

INTERRELAȚIA DINTRE FORȚA MUSCULARĂ ȘI CALITATEA VIEȚII LA PACIENȚII CU ARTROPLASTIE TOTALĂ DE GENUNCHI

ILEANA MONICA BORDA, LIVIU POP, IOAN ONAC, LASZLO IRSAY,
RODICA UNGUR, VIORELA CIORTEA

Spitalul Clinic de Recuperare Cluj-Napoca, Universitatea de Medicină
și Farmacie „Iuliu Hațieganu”, Cluj-Napoca

Rezumat

Obiective. Studiarea parametrilor clinici și de calitate a vieții și, respectiv, a celor izocinetici de evaluare a forței musculare, precum și studierea interrelației dintre aceștia, la pacienții cu endoproteză totală de genunchi.

Material și metodă. În studiu au fost incluși 20 de pacienți cu artroplastie totală cimentată de genunchi de cel puțin 6 luni, care au fost comparați cu 20 de voluntari sănătoși cu vârstă similară. Evaluarea subiecților a inclus: scorul Hospital for Special Surgery (pentru evaluare clinică), scorul Short Form 36 Health Survey (pentru evaluarea calității vieții) și, respectiv, evaluarea forței musculare a extensorilor și flexorilor genunchiului prin metoda izocinetică, la vitezele unghiulare de 90°/sec și 180°/sec.

Rezultate. La grupul pacienților endoprotezați s-a constatat o scădere semnificativă a forței musculare, atât pentru extensori, cât și pentru flexori, față de subiecții control. Deși valorile înregistrate la scorul clinic și la cel de calitate a vieții au prezentat, de asemenea, o scădere semnificativă față de martori, acestea nu au putut fi corelate semnificativ cu nici unul din parametrii de evaluare izocinetică a forței musculare.

Concluzii. Pentru urmărirea adecvată a recuperării pacienților după artroplastia totală de genunchi, evaluarea acestora trebuie să includă și determinarea unor parametri obiectivi de forță musculară, care nu sunt incluși direct în scorurile de evaluare clinică și de calitate a vieții. Pacienții cu artroplastie de genunchi prezintă, chiar la distanță de intervenție, persistența unui deficit motor la nivelul genunchiului, pe care trebuie să se focalizeze pe termen lung programul de recuperare.

Cuvinte cheie: genunchi, artroplastie, izocinetic, forță musculară.

THE RELATION BETWEEN MUSCLE STRENGTH AND QUALITY OF LIFE IN PATIENTS WITH TOTAL KNEE REPLACEMENT

Abstract

Objectives. Investigation of the clinical parameters, quality of life and muscle strength isokinetics and their correlation in patients with total knee prosthesis.

Material and methods. 20 patients having a cemented total knee arthroplasty for at least 6 months were compared with 20 healthy volunteers of similar age. Assessment tools included the Hospital score for Special Surgery (for clinical evaluation), Short Form 36 Health Survey score (for the quality of life) while strength of knee flexors and extensors was evaluated by the isokinetic method, at angular velocities of 90°/sec and 180°/sec.

Results. There was a significant decrease in muscle strength, both in extensors and flexors, in the prosthesis patients group, as compared with controls. Although the values recorded in the clinical and in the quality of life scores also had a significant

decrease compared with controls, they were not significantly correlated with any of the parameters of isokinetic strength evaluation.

Conclusions. *For proper follow-up of the recovery after total knee replacement, the patients' evaluation should also contain the assessment of objective parameters of muscle strength, which are neither included in the clinical assessment scores, nor in those of quality of life. In knee prosthetic patients there is a persistent muscular strength deficiency, even after a long time period, that should be addressed by a specific strengthening rehabilitation program.*

Keywords: knee, arthroplasty, isokinetic, strength.

INTRODUCERE

Rezultatele clinice, dar și durata de viață a endoprotezelor de genunchi au crescut considerabil în ultimii ani, atât prin ameliorarea calităților tehnice ale endoprotezei, cât și a tehnicii operatorii. Aceasta a dus la o creștere importantă a calității vieții pacienților [1].

Cu toate acestea, există încă probleme nerezolvate complet în legătură cu acest subiect, cum ar fi durerea anterioară de genunchi la pacienți la care nici examenul clinic de rutină și nici cel radiologic nu pot evidenția modificări patologice. În apariția acestei simptomatologii patelare a fost presupusă implicarea mai multor factori, precum condițiile locale, tehnica operatorie și design-ul endoprotezei, dar care s-au dovedit a avea doar un rol minor [2]. De aceea, în ultimul timp se pune tot mai mult accent pe evaluarea unor parametri funcționali nedecelabili prin examen clinic sau radiologic, dar care pot sta la baza acestor acuze persistente. În același timp, este cunoscut rolul extensorilor, și în special al dezechilibrului dintre componentele cvadricepsului, în apariția simptomatologiei patelofemorale.

Pe de altă parte, cvadricepsul este adesea deficitar la pacienții gonartrozici, cu agravare suplimentară după artroplastie. Chiar dacă forța musculară se recuperează parțial, în unele cazuri durează chiar și mai mult de doi ani până la atingerea nivelului preoperator și nu se știe sigur dacă mușchiul cvadriceps de partea operată va mai fi vreodată la fel de puternic ca și cel de partea contralaterală neafectată sau ca și cel al adulților sănătoși [3].

OBJECTIVE

Studiul de față își propune evaluarea parametrilor clinici și de calitate a vieții și, respectiv, a celor izocinetici de forță musculară, precum și evaluarea interrelației dintre aceștia, la pacienții purtători ai unei endoproteze totale de genunchi.

MATERIAL ȘI METODĂ

Prezentul studiu, de tip transversal observațional controlat, s-a desfășurat în Spitalul Clinic de Recuperare Cluj-Napoca, în perioada iunie 2011-mai 2012.

Articol intrat la redacție în data de: 14.05.2012

Primit sub formă revizuită în data de: 25.06.2012

Acceptat în data de: 27.06.2012

Adresa pentru corespondență: monica.borda@umfcluj.ro

În studiu au fost incluși 20 de pacienți purtători ai unei endoproteze cimentate de genunchi (grupul pacienților GP). Criteriile de includere au fost reprezentate de: vârstă cuprinsă între 50 și 85 de ani, artroplastie efectuată în urmă cu cel puțin 6 luni și nu mai veche de 5 ani. Criteriile de excludere au fost: hipertensiune arterială necontrolată medicamentos, indice de masă corporală (IMC) mai mare decât 35 kg/m², afecțiuni neurologice severe, gonartroză contralaterală avansată (stadiu 3 sau 4 conform clasificării Kellgren-Lawrence) sau alte afecțiuni ale membrului inferior cauzatoare de instabilitate. Toți pacienții au beneficiat de un program standardizat de recuperare în Spitalul Clinic de Recuperare Cluj-Napoca, cu scopul de a ameliora mobilitatea articulară a genunchiului protezat, durerea, forța musculară a cvadricepsului, ischiogambierilor și fesierilor, precum și de a corecta mersul.

Pacienții au fost comparați cu 20 de voluntari sănătoși cu vârstă cuprinsă în același interval, reprezentând grupul control (GC), recrutați din cadrul personalului spitalului, respectiv aparținători.

Evaluarea pacienților, respectiv a voluntarilor din GC, a inclus: Scorul Hospital for Special Surgery (HSS), bazat pe examinare clinică, scorul Short Form-36 Health Questionnaire (SF-36), varianta în limba română, pentru evaluarea calității vieții, și, respectiv, evaluare izocinetică a forței musculare. Aceasta din urmă a fost efectuată pe un dinamometru izocinetic Gimnex Iso 2, la viteze unghiulare de 90°/sec și 180°/sec, după o încălzire corespunzătoare și familiarizare cu aparatul. Testarea s-a făcut atât pe mușchii extensori, cât și pe flexorii genunchiului, înregistrându-se următorii parametri: cuplul maxim al forței (peak torque – PT), unghiul corespunzător cuplului maxim al forței (unghiul PT), raportul dintre cuplul maxim al forței flexorilor și, respectiv, cel al extensorilor (raportul F/E).

Analiza statistică a datelor s-a efectuat în programele Microsoft Excel 8.0 pentru Windows și Epiinfo versiunea 3.5.3. Variabilele cantitative au fost exprimate ca medie±deviație standard (DS). Pentru compararea diferențelor între cele două grupuri s-a utilizat testul t Student pentru eșantioane independente cu varianță inegală (după verificarea prealabilă a normalității distribuției, pe baza testului Kolmogorov-Smirnov), cu excepția repartiției pe sexe, unde s-a folosit testul hi pătrat. Pentru evidențierea unor eventuale corelații între variabilele cantitative s-a utilizat regresia liniară Pearson. Pragul de semnificație

statistică a fost stabilit la $\alpha=0,05$.

REZULTATE

Între grupul pacienților cu endoproteză totală de genunchi și cel al voluntarilor sănătoși nu au existat diferențe semnificative statistic în ceea ce privește vârsta ($p>0,05$), repartiția pe sexe sau indicele de masă corporală ($p>0,05$), după cum se observă din tabelul I.

În grupul pacienților, vechimea artroplastiei a fost de 23 ± 7 luni (interval: 6-43 luni). Artroplastia a fost pe partea stângă la 12 pacienți și pe dreapta la 8 pacienți.

În grupul voluntarilor sănătoși, evaluarea izocinetică a forței musculare s-a realizat bilateral, dar la compararea celor două părți nu a rezultat o diferență semnificativă statistic ($p>0,05$). De aceea, în continuare, pentru analiza diferențelor dintre pacienții cu artroplastie de genunchi și voluntarii sănătoși s-a luat în considerare partea dreaptă a acestora din urmă.

La analiza rezultatelor scorului HSS, se observă că pacienții endoprotezați au obținut scoruri semnificativ mai mici față de subiecții control, atât la valoarea totală, cât și la subdomeniile durere, funcționalitate, amplitudine

articulară, forță musculară (Tabelul II). În grupul control media înregistrată pentru scorul HSS total a fost $95,2\pm 5,81$, ceea ce corespunde coterării „excellent”, în timp ce la grupul pacienților media a fost de $72,6\pm 10,92$, valoare coterată ca „bine”.

În tabelul III sunt prezentate rezultatele chestionarului SF 36 de evaluare a calității vieții. Și în acest caz valorile înregistrate de către pacienții cu artroplastie au fost semnificativ mai scăzute (corespunzând diminuării calității vieții), față de cele ale voluntarilor sănătoși, pentru toate subdomeniile, cu excepția sănătății mentale. Cea mai înaltă semnificativitate statistică s-a înregistrat pentru durere, funcție fizică și limitare fizică.

La evaluarea izocinetică a contracției musculare s-a constatat un deficit semnificativ de forță pe mușchii extensori ai genunchiului la pacienții endoprotezați față de subiecții control, pentru ambele viteze unghiulare (Figura 1). Astfel, la $180^\circ/\text{sec}$ PT mediu pe extensie a fost de $47,8\pm 14,22$ în grupul pacienților și de $55,44\pm 21,65$ în grupul control ($p=0,032$), în timp ce la viteza unghiulară de $90^\circ/\text{sec}$ PT mediu pe extensie a fost de $63,3\pm 14,89$ în grupul pacienților și de $73,11\pm 17,69$ în grupul control ($p=0,047$).

Tabelul I. Caracteristicile demografice la cele două grupuri studiate.

Parametri	Grupul pacienților (medie \pm DS)	Grupul control (medie \pm DS)	Semnificație statistică (p)
Vârstă (ani)	67,25 \pm 7,18	66,8 \pm 9,42	>0,05
IMC (kg/m ²)	33,93 \pm 5,67	31,27 \pm 3,51	>0,05
Sex (bărbați/femei)	4/16	6/14	>0,05
Vechimea artroplastiei (luni)	23 \pm 7		
Lateralitate (stânga/dreapta)	12/8		

IMC – indice de masă corporală

Tabelul II. Rezultatele scorului HSS, comparativ la cele două grupuri.

Parametri	Grupul pacienților (medie \pm DS)	Grupul control (medie \pm DS)	Semnificație statistică (p)
HSS total	72,6 \pm 10,92	95,2 \pm 5,81	<0,01
Durere	20 \pm 7,82	28,7 \pm 3,44	<0,01
Funcționalitate	13,1 \pm 2,60	20,9 \pm 1,72	<0,01
Amplitudine articulară	11 \pm 1,41	17,6 \pm 0,42	<0,01
Forță musculară	8,8 \pm 1,03	9,4 \pm 0,60	<0,01

Tabelul III. Rezultatele scorului SF 36, comparativ la cele două grupuri.

Subdomenii	Grupul pacienților (medie \pm DS)	Grupul control (medie \pm DS)	Semnificație statistică (p)
Funcție fizică	34,5 \pm 15,71	86,2 \pm 15,23	<0,001
Limitare fizică	20 \pm 34,96	81,4 \pm 31,17	<0,001
Durere	41 \pm 22,40	84 \pm 21,70	<0,001
Vitalitate	58,1 \pm 20,26	65,8 \pm 22,83	0,007
Funcție socială	35 \pm 32,70	86,5 \pm 10,24	0,002
Percepția stării de sănătate	51 \pm 20,79	71 \pm 11,72	0,03
Limitare emoțională	43 \pm 41,65	67,7 \pm 15,54	0,04
Stare psihică	54,8 \pm 15,17	74 \pm 14,39	ns

ns - nesemnificativ statistic

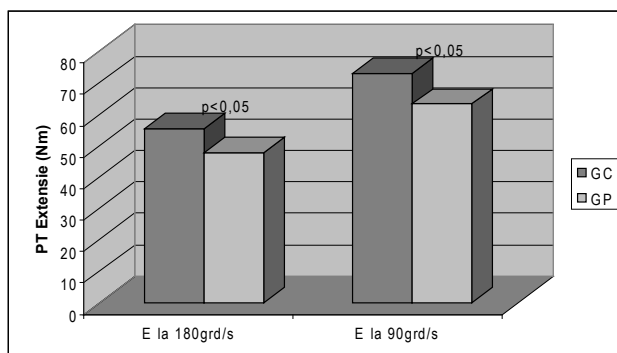


Fig. 1. Cuplul maxim al forței extensorilor, comparativ la cele două grupuri. E – extensie; GP – grupul pacienților; GC – grupul control; PT – cuplul maxim al forței (peak torque).

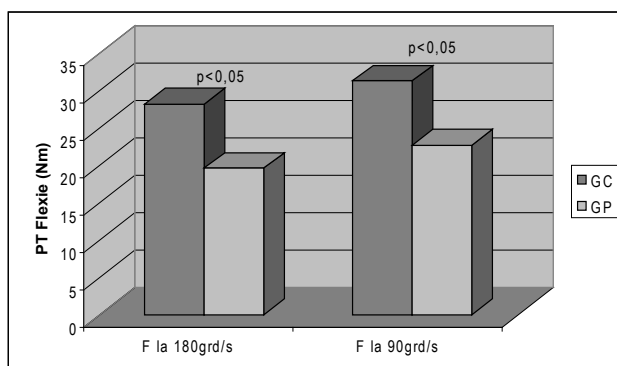


Fig. 2. Cuplul maxim al forței flexorilor, comparativ la cele două grupuri. F – flexie; GP – grupul pacienților; GC – grupul control; PT – cuplul maxim al forței (peak torque).

Același deficit semnificativ de forță s-a constatat și pe flexorii genunchiului la pacienții cu artroplastie față

de voluntarii sănătoși, indiferent de viteza unghiulară de testare (Figura 2). La 180°/sec PT mediu pe flexie a fost de $19,7 \pm 5,79$ în grupul pacienților și de $28,33 \pm 16,21$ în grupul control ($p=0,016$), iar la viteza unghiulară de 90°/sec PT mediu pe flexie a fost de $22,8 \pm 5,98$ în grupul pacienților și de $31,44 \pm 16,09$ în grupul control ($p=0,025$).

În toate cazurile, pentru extensie s-au înregistrat valori mai mari ale cuplului maxim al forței decât pentru flexie. De asemenea, valorile înregistrate pentru forța musculară dezvoltată la 90°/sec au fost semnificativ mai mari decât cele înregistrate la viteza unghiulară de 180°/sec.

Din punct de vedere al raportului de forță dintre flexori și extensori, nu s-au observat diferențe semnificative statistic între pacienții endoprotezați și adulții sănătoși de aceeași vârstă (tabelul IV). De asemenea, diferențele nu au fost semnificative nici în ceea ce privește unghiul la care survine cuplul maxim al forței, deși în valori absolute acesta a fost mai mic în cazul pacienților decât al subiecților control, atât pentru flexie, cât și pentru extensie.

Între scorul clinic HSS și subdomeniile sale și, respectiv, valorile forței musculare evaluate izocinetic nu au putut fi puse în evidență corelații semnificative.

Prin analiza corelațiilor dintre valorile evaluării izocinetice a forței musculare și, respectiv, cele 8 subdomenii ale scorului SF 36 de evaluare a calității vieții, prin metoda regresiei liniare s-a pus în evidență existența unor corelații semnificative statistic, dar cu nivel de corelație relativ redus (tabel V). Astfel, majoritatea coeficienților de corelație au fost situați între 0,25 și 0,5, semnificând o corelație acceptabilă. Doar doi coeficienți au fost situați între 0,75 și 1, cu semnificație de corelație bună. Dintre subdomeniile SF 36, funcția fizică a prezentat cea mai constantă corelație cu toți parametrii de forță musculară (atât pe flexie, cât și pe extensie, la 90°/sec și la 180°/sec).

Tabelul IV. Compararea celor două grupuri privind raportul cuplu maxim flexori/extensori și unghiul cuplului maxim.

Parametri	Grupul pacienților (medie \pm DS)	Grupul control (medie \pm DS)	Semnificație statistică (p)
F/E la 180°/s	0,42 \pm 0,08	0,51 \pm 0,15	0,06
F/E la 90°/s	0,36 \pm 0,06	0,42 \pm 0,14	0,14
Unghiul la PT E la 180°/s	44,5 \pm 11,76	42 \pm 15,91	0,35
Unghiul la PT F la 180°/s	20,8 \pm 26,69	7,56 \pm 7,26	0,08
Unghiul la PT E la 90°/s	51,6 \pm 11,8	49,44 \pm 11,58	0,34
Unghiul la PT F la 90°/s	31,4 \pm 19,03	31,11 \pm 32,51	0,49

Tabelul V. Coeficientul de corelație Pearson (r) între subdomeniile scorului SF36 și cuplul maxim al forței la grupul pacienților cu endoproteză totală de genunchi.

Subdomenii	Extensie la 180°/s	Flexie la 180°/s	Extensie la 90°/s	Flexie la 90°/s
SF36: Funcție fizică	0,410	0,376	0,350	0,362
SF36: Limitare fizică	0,244	0,280	0,073	0,261
SF36: Durere	0,359	0,197	0,296	0,394
SF36: Vitalitate	0,165	0,115	0,090	0,191
SF36: Funcție socială	0,351	0,318	0,090	0,921
SF36: Percepția st de sănătate	0,229	0,320	0,328	0,154
SF36: Limitare emoțională	0,063	0,291	0,206	0,498
SF36: Stare psihică	0,251	0,131	0,362	0,782

DISCUȚII

Studiul de față pune în evidență încă o dată faptul că pacienții cărora li s-a practicat o artroplastie totală de genunchi continuă să prezinte un grad de alterare a performanțelor funcționale și a calității vieții, chiar la distanță de câțiva ani de la intervenție, comparativ cu populația generală de aceeași vârstă, așa cum rezultă și din alte studii efectuate anterior [4,5]. În ciuda faptului că examenul clinic și cel radiologic nu au pus în evidență modificări patologice, pacienții au înregistrat deficite semnificative în privința funcției fizice, care nu pot fi explicate doar prin contextul psihologic sau cel social. O posibilă cauză a acestor deficiențe ar putea fi reprezentată de un deficit muscular neevidențiable la testarea clinică de rutină [6]. De aici rezultă importanța utilizării unor metode noi, performante, de evaluare, capabile să investigheze factori suplimentari implicați în buna funcționalitate a genunchiului, precum coordonarea musculară, forța dezvoltată efectiv pe diferitele sectoare de mobilitate și de către diversele grupe musculare, mersul, coordonarea.

Astfel, metoda izocinetică de evaluare a forței musculare a permis nu doar evidențierea deficitului de forță, ci și cuantificarea obiectivă, precisă, reproductibilă a acestuia.

Comparativ cu populația de aceeași vârstă, pacienții cu artroplastie totală de genunchi au prezentat o diminuare semnificativă a cuplului maxim al forței, atât pentru extensie, cât și pentru flexie, la ambele viteze unghiulare de testare utilizate. Această constatare corespunde cu datele din numeroase alte studii, care au arătat existența și persistența îndelungată a deficitului de forță, în special pe extensorii genunchiului după protezare [7]. A fost folosită atât metoda izocinetică de evaluare a forței la diverse viteze unghiulare (60°/sec, 90°/sec, 120°/sec, 180°/sec) [2,6,8,9], cât și metoda izometrică [4,10,11].

Studiile anterioare au arătat că deficitul mușchilor extensori este prezent deja din faza prooperatorie la pacienții cu gonartroză avansată [4]. Acest deficit se agravează mult în prima lună după artroplastie, chiar și în cazul instituirii unui program adaptat de recuperare, pentru a reveni la nivelul preoperator la 6 luni, unde va staționa în platou în următorii ani. Acest deficit persistent al extensorilor a fost pus și pe seama rezecției ligamentului încrucișat anterior, fiind similar cu cel observat la pacienții cu ruptura acestui ligament [2]. Fuchs a arătat că tendonul cvadriceps produce o forță anterioară la nivelul tibiei proximale la capătul cursei de extensie a genunchiului. La un genunchi normal această forță este contracarată de ligamentul încrucișat anterior. Când ligamentul este lezat, se produce subluxația anterioară a genunchiului, iar, ca un mecanism de evitare, în timp se produce și hipotrofia cvadricepsului. Instituirea unui program special de recuperare axat pe tonizare musculară este absolut necesară, deși unii autori au observat că în urma recuperării postoperatorii s-a ameliorat doar forța flexorilor, nu și cea

a extensorilor [12]. De aceea, în ultimul timp se insistă tot mai mult pe importanța recuperării preoperatorii a cvadricepsului [13].

În prezentul studiu nu au existat diferențe semnificative statistic între pacienții cu endoproteză totală de genunchi și subiecții sănătoși în privința raportului dintre flexori și extensori, evaluați prin cuplul maxim al forței. Sub acest aspect, în literatură datele sunt variabile. Astfel, Fuchs a observat într-unul din studiile sale tendința de creștere a acestui raport (explicată printr-un deficit mai mare al extensorilor față de cel al flexorilor), dar cu semnificație statistică doar la subgrupul femeilor și doar la o singură viteză unghiulară [2], în timp ce într-un alt studiu nu a mai regăsit aceste diferențe [6]. Un alt autor a evidențiat însă o creștere persistentă a acestui raport chiar și la 6-13 ani postoperator [14].

În ceea ce privește modificarea unghiului la care survine cuplul maxim, datele din literatură sunt încă și mai controversate. În general se consideră că survenirea întârziată a cuplului maxim corespunde unui deficit de forță musculară. Astfel, Fuchs a observat scăderea unghiului la care survine cuplul maxim al forței pentru extensie la pacienții protezați față de voluntarii sănătoși, corespunzând cu producerea întârziată a acestuia, respectiv scăderea unghiului la care s-a înregistrat cuplul maxim al flexiei, corespunzând cu producerea sa precoce. Ambele modificări au fost interpretate ca deficit relativ de forță musculară a extensorilor. Modificările nu au fost însă semnificative statistic decât pe subgrupuri izolate și la viteze unghiulare diferite [2]. În prezentul studiu s-a observat tendința de creștere a unghiurilor cuplului maxim, atât pentru flexori, cât și pentru extensori, față de grupul control, la ambele viteze unghiulare testate. Aceasta se traduce prin survenirea tardivă a PT în cazul flexorilor, respectiv precoce în cazul extensorilor, dar fără a se înregistra semnificație statistică în nici unul din cazuri.

În cazul scorului clinic HSS, deși s-au înregistrat diferențe semnificative la pacienții cu artroplastie față de subiecții control, atât la scorul total, cât și la principalele sale subdomenii, acestea nu au putut fi corelate cu valorile înregistrate la evaluarea izocinetică a forței musculare, ceea ce corespunde cu rezultatele din literatură [2].

Situația este aceeași în cazul scorului de calitate a vieții SF 36, unde, deși a existat diferență statistică față de grupul control la toate subdomeniile, corelațiile între acestea și parametrii izocinetici de forță musculară au fost cel mult acceptabile. Mizner și colaboratorii au remarcat, de asemenea, gradul scăzut de corelație dintre scorurile funcționale bazate pe relatările pacientului (inclusiv SF 36) și performanțele sale reale și de aceea recomandă completarea acestor scoruri cu metode obiective de evaluare a evoluției pacienților după artroplastia totală de genunchi [15]. Același grad scăzut de corelație între scorurile de calitate a vieții și performanțele funcționale reale a fost relatat și de alți autori, care au subliniat implicarea și a altor

factori precum sexul, vârsta, IMC, bolile asociate, statusul social [8,16,17].

Pe de altă parte, există studii care au arătat un nivel ridicat de corelație între forța musculară a cvadricepsului și performanțele funcționale ale pacienților cu endoproteză totală de genunchi, evaluate prin metode obiective [18], sugerând faptul că ameliorarea metodelor de recuperare postoperatorie a cvadricepsului ar putea aduce beneficii importante acestor pacienți [19].

CONCLUZII

Pentru urmărirea adecvată a recuperării pacienților după artroplastia totală de genunchi, evaluarea acestora trebuie să includă și determinarea unor parametri obiectivi de forță musculară, care nu sunt incluși direct în scorurile de evaluare clinică și de calitate a vieții.

Pacienții cu artroplastie de genunchi prezintă, chiar la distanță de intervenție, persistența unui deficit motor la nivelul genunchiului, pe care trebuie să se focalizeze pe termen lung programul de recuperare.

Bibliografie

1. Ethgen O, Bruyère O, Richy F, Dardennes C, Reginster JY. Health-related quality of life in total hip and total knee arthroplasty. A qualitative and systematic review of the literature. *J Bone Joint Surg Am*, 2004; 86-A(5):963-974.
2. Fuchs S, Tibesku CO, Floren M, et al. Interdependence of clinical and isokinetic results after bicondylar knee prostheses with special emphasis on quality of life results. *Int Orthop* 2000; 24:268-271.
3. Saleh KJ, Lee LW, Gandhi R, et al. Quadriceps strength in relation to total knee arthroplasty outcomes. *Instr Course Lect*, 2010; 59:119-130.
4. Bade MJ, Kohrt WM, Stevens-Lapsley JE. Outcomes Before and After Total Knee Arthroplasty Compared to Healthy Adults. *J Orthop Sports Phys Ther*, 2010; 40(9): 559-567.
5. Noble PC, Gordon MJ, Weiss JM, Reddix RN, Conditt MA, Mathis KB. Does total knee replacement restore normal knee function? *Clin Orthop Relat Res*, 2005: 157-165.
6. Fuchs S, Frisse D, Laa H, Thorwesten L, Tibesku CO. Muscle strength in patients with unicompartmental arthroplasty. *Am J Phys Med Rehabil*, 2004; 83:650-654.
7. Meier W, Mizner RL, Marcus RL, et al. Total knee arthroplasty: muscle impairments, functional limitations, and recommended rehabilitation approaches. *J Orthop Sports Phys Ther*, 2008; 38(5):246-256.
8. Walsh M, Woodhouse LJ, Thomas SG, Finch E. Physical impairments and functional limitations: a comparison of individuals 1 year after total knee arthroplasty with control subjects. *Phys Ther*, 1998; 78:248-258.
9. Genêt F, Schnitzler A, Lapeyre E, Roche N, Autret K. Change of impairment, disability and patient satisfaction after total knee arthroplasty in secondary care practice. *Ann Readapt Med Phys*, 2008; 51(8):671-676, 676-682.
10. Silva M, Shepherd EF, Jackson WO, Pratt JA, McClung CD, Schmalzried TP. Knee strength after total knee arthroplasty. *J Arthroplasty*, 2003; 18:605-611.
11. Berth A, Urbach D, Awisus F. Improvement of voluntary quadriceps muscle activation after total knee arthroplasty. *Arch Phys Med Rehabil*, 2002; 83:1432-1436.
12. Rodgers JA, Garvin KL, Walker CW, Morford D, Urban J, Bedard J. Preoperative physical therapy in primary total knee arthroplasty. *J Arthroplasty*, 1998; 13:414-421.
13. Brown K, Swank AM, Quesada PM, et al. Prehabilitation versus usual care before total knee arthroplasty: A case report comparing outcomes within the same individual. *Physioter Theory Pract*, 2010; 26(6):399-407.
14. Huang CH, Cheng CK, Lee YT, et al. Muscle strength after successful total knee replacement: A 6- to 13-year follow-up. *Clin Orthop*, 1996; 147-154.
15. Mizner RL, Petterson SC, Clements KE, Zeni JA Jr, Irrgang JJ, Snyder-Mackler L. Measuring functional improvement after total knee arthroplasty requires both performance-based and patient-report assessments: a longitudinal analysis of outcomes. *J Arthroplasty*, 2011; 26(5):728-737.
16. Fitzgerald JD, Orav EJ, Lee TH, et al. Patient quality of life during the 12 months following joint replacement surgery; *Arthritis Rheum*, 2004; 100-109.
17. Desmeules F, Dionne CE, Belzile E, Bourbonnais R, Frémont P. Waiting for total knee replacement surgery: factors associated with pain, stiffness, function and quality of life. *BMC Musculoskelet Disord*, 2009; 20:10:52.
18. Mizner RL, Petterson SC, Snyder-Mackler L. Quadriceps strength and the time course of functional recovery after total knee arthroplasty. *J Orthop Sports Phys Ther*, 2005; 35(7):424-436.
19. Yoshida Y, Mizner RL, Ramsey DK, Snyder-Mackler L. Examining outcomes from total knee arthroplasty and the relationship between quadriceps strength and knee function over time. *Clin Biomech*, 2008; 23(3):320-328.