



**UNIVERSITATEA DE MEDICINĂ ȘI FARMACIE
„CAROL DAVILA”, BUCUREȘTI
ȘCOALA DOCTORALĂ
DOMENIUL
ORTOPEDIE – TRAUMATOLOGIE**

**Evaluarea factorilor de eroare în artroplastia totală
de genunchi**

Rezumatul tezei de doctorat

**Conducător de doctorat:
PROF. UNIV. DR. CRISTEA ȘTEFAN**

**Student–doctorand:
CREȚU BOGDAN ȘTEFAN**

2021

CUPRINSUL REZUMATULUI

1. Introducere	4
2. Partea generală	5
3. Partea specială	5
3.1 Studiu privind controlul perioperator inadecvat al unor factori de risc modificabili în cadrul artroplastiei totale de genunchi și implicațiile acestora asupra rezultatelor funcționale	5
3.1.1 Introducere	5
3.1.2 Materiale și metode	6
3.1.3 Rezultate	7
3.1.4 Discuții	15
3.1.5 Concluzii	16
3.2 Studiu privind evaluarea radiologică preoperatorie și postoperatorie corectă din cadrul artroplastiei totale de genunchi	17
3.2.1 Introducere	17
3.2.2 Materiale și metode	17
3.2.3 Discuții	18
3.2.4 Concluzii și direcții de perspectivă	18
3.3 Studiu pilot asupra posibilității identificării automate în imagistica radiologică a problemelor asociate protezelor de genunchi folosind o rețea bayesiană	19
3.3.1 Introducere	19
3.3.2 Materiale și metode	20
3.3.3 Rezultate	22
3.3.4 Discuții	22
3.3.5 Concluzii	22
3.4 Evaluarea computer tomografică a artroplastiei totale de genunchi utilizând. Identificarea unui nou reper anatomic privind evaluarea poziționării componentelor protetice	23
3.4.1 Introducere	23
3.4.2 Materiale și metode	23
3.4.3 Rezultate	24
3.4.4 Discuții	26

3.4.5 Concluzii-----	26
3.5 Proiectarea unui senzor de presiune integrat în spacer block-ul de probă în vederea facilitării echilibrului ligamentar din cadrul artroplastiei totale de genunchi--	27
3.5.1 Introducere-----	27
3.5.2 Design propriu-----	27
3.5.3 Discuții și concluzii privind simularea matematică -----	28
3.5.4 Discuții -----	29
3.5.5 Concluzii-----	29
3.6 Direcții viitoare privind îmbunătățirea rezultatelor funcționale post artroplastie totală de genunchi-----	30
3.7 Cum să ne ferim de potențiale complicații și să ieșim din impas în timpul operației de artroplastie totală de genunchi-----	30
4. Contribuții personale -----	30
5. Concluzii-----	33
Bibliografie selectivă -----	38
Lucrări științifice publicate-----	42

STADIUL CUNOAȘTERII

1. Introducere

În contextul în care speranța de viață crește și populația devine mai activă, numărul persoanelor care sunt afectate de simptomatologia gonartrozei crește proporțional. Până în anul 2030, în Statele Unite ale Americii, se așteaptă ca unul din trei adulți să sufere de gonartroză, această previziune fiind un debut al unei epidemii. Artroplastia totală de genunchi este o intervenție de succes, care are ca scop scăderea durerii și redarea funcției genunchiului. Numeroase studii au evidențiat că rata de satisfacție a pacienților cu artroplastie de totală de genunchi este între 80% și 95%, iar rata de supraviețuire a implanturilor la 10 ani după intervenție este de aproximativ 90%. Totuși, disfuncționalități majore în funcționarea protezei apar la 15-20% dintre pacienți, necesitând, adesea, chirurgie de revizie. Principalele motive în apariția disfuncționalităților majore în funcționarea protezei sunt: defixarea (loosening), distrugerea polietilenei sau osteoliza, toate acestea putând fi secundare infecției, viciilor de rotație sau bolii de particule.

În vederea îndeplinirii acestor obiective, au fost utilizate, pe o perioadă lungă de timp, două concepte chirurgicale clasice, respectiv, rezecția măsurată sau „measured resection” („Femur first”) și tehnica „gap balancing” („Tibia first”). În ultimii 10 ani, în marea majoritate a centrelor de la nivel internațional, s-a folosit o tehnică mixtă, care combină ambele filozofii, cunoscută ca „Extension gap first technique”. Astfel, se execută tranșa femurală distală și tibială proximală, procesul fiind urmat de corectarea diformității în plan frontal (reechilibrarea părților moi), astfel încât să ofere posibilitatea de a controla rotația femurului, bazându-ne pe cele trei repere anatomice și pe părțile moi echilibrate. Deși obiectivele sunt foarte bine definite, iar modalitățile tehnice prin care le putem atinge sunt consacrate, studiile de actualitate indică o rată de satisfacție a pacienților de aproximativ 80%. Rezultatele nesatisfăcătoare pot fi fundamentate pe defixarea aseptică, instabilitate (în extensie, flexie, dar și în flexie medie), poziționarea sau rotarea inadecvată a componentelor, supra sau subdimensionarea componentelor, redoare, maltracking patelar, fracturi periprotetice, leziuni ale mecanismului extensor, sindromul patellar clunk, leziunea nervului sciatic popliteu extern, complicațiile la nivelul plăgii și, nu în ultimul rând, infecția periprotetică.

Este necesar ca subiectul propus să fie studiat în profunzime deoarece cunoștințele actuale legate de artroplastia totală de genunchi sunt aparent cunoscute și acceptate la nivel conceptual, însă integrarea acestora în întregul act medical, începând din stadiul preoperator până în postoperator, uneori, nu are rezultate optime. Această lucrare își propune să identifice factorii de eroare care conduc către diferite complicații, să identifice punctele cheie în evaluarea preoperatorie, cât și postoperatorie și să propună diverse metode prin care erorile pot fi evitate.

2. Partea generală

Prima parte a acestei teze de doctorat prezintă elemente esențiale despre anatomia și biomecanica genunchiului natural și protezat, necesare pentru înțelegerea aprofundată a complexității articulației genunchiului. Pentru a putea discuta ulterior de evoluția in vivo a artroplastiei totale de genunchi, a fost necesară prezentarea noțiunilor de bază cu privire la design-ul protezei și materialele folosite în protetică. Următorul capitol din partea generală descrie noțiuni referitoare la alinierea corectă a unei artroplastii de genunchi în plan sagital și frontal. Separat de aceasta, am discutat despre alinierea în plan rotațional, principalele controverse în ceea ce privește poziționarea fiind în plan rotațional. Pentru a putea îndeplini standardele de poziționare menționate în aceste capitole, am definit principalele repere anatomice atât la genunchiul anatomic cât și la cel artrozic. Ultimele două capitole abordează cele mai frecvente deformări ale genunchiului, în varus și în valgus, din punct de vedere al tehnicii chirurgicale, eventualele complicații ce pot surveni și soluțiile optime pentru cele două situații.

De asemenea, în prima parte sunt prezentați factorii de eroare din cadrul artroplastiei totale de genunchi. Factorii de eroare dependenți de evaluarea radiologică preoperatorie defectuoasă, factorii de eroare legați de poziționarea componentelor, alegerea greșită a implanturilor, nerespectarea principiilor de bază din cadrul intervenției, sunt complicații ce pot surveni intraoperator dar și postoperator.

3. Partea specială

3.1 Studiu privind controlul perioperator inadecvat al unor factori de risc modificabili în cadrul artroplastiei totale de genunchi și implicațiile acestora asupra rezultatelor funcționale

3.1.1 Introducere

Diabetul afectează 8,5% din populația Europei, iar prevalența acestuia crește odată cu vârsta [1]. Este una dintre comorbiditățile frecvente asociate la pacienții de peste 65 de ani supuși intervenției de artroplastie totală de genunchi. Datele din literatură sugerează că unul din 10 pacienți internați pentru artroplastie totală de genunchi, are diabet asociat, dar prevalența diabetului este în continuă creștere [2,3]. Aceasta are implicații importante în managementul perioperator al artroplastiei totale de genunchi, odată cu creșterea numărului de pacienți cu diabet asociat [4].

Riscurile asocierii artroplastiei totale de genunchi cu diabetul sunt infecțiile periprotetice, tromboza venoasă profundă și accidentul vascular cerebral [5-9]. Riscurile de accident vascular cerebral și deces în momentul în care diabetul este necontrolat sunt și mai mari [10]. Riscul de apariție a complicațiilor crește proporțional cu valoarea hemoglobinei glicate (HbA1c) [11]. Această informație permite chirurgului să modifice riscul încă din perioada preoperatorie.

Aproximativ 48% până la 56% din pacienții cu diabet dezvoltă fenomene de artroză, care duc la scăderea funcționalității, scăderea activității fizice și la rate de mortalitate crescute [12]. Standardul de tratament curent al artrozei de genunchi este artroplastia totală de genunchi [13,14].

Considerând creșterea prevalenței atât a diabetului, cât și a artrozei genunchiului odată cu înaintarea în vârstă, acești pacienți sunt nevoiți să coexiste cu aceste patologii asociate, dar și cu complicațiile, care pot rezulta în perioada postoperatorie [15,16].

Obezitatea reprezintă unul dintre cei mai importanți factori de risc modificabili și, în același timp, unul dintre cei mai discutați în ceea ce privește creșterea complicațiilor postoperatorii din cadrul artroplastiei totale de genunchi. Referitor la complicațiile imediat postoperatorii, există date care să evidențieze că un indice de masă corporală (IMC) crescut, va crește riscurile artroplastiei totale de genunchi, dar nu există o valoare cut-off care să ajute în luarea deciziei de a opera sau nu un pacient [17-19]. Datele din literatură sugerează că pacienții cu IMC crescut beneficiază de un rezultat funcțional și de o îmbunătățire a calității vieții mai mult decât pacienții normoponderali [20].

O problemă de etică se conturează în momentul în care pacienții refuzați pentru artroplastia totală de genunchi sunt instruiți să modifice factorii de risc, iar aceștia nu reușesc fie din cauza unei probleme psihice, fie din cauza unei probleme fizice.

În acest studiu de caz se analizează efectele diabetului controlat, necontrolat, necomplicat și complicat asupra ratelor de complicații post-artroplastie de genunchi. Studiul își propune evaluarea pacienților obezi în ceea ce privește rezultatele funcționale și complicațiile postoperatorii după artroplastia totală de genunchi.

3.1.2 Materiale și metode

Studiul este prospectiv de cohortă și a inclus un număr de 446 pacienți, desfășurându-se pe o perioadă de trei ani, de la 1 Ianuarie 2017 până la 31 Decembrie 2019. Au fost colectate următoarele date despre pacienți: vârsta, sexul, indicele de masă corporală, glicemia preoperator, HbA1c preoperator, statusul diabetului (controlat/necontrolat,

complicat/necompliat), scorul WOMAC (preoperator, la 3 luni postoperator și 12 luni postoperator), istoricul de infecție periprotetică sau complicațiile plăgii.

În prelucrarea statistică, datele au fost clasificate în cantitative, ca de exemplu, scorul WOMAC, și respectiv, calitative, sexul, vârsta pe interval, diabetul controlat sau necontrolat. Datele de tip calitativ sau nominale au fost reprezentate sub formă de grafice. Graficele au fost de tipul coloană (Column) și nor de puncte (Scatter Plot). De asemenea, pentru a reprezenta scorul WOMAC la diferite momente de timp, respectiv, preoperator, la 3 luni și la 12 luni în funcție de BMI-ul pacientului s-a utilizat cutia cu mustăți (Box Plot-ul).

În ceea ce privește investigarea evoluției scorului WOMAC în funcție de anumite variabile calitative, s-a utilizat testul ANOVA cu măsurători repetate.

3.1.3 Rezultate

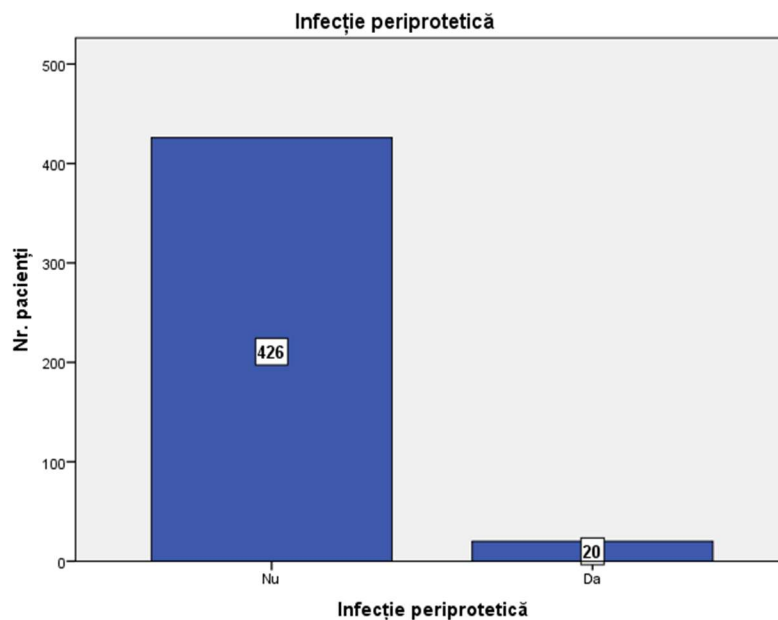


Fig. 1 Distribuția pacienților care prezintă infecții periprotetice

Există 20 de pacienți care prezintă infecții periprotetice.

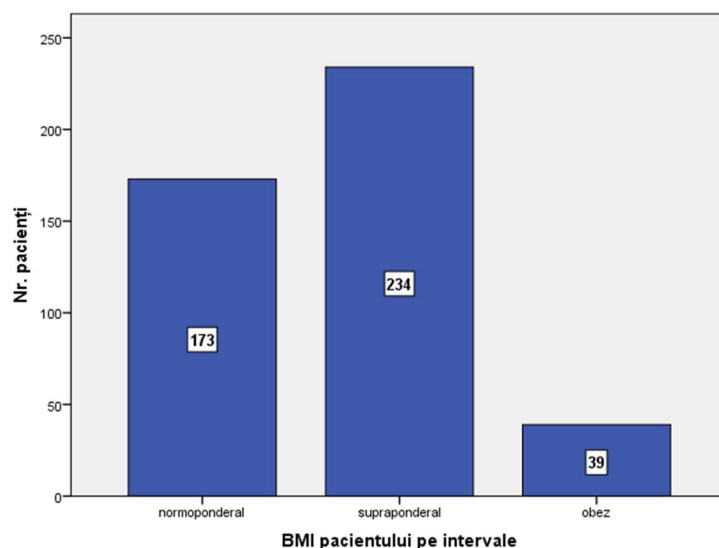


Fig. 2 Distribuția BMI-ului pacienților

Există 173 de pacienți normoponderali, 234 supraponderali și 39 obezi.

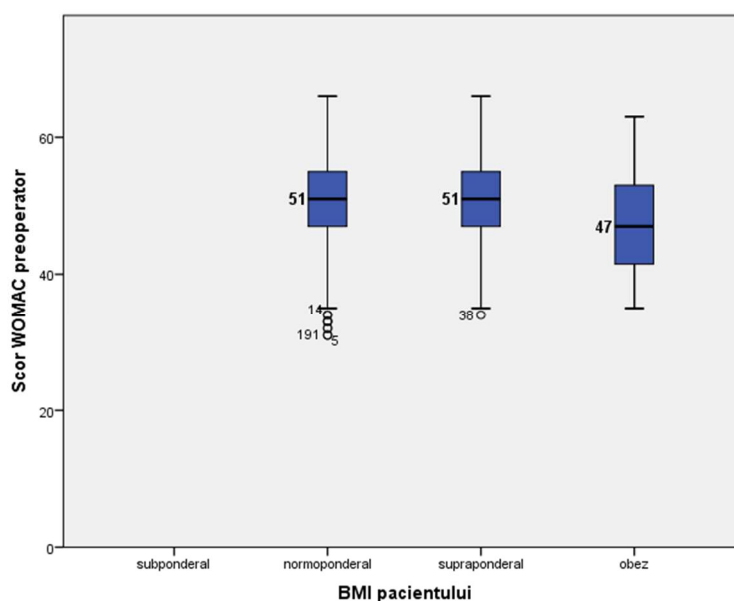


Fig. 3 Distribuția BMI-ului pacienților în funcție de scorul mediu WOMAC la debut (preoperator)

Evidențiază că scorul mediu WOMAC la debut în funcție de BMI-ului pacienților nu a fost variabil. Mai exact, normoponderalii au avut un scor mediu WOMAC de 51, supraponderalii au avut un scor mediu WOMAC de 51, iar obezii au avut un scor mediu WOMAC de 47.

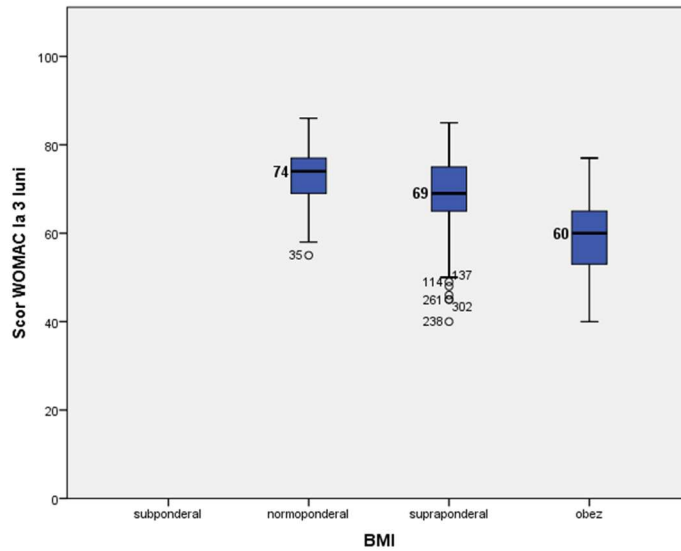


Fig. 4 Distribuția BMI-ului pacienților în funcție de scorul mediu WOMAC la 3 luni

Evidențiază că scorul mediu WOMAC la 3 luni în funcție de BMI-ului pacienților a fost pentru normoponderali de 74, supraponderalii au avut un scor mediu WOMAC de 69, iar obezii au avut un scor mediu WOMAC de 60.

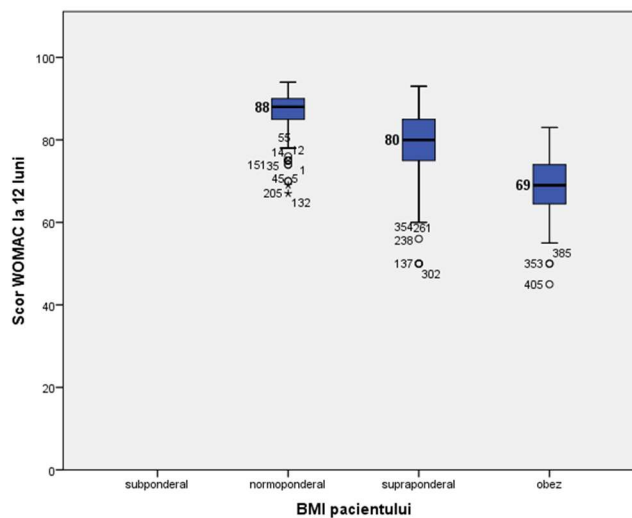


Fig. 5 Distribuția BMI-ului pacienților în funcție de scorul mediu WOMAC la 12 luni

Evidențiază că scorul mediu WOMAC la 12 luni în funcție de BMI-ului pacienților a fost pentru normoponderali de 88, supraponderalii au avut un scor mediu WOMAC de 80, iar obezii au avut un scor mediu WOMAC de 69.

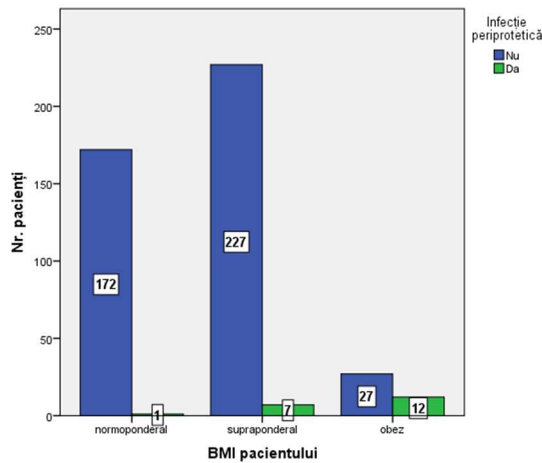


Fig. 6 Distribuția pacienților cu infecție periprotetică în funcție de BMI

Există 1 pacient normoponderal care a prezentat infecție periprotetică, 7 pacienți supraponderali cu infecție periprotetică și 12 obezi cu infecție periprotetică.

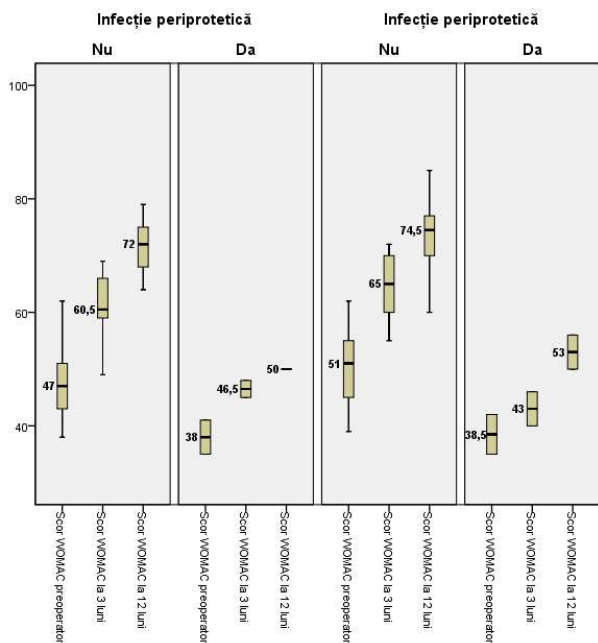


Fig. 7 Distribuția pacienților supraponderali și care prezintă diabet controlat și necomplicat în funcție de infecțiile periprotetice

Pacienții supraponderali și care prezintă diabet controlat și necomplicat au prezentat și infecții periprotetice. Evoluția scorului WOMAC pentru pacienții cu diabet controlat și necomplicat și care au prezentat infecții periprotetice este de 38,5 preoperator, 43 la 3 luni și 53 la 12 luni.

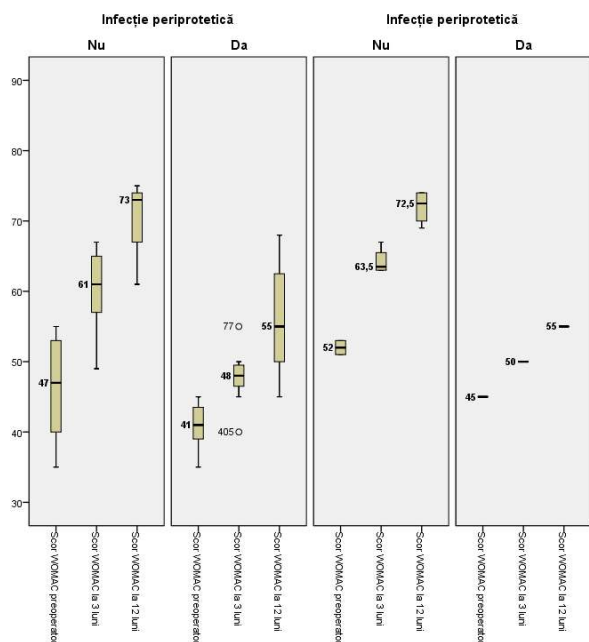


Fig. 8 Distribuția pacienților obezi și care prezintă diabet controlat și necomplicat în funcție de infecțiile periprotetice

Pacienții obezi și care prezintă diabet controlat și necomplicat au prezentat și infecții periprotetice. Evoluția scorului WOMAC pentru pacienții cu diabet controlat și necomplicat și care au prezentat infecții periprotetice este de 45 preoperator, 50 la 3 luni și 55 la 12 luni.

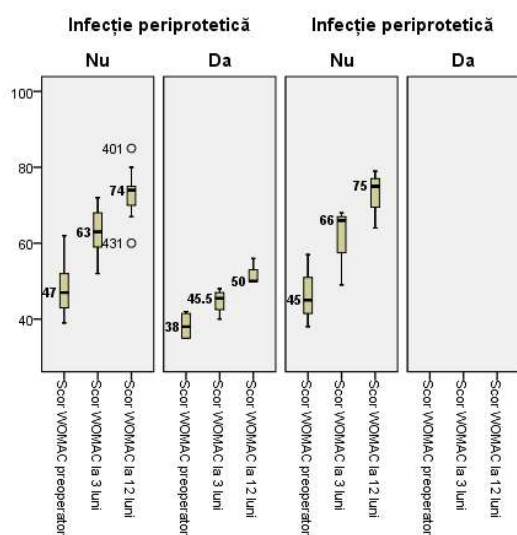


Fig. 9 Distribuția pacienților supraponderali și care prezintă diabet controlat și complicat în funcție de infecțiile periprotetice

Pacienții supraponderali și care prezintă diabet controlat și complicat nu au prezentat și infecții periprotetice. Evoluția scorului WOMAC pentru pacienții cu diabet controlat și complicat și care nu au prezentat infecții periprotetice este de 45 preoperator, 66 la 3 luni și 75 la 12 luni.

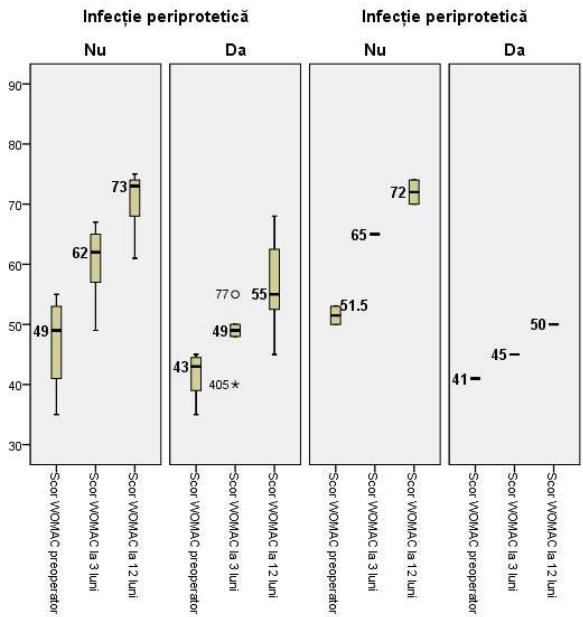


Fig. 10 Distribuția pacienților obezi și care prezintă diabet controlat și complicat în funcție de infecțiile periprotetice

Pacienții obezi și care prezintă diabet controlat și complicat au prezentat și infecții periprotetice. Evoluția scorului WOMAC pentru pacienții cu diabet controlat și complicat și care au prezentat infecții periprotetice este de 41 preoperator, 45 la 3 luni și 50 la 12 luni.

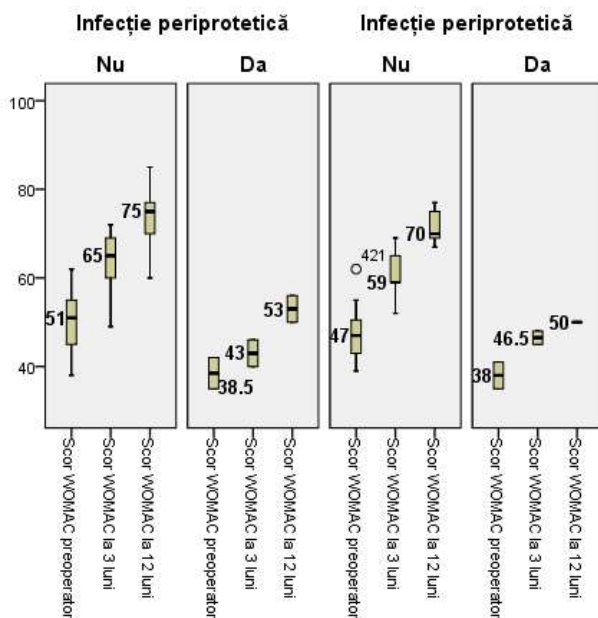


Fig. 11 Distribuția pacienților supraponderali și care prezintă diabet necontrolat în funcție de infecțiile periprotetice

Pacienții supraponderali și care prezintă diabet necontrolat au prezentat și infecții periprotetice. Evoluția scorului WOMAC pentru pacienții cu diabet necontrolat și care au prezentat infecții periprotetice este de 38 preoperator, 46,5 la 3 luni și 50 la 12 luni.

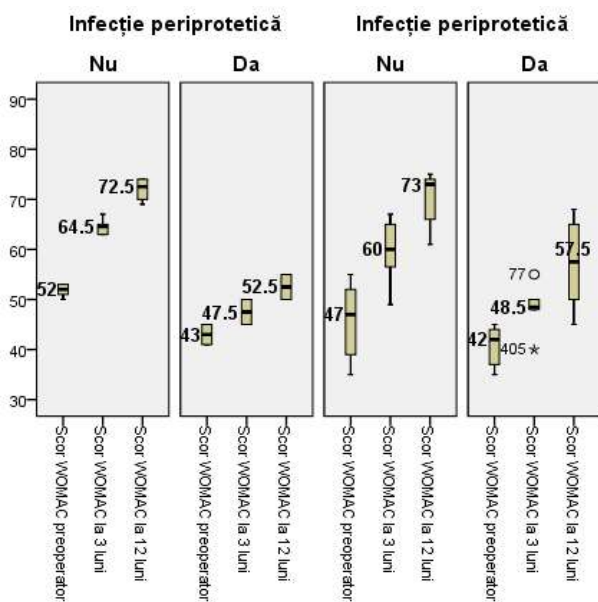


Fig. 12 Distribuția pacienților obezi și care prezintă diabet necontrolat în funcție de infecțiile periprotetice

Categoria pacienților obezi și care prezintă diabet necontrolat au prezentat și infecții periprotetice. Evoluția scorului WOMAC pentru pacienții cu diabet necontrolat și care au prezentat infecții periprotetice este de 42 preoperator, 48,5 la 3 luni și 57,5 la 12 luni.

- **Evoluția scorului WOMAC în funcție de BMI**

Pentru a investiga evoluția scorului WOMAC în funcție de BMI s-a utilizat testul ANOVA cu măsurători repetate. Testul Mauchly a evidențiat că există diferențe semnificative statistic atât la nivelul BMI, WOMAC dar și în evoluția BMI x WOMAC. Astfel, pentru BMI, testul Mauchly a avut valoarea 0,97, $p=0,03$, pentru WOMAC, a avut valoarea 0,21, $p=0,001$ și pentru WOMAC x BMI a avut valoarea 0,04, $p=0,001$.

Diferențele la nivelul BMI au fost următoarele:

- Normoponderal vs. supraponderal ($p=0,001$, 77,55 vs. 66,57);
- Supraponderal vs. obez ($p=0,001$, 66,57 vs. 92,17);
- Normoponderal vs. obez ($p=0,001$, 77,55 vs. 92,17).

Diferențele la nivelul WOMAC au fost următoarele:

- WOMAC debut vs. WOMAC 3 luni ($p=0,001$, 68,11 vs. 80,34);
- WOMAC 3 luni vs. WOMAC 12 luni ($p=0,001$, 80,34 vs. 87,84);
- WOMAC debut vs. WOMAC la 12 luni ($p=0,001$, 68,11 vs. 87,84).

Scorul mediu ANOVA variază semnificativ în funcție de BMI, respectiv scorul WOMAC la 12 luni atinge cel mai înalt punct pentru toate tipurile de BMI.

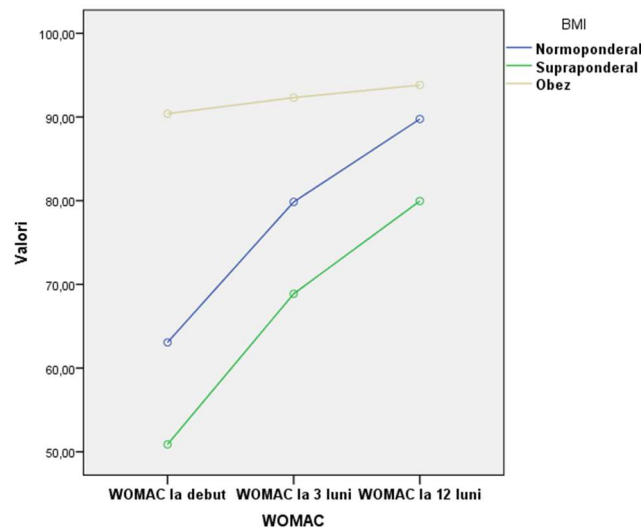


Fig. 13 Evoluția WOMAC în funcție de BMI-ul pacienților

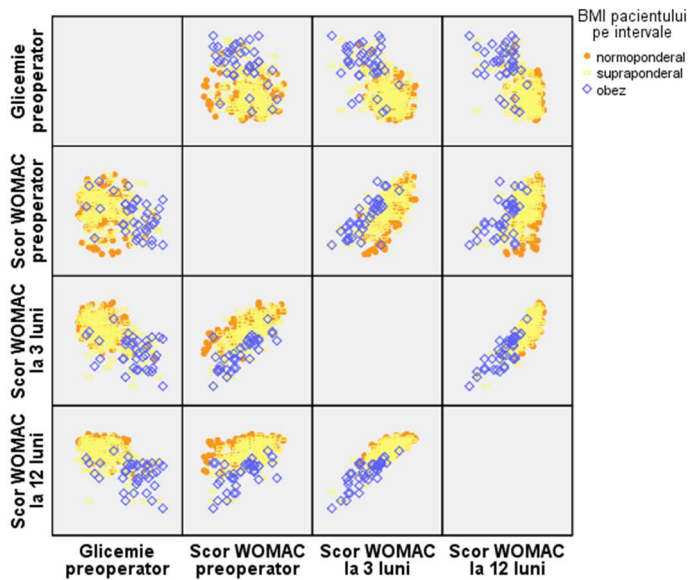


Fig. 14 Distribuția glicemiei pacienților în funcție de BMI și scorul WOMAC

Ilustrează evoluția glicemiei pacienților în funcție de BMI și WOMAC. Astfel, se poate observa că nivelul crescut al glicemiei în punctele de timp ale scorului WOMAC au fost ale pacienților obezi.

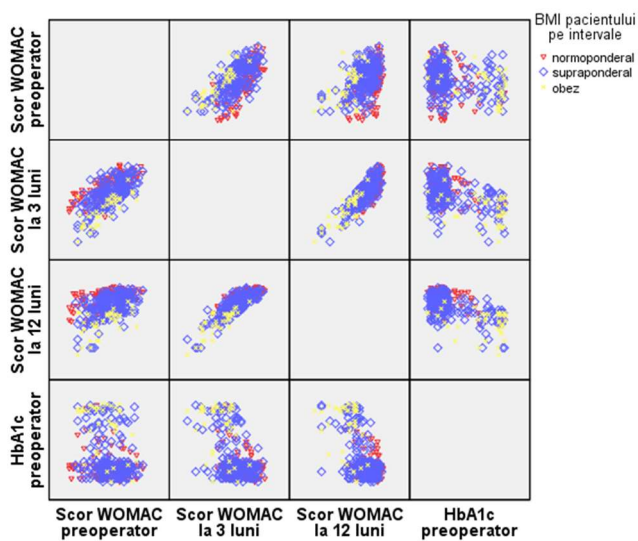


Fig. 15 Distribuția hemoglobinei glicate a pacienților în funcție de BMI și scorul WOMAC

Ilustrează evoluția hemoglobinei glicate a pacienților în funcție de BMI și WOMAC. Astfel, se poate observa că nivelul crescut al hemoglobinei glicate în punctele de timp ale scorului WOMAC au fost ale pacienților supraponderali și obezi.

3.1.4 Discuții

Evaluarea riscurilor perioperatorii este un standard în cadrul procedurilor de artroplastie. Expunerea atentă a riscurilor față de pacient este esențială pentru comunicarea medic-pacient. Artroplastia totală de genunchi nu este o intervenție lipsită de riscuri, acestea pot fi de la cele mai mici (o mică dehiscență a plăgii) până la complicații cu impact funcțional major precum infecțiile periprotetice.

Având în vedere că incidența gonartrozei crește de la an la an iar cea a diabetului atinge cote alarmante, asocierea celor două este inevitabilă. Diabetul singur este asociat cu o serie de complicații importante pentru pacient. În momentul în care un pacient diabetic este propus pentru artroplastie, riscurile mult mai mari decât la un non-diabetic trebuie înțelese pe deplin de către pacient. În cadrul acestei discuții, de cele mai multe ori intervine și un IMC crescut, un alt factor de risc asociat.

Cel mai frecvent, acești pacienți sunt sfătuiți de către medicii ortopezi curanți să urmeze regim igienodietetic pentru scăderea în greutate alături de încercarea de a controla diabetul și ulterior să se îndrepte către o artroplastie de genunchi. În momentul în care se oferă o astfel de indicație, trebuie luat în calcul faptul că IMC-ul mărit alături de diabetul necontrolat sunt rezultatul a multor ani de neglijență iar eventualele încercări de a modifica greutatea sau nivelul hemoglobinei glicate vor eșua în cele mai multe cazuri. Pacientul va reveni pentru artroplastie

cu un nivel al hemoglobinei glicate peste normal, cu IMC nemodificat față de ultima vizită, dar cu o gonartroză ce a avansat datorită trecerii timpului, ceea ce va duce la o eventuală artroplastie cu risc de complicații mai mari decât inițial.

Este ideal ca acești factori de risc modificabili să fie ținuti sub control prin consulturi multiple și atente efectuate de către pacienți la medicii lor diabetologi. Nu trebuie omis însă faptul că, uneori, acest lucru este imposibil de realizat la un nivel optim. Un pacient vârstnic, cu IMC mare și diabet necontrolat, în cel mai bun caz, după o perioadă medie de timp, va reuși un control moderat al diabetului și lipsa apariției complicațiilor acestuia.

Adaptarea tehnicilor chirurgicale și a îngrijirilor perioperatorii alături de asumarea potențialelor riscuri, atât de către medicul curant, cât și de către pacient în asemenea cazuri, reprezintă conduita optimă.

3.1.5 Concluzii

Diagnosticul precoce și tratamentul corect al diabetului zaharat sunt esențiale pentru rezultate postoperatorii optime, după artroplastia totală de genunchi. De asemenea, rezultatele funcționale postoperatorii imediate sunt influențate și de controlul glicemic. Modalitățile optime de control preoperator a nivelului glicemic sunt necesare pentru a menține un nivel ridicat al rezultatelor funcționale, cât și pentru a limita ratele complicațiilor.

Rezultatele funcționale analizate folosind scorul WOMAC au evidențiat valori scăzute la 3 luni postoperator pentru pacienții supraponderali și obezi comparativ cu cei normoponderali, dar la 12 luni au evidențiat o îmbunătățire semnificativă a funcționalității. Creșterea scorurilor rămâne importantă comparativ cu nivelul preoperator pentru acești pacienți.

Infecțiile periprotetice au survenit cu precădere la pacienții supraponderali și obezi, evident asociate cu nivelul glicemic crescut și al hemoglobinei glicate crescute.

Scorul WOMAC a fost scăzut la toate categoriile de pacienți cu infecție periprotetică indiferent de statusul diabetului. Pacienții supraponderali și obezi cu infecție periprotetică au avut un nivel semnificativ mai ridicat al hemoglobinei glicate.

Se poate afirma ca incidența infecțiilor periprotetice a fost preponderent mai mare la pacienții supraponderali și obezi care au asociat diabet indiferent de status, dar îmbunătățirile funcționale ale acestor pacienți sunt remarcabile față de nivelul preoperator.

Acești factori de risc preoperatorii, modificabili, devin din ce în ce mai frecvenți. Pacientul obez, cu diabet sub diverse forme și cu gonartroză este o realitate curentă a vremurilor și nu poate fi ignorat. Decizia de a opera sau nu un astfel de pacient nu trebuie luată punând pe

primul plan potențialele complicații ce pot surveni postoperator, potențialul unei eventuale artroplastii de a îmbunătăți calitatea vieții și funcționalitatea bolnavului sunt pe primul plan și ar trebui să dicteze decizia de operabilitate.

Îmbunătățirea tehnicilor chirurgicale, folosirea unor tehnici particulare de îngrijire perioperatorie specifice unui pacient obez și diabetic trebuie luate în calcul pentru a minimiza riscul de apariție a unei eventuale infecții periprotetice.

Pacientul diabetic, supraponderal, sau obez cu gonartroză va reprezenta în viitor o pondere importantă din totalul pacienților cu gonartroză, adaptarea abordării chirurgicale a acestor pacienți pentru a scădea ratele de infecție periprotetică fiind principala soluție ce poate fi aplicată. Încercarea de modifica stilul de viață și comportamentul alimentar al unui supraponderal sau obez și diabetic eșuează de cele mai multe ori pentru medicii diabetologi ai acestora, ceea ce va duce la o avansare a gonartrozei, rezultând o artroplastie grefată de un potențial al complicațiilor mult mai mare.

3.2 Studiu privind evaluarea radiologică preoperatorie și postoperatorie corectă din cadrul artroplastiei totale de genunchi

3.2.1 Introducere

Artroplastia totală de genunchi (PTG) este o procedură tot mai frecventă, numărul de proceduri efectuate în ultimele două decenii crescând cu 162% [21]. Se estimează că numărul reviziilor va crește cu 600% între 2005 și 2030 [22]. Deși au fost raportate rezultate funcționale excelente și ratele de supraviețuire pe termen lung au crescut, infecțiile, instabilitatea, uzura, osteoliza, slăbirea mecanică și fractura periprotetică sunt cauze comune ale reviziei PTG [23]. Planificarea preoperatorie este esențială pentru optimizarea poziției implantului și echilibrarea țesuturilor moi, ceea ce va reduce la minim probabilitatea apariției ulterioare a complicațiilor PTG și va îmbunătăți rezultatul chirurgical [24].

3.2.2 Materiale și metode

Acest studiu de tip review a fost efectuat conform ghidurilor PRISMA („The preferred reporting items for systematic reviews and meta-analysis”). Cu ajutorul motorului de Căutare MEDLINE au fost identificate, inițial, 85 de lucrări. Cuvintele cheie folosite au fost legate de poziționarea radiologică, analiza radiologică, reperele radiologice, analiza computer tomografică, evaluarea axelor toate în cadrul artroplastiei totale de genunchi. După identificarea duplicatelor și eliminarea articolelor irelevante, un număr final de 68 de lucrări au stat la baza acestui studiu de tip review.

3.2.3 Discuții

Evaluarea radiologică corectă preoperatorie s-a dovedit a fi un pas crucial în pregătirea pacientului pentru PTG. Deși „instrumentele” de evaluare există, iar informațiile furnizate sunt esențiale, variabilitatea mare a anatomiei locale de la pacient la pacient combinată cu imposibilitatea de evaluare obiectivă a statusului ligamentar preoperator face ca, uneori, poziționarea intraoperatorie a componentelor protetice să fie una defectuoasă.

Exemplul cel mai bun este un pacient cu o gonartroză moderată, fără devieri importante de ax, cu o mobilitate preoperatorie fără limitări severe, pentru care se intervine chirurgical și se practică artroplastie totală de genunchi, operație ce decurge fără complicații intraoperatorii sau imediat postoperatorii. La analiza radiologică postoperatorie, nu se evidențiază malpoziționări sau nu se suspicionează malrotări ale componentelor, concluzia fiind că poziționarea componentelor este optimă în toate planurile. Deși evoluția postoperatorie este favorabilă iar analiza radiologică este optimă, pacientul acuză durere ce nu poate fi obiectivată, situată în diverse compartimente, sau lipsa mobilității ce nu își găsește răspunsul în analiza radiologică.

Analiza roentgenografică sagitală și axială pentru planificarea preoperatorie și după PTG sunt pași importanți, care au însă o limită: sunt bidimensionale. Doar atunci când evaluarea 3D a întregului membru inferior va deveni fezabilă în mod obișnuit, va fi posibilă înțelegerea evaluării rotaționale a componentelor, a poziției combinate a componentelor sub sarcină și a relațiilor cinematice dintre componente și osul subiacent [25,26].

3.2.4 Concluzii și direcții de perspectivă

Funcția și supraviețuirea PTG sunt dependente de o rotație optimă a componentei femurale, dar și a componentei tibiale. Poziționarea componentei femurale și tibiale este bine cunoscută în plan sagital și frontal, însă nu este foarte clară în plan axial. Există un consens că femurul ar trebui să fie poziționat în funcție de axa trans epicondiliană, dar metodele prin care acest aspect ar fi posibil nu sunt optime. Combinația diferitelor tehnici și utilizarea mai multor repere ar putea fi o soluție. Rotația componentei tibiale rămâne un subiect deschis, majoritatea studiilor sugerează ca reper optim, un punct situat între jumătatea distanței ligamentului rotulian și 1/3 internă a tuberozității tibiale.

Lipsa de adaptare a analizei radiologice atât în preoperator cât și în postoperator poate fi răspunsul pentru acei pacienți cu rate de satisfacție scăzută. Variabilitatea anatomică locală la unii pacienți, neidentificată la analizarea standard preoperatorie poate duce la un planning defectuos și ulterior la rezultate funcționale slabe.

O direcție de cercetare ce a derivat din acest studiu de tip review a fost necesitatea evaluării preoperatorii și postoperatorii cu ajutorul examenului computer tomograf. Standardul actual de poziționare rotațională a componentei femurale este față de linia trans epicondiliană, reper greu de identificat în planning-ul preoperator standard și intraoperator de către chirurg, precum și în evaluarea radiologică postoperatorie, atât roentgenografică cât și computer tomografică. Înțelegerea mai bună a rotației femurului distal față de întregul membru pelvin este esențială pentru viitoarele direcții atât ale materialelor protetice cât și pentru tehnicile chirurgicale.

În plus, a fost identificat un alt neajuns al analizei preoperatorii radiologice - lipsa de predictibilitate a rezultatelor postoperatorii și a evoluției pe termen lung. Este foarte important să se poată prezice viitorul unui pacient supus unei intervenții de PTG încă din timpul planningului preoperator. Sistemele de inteligență artificială pot furniza o serie de informații cu privire la evoluția pe termen mediu și lung a unui pacient cu o proteză totală de genunchi. Acestea din urmă sunt dependente de volumul de informații introduse pentru analiză.

Analiza radiologică preoperatorie corectă împreună cu standardizarea intervenției chirurgicale duc la o rată de satisfacție a pacienților între 80 și 85%, lăsând un număr important de pacienți fără un răspuns la întrebarea: cum am fi putut obține un rezultat funcțional mai bun? Sau, cum am putea să îmbunătățim întregul proces de protezare a genunchiului pentru creșterea ratelor de satisfacție?

3.3 Studiu pilot asupra posibilității identificării automate în imagistica radiologică a problemelor asociate protezelor de genunchi folosind o rețea bayesiană

3.3.1 Introducere

Rețelele neuronale artificiale „ARTIFICIAL NEURONAL NETWORKING (ANN)” sunt sisteme computerizate care creează conexiuni, fiind asemănătoare celor existente în rețeaua neuronală biologică [27]. Astfel de sisteme sunt programate să învețe pe baza unor exemple, fără a fi programate în prealabil să identifice task-uri specifice [28]. De exemplu, sistemele neuronale artificiale de identificare a imaginilor pot identifica o zonă de osteoliză, care a fost setată în prealabil ca osteoliză, folosind un algoritm da/nu pe alte imagini radiografice. De asemenea, poate efectua acest task fără să aibă capacitatea de înțelegere a ceea ce înseamnă o zonă de osteoliză.

Metodele Bayesiene sunt folosite frecvent în medicină; cu ajutorul lor pot rezulta probabilități ale rezultatelor bazate pe crearea de legături intuitive între variabile [29,30].

În încercarea de a standardiza analiza radiologică și de a crea corelații pertinente între aceasta și rezultatele funcționale, este prezentat un model pilot de rețea neuronală artificială, bazat pe metoda Bayes, conceput pentru analiza automată a radiografiei anteroposterioare de genunchi, în urma artroplastiei totale de genunchi și, mai exact, de analiză a componentei tibiale. Necesitatea unei predictibilități în cadrul analizei radiologice derivă din necesitatea de a înțelege mai bine evoluția particulară a fiecărui pacient în funcție de propriile sale conformații anatomice sau patologii asociate.

3.3.2 Materiale și metode

Studiu prospectiv, efectuat în perioada 1 Ianuarie 2018- 31 Decembrie 2019, în cadrul clinicii de ortopedie și traumatologie a Spitalului Universitar de Urgență București, care a avut avizul comisiei de etică și care a respectat normele internaționale de etică.

Studiul a fost prospectiv și a presupus utilizarea a două cohorte de pacienți. În ambele loturi au fost introduși pacienți cu gonartroze, care urmau să fie supuși intervenției de artroplastie totală de genunchi; artroplastiile au fost efectuate în același centru de către aceeași echipă chirurgicală. Criteriile de includere au fost: pacienți cu vârsta de peste 65 ani, cu gonartroză, ce urmau să fie supuși PTG. Criteriile de excludere au inclus artritele inflamatorii, gonartrozele posttraumatice cu deformități importante, artroplastiile unicompartimentale.

Cele două cohorte de pacienți au fost concepute în urma analizei radiologice, din ziua 0 postoperator, de către o echipă independentă de ortopezi. Au fost analizate radiografiile standard anteroposterioară, radiografia de profil a 30 de pacienți și au rezultat două grupe, respectiv, prima grupă a fost compusă din 12 cazuri considerate de către examinatori „normală” (poziționare și cimentare optimă) (Fig. 16), iar a doua grupă ca fiind „patologică” (poziționarea sau cimentarea defectuoase), a inclus 16 cazuri. 2 pacienți au fost excluși în urma apariției unor complicații postoperatorii. Aceleași grupe de pacienți au fost urmărite la 1 lună, 6 luni și 1 an postoperator. La fiecare vizită a fost efectuat același set de radiografii.



Fig. 16 Imagine preoperatorie și postoperatorie folosită pentru aplicarea analizei informatice

În urma constituirii celor două loturi de pacienți, s-a decis începerea analizei informatice a radiografiilor postoperatorii de la 6 luni și 1 an. Pentru a testa valabilitatea/relevanța analizei automate, s-a decis ca analiza inițială să fie efectuată la nivelul tibiei, pe radiografia de față în încărcare. Au fost stabilite la nivelul componentei tibiale 22 de puncte de control (Fig. 17), acestea fiind corespunzătoare plasamentului protezei și osului tibial subiacent, după cum se evidențiază în desenul schematic, 14 puncte pe conturul protezei și 8 puncte pe tibia (Fig. 17).

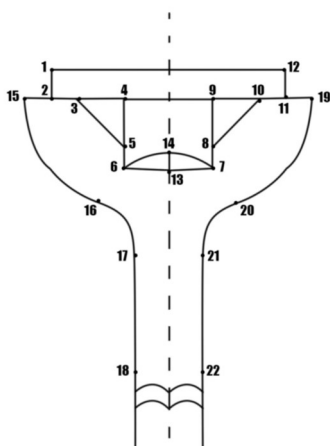


Fig. 17 22 puncte control stabilite pe tibia

Folosind punctele identificate, s-au calculat câteva mărimi geometrice (parametri calculați):

1. Rotația stânga-dreapta a imaginii radiologice, calculată din diferența ariilor asociate triunghiurilor determinate de punctele 3 - 4 - 5 și 8 - 9 - 10 de pe proteză.
2. Rotația sus-jos a vederii radiologice, calculată de aria asociată elipsei, determinată de punctele 6 - 7 - 13 - 14 de pe proteză.
3. Unghiul de decalaj vertical dintre axa protezei (calculată ca bisectoare a unghiului format de laturile 4 - 5 - 6 și 7 - 8 - 9) și axa osului, calculată ca bisectoare a unghiului format de laturile 17 - 18 și 21 - 22.
4. Unghiul de decalaj orizontal dintre baza protezei (2 - 3 - 4 - 9 - 10 - 11) și tăietura osului 15 - 19.
5. Procentul de acoperire în stânga protezei, determinat de partea de cap de os neacoperit de proteza la nivel 15 - 2.
6. Procentul de acoperire în dreapta protezei, determinat de partea de cap de os neacoperit de proteza la nivel 11 - 19.
7. Variația parametrilor calculați anterior între imaginile post-operator 1 lună și 6 luni.

3.3.3 Rezultate

Cel mai important rezultat obținut prin: suma parametrului 1 (rotația stânga-dreapta a vederii radiologice) la 1 și 6 luni, cu un prag de decizie de 0.47, patologic > 0.47) SAU {Diferența parametrului 3 (Unghiul de decalaj vertical dintre axa protezei) la 1 și 6 luni, cu un prag de decizie de 0.75, patologic < 0.75) ȘI Diferența parametrului 4 (Unghiul de decalaj orizontal dintre axa protezei) la 1 și 6 luni, cu un prag de decizie de 1.8, patologic < 1.8 }.

În aceste condiții, decizia normal/patologic identifică corect:

8 perechi de imagini de la pacienți normali (din cele 12);

13 perechi imagini de la pacienți patologici (din cele 16).

Aceasta conduce la următoarele mărimi: acuratețe 75%, senzitivitate 81.25%, specificitate 66.7%.

3.3.4 Discuții

Rețelele neuronale artificiale sunt din ce în ce mai prezente în executarea clasificărilor, crearea de grupuri, recunoașterea de pattern-uri și predicție în numeroase discipline, medicina regăsindu-se printre acestea. Potențialul enorm este reprezentat de viteza, volumul și acuratețea analizei datelor.

Sistemul ce are la baza rețeaua bayesiană poate recunoaște imediat și cu acuratețe deficiențele de poziționare ale componentei protetice tibiale [31].

Astfel, această evaluare se poate integra în context clinic și poate să ofere răspuns la o serie de întrebări în cazul pacienților cu un grad de satisfacție scăzut. De asemenea, poate reprezenta un mod optim de evaluare obiectivă radiologică seriată, cu rezultate superpozabile celor obținute printr-o analiză efectuată prin computer tomograf (CT).

3.3.5 Concluzii

Rețeaua neuronală artificială poate fi o soluție pentru evaluarea radiologică a artroplastiei totale de genunchi și poate îmbunătăți înțelegerea evoluției acesteia.

În vederea utilizării în practică, are nevoie de confirmare în timp, acuratețea acesteia crescând odată cu numărul pacienților introduși în algoritmul de analiză.

Poate oferi răspuns pentru ratele de satisfacție scăzută a anumitor pacienți la care componentele protetice sunt optim poziționate și nu au alte complicații postoperatorii.

Un astfel de model Bayesian poate fi folosit și pentru a înțelege legătura dintre multiplii factori de risc asociați și implicările lor în evoluția artroplastiei. Doar în urma unei astfel de înțelegeri se poate purta o discuție realistă cu un pacient care prezintă multiple comorbidități și urmează a fi protezat, referitor la gradul de satisfacție postoperatorie, evoluția funcțională postoperatorie și supraviețuirea în timp a artroplastiei.

3.4 Evaluarea computer tomografică a artroplastiei totale de genunchi. Identificarea unui nou reper anatomic privind evaluarea poziționării componentelor protetice

3.4.1 Introducere

Rotația componentei femurale este unul dintre cele mai controversate subiecte din cadrul protezării totale a genunchiului. Începând cu evaluarea preoperatorie, necesară pentru stabilirea rotației condililor femurali în raport cu șoldul și genunchiul, urmată de decizia intraoperatorie de poziționare a componentei femurale într-o ușoară rotație externă față de axa trans epicondiliană, și până la evaluarea postoperatorie a rotației, toate acestea sunt supuse unor controverse de analiză și decizie ce pot reprezenta un alt factor de eroare în evoluția postoperatorie a pacientului.

Gold-standardul actual constă într-o poziționare în 3 grade de rotație externă a componentei femurale față de axa epicondiliană, având ca reper tangenta la condilii posteriori, gest chirurgical care va plasa femurul într-o ușoară rotație externă, minimizând astfel eventualele complicații legate de mișcarea femuro patelară, femuro tibială și de supraviețuire în timp a artroplastiei.

Scopul acestui studiu a fost să evalueze rotația componentelor protetice în cadrul lotului de pacienți cu metodele validate prin studii și găsirea unor alternative pentru a evalua rotația componentei femurale.

Studiul s-a concentrat pe compararea evaluării standard a rotației componentei femurale realizată cu ajutorul unghiului condilian posterior (PCA) cu un nou reper care utilizează linia aspera femurală, iar pentru evaluarea rotațională a componentei tibiale s-a folosit linia Akagi.

3.4.2 Materiale și metode

Au fost incluși treizeci și patru de pacienți cu gonartroză, propuși pentru artroplastie totală de genunchi. Toți pacienții analizați au fost din cadrul clinicii de ortopedie și traumatologie a Spitalului Universitar de Urgență București, în perioada 1 Ianuarie 2018- 31 Decembrie 2019. Studiul a avut aprobarea comisiei de etică a spitalului, respectând normele internaționale de etică a cercetării.

Următoarele unghiuri au fost măsurate cu ajutorul computer tomografiei: unghiul dintre o tangentă la condilii posteriori și axa transepicondilară chirurgicală (TEA chirurgicală), denumită unghiul condilar posterior (PCA) (Fig. 18), unghiul dintre o tangentă la condilii posteriori și axul componentei tibiale (linia Akagi) (Fig. 18) pentru evaluarea rotațională a

componentei tibiale. Unghiul condilar posterior a fost comparat cu un nou reper (Fig. 18) măsurat preoperator și postoperator, după cum urmează: 15 centimetri proximal de linia articulară, este identificată și circumscrisă într-un cerc linia aspera, diafiza femurală este, de asemenea, circumscrisă într-un cerc, iar centrul celor două cercuri descrie o linie, iar unghiul dintre această linie denumită linia aspera (AL) și o tangentă la condilii posteriori a fost denumită unghiul aspera condilian (ACS) preoperator și postoperator.

Tipul studiului a fost analitic-observațional de cohortă-prospectiv. Statistica aplicată a constat în analiza datelor folosind frecvența și procentul pentru variabilele calitative și media și abaterea standard pentru variabilele cantitative. De asemenea, s-a folosit testul ANOVA cu măsurători repetate în vederea comparării diferitelor variabile, precum și testul Pearson pentru verificarea corelației dintre variabile.

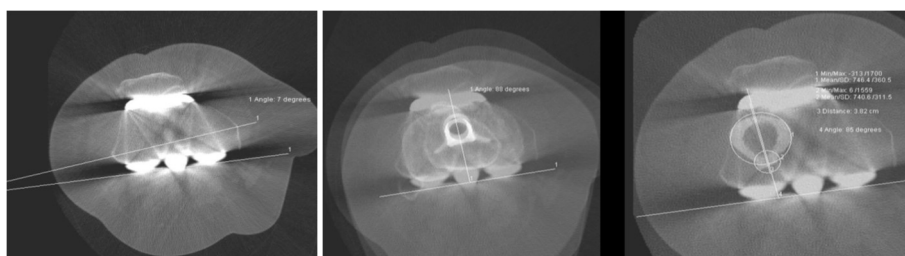


Fig. 18 Imaginea din stânga: unghiul condilar posterior. Imaginea centru: linia Akagi.
Imaginea dreapta: reperul nou propus

3.4.3 Rezultate

În urma analizei statistice s-au obținut următoarele rezultate:

Tabel 1. Valorile medii ale reperului nou în fazele preoperator și postoperator și PCA

	Reper nou preoperator	Reper nou postoperator	PCA
Nr			
Date valide	35	35	35
Date lipsă	0	0	0
Medie	89.3400	93.1309	3.1034
Abatere standard	12.28395	12.37648	1.70943

Valorile medii ale variabilelor cantitative sunt:

- Valoarea medie a reperului nou preoperator este 89.34 (12.28);
- Valoarea medie a reperului nou postoperator este 93,13 (12.37);
- Valoarea medie a PCA este 3.10 (1.70).

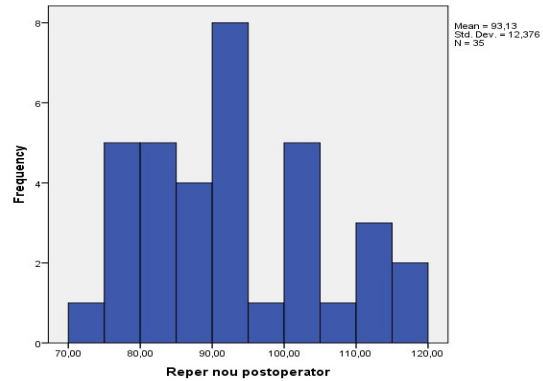
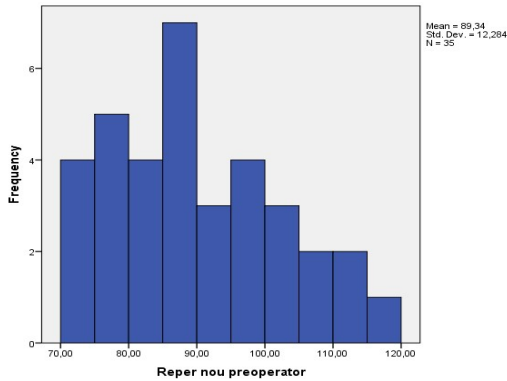


Fig. 19 Distribuția reperului nou preoperator

Fig. 20 Distribuția reperului nou postoperator

Tabel 2. Corelațiile dintre reperatele noi preoperator și postoperator și PCA

		Reper nou preoperator	Reper nou postoperator	PCA
Reper nou preoperator	Corelația Pearson	1	.982**	-.274
	p		.000	.111
	Nr	35	35	35
Reper nou postoperator	Corelația Pearson	.982**	1	-.218
	p	.000		.209
	Nr	35	35	35
PCA	Corelația Pearson	-.274	-.218	1
	p	.111	.209	
	Nr	35	35	35

Utilizând testul Pearson, există o corelație semnificativă statistic și puternică între reperul nou preoperator și reperul nou postoperator ($r=0,98$, $p=0,001$). Nu s-a înregistrat nicio corelație semnificativă statistic cu PCA.

Aplicând testul Anova cu măsurători repetate s-a concluzionat că există o diferențiere semnificativă statistic în evoluția reperului nou în faza preoperatorie și faza postoperatorie ($p=0,001$, 89,34 vs. 93,13).

3.4.4 Discuții

Stabilirea rotației adecvate a componentei femurale este unanim acceptată ca fiind un punct important de realizat în cadrul artroplastiei totale de genunchi. Așa cum a fost subliniat de către Mochizuki cu mai bine de 30 de ani în urmă, poziționarea rotațională corectă este într-o ușoară rotație externă [32].

Multiple complicații pot deriva din rotația internă femurală, precum înclinarea rotuliană laterală, subluxarea sau luxarea rotuliană, durerea la mobilizare și ratele de supraviețuire scăzute [33].

Plecând de la faptul că cei doi epicondili femurali necesari pentru trasarea axei trans epicondiliene pentru măsurarea rotației componentei femurale sunt greu identificabili atât în stadiu preoperator, dar mai ales după implantarea protetică, datorită artefactelor metalice, am căutat și identificat un alt reper anatomic, nemodificabil pentru evaluarea rotațională specifică fiecărui pacient.

3.4.5 Concluzii

În urma efectuării analizei computer tomografice la primii pacienți introduși în studiu, s-a ajuns la o concluzie inițială, și anume că evaluarea rotației componentei femurale trebuie să se realizeze după linia transepicondiliană, linie care este dificil de identificat corect pe CT, chiar și cu programe de eliminare a artefactelor.

Linia aspera s-a dovedit a fi un reper anatomic fiabil și util pentru măsurarea poziționării rotaționale a componentei femurale în cadrul artroplastiei totale de genunchi datorită poziției sale constante și deoarece identificarea sa nu este obstrucționată de artefacte metalice.

Acest nou reper poate fi folosit la același pacient în faza preoperatorie și postoperatorie, utilizând examinarea CT. Totuși, nu s-a putut identifica o corelație cu evaluările consacrate între valorile obținute în urma măsurătorilor, corelație posibilă doar în cadrul unor studii mult mai ample, cu loturi mai mari de pacienți.

S-a propus utilizarea acestui reper pentru analiza radiologică a artroplastiei totale de genunchi în cazul pacienților, în care din cauza unor deformări de ax sau deficite de stoc osos importante, se efectuează examinarea CT preoperatorie, urmată de analiza CT postoperatorie.

Variabilitatea mare a liniei aspre față de condiliile posterioare în evaluarea preoperatorie evidențiază complexitatea rotațională a genunchiului și necesitatea cunoașterii aprofundate a cinematecii acestuia în raport cu întregul membru pelvin.

3.5 Proiectarea unui senzor de presiune integrat în spacer block-ul de probă în vederea facilitării echilibrului ligamentar din cadrul artroplastiei totale de genunchi

3.5.1 Introducere

Scopul acestui studiu este evaluarea integrării unor senzori de presiune la nivelul unui spațiator (Spacer block), astfel încât să apară o convergență între tehnologia oferită de senzori, achiziția de date în timp real și deciziile bazate pe dovezi, pentru a îmbunătăți atât rezultatele funcționale post artroplastie totală de genunchi, cât și cele economice din cadrul global al unei artroplastii.

Lipsa de echilibrare a părților moi și poziționarea incorectă a componentelor protetice pot duce la redoare postoperatorie, durere, mobilitate scăzută și instabilitate articulară [34,35].

Spațiatorul cu senzori integrați permite chirurgului să cuantifice echilibrarea părților moi, să aleagă componente protetice potrivite în timp real, bazându-se pe decizii dictate de dovezi medicale, atât în cadrul artroplastiei primare, cât și în cea de revizie. Acest dispozitiv inteligent transmite date într-o manieră wireless pe un monitor, astfel încât chirurgul să poziționeze implantul corect, raportat la o echilibrare ligamentară optimă pe tot parcursul unui arc de mișcare.

3.5.2 Design propriu

Pentru evaluarea laxității ligamentare sau a reechilibrării ligamentare din timpul intervenției de protezare a genunchiului, am imaginat un spațiator („spacer block”) cu senzori de presiune integrați. Am avut drept exemplu spațiatorul de plastic folosit în mod curent în timpul verificării spațiului de extensie și flexie, manevră efectuată în cadrul tehnicii „extension gap technique”, la finalul căreia spațiul de extensie este egal cu cel de flexie.

Spacer-ul va avea formă anatomică, mimând forma platoului tibial, dar și a componentei tibiale finale, pentru a putea crește acuratețea măsurărilor.

Rezultatele afișate vor evidenția presiunea din compartimentul intern și extern, dar și din cel anterior și cel posterior.

Legătura dintre senzorii de presiune integrați în spațiator și evaluatorul extern va fi prin bluetooth sau prin cablu de date cu un chirurgical, asemănător cablurilor preexistente în chirurgie, sterilizabil.

Se va păstra design-ul inițial în ceea ce privește posibilitatea de conectare a unui ghid extramedular la acesta, pentru verificarea dezaxării în varus sau valgus.

Senzorii de presiune vor fi integrați în spațiator astfel încât să nu fie influențați de sterilizare și nici integritatea lor să nu fie afectată, reutilizarea acestui spațiator fiind o necesitate din punct de vedere economic.

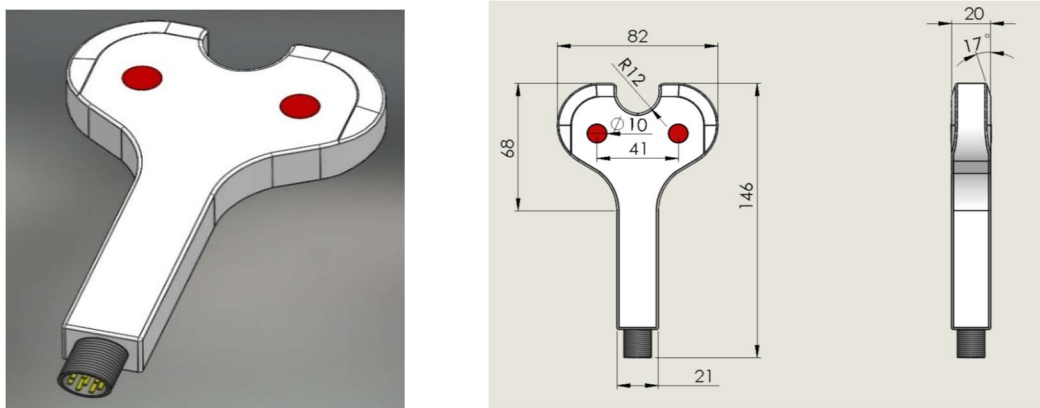


Fig. 21 Caracteristici tehnice ale spațiatorului de măsurare a tensiunilor

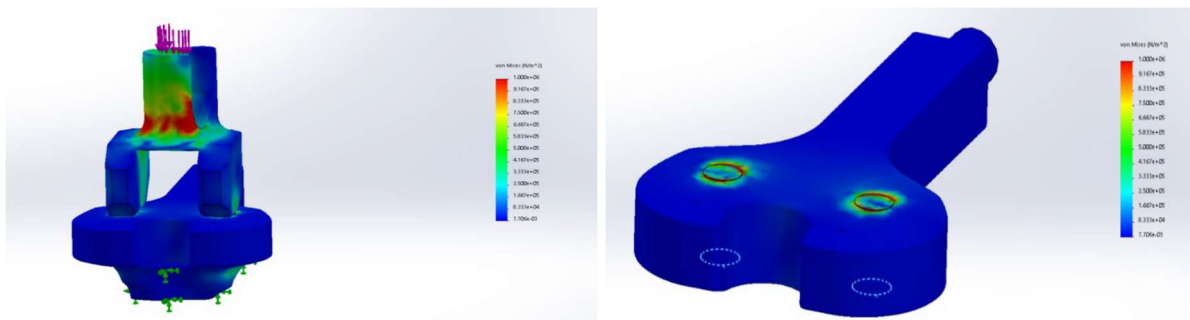


Fig. 22 Exemplificarea captării presionale de către spațiator la solicitarea femurului pentru a testa sensibilitatea

3.5.3 Discuții și concluzii privind simularea matematică

Se poate observa că la decalaje mai mari de 0,2 mm între planurile celor două suprafețe, înregistrările de presiune devin sesizabil diferite, fapt ce poate constitui un indiciu asupra necesității de corecție. Senzorii amplasați pe partea cu suprafețele decalate înregistrează presiuni distincte, a căror diferență devine din ce în ce mai mare, pe măsură ce distanța între planuri crește.

Se observă o plafonare a presiunii înregistrate, după valoarea de 0.8 mm, fapt datorat separării totale a suprafeței femurului de senzorul de presiune. Întreaga solicitare se transmite, în acest caz, prin suprafața opusă acesteia, fiind înregistrată numai la unul dintre senzori.

Senzorii amplasați pe partea dinspre tibie sesizează, de asemenea, decalajul între cele două suprafețe ale femurului, dar în mod atenuat, fapt datorat distribuirii sarcinii transmise prin șasiul dispozitivului. Pe această suprafață, decalarea celor două suprafețe este decelabilă doar la diferențe de cotă mai mari ca 0.5.

Prin coroborarea înregistrărilor de presiune, se poate identifica suprafața prelucrată incorect, mai concret, se poate determina dacă este vorba de un decalaj între cele două planuri ale suprafețelor prelucrate în femur sau dacă este vorba de un unghi de necoplanaritate în cazul tibiei. Acest aspect nu poate fi determinat cu dispozitivele mecanice clasice.

3.5.4 Discuții

Dezvoltarea microelectronicii integrate și a senzorilor de presiune ce pot fi folosiți în cadrul artroplastiei, permit medicilor posibilitatea evaluării și a acționării pe date în timp real privind poziția implantului, rotația, alinierea și echilibrul țesuturilor moi în cursul unei raze complete de mișcare.

Într-un studiu multicentric care a inclus 129 de pacienți supuși intervenției de artroplastie totală de genunchi, intervenție augmentată de folosirea unor senzori intraoperator pentru reechilibrarea ligamentară, s-a concluzionat ca datele obiective primite de către chirurg în timpul intervenției au oferit posibilitatea de a acționa ținut asupra dezechilibrelor ligamentare, astfel îmbunătățind tehnica operatorie și limitând eventualele complicații ce ar fi putut rezulta dintr-o intervenție excesivă asupra ligamentelor colaterale [36].

Într-un alt studiu similar care a inclus 84 de pacienți, folosirea senzorilor de presiune a dus la reechilibrarea ligamentară consecutivă în 94% din cazuri. Cu ajutorul senzorilor de presiune, chirurgul a reușit să minimizeze complicațiile legate de echilibrarea ligamentară [37].

3.5.5 Concluzii

Reechilibrarea ligamentară din cadrul artroplastiei de genunchi este pasul cel mai important de efectuat corect pentru a obține rezultate bune imediate și pe termen lung. Această echilibrare a părților moi este efectuată de cele mai multe ori subiectiv. Introducerea în cursul artroplastiei a unor dispozitive cu senzori de presiune integrați pentru a facilita echilibrarea părților moi a dus la obiectivarea gesturilor chirurgicale din cadrul acestui pas crucial cu îmbunătățirea rezultatelor și scăderea complicațiilor.

Este necesară găsirea unei modalități eficiente, reproductibilă și la costuri acceptabile pentru a transforma aceasta tehnică în una curentă. Propunerea de spațiator cu senzori de presiune integrați poate îndeplini cerințele mai sus menționate.

Echilibrarea ligamentară din cadrul artroplastiei de genunchi nu ar trebui să mai fie subiectivă. Obiectivarea acestei manevre care utilizează tehnologie ce augmentează artroplastia trebuie să devină un standard de lucru.

3.6 Direcții viitoare privind îmbunătățirea rezultatelor funcționale post artroplastie totală de genunchi

Tot în partea specială am abordat câteva subiecte controversate referitoare la anumite tehnici din cadrul artroplastiei de genunchi. Am considerat ca fiind cele mai reprezentative: importanța ligamentului încrucișat posterior, rolul componentei tibiale necimentate, genunchiul cu pivot medial, alinierea mecanică în cadrul artroplastiei, protezarea rotulei și, în final, artroplastia asistată robotic. La fiecare dintre aceste subcapitole am prezentat opinii pro și contra, răspunsul pentru abordarea chirurgicală optimă nefiind încă unanim acceptat.

Genunchiul stabilizat medial ce restabilește mișcarea de rotație naturală și crește stabilitatea implantului antero-posterior evitând instabilitatea rezultată în urma unei artroplastii convenționale poate reprezenta o soluție pentru îmbunătățirea rezultatelor. Chirurgia asistată robotic limitează erorile intraoperatorii și duce la rate de satisfacție crescute, accesibilitatea scăzută împreună cu costul ridicat depășind momentan eventualele beneficii.

3.7 Cum să ne ferim de potențiale complicații și să ieșim din impas în timpul operației de artroplastie totală de genunchi

Capitolul final abordează câteva dintre potențialele complicații ce pot surveni intraoperator și prezintă soluții pentru rezolvarea acestora. Deși par a fi elemente mult mai puțin importante comparativ cu poziționarea rotațională a componentelor sau echilibrarea părților moi, acestea din urmă pot fi sursa unor potențiale complicații cu efecte devastatoare asupra rezultatelor funcționale post artroplastie totală de genunchi.

4. Contribuții personale

Primul capitol din partea specială reprezintă un studiu ce evaluează implicațiile unor factori de risc modificabili precum obezitatea sau glicemia asupra complicațiilor postoperatorii și asupra rezultatelor funcționale. Indicele de masă corporală crescut alături de glicemii și nivele ale hemoglobinei glicate crescute sunt factori de risc pentru apariția infecțiilor

periprotetice și pentru scorurile funcționale scăzute. Beneficiile artroplastiei de genunchi pentru un pacient cu IMC peste normal sau cu diabet, indiferent de status, sunt evidente, fiind scoruri funcționale mult îmbunătățite la 12 luni postoperator.

Analiza unui lot important de pacienți supuși artroplastiei de genunchi evidențiază că deși uneori asocierea unor factori de risc chiar și modificabili poate duce la apariția unor complicații, potențialele beneficii pentru pacient depășesc riscurile chirurgicale.

Următorul capitol este un review exhaustiv cu privire la evaluarea radiologică preoperatorie și postoperatorie. Aceasta reprezintă fundamentul unei PTG, evaluarea preoperatorie corectă fiind necesară pentru îmbunătățirea rezultatelor atât pentru chirurg cât și pentru pacient. Evaluarea preoperatorie trebuie efectuată cât mai atent și cât mai meticulos, astfel încât toți pașii din timpul actului chirurgical să fie acoperiți. Evaluarea postoperatorie este la fel de importantă, evaluarea corectă a rezultatelor PTG este esențială în evoluția proprie a chirurgului, dar mai ales în prezicerea evoluției pacientului. Acest review oferă informații utile referitoare la poziționarea pacientului, multiplele opțiuni de incidențe în funcție de patologia investigată și date importante referitoare la analiza corectă post artroplastie totală de genunchi.

Evaluarea radiologică efectuată defectuos reprezintă un prim factor de eroare în cadrul artroplastiei, lipsa de informații corecte în faza preoperatorie poate duce la eșec chirurgical. Lipsa unei evaluări radiologice postoperatorii adecvate va duce la imposibilitatea de a cuantifica corect succesul artroplastiei, dar și la omiterea unor potențiale complicații ce ar putea fi răspunsul pentru ratele scăzute de satisfacție din partea pacienților, sau pentru prezența unor dureri persistente. Un alt aspect important ce merită menționat este faptul că literatura de specialitate susține în mod unanim faptul că planning-ul preoperator corect efectuat va duce la timpi operatori buni, rate de complicații intraoperatorii scăzute, rate de complicații postoperatorii scăzute, optimizarea poziționării componentelor, dar și rate de satisfacție crescute din partea pacienților. Contribuția personală în ceea ce privește acest capitol constă în prezentarea tuturor informațiilor necesare unei evaluări radiologice preoperatorii și postoperatorii corecte din cadrul artroplastiei totale de genunchi.

Cu ajutorul unei rețele neuronale artificiale, bazată pe o rețea Bayes, am pus bazele unui sistem de identificare automată a corectitudinii poziționării componentei tibiale în cadrul artroplastiei totale de genunchi. Nevoia de a standardiza evaluarea radiologică postoperatorie pentru a crea predicții referitoare la evoluția postoperatorie, dar și pentru a găsi corelații ale unor evoluții nefavorabile cu patologii asociate, a stat la baza acestui subcapitol. Utilizarea inteligenței artificiale în cadrul diagnosticului dar și a evaluărilor periodice s-a dovedit eficientă

în multe domenii medicale, în ortopedie este momentan într-un stadiu incipient, dar un număr din ce în ce mai mare de pacienți și nevoia de standardizare a procedurilor chirurgicale vor duce la apariția unor astfel de sisteme.

Poziționarea corectă protetică în cadrul artroplastiei de genunchi este probabil cel mai dezbătut subiect. În prezent, artroplastia totală de genunchi se realizează folosind tehnica rezecției măsurate („measured resection technique”) sau tehnica „tension gap” (spațiu de extensie egal cu cel de flexie). Ambele s-au dovedit a fi eficiente în ceea ce privește poziționarea corectă a componentelor, dar și din punct de vedere al rezultatelor funcționale postoperatorii. Poziționarea corectă din punct de vedere rotațional în cazul ambelor tehnici rămâne un subiect incomplet elucidat, existând un număr considerabil de pacienți, la care, deși nu sunt raportate incidente intraoperatorii de poziționare, rezultatul final nu este unul excelent. La acești pacienți există adesea nevoia unei evaluări radiologice postoperatorii amănunțite pentru a putea corela diverse simptome cu malpoziționările.

Evaluarea rotațională a componentelor protetice se realizează cu ajutorul computer tomografului folosind protocoalele menționate în cadrul acestei teze. Chiar și cu cele mai bune software-uri de minimizare a artefactelor metalice, anumite repere anatomice nu pot fi vizualizate corect. A fost identificată o problemă majoră în evaluarea computer tomografică postoperatorie a rotației componentei femurale, ce a dus la necesitatea folosirii unui nou reper, constant, anatomic, pentru o mai bună evaluare. Folosirea inovativă a liniei aspre ca reper anatomic constant pentru evaluarea rotațională s-a dovedit a fi eficientă.

Unul dintre principalii factorii de eroare din cadrul acestei intervenții rămâne echilibrarea ligamentară insuficientă sau neconcordantă cu poziționarea componentelor protetice. Pentru o perioadă lungă de timp, modalitatea de a obține această manevră chirurgicală s-a efectuat cu ajutorul unui „laminar spreader”, dispozitiv introdus în spațiul de extensie și cel de flexie, cu ajutorul căruia se putea verifica tensiunea ligamentară, fiind o verificare manuală. Problema utilizării acestui dispozitiv este lipsa informațiilor referitoare la câtă tensiune este normal să existe în cele două compartimente, atât în extensie cât și în flexie, având în vedere că diformitatea este diferită de la pacient la pacient, tranșele osoase nu au cum să fie aceleași, iar în final rezistența ligamentelor este unică pentru fiecare pacient. Folosirea spațiatoarelor de plastic este supusă erorii, forțele de frecare la introducerea acestora fiind importante, iar decizia ulterioară de a elibera un compartiment sau altul se face doar pe baza experienței chirurgului. O tehnică modernă de a verifica echilibrarea ligamentară este folosirea unor inserturi de probă cu senzori de presiune integrați. Rezultatele sunt încurajatoare, dar faptul că insertul nu este universal, costul este unul ridicat, sunt de unică folosință, iar utilizarea

lor se face la finalul intervenției fără să existe posibilitatea unei reluări a pașilor, face ca aceștia să nu reprezinte o variantă optimă. Necesitatea de a obiectiva această manevră și de a o face mult mai reproductibilă a dus la crearea unui dispozitiv medical, un spațiator cu senzori de presiune integrați. Acesta poate fi folosit încă de la verificarea spațiului de extensie, este resterilizabil și are costuri mici, putând reprezenta în viitor o alternativă pentru echilibrarea părților moi din cadrul artroplastiei de genunchi.

Următorul capitol analizează perspectivele viitoare în cadrul artroplastiei totale de genunchi, expunând atât argumentele cât și contraargumentele pentru anumite decizii sau tehnici bazate pe date recente din literatură. Acestea din urmă pot reprezenta răspunsul pentru soluționarea unor factori de eroare apăruiți în cadrul artroplastiei totale de genunchi. Păstrarea kinematicii genunchiului după artroplastie ar putea fi soluția pentru îmbunătățirea rezultatelor funcționale, creșterea ratelor de satisfacție și scăderea ratelor de complicații. Acest lucru poate fi efectuat printr-o serie de manevre intraoperatorii, prin folosirea unor implanturi destinate acestei funcții și, nu în ultimul rând, prin folosirea unor tehnici adjuvante precum chirurgia robotică.

Ultimul capitol prezintă o serie de informații legate de anumite conduite intraoperatorii și postoperatorii pentru evitarea unora dintre complicații. Aceste informații provin din culegerea de date din clinicile în cadrul cărora mi-am efectuat pregătirea ca ortoped și nu reprezintă o contribuție personală autentică, însă cunoașterea lor poate duce la evitarea apariției unor complicații ce periclitează rezultatele funcționale ale pacienților. Toate aceste informații prezentate în acest ultim capitol pot reprezenta eventuali factori de eroare, modalitățile prin care pot fi evitate anumite complicații fiind prezentate în paralel.

5. Concluzii

În partea specială, în baza identificării acestor potențiali factori de eroare, sunt discutate următoarele aspecte: influența perioperatorie a unor factori de risc modificabili, precum IMC-ul sau diabetul, asupra evoluției artroplastiei totale de genunchi; evaluarea radiologică corectă preoperatorie și postoperatorie; posibilitatea dezvoltării unui sistem informatic de analiză radiologică pentru identificarea automată a unor deficiențe de poziționare; evaluarea radiologică rotațională a componentelor protetice alături de identificarea unor alte repere ce pot facilita analiza radiologică; încercarea de a obiectiva cel mai important pas intraoperator prin proiectarea unui dispozitiv de măsurare digitală a tensiunilor ligamentare cu ajutorul unor senzori de presiune integrați; potențialele direcții viitoare ce pot îmbunătăți rezultatele

funcționale ale artroplastiei de genunchi prin abordarea unora dintre factorii de eroare; o serie de complicații ce pot surveni intraoperator și metodele de soluționare a acestora.

Printr-un studiu prospectiv de cohortă ce a inclus 446 de pacienți supuși artroplastiei totale de genunchi, am adus în discuție problema factorilor de risc modificabili precum IMC-ul crescut și diabetul sub diverse forme în cadrul intervenției de protezare a genunchiului. Pentru un pacient supraponderal sau obez am arătat că scorul funcțional postoperator crește semnificativ la 12 luni față de momentul inițial, cu valori mai mici decât la un pacient normoponderal, îmbunătățirea funcției genunchiului fiind considerabilă. Riscurile de infecție periprotetică au fost preponderente la categoria de pacienți cu IMC crescut și diabet asociat, dar îmbunătățirile funcționale evidente plasează eventualele riscuri sub beneficiile artroplastiei.

Alte aspecte importante abordate în acest capitol au fost indicațiile sau contraindicațiile de operabilitate pentru un pacient cu aceste comorbidități asociate. Concluzia mea este că, deși acești factori de risc sunt modificabili, acest lucru este posibil doar în teorie, dezechilibrele metabolice la marea majoritate a pacienților sunt dobândite în timp și este iluzoriu să credem că le putem modifica într-o perioadă scurtă de timp. Trebuie cunoscut faptul că, în cazul lor, riscurile de complicații perioperatorii sunt mai mari și, în concluzie, tehnica chirurgicală și îngrijirea postoperatorie trebuie adaptate acestora.

Speranța de viață crește și populația devine mai activă, iar numărul persoanelor care sunt afectate de gonartroză crește. Până în anul 2030, în Statele Unite ale Americii, se așteaptă ca unul din trei adulți să sufere de gonartroză. Artroplastia totală de genunchi are rate de succes crescute, scopul fiind scăderea durerii și redarea funcției genunchiului. Numeroase studii au evidențiat că rata de satisfacție a pacienților cu artroplastie de totală de genunchi este între 80% și 95%, iar rata de supraviețuire a implanturilor la 10 ani după intervenție este de aproximativ 90%.

Principalele motive pentru ratele de satisfacție scăzute sunt: deficiențele de poziționări protetice (cu precădere la nivelul rotației femurale), mismatch-ul rotațional între femur și tibie, maltrack-ing-ul femuro-patelar, modificarea înălțimii interliniului articular, instabilitatea, defixarea (loosening) protetică, distrugerea polietilenei sau osteoliza, defixarea protetică și osteoliza putând fi secundare infecției sau unei boli de particule. Acestea sunt doar unele dintre complicațiile ce pot apărea pe termen scurt, mediu sau lung în urma artroplastiei de genunchi.

Unele complicații au legătură directă cu tehnica chirurgicală utilizată și pot fi evitate prin respectarea unor standarde operatorii. Marea majoritate a complicațiilor rezidă într-un cumul de factori de eroare ce pornesc încă din stadiul evaluării preoperatorii, unde nu sunt identificate aspecte importante, particulare pentru fiecare pacient.

Evaluarea preoperatorie corectă, planning-ul preoperator bine executat, în care sunt identificate diformitățile în toate planurile, vor duce la îmbunătățirea rezultatului chirurgical și la evitarea apariției unora dintre complicații.

Alegerea unei tehnici chirurgicale și a unor implanturi potrivite se va realiza după un examen clinic atent, dar mai ales după o evaluare preoperatorie radiologică riguroasă, în care se vor identifica toate aspectele anatomice locale și la distanță, necesare pentru a obține o poziționare protetică optimă.

Aspecte particulare specifice pentru fiecare pacient, ce pot influența poziționarea protetică, precum o curbură femurală exagerată, o tibia vara, sau o diformitate la nivelul piciorului, pot fi identificate în acest stadiu de evaluare preoperatorie și trebuie luate în calcul pentru a evita eventualele malpoziționări.

Cunoașterea standardelor de evaluare radiologică este necesară și pentru evaluarea postoperatorie, cuantificarea rezultatelor post artroplastie totală de genunchi se va realiza clinic (scoruri funcționale ale pacientului, evoluție locală) și radiologic. Poziționarea corectă a pacientului pe masa de radiologie și cunoașterea multiplelor tehnici de obținere a anumitor incidențe radiologice pot duce la o analiză corectă ce poate furniza informații cu privire la corectitudinea poziționării protetice, dar și posibilele indicii cu privire la anumite acuze ale pacienților.

Concluzia importantă a acestui capitol este că prin cunoașterea standardelor de evaluare radiologică preoperatorie, combinată cu o tehnică chirurgicală ce respectă datele obținute în preoperator, se va ajunge la rezultate funcționale crescute pentru pacient. Evaluarea postoperatorie este la fel de importantă pentru analiza evoluției pacienților.

Variabilitatea anatomică mare interpacient face ca această analiză roentgenografică standard să fie supusă eșecului dacă nu este adaptată fiecărui pacient.

Următorul capitol descrie posibilitatea folosirii unei rețele neuronale artificiale bazată pe un algoritm bayesian în evaluarea automată a poziționării protetice postoperator. Rețeaua neuronală artificială funcționează precum o rețea biologică neuronală, în urma unei presetări a informațiilor introduse în aceasta putând lua decizii de ordin da/nu, fals/adevărat până la poziționare corectă/ poziționare incorectă protetică.

În cadrul acestui studiu, au fost incluși 30 de pacienți supuși intervenției de artroplastie totală de genunchi. Au fost identificate în prealabil 22 de puncte control la nivelul tibiei și componentei tibiale corespondente poziționării protetice. Lotul de pacienți a fost împărțit în două grupe: pacienți cu poziționare și cimentare a componentei tibiale optimă, iar grupul doi poziționare și cimentare „patologică”. Folosind punctele identificate, au fost calculate câteva

mărimi geometrice corelate cu o poziționare protetică optimă. Analiza cu ajutorul algoritmului bayesian a arătat pentru una dintre evaluări o acuratețe de 75% cu o sensibilitate de 81.25%.

Rezultatele au fost promițătoare, cunoscând faptul că numărul de pacienți introduși în algoritm a fost unul mic, iar astfel de rețele neuronale utilizate pentru a valida un rezultat cu sensibilități de peste 95%, ce ar fi acceptabil medical, necesită introducerea unui număr considerabil mai mare de pacienți. O altă limitare a acestui studiu a fost necesitatea de a evalua integral componentele protetice, în incidența de față și de profil.

Cercetarea ulterioară va include atât o analiză completă radiologică, cât și date esențiale legate de pacient: afectarea preoperatorie, mobilitatea preoperatorie, scorurile funcționale. Cunoscând fundamentele unei rețele neuronale artificiale, am sperat să identificăm pattern-uri de evoluție pentru anumite categorii de pacienți. Prezicerea evoluției pacienților atât pe termen scurt cât și pe termen mediu este un deziderat ce va trebui îndeplinit în viitorul apropiat.

Numărul în creștere al pacienților, patologiiile asociate ale acestora, din ce în ce mai variate și mai complexe, variabilitatea mare interpacient a anatomiei locoregionale, sunt doar câteva dintre aspectele ce reprezintă argumente pentru necesitatea folosirii rețelelor neuronale artificiale și a tehnologiilor de analiză informatică tip „big data” în viitor.

Rezultatele sunt promițătoare, necesitatea de a identifica pattern-uri de evoluție postoperatorie datorită numărului crescând de artroplastii va ajuta la înțelegerea aprofundată a evoluției unor categorii de pacienți.

Rotația componentelor protetice în cadrul artroplastiei totale de genunchi reprezintă una din cele mai dezbătute teme din literatura de specialitate. Rotația componentei tibiale poate fi stabilită folosind repere anatomice multiple, combinarea mai multor repere anatomice ducând la rate optime de poziționare a acesteia. Rotația componentei femurale se realizează în prezent folosindu-ne de faptul că tangenta la condilii posteriori se află în 3 grade de rotație internă față de linia ce unește cei doi epicondili. În concluzie, palparea condililor posteriori intraoperator și folosirea acestora ca reper va poziționa din punct de vedere teoretic componenta femurală raportat la linia epicondiliană. Această abordare este una standard, neluând în calcul variațiile anatomice locale, fapt ce poate duce la poziționări eronate ale componentei femurale din punct de vedere rotațional. În ceea ce privește evaluarea radiologică postoperatorie, aceasta se efectuează cu ajutorul computerului tomograf cu un sort de extragere a artefactelor metalice. Epicondili femurali sunt dificil de vizualizat și în concluzie evaluarea rotațională poate avea de suferit. În cadrul acestui studiu, am identificat un nou reper anatomic, constant, ce poate fi folosit atât în cadrul evaluării preoperatorii la pacienții în cazul cărora suspiciunăm morfologii atipice și ulterior postoperator putem raporta rotația componentei femurale la acest reper.

Folosind linia aspera la 15 centimetri proximal de interliniul articular, o vom încadra într-un cerc, centrul cercului împreună cu centrul cercului ce încadrează diafiza femurală vor fi unite printr-o linie numită „linia aspera” (AL). Unghiul dintre această linie și tangenta la condilii posteriori va fi denumit „unghiul aspera condilian” (ACS) și se va putea măsura preoperator și postoperator. În același lot de pacienți s-au măsurat preoperator și postoperator: ACS, unghiul condilar posterior (unghiul dintre tangenta la condilii posteriori și axa epicondiliană) și reperul standard de evaluare a rotației componentei femurale. Variabilitatea interpacienți a măsurătorilor preoperatorii față de linia aspera, la 15 centimetri proximal de articulație, subliniază importanța cunoașterii anatomiei și biomecanicii întregului membru pelvin atunci când vorbim de rotația componentelor protetice. „Linia aspera” s-a dovedit a fi un reper anatomic constant de analiză a rotației componentei femurale, identificarea acestuia în stadiul postoperator nefiind dependentă de prezența artefactelor metalice. Folosirea acestuia ca standard de analiză computer tomografică necesită studii de amploare, cu un număr considerabil de pacienți.

Este posibil ca rezultatele funcționale postoperatorii mai bune și ratele de satisfacție mai mari, pentru pacienții în cazul cărora se folosește chirurgie augmentată robotic și proteze personalizate bazate pe investigații imagistice preoperatorii amănunțite, să aibă ca factor determinant stabilirea rotației componentelor protetice în funcție de particularitățile anatomice ale fiecărui pacient. Standardizarea poziționării componentelor poate fi o posibilă sursă de eșec a artroplastiei totale de genunchi, având în vedere variabilitatea mare a anatomiei locale de la pacient la pacient.

Probabil cel mai important pas intraoperator este reprezentat de reechilibrarea ligamentară. În mod curent, aceasta este efectuată de către chirurghi folosind metode subiective, bazate pe propria experiență.

Senzorii de presiune pentru evaluarea tensiunii ligamentare sunt utilizați în prezent prin intermediul inserturilor de probă specifice pentru anumite proteze. Insertul se folosește în momentul în care componentele de probă sau finale sunt implantate, moment în care reluarea tranșelor este foarte dificilă sau imposibilă. Un alt deficit al acestora este legat de imposibilitatea de reutilizare și de costul ridicat.

Am dezvoltat un dispozitiv medical, un spațiator cu senzori de presiune integrați, ce își propune obiectivarea acestui pas intraoperator și reproductibilitatea lui de la un pacient la altul. Spațiatorul nou creat poate fi resterilizat și nu este dependent de un anumit tip de proteză. Rezultatele în urma unor simulări 3D sunt încurajatoare, urmând construcția acestuia, ulterior testele preclinice și clinice.

Artroplastia totală de genunchi efectuată cu peste 50 de ani în urmă a suferit modificări majore în ceea ce privește tehnica operatorie dar și implanturile folosite, îmbunătățirile aduse având ca scop replicarea cinematecii naturale a genunchiului post artroplastie totală de genunchi.

În cadrul acestei intervenții chirurgicale complexe, succesul vine din cunoașterea tuturor factorilor potențiali de eroare, începând de la evaluarea preoperatorie până la îngrijirea plăgii în postoperator.

Genunchiul reprezintă articulația membrului pelvin cu rolul cel mai important în evoluția umană, diferența principală față de primat fiind reprezentată de valgusul anatomic femural de 7 grade, diferență esențială pentru realizarea mersului biped. Aceasta evoluție a avut loc în ultimii 350000 de ani iar artroplastia totală de genunchi are un istoric de 50 de ani. Evoluția continuă în ceea ce privește artroplastia totală de genunchi va duce la soluții optime cu rate de eșec scăzute și rate de satisfacție îmbunătățite.

BIBLIOGRAFIE SELECTIVĂ

1. Tamayo T, Rosenbauer J, Wild SH, Spijkerman AM, Baan C, Forouhi NG, Herder C, Rathmann W. Diabetes in Europe: an update. *Diabetes Res Clin Pract.* 2014 Feb;103(2):206-17. doi: 10.1016/j.diabres.2013.11.007. Epub 2013 Dec 1. PMID: 24300019.
2. Clement ND, MacDonald D, Burnett R, Breusch SJ. Diabetes does not influence the early outcome of total knee replacement: a prospective study assessing the Oxford knee score, short form 12, and patient satisfaction. *Knee.* 2013 Dec;20(6):437-41. doi: 10.1016/j.knee.2013.07.009. Epub 2013 Aug 2. PMID: 23993274.
3. Wild S, Roglic G, Green A, Sicree R, King H. Global prevalence of diabetes: estimates for the year 2000 and projections for 2030. *Diabetes Care.* 2004 May;27(5):1047-53. doi: 10.2337/diacare.27.5.1047. PMID: 15111519.
4. Holman N, Forouhi NG, Goyder E, Wild SH. The Association of Public Health Observatories (APHO) Diabetes Prevalence Model: estimates of total diabetes prevalence for England, 2010-2030. *Diabet Med.* 2011 May;28(5):575-82. doi: 10.1111/j.1464-5491.2010.03216.x. PMID: 21480968.
5. Bolognesi MP, Marchant MH Jr, Viens NA, Cook C, Pietrobon R, Vail TP. The impact of diabetes on perioperative patient outcomes after total hip and total knee arthroplasty in the United States. *J Arthroplasty.* 2008 Sep;23(6 Suppl 1):92-8. doi: 10.1016/j.arth.2008.05.012. PMID: 18722309.

6. Pruzansky JS, Bronson MJ, Grelsamer RP, Strauss E, Moucha CS. Prevalence of modifiable surgical site infection risk factors in hip and knee joint arthroplasty patients at an urban academic hospital. *J Arthroplasty*. 2014 Feb;29(2):272-6. doi: 10.1016/j.arth.2013.06.019. Epub 2013 Jul 24. PMID: 23890832.
7. Reátegui D, Sanchez-Etayo G, Núñez E, Tió M, Popescu D, Núñez M, Lozano L. Perioperative hyperglycaemia and incidence of post-operative complications in patients undergoing total knee arthroplasty. *KneeSurgSportsTraumatolArthrosc*. 2015 Jul;23(7):2026-31. doi: 10.1007/s00167-014-2907-7. Epub 2014 Feb 15. PMID: 24531363.
8. Wang S, Zhao Y. Diabetes mellitus and the incidence of deep vein thrombosis after total knee arthroplasty: a retrospective study. *J Arthroplasty*. 2013 Apr;28(4):595-7. doi: 10.1016/j.arth.2012.07.023. Epub 2012 Nov 13. PMID: 23153599.
9. Yang Z, Liu H, Xie X, Tan Z, Qin T, Kang P. The influence of diabetes mellitus on the post-operative outcome of elective primary total knee replacement: a systematic review and meta-analysis. *Bone Joint J*. 2014 Dec;96-B(12):1637-43. doi: 10.1302/0301-620X.96B12.34378. PMID: 25452366.
10. Marchant MH Jr, Viens NA, Cook C, Vail TP, Bolognesi MP. The impact of glycemic control and diabetes mellitus on perioperative outcomes after total joint arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am*. 2009 Jul;91(7):1621-9. doi: 10.2106/JBJS.H.00116. PMID: 19571084.
11. Harris AH, Bowe TR, Gupta S, Ellerbe LS, Giori NJ. Hemoglobin A1C as a marker for surgical risk in diabetic patients undergoing total joint arthroplasty. *J Arthroplasty*. 2013 Sep;28(8 Suppl):25-9. doi: 10.1016/j.arth.2013.03.033. Epub 2013 Jul 30. PMID: 23910511.
12. Centers for Disease Control and Prevention (CDC). Arthritis as a potential barrier to physical activity among adults with diabetes--United States, 2005 and 2007. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep*. 2008 May 9;57(18):486-9. PMID: 18463606.
13. Gossec L, Paternotte S, Maillefert JF, Combescure C, Conaghan PG, Davis AM, Gunther KP, Hawker G, Hochberg M, Katz JN, Kloppenburg M, Lim K, Lohmander LS, Mahomed NN, March L, Pavelka K, Punzi L, Roos EM, Sanchez-Riera L, Singh JA, Suarez-Almazor ME, Dougados M; OARSI-OMERACT Task Force "total articular replacement as outcome measure in OA". The role of pain and functional impairment in the decision to recommend total joint replacement in hip and knee osteoarthritis: an international cross-sectional study of 1909 patients. Report of the OARSI-OMERACT Task Force on total

- joint replacement. *Osteoarthritis Cartilage*. 2011 Feb;19(2):147-54. doi: 10.1016/j.joca.2010.10.025. Epub 2010 Oct 31. PMID: 21044689; PMCID: PMC4151518.
14. Löfvendahl S, Bizjajeva S, Ranstam J, Lidgren L. Indications for hip and knee replacement in Sweden. *J Eval Clin Pract*. 2011 Apr;17(2):251-60. doi: 10.1111/j.1365-2753.2010.01430.x. Epub 2010 Sep 22. PMID: 20860582.
 15. Courties A, Sellam J. Osteoarthritis and type 2 diabetes mellitus: What are the links? *Diabetes Res Clin Pract*. 2016 Dec;122:198-206. doi: 10.1016/j.diabres.2016.10.021. Epub 2016 Nov 5. PMID: 27889689.
 16. Nielen JTH, Emans PJ, Dagnelie PC, Boonen A, Lalmohamed A, de Boer A, van den Bemt BJF, de Vries F. Severity of Diabetes Mellitus and Total Hip or Knee Replacement: A Population-Based Case-Control Study. *Medicine (Baltimore)*. 2016 May;95(20):e3739. doi: 10.1097/MD.00000000000003739. PMID: 27196498; PMCID: PMC4902440.
 17. Christensen TC, Wagner ER, Harmsen WS, Schleck CD, Berry DJ. Effect of Physical Parameters on Outcomes of Total Knee Arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am*. 2018 Nov 7;100(21):1829-1837. doi: 10.2106/JBJS.18.00248. PMID: 30399077.
 18. Wagner ER, Kamath AF, Fruth K, Harmsen WS, Berry DJ. Effect of Body Mass Index on Reoperation and Complications After Total Knee Arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am*. 2016 Dec 21;98(24):2052-2060. doi: 10.2106/JBJS.16.00093. PMID: 28002368.
 19. Shohat N, Fleischman A, Tarabichi M, Tan TL, Parvizi J. Weighing in on Body Mass Index and Infection After Total Joint Arthroplasty: Is There Evidence for a Body Mass Index Threshold? *Clin OrthopRelatRes*. 2018 Oct;476(10):1964-1969. doi: 10.1007/s11999.0000000000000141. PMID: 30794240; PMCID: PMC6259862.
 20. Chen JY, Lo NN, Chong HC, Bin Abd Razak HR, Pang HN, Tay DK, Chia SL, Yeo SJ. The influence of body mass index on functional outcome and quality of life after total knee arthroplasty. *Bone Joint J*. 2016 Jun;98-B(6):780-5. doi: 10.1302/0301-620X.98B6.35709. PMID: 27235520.
 21. Cram P, Lu X, Kates SL, Singh JA, Li Y, Wolf BR. Total knee arthroplasty volume, utilization, and outcomes among Medicare beneficiaries, 1991-2010. *JAMA*. 2012 Sep 26;308(12):1227-36. doi: 10.1001/2012.jama.11153. PMID: 23011713; PMCID: PMC4169369.
 22. Kurtz S, Ong K, Lau E, Mowat F, Halpern M. Projections of primary and revision hip and knee arthroplasty in the United States from 2005 to 2030. *J Bone Joint Surg Am*. 2007 Apr;89(4):780-5. doi: 10.2106/JBJS.F.00222. PMID: 17403800.

23. Delanois RE, Mistry JB, Gwam CU, Mohamed NS, Choksi US, Mont MA. Current Epidemiology of Revision Total Knee Arthroplasty in the United States. *J Arthroplasty*. 2017 Sep;32(9):2663-2668. doi: 10.1016/j.arth.2017.03.066. Epub 2017 Apr 6. PMID: 28456561.
24. Kniesel B, Konstantinidis L, Hirschmüller A, Südkamp N, Helwig P. Digital templating in total knee and hip replacement: an analysis of planning accuracy. *Int Orthop*. 2014 Apr;38(4):733-9. doi: 10.1007/s00264-013-2157-1. Epub 2013 Oct 27. PMID: 24162155; PMCID: PMC3971267.
25. Dragosloveanu S, Cretu B, Cristea S, Stoica C, Dragosloveanu C. Radiographic Evaluation of Alignment Following TKA, a Systematic Review. *Maedica (Bucur)*. 2017 Sep;12(3):214-218. PMID: 29218070; PMCID: PMC5706762.
26. Cretu BS, Dragosloveanu C, Dragosloveanu S, Cristea S. Radiographic Evaluation of Alignment Following Total Knee Arthroplasty - a Systematic Review. Part II. *Maedica (Bucur)*. 2018 Jun;13(2):105-111. doi: 10.26574/maedica.2018.13.2.105. PMID: 30069236; PMCID: PMC6060289.
27. Greenwood D. An overview of neural networks. *Behav Sci*. 1991;36:1-33. Doi:10.1002/bs.383036102.
28. Terrin N, Schmid CH, Griffith JL, D'Agostino RB, Selker HP. External validity of predictive models: a comparison of logic regression, classification trees, and neural networks. *J Clin Epidemiol*. 2003;56:721-729. doi: 10.1016/S0895-4356(03)00120-3.
29. Caillet P, Klemm S, Ducher M, Aussem A, Schott AM. Hip fracture in the elderly: a re-analysis of the EPIDOS study with causal Bayesian networks. *PLoS One*. 2015 Mar 30;10(3):e0120125. doi: 10.1371/journal.pone.0120125. PMID: 25822373; PMCID: PMC4378915.
30. Needham CJ, Bradford JR, Bulpitt AJ, Westhead DR. A primer on learning in Bayesian networks for computational biology. *PLoS Comput Biol*. 2007 Aug;3(8):e129. doi: 10.1371/journal.pcbi.0030129. PMID: 17784779; PMCID: PMC1963499.
31. Catalin Cirstoiu, Bogdan Cretu, Bogdan Serban, Sergiu Iordache, Adrian Cursaru, Stefan Cristea, Anca I. Eremia, Silvia Nica. Total knee arthroplasty radiographic evaluation via a Bayesian belief network. A pilot study. *ROMANIAN JOURNAL OF MILITARY MEDICINE*. 2020 OCT 123;4:274-277
32. Mochizuki RM, Schurman DJ. Patellar complications following total knee arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am*. 1979 Sep;61(6A):879-83. PMID: 479233.

33. Heyse TJ, El-Zayat BF, De Corte R, Chevalier Y, Fuchs-Winkelmann S, Labey L. Internal femoral component malrotation in TKA significantly alters tibiofemoral kinematics. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2018 Jun;26(6):1767-1775. doi: 10.1007/s00167-017-4778-1. Epub 2017 Nov 11. PMID: 29128876.
34. Parratte S, Pagnano MW. Instability after total knee arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am.* 2008 Jan;90(1):184-94. PMID: 18172954.
35. Rodriguez-Merchan EC. Instability following total knee arthroplasty. *HSS J.* 2011 Oct;7(3):273-8. doi: 10.1007/s11420-011-9217-0. Epub 2011 Aug 19. PMID: 23024625; PMCID: PMC3192893.
36. Gustke KA, Golladay GJ, Roche MW, Elson LC, Anderson CR. A Targeted Approach to Ligament Balancing Using Kinetic Sensors. *J Arthroplasty.* 2017 Jul;32(7):2127-2132. doi: 10.1016/j.arth.2017.02.021. Epub 2017 Feb 16. PMID: 28285037.
37. Cho KJ, Seon JK, Jang WY, Park CG, Song EK. Objective quantification of ligament balancing using VERASENSE in measured resection and modified gap balance total knee arthroplasty. *BMC Musculoskelet Disord.* 2018 Jul 27;19(1):266. doi: 10.1186/s12891-018-2190-8. PMID: 30053812; PMCID: PMC6064102.

LUCRĂRI ȘTIINȚIFICE PUBLICATE

1. **Cretu BS, Dragosloveanu C, Dragosloveanu S, Cristea S. Radiographic Evaluation of Alignment Following Total Knee Arthroplasty - a Systematic Review. Part II. *Maedica (Bucur).* 2018 Jun;13(2):105-111. doi: 10.26574/maedica.2018.13.2.105. PMID: 30069236; PMCID: PMC6060289.**
2. **Cretu B, Cirstoiu C, Cristea S. Current review of surgical management options for rotational alignment of the femoral and tibial component in total knee replacement. *ROMANIAN JOURNAL OF MILITARY MEDICINE.* 2019 AUG 122;2:16-20.**
3. Simionescu AA, Cirstoiu MM, Cirstoiu C, Stanescu AMA, Crețu B. Current Evidence about Developmental Dysplasia of the Hip in Pregnancy. *Medicina (Kaunas).* 2021 Jun 26;57(7):655. doi: 10.3390/medicina57070655. PMID: 34206824; PMCID: PMC8305660.
4. Crețu I, Bojincă M, Milicescu M, Cursaru A, Șerban B, Crețu B, Iordache S, Pop CS, Cîrstoiu C, Ionescu R. Musculoskeletal adverse reactions after immunotherapy for cancer: A case series. *Exp Ther Med.* 2021 Sep;22(3):1027. doi: 10.3892/etm.2021.10459. Epub 2021 Jul 16. PMID: 34373713; PMCID: PMC8343871.

5. George Pariza, Carmen I. Mavrodin, Valentina A. Buzatu, Natalia Turcan, Monica M. Cirstoiu, Bogdan Cretu, Catalin Cirstoiu. Negative-pressure wound therapy - advantages and disadvantages. ROMANIAN JOURNAL OF MILITARY MEDICINE. 2021 MAY 124;3:344-350.
6. Angelica Bratu, Adrian Cursaru, Oana Dumitrașcu, Adina Comănelea, Bogdan Crețu, Bogdan Șerban, Sergiu Iordache, Catalin Cîrstoiu. The use of IPACK and the continuous adductor canal block in the perioperative management of total knee prosthesis. ROMANIAN JOURNAL OF MILITARY MEDICINE. 2021 MAR 124;2:238-243.
7. Cretu Bogdan, editor, Chirurgia generala si specialitati chirurgicale-2021-Editura Hipocrate. ISBN:9786069517819.
8. Monica Cirstoiu, Oana Bodean, Octavian Munteanu, Darius Brinzan, Bogdan Cretu, George Pariza, Popescu Dan, Catalin Cirstoiu. Bladder injury – A team challenge. ROMANIAN JOURNAL OF MILITARY MEDICINE. 2021 IAN 124;1:93-99.
9. Cursaru A, Cretu B, Serban B, Lupu AG, Iacobescu G, Popa M, Cursaru R, Cirstoiu C. Mechanical Safety Study and Antibiotic-loaded Polymethylmethacrylate Spacers Threshold, Manufactured Intraoperatively, in Orthopaedic Surgery. MATERIALE PLASTICE. 2020 DEC 57;4: 317-324.
10. Nica M, Cretu B, Ene D, Antoniac I, Gheorghita D, Ene R. Failure Analysis of Retrieved Osteosynthesis Implants. Materials (Basel). 2020 Mar 7;13(5):1201. doi: 10.3390/ma13051201. PMID: 32155981; PMCID: PMC7085058.
11. Mihnea Popa, Vlad Popa, Bogdan Șerban, Radu Nedelcu, Bogdan Crețu, Adrian Cursaru, Cătălin Cîrstoiu. Utility of microcalorimetry in describing the growth curve of *C. albicans* at different temperatures – indentifying the optimal growth temperature. Romanian Journal of Orthopaedic Surgery and Traumatology, Volume 2, Issue 2, July December 2019. pp:69-74. doi:10.2478/rojost-2019-0015.
12. Ioana Crețu, Mihai Bojincă, Mihaela Milicescu, Teodora Șerban, Bogdan Crețu, Ruxandra Ionescu. Medical management of patients with inflammatory arthritis undergoing total hip arthroplasty and total knee arthroplasty. Romanian Journal of Orthopaedic Surgery and Traumatology, Volume 2, Issue 2, July December 2019. pp:102-107. doi:10.2478/rojost-2019-0020.
13. Periprosthetic fractures after total knee arthroplasty: review. Bogdan Crețu, Bogdan Șerban, Marius Zaharia, Cosmina Stoican. Romanian Journal of Orthopaedic Surgery and Traumatology, Volume 2, Issue 2, July-December 2019. pp:108-119. doi:10.2478/rojost-2019-0021.

14. Review of current hallux valgus management options. Mihai Nica, Bogdan Crețu, Răzvan Ene, Bogdan Șerban, Cătălin Cîrstoiu. *Romanian Journal of Orthopaedic Surgery and Traumatology*, Volume 2, Issue 2, July-December 2019. pp:130-138. doi:10.2478/rojost-2019-0024.
15. Cirstoiu C, Cretu B, Sandu C, Dorobat B, Neagu A, Serban B. Failed Attempt of Total Hip Arthroplasty in a Patient with Klippel-Trenaunay Syndrome A Case Report. *JBJS Case Connect*. 2019 Oct 22. doi: 10.2106/JBJS.CC.19.00103. [Epub ahead of print].
16. Cirstoiu C, Cretu B, Serban B, Panti Z, Nica M. Current review of surgical management options for extremity bone sarcomas. *EFORT Open Rev*. 2019 May 10;4(5):174-182. doi: 10.1302/2058-5241.4.180048. eCollection 2019 May.
17. Cîrstoiu C., & Crețu B. (2019). Emerging orthopaedics resident training programs, changing paradigms. This is the future., *Romanian Journal of Orthopaedic Surgery and Traumatology*, 2(1), 1-2. doi: <https://doi.org/10.2478/rojost-2019-0001>.
18. Cirstoiu M., Baros A., Paulet F., Gradinaru-Fometescu D., Șerban B., Cretu B., & Cirstoiu C. (2019). Osseous metastases and ovarian cancer, *Romanian Journal of Orthopaedic Surgery and Traumatology*, 2(1), 32-34. doi: <https://doi.org/10.2478/rojost-2019-0007>.
19. Cirstoiu M., Munteanu O., Bodean O., Paulet F., Șerban B., Cretu B., & Cirstoiu C. (2019). Incidence and location of bone metastases in breast cancer, *Romanian Journal of Orthopaedic Surgery and Traumatology*, 2(1), 28-31. doi: <https://doi.org/10.2478/rojost-2019-0006>.
20. Cretu Ioana, Bojinca Mihai, Milicescu Mihaela, Cretu Bogdan, Ionescu Ruxandra. Immune Checkpoint Inhibitors and Rheumatic Adverse Events. *Romanian Journal of Rheumatology* 2018; 27(4): 143-147.
21. Cretu Bogdan Ștefan, editor. Chapter "Managementul Leziunilor Specifice, Pelvis". *Trauma, Seventh Edition* by Kenneth L. Mattox, Ernest E. Moore, David V. Feliciano. Hipocrate, 2018.
22. Crețu, Bogdan Ștefan, Călin Dragosloveanu, Dragoș Cotor, Șerban Dragosloveanu, and Cristian Ioan Stoica. "The Impact of Extreme Genu Varum and Genu Valgum on Postoperative Outcomes Using Mini-subvastus Approach in TKA." *Romanian Journal of Orthopaedic Surgery and Traumatology*1, no. 1 (2018): 31-37. doi:10.2478/rojost-2018-0008.
23. Crețu, Bogdan Ștefan, Călin Dragosloveanu, Dragoș Cotor, Șerban Dragosloveanu, and Cristian Ioan Stoica. "Prediction of Fracture Risk and Prophylactic Intervention in

- Metastatic Bone Disease: A Systematic Review." Romanian Journal of Orthopaedic Surgery and Traumatology 1, no. 1 (2018): 44-49. doi:10.2478/rojost-2018-0010.
24. Crețu, Bogdan Ștefan, Călin Dragosloveanu, Dragoș Cotor, Șerban Dragosloveanu, and Cristian Ioan Stoica. "Postoperative TKA Alignment in Sagittal and Axial Plane, a Systematic Review." Romanian Journal of Orthopaedic Surgery and Traumatology 1, no. 1 (2018): 50-57. doi:10.2478/rojost-2018-0011.
 25. Dragosloveanu C., Dragosloveanu S., Cretu B. Management of rheumatoid arthritis with total knee arthroplasty: A systematic review. Romanian Journal of Rheumatology 2017; 26(4): 147-151.
 26. Dragosloveanu C., Dragosloveanu S., Cretu B., Cretu I. Orthopaedic management in extreme genu varum and recurvatum in a patient with rheumatoid arthritis. Romanian Journal of Rheumatology 2017; 26(3): 138-141.
 27. Dragosloveanu S., Cretu B., Cristea S., Stoica C., Dragosloveanu C. Radiographic Evaluation of Alignment Following TKA, a Systematic Review. MAEDICA – a Journal of Clinical Medicine 2017; 12(3): 214-218.
 28. Dragosloveanu S., Cristea S., Stoica C.I., Cretu B., Dragosloveanu C. (2017). Analiza complexa a osteotomiei tibiale inalte. Bucuresti: Editura medicala. ISBN: 978-973-39-0825-8.