

УДК 616.718.4+616.718.5/.6]-001-07(045)

DOI: <http://dx.doi.org/10.15674/0030-59872017235-44>

Особливості опороспроможності хворих із післятравматичними позасуглобовими деформаціями стегнової кістки та кісток гомілки (статографічні дослідження)

К. К. Романенко ¹, Я. А. Долуда ², М. Ю. Карпинський ², Д. В. Прозоровський ²

¹ Харківська національна академія післядипломної освіти МОЗ України

² ДУ «Інститут патології хребта та суглобів ім. проф. М. І. Ситенка НАМН України», Харків

An important component in the result of treatment of patients with posttraumatic deformities is the restoration of the weight-bearing ability of the damaged limb. Objective: to study the features of the weight-bearing ability patients with posttraumatic extraarticular deformities of the femur and shin bones according to statography. Methods: the results of standard statographic examinations were analyzed during a two-legged stance and with predominant support on each of the extremities of 38 patients, among whom 20 revealed bone fracture disorders and tibial deformity, 18 had femoral deformity. The duration of the deformation is from 3 to 15 months. Results: in patients with tibial deformations in the frontal plane, the common center of mass is shifted toward the intact limb and in patients with femoral deformity toward injured. In the sagittal plane, in patients with deformations of the tibia swings of the body in the frontal plane and in femur in the sagittal plane were noted. In single-bearing standing, patients with tibial deformity relied more on an intact limb and the displacement of the tibia was about 30 mm for both extremities ($p < 0.05$). In cases of femoral deformation, the difference between the shifts was almost 2 times ($p < 0.05$). A significant difference ($p < 0.05$) was found between the values of the scatter of the common center of mass and the scatter asymmetry coefficients in single-bearing standing in patients with deformations of tibia and femur. Reduction of the load on the affected limb was observed in all of the examined subjects. With the help of the analysis of statistical studies, a system was developed for assessing the patient's initial condition and monitoring the process of his rehabilitation after surgical intervention. Conclusions: the analysis of the results of a statographic study of patients with extra-articular deformations of the tibia or femur performed prior to reconstructive intervention and in the dynamics after it allows to objectify the changes in the tolerance of the injured limb and to achieve a positive result of the treatment. Key words: deformation, femur, tibia, statography.

Важной составляющей результата лечения пациентов с посттравматическими деформациями является восстановление опороспособности поврежденной конечности. Цель: изучить особенности опороспособности больных с посттравматическими внесуставными деформациями бедренной кости (БК) и костей голени по данным статографии. Методы: проанализированы результаты стандартных статографических обследований во время двухопорного стояния и с преимущественной опорой на каждую из конечностей 38 больных, среди которых у 20 выявлены нарушения костного сращения и деформация большеберцовой кости (ББК), у 18 — БК. Срок существования деформации — от 3 до 15 мес. Результаты: у пациентов с деформациями ББК во фронтальной плоскости общий центр масс (ОЦМ) смещен в сторону неповрежденной конечности, а БК — травмированной. В сагиттальной плоскости у пациентов с деформациями ББК отмечено заметное качание тела во фронтальной плоскости, БК — в сагиттальной. При одноопорном стоянии пациенты с деформацией ББК больше опирались на неповрежденную конечность и смещение ОЦМ составило для обеих конечностей около 30 мм ($p < 0,05$). В случаях деформации БК разница между смещением составила почти 2 раза ($p < 0,05$). Выявлено значимое различие ($p < 0,05$) между величинами разброса ОЦМ и коэффициентами асимметрии разброса при одноопорном стоянии у больных с деформациями ББК и БК. Уменьшение нагрузки на пораженную конечность вдвое наблюдали у всех обследованных. С помощью анализа статографических исследований создана система оценки начального состояния больного и мониторинга процесса его реабилитации после хирургического вмешательства. Выводы: анализ результатов статографического исследования пациентов с внесуставными деформациями БК или ББК, выполненного до реконструктивного вмешательства и в динамике после него, позволяет объективизировать изменения опороспособности поврежденной конечности и достигнуть положительного результата лечения. Ключевые слова: деформация, бедренная кость, голень, статография.

Ключові слова: деформація, стегнова кістка, гомілка, статографія

Вступ

Під час лікування пацієнтів із післятравматичними деформаціями відновлення опороспроможності ушкодженої кінцівки залишається актуальним. Основними ускладненнями за умов порушення опорно-кінематичної функції нижніх кінцівок є контрактура суглоба, укорочення ушкодженої кінцівки та її деформація. У всіх хворих із післятравматичними позасуглобовими деформаціями на рівні стегна та гомілки порушуються нормальні анатомічні співвідношення в сегменті, що призводить до перерозподілу навантаження в травмованій кістці та прилеглих суглобах [1–3]. Крім того, виникають зміни балансу навантаження та нормальної ходьби, а зміщення відламків по довжині або дефект кістки стає причиною відчутного вкорочення ушкодженого сегмента.

Стандартний підхід до лікування таких пацієнтів передбачає виконання різних хірургічних втручань для нормалізації осьових співвідношень фрагментів кісток із різноманітними способами їхньої подальшої стабілізації для відновлення функції кінцівки [2]. Проте украй необхідним є також відновлення анатомо-функціональних характеристик суглобів нижніх кінцівок, оскільки вони також зазнають негативних змін за умов тривалого існування деформації, що доведено експериментально [4]. Аналізуючи клінічну ситуацію, під час планування лікувальної тактики зазвичай беруть до уваги лише результати рентгенологічних досліджень, не приділяючи уваги показникам, які характеризують функціональний стан усєї кінцівки. Крім того, було б корисним мати додаткові показники неінвазивних досліджень, які допомагали б оцінювати динаміку змін після хірургічного лікування.

У відомих наукових роботах недостатньо висвітлено вплив позасуглобової деформації на опороспроможність нижньої кінцівки та її клінічне значення в процесі лікування хворого, це обумовлює подальше вивчення проблеми [2, 3].

Мета роботи: вивчити особливості опороспроможності хворих із післятравматичними позасуглобовими деформаціями стегнової кістки та кісток гомілки за даними статографії.

Матеріал та методи

Проаналізовано результати обстеження 38 хворих, серед яких у 20 виявлено порушення кісткового зро-

щення та деформацію великогомілкової кістки (переважно варусна деформація від 8° до 40° — у 12 пацієнтів, вальгусна від 10° до 30° — у 8) після ушкодження кісток гомілки на рівні діафіза та метадіфіза. У 18 пацієнтів зафіксовано деформацію стегнової кістки (варусна — від 5° до 35° у 10 пацієнтів, а вальгусна — від 5° до 40° — у 8). Терміни існування деформації становили від 3 до 15 міс. Виконання дослідження схвалено комітетом із біоетики ДУ «ПХС ім. проф. М. І. Ситенка НАМН» (протокол № 139 від 12.01.2015) відповідно до чинних нормативних документів.

Стандартні статографічні дослідження хворим із післятравматичними позасуглобовими деформаціями стегнової кістки та кісток гомілки виконували за методикою «Визначення функціональної опороспроможності нижніх кінцівок» під час двоножного стояння та з переважною опорою на кожному з кінцівок окремо [5].

Для оцінювання особливостей стояння обрано такі параметри:

- коефіцієнт хитання (Кх);
- коефіцієнт навантаження (Кн);
- коефіцієнт стійкості (Ку);
- розподіл навантаження за умов опори на обидві ноги (N).

Первинний стабілографічний сигнал оброблено для розрахунку параметрів за кожного типу стояння у фронтальній (X) та сагітальній (Y) площинах:

- мінімальне (min) та максимальне (max) значення числового ряду;
- розбіжність числових значень (rang);
- математичне очікування (МО);
- стандартне відхилення (SD — standard deviation).

Далі вивчали динамічні параметри сигналу, а саме проводили аналіз Detrend, який дає можливість прогнозувати напрямок розвитку процесу (зміщення статограми в певний бік, збільшення амплітуди тощо). Динамічний та спектральний аналіз часових послідовностей та їх статистичні характеристики проводили в пакеті Auto Signal for Windows Version 1.6 [6].

Результати та їх обговорення

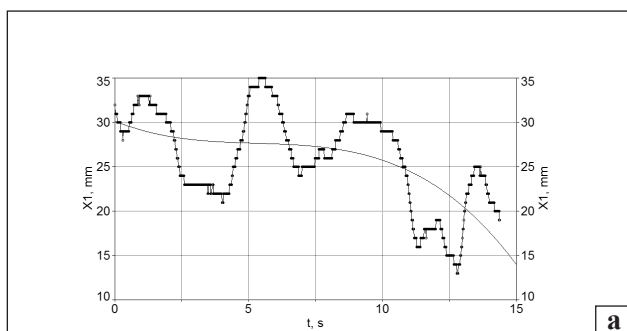
Проведений аналіз динамічних характеристик статограм (detrend) хворих із післятравматичними позасуглобовими деформаціями великогомілкової кістки (ВГК) показав, що під час двоножного стояння (рис. 1) у фронтальній

площині значно (на 26 мм) зміщувався загальний центр мас (ЗЦМ) у бік здорової кінцівки (у зону позитивних значень). Хитання складало близько 20 мм. У сагітальній площині спостерігали зміщення тіла вперед (МО = 13,5 мм), а хитання становило 35 мм. Таким чином, розміри проекції ЗЦМ у разі двоножного стояння значно перевищували умовно нормальні значення (10 мм). Тренд часової послідовності розгортки ЗЦМ у фронтальній площині відображує повільну тенденцію зміщення до від'ємних значень, тобто вирівнювання тіла.

Під час опори на неушкоджену кінцівку також спостерігали значне хитання тіла як у фронталь-

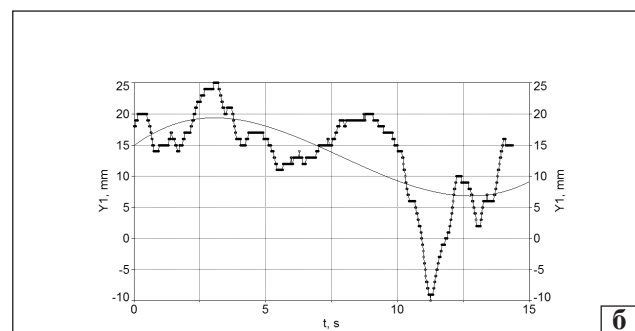
ній (25 мм), так і в сагітальній (25 мм) площинах. Фронтальний тренд мав виражений нахил у бік до двоножного стояння. У сагітальній площині тренд мав повільну тенденцію до відхилення тіла вперед.

Під час опори на уражену кінцівку відмічено незначне зміщення проекції загального центра мас у її бік до 5 мм (МО = -4,5 мм) із тенденцією в напрямку здорової кінцівки, коливання проекції загального центра мас становило 21 мм. У сагітальній площині зареєстровано сильне хитання тіла — 4 екстремальні значення розгортки проекції з амплітудою хитання 27 мм.



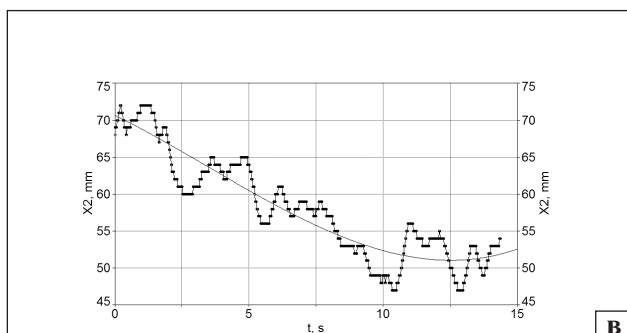
$$R_{X1} = 30,19 - 1,25a + 0,22b^2 - 0,013c^3$$

$$r^2 = 0,36$$



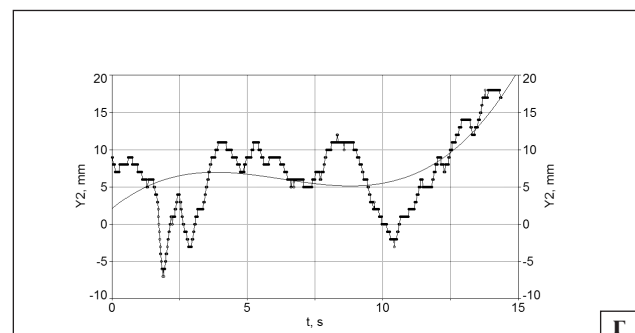
$$R_{Y1} = 14,89 + 3,21a - 0,65b^2 + 0,027c^3$$

$$r^2 = 0,43$$



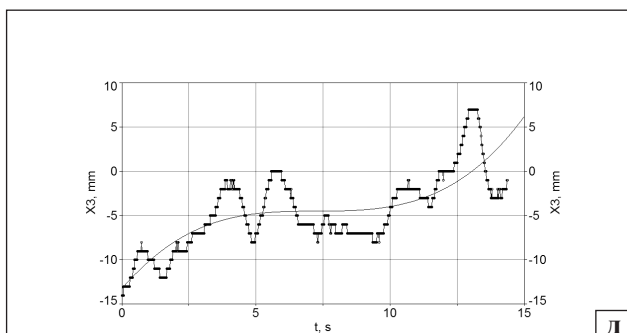
$$R_{X2} = 70,68 - 1,82a - 0,098b^2 + 0,008c^3$$

$$r^2 = 0,86$$



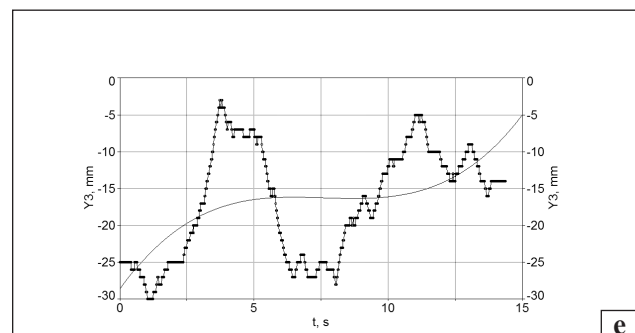
$$R_{Y2} = 2,09 + 2,99a - 0,56b^2 + 0,03c^3$$

$$r^2 = 0,31$$



$$R_{X3} = -13,28 + 3,61a - 0,5b^2 + 0,023c^3$$

$$r^2 = 0,59$$



$$R_{Y3} = -28,67 + 5,12a - 0,69b^2 + 0,03c^3$$

$$r^2 = 0,27$$

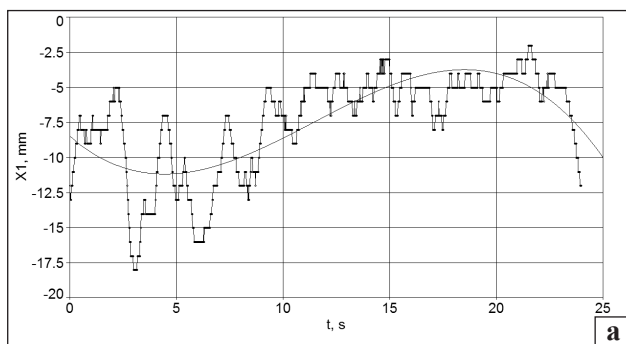
Рис. 1. Усереднена розгортка часової послідовності сигналу статограма в пацієнтів із деформацією ВГК: двоножне стояння, фронтальна (а) і сагітальна (б) площини; опора на неушкоджену нижню кінцівку у фронтальній (в) та сагітальній (г) площинах; на ушкоджену — у фронтальній (д) та сагітальній (е) площинах

Проведено аналіз динамічних характеристик статограм (detrend) пацієнтів із післятравматичними позасуглобовими деформаціями стегнової кістки (СК) (рис. 2).

У разі двохопального стояння у фронтальній площині в постраждалих спостерігали зміщення статограми в бік травмованої кінцівки. Це пояснюється значним її вкороченням, але впродовж стояння відмічали помірне відхилення центра ваги тіла в бік неушкодженої кінцівки. Причому початкова схильність до враженого боку супроводжувалася значною амплітудою хитання (до 15 мм) із наступним вирівнюванням його до 5 мм. У сагітальній площині виявлено також

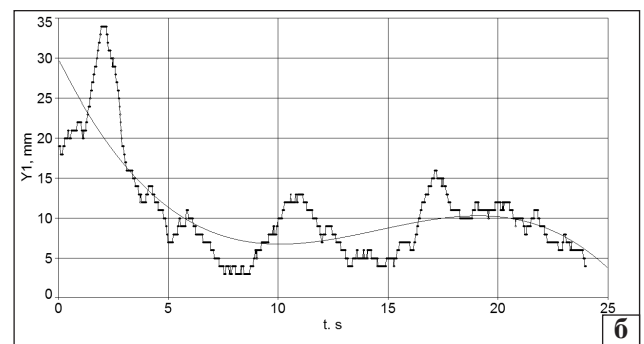
зменшення амплітуди хитання від 35 до 15 мм. В обох площинах зменшення хитання зафіксовано в інтервалі від 5 до 10 с дослідження. У випадку опори на неушкоджену кінцівку статограма у фронтальній і сагітальній площинах була без особливостей і в більшості хворих знаходилася в межах норми, тобто не перевищувала 10 та 10–12 мм відповідно.

Під час опори на ушкоджену кінцівку відмічали значне збільшення хитання в обох площинах, причому на відміну від параметрів статограми в разі двохопального стояння та опори на неушкоджену кінцівку впродовж дослідження не встановлено стабілізації рівноваги тіла.



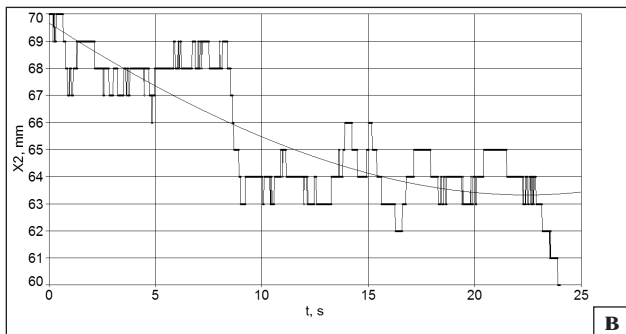
$$y = -8,463 - 1,325a + 0,185b^2 + 0,005c^3$$

$$r^2 = 0,57$$



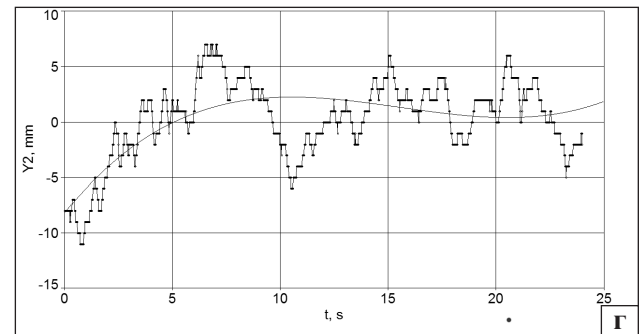
$$y = 29,921 - 5,581a + 0,423b^2 + 0,009c^3$$

$$r^2 = 0,64$$



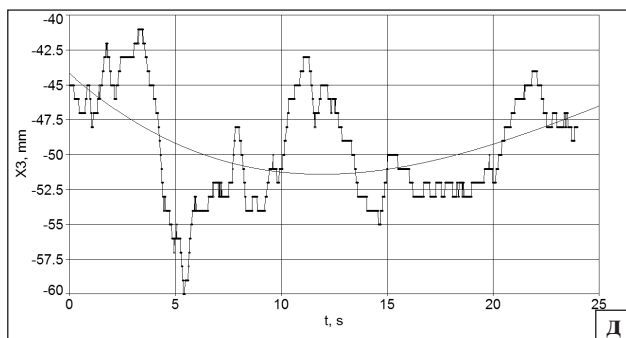
$$y = 69,666 - 0,499a + 0,007b^2 + 0,0001c^3$$

$$r^2 = 0,70$$



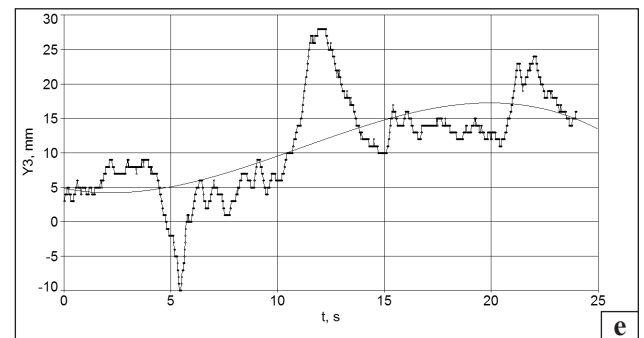
$$y = -8,239 + 2,404a - 0,173b^2 + 0,004c^3$$

$$r^2 = 0,42$$



$$y = -44,161 - 1,342a + 0,072b^2 + 0,001c^3$$

$$r^2 = 0,21$$



$$y = 4,846 - 0,616a + 0,155b^2 - 0,005c^3$$

$$r^2 = 0,48$$

Рис. 2. Усереднена розгортка часової послідовності сигналу статограми в пацієнтів із деформацією СК: двохопальне стояння, фронтальна (а) і сагітальна (б) площини; опора на неушкоджену нижню кінцівку у фронтальній (в) та сагітальній (г) площинах; опора на травмовану кінцівку у фронтальній (д) та сагітальній (е) площинах

Таблиця 1

Аналіз центрів проекції ЗЦМ

Статистичний тест	Координата	Деформована кістка		Статистична різниця, р
		великогомілкова	стегнова	
		M ± SD / Min ÷ Max		
Двохопорне стояння	MO _{X1}	26,0 ± 15,0 13,0 ÷ 35,0	-7,0 ± 9,0 -18,0 ÷ -2,0	< 0,05
	MO _{Y1}	13,0 ± 31,0 -10,0 ÷ 25,0	11,0 ± 10,0 3,0 ÷ 34,0	> 0,05
Опора на неушкоджену кінцівку	MO _{X2}	25,0 ± 5,0 47,0 ÷ 72,0	65,0 ± 30,0 60,0 ÷ 70,0	> 0,05
	MO _{Y2}	9,0 ± 26,0 -7,0 ÷ 18,0	10,0 ± 18,0 -11,0 ÷ 18,0	> 0,05
Опора на травмовану кінцівку	MO _{X3}	21,0 ± 19,0 -14,0 ÷ 7,0	-49,0 ± 25,0 -60,0 ÷ -41,0	< 0,05
	MO _{Y3}	-17,0 ± 2,0 -30,0 ÷ -3,0	11,1 ± 10,0 -10,0 ÷ 28,0	< 0,05

Не зафіксовано повного повернення положення (період коливання) тіла через 10 с як у фронтальній, так і в сагітальній площинах.

Значення проекції ЗЦМ пацієнтів із післятравматичними позасуглобовими деформаціями ВГК та СК надано в табл. 1.

Аналіз отриманих результатів свідчить, що в пацієнтів із післятравматичними позасуглобовими деформаціями ВГК у фронтальній площині ЗЦМ зміщений у бік неушкодженої кінцівки, а СК — у бік травмованої через вкорочення останньої й різниця для наших вибірок хворих виявилася значущою ($p < 0,05$). У сагітальній площині різниця виявилася несуттєвою ($p > 0,05$). У разі опори на здорову кінцівку в пацієнтів із післятравматичними позасуглобовими деформаціями ВГК і СК особливостей не виявлено, хоча й встановлено велику розбіжність значень, тобто розбіг зміщення ЗЦМ у бік неушкодженої кінцівки був у межах від 40 до 70 мм. У сагітальній площині особливостей переміщення ЗЦМ не визначено.

Аналізуючи показники в разі опори на травмовану кінцівку, ми встановили, що пацієнти з деформаціями ВГК майже не опиралися на неї, при цьому залишаючись у плюсовій зоні (неушкодженої кінцівки), і ця різниця виявилася значущою ($p < 0,05$). У сагітальній площині для наших вибірок виявлено, що хворі з деформаціями ВГК центр ваги зміщують більше назад, а СК — уперед, хоча розбіжність значень дуже велика — від -30 до 30 мм.

Результати аналізу розбіжності ЗЦМ у разі одноопорного стояння показали, що пацієнти з деформацією ВГК більш здатні опиратися на неушкоджену кінцівку і зміщення ЗЦМ становило

Таблиця 2

Розбіжність МО координат ЗЦМ одноопорного стояння та коефіцієнт асиметрії у фронтальній площині (M ± SD / Min ÷ Max)

Параметр	Деформована кістка		Статистична різниця (р)
	великогомілкова	стегнова	
R _{X2}	30,00 ± 24,01 32,00 ÷ 74,00	72,08 ± 10,00 62,00 ÷ 82,00	< 0,05
R _{X3}	30,00 ± 5,00 25,00 ÷ 35,00	42,00 ± 10,00 30,00 ÷ 45,00	< 0,05
AsR	0,90 ± 0,30 0,40 ÷ 0,90	0,58 ± 0,40 0,10 ÷ 0,60	> 0,05

Таблиця 3

Аналіз площин статограми

Параметр	Локалізація післятравматичної деформації		Статистична значущість, р
	ВГК	СК	
S1	770,0 ± 252,0 250,0 ÷ 882,0	460,0 ± 200,0 250,0 ÷ 650,0	> 0,05
S2	525,0 ± 235,0 168,0 ÷ 800,0	180,0 ± 155,0 100,0 ÷ 300,0	< 0,05
S3	767,0 ± 226,7 390,0 ÷ 840,0	722,0 ± 500,0 300,0 ÷ 1200,0	> 0,05
Статистична значущість різниці S2–S3	p > 0,05	p < 0,05	—

для обох кінцівок близько 30 мм ($p > 0,05$). Також виявлено значущу різницю ($p < 0,05$) між величинами розкиду ЗЦМ одноопорного стояння в пацієнтів із післятравматичними деформаціями ВГК і СК, отже, й між коефіцієнтами асиметрії розбіжності AsR ($p < 0,05$) (табл. 2).

Аналіз площини проекцій ЗЦМ за умов усіх тестів стояння надано в табл. 3. Встановлено, що в разі двохопорного стояння площини проекцій

ЗЦМ у пацієнтів із деформаціями ВГК і СК відрізнялися незначно, а в разі опори на неушкоджену кінцівку площа ЗЦМ у хворих із деформацією ВГК у 3,47 раза ($p < 0,05$) перевищувала показники пацієнтів із деформацією СК. Площа проекції ЗЦМ у разі опори на ушкоджену кінцівку в усіх обстежених була більшою порівняно з неушкодженою.

У всіх хворих із післятравматичними позасуглобовими деформаціями кісток нижніх кінцівок визначено велику різницю між максимальною площиною проекції ЗЦМ і такою, яка розрахована за значенням МО, що відображає значне хитання тіла протягом обстеження, а розрахований коефіцієнт площин не перевищував 0,3 (табл. 4).

Протокольні параметри стадограм (коефіцієнти хитання, стійкості, навантаження та величини навантаження стоп) у разі двохопального стояння наведені в табл. 5.

Виявлено, що всі пацієнти з післятравматичними позасуглобовими деформаціями нижніх кінцівок мали порушення стійкості й опори за всіх видів стояння. Слід відмітити, що стадограма відображає не лише ортопедичні вади людини, а й вади неврологічного, психологічного та

іншого генезу, оскільки є інтегральним показником. Тому отримані результати не можуть свідчити лише про порушення консолідації перелому та/або порушення осі сегмента, а й характеризують загальний стан людини. Проте, виходячи з отриманих показників, можна зробити висновок, що основним параметром оцінювання стояння є навантаження на стопи. У всіх пацієнтів спостерігали зниження (вдвічі) опірності на травмовану кінцівку і, через це, зменшення коефіцієнта стійкості й хитання також удвічі та більше.

Проведений частотний аналіз стадограм показав, що в пацієнтів із післятравматичними позасуглобовими деформаціями СК спектральні характеристики неушкодженої та травмованої кінцівок за параметрами значущо ($p < 0,05$) відрізнялися, а з деформацією ВГК значущу різницю виявлено лише для сумарної потужності в сагітальній площині. Крім того, спектральні характеристики у хворих із деформацією великогомілкової кістки більш виражені у фронтальній площині, а СК — у сагітальній (табл. 6).

Це підтверджує припущення, що ушкодження СК призводять до збільшення енергетичних витрат для підтримки рівноваги як у разі двохопального стояння, так і під час опори на кінцівку з деформацією. Ушкодження кісток нижче колінного суглоба спричинюють збільшення енергетичних витрат у фронтальній площині за всіх типів стояння. Аналіз не виявив значущої різниці між енергетичними параметрами стадограм пацієнтів зазначених груп, але визначено постійну різницю від 20 до 40 % в енергетиці сигналу стадограми за умов різної локалізації деформації кісток.

Таблиця 4
Значення загальних площин стадограм та коефіцієнт їх відношення

Параметр	Деформована кістка	
	великогомілкова	стегнова
S_{max}	4730,0 ± 819,0 4630,0 ÷ 6223,0	5850,0 ± 910,0 4825,0 ÷ 6745,0
S_{MO}	1906,0 ± 674,5,0 1200,0 ÷ 2062,0	1245,0 ± 840,0 960,0 ÷ 2058,0
K_{SS}	0,3 ± 0,2 0,1 ÷ 0,4	0,2 ± 0,3 0,1 ÷ 0,5

Таблиця 5
Коефіцієнти опороспроможності та навантаження в разі двохопального стояння

Параметр стадограм		Деформована кістка			
		великогомілкова		стегнова	
		М ± SD	значущість різниці, p	М ± SD	значущість різниці, p
Коефіцієнт хитання	Кк1	21,2 ± 3,9	—	17,4 ± 2,5	—
	Кк2	17,6 ± 4,2	> 0,05	10,3 ± 3,7	< 0,05
	Кк3	17,1 ± 2,6		21,2 ± 3,3	
Коефіцієнт навантаження	Кн2	0,8 ± 0,1	< 0,05	0,9 ± 0,2	> 0,05
	Кн3	0,5 ± 0,1		0,8 ± 0,2	
Коефіцієнт стійкості	Ку1	0,5 ± 0,1	—	0,6	—
	Ку2	0,5 ± 0,2	> 0,05	0,8	< 0,05
	Ку3	0,4 ± 0,1		0,4	
Навантаження на стопи	N2	66,7 ± 7,8	< 0,05	53,5	
	N3	33,2 ± 7,7		46,5	

Таблиця 6

Аналіз спектральних характеристик статографічного сигналу ($M \pm SD$)

Параметр		Опора на кінцівку	Деформована кістка			
			великогомілкова		стегнова	
			параметр	статистична значущість, p	параметр	статистична значущість, p
Фронтальна площина	Частота максимального піка, Гц	дві	0,17 ± 0,04	—	0,39 ± 0,03	—
		здорову	0,25 ± 0,05	> 0,208	0,18 ± 0,02	< 0,05
		ушкоджену	0,17 ± 0,03		0,09 ± 0,01	
	Потужність піка, Вт	дві	106,47 ± 67,92	—	19,72 ± 20,3	—
		здорову	59,92 ± 41,21	0,342	13,5 ± 10,6	< 0,05
		ушкоджену	97,73 ± 63,87		219,2 ± 120,8	
	Сумарна потужність, Вт	дві	137,07 ± 82,16	—	51,02 ± 15,8	—
		здорову	84,55 ± 42,49	0,270	30,56 ± 25,7	< 0,05
		ушкоджену	126,53 ± 72,36		291,3 ± 150,8	
Сагітальна площина	Частота максимального піка, Гц	дві	0,26 ± 0,13	—	0,12 ± 0,10	—
		здорову	0,21 ± 0,12	0,790	0,08 ± 0,10	< 0,05
		ушкоджену	0,18 ± 0,06		0,21 ± 0,01	
	Потужність піка, Вт	дві	248,47 ± 178,27	—	343,3 ± 120,5	—
		здорову	77,20 ± 101,95	0,172	114,0 ± 100,6	< 0,05
		ушкоджену	169,90 ± 186,99		202,8 ± 205,3	
	Сумарна потужність, Вт	дві	391,10 ± 289,94	—	481,8 ± 200,5	—
		здорову	100,49 ± 108,78	< 0,050	131,9 ± 156,8	< 0,05
		ушкоджену	131,53 ± 120,09		248,1 ± 180,3	

Таким чином, аналіз розгортки статограм у часі пацієнтів із післятравматичними позасуглобовими деформаціями ВГК та СК показав, що під час двоножного стояння пацієнти помірно намагаються змістити центр ваги тіла в бік неушкодженої кінцівки. У сагітальній площині в обстежених із деформаціями ВГК відмічено помітніше хитання тіла у фронтальній площині порівняно з випадками з деформацією СК.

У результаті вивчення геометричних параметрів статограм встановлено значуще ($p < 0,05$) зміщення центра ваги в бік ушкодженої кінцівки, збільшення площини проекції та зменшення коефіцієнта стійкості в пацієнтів із післятравматичними позасуглобовими деформаціями СК порівняно з показниками обстежених із деформаціями ВГК. Під час аналізу спектральних характеристик статограм у хворих із післятравматичними позасуглобовими деформаціями СК за умов двоножного стояння спостерігали збільшення енергетики сигналу в сагітальній площині разом зі зниженням частоти в цій площині і, навпаки, збільшенням частоти у фронтальній із відносно меншою енергетикою сигналу, ніж у хворих із деформацією ВГК. Проілюструємо клінічне застосування статоподографії в інструментальному

обстеженні та її значущість у хворих із післятравматичними позасуглобовими деформаціями кісток нижніх кінцівок.

Клінічний приклад

Хвора Б., 74 роки, діагноз: перелом нижньої третини правої стегнової кістки, який зрісся із залишковою вальгусною та антекурваційною деформацією, правосторонній гонартроз, контрактура правого колінного суглоба. Травму отримано внаслідок дорожньо-транспортної пригоди. У процесі лікування СК зрослася із залишковою деформацією. Через рік з'явилися болі в колінному, надп'яtkово-гомільковому та піднадп'яtkовому суглобах.

Під час клінічного обстеження відзначено правобічну кульгавість, вальгусну та антекурваційну деформації на рівні нижньої третини правого стегна, післяопераційні рубці на латеральній поверхні (від стрижнів). Під час пальпації визначена зона чутливості на внутрішній поверхні правого надп'яtkово-гомількового суглоба. Обсяг рухів у правому колінному суглобі — $0^\circ/5^\circ/90^\circ$ (рис. 3, б). Виявлено зниження м'язової сили правої нижньої кінцівки до 4 балів та її укорочення до 3,5 см (рис. 3, а).

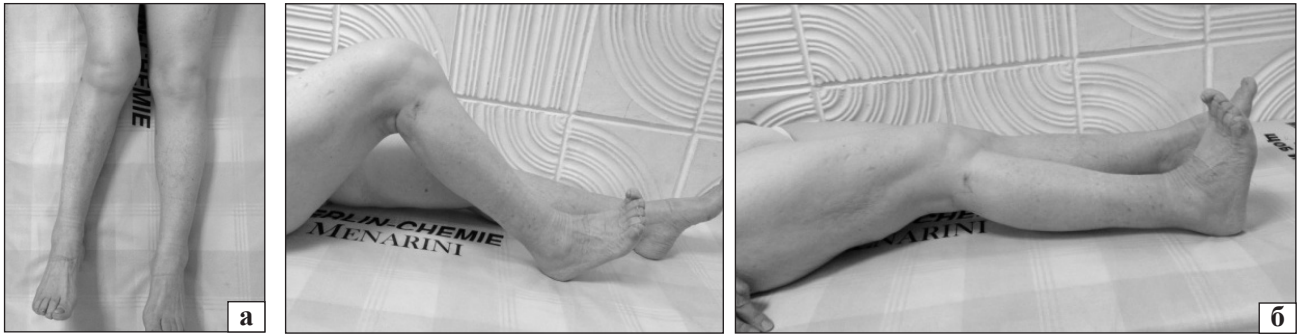


Рис. 3. Фото хворої Б.: а) вигляд спереду; б) обсяг рухів у колінному та надп'яtkово-гомiлковому суглобах

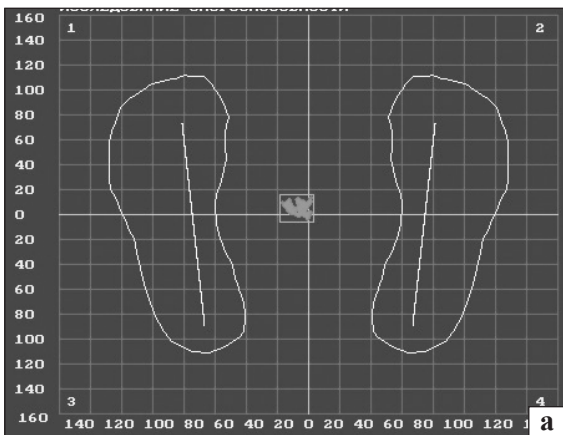


Рис. 4. Рентгенограми правої нижньої кінцівки хворої Б. (фронтальна проекція)

Рис. 5. Рентгенограми правої нижньої кінцівки хворої Б.: колінний (а), надп'яtkово-гомiлковий та піднадп'яtkовий (б) суглоби (фронтальна та бокова проекції)

На наведених рентгенограмах правої нижньої кінцівки (рис. 4), виконаних у прямій проекції в положенні стоячи, визначено консолідований перелом дистальної третини правої стегнової кістки, ускладнений вторинним кутовим зміщенням (кут відкритий до зовні 35° та назад 40°); післятравматичну деформацію правої нижньої кінцівки вальгус та антекурвацію на рівні дистального відділу стегна, перекіс кісток таза.

Суглобова щілина колінного суглоба нерівномірно звужена, більше в латеральних відділах, перебудова латеральних виростків стегнової та великогомілкової кісток після навантаження (рис. 5, а). Суглобова щілина надп'яtkово-гомiлкового суглоба рівномірна, суміжні замикальні пластинки склерозовані, що відображено на рис. 5, б. Кісткові структури в полі зору остеопоротичні.



ИССЛЕДОВАНИЕ ОПОРНОСПОСОБНОСТИ			
ПАРАМЕТРЫ ОПОРНОСПОСОБНОСТИ			
	ОПОРА НА ОБЕ СТОПЫ	ОПОРА НА ПРАВУЮ СТОПУ	ОПОРА НА ЛЕВУЮ СТОПУ
КОЭФФ. КАЧАНИЯ (ММ)	14.60		
КОЭФФ. НАГРУЗКИ	1.00		
КОЭФФ. УСТОЙЧИВОСТИ	0.68		
X ОЦМ (ММ)	-008		
Y ОЦМ (ММ)	+005		
РАСПРЕДЕЛЕНИЕ НАГРУЗОК ПРИ ОПОРЕ НА ОБЕ СТОПЫ			
	КГ	% ОТ ВЕСА	
НАГР. НА НОСОК ЛЕВОЙ СТОПЫ	019.30	33.30	
НАГР. НА ПЯТКУ ЛЕВОЙ СТОПЫ	012.15	20.96	
НАГР. НА НОСОК ПРАВОЙ СТОПЫ	014.55	25.10	
НАГР. НА ПЯТКУ ПРАВОЙ СТОПЫ	011.95	20.62	
НАГР. НА ЛЕВУЮ СТОПУ	031.45	54.27	
НАГР. НА ПРАВУЮ СТОПУ	026.50	45.72	
ОБЩИЙ ВЕС ПАЦИЕНТА	057.95	100.0	

Рис. 6. Статограма (а) хворої Б. та таблиці параметрів (б)

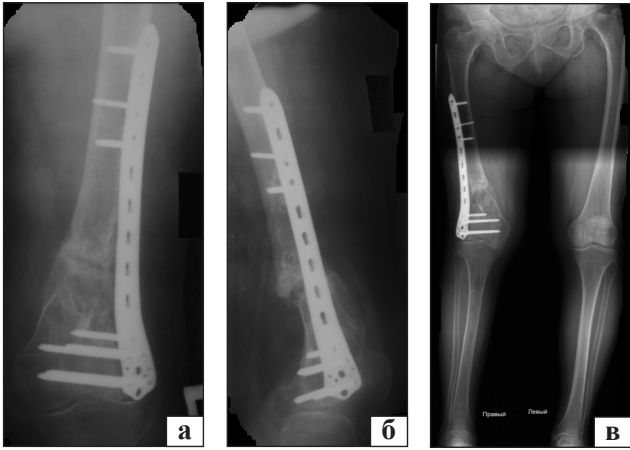


Рис. 7. Рентгенограми СК хворої Б., формування кісткової мозолі: пряма ортогональна (а) та бічна (б) проекції, стоячи з навантаженням (в)

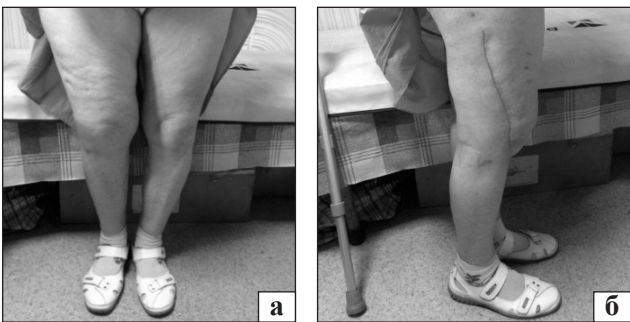


Рис. 8. Зовнішній вигляд кінцівки хворої Б. після лікування: вигляд спереду (а) і збоку (б)

Під час статографічного дослідження (рис. 6) визначено, що пацієнтка стоїть із переважним навантаженням на ліву кінцівку. Перевантаження цієї кінцівки становило 10 % (54,27 % за умов навантаження правої кінцівки 45 % від ваги). Коефіцієнт хитання дорівнював 14,6 (норма — до 10,0), коефіцієнт стійкості — 0,68. ЗЦМ зміщений у бік неушкодженої (лівої) кінцівки на 8 мм. Стояння на ушкодженій (правій) кінцівці неможливо.

Ураховуючи клінічну картину (вкорочення сегмента «стегно», порушення рухів у колінному суглобі та ходьби), рентгенологічні дані (артроз колінного та надп'яtkово-гомількового суглобів, порушення анатомічної осі стегна, механічної осі нижньої кінцівки), результати статографічних досліджень (перевантаження контралатеральної кінцівки під час двоножного стояння та неможливість навантаження іпсилатеральної кінцівки за умов спроби одноножного стояння) прийнято рішення про доцільність та необхідність здійснення хірургічної корекції деформації СК. Виконано хірургічне втручання: коригувальна остеотомія нижньої третини правої стегнової кістки, ауто-

пластика кісткового дефекту, металоостеосинтез передформованою пластиною з кутовою стабільністю для дистального відділу СК. Післяопераційний період перебігав без ускладнень, рана загоїлася первинним натягом, рекомендована ходьба на милицях протягом 3 тижнів, лікувальна фізкультура.

На контрольному обстеженні через рік виявлено консолідацію перелому (рис. 7), клінічно констатовано відновлення опороспроможності ушкодженої кінцівки.

За даними статографії в разі двоножного стояння визначено вирівнювання навантаження на обидві стопи без порушення стійкості. Під час одноножного стояння на іпсилатеральній кінцівці стійкість також не порушена. Виявлено нормалізацію коефіцієнтів хитання та стійкості. Одержані результати свідчать про стійкіше положення пацієнтки під час навантаження кінцівки та збільшення її функціонального потенціалу.

Клінічно спостерігали збільшення обсягу рухів та регрес больового синдрому в колінному та надп'яtkово-гомільковому суглобах, покращення акту ходьби (рис. 8). Обсяг рухів у колінному суглобі від 0° до 75°, що в порівнянні з початковими результатами має тенденцію до більш фізіологічного положення кінцівки під час її осьового навантаження.

Висновки

Аналіз частотних розгорток статограм показав, що в сагітальній площині в пацієнтів із післятравматичними позасуглобовими деформаціями ВГК відмічено помітніше хитання тіла у фронтальній площині порівняно з випадками деформації СК, коли визначено збільшення хитання у сагітальній площині.

У всіх пацієнтів під час опори на ушкоджену кінцівку спостерігали значуще ($p < 0,05$) зменшено розбіжність координат ЗЦМ, особливо в разі післятравматичних позасуглобових деформацій СК. Зменшення навантаження на уражену кінцівку (вдвічі) спостерігали в усіх хворих.

За допомогою аналізу статографічних досліджень створено систему оцінювання початкового стану пацієнта та моніторингу процесу його реабілітації після хірургічного втручання.

Аналіз результатів статографічного дослідження пацієнтів із позасуглобовими деформаціями стегнової кістки або кісток гомілки, виконаних до реконструктивно-відновлювального втручання та в динаміці після нього, дає змогу об'єктивізувати відновлення опороспроможності

ушкоджені кінцівки та досягнення позитивного результату лікування.

Конфлікт інтересів. Автори декларують відсутність конфлікту інтересів.

Список літератури

1. Improved function and joint kinematics after correction of tibial malalignment / J. Engsborg, S. Leduc, W. Ricci, J. Borrelli Jr // *Am. J. Orthop.* — 2014. — Vol. 43 (12). — P. E313–E318.
2. Marti R. K. Osteotomies for posttraumatic deformities / R. K. Marti, R. J. van Heerwaarden. — Georg Thieme Verlag, 2008. — 704 p.
3. Paley D. Principles of deformity correction / D. Paley. — 2002. — 806 p.
4. Морфологія суглобового хряща колінного суглоба щурів за умов позасуглобової деформації стегнової кістки / К. К. Романенко, Н. О. Ашукіна, І. О. Батура, Д. В. Прозоровський // *Ортопедия, травматология и протезирование.* — 2017. — № 1. — С. 63–61. — DOI: 10.15674/0030-59872017163-71.
5. Обґрунтування та аналіз геометричних параметрів статограм для оцінювання стану опорно-рухової системи людини / О. А. Тяжелов, М. Ю. Карпінський, О. Д. Карпінська, С. Ю. Ярьомін // *Ортопедия, травматология и протезирование.* — 2014. — № 3. — С. 62–67. — DOI: 10.15674/0030-59872014362-67.
6. Наследов А. SPSS 19: профессиональный статистический анализ данных / А. Наследов. — СПб : Питер, 2011. — 400 с.

Стаття надійшла до редакції 15.05.2017

WEIGHT-BEAR SPECIFICS IN PATIENTS WITH POST TRAUMATIC EXTRAARTICULAR FEMORAL AND TIBIAL FRACTURES (STATOGRAPHIC RESEARCH)

K. K. Romanenko ¹, Ya. A. Doluda ², M. Yu. Karpinsky ², D. V. Prozorovsky ²

¹ Kharkiv Medical Academy for Postgraduate Education of the Ministry of Health of Ukraine

² Sytenko Institute of Spine and Joint Pathology, Kharkiv, Ukraine

✉ Kostiantin Romanenko, PhD: konstantin.romanenko@gmail.com

✉ Yaroslav Doluda, PhD: dol-yaroslav@yandex.ua

✉ Mykhaylo Karpinsky: korab.karpinsky9@gmail.com

✉ Dmytro Prozorovsky, PhD: prozorovskiy1973@gmail.com