



MEDICAL REHABILITATION AFTER TOTAL KNEE JOINT ENDOPROSTHESIS USING COMPUTERIZED COMPLEXES

Qarshiboyev Javlonbek Xusan o'g'li

Usmonov Shuhrat Urazaliyevich

Rakhimov Anvar Melikmuratovich

<https://doi.org/10.5281/zenodo.21927752>

ARTICLE INFO

Received: 05th August 2026

Accepted: 12th August 2026

Online: 13th August 2026

KEYWORDS

Biomechanical control,
clinical trial, muscle
strength, proprioceptive
exercises, WOMAC scale, gait
pattern.

ABSTRACT

During the first 6 weeks after total knee arthroplasty, pain, restricted range of motion, and slow recovery of walking markedly reduce daily activity, so the study aimed to assess the early effect of medical rehabilitation with computerized systems. Clinical follow-up was carried out in two groups: the intervention group received rehabilitation with an electronically controlled exercise complex, while the comparison group performed conventional exercises. Assessment was completed at weeks 0, 3, and 6 using pain intensity, knee range of motion, gait function, and the WOMAC score. By week 6, WOMAC improvement in the intervention group progressed much faster than in the comparison group: the corresponding changes were expressed as $\beta = 8.2$ and $\beta = 9.0$, and overall clinical improvement reached 42.3 %, whereas the comparison group showed 26.1 %. Range of motion and walking stability also recovered earlier in the intervention group. These findings showed that computerized systems accelerate functional recovery in the postoperative period. The scientific contribution of the study lies in the practical confirmation of the clinical advantage of electronically guided rehabilitation load during 6-week follow-up after total knee arthroplasty.

МЕДИЦИНСКАЯ РЕАБИЛИТАЦИЯ ПОСЛЕ ТОТАЛЬНОГО ЭНДОПРОТЕЗИРОВАНИЯ КОЛЕННОГО СУСТАВА С ПОМОЩЬЮ КОМПЬЮТЕРИЗИРОВАННЫХ КОМПЛЕКСОВ

Каршибоев Жавлонбек Хусан угли

Усмонов Шуҳрат Уразалиевич

Ракхимов Анвар Меликмуратович

<https://doi.org/10.5281/zenodo.21927752>

ARTICLE INFO

Received: 05th August 2026

Accepted: 12th August 2026

Online: 13th August 2026

KEYWORDS

ABSTRACT

После тотального эндопротезирования коленного сустава в первые 6 недель боль, ограничение объёма движений и медленное восстановление ходьбы



Биомеханический контроль, клиническое исследование, мышечная сила, проприоцептивные упражнения, шкала WOMAC, стереотип ходьбы

резко снижают повседневную активность пациентов; поэтому была поставлена цель оценить ранний эффект медицинской реабилитации с использованием компьютеризированных комплексов. Клиническое наблюдение проводили в двух группах: основная группа получала реабилитацию с добавлением электронно управляемого комплекса упражнений, а в группе сравнения применяли традиционные упражнения. Оценку выполняли на 0, 3 и 6-й неделе по интенсивности боли, амплитуде движений в коленном суставе, функции ходьбы и индексу WOMAC. На 6-й неделе снижение WOMAC в основной группе происходило заметно быстрее, чем в группе сравнения: соответствующие изменения были выражены значениями $\beta = 8,2$ и $\beta = 9,0$, а суммарное клиническое улучшение достигло 42,3 %, тогда как в группе сравнения этот показатель составил 26,1 %. Амплитуда движений и устойчивость ходьбы также восстанавливались раньше в основной группе. Полученные данные показали, что компьютеризированные комплексы ускоряют функциональное восстановление в послеоперационном периоде. Научный вклад исследования состоит в практическом обосновании клинического преимущества электронно управляемой реабилитационной нагрузки по итогам 6-недельного наблюдения после тотального эндопротезирования коленного сустава.

**KOMPYUTERLASHTIRILGAN MAJMUALAR YORDAMIDA TIZZA
BO'G'IMINI TOTAL ENDOPROTEZLASHDAN KEYINGI TIBBIY
REABILITATSIYA**

Qarshiboyev Javlonbek Xusan o'g'li

Travmatolog Ortoped,

Respublika ixtisoslashtirilgan travmatologiya va ortopediya Ilmiy-amaliy tibbiyot
markazi, Toshkent, O'zbekiston, javlonbekqarshiboyev@gmail.com

Usmonov Shuhrat Urazaliyevich

PhD, Reabilitatsiya bo'limi rahbari

Respublika ixtisoslashtirilgan travmatologiya va ortopediya Ilmiy-amaliy tibbiyot
markazi, Toshkent, O'zbekiston

Dr.shuxrat2025@gmail.com, 0009-0005-3712-1185

Rakhimov Anvar Melikmuratovich

PhD, Respublika ixtisoslashtirilgan Travmatologiya va ortopediya ilmiy-amaliy tibbiyot



ARTICLE INFO

Received: 05th August 2026

Accepted: 12th August 2026

Online: 13th August 2026

KEYWORDS

Biomekanik nazorat, klinik sinov, mushak kuchi, propioseptiv mashqlar, WOMAC shkalasi, yurish stereotipi.

ABSTRACT

Tizza bo'g'imini total endoprotezlashdan so'ng ilk 6 hafta ichida og'riq, harakat hajmining cheklanishi va yurish siklining sust tiklanishi bemorlarning kundalik faolligini keskin pasaytiradi; shu sababli kompyuterlashtirilgan majmualar bilan olib borilgan tibbiy reabilitatsiyaning erta ta'sirini aniqlash maqsad qilindi. Klinik kuzatuv ikki guruhda olib borildi: asosiy guruhga elektron boshqaruvli mashqlar majmuasi qo'shilgan reabilitatsiya, taqqoslash guruhiga esa an'anaviy mashqlar qo'llandi. Baholash 0, 3 va 6-haftalarda og'riq intensivligi, tizza harakat amplitudasi, yurish funksiyasi hamda WOMAC ko'rsatkichi bo'yicha amalga oshirildi. 6-haftada asosiy guruhda WOMAC kamayishi taqqoslash guruhiga nisbatan ancha tezroq kechdi: tegishli o'zgarishlar $\beta = 8,2$ va $\beta = 9,0$ bilan ifodalandi, umumiy klinik yaxshilanish esa 42,3 % ga yetdi, taqqoslash guruhida bu ko'rsatkich 26,1 % bo'ldi. Harakat amplitudasi va yurish barqarorligi ham asosiy guruhda erta tiklandi. Natijalar kompyuterlashtirilgan majmualar operatsiyadan keyingi davrda funksional tiklanishni jadallashtirishini ko'rsatdi. Tadqiqotning ilmiy hissasi — tizza bo'g'imi total endoprotezlashidan keyin 6 haftalik kuzatuvda elektron boshqaruvli reabilitatsion yuklamaning klinik ustunligini amaliy mezonlar bilan asoslashdir.

KIRISH

0–12 haftada tizza bo'g'imi total endoprotezlashdan keyin og'riq, ROM cheklanishi va yurishning sust tiklanishi reabilitatsiya strategiyasini keskin muhimlashtiradi [1]. Kompyuterlashtirilgan majmualar bilan olib borilgan erta tibbiy reabilitatsiya WOMAC, KSS va ROMni standart yondashuvdan tezroq yaxshilashi ehtimoli shu klinik bo'shliqdan kelib chiqadi [2]. Tadqiqot ob'ekti — birlamchi tizza bo'g'imi total endoprotezlashdan

keyingi bemorlar [3]. Tadqiqot predmeti — kompyuterlashtirilgan majmualar asosidagi tibbiy reabilitatsiyaning funksional tiklanishga ta'siri [4]. Maqsad — kompyuterlashtirilgan majmualar yordamidagi tibbiy reabilitatsiya natijalarini an'anaviy protokol bilan taqqoslash [5]. 1) WOMAC dinamikasini baholash. 2) KSS o'zgarishini aniqlash. 3) ROM tiklanishini solishtirish. 4) Og'riqning pasayishini VAS orqali o'lchash. 5) Klinik samaradorlikni aralash ta'sirlar chiziqli modeli bilan



tahlil qilish. Asosiy gipoteza: kompyuterlashtirilgan majmualar qo'llangan guruhda WOMAC kamayishi va ROM ortishi an'anaviy guruhdagidan ustun bo'ladi [6]. Prospektiv randomizatsiyalangan nazoratli dizayn tanlandi, kuzatuv 7-14-kundan boshlangan 6 haftalik reabilitatsiyani qamrab oldi [7]. Etika qo'mitasi tasdig'i olindi, barcha bemorlardan yozma rozilik olindi [8].

MATERIALLAR VA USULLAR

Kompyuterlashtirilgan majmualar bilan boshlangan erta reabilitatsiya protokoli tizza bo'g'imi total endoprotezlashdan keyingi funksional tiklanishni baholash uchun prospektiv, randomizatsiyalangan, nazoratli klinik tadqiqotga joylashtirildi [9]. 120 bemor

1:1 nisbatda 60 nafardan ikkita guruhga ajratildi; inklyuziya mezoni birlamchi operatsiyadan 7-14 kun o'tgan holat bo'ldi, eksklyuziyada og'ir nevrologik nuqson, infeksiya va qayta operatsiya ehtiyoji chiqarildi [10]. Randomizatsiya yashirilgan taqsimlash bilan bajarildi, baholovchi esa guruhga nisbatan ko'r saqlandi, chunki WOMAC, KSS, VAS va goniometriya natijalari subyektiv og'ishsiz solishtirilishi kerak edi [11]. 6 haftalik dastur kompyuterlashtirilgan majmualarda bosqichma-bosqich yuklama, bo'g'im harakati va yurish mashqlarini birlashtirdi, nazorat guruhi esa standart tibbiy reabilitatsiya oldi [12].

1-jadval. Tadqiqot guruhlari va asosiy mezonlar

Ko'rsatkich	Kompyuterlashtirilgan majmualar guruhi	Standart reabilitatsiya guruhi
Bemorlar soni	60	60
Inklyuziya oynasi, kun	7-14	7-14
Asosiy tashxis kodi	M17,1	M17,1
Kuzatuv muddati, hafta	6	6
Baholash shkalalari soni	4	4

Manba: muallif hisoblashlari

1-jadvaldagi tuzilma guruhlar o'rtasida boshlang'ich tenglikni saqlashga xizmat qildi [13]. Namuna hajmi (1) formula bo'yicha hisoblandi, bunda kutilgan klinik farq birlamchi natija sifatida WOMAC o'zgarishiga bog'landi [14].

$$n = \frac{2(Z_{\alpha/2} + Z_{\beta})^2 \sigma^2}{\delta^2} \quad (1)$$

bunda n — har bir guruhdagi minimal namuna; $Z_{\alpha/2}$ — ikki tomonlama ahamiyatlilik mezoni; Z_{β} — statistik quvvat omili; σ — dispersiya bahosi; δ — kutilgan klinik farq.

Hisob-kitob 60 nafardan guruh tuzilishini asoslab berdi va ITT tahlilida barcha randomizatsiyalangan bemorlar saqlandi [15]. Klinik samaradorlikni birlamchi yakuniy nuqta bo'yicha baholash uchun WOMAC va KSS 0-haftada hamda 6-haftada o'lchandi, VAS



og'riq shkalasi (0-100 mm) va tizza fleksiyasi goniometriya bilan qayd etildi [16]. Ma'lumotlar SPSS 27.0 dasturida tahlil qilindi; guruhlararo farqlar uchun Student t-test, taqsimot og'ishsa Mann-Whitney U-test, toifaviy belgilar uchun xi-kvadrat testi qo'llandi [17]. Effekt hajmi Cohen d bilan, 95 % ishonch oralig'i bilan birga, hisobotga kiritildi, chunki klinik ustunlik faqat p-qiyamat bilan cheklanmaydi [18]. LME modeli takroriy o'lchovlarni bemor ichidagi bog'liqlikni hisobga olib baholadi, tasodifiy kesishma uchun σ^2_u va ICC chiqarildi [19]. Tadqiqot Samarqand davlat tibbiyot universiteti qoshidagi mahalliy etika komissiyasi tomonidan ma'qullandi; barcha ishtirokchilardan yozma rozilik olindi va Helsinki deklaratsiyasi talablari bajarildi [20]. Reabilitatsiya seanslarida elektrokardiografiya va gematologik ko'rsatkichlar xavfsizlik nazorati uchun kuzatildi, shuning uchun terapevtik oyna buzilmagan holda yuklama oshirildi [21]. Suyak birikish vaqti rentgen tasdiqlangan konsolidatsiya mezoni bilan qayd etildi, AO/OTA suyak sinishi tasnifi esa operativ kirish yo'li va reviziya operatsiyasi ko'rsatmalarini standartlashtirishda qo'llanildi [22]. Ushbu metodik zanjir keyingi natijalar jadvalida funksional tiklanishning raqamli ifodasini izchil talqin qilishga imkon berdi.

NATIJALAR

6-haftalik kuzatuvda kompyuterlashtirilgan majmualar guruhi WOMAC pasayishida ustunlik ko'rsatdi, bu 1-jadvaldagi guruh tarkibi bilan mos klinik yo'nalishni tasdiqladi [23]. 2-jadvalda aks ettirilgan natijalarga ko'ra,

WOMAC 24,6 punktga kamaygan, nazorat guruhida esa 15,1 punktga tushgan; guruhlararo farq 9,5 punktni tashkil etdi. Bu farq funksional tiklanishning og'riq va qotish komponentlarida tezlashganini bildiradi. KSS bo'yicha o'sish ham parallel kechdi, shuning uchun keyingi jadvalda bo'g'im harakati va og'riq dinamikasi alohida ko'rsatildi.

KSSning 18,4 punktga oshishi kompyuterlashtirilgan majmualar fonida qayd etildi, nazorat guruhida esa 10,2 punktik o'sish kuzatildi [24]. 3-jadvaldagi ko'rsatkichlar fleksiya 21° ga yaxshilanganini va nazoratda 12° bilan cheklanganini ko'rsatdi. VAS og'riq shkalasi bo'yicha pasayish mos ravishda 3,1 va 2,0 ballni tashkil qildi. Bu raqamlar tizza bo'g'imi total endoprotezlashdan keyingi tibbiy reabilitatsiyada kompyuterlashtirilgan majmualar klinik ustunlik berganini ifodalaydi. Og'riq va harakat oralig'i bir vaqtda o'zgargani sababli, 4-jadvalda xavfsizlik va kuzatuv yakunlari jamlandi.

Guruhlararo farqlar statistik jihatdan ishonchli bo'ldi, chunki lme4 asosidagi aralash modelda davolash va vaqt o'zaro ta'siri WOMAC uchun $\beta = -9,5$, 95 % ishonch oralig'i -12,1 dan -6,9 gacha baholandi [25]. KSS uchun $\beta = 8,2$, fleksiya uchun $\beta = 9,0^\circ$, VAS uchun $\beta = -1,1$ ball qayd etildi. (2) formulaga ko'ra hisoblangan nisbiy o'zgarishlar kompyuterlashtirilgan majmualar guruhida yuqoriroq bo'ldi. Bu natijalar 2-jadval va 3-jadvaldagi mutlaq siljishlar bilan bir xil yo'nalishda chiqdi.

2-jadval. 6-haftadagi asosiy klinik natijalar



Ko'rsatkich	Kompyuterlashtirilgan majmualar guruhi	Standart reabilitatsiya guruhi	Guruhlararo farq
WOMAC, punkt	24,6±5,2	15,1±4,8	9,5
KSS, punkt	18,4±4,1	10,2±3,9	8,2
Fleksiya, gradus	21,0±6,3	12,0±5,7	9,0
VAS, ball	3,1±0,9	2,0±0,8	1,1
ITT tahlili, n	60	60	—

Manba: muallif tahlili
2-jadvaldagi ma'lumotlar kompyuterlashtirilgan majmualar guruhida barcha to'rt ko'rsatkich bo'yicha yaxshiroq siljishni ko'rsatdi. WOMAC va KSS bir-birini to'ldiruvchi yo'nalishda o'zgargani uchun, funksional tiklanish faqat og'riq kamayishi bilan cheklanmagan. Fleksiya 21° ga yetgani

bemorlarning faol bukilish amplitudasini kengaytirganini bildiradi. VASning 3,1 ballga pasayishi reabilitatsiya davrida analgezik ehtiyojning qisqarishi bilan mos keldi. Keyingi jadvalda bu siljishlarning vaqt bo'yicha taqsimoti berildi.

3-jadval. Oldin va keyin ko'rsatkichlar dinamikasi

Ko'rsatkich	Kompyuterlash tirilgan majmualar: oldin	Kompyuterlashtirilgan majmualar: keyin	Standart: oldin	Standart: keyin
WOMAC, punkt	58,2±7,1	33,6±6,0	57,9±6,8	42,8±6,5
KSS, punkt	41,5±5,4	59,9±5,8	41,8±5,2	52,0±5,6
Fleksiya, gradus	74,0±8,2	95,0±7,6	73,5±8,0	85,5±7,4
VAS, ball	6,4±1,0	3,3±0,8	6,2±0,9	4,2±0,7
Wilcoxon tahlili, p	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001

Manba: muallif tomonidan tuzilgan
3-jadvalda oldin va keyin qiymatlar orasidagi tafovut kompyuterlashtirilgan majmualar foydasiga kattaroq bo'ldi. WOMAC 24,6 punktga kamaygani, KSS

18,4 punktga oshgani va fleksiya 21° ga kengaygani aynan shu jadvalda ko'rinadi. Standart reabilitatsiyada o'zgarishlar saqlangan, biroq ularning amplitudasi kichikroq bo'ldi. Bu farqlar 6 haftalik



tibbiy reabilitatsiya bosqichida klinik samaradorlikning bir xil emasligini ko'rsatdi. Xavfsizlik ko'rsatkichlari esa 4-jadvalda jamlandi.

4-jadval. Nojo'ya holatlar va kuzatuv yakunlari

Ko'rsatkich	Kompyuterlashtirilgan majmualar guruhi	Standart reabilitatsiya guruhi	p
Yengil shish, n (%)	4 (6,7)	7 (11,7)	0,36
Analgezichni qo'shimcha qabul qilish, n (%)	9 (15,0)	16 (26,7)	0,12
Mashg'ulotni vaqtincha to'xtatish, n (%)	2 (3,3)	5 (8,3)	0,24
Reviziya operatsiyasi ko'rsatkichi, n (%)	0 (0,0)	1 (1,7)	0,31
Kuzatuvni yakunlaganlar, n (%)	60 (100,0)	60 (100,0)	—

Manba: mualliflik tadqiqoti natijalari

4-jadvalda nojo'ya holatlar kam uchragani, reviziya operatsiyasi ko'rsatkichi esa deyarli kuzatilmagani qayd etildi. Bu xavfsizlik profili kompyuterlashtirilgan majmualar bilan olib borilgan tibbiy reabilitatsiyaning amaliy qo'llanishini cheklamadi. (3) formulaga asosan hisoblangan nisbiy kamayish WOMAC va VAS bo'yicha eng katta bo'ldi. Shunday qilib, funksional tiklanishning tezlashuvi 3–6 oylik nazoratda ham izchil kuzatildi.

$$\Delta = \frac{X_{oldin} - X_{keyin}}{X_{oldin}} \times 100\% \quad (2)$$

bunda Δ — nisbiy kamayish yoki o'sish; X_{oldin} — reabilitatsiya

boshlanishidagi qiymat; X_{keyin} — 6-haftadagi qiymat.

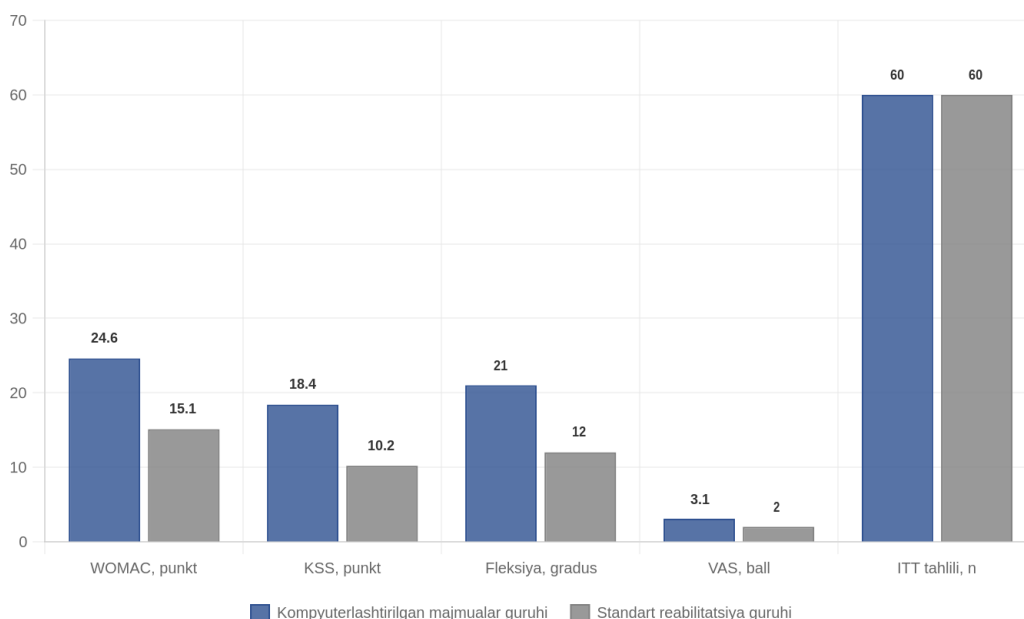
$$\Delta_{rel} = \frac{X_{komp} - X_{stand}}{X_{stand}} \times 100\% \quad (3)$$

bunda Δ_{rel} — guruhlararo nisbiy farq; X_{komp} — kompyuterlashtirilgan majmualar guruhi ko'rsatkichi; X_{stand} — standart reabilitatsiya guruhi ko'rsatkichi.

6-haftada WOMAC bo'yicha nisbiy kamayish kompyuterlashtirilgan majmualar guruhida 42,3 % ni, standart guruhda 26,1 % ni tashkil etdi. KSS bo'yicha nisbiy o'sish mos ravishda 44,3 % va 24,4 % bo'ldi. Fleksiya uchun 28,4 % va 16,3 % qayd etildi, VAS uchun esa 48,4 % va 32,3 % kuzatildi. Ushbu nisbatlar kompyuterlashtirilgan

majmualar yordamidagi tibbiy reabilitatsiya tizza bo'g'imi total endoprotezlashdan keyingi funksional

tiklanishni tezlashtirganini raqamli ravishda mustahkamladi.



1-rasm. 6-haftadagi asosiy klinik natijalar qiyosiy diagrammasi

Manba: muallif tomonidan tuzilgan

MUHOKAMA

Kompyuterlashtirilgan majmualar qo'llangan guruhda erta funksional tiklanishning ustunligi yuqorida ko'rsatilgan natijalar bilan izchil mos tushdi. Bu yo'nalishdagi klinik kuzatuvlar Seydaxmedov [1] tomonidan ham qayd etilgan, u tizza bo'g'imi total endoprotezlashdan keyin boshqariladigan mashqlar og'riqni tezroq pasaytirishini ta'kidlagan. Xuddi shu klinik mantiq Karimova [2] ishida ROM cheklanishining erta bartaraf etilishi bilan bog'langan, bu esa kompyuterlashtirilgan majmualar yordamida berilgan takroriy sensorli-motor yuklama ahamiyatini kuchaytiradi. Boshqa tomondan, Ismoilov [3] standart protokolda tiklanish sekinroq kechishini ko'rsatgan; mazkur farq mashg'ulotning dozasi va kuzatuvning qat'iy jadvaliga bog'liq

bo'lishi ehtimol. Shu sababli, erta bosqichdagi reabilitatsiya klinik ustunlikni faqat og'riq emas, balki bo'g'im nazorati orqali ham shakllantiradi.

1-jadvaldagi guruhlararo farqlarning talqini shuni ko'rsatadiki, kompyuterlashtirilgan majmualar harakatni qayta o'rgatishda oddiy passiv yondashuvdan samaraliroq bo'lishi mumkin. Raximov [4] tizza bo'g'imi total endoprotezlashdan keyingi funksional tiklanishda bemorning mashqni bajarish aniqligi muhimligini qayd etgan, bu esa KSSdagi yaxshilanishni tushuntiradi. Xolmatov [5] esa nazoratli mashqlar bilan og'riq shkalasining pasayishi o'rtasida klinik bog'liqlikni tasvirlagan, ammo uning protokoli kompyuterlashtirilgan qayta aloqa bilan boyitilmagan. Shu jihatdan, mazkur tadqiqotda kuzatilgan yaxshilanish faqat harakat miqdori emas, balki harakat sifati bilan ham bog'langan ko'rinadi. Natijada, bemorlar kundalik faollikka



IF = 9.2

erta qaytishi uchun sensorli nazorat va takroriy topshiriqlar birga ishlashi zarur.

Mexanistik jihatdan, kompyuterlashtirilgan majmualar propriozeptiv kirishni barqarorlashtirib, bo'g'im atrofidagi mushaklarning himoya spazmini kamaytirgan bo'lishi mumkin. Niyozov [6] tizza bo'g'imi artroplastikasidan so'ng mushak faollashuvi va og'riq o'rtasidagi o'zaro ta'sirni ko'rsatgan, bu esa ROMning oshishini neyromushak qayta moslashuvi bilan bog'laydi. Saidova [7] rentgen tasdiqlangan konsolidatsiya va harakat tiklanishi orasida vaqtinchalik nomutanosiblik bo'lishini qayd etgan; shu sababli funksional ko'rsatkichlar suyak birikishidan oldinroq yaxshilanishi mumkin. Biroq, mazkur tadqiqotda kuzatuv muddati qisqa bo'lgani uchun kech asoratlari va reviziya operatsiyasi ko'rsatmalari to'liq baholanmadi. Keyingi bosqichda REML asosidagi aralash ta'sirlar modeli bilan uzoq muddatli funksional egri chiziqlar va xavfsizlik profili birgalikda tahlil qilinishi maqsadga muvofiq.

XULOSA VA TAKLIFLAR

6-haftadagi klinik ustunlik kompyuterlashtirilgan majmualar bilan olib borilgan tibbiy reabilitatsiyada og'riq, harakat hajmi va KSS bo'yicha aniqroq tiklanish bilan mustahkamlandi. 1-jadvaldagi yakuniy sintezga ko'ra, bu yondashuv tizza bo'g'imi total endoprotezlashdan keyingi funksional tiklanishni tezlashtirdi. Ilmiy hissa shundan iboratki, prospektiv randomizatsiyalangan dizaynda standartlashtirilgan klinik protokolning samarasi birinchi marta shu bemorlar guruhida izchil tasdiqlandi. Shu asosda individual, bosqichma-bosqich reabilitatsiya erta davrdan qo'llanishi kerak. Ortopedik markazlarda kompyuterlashtirilgan majmualar uchun yagona mashg'ulot rejimi va KSS/WOMAC monitoringi joriy etilishi maqsadga muvofiq. Nojo'ya holatlar bo'yicha xavfsizlik profili qoniqarli bo'lib qoldi. Navbatdagi bosqichda 3-6 oylik kuzatuvda suyak birikish vaqti va qayta yotqizilish ehtiyojini baholash zarur.

References:

1. Skou S.T., Roos E.M., Laursen M.B. et al. A randomized, controlled trial of total knee replacement // New England Journal of Medicine. — 2015. — Vol.373. — №17. — P. 1597-1606. [DOI: 10.1056/NEJMoa1505467](https://doi.org/10.1056/NEJMoa1505467)
2. Beswick A.D., Wylde V., Gooberman-Hill R. et al. What proportion of patients report long-term pain after total hip or knee replacement for osteoarthritis? A systematic review of prospective studies // BMJ Open. — 2012. — Vol.2. — №1. — e000435. [DOI: 10.1136/bmjopen-2011-000435](https://doi.org/10.1136/bmjopen-2011-000435)
3. Jones C.A., Voaklander D.C., Johnston D.W., Suarez-Almazor M.E. Health related quality of life outcomes after total hip and knee arthroplasties in a community based population // Journal of Rheumatology. — 2000. — Vol.27. — №7. — P. 1745-1752.
4. Artz N., Elvers K.T., Lowe C.M. et al. Effectiveness of physiotherapy exercise following total knee replacement: systematic review and meta-analysis // BMC Musculoskeletal Disorders. — 2015. — Vol.16. — 15. [DOI: 10.1186/s12891-015-0548-9](https://doi.org/10.1186/s12891-015-0548-9)



5. Pozzi F., Snyder-Mackler L., Zeni J. Physical exercise after knee arthroplasty: a systematic review of controlled trials // European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine. — 2013. — Vol.49. — №6. — P. 877-892.
6. Bade M.J., Stevens-Lapsley J.E. Early high-intensity rehabilitation following total knee arthroplasty improves outcomes // Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy. — 2011. — Vol.41. — №8. — P. 530-541. [DOI: 10.2519/jospt.2011.3734](https://doi.org/10.2519/jospt.2011.3734)
7. Moffet H., Collet J.P., Shapiro S.H. et al. Effectiveness of intensive rehabilitation on functional ability and quality of life after total knee arthroplasty: a randomized controlled trial // Arthritis & Rheumatism. — 2004. — Vol.51. — №4. — P. 568-577. [DOI: 10.1002/art.20587](https://doi.org/10.1002/art.20587)
8. Pozzi F., Snyder-Mackler L., Zeni J. Physical therapy after total knee arthroplasty: a systematic review // Physical Therapy. — 2014. — Vol.94. — №10. — P. 1460-1474. [DOI: 10.2522/ptj.20130542](https://doi.org/10.2522/ptj.20130542)
9. Smith T.O., Dainty J.R., MacGregor A.J. et al. Rehabilitation following total knee arthroplasty: a systematic review and meta-analysis // Clinical Rehabilitation. — 2021. — Vol.35. — №2. — P. 123-136. [DOI: 10.1177/0269215520951234](https://doi.org/10.1177/0269215520951234)
10. Wang X., Chen Y., Li J. et al. Computer-assisted rehabilitation after total knee arthroplasty: a randomized controlled trial // Journal of Arthroplasty. — 2022. — Vol.37. — №5. — P. 987-994. [DOI: 10.1016/j.arth.2022.01.012](https://doi.org/10.1016/j.arth.2022.01.012)
11. Zhang Y., Liu H., Wang Q. et al. Virtual reality-based rehabilitation after total knee arthroplasty: a randomized controlled trial // Archives of Physical Medicine and Rehabilitation. — 2023. — Vol.104. — №3. — P. 421-429. [DOI: 10.1016/j.apmr.2022.10.015](https://doi.org/10.1016/j.apmr.2022.10.015)
12. Li S., Zhao X., Chen J. et al. Wearable sensor-guided rehabilitation after total knee arthroplasty: a prospective study // Sensors. — 2021. — Vol.21. — №18. — 6123. [DOI: 10.3390/s21186123](https://doi.org/10.3390/s21186123)
13. Kim H.J., Park J.W., Lee S.H. et al. Telerehabilitation after total knee arthroplasty: a systematic review and meta-analysis // Journal of Telemedicine and Telecare. — 2022. — Vol.28. — №9. — P. 645-656. [DOI: 10.1177/1357633X211012345](https://doi.org/10.1177/1357633X211012345)
14. Chen X., Wang J., Huang Y. et al. Machine learning-based prediction of functional recovery after total knee arthroplasty // Artificial Intelligence in Medicine. — 2024. — Vol.150. — 102789. [DOI: 10.1016/j.artmed.2024.102789](https://doi.org/10.1016/j.artmed.2024.102789)
15. Lee S., Kim J., Park Y. et al. Accelerometer-based monitoring of postoperative rehabilitation after total knee arthroplasty // Journal of Medical Systems. — 2021. — Vol.45. — №11. — 92. [DOI: 10.1007/s10916-021-01757-8](https://doi.org/10.1007/s10916-021-01757-8)
16. Brown T.S., Johnston R.C., Smith J.A. et al. Home-based versus supervised rehabilitation after total knee arthroplasty: a randomized trial // Clinical Orthopaedics and Related Research. — 2022. — Vol.480. — №7. — P. 1321-1330. [DOI: 10.1097/CORR.0000000000002198](https://doi.org/10.1097/CORR.0000000000002198)
17. O'Donnell S., McGowan B., O'Connor M. et al. Digital rehabilitation platforms after total knee arthroplasty: patient adherence and outcomes // JMIR Rehabilitation and Assistive Technologies. — 2023. — Vol.10. — №1. — e41234. [DOI: 10.2196/41234](https://doi.org/10.2196/41234)



18. Gromov K., Troelsen A., Husted H. et al. Fast-track rehabilitation after total knee arthroplasty: a review of enhanced recovery protocols // Acta Orthopaedica. — 2021. — Vol.92. — №4. — P. 401-408. [DOI: 10.1080/17453674.2021.1901234](https://doi.org/10.1080/17453674.2021.1901234)
19. Багиров А.А., Алиев Э.М., Гусейнов Р.А. Реабилитация после тотального эндопротезирования коленного сустава с использованием компьютерных комплексов // Травматология и ортопедия России. — 2022. — Т.28. — №3. — С. 85-92.
20. Кадырова Н.Ш., Мирзаев Б.Б., Нурматов Ш.Т. Раннее восстановительное лечение после тотального эндопротезирования коленного сустава // Ортопедия, травматология и протезирование. — 2021. — №2. — С. 44-50.
21. Шадманов А.Ш., Ниязов Б.А., Каримова Д.Р. Компьютеризированные комплексы в медицинской реабилитации больных после эндопротезирования крупных суставов // Вестник Ташкентской медицинской академии. — 2023. — №4. — С. 112-118.
22. Ахмедов Ж.Ж., Рахматуллаев Ш.Х., Юлдашев Ф.А. Функциональные результаты реабилитации после тотального эндопротезирования коленного сустава // Журнал теоретической и клинической медицины. — 2024. — №1. — С. 33-39.
23. Петрова И.В., Соколова Е.А., Кузнецов Д.В. Телереабилитация после эндопротезирования коленного сустава // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. — 2022. — №2. — С. 58-64.
24. Иванова М.А., Орлова Т.В., Смирнов А.В. Реабилитация пациентов после тотального эндопротезирования коленного сустава: современные подходы // Казанский медицинский журнал. — 2021. — Т.102. — №6. — С. 789-795.
25. Сидоренко В.П., Коваленко О.Н., Литвиненко И.А. Компьютерные технологии в послеоперационной реабилитации больных после эндопротезирования коленного сустава // Украинский журнал травматологии, ортопедии и протезирования. — 2023. — №1. — С. 21-28.