

УДК 616.728.3-007.2-089.843:616-071.3](045)

DOI: <http://dx.doi.org/10.15674/0030-59872019412-17>

Особливості статографічних показників хворих після ендопротезування колінного суглоба

**В. А. Філіпенко, З. А. Арутюнян, В. О. Мезенцев,
О. В. Танькут, О. Д. Карпінська, М. Ю. Карпінський**

ДУ «Інститут патології хребта та суглобів ім. проф. М. І. Ситенка НАМН України», Харків

Total knee arthroplasty in patients with knee osteoarthritis allows to relieve the pain, restore axial relationship in the joint, but reduced muscle strength of the limb delays the recovery of its function. Rehabilitation measures help to improve the knee joint status, which can be controlled using statographic studies. Objective: basing on statographic studies to prove the effectiveness of rehabilitation measures in patients with knee contracture after total knee arthroplasty. Methods: 18 patients with two-side knee osteoarthritis and knee joint contractures after bilateral knee replacement were included in the study. Patients were divided into two groups: 11 patients underwent rehabilitation, 7 patients without rehabilitation. The range of motion in the knee joints was measured; the support ability was evaluated using statography. Results: several types of standing and features of the balance support have been identified. In case of double-standing there are: I type — displacement of the common center of mass (CCM) in the direction of a shortened limb, the CCM projection extended in the sagittal (back and forth) direction; II — the CCM projection has the form of a wide spot with a spread of 20 mm or more. For one-bearing standing there are: I type — the patient is not able to fully support on a limb, so the projections are close to the center gravity, II — during standing body movement in the direction to doubly-standing was detected. Parameters of standing in patients after rehabilitation were much better than in case of its absence. The symmetry of the load of the feet improved statistically significant ($p < 0.05$), but the imbalance persisted, as evidenced by the significant area of the CCM projection. Conclusion: the improving balance and restoration of foot load to almost normal in patients who underwent rehabilitation was confirmed by statography. Key words: knee osteoarthritis, flexion and extension contractures, knee joint, total arthroplasty, statography, the common center of mass.

Эндопротезирование коленного сустава у пациентов с гонартрозом позволяет устранить боль, восстановить осевые взаимоотношения в суставе, но уменьшенная сила мышц конечности препятствует восстановлению ее функции. Реабилитационные мероприятия способствуют улучшению состояния коленного сустава, что можно контролировать с помощью статографии. Цель: на основе статографических исследований доказать эффективность реабилитационных мероприятий у больных с контрактурами коленного сустава после эндопротезирования. Методы: в исследование включено 18 больных с двусторонним гонартрозом и контрактурами коленных суставов после второй операции эндопротезирования. Больных разделили на две группы: с реабилитацией — 11, без реабилитации — 7. Измеряли объем движений в коленных суставах, оценивали опороспособность методом статографии. Результаты: определено несколько типов стояния и особенности в поддержании равновесия. Для двухопорного стояния: I тип — смещение общего центра масс (ОЦМ) в сторону укороченной конечности, проекция ОЦМ вытянута в сагиттальном (вперед-назад) направлении; II — проекция ОЦМ имеет вид широкого пятна с разбросом 20 мм и более. Для одноопорного стояния: I тип — больной не в состоянии осуществить полноценную опору на конечность, поэтому проекции приближены к центру тяжести; II — в процессе стояния отмечается движение тела в направлении двухопорного стояния. Параметры стояния у пациентов после реабилитации значительно лучше, чем в случае ее отсутствия. Статистически значимо ($p < 0,05$) улучшается симметричность нагрузки стоп, но сохраняется нарушение равновесия, о чем свидетельствует значительная площадь проекции ОЦМ. Вывод: у пациентов, прошедших реабилитацию, методом статографии подтверждено улучшение поддержания равновесия и восстановление нагрузки стоп практически до нормальных. Ключевые слова: гонартроз, сгибательно-разгибательные контрактуры, коленный сустав, эндопротезирование, статография, общий центр масс.

Ключові слова: гонартроз, згинально-розгинальні контрактури, колінний суглоб, ендопротезування, статографія, загальний центр мас

Вступ

Гонартроз супроводжується не лише больовим синдромом, часто у хворих спостерігають осьові деформації суглобів (варус чи вальгус), згинально-розгинальні контрактури. Тривалий перебіг захворювання впливає на зменшення сили м'язів навколо колінного суглоба через обмеження активності хворого. Виконання ендопротезування дає змогу виправити осьові деформації, усунути чи значно зменшити біль [12], але сила м'язів нижньої кінцівки залишається недостатньою для повного відновлення її функціональності [3]. Одним із проявів м'язової недостатності є залишкові контрактури колінного суглоба [4–7]. Реабілітаційні заходи після ендопротезування дають змогу відновити чи значно покращити стан колінного суглоба [8–10].

Статографічні дослідження сьогодні є доволі поширеним діагностичним методом, який дозволяє проводити моніторинг відновлення пацієнтів після ортопедичних операцій і функціонального стану в процесі реабілітаційних заходів [11, 12]. Незважаючи на те, що стояння хворого за наявності ортопедичної патології має індивідуальні особливості, існують деякі параметри, які можуть характеризувати якість стояння й особливості адаптаційних можливостей організму [13–16].

Процес відновлення функції стояння в пацієнтів після ендопротезування загалом, і колінного суглоба в тому числі, доволі тривалий. Фахівці повідомляють, що повністю функція стояння у хворих не відтворюється навіть через рік, але можливо покращити стан суглоба та прилеглих до нього м'язів [17, 18].

Здебільшого дегенеративний гонартроз є системним захворюванням, за якого уражуються обидва колінних суглоба. Тому ендопротезування одного суглоба не завжди приводить до повноцінного відновлення стояння. І лише після двобічного ендопротезування можна розраховувати на задовільний результат.

Мета: на підставі статографічних досліджень довести ефективність реабілітаційних заходів у хворих із контрактурами колінного суглоба після ендопротезування.

Матеріал і методи

У лабораторії біомеханіки ДУ «Інститут патології хребта та суглобів ім. проф. М. І. Ситенка НАМН України» проведено біомеханічні обсте-

ження 18 пацієнтів із двобічним гонартрозом, контрактурами колінних суглобів після їхнього ендопротезування, які обговорено та схвалено на засіданні локального комітету з біоетики (протокол № 164 від 18.04.2017). У всіх осіб виконано по дві операції ендопротезування та після виявлення контрактури колінних суглобів запропоновано реабілітаційні заходи для відновлення та збільшення обсягу рухів.

Пацієнтів розподілили на дві групи: з реабілітацією — 11 осіб, без реабілітації — 7, які відмовилися від її проведення.

Дослідження опороспроможності виконували методом статографії [11–14] на момент і через 3 міс. після виявлення контрактури. За умов двохопорного стояння аналізували зміщення загального центра мас (ЗЦМ) по осі X та площу його проєкції.

Під час стояння з переважним навантаженням однієї стопи аналізували відношення зміщення ЗЦМ, площини ЗЦМ і навантаження на стопи. Крім того, вимірювали обсяг рухів у колінних суглобах.

Отримані дані оброблено статистично. Розраховували середнє (M) та його стандартне відхилення (SD). Порівняння між періодами спостереження здійснювали за допомогою T-тесту для повторних вимірювань. Порівняння між групами проводили за T-тестом для незалежних вибірок. Аналіз виконано в пакеті прикладних програм IBM Statistic SPSS 20.0.

Результати та їх обговорення

Дослідження пацієнтів у ранні періоди після ендопротезування (3 міс.) показало, що параметри стояння в них залишаються порушеними.

Після хірургічного втручання у хворих усунуто больовий синдром, отже відновлюється опора на кінцівки. За умов двобічного гонартрозу після ендопротезування одного суглоба основне навантаження припадає на прооперовану кінцівку. Після хірургічного втручання на другому суглобі відновлення механізму підтримки рівноваги відбувається швидше. Але в разі розвитку такого ускладнення, як контрактура колінного суглоба, процес стояння має певні особливості.

Анатомічно контрактура колінного суглоба спричинює функціональне вкорочення кінцівки. Компенсація його відбувається за рахунок нахилу таза в бік вкорочення і, як наслідок, викривлення хребта в попереково-крижовому відділі через вимушене положення контралатеральної кінцівки.

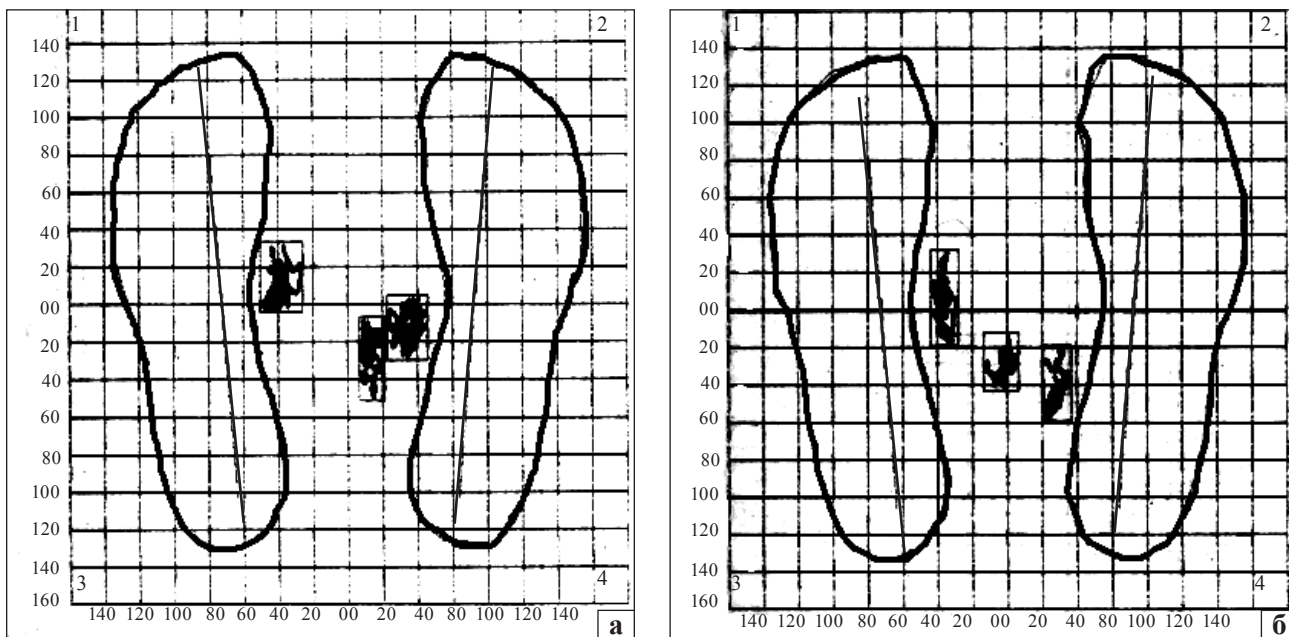


Рис. 1. Статограми хворого на двобічний гонартроз III–IV стадій після ендопротезування: I (а) та II (б) типи стояння

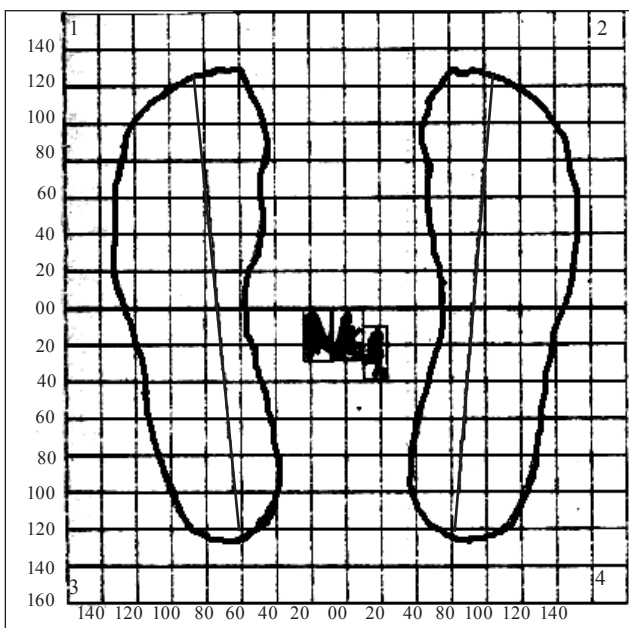


Рис. 2. Статограма хворого на двобічний гонартроз III–IV стадій після ендопротезування з утворенням контрактури

Очевидно, що вказані зміни залежать від величини контрактури, стану м'язів та всієї опорно-рухової системи до хірургічного лікування та після нього.

На статограмі такі анатомічні зміни відображуються зміщенням проекції ЗЦМ у разі двоопорного стояння в бік вкороченої кінцівки, а у випадку опори на вкорочену кінцівку — збільшенням хитання, причому в усіх напрямках. Опора на кінцівки змінена та залежить від вели-

чини контрактури (вкорочення) і всіх означених анатомічних відхилень.

У пацієнтів після ендопротезування можна відмітити два типи двоопорного стояння. Перший тип характеризується зміщенням ЗЦМ у бік укороченої здорової кінцівки, проекція ЗЦМ витягнута в сагітальному (вперед–назад) напрямку (рис. 1, а). За умов стояння з переважною опорою на стопу вкороченої кінцівки пацієнт не спроможний здійснити повноцінну опору.

За другого типу двоопорного стояння проекція ЗЦМ має вигляд широкої плями з розкидом 20 мм і більше (рис. 1, б), що свідчить про складність для хворого підтримувати рівновагу. Проекція ЗЦМ при цьому має вигляд широкої плями, розтягнутої у всіх напрямках. Опора на стопи відносно симетрична, але відмічений розворот тіла праворуч (винос навантаження вперед на ліву стопу).

За умов стояння з переважною опорою на одну кінцівку також виділено два типи форми проекції ЗЦМ. Перший тип — хворий не в змозі здійснити повноцінну опору на кінцівку, тому проекції наближені до центра ваги. Плями мають велику площу, що підтверджує важкість збереження рівноваги (рис. 2).

Проекції ЗЦМ за всіх видів стояння практично злилися, що свідчить про неспроможність повноцінної опори на стопи.

Другий тип — хворий може здійснити опору на одну кінцівку, проекція ЗЦМ розташована на достатній відстані від центра ваги. Проекція

може розташовуватися позаду, попереду чи на одному рівні з проекцією двохопорного ЗЦМ, але в процесі стояння відмічено рух тіла в напрямку двохопорного стояння, тобто хворий намагається зменшити навантаження на кінцівку та вирівняти навантаження на стопи.

Треба відмітити, що розташування проєкції ЗЦМ одноопорного стояння в пацієнтів — не постійна ознака та залежить від того, в якому положенні кінцівки та тіла зручніше стояти. Діагностичним критерієм одноопорного стояння є розмір проєкції ЗЦМ, його відхилення від центра ваги та напрямку руху тіла.

Після реабілітаційних заходів зі зменшення контрактур колінного суглоба відбувалося вирівнювання тіла під час двохопорного стояння та за умов переважної опори на одну стопу, але за відсутності болю та відновлення обох суглобів (рис. 3).

За отриманими показниками статистичних досліджень пацієнтів із контрактурами різного ступеня після ендопротезування колінного суглоба до та після реабілітації проведено статистичний аналіз зміни параметрів стояння (таблиця).

На першому контрольному огляді у хворих відмічали зміщення проєкції ЗЦМ у бік кінцівки з контрактурою. У разі двохопорного стояння зміщення проєкції ЗЦМ у середньому становило в групі з реабілітацією ($48,91 \pm 9,21$) мм, без неї — ($50,78 \pm 11,72$) мм. За цим параметром групи були однорідні ($p = 0,695$). На наступному

контрольному огляді за даними статистичних досліджень у разі двохопорного стояння в пацієнтів, які пройшли курс реабілітації значно зменшилося зміщення ЗЦМ від центра ваги тіла до ($21,97 \pm 3,49$) мм (на ($26,93 \pm 9,72$) мм), тоді як у хворих без реабілітації вирівнювання центра маси тіла відбулося лише на ($17,82 \pm 10,01$) мм і становило ($32,96 \pm 5,76$) мм. Покращення було значущим ($p = 0,001$) в обох групах, але в групі з реабілітацією зміни були статистично значущо більшими ($p = 0,001$).

На першому контрольному огляді за умов стояння пацієнта з переважною опорою на одну стопу відмічали асиметрію зміщення ЗЦМ у групі з реабілітацією до ($0,71 \pm 0,18$) і в групі без неї — до ($0,69 \pm 0,15$), цей параметр був статистично однаковий у групах ($p = 0,179$). Після реабілітації хворі стали краще спиратися на обидві стопи, відповідно покращився коефіцієнт відношення опори на стопи. У групі з реабілітацією він досягнув майже нормальних значень — ($0,91 \pm 0,05$), а в групі без реабілітації — лише ($0,82 \pm 0,10$), різниця у відновленні опори на стопи в пацієнтів після реабілітації була значущо кращою ($p = 0,020$), проти $p < 0,05$.

На першому контрольному огляді в пацієнтів обох груп асиметрія навантаження стоп не відрізнялася ($p = 0,775$). Після реабілітаційних заходів відмітили вирівнювання навантаження на стопи — ($0,93 \pm 0,08$), а в групі хворих, які відмовилися від реабілітації — значущо менше ($p = 0,001$).

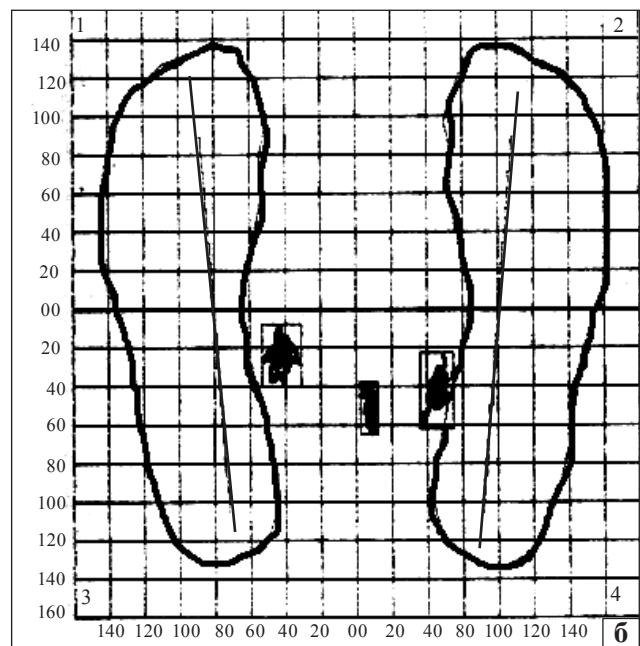
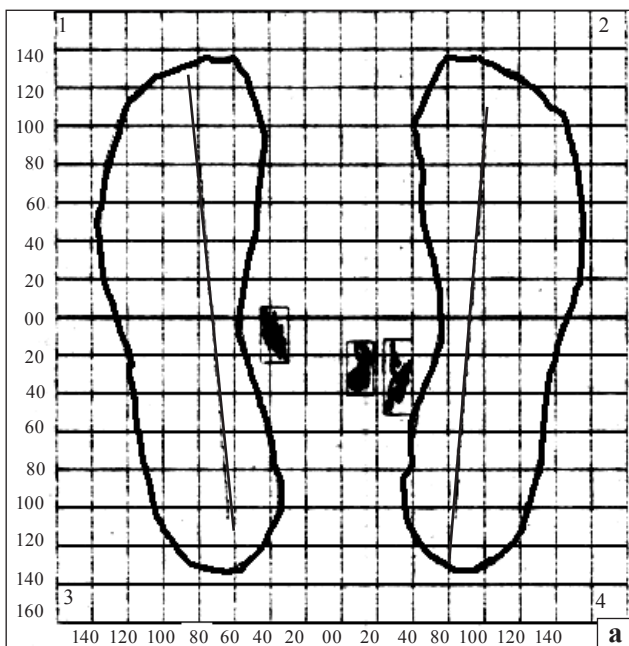


Рис. 3. Статиграми пацієнта після двобічного ендопротезування: до (а) та після (б) реабілітації

Таблиця

Параметри статограм обстежених пацієнтів після ендопротезування колінного суглоба

Параметри статограми		Група спостереження	Контрольний огляд		Статистична значущість різниці
			перший	другий	
Двохопорне стояння	Зміщення по осі X	З реабілітацією	48,91 ± 9,21	21,97 ± 3,49	26,93 ± 9,72 t = 8,762; p = 0,001
		Без реабілітації	50,78 ± 11,72	32,96 ± 5,76	17,82 ± 10,01 t = 5,628; p = 0,001
	Статистична значущість різниці (Т-тест)		t = -0,398; p = 0,695	t = 5,156; p = 0,001	—
	Площі ЗЦМ	З реабілітацією	470,12 ± 87,93	436,98 ± 92,29	33,13 ± 140,85 t = 0,744; p = 0,476
		Без реабілітації	451,96 ± 118,09	447,47 ± 81,25	4,49 ± 164,82 t = 0,086; p = 0,933
Статистична значущість різниці (Т-тест)		t = 0,390; p = 0,701	t = -0,270; p = 0,791	—	
Переважна опора на одну стопу	Відношення зміщення по X	З реабілітацією	0,71 ± 0,18	0,91 ± 0,05	-0,20 ± 0,18 t = -3,548; p = 0,006
		Без реабілітації	0,69 ± 0,15	0,82 ± 0,10	-0,13 ± 0,17 t = -2,342; p = 0,044
	Статистична значущість різниці (Т-тест)		t = 0,258; p = 0,179	t = 2,668; p = 0,020	—
	Відношення площі ЗЦМ	З реабілітацією	0,74 ± 0,13	0,84 ± 0,12	-0,10 ± 0,19 t = -1,731; p = 0,117
		Без реабілітації	0,69 ± 0,23	0,73 ± 0,11	-0,04 ± 0,21 t = -0,554; p = 0,593
	Статистична значущість різниці (Т-тест)		t = 0,550; p = 0,589	t = 2,255; p = 0,037	—
	Відношення навантаження на стопи	З реабілітацією	0,67 ± 0,15	0,93 ± 0,04	-0,27 ± 0,17 t = -5,076; p = 0,001
Без реабілітації		0,65 ± 0,09	0,79 ± 0,08	-0,14 ± 0,10 t = -4,208; p = 0,002	
Статистична значущість різниці (Т-тест)		t = 0,290; p = 0,775	t = 5,037; p = 0,001	—	

Проте в усіх обстежених хворих параметр асиметрії навантаження стоп значуще покращився порівняно з першим контрольним оглядом.

Площі ЗЦМ у групах хворих на першому контрольному огляді не відрізнялися ($p = 0,701$), відношення площі ЗЦМ у разі одноопорного стояння становило ($0,74 \pm 0,13$) та ($0,69 \pm 0,23$) відповідно, що також було статистично однаковим ($p = 0,589$).

За параметром площі ЗЦМ у разі двохопорного стояння не відбулося значущих змін ($p \gg 0,05$), хоча в групі з реабілітацією вона в середньому змінилася на ($33,13 \pm 140,85$) мм², а без реабілітації — лише на ($4,49 \pm 164,82$) мм². Не відбулося значного покращення і у відношенні площ у разі одноопорного стояння ($p \gg 0,05$).

Таким чином, за даними статистичних досліджень показано, що параметри стояння в пацієнтів, які пройшли реабілітацію значно кращі, ніж

в осіб, які відмовилися від неї, хоча параметри статограм покращилися в обох групах хворих.

Висновки

Статистичні дослідження хворих після ендопротезування колінного суглоба дозволяють вчасно виявити ускладнення та рекомендувати необхідні реабілітаційні заходи, а також контролювати їх результат.

Дослідження параметрів стояння методом статистичної підтвердило покращення як підтримки рівноваги, так і відновлення навантаження стоп практично до нормальних показників у пацієнтів, які пройшли реабілітацію.

Конфлікт інтересів. Автори декларують відсутність конфлікту інтересів.

Список літератури

1. Сучасні тенденції розробки штучних суглобів людини (огляд літератури) / В. А. Філіпенко, В. О. Танькут,

- Н. О. Мельник-Кагляк [та ін.] // Ортопедия, травматология и протезирование. — 2016. — № 4. — С. 102–110. — DOI: 10.15674/0030-598720164102-110.
2. Enhanced recovery after surgery for hip and knee arthroplasty: a systematic review and meta-analysis / S. Zhu, W. Qian, C. Jiang [et al.] // *Postgraduate Medical Journal*. — 2017. — Vol. 93 (1106). — P. 736–742. — DOI: 10.1136/postgrad-medj-2017-134991.
 3. Review Manager (RevMan). 5.3 ed. Copenhagen: The Nordic Cochrane Centre: The Cochrane Collaboration. — 2014 [web source]. — Available from: <https://community.cochrane.org/help/tools-and-software/revman-5>.
 4. Posturographic study of the human body vibrations for clinical diagnostics of the spine and joint pathology / N. Kizilova, M. Karpinsky, J. Griskevicius, K. Daunoraviciene // *Mechanika*. — 2009. — Vol. 80 (6). — P. 37–41. — DOI: 10.5755/j01.mech.80.6.15500.
 5. Kizilova N. Quasi-regular and chaotic dynamics of postural sway in human / N. Kizilova, M. Karpinsky, E. Karpinska // *Applied Non-Linear Dynamical Systems* / Jan Awrejcewicz (ed). — Springer : Proceedings in Mathematics & Statistics, 2014. — P. 103–114.
 6. Total knee arthroplasty: muscle impairments, functional limitations, and recommended rehabilitation approaches / W Meier, R. L. Mizner, R. L. Marcus [et al.] // *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*. — 2008. — Vol. 38 (5). — P. 246–256. — DOI: 10.2519/jospt.2008.2715.
 7. Muscle deficits persist after unilateral knee replacement and have implications for rehabilitation / A. Valtonen, T. Poyhonen, A. Heinonen, S. Sipila // *Physical Therapy*. — 2009. — Vol. 89 (10). — P. 1072–1079. — DOI: 10.2522/ptj.20070295.
 8. Профилактика контрактур коленного сустава после первичного эндопротезирования средствами кинезиотерапии (метаанализ и обзор литературы) / В. А. Филиппенко, В. А. Колесниченко, В. А. Мезенцев [и др.] // Ортопедия, травматология и протезирование. — 2019. — № 1. — С. 107–114. — DOI: 10.15674/0030-598720191107-114.
 9. Benefits of starting rehabilitation within 24 hours of primary total knee arthroplasty: randomized clinical trial / N. S. Labraca, A. M. Castro-Sanchez, G. A. Mataran-Penarrocha [et al.] // *Clinical Rehabilitation*. — 2011. — Vol. 25 (6). — P. 557–566. — DOI: 10.1177/0269215510393759.
 10. Effectiveness of physiotherapy exercise following total knee replacement: systematic review and meta-analysis / N. Artz, K. T. Elvers, C. M. Lowe [et al.] // *BMC Musculoskeletal Disorders*. — 2015. — Vol. 16. — Article ID: 15. — DOI: 10.1186/s12891-015-0469-6.
 11. Обґрунтування та аналіз геометричних параметрів статограм для оцінювання стану опорно-рухової системи людини / О. А. Тяжелов, М. Ю. Карпінський, О. Д. Карпінська, С. Ю. Яремін // Ортопедия, травматология и протезирование. — 2014. — № 3. — С. 62–68. — DOI: 10.15674/0030-59872014362-67.
 12. Influence of the clinical in postural balance in woman with knee osteoarthritis / A. C. De Souza Moreira, F. Luiz Cardoso, G. Zarpellon Mazo, G. M. Santos // *International Physical Medicine & Rehabilitation Journal*. — 2019. — Vol. 4 (4). — P. 135–143. — DOI: 10.15406/ipmrj.2019.04.00188.
 13. Система для комплексной оценки состояния опорно-двигательного и вестибулярного аппарата человека «Статограф» / З. М. Мителева, М. Ю. Карпинский, В. Я. Кокоронец, Г. И. Кружилин // *Медицина и ...* — 1997. — № 1. — С. 35–36.
 14. Особливості динамічних характеристик статограм при фіксації суглобів нижньої кінцівки / О. А. Тяжелов, М. Ю. Карпінський, О. Д. Карпінська, С. Ю. Яремін // *Травма*. — 2014. — Т. 15, № 2. — С. 88–93. — DOI: 10.22141/1608-1706.2.15.2014.81375.
 15. Ruhe A. Center of pressure excursion as a measure of balance performance in patients with non-specific low back pain compared to healthy controls: a systematic review of the literature / A. Ruhe, R. Fejer, B. Walker // *European Spine Journal*. — 2011. — Vol. 20 (3). — P. 358–368. — DOI: 10.1007/s00586-010-1543-2.
 16. Universal and individual characteristics of postural sway during quiet standing in healthy young adults / T. Yamamoto, C. E. Smith, Y. Suzuki [et al.] // *Physiological reports*. — 2015. — Vol. 3 (3). — Article ID : e12329. — DOI: 10.14814/phy2.12329.
 17. Total knee arthroplasty with limitations of flexion / P. Massin, C. Lautridou, M. Cappelli [et al.] // *Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research*. — 2009. — Vol. 95 (4 Suppl 1). — P. S1–S6. — DOI: 10.1016/j.otsr.2009.04.002.
 18. Patient-reported outcomes one year after primary hip replacement in a European Collaborative Cohort / A. Judge, C. Cooper, S. Williams [et al.] // *Arthritis Care & Research*. — 2010. — Vol. 62 (4). — P. 480–488. — DOI: 10.1002/acr.20038.

Стаття надійшла до редакції 25.11.2019

STRATOGRAPHIC MEASUREMENTS IN PATIENTS AFTER TOTAL KNEE REPLACEMENT

V. A. Filipenko, Z. A. Arutunan, V. O. Mezentsev, O. V. Tankut, O. D. Karpinska, M. Yu. Karpinsky

Sytenko Institute of Spine and Joint Pathology National Academy of Medical Sciences of Ukraine, Kharkiv

✉ Volodymyr Filipenko, MD, Prof. in Traumatology and Orthopaedics: filipenko1957@gmail.com

✉ Zorik Arutunan: zorik.dr@gmail.com

✉ Volodymyr Mezentsev, PhD in Traumatology and Orthopaedics: vamezencev@gmail.com

✉ Oleksiy Tankut, PhD in Traumatology and Orthopaedics: tankutmed@gmail.com

✉ Olena Karpinska: helen.karpinska@gmail.com

✉ Mykhaylo Karpinsky: korab.karpinsky9@gmail.com