinică stomatologică. La final, el trebuie să poată:

- să calculeze din scorurile unui model sensibilitatea și specificitatea la mai multe praguri
- să construiască o curbă ROC simplă și să aleagă un prag argumentat
- să clasifice afirmațiile unui răspuns generat ca confirmate, infirmate sau neverificabile
- să verifice existența și conținutul referințelor generate.

Instrumente

Google Sheets sau MedCalc (curba ROC); fișierul didactic cu scorurile unui clasificator simulat pe 400 de suprafețe (100 cu leziune), distribuit pe Moodle; un model de limbaj la alegerea studentului; PubMed [22]; ghidul STARD-AI [95].

Desfășurare

Partea A, evaluarea clasificatorului, 50 de minute:

1. Pentru pragurile 0,3; 0,4; 0,5; 0,6 și 0,7, se numără AP, FP, FN și AN cu COUNTIFS și se calculează sensibilitatea și specificitatea.
2. Se construiește curba ROC din cele cinci puncte și se compară cu figura 12.2 (la pragul 0,5: AP = 81, FP = 51, FN = 19, AN = 249).
3. Se alege pragul pentru două situații: screening școlar (nu vrem să ratăm leziuni) și confirmarea înainte de o obturație (nu vrem tratamente inutile). Se argumentează alegerea.
4. Se completează, din STARD-AI, cinci întrebări pe care le-am pune autorilor acestui clasificator dacă ar fi un produs real.

Partea B, verificarea unui răspuns generat, 50 de minute:

1. Fiecare student pune modelului de limbaj întrebarea: "Este necesară profilaxia antibiotică înaintea unui detartraj la un pacient cu proteză valvulară cardiacă? Dați două referințe."
2. Răspunsul se salvează. Fiecare afirmație se numerotează și se clasifică drept confirmată, infirmată sau neverificabilă, cu sursa verificării.
3. Fiecare referință se caută în PubMed după titlu, PMID și DOI. Se notează dacă există și dacă susține afirmația.
4. Se compară rezultatul cu studiul despre acuratețea modelelor de limbaj pentru profilaxia endocarditei în procedurile dentare [119].

Ce se predă și barem orientativ

Tabelul sensibilitate-specificitate pe praguri și curba ROC (3 puncte), alegerea argumentată a pragurilor (2 puncte), întrebările STARD-AI (1 punct), clasificarea afirmațiilor și verificarea referințelor (3 puncte), declarația scurtă de folosire a instrumentului, după modelul ICMJE [62] (1 punct).

Varianta fără rețea

Partea A se face integral local. Pentru partea B, cadrul didactic distribuie un răspuns generat, tipărit dinainte, cu două referințe; verificarea referințelor se face acasă.

Lucrarea practică 13. Simularea unei teleconsultații dentare

Obiectiv

Studentul pregătește, desfășoară și documentează o teleconsultație simulată și decide ce se poate stabili la distanță și ce se amână pentru cabinet. La final, el trebuie să poată:

- să verifice identitatea și să obțină consimțământul pentru consultația la distanță
- să ceară fotografii utilizabile clinic și să le judece calitatea
- să recunoască semnele care cer vizita în cabinet
- să documenteze consultația.

Instrumente

O platformă de videoconferință instituțională, Moodle pentru încărcarea documentelor, capitolul 13. Toate cazurile sunt fictive; fotografiile sunt imagini didactice puse la dispoziție de cadrul didactic.

Desfășurare

Studenții lucrează în perechi, alternând rolurile de medic (sau asistent de profilaxie) și pacient. Fiecare pereche primește două scenarii:

1. Scenariul A. Pacient de 16 ani cu aparat ortodontic fix, care trimite fotografii pentru verificarea igienei.
2. Scenariul B. Pacientă de 45 de ani cu durere la dintele 46 de două zile, cu tumefacție ușoară, care cere "un antibiotic, ca să nu mai vin".
3. Pentru fiecare scenariu: verificarea identității, explicarea limitelor, obținerea consimțământului, cererea de fotografii (unghi, lumină, distanță), evaluarea calității imaginilor primite, decizia (urmărire la distanță sau vizită în cabinet, cu termen).
4. Fiecare student completează fișa de documentare: data, canalul, identitatea verificată, consimțământul, materialele primite, constatările, recomandarea, limitele, planul de urmărire.
5. Discuție finală: ce s-ar fi putut decide greșit în scenariul B și cum se documentează refuzul de a prescrie fără examen clinic.

Ce se predă şi barem orientativ

Cele două fișe de documentare (6 puncte), decizia argumentată pentru fiecare scenariu (3 puncte), o frază despre canalul folosit și protecția datelor (1 punct).

Varianta fără rețea

Scenariile se joacă în sală, cu fotografiile proiectate.

Lucrarea practică 14. Proiectul integrativ și modelul de examen practic

Obiectiv

Studentul prezintă specificația proiectului integrativ și rezolvă un subiect-model al examenului practic. Conform fișei disciplinei, examenul practic reprezintă 30% din nota finală, activitatea pe parcurs 20%, iar testul grilă 50%. Subiectul de mai jos este un model didactic propus de acest volum; varianta oficială se anunță la curs.

Partea A. Proiectul integrativ (30 de minute)

Fiecare student sau echipă prezintă în cinci minute specificația din tabelul 14.1, pe o problemă a specialității sale. Se evaluează claritatea problemei, datele minime, fluxul, indicatorul și designul evaluării.

Partea B. Subiectul-model (90 de minute, 10 puncte)

Toate fișierele și valorile sunt fictive. Studentul nu folosește un model de limbaj în timpul probei.

S1. Curățarea datelor (1,5 puncte). Primiți un fișier cu 50 de pacienți și 5 erori introduse intenționat. Găsiți-le, corectați-le în jurnal și raportați numărul de valori lipsă pentru fiecare variabilă.

S2. Descriere (1,5 puncte). Pentru DMFT și pentru indicele de placă, alegeți și calculați rezumatul potrivit, construiți graficul potrivit și justificați alegerea în câte o frază.

S3. Interval de încredere (1,5 puncte). Calculați IC 95% pentru media adâncimii de sondare și pentru proporția pacienților cu sângerare la sondare peste 30%.

S4. Test statistic (2 puncte). Comparați pH-ul salivar între pacienții cu și fără parodontită. Scrieți ipotezele, verificați condițiile, aplicați testul și scrieți paragraful de rezultate.

S5. Risc și diagnostic (2 puncte). Din tabelul 2 x 2 dat (fumat și parodontită, 80 de pacienți), calculați RR și OR și explicați diferența dintre ele. Pentru un test cu sensibilitatea 0,90 și specificitatea 0,85, calculați VPP la prevalențele de 10% și 50%.

S6. Informatică (1,5 puncte). În fragmentul JSON primit, identificați pacientul, codul, valoarea, unitatea, momentul și dintele. Spuneți ce resursă ar trebui folosită pentru comanda unei coroane către laborator și ce date nu trebuie să plece odată cu ea.

Barem și greșeli frecvente

Fiecare subiect se notează pe pași: alegerea metodei, calculul, interpretarea. Greșelile care apar cel mai des la astfel de subiecte sunt: media raportată pentru indicele de placă fără distribuția pe grade, testul pentru eșantioane independente aplicat pe date pereche, intervalul de încredere confundat cu intervalul valorilor normale, OR interpretat ca risc relativ pentru o boală frecventă și resursa Observation folosită pentru o comandă.

Plan de recapitulare

Săptămâna dinaintea examenului: ziua 1, lucrările 4-6 (curățare, descriere, normalitate); ziua 2, lucrările 7-8 (intervale, teste); ziua 3, lucrările 9-11 (alegerea testului, corelație, risc); ziua 4, lucrările 1-3 și 12-13 (documentare, FHIR, GDPR, IA, telemedicină); ziua 5, subiectul-model rezolvat în timp real și grila din capitolul 14.

Anexa A. Răspunsuri la întrebările de autoevaluare

Capitolul	1	2	3	4	5
1	b	c	c	a, b, d	a, b, c, e
2	c	b	c	a, b, d	a, b, c, e
3	b	c	c	a, c, d	a, b, c, e
4	b	b	c	a, b, d	a, b, c, e
5	b	b	c	a, b, d, e	a, d, e
6	b	d	b	a, b, c, e	a, b, c, d
7	b	b	c	a, b, c, d	a, b, d
8	c	b	b	a, c, d, e	a, b, c
9	c	b	c	a, b, c	a, b, c, d
10	b	b	c	a, b, c, e	a, b, d
11	b	b	b	a, b, c, d	a, b, d, e
12	b	a	b	a, b, d	a, b, c, d
13	b	b	b	a, b, d, e	a, b, c, d

Grila de recapitulare din capitolul 14: 1 b; 2 b; 3 b; 4 c; 5 c; 6 a, b, d, e; 7 a, b, c, e; 8 a, b, c, e; 9 a, b, c, e; 10 a, c, d, e.

Câteva explicații pentru întrebările greșite cel mai des:

- Capitolul 6, întrebarea 4, varianta d: un p peste 0,05 la testul Shapiro-Wilk nu demonstrează normalitatea; arată doar că datele nu o contrazic suficient.
- Capitolul 7, întrebarea 5, varianta c: zero evenimente în 144 de restaurări nu înseamnă rată zero; limita superioară aproximativă a intervalului de 95% este 3/144.
- Capitolul 8, întrebarea 5, varianta d: scăderea lui alfa de la 0,05 la 0,01 face testul mai exigent și scade puterea.
- Capitolul 11, întrebarea 2: riscurile sunt 35,71% și 4%, RAR = 31,71 puncte procentuale, NNT = 1/0,3171 = 3,15, rotunjit în sus la 4.
- Capitolul 12, întrebarea 2: VPP = 81/(81 + 51) = 0,61.

Anexa B. Glosar

- Abatere standard (AS; engl. standard deviation): măsura împrăştierii valorilor în jurul mediei, în aceeaşi unitate ca variabila. (Cap. 6)
- Acurateţe (engl. accuracy): proporţia deciziilor corecte ale unui test, (AP + AN)/total; poate înşela când clasele sunt dezechilibrate. (Cap. 12)
- Alfa (engl. alpha, significance level): pragul de eroare de tip I acceptat, de regulă 0,05. (Cap. 8)
- Alfa Cronbach: coeficient de consistenţă internă a unui chestionar; peste 0,70 este considerat acceptabil. (Cap. 10)
- ANOVA (analiza varianţei): test pentru compararea a trei sau mai multe medii, prin raportul dintre varianţa dintre grupuri şi cea din interiorul grupurilor. (Cap. 8)
- Aria de sub curba ROC (AUC): probabilitatea ca un caz bolnav ales la întâmplare să aibă un scor mai mare decât un caz sănătos; măsoară discriminarea. (Cap. 12)
- Asimetrie (engl. skewness): măsura lipsei de simetrie a unei distribuţii; pozitivă când coada este spre valorile mari. (Cap. 6)
- Bland-Altman (metoda): grafic al diferenţei faţă de media a două măsurători, cu bias-ul şi limitele de acord. (Cap. 10)
- CDS Hooks: standard HL7 prin care un serviciu de suport decizional este apelat la evenimente din dosarul electronic. (Cap. 2, 14)
- Chi-pătrat (testul): test pentru asocierea a două variabile categoriale într-un tabel de contingenţă. (Cap. 8)
- Condition (FHIR): resursa care descrie o problemă de sănătate (carie, parodontită). (Cap. 2)
- DICOM: standardul pentru imaginile medicale digitale şi transferul lor. (Cap. 2)
- DMFT: indicele dinţilor cariaţi, absenţi din cauza cariei şi obturaţi; măsoară experienţa cumulată de carie. (Cap. 5, 11)
- Eroare de tip I: respingerea ipotezei nule când ea este adevărată. (Cap. 8)
- Eroare de tip II: nerespingerea ipotezei nule când ea este falsă; probabilitatea ei este beta. (Cap. 8)
- Eroare standard (ES): abaterea standard împărţită la rădăcina lui n; descrie precizia mediei. (Cap. 7)
- Factor de confuzie: variabilă care influenţează şi expunerea, şi rezultatul şi poate crea sau ascunde o asociere. (Cap. 10, 11)
- FDI (notaţia): sistemul de numerotare a dinţilor cu două cifre, standardizat prin ISO 3950. (Cap. 2)
- FHIR: standardul HL7 pentru schimbul de date clinice sub formă de resurse, printr-o interfaţă REST. (Cap. 2)
- Ghid de implementare (engl. implementation guide): set de profiluri, seturi de valori şi exemple FHIR pentru un caz de utilizare. (Cap. 2)
- ICDAS: sistemul internaţional de detectare şi evaluare a cariei, cu coduri 0-6 pe suprafaţă. (Cap. 5)
- Incidenţă: apariţia cazurilor noi într-un interval, într-o populaţie la risc. (Cap. 11)
- Interval de încredere (IC): interval calculat printr-o metodă care, la repetarea studiului, ar acoperi parametrul în proporţia declarată (de regulă 95%) din repetări. (Cap. 7)
- Interval intercuartil (IQR): distanţa dintre prima şi a treia cuartilă; cuprinde jumătatea centrală a datelor. (Cap. 6)
- Ipoteza nulă (H0): afirmaţia de lucru pe care testul o poate contrazice (diferenţă zero, independenţă). (Cap. 8)

- Kappa (Cohen): măsura acordului dintre doi evaluatori pe categorii, corectată pentru acordul întâmplător. (Cap. 5, 10)
- Mann-Whitney (testul): alternativa neparametrică a testului t pentru două grupuri independente. (Cap. 8, 9)
- Mediana: valoarea care împarte șirul ordonat în două jumătăți egale. (Cap. 6)
- Număr necesar de tratat (NNT): numărul de pacienți care trebuie tratați pentru a preveni un eveniment; inversul reducerii absolute a riscului. (Cap. 11)
- Observation (FHIR): resursa care descrie o măsurătoare sau o constatare (adâncimea de sondare, indicele de placă). (Cap. 2)
- Operator (GDPR): entitatea care stabilește scopurile și mijloacele prelucrării datelor, de exemplu cabinetul. (Cap. 3)
- Parametru: caracteristică numerică a populației, de regulă necunoscută. (Cap. 5)
- Persoană împuternicită (GDPR): entitatea care prelucrează date în numele operatorului, de exemplu furnizorul de software. (Cap. 3)
- PICO: structura întrebării clinice: populație, intervenție, comparator, rezultat. (Cap. 1)
- Prevalență: proporția persoanelor care au boala la un moment dat sau într-o perioadă. (Cap. 11)
- Putere statistică: probabilitatea de a detecta un efect care există; 1 - beta. (Cap. 7, 8)
- Raport de șanse (OR): raportul dintre șansele evenimentului la expuși și la neexpuși; măsura asocierii în studiile caz-control și în regresia logistică. (Cap. 11)
- Regresie liniară: model care prezice o variabilă numerică dintr-una sau mai multe variabile, printr-o ecuație liniară. (Cap. 10)
- Risc relativ (RR): raportul dintre riscul la expuși și riscul la neexpuși. (Cap. 11)
- Scor z: numărul de abateri standard la care se află o valoare față de medie. (Cap. 6)
- Sensibilitate: proporția bolnavilor pe care testul îi identifică corect. (Cap. 11, 12)
- ServiceRequest (FHIR): resursa care descrie o cerere: trimitere, investigație, comandă de laborator. (Cap. 2)
- Shapiro-Wilk (testul): test al ipotezei că datele provin dintr-o distribuție normală. (Cap. 6)
- SNODENT: nomenclatorul sistematizat al stomatologiei, întreținut de Asociația Dentară Americană și armonizat cu SNOMED CT. (Cap. 2)
- Specificitate: proporția persoanelor sănătoase pe care testul le identifică corect. (Cap. 11, 12)
- Spearman (coeficientul): corelația calculată pe ranguri, pentru date ordinale sau relații monotone. (Cap. 10)
- Statistică (în sens restrâns): caracteristică numerică calculată pe eșantion, care estimează un parametru. (Cap. 5)
- Suport pentru decizia clinică (CDS): instrument care oferă informații specifice pacientului, filtrate, la momentul deciziei. (Cap. 14)
- Testul t: test pentru compararea a două medii, în variantele pereche, pentru eșantioane independente (Student, Welch) și pentru un eșantion. (Cap. 8)
- Unitate de analiză: entitatea independentă pe care se face analiza (pacient, dinte, suprafață, restaurare). (Cap. 5)
- Valoare p: probabilitatea, dacă ipoteza nulă ar fi adevărată, de a obține date cel puțin la fel de extreme ca cele observate. (Cap. 8)
- Valoare predictivă pozitivă (VPP): probabilitatea bolii când testul este pozitiv; depinde de prevalență. (Cap. 11, 12)
- Wilcoxon (testul pentru perechi): alternativa neparametrică a testului t pereche. (Cap. 8, 9)

Anexa C. Dicționarul setului de date didactic "stoma2026"

Setul conține 120 de pacienți fictivi, generați prin simulare pentru acest volum; nicio valoare nu provine din dosare reale. Fișierul brut (stoma2026_brut.csv) are 121 de linii, cu erorile din tabelul 4.1; fișierul curat (stoma2026_curat.csv) are 120 de linii. Codul pentru valoare lipsă este celula goală. Fișierele auxiliare pentru lucrările practice sunt descrise la finalul anexei.

Nume scurt	Etichetă	Tip	Unitate	Valori permise
id	Cod pseudonim pacient	text	-	P001-P120
varsta	Vârsta	numerică discretă	ani	18-80
sex	Sexul	nominală	-	F, M
mediu	Mediul de rezidență	nominală	-	urban, rural
fumator	Fumător în prezent	nominală dihotomică	-	da, nu
diabet	Diabet zaharat diagnosticat	nominală dihotomică	-	da, nu
periaj_pe_zi	Numărul de periaje pe zi	ordinală	-	1, 2, 3
DMFT	Indicele dinților cariați, absenți, obturați	numerică discretă	dinți	0-28
indice_placa	Indicele de placă	ordinală	-	0, 1, 2, 3
sangerare_sondare_pct	Situsuri cu sângerare la sondare	numerică continuă	%	0-100
adancime_sondare_mm	Adâncimea medie de sondare	numerică continuă	mm	1-12
parodontita	Parodontită (adâncime medie de cel puțin 3,5 mm și sângerare de cel puțin 25%)	nominală dihotomică	-	da, nu
dinti_absenti	Numărul de dinți absenți	numerică discretă	dinți	0-32
vizite_pe_an	Vizite la stomatolog în ultimul an	numerică discretă	vizite	0-12
VAS_pre	Durerea înainte de tratament	numerică continuă	puncte VAS	0-10
VAS_post	Durerea după tratament	numerică continuă	puncte VAS	0-10
satisfactie	Satisfacția față de tratament	ordinală	-	1-5
material	Materialul restaurării protetice	nominală	-	zirconiu, metalo-ceramica, disilicat de litiu
pH_saliva	pH-ul salivei nestimulate	numerică continuă	unități pH	5,0-8,0
flux_salivar_ml_min	Fluxul salivar nestimulat	numerică continuă	ml/min	0,05-2,0

Definiția parodontitei din setul didactic este o regulă de lucru simplificată pentru exerciții, nu o definiție de caz clinică.

Fișierele auxiliare:

- lp10_sondare_bland_altman.csv: 60 de perechi de măsurători simulate ale adâncimii de sondare (sondă manuală, sondă electronică), pentru lucrarea practică 10
- lp12_clasificator_400.csv: scorurile unui clasificator simulat pe 400 de suprafețe, cu eticheta de referință (1 = leziune), pentru lucrarea practică 12
- lp14_examen_model_50.csv: 50 de pacienți fictivi cu cinci erori introduse intenționat, pentru subiectul S1 al modelului de examen.

Bibliografie

Referințele sunt numerotate în ordinea primei apariții în text (stil Vancouver). Fiecare articol a fost verificat în PubMed sau CrossRef înainte de a fi citat; paginile oficiale au fost accesate la data indicată.

1. Muntean C. Informatică medicală: metode, sisteme și practică. Orizont 2026. Curs și lucrări practice pentru studenții Facultății de Medicină. Timișoara: Editura Victor Babeș; 2026. ISBN 978-606-786-641-4.
2. Lolos D, Mihali SG, Dinu S, Mitariu M, Tudor A, Oancea R. Retrospective Long-Term Survival Rate and Clinical Performance of Zirconium Oxide Restorations over the Past 5 Years: A Comparative Study Between Single Crowns and Fixed Dental Prostheses. Medicina (Kaunas). 2025;61(2):210. doi:10.3390/medicina61020210 PMID: 40005327
3. Jantea A, Mihali SG, Lolos D, Tudor A, Oancea R, Porojan L. Immediate Patient Satisfaction with Dental Esthetics After Endodontic and Prosthodontic Treatment of Dental Dyschromia. Dent J (Basel). 2025;13(1):44. doi:10.3390/dj13010044 PMID: 39851620
4. Maracineanu R, Tudor A, Hum I, Urtila F, Streian F, Talpos-Niculescu S, et al. Platelet-Rich Fibrin in MRONJ Management: A Prospective Comparative Study on Its Effectiveness in Prevention and Treatment. Medicina (Kaunas). 2025;61(4):625. doi:10.3390/medicina61040625 PMID: 40282916
5. Popa G, Bratu DC, Mihali SG, Pop SI, Dragoș B, Bratu RC, et al. Evaluation of Upper Airway Width and Facial Height Cephalometric Parameters in Adult Caucasians with Skeletal Class I and Class III Malocclusion. Medicina (Kaunas). 2025;61(3):463. doi:10.3390/medicina61030463 PMID: 40142274
6. Ogodescu E, Popa M, Isac C, Pinosanu R, Olaru D, Cismas A, et al. Eruption Timing and Sequence of Primary Teeth in a Sample of Romanian Children. Diagnostics (Basel). 2022;12(3):606. doi:10.3390/diagnostics12030606 PMID: 35328159
7. Miron MI, Barcutean M, Luca RE, Todea CD, Tudor A, Ogodescu E. The Effect of Changing the Toothbrush on the Marginal Gingiva Microcirculation in the Adolescent Population-A Laser Doppler Flowmetry Assessment. Diagnostics (Basel). 2022;12(8):1830. doi:10.3390/diagnostics12081830 PMID: 36010181
8. Lăzureanu PC, Popescu F, Tudor A, Stef L, Negru AG, Mihăilă R. Saliva pH and Flow Rate in Patients with Periodontal Disease and Associated Cardiovascular Disease. Med Sci Monit. 2021;27:e931362. doi:10.12659/MSM.931362 PMID: 34305133
9. Alexandru GC, Muntean C, Chioran D, Riviș M, Gligor LN, Pricop MO, et al. Epidemiological Assessment of Oral and Oropharyngeal Squamous Cell Carcinomas Before, During, and After the COVID-19 Pandemic, 2018-2024. J Clin Med. 2026;15(18):6963. doi:10.3390/jcm15186963 PMID: 42795735
10. Focșa M, Tudor A, Cătuș C, Muntean C, Mada L. Informatică medicală: îndrumător de lucrări practice. Timișoara: Editura Victor Babeș; 2010.
11. Vernic C, Mada L, Lungeanu D, Muntean C, Apostol AS, Cătuș CO. Aplicații practice de informatică medicală și biostatistică. Timișoara: Editura Victor Babeș; 2010.
12. Vernic C, Frandeș M, Tudor A, Apostol AS, Voicu A, Șerban C, et al. Prelucrarea datelor biomedicale: aplicații practice. Timișoara: Eurostampa; 2018.
13. Shortliffe EH, Chiang MF. Biomedical Informatics: The Science and the Pragmatics. In: Shortliffe EH, Cimino JJ, editors. Biomedical Informatics: Computer Applications in Health Care and Biomedicine. 5th ed. Cham: Springer; 2021. p. 3-44. doi:10.1007/978-3-030-58721-5_1
14. Mihalaș GI, Lungeanu D. Informatică medicală și biostatistică. Timișoara: Editura Victor Babeș; 2009.

15. Mihalaș GI, Lungeanu D. Biostatistică. Timișoara: Editura Victor Babeș; 2011. ISBN 978-606-8054-35-3.

16. Shortliffe EH, Chiang MF. Biomedical Data: Their Acquisition, Storage, and Use. In: Shortliffe EH, Cimino JJ, editors. Biomedical Informatics: Computer Applications in Health Care and Biomedicine. 5th ed. Cham: Springer; 2021. p. 45-75. doi:10.1007/978-3-030-58721-5_2

17. Focșa MA. Informatica medicală în era digitală: de la date la inteligența artificială. Timișoara: Editura Victor Babeș; 2025. ISBN 978-606-786-518-9.

18. ISO 3950:2016. Dentistry - Designation system for teeth and areas of the oral cavity. 4th ed. Geneva: International Organization for Standardization; 2016. Available from: https://www.iso.org/standard/68292.html

19. National Electrical Manufacturers Association. Digital Imaging and Communications in Medicine (DICOM) Standard, PS3.1-PS3.22, 2026d edition [Internet]. Rosslyn (VA): NEMA; 2026 [cited 2026 Oct 8]. Available from: https://www.dicomstandard.org/current

20. Cot Pitic DE, Kis AM, Marian D, Călin M, Moleriu RD, Moleriu LC, et al. From Lab to Chairside: Dentists' Perception of Natural Nanomaterials and Smart Delivery Systems in Regenerative Dentistry. J Funct Biomater. 2026;17(3):130. doi:10.3390/jfb17030130 PMID: 41893186

21. Schiavenato M, Chu F. PICO: What it is and what it is not. Nurse Educ Pract. 2021;56:103194. doi:10.1016/j.nepr.2021.103194

22. National Library of Medicine (US). PubMed User Guide [Internet]. Bethesda (MD): NLM; 2026 [cited 2026 Oct 8]. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/help/

23. Hersh W. Information Retrieval. In: Shortliffe EH, Cimino JJ, editors. Biomedical Informatics: Computer Applications in Health Care and Biomedicine. 5th ed. Cham: Springer; 2021. p. 755-94. doi:10.1007/978-3-030-58721-5_23

24. Beth-Tasdogan NH, Mayer B, Hussein H, Zolk O, Peter JU. Interventions for managing medication-related osteonecrosis of the jaw. Cochrane Database Syst Rev. 2022;7(7):CD012432. doi:10.1002/14651858.CD012432.pub3 PMID: 35866376

25. Guyatt G, Agoritsas T, Brignardello-Petersen R, Mustafa RA, Rylance J, Foroutan F, et al. Core GRADE 1: overview of the Core GRADE approach. BMJ. 2025;389:e081903. doi:10.1136/bmj-2024-081903

26. Băicuș C, Bălănescu P. Epidemiologie clinică și biostatistică. București: UMF Carol Davila; 2019.

27. Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, et al. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. BMJ. 2021;372:n71. doi:10.1136/bmj.n71 PMID: 33782057

28. Guo K, Yon MJY, Yang Y, McGrath CP, Lam PPY. DIAGNOSTIC PERFORMANCE OF MACHINE LEARNING-AIDED PROXIMAL CARIES DETECTION: A SYSTEMATIC REVIEW AND META-ANALYSIS. J Evid Based Dent Pract. 2026;26(1):102225. doi:10.1016/j.jebdp.2025.102225 PMID: 41833430

29. World Health Organization. Global oral health status report: towards universal health coverage for oral health by 2030. Geneva: WHO; 2022. ISBN 978-92-4-006148-4.

30. Jain N, Dutt U, Radenkov I, Jain S. WHO's global oral health status report 2022: Actions, discussion and implementation. Oral Dis. 2024;30(2):73-79. doi:10.1111/odi.14516 PMID: 36680388

31. GBD 2017 Oral Disorders Collaborators, Bernabe E, Marcenes W, Hernandez CR, Bailey J, Abreu LG, et al. Global, Regional, and National Levels and Trends in Burden of Oral Conditions from 1990 to 2017: A Systematic Analysis for the Global Burden of Disease 2017 Study. J Dent Res. 2020;99(4):362-373. doi:10.1177/0022034520908533 PMID: 32122215

32. Sfeatcu R, Cărămidă M, Sava-Rosianu R, Matichescu ML, Galuscan A, Dumitrache MA. Carious status and socio-behavioral risk factors among 12 year-old children in South-Central region in Romania. BMC Oral Health. 2023;23(1):644. doi:10.1186/s12903-023-03360-w PMID: 37670271

33. Dumitrescu R, Sava-Rosianu R, Jumanca D, Balean O, Damian LR, Campus GG, et al. Dental Caries, Oral Health Behavior, and Living Conditions in 6-8-Year-Old Romanian School Children. Children (Basel). 2022;9(6):903. doi:10.3390/children9060903 PMID: 35740840

34. Melton GB, McDonald CJ, Tang PC, Hripcsak G. Electronic Health Records. In: Shortliffe EH, Cimino JJ, editors. Biomedical Informatics: Computer Applications in Health Care and Biomedicine. 5th ed. Cham: Springer; 2021. p. 467-509. doi:10.1007/978-3-030-58721-5_14

35. Jaffe C, Nguyen V, Kubick WR, Cooper T, Leftwich RB, Hammond WE. Standards in Biomedical Informatics. In: Shortliffe EH, Cimino JJ, editors. Biomedical Informatics: Computer Applications in Health Care and Biomedicine. 5th ed. Cham: Springer; 2021. p. 205-40. doi:10.1007/978-3-030-58721-5_7

36. HL7 International. HL7 Version 2 Product Suite [Internet]. Ann Arbor (MI): HL7 International; 2026 [cited 2026 Oct 8]. Available from: https://www.hl7.org/implement/standards/product_brief.cfm?product_id=185

37. HL7 International. HL7 Clinical Document Architecture (CDA) Release 2 [Internet]. Ann Arbor (MI): HL7 International; 2026 [cited 2026 Oct 8]. Available from: https://www.hl7.org/implement/standards/product_brief.cfm?product_id=7

38. HL7 International. FHIR Release 4 (v4.0.1) [Internet]. Ann Arbor (MI): HL7 International; 2019 [cited 2026 Oct 8]. Available from: https://hl7.org/fhir/R4/

39. HL7 International. FHIR publication (version) history [Internet]. Ann Arbor (MI): HL7 International; 2026 [cited 2026 Oct 8]. Available from: https://hl7.org/fhir/directory.html

40. HL7 International. FHIR Release 5 (v5.0.0) [Internet]. Ann Arbor (MI): HL7 International; 2023 [cited 2026 Oct 8]. Available from: https://hl7.org/fhir/R5/

41. HL7 International. HL7 FHIR Implementation Guide: Dental Data Exchange, version 1.0.0 (STU 1), based on FHIR R4 [Internet]. Ann Arbor (MI): HL7 International; 2021 [cited 2026 Oct 8]. Available from: https://www.hl7.org/fhir/us/dental-data-exchange/

42. SNOMED International. What is SNOMED CT? [Internet]. London: SNOMED International; 2026 [cited 2026 Oct 8]. Available from: https://www.snomed.org/what-is-snomed-ct

43. American Dental Association. Systematized Nomenclature of Dentistry (SNODENT) [Internet]. Chicago (IL): ADA; 2026 [cited 2026 Oct 8]. Available from: https://www.ada.org/resources/practice/dental-standards/snodent

44. Regenstrief Institute. LOINC Users Guide: 2 Major Parts of a LOINC term [Internet]. Indianapolis (IN): Regenstrief Institute; 2026 [cited 2026 Oct 8]. Available from: https://loinc.org/kb/users-guide/major-parts-of-a-loinc-term/

45. World Health Organization. International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems 10th Revision (ICD-10), version 2019 [Internet]. Geneva: WHO; 2019 [cited 2026 Oct 8]. Available from: https://icd.who.int/browse10/2019/en

46. World Health Organization. ICD-11 for Mortality and Morbidity Statistics, release 2026-01 [Internet]. Geneva: WHO; 2026 [cited 2026 Oct 8]. Available from: https://icd.who.int/browse/latest-release/mms/en

47. World Health Organization. ICD-11 Fact Sheet [Internet]. Geneva: WHO; 2026 [cited 2026 Oct 8]. Available from: https://icd.who.int/en/docs/ICD11_Fact_Sheet_2026.pdf

48. HL7 International. SMART App Launch Implementation Guide, release 2.2.0 (STU 2.2) [Internet]. Ann Arbor (MI): HL7 International; 2024 [cited 2026 Oct 8]. Available from: https://hl7.org/fhir/smart-app-launch/

49. HL7 International. CDS Hooks Specification, STU 2 Release (v2.0.1) [Internet]. Ann Arbor (MI): HL7 International; 2025 [cited 2026 Oct 8]. Available from: https://cds-hooks.hl7.org/

50. Casa Națională de Asigurări de Sănătate. Comunicat: CNAS a lansat portalul eSănătateaMea [Internet]. București: CNAS; 2026 [cited 2026 Oct 8]. Available from: https://cnas.ro/2026/09/02/comunicat-cnas-a-lansat-portalul-esanatateamea/

51. Casa Națională de Asigurări de Sănătate. Comunicat: Aplicațiile informatice ale furnizorilor trebuie actualizate pentru utilizarea noilor funcționalități disponibile prin eSănătateaMea [Internet]. București: CNAS; 2026 [cited 2026 Oct 8]. Available from: https://cnas.ro/2026/08/29/comunicat-aplicatiile-informatice-ale-furnizorilor-trebuie-actualizate/

52. Hotărârea Guvernului nr. 521/2023 pentru aprobarea pachetelor de servicii şi a Contractului-cadru care reglementează condițiile acordării asistenței medicale, a medicamentelor și a dispozitivelor medicale în cadrul sistemului de asigurări sociale de sănătate, cu modificările ulterioare. Monitorul Oficial al României, Partea I. 2023 Jun 1;nr. 484. Available from: https://legislatie.just.ro/Public/DetaliiDocument/270355

53. Regulation (EU) 2025/327 of the European Parliament and of the Council of 11 February 2025 on the European Health Data Space and amending Directive 2011/24/EU and Regulation (EU) 2024/2847. Official Journal of the European Union. 2025 Mar 5;L 2025/327. Available from: https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2025/327/oj

54. HL7 International. International Patient Summary Implementation Guide, release 2.0.1 (STU 2) [Internet]. Ann Arbor (MI): HL7 International; 2026 [cited 2026 Oct 8]. Available from: https://hl7.org/fhir/uv/ips/

55. Regulation (EU) 2016/679 of the European Parliament and of the Council of 27 April 2016 on the protection of natural persons with regard to the processing of personal data and on the free movement of such data (General Data Protection Regulation). Official Journal of the European Union. 2016 May 4;L 119:1-88. Available from: https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2016/679/oj

56. Legea nr. 190/2018 privind măsuri de punere în aplicare a Regulamentului (UE) 2016/679. Monitorul Oficial al României, Partea I. 2018 Jul 18;nr. 651. Available from: https://legislatie.just.ro/Public/DetaliiDocument/203151

57. Goodman KW, Miller RA. Ethics in Biomedical and Health Informatics: Users, Standards, and Outcomes. In: Shortliffe EH, Cimino JJ, editors. Biomedical Informatics: Computer Applications in Health Care and Biomedicine. 5th ed. Cham: Springer; 2021. p. 391-423. doi:10.1007/978-3-030-58721-5_12

58. Regulation (EU) 2017/745 of the European Parliament and of the Council of 5 April 2017 on medical devices. Official Journal of the European Union. 2017 May 5;L 117:1-175. Available from: https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2017/745/oj

59. Medical Device Coordination Group. MDCG 2019-11 rev.1. Qualification and classification of software - Regulation (EU) 2017/745 and Regulation (EU) 2017/746 [Internet]. Brussels: European Commission; 2025 [cited 2026 Oct 8]. Available from: https://health.ec.europa.eu/medical-devices-sector/new-regulations/guidance-mdcg-endorsed-documents-and-other-guidance_en

60. Regulation (EU) 2024/1689 of the European Parliament and of the Council of 13 June 2024 laying down harmonised rules on artificial intelligence (Artificial Intelligence Act). Official Journal of the European Union. 2024 Jul 12;L 2024/1689. Available from: https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2024/1689/oj

61. Regulation (EU) 2026/1744 of the European Parliament and of the Council of 8 July 2026 amending Regulations (EU) 2024/1689, (EU) 2018/1139 and (EU) 2023/1230 as regards the simplification of the implementation of harmonised rules on artificial intelligence (Digital Omnibus on AI). Official Journal of the European Union. 2026 Jul 24;L 2026/1744. Available from: https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2026/1744/oj

62. International Committee of Medical Journal Editors. Recommendations for the Conduct, Reporting, Editing, and Publication of Scholarly Work in Medical Journals [Internet]. ICMJE; 2026 [cited 2026 Oct 8]. Available from: https://www.icmje.org/recommendations/

63. Google. Google Sheets function list [Internet]. Mountain View (CA): Google; 2026 [cited 2026 Oct 8]. Available from: https://support.google.com/docs/table/25273?hl=en

64. Baneu P, Prelipcean A, Buda VO, Jianu N, Tudor A, Andor M, et al. Under-Prescription of Drugs in the Elderly Population of Western Romania: An Analysis Based on STOPP/START Version 2 Criteria. J Clin Med. 2024;13(19):5970. doi:10.3390/jcm13195970 PMID: 39408034

65. Google. Create and use pivot tables. Google Docs Editors Help [Internet]. Mountain View (CA): Google; 2026 [cited 2026 Oct 8]. Available from: https://support.google.com/docs/answer/1272900

66. Mihalas GI, Andor M, Tudor A. Adding Sound to Medical Data. Stud Health Technol Inform. 2020;273:38-53. doi:10.3233/SHTI200614 PMID: 33087591

67. World Health Organization. Oral health surveys: basic methods. 5th ed. Geneva: WHO; 2013. ISBN 978-92-4-154864-9.

68. Mischie A, Jinga V, Nodiți-Cuc AR, Popovici RA, Marian D, Strete GE, et al. Self-Reported Disordered Eating and Weight-Control Behaviours Across BMI Categories in Romanian Young Adults: A Cross-Sectional Online Convenience Survey. Nutrients. 2026;18(16):2677. doi:10.3390/nu18162677 PMID: 42654257

69. Ismail AI, Sohn W, Tellez M, Amaya A, Sen A, Hasson H, et al. The International Caries Detection and Assessment System (ICDAS): an integrated system for measuring dental caries. Community Dent Oral Epidemiol. 2007;35(3):170-8. doi:10.1111/j.1600-0528.2007.00347.x PMID: 17518963

70. Slade GD. Derivation and validation of a short-form oral health impact profile. Community Dent Oral Epidemiol. 1997;25(4):284-90. doi:10.1111/j.1600-0528.1997.tb00941.x PMID: 9332805

71. Owens DK, Goldhaber-Fiebert JD, Sox HC. Biomedical Decision Making: Probabilistic Clinical Reasoning. In: Shortliffe EH, Cimino JJ, editors. Biomedical Informatics: Computer Applications in Health Care and Biomedicine. 5th ed. Cham: Springer; 2021. p. 77-120. doi:10.1007/978-3-030-58721-5_3

72. Monaghan TF, Rahman SN, Agudelo CW, Wein AJ, Lazar JM, Everaert K, et al. Foundational Statistical Principles in Medical Research: Sensitivity, Specificity, Positive Predictive Value, and Negative Predictive Value. Medicina (Kaunas). 2021;57(5):503. doi:10.3390/medicina57050503

73. Masood M, Masood Y, Newton JT. The clustering effects of surfaces within the tooth and teeth within individuals. J Dent Res. 2015;94(2):281-8. doi:10.1177/0022034514559408 PMID: 25421840

74. Dye BA, Afful J, Thornton-Evans G, Iafolla T. Overview and quality assurance for the oral health component of the National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES), 2011-2014. BMC Oral Health. 2019;19(1):95. doi:10.1186/s12903-019-0777-6 PMID: 31142316

75. Markovic D, Vukovic A, Soldatovic I, Peric T, Kilibarda B, Rosianu RS, et al. Multilevel calibration procedure for the oral health national multicenter survey in primary teeth. Int J Paediatr Dent. 2023;33(6):585-594. doi:10.1111/ipd.13072 PMID: 37038983

76. Stoica ET, Marcauteanu C, Tudor A, Duma VF, Amaricai EC, Onofrei R, et al. Influence of the Text Neck Posture on the Static Dental Occlusion. Medicina (Kaunas). 2022;58(9):1303. doi:10.3390/medicina58091303 PMID: 36143980

77. Shapiro SS, Wilk MB. An analysis of variance test for normality (complete samples). Biometrika. 1965;52(3-4):591-611. doi:10.1093/biomet/52.3-4.591

78. Novac AC, Tudor A, Pop DM, Neagu CS, Crăciunescu EL, Romînu M, et al. Conventional Dental Impressions vs. Impressions Reinforced with Rigid Mouthguards. Polymers (Basel). 2024;16(7):994. doi:10.3390/polym16070994 PMID: 38611252

79. Greenland S, Senn SJ, Rothman KJ, Carlin JB, Poole C, Goodman SN, et al. Statistical tests, P values, confidence intervals, and power: a guide to misinterpretations. Eur J Epidemiol. 2016;31(4):337-50. doi:10.1007/s10654-016-0149-3 PMID: 27209009

80. Muntean C, Piroș T, Marin RC, Moleriu LC, Lupușoru R, Dicu AM, et al. Chrononutrition Behaviors and BMI Change During the Transition to University Life in Young Adults: A Prospective Study. Nutrients. 2026;18(12):1975. doi:10.3390/nu18121975 PMID: 42356360

81. JASP Team. JASP, version 0.96 [software]. Amsterdam: University of Amsterdam; 2026. Available from: https://jasp-stats.org/

82. MedCalc Software Ltd. MedCalc Statistical Software, version 23.5 [software]. Ostend: MedCalc Software Ltd; 2026. Available from: https://www.medcalc.org/

83. Faul F, Erdfelder E, Lang AG, Buchner A. G*Power 3: a flexible statistical power analysis program for the social, behavioral, and biomedical sciences. Behav Res Methods. 2007;39(2):175-91. doi:10.3758/bf03193146 PMID: 17695343

84. Hopewell S, Chan AW, Collins GS, Hróbjartsson A, Moher D, Schulz KF, et al. CONSORT 2025 statement: updated guideline for reporting randomised trials. BMJ. 2025;389:e081123. doi:10.1136/bmj-2024-081123 PMID: 40228833

85. von Elm E, Altman DG, Egger M, Pocock SJ, Gøtzsche PC, Vandenbroucke JP, et al. The Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology (STROBE) statement: guidelines for reporting observational studies. Lancet. 2007;370(9596):1453-7. doi:10.1016/S0140-6736(07)61602-X PMID: 18064739

86. Wasserstein RL, Lazar NA. The ASA Statement on p-Values: Context, Process, and Purpose. Am Stat. 2016;70(2):129-33. doi:10.1080/00031305.2016.1154108

87. Cohen J. Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences. 2nd ed. Hillsdale (NJ): Lawrence Erlbaum; 1988.

88. Nica DF, Gabor AG, Duma VF, Tudericiu VG, Tudor A, Sinescu C. Sinus Lift and Implant Insertion on 3D-Printed Polymeric Maxillary Models: Ex Vivo Training for In Vivo Surgical Procedures. J Clin Med. 2021;10(20):4718. doi:10.3390/jcm10204718 PMID: 34682841

89. Padurean LL, Frandes M, Stefanescu HE, Muntean C, Horhat ID. Impact of Smart Hearing Aid Technology on Self-Esteem in Patients with Sensorineural Hearing Loss: A Cross-Sectional Multivariate Study. Healthcare (Basel). 2026;14(10):1336. doi:10.3390/healthcare14101336 PMID: 42194428

90. Măroiu AC, Sinescu C, Duma VF, Topală F, Jivănescu A, Popovici PM, et al. Micro-CT and Microscopy Study of Internal and Marginal Gap to Tooth Surface of Crenelated versus Conventional Dental Indirect Veneers. Medicina (Kaunas). 2021;57(8):772. doi:10.3390/medicina57080772 PMID: 34440981

91. Orel L, Velea-Barta OA, Sinescu C, Duma VF, Nica LM, Horhat RM, et al. Comparative Assessment of the Shaping Ability of Reciproc Blue, WaveOne Gold, and ProTaper Gold in Simulated Root Canals. Materials (Basel). 2022;15(9):3028. doi:10.3390/ma15093028 PMID: 35591361

92. Moleriu RD, Piroș T, Moleriu LC, Muntean C, Lupușoru R, Dicu AM, et al. Convenience-Oriented Dietary Behavioral Patterns Across BMI Classes in University Students: Associations with Overweight and Obesity Risk During the Transition to University Life. Nutrients. 2026;18(14):2368. doi:10.3390/nu18142368 PMID: 42514438

93. Altman DG. Practical Statistics for Medical Research. London: Chapman and Hall; 1991.

94. Bossuyt PM, Reitsma JB, Bruns DE, Gatsonis CA, Glasziou PP, Irwig L, et al. STARD 2015: an updated list of essential items for reporting diagnostic accuracy studies. BMJ. 2015;351:h5527. doi:10.1136/bmj.h5527 PMID: 26511519

95. Sounderajah V, Guni A, Liu X, Collins GS, Karthikesalingam A, Markar SR, et al. The STARD-AI reporting guideline for diagnostic accuracy studies using artificial intelligence. Nat Med. 2025;31(10):3283-9. doi:10.1038/s41591-025-03953-8

96. Flueras R, Lile IE, Marian D, Popovici RA, Muntean C, Moleriu RD, et al. Advances in Chairside and Restorative Dental Materials: A Systematic Review of Material Properties, Adhesive Strategies, and Long-Term Performance. J Funct Biomater. 2026;17(8):381. doi:10.3390/jfb17080381 PMID: 42646184

97. Dragomir AC, Moleriu RD, Marin RC, Buzatu AR, Muntean C, Piroș T, et al. Medication-Associated Xerostomia and Oral Symptom Burden in Midlife Women: A Drug Safety Perspective Across the Menopausal Transition. Pharmaceuticals (Basel). 2026;19(10):1577. doi:10.3390/ph19101577

98. Frandes M, Gherbon A, Tudor A, Albai O, Vlad MM, Muntean C. TyG-Centered Endocrine-Metabolic Architecture in Patients with Thyroid Dysfunction: A Systems Phenotyping Study. Metabolites. 2026;16(7):490. doi:10.3390/metabo16070490 PMID: 42506441

99. Bland JM, Altman DG. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. Lancet. 1986;1(8476):307-10. PMID: 2868172

100. Landis JR, Koch GG. The measurement of observer agreement for categorical data. Biometrics. 1977;33(1):159-74. PMID: 843571

101. Dragomir AC, Buzatu AR, Marin RC, Moleriu RD, Muntean C, Piroș T, et al. Development and Initial Psychometric Validation of the Multidimensional Menopausal Burden Questionnaire (MMBQ-44) in a Sample of Romanian Women. Diagnostics (Basel). 2026;16(16):2574. doi:10.3390/diagnostics16162574 PMID: 42650976

102. Marin RC, Păunescu H, Muntean C, Balaban DV, Coman LI, Radu N, et al. Assessing Acceptance and Intention to Use of Home Telemonitoring Among Patients with Liver Cirrhosis: Development and Initial Psychometric Validation of a TAM-Based Questionnaire. Diagnostics (Basel). 2026;16(16):2635. doi:10.3390/diagnostics16162635 PMID: 42651036

103. Cirstea N, Tit DM, Toma MM, Purza AL, Radu A, Bungau GS, et al. Patient-Reported Experiences in Chronic Dermatological Conditions: Validation of the Romanian PSPSQ 2.0 Within Contemporary Dermatologic Care Pathways. Diagnostics (Basel). 2026;16(13):2112. doi:10.3390/diagnostics16132112 PMID: 42449893

104. Maracineanu R, Roi C, Dinuti M, Roi A, Urtila F, Tudor A, et al. Clinical Outcomes of Bovine Bone Xenografts Following Sequestrectomy in Advanced Medication-Related Osteonecrosis of the Jaw. Dent J (Basel). 2026;14(2):123. doi:10.3390/dj14020123 PMID: 41744961

105. Alfiya M, Shenoy RP, Pasha MI, Junaid J, Amanna S. Effectiveness of the Brush DJ app in improving oral hygiene among patients with fixed orthodontic appliances: a randomized controlled trial. Sci Rep. 2025;15(1):42492. doi:10.1038/s41598-025-26579-9 PMID: 41309849

106. Arbildo-Vega HI, Cruzado-Oliva FH, Coronel-Zubiate FT, Meza-Málaga JM, Luján-Valencia SA, Luján-Urviola E, et al. Periodontal disease and cardiovascular disease: umbrella review. BMC Oral Health. 2024;24(1):1308. doi:10.1186/s12903-024-04907-1 PMID: 39468505

107. Muñoz Aguilera E, Suvan J, Buti J, Czesnikiewicz-Guzik M, Barbosa Ribeiro A, Orlandi M, et al. Periodontitis is associated with hypertension: a systematic review and meta-analysis. Cardiovasc Res. 2020;116(1):28-39. doi:10.1093/cvr/cvz201 PMID: 31549149

108. Sampaio P, Shazo S, Vellone V, Silva LB. Platelet-rich fibrin for the prevention of medication-related osteonecrosis of the jaw after tooth extraction: a systematic review and meta-analysis. Oral Maxillofac Surg. 2026;30(1):114. doi:10.1007/s10006-026-01602-z PMID: 42458118

109. Ribeiro LN, Severino-Lazo R, Vasconcelos BCDE, de Moraes SLD, Carvalho MV. Preventive Treatments for Osteonecrosis of the Jaw: A Systematic Review and Network Meta-Analysis. Oral Dis. 2025;31(12):3260-3271. doi:10.1111/odi.70015 PMID: 40589371

110. Mihali SG, Lolos D, Popa G, Tudor A, Bratu DC. Retrospective Long-Term Clinical Outcome of Feldspathic Ceramic Veneers. Materials (Basel). 2022;15(6):2150. doi:10.3390/ma15062150 PMID: 35329602

111. Mihalaș GI. Inteligența artificială în medicină: ghid de conversație pentru medici, studenți și pacienți. Timișoara: Editura Victor Babeș; 2025. ISBN 978-606-786-473-1.

112. Piroș T, Lupusoru R, Moleriu LC, Muntean C, Moleriu RD, Cîmpian DM, et al. Dietary Patterns, Cooking Methods, and Their Association with Prediabetes Risk Markers in Romanian University Students: A Cross-Sectional Analysis. Nutrients. 2026;18(6):977. doi:10.3390/nu18060977 PMID: 41901152

113. Samaranayake L, Tuygunov N, Schwendicke F, Osathanon T, Khurshid Z, Boymuradov SA, et al. The Transformative Role of Artificial Intelligence in Dentistry: A Comprehensive Overview. Part 1: Fundamentals of AI, and its Contemporary Applications in Dentistry. Int Dent J. 2025;75(2):383-396. doi:10.1016/j.identj.2025.02.005 PMID: 40074616

114. Moharrami M, Farmer J, Singhal S, Watson E, Glogauer M, Johnson AEW, et al. Detecting dental caries on oral photographs using artificial intelligence: A systematic review. Oral Dis. 2024;30(4):1765-1783. doi:10.1111/odi.14659 PMID: 37392423

115. Ammar N, Kühnisch J. Diagnostic performance of artificial intelligence-aided caries detection on bitewing radiographs: a systematic review and meta-analysis. Jpn Dent Sci Rev. 2024;60:128-136. doi:10.1016/j.jdsr.2024.02.001 PMID: 38450159

116. Carvalho BKG, Nolden EL, Wenning AS, Kiss-Dala S, Agócs G, Róth I, et al. Diagnostic accuracy of artificial intelligence for approximal caries on bitewing radiographs: A systematic review and meta-analysis. J Dent. 2024;151:105388. doi:10.1016/j.jdent.2024.105388 PMID: 39396775

117. Abbott LP, Saikia A, Anthonappa RP. ARTIFICIAL INTELLIGENCE PLATFORMS IN DENTAL CARIES DETECTION: A SYSTEMATIC REVIEW AND META-ANALYSIS. J Evid Based Dent Pract. 2025;25(1):102077. doi:10.1016/j.jebdp.2024.102077 PMID: 39947783

118. Künzle P, Paris S. Performance of large language artificial intelligence models on solving restorative dentistry and endodontics student assessments. Clin Oral Investig. 2024;28(11):575. doi:10.1007/s00784-024-05968-w PMID: 39373739

119. Rewthamrongsris P, Burapacheep J, Trachoo V, Porntaveetus T. Accuracy of Large Language Models for Infective Endocarditis Prophylaxis in Dental Procedures. Int Dent J. 2025;75(1):206-212. doi:10.1016/j.identj.2024.09.033 PMID: 39395898

120. Asgari E, Montaña-Brown N, Dubois M, Khalil S, Balloch J, Yeung JA, et al. A framework to assess clinical safety and hallucination rates of LLMs for medical text summarisation. NPJ Digit Med. 2025;8(1):274. doi:10.1038/s41746-025-01670-7

121. Collins GS, Moons KGM, Dhiman P, Riley RD, Beam AL, Van Calster B, et al. TRIPOD+AI statement: updated guidance for reporting clinical prediction models that use regression or machine learning methods. BMJ. 2024;385:e078378. doi:10.1136/bmj-2023-078378

122. Gallifant J, Afshar M, Ameen S, Aphinyanaphongs Y, Chen S, Cacciamani G, et al. The TRIPOD-LLM reporting guideline for studies using large language models. Nat Med. 2025;31(1):60-9. doi:10.1038/s41591-024-03425-5

123. Lungeanu D, Dragan I, Muntean C, Timar B. Harnessing Information Technology while Teaching in Distress: the Pandemic Toll vs. the Opportunity of Long-Awaited Paradigm Change. In: 2020 International Conference on e-Health and Bioengineering (EHB); 2020; Iași, Romania. IEEE; 2020. p. 1-4. doi:10.1109/ehb50910.2020.9280122

124. Gurgel-Juarez N, Torres-Pereira C, Haddad AE, Sheehy L, Finestone H, Mallet K, et al. Accuracy and effectiveness of teledentistry: a systematic review of systematic reviews. Evid Based Dent. 2022:1-8. doi:10.1038/s41432-022-0257-8 PMID: 35804195

125. Tabibnia A, Omidi P, Amini S, Shahbod S, Alaee A, Ghods K. Teledentistry: Applications Across Dental Specialties: A Systematic Review and Meta-Analysis. J Dent (Shiraz). 2026;27(3):195-209. doi:10.30476/dentjods.2025.106873.2726 PMID: 42688783

126. Uhrin E, Domokos Z, Czumbel LM, Kói T, Hegyi P, Hermann P, et al. Teledentistry: A Future Solution in the Diagnosis of Oral Lesions: Diagnostic Meta-Analysis and Systematic Review. Telemed J E Health. 2023;29(11):1591-1600. doi:10.1089/tmj.2022.0426 PMID: 36976779

127. Ku JC, Mao K, Wang F, Carreiro ADFP, Lam WY, Yu OY. Accuracy of clinical photography for the detection of dental caries: A systematic review and meta-analysis. J Dent. 2025;157:105737. doi:10.1016/j.jdent.2025.105737 PMID: 40204147

128. Sangalli L, Alessandri-Bonetti A, Dalessandri D. Effectiveness of dental monitoring system in orthodontics: A systematic review. J Orthod. 2024;51(1):28-40. doi:10.1177/14653125231178040 PMID: 37278017

129. Tahamtan S, Kachuie M, Salmani E. The Effectiveness of Smartphone Applications and Active Text Reminders on Oral Hygiene and Periodontal Status of Orthodontic Patients: A Systematic Review and Meta-Analysis. Int J Dent Hyg. 2026. doi:10.1111/idh.70097 PMID: 42157516

130. Chen J, Ying Y, Pang M, Chen J, Kang T, Xuan P, et al. The Application of Gamification in Children's Oral Health Management: Systematic Review. J Med Internet Res. 2025;27:e75541. doi:10.2196/75541 PMID: 41187330

131. Frandes M, Gherbon A, Timar B, Muntean C. Digital Engagement in Diabetes Care: A Multi-Domain Analysis of Psychosocial and Clinical Determinants. Healthcare (Basel). 2026;14(6):800. doi:10.3390/healthcare14060800 PMID: 41897253

132. Cordoș AA, Ștefănigă SA, Muntean C, Vernic CV, Bolboacă SD. ALSATION Study Protocol: Romanian Translation of Three Health Literacy Surveys. Stud Health Technol Inform. 2024;321:12-16. doi:10.3233/SHTI241052 PMID: 39575771

133. Musen MA, Middleton B, Greenes RA. Clinical Decision-Support Systems. In: Shortliffe EH, Cimino JJ, editors. Biomedical Informatics: Computer Applications in Health Care and Biomedicine. 5th ed. Cham: Springer; 2021. p. 795-840. doi:10.1007/978-3-030-58721-5_24

134. Centers for Disease Control and Prevention. Epi Info [Internet]. Atlanta (GA): CDC; 2026 [cited 2026 Oct 8]. Available from: https://www.cdc.gov/epiinfo/index.html

135. OpenEMR Project. OpenEMR online demo (version 8.4.1) [Internet]. OpenEMR Foundation; 2026 [cited 2026 Oct 8]. Available from: https://www.open-emr.org/demo/

136. HAPI FHIR Project. HAPI FHIR Test/Demo Server, R4 endpoint [Internet]. HAPI FHIR; 2026 [cited 2026 Oct 8]. Available from: https://hapi.fhir.org/baseR4

137. OpenEMR Project. OpenEMR FHIR API (FHIR_README) [Internet]. GitHub; 2026 [cited 2026 Oct 8]. Available from: https://github.com/openemr/openemr/blob/master/FHIR_README.md

138. Goss-Sampson MA. Statistical Analysis in JASP: A Guide for Students [Internet]. JASP; 2018 [cited 2026 Oct 8]. Available from: https://jasp-stats.org/jasp-materials/

139. Borelli M. Medical Statistics with JASP: lecture notes for the ICTP Master of Advanced Studies in Medical Physics. 1st ed. Trieste: ICTP; 2022.

140. Google. How to set rules for your form. Google Docs Editors Help [Internet]. Mountain View (CA): Google; 2026 [cited 2026 Oct 8]. Available from: https://support.google.com/docs/answer/3378864

141. Google. Show questions based on answers. Google Docs Editors Help [Internet]. Mountain View (CA): Google; 2026 [cited 2026 Oct 8]. Available from: https://support.google.com/docs/answer/141062

142. Google. Choose where to save form responses. Google Docs Editors Help [Internet]. Mountain View (CA): Google; 2026 [cited 2026 Oct 8]. Available from: https://support.google.com/docs/answer/2917686

143. Google. View and manage form responses. Google Docs Editors Help [Internet]. Mountain View (CA): Google; 2026 [cited 2026 Oct 8]. Available from: https://support.google.com/docs/answer/139706