

УДК 616.711:[616.7-073:004](045)

## Обґрунтування та аналіз геометричних параметрів статограм для оцінювання стану опорно-рухової системи людини

О. А. Тяжелов<sup>1</sup>, М. Ю. Карпінський<sup>1</sup>, О. Д. Карпінська<sup>1</sup>, С. Ю. Ярьомін<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ДУ «Інститут патології хребта та суглобів ім. проф. М. І. Ситенка НАМН України», Харків

<sup>2</sup> Вінницький національний медичний університет ім. М. І. Пирогова. Україна

*After statographic examinations of patients with different pathologies of the musculoskeletal system it was noted that the spots of the projection of the common center of mass (CCM) are significantly differ in shape and location on the plane of footing. Objective: To justify an opportunity of using of statographic parameters to assess the locomotor system of human. Methods: There were examined 15 patients with osteochondrosis of the lumbar spine, 15 with bilateral coxarthrosis stage III–IV, and 15 volunteers (control group). We estimated spot area of the CCMs under doubly and singly standing, total statographic area, ratios of these areas, asymmetry of statographic parameters, angular asymmetry, and the angle of rotation of the body. Results: Several geometric and spectral characteristics of statographic data designed and substantiated statistically. The features of these parameters for each group of the patients as well as their differences between the groups were shown. An analysis of indicators of the projected CCM area at doubly-standing and with a predominant reliance on each lower limb revealed that in all types of standing analyzed mark is significantly lower in the control group. At the same time there were no significant differences between the groups in the total area of statographic data. It was found that coefficients of asymmetry of dispersions for geometrical parameters of statographic data have no statistically significant differences between the groups, and the slopes of the rotation of the body can be indicators for the assessment of the musculoskeletal system because they statistically significantly differ between the groups. Conclusions: There were identified some parameters that can be used for functional assessment of the musculoskeletal system of human. There were also substantiated an opportunity of using of statographic parameters for creation of initial diagnosis. Key words: statograf, musculoskeletal system, statogramma.*

*При статографических обследованиях больных с различной патологией опорно-двигательной системы было отмечено, что пятна проекции общего центра масс (ОЦМ) значительно отличаются по форме и расположению на плоскости опоры. Цель работы: обосновать возможность использования параметров статограммы для оценки опорно-двигательной системы человека. Методы: обследовано 15 больных с остеохондрозом поясничного отдела позвоночника, 15 — с двусторонним коксартрозом III–IV стадии, 15 волонтеров (контрольная группа). Оценивали площадь пятна ОЦМ при двухопорном и одноопорном стоянии, общую площадь статограммы, коэффициенты отношения этих площадей, асимметрии параметров статограммы, угловой асимметрии, угол разворота тела. Результаты: разработан и статистически обоснован ряд геометрических и спектральных характеристик статограмм. Показаны особенности этих параметров для каждой группы больных, а также их различия между группами. Анализ показателей площади проекции ОЦМ при двухопорном стоянии и с преимущественной опорой на каждую нижнюю конечность выявил, что при всех видах стояния исследуемый показатель значительно меньше в контрольной группе. В то же время не обнаружено достоверных различий между группами по общей площади статограмм. Установлено, что коэффициенты асимметрий разбросов геометрических параметров статограмм не имеют статистически значимого отличия между группами, а угловые коэффициенты разворота тела могут быть показателями для оценки состояния опорно-двигательной системы, т. к. статистически значимо отличаются между группами. Выводы: выявлены параметры, которые могут быть использованы для функциональной оценки состояния опорно-двигательной системы человека, а также обоснована возможность использования параметров статографического исследования для постановки предварительного диагноза. Ключевые слова: статограф, опорно-двигательная система, статограмма.*

**Ключові слова:** статограф, опорно-рухова система, статограма

## Вступ

Одним із методів клінічної біомеханіки для дослідження опорно-рухової системи (ОРС) є вивчення особливостей стояння, а саме підтримки вертикальної пози [1]. Клінічний аналіз стояння давно вже отримав визнання як один з найефективніших методів діагностики різних видів уродженої та набутої патології системи опори та руху [2, 3].

Незважаючи на майже сторічну історію використання методу статографії, його слабким місцем залишається обмежена можливість диференційної діагностики різних елементів ОРС. Тому сьогодні зусилля біомеханіків спрямовані на пошук діагностичних критеріїв статограм, які дали б змогу визначити порушення в окремих елементах ОРС. Ще одна проблема полягає в тому, що розвиток статографії як методу діагностики проходив в Україні та інших країнах паралельними, часто не пов'язаними шляхами. Різні дослідники оцінюють статорами, використовуючи різні критерії та коефіцієнти, що значно ускладнює порівняння та узагальнення отриманих результатів [4, 5]. Так, в ППХС ім. проф. М. І. Ситенка як критерії статограм застосовують коефіцієнти хитання та стійкості, максимальне відхилення у фронтальній та сагітальній площинах за умов двоопорного стояння та стояння з переважним навантаженням однієї кінцівки. Російські дослідники запропонували інші показники оцінювання статограм: довжину траєкторії переміщення центра ваги, площу стабілограми, відношення довжини стабілограми до її площі, а також статистичні параметри часових рядків [6]. У статографічних (стабілографічних) зарубіжних дослідженнях переважним є вимірювання таких параметрів, як довжина траєкторії, площа хитання, швидкісні та частотні характеристики статорам, отже набір параметрів статограм значно ширший [2]. Одним з напрямків роботи стало поповнення арсеналу параметрів оцінки статограми, а також математичне обґрунтування можливості їх використання для диференційної діагностики патології ОРС, зокрема поперекового відділу хребта.

Аналізуючи статограми хворих з різними патологічними станами ОРС, ми відмітили, що плями проекції загального центру мас (ЗЦМ) значно відрізняються за формою і розташуванням на площині опори.

Стандартні протокольні параметри статографічного дослідження не дають повної картини характеристик стояння людини, але ми обґрунтували можливість використання для розрахунків параметрів статограм первинний часовий ряд, який може дати багато інформації щодо геометричних

параметрів проекції ЗЦМ на площину опори. Використовуючи тільки три статистичних параметри ряду — математичне очікування (МО), мінімальне та максимальне значення координат, ми розробили алгоритм аналізу статограми, який містить розрахунки її геометричних та кутових параметрів.

*Мета роботи:* обґрунтувати можливість використання параметрів статограм для оцінювання стану ОРС людини в разі захворювань поперекового відділу хребта.

## Матеріал та методи

Обстежено дві групи хворих: з остеохондрозом (ОХЗ) поперекового відділу хребта — 15, з двобічним коксартрозом (КА) III–IV стадії — 15, а також контрольну групу (КГ) з 15 волонтерів. Усі досліджені були від 40 до 50 років, нормальної статури, без супутньої неврологічної патології.

Дослідження проводили в лабораторії біомеханіки ППХС ім. проф. М. І. Ситенка на статографі «Статограф-01». Аналіз виконували за запропонованим алгоритмом, розробленим дослідниками лабораторії. Отримані числові показники обробляли статистично, для порівняння груп використовували дисперсійний аналіз [7].

Було запропоновано та розроблено параметри, які описують площини статограми та їх відношення, геометрію розкиду й кутові параметри та їх асиметрію. Параметри визначали для кожної з трьох плям статограми, позначали додатковими мітками: 1 — для двоопорного стояння, 2 — для переважної опори на праву та 3 — на ліву кінцівку.

Проаналізували геометричні параметри плям статограм, а саме: площу окремої плями проекції ЗЦМ, загальну площу ЗЦМ, яка містить двоопорне стояння та стояння з переважним навантаженням однієї кінцівки.

Визначали параметри плями ЗЦМ (рис. 1, а): розкид координат по осям  $X$  та  $Y$  —  $\Delta X$  та  $\Delta Y$ , які відповідають розміру плями у фронтальній та сагітальній площинах; площу плями  $S = \Delta X \cdot \Delta Y$  для двоопорного та одноопорного стояння ( $S_1, S_2, S_3$ ).

Далі обчислювали відношення площин плями ЗЦМ правої кінцівки до площі ЗЦМ лівої:

$$KS_{23} = \left( \frac{S_2}{S_3} \right) \quad (1),$$

а також відношення площ плям одноопорного стояння до площі двоопорного стояння:

$$KS_{21} = \frac{S_2}{S_1}, \quad KS_{31} = \frac{S_3}{S_1} \quad (2, 3).$$

Загальну площу поверхні статограми  $S_{\Sigma}$  розраховуємо як множення розкиду статограми по осі  $X$

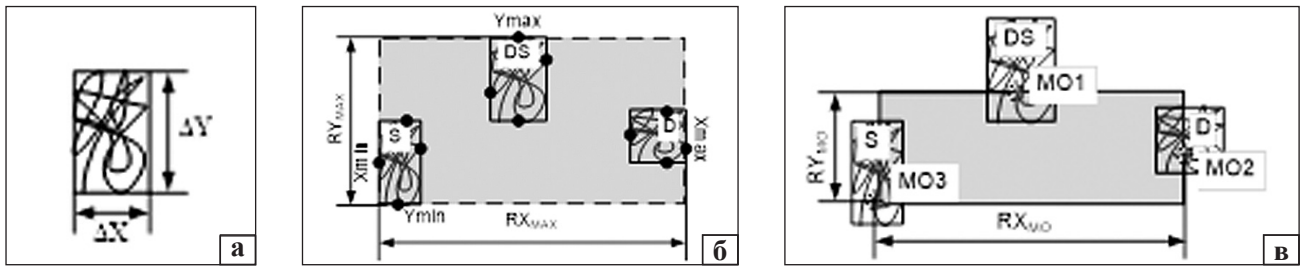


Рис. 1. Параметри статограми для визначення: а) площі плями ЗЦМ для двоопорного та одноопорного стояння (S1, S2, S3); б) загальної площі статограми ( $S_{\Sigma}$ ); в) площі по значенням МО ( $S_{MO}$ ).

( $RX_{max}$ ) на розкид статограми по осі  $Y$  ( $RY_{max}$ ). Далі розраховуємо відношення площ плям статограми до загальної площі статограми —  $K_{\Sigma S1}$ ,  $K_{\Sigma S2}$ ,  $K_{\Sigma S3}$ .

Визначаємо площу статограми, обмежену значеннями МО ЗЦМ повного дослідження (рис. 1, в) ( $S_{MO}$ ). Для розрахунку використовуємо значення розкиду між МО по осі  $X$  ( $RX_{MO}$ ) та значення розкиду по осі  $Y$  ( $RY_{MO}$ ).

Обчислюємо коефіцієнт відношення ( $KSS$ ) площин  $S_{MO}$  до  $S_{\Sigma}$ . Чим ближче коефіцієнт  $KSS$  до 1, тим менше розкид статограми від координат центру розташування ЗЦМ. Він може бути інтегральним показником стабільності підтримки рівноваги. Коефіцієнт  $KSS$  не досягає 1, бо завжди є певний розкид проєкцій плям ЗЦМ статограми.

Геометричний аналіз містить також розрахунок відношення розмірів плями статограми:

$$K_{XY} = \frac{\Delta X}{\Delta Y} \quad (4)$$

Цей показник може свідчити про форму плями ЗЦМ. Чим ближче значення  $K_{XY}$  до 1, тим більше форма плями проєкції ЗЦМ наближається до квадрату. Значення коефіцієнту 0,5 і менше свідчить про витягнуту в сагітальній проєкції форму плями, а більш ніж 1 — у фронтальній.

Ідеальною вважають статограму з симетрично розташованими плямами ЗЦМ одноопорного стояння, але здебільшого навіть у здорових людей і геометрія плям, і їх розташування на площині опори

мають значні асиметрії. Для визначення межі патологічної асиметрії ми запровадили низку параметрів.

Для аналізу розкиду та асиметрії параметрів статограм вводимо, окрім даних мінімальних та максимальних координат, значення МО координати. За допомогою означених показників можна розрахувати параметри асиметрії плям статограми у фронтальній (по осі  $X$ ) та сагітальній (по осі  $Y$ ) площинах. Зміщення МО проєкції ЗЦМ у разі одноопорного стояння відносно МО двоопорного стояння розраховується як відстань між МО двоопорного стояння та одноопорного ( $RX_{12}$ ,  $RX_{13}$ ,  $RY_{12}$ ,  $RY_{13}$ ) по осям  $X$  та  $Y$ , відповідно (рис. 2).

Асиметрію проєкції ЗЦМ у разі одноопорного стояння визначають як відношення зміщення ЗЦМ правої кінцівки до ЗЦМ лівої кінцівки  $K_G X$ ,  $K_G Y$ . Коефіцієнт відношення розкиду статограми по осі  $X$  до розкиду по осі  $Y$  ( $K_G$ ) розраховують як відношення розкиду по осі  $X$  ( $RX_{MO}$ ) до розкиду по осі  $Y$  ( $RY_{MO}$ ) за значеннями по МО координат  $X$  та  $Y$  відповідно.

Фізичний сенс кутової асиметрії ( $K\alpha$ ) [8] полягає у відношенні величини кутів, які утворені осью лінією по МО осі  $Y$  двоопорного стояння, МО координат ( $X$ ,  $Y$ ) двоопорного стояння, та МО ( $X$ ,  $Y$ ) координат проєкції ЗЦМ одноопорного стояння (рис. 3).

Кут розвороту тіла визначають за трикутником, утвореним відрізком між МО ( $X$ ,  $Y$ ) одноопорного

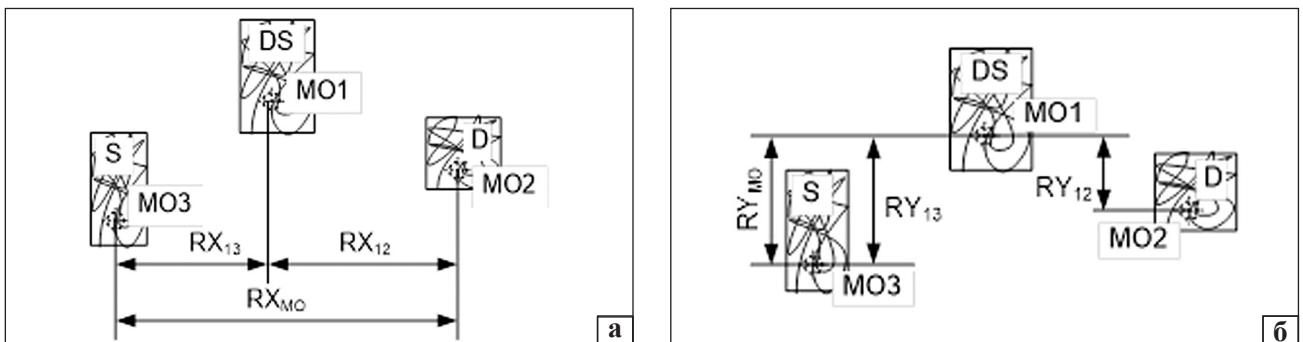


Рис. 2. Параметри статограми для визначення розкиду МО координат ЗЦМ одноопорного стояння та коефіцієнту асиметрії у фронтальній (а) та сагітальній (б) площинах

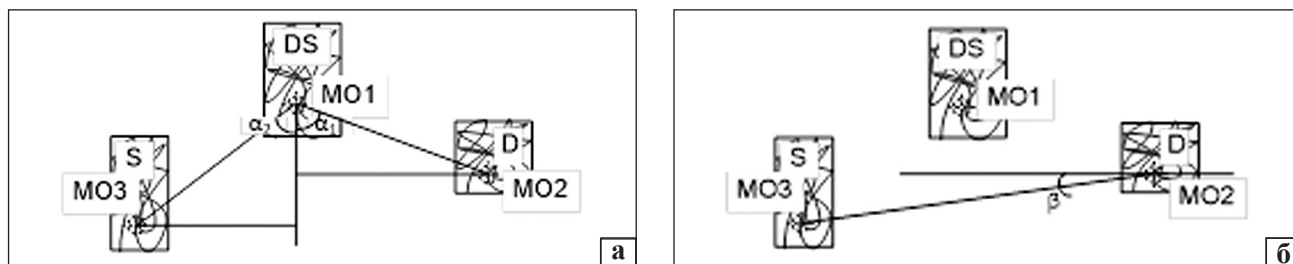


Рис. 3. Параметри стадограми для визначення: а) коефіцієнту кутової асиметрії; б) кута розвороту тіла

стояння та горизонтальною лінією по осі X з точки максимального МО координати Y одноопорного стояння (рис. 3, б).

### Результати та їх обговорення

Проаналізовано показники площі проекції ЗЦМ у разі двоопорного та одноопорного стояння (S1, S2, S3), величини загальної максимальної площі стадограми (S<sub>Σ</sub>) та відношення до неї площ плями проекції за кожного виду стояння (K<sub>SΣ1</sub>, K<sub>SΣ2</sub>, K<sub>SΣ3</sub>), площі стадограми за даними МО (S<sub>МО</sub>) та відношення цих площин (KSS), а також відношення розкиду плям проекції ЗЦМ по осі Y до розкиду по осі X (KR1, KR2, KR3) (табл. 1).

Аналіз показав, що за умов всіх видів стояння у волонтерів площа плями проекції ЗЦМ найменша — (231,29 ± 118,40) мм<sup>2</sup> у разі двоопорного стояння, (378,86 ± 250,67) мм<sup>2</sup> та (359,00 ± 213,71) мм<sup>2</sup> — з переважною опорою на праву і ліву кінцівки

відповідно. У хворих на ОХЗ поперекового відділу хребта та з КА площа плям виявилася значно більшою, причому в разі одноопорного стояння різниця статистично значуща (p < 0,05).

Результати аналізу сумарної площі стадограми (S<sub>Σ</sub>) за максимальними значеннями координат проекції ЗЦМ, площі проекції ЗЦМ за координатами МО (S<sub>МО</sub>) та коефіцієнту відношення площ (KSS) наведені в табл. 2.

Як бачимо, сумарна площа стадограми, розрахована за максимальними значеннями координат, статистично значуще не відрізняється (p = 0,969) у групах. Також статистично не відрізняються групи і за показниками площі стадограми, розрахованої за координатами МО (p = 0,524). Це можна пояснити тим, що площа стадограми визначає площу опори, в межах якої тіло людини перебуває в рівновазі, а вихід за ці межі може призвести до падіння чи до включення механізмів активної підтримки рівноваги

Таблиця 1

Аналіз площин плям (S1, S2, S3, мм<sup>2</sup>) ЗЦМ стадограми за різних видів стояння в досліджуваних групах

Вид стояння	Група	M	SD	SE	95 % довірчий інтервал для середнього		MIN	MAX	ANOVA	
					нижня границя	верхня границя			F	p
Двоопорне	КГ	213,29	118,40	31,64	144,92	281,65	72,00	459,00	2,485	0,098
	ОХЗ	495,30	736,28	232,83	-31,40	1022,00	72,00	2565,00		
	КА	533,07	271,96	70,22	382,463	683,67	198,00	1218,00		
3 опорою на праву кінцівку	КГ	378,86	250,67	66,99	234,12	523,59	161,00	1056,00	6,846	0,003
	ОХЗ	401,60	241,72	76,44	228,68	574,52	143,00	1008,00		
	КА	807,67	457,73	118,18	554,19	1061,15	231,00	1716,00		
3 опорою на ліву кінцівку	КГ	359,00	213,71	57,12	235,61	482,39	108,00	961,00	3,874	0,030
	ОХЗ	537,60	490,70	155,17	186,58	888,62	144,00	1566,00		
	КА	756,20	428,71	110,69	518,79	993,61	252,00	1998,00		

Таблиця 2

Аналіз площин стадограми (S<sub>Σ</sub>, S<sub>МО</sub>, мм<sup>2</sup>) та коефіцієнту відношення площин (KSS) у досліджуваних групах

Показник	Група	M	SD	SE	95 % довірчий інтервал для середнього		MIN	MAX	ANOVA	
					нижня границя	верхня границя			F	p
S <sub>Σ</sub>	КГ	5291,50	1698,46	453,93	4310,84	6272,16	1824,00	7866,00	0,367	0,696
	ОХЗ	5283,30	1495,87	473,03	4213,22	6353,38	3275,00	8320,00		
	КА	5811,07	2175,71	561,77	4606,20	7015,93	2379,00	11060,00		
S <sub>МО</sub>	КГ	2042,10	949,21	253,69	1494,04	2590,16	442,61	3682,65	0,659	0,524
	ОХЗ	1679,21	968,65	306,31	986,28	2372,15	475,89	3420,38		
	КА	1597,89	1267,04	327,15	896,23	2299,55	312,78	5297,28		
KSS	КГ	0,38	0,12	0,03	0,31	0,45	0,12	0,56	3,450	0,043
	ОХЗ	0,31	0,14	0,04	0,21	0,41	0,11	0,53		
	КА	0,25	0,12	0,03	0,19	0,32	0,09	0,48		



Таблиця 3

Аналіз коефіцієнту відношення площин  $K_{\Sigma 1}$  за групами

Коефіцієнт	Група	M	SD	SE	95 % довірчий інтервал для середнього		MIN	MAX	ANOVA	
					нижня границя	верхня границя			F	p
$K_{\Sigma 1}$	КГ	28,54	10,32	2,76	22,59	34,50	16,24	49,02	8,395	0,001
	ОХЗ	20,88	12,08	3,82	12,24	29,52	3,24	45,49		
	КА	13,11	8,46	2,18	8,43	17,80	4,45	39,50		
$K_{\Sigma 1}$	КГ	16,74	7,09	1,89	12,65	20,83	7,24	27,75	1,731	0,051
	ОХЗ	15,94	8,71	2,75	9,71	22,17	8,25	39,44		
	КА	10,78	11,17	2,88	4,59	16,96	2,42	47,88		
$K_{\Sigma 1}$	КГ	18,04	8,64	2,31	13,05	23,02	4,60	41,11	4,585	0,017
	ОХЗ	16,89	11,74	3,71	8,49	25,29	2,84	38,95		
	КА	9,22	4,93	1,27	6,49	11,95	2,80	22,99		

Таблиця 4

## Аналіз коефіцієнтів асиметрії параметрів статограми

Коефіцієнт	Група	M	SD	SE	95 % довірчий інтервал для середнього		MIN	MAX	ANOVA	
					нижня границя	верхня границя			F	p
KGX	КГ	0,78	0,25	0,07	0,64	0,93	0,10	1,00	0,688	0,509
	ОХЗ	0,84	0,13	0,04	0,75	0,94	0,53	0,99		
	КА	0,74	0,25	0,07	0,60	0,88	0,17	0,99		
KGY	КГ	0,43	0,24	0,06	0,29	0,57	0,01	0,84	0,064	0,938
	ОХЗ	0,45	0,24	0,08	0,28	0,62	0,10	0,84		
	КА	0,42	0,25	0,06	0,28	0,55	0,04	0,82		
KG	КГ	0,12	0,07	0,02	0,08	0,17	0,02	0,27	1,239	0,302
	ОХЗ	0,09	0,05	0,02	0,05	0,13	0,02	0,18		
	КА	0,19	0,24	0,06	0,06	0,32	0,04	0,97		

(додатковий крок, пересування стоп, рухи руками чи тулубом тощо). На відміну від площин статограми коефіцієнт відношення площин статистично відрізнявся між групами ( $p = 0,043$ ): у контрольній він був максимальним (0,38), що відображує найбільшу спроможність підтримки рівноваги, а мінімальним (0,25) — у групі хворих на КА.

Результати аналізу коефіцієнту відношення площі плями ЗЦМ за умов кожного з видів стояння S1, S2, S3 до сумарної максимальної площі  $S_{\Sigma}$  наведені в табл. 3. Цей коефіцієнт визначає частку, яка припадає на площу плями ЗЦМ за кожного виду стояння.

Встановлено, що за параметром  $K_{\Sigma S}$  групи статистично значуще відрізняються як за двоопорного, так і одноопорного стояння.

Аналіз асиметрії розташування плям проекції ЗЦМ у ході статографічного дослідження може дати багато інформації щодо патологічних процесів в організмі людини. Асиметрії можуть і не нести в собі інформації щодо патології, бо ідеальної асиметрії у стоянні людини не існує. Асиметрія може свідчити про характер стояння людини чи наявність будь-яких асиметрій тіла без патологічного характеру. Іноді асиметрію спричиняють не ортопедичні, а неврологічні розлади. Тому, якщо асиметрія розподілу параметрів статограми має місце, то на неї треба звертати увагу навіть за наявності періодичних больових синдромів, станів, які не мають поки

клінічних проявів. Такі ситуації потребують додаткових досліджень.

Результати аналізу асиметрії розкиду координат МО плям проекцій ЗЦМ у разі одноопорного стояння у фронтальній (KGX) та сагітальній (KGY) площинах по відношенню до двоопорного стояння, а також коефіцієнт відношення розкиду між МО координат X та Y повної статограми представлені в табл. 4.

Проведений дисперсійний аналіз не виявив значущої різниці значень коефіцієнтів між групами. Коефіцієнт KGX характеризує асиметрію розкиду ЗЦМ по осі X. Аналіз показав, що в середньому досліджувані однаково опираються на праву і ліву кінцівку. Але якщо проаналізувати максимальні і мінімальні значення коефіцієнту KGX, то можна побачити, що у хворих на ОХЗ мінімальне значення коефіцієнту значно більше, ніж у контрольній та групі з КА. Середнє значення коефіцієнту KGY практично однакове в групах, але значення медіани (табл. 4) у хворих на КА зміщено в бік більшої асиметрії.

Коефіцієнт відношення розкиду KG також значущо не відрізнявся в групах, але слід зазначити, що у хворих на ОХЗ загальна статограма більше розтягнута у фронтальній площині ( $KG = 0,09$ ), ніж у контрольній ( $KG = 0,12$ ) і групі хворих на КА ( $KG = 0,19$ ). А у деяких пацієнтів з КА максимальне значення KG дорівнює 0,97, тобто статограма окреслена практично квадратною границею.

Таблиця 5

Результати статистичного аналізу коефіцієнтів  $K\alpha$  та  $K\beta$ 

Коефіцієнт	Група	M	SD	SE	95 % довірчий інтервал для середнього		MIN	MAX	ANOVA	
					нижня границя	верхня границя			F	p
$K\alpha$	КГ	0,89	0,08	0,02	0,84	0,93	0,78	0,98	4,101	0,025
	ОХЗ	0,89	0,08	0,03	0,83	0,95	0,77	0,99		
	КА	0,68	0,33	0,09	0,50	0,87	0,02	0,94		
$K\beta$	КГ	7,04	4,18	1,12	4,62	9,45	1,22	15,10	1,267	0,294
	ОХЗ	5,14	3,05	0,96	2,96	7,32	1,40	10,44		
	КА	9,80	10,84	2,80	3,80	15,80	2,03	43,98		

Больовий синдром чи іррадіація болю в кінцівку на стадиограмі відображується несиметричним розташуванням плям ЗЦМ за умов одноопорного стояння відносно ЗЦМ двохопорного стояння. Методика визначення коефіцієнту кутової асиметрії ( $K\alpha$ ) вже використовувалася в дослідженнях лабораторії для вивчення параметрів стояння хворих з люмбалгіями та люмбоішіалгіями. Ми застосували цю методику для аналізу стадиограм усіх досліджених груп.

Больовий синдром може призвести до того, що під час опори на одну кінцівку пацієнт для зменшення болю повертає тіло убік. Це може бути усвідомлений рух чи підсвідомий компенсаторний акт. Такий поворот тіла можна виявити, якщо проаналізувати кут розвороту тіла  $K\beta$  [8].

Результати аналізу наведені в табл. 5.

Дисперсійний аналіз виявив значущу різницю ( $p = 0,025$ ) асиметрії кута розвороту тіла  $K\alpha$  між досліджуваними групами.

Кут розвороту тіла в разі одноопорного стояння статистично не відрізняється у досліджуваних групах ( $p = 0,294$ ), але цей показник може відображувати патологію чи больовий синдром, які є і за ОХЗ, і за КА, і у здорової людини без ортопедичної патології, але з травмою в анамнезі або з уродженою асиметрією у межах фізіологічної норми.

## Висновки

У результаті проведеного статистичного аналізу геометричних характеристик виявлені параметри, які можуть бути використані для функціонального оцінювання стану ОРС людини у випадку захворювань поперекового відділу хребта. Деякі показники мають високу чутливість (значення площини плями

ЗЦМ у разі одноопорного стояння ( $S2$ ,  $S3$ ), коефіцієнти відношення площин ( $KSS$  та  $K_{SS}$ ) та кутової асиметрії ( $K\alpha$ ), інші не мали такої.

У процесі виконання роботи обґрунтовано можливість використання параметрів стадиографічного дослідження для встановлення попереднього діагнозу, а також детальнішого оцінювання стану кожного пацієнта. Точність діагностики захворювання становить 70 %.

## Список літератури

1. Гурфинкель В. С. Регуляция позы человека / В. С. Гурфинкель, Я. М. Коц, М. Л. Шик. — М.: Наука, 1965. — 256 с.
2. Скворцов Д. В. Стабилометрия — функциональная диагностика функции равновесия, опорно-двигательной системы и сенсорной системы / Д. В. Скворцов // Функциональная диагностика. — 2004. — № 3. — С. 78–84.
3. Norr M. E. Posture testing (posturography) in the diagnosis of peripheral vestibular pathology / M. E. Norr, G. Forrez // Arch. Otorhinolaryngol. — 1986. — Vol. 243. — P. 186–189.
4. Congresses of the International Society of Posturography, renamed the International Society for Postural and Gait Research: 1971 Madrid, published in Agressologie. — 1972. — Vol. 13.
5. Congresses of the International Society of Posturography, renamed the International Society for Postural and Gait Research: 1983 Houston, Vestibular and visual control on posture and locomotor equilibrium / M. Igarashi, F. O. Black (Eds). — Karger, Basel, 1985.
6. Алексеева О. Ю. Методы анализа стадиограмм в оценке функционального состояния человека / О. Ю. Алексеева, М. Ю. Карпинский // Медицина и ... — 2002. — № 1. — С. 48–53.
7. Бююль А. SPSS. Искусство обработки информации. Анализ статистических данных и восстановление скрытых закономерностей / Ахим Бююль, Питер Цёфель, пер. с нем. — СПб, ООО «ДиаСофт», 2005. — 608 с.
8. Пат. 58892А Україна. МКВ А61В5/103. Спосіб непрямої оцінки функціонального стану опорно-рухового апарату людини / Мітелев Д. А., Карпінський М. Ю., Радченко В. О. та ін.; заявник та патентовласник ДУ «Інститут патології хребта та суглобів ім. проф. М. І. Ситенка АМНУ». — № 2002119151; заявл. 18.11.2002; опубл. 15.08.2003; Бюл. № 8.

DOI: <http://dx.doi.org/10.15674/0030-59872014362-67>

Стаття надійшла до редакції 30.05.2014

## JUSTIFICATION AND ANALYSIS OF GEOMETRIC PARAMETERS OF STATOGRAPHIC DATA FOR EVALUATION THE MUSCULOSKELETAL SYSTEM OF HUMAN

O. A. Tyazhelov<sup>1</sup>, M. Yu. Karpinsky<sup>1</sup>, O. D. Karpinska<sup>1</sup>, S. Yu. Yaremin<sup>2</sup>

<sup>1</sup> SI «Sytenko Institute of Spine and Joints Pathology National Academy of Medical Sciences of Ukraine». Kharkiv

<sup>2</sup> Pirogov Vinnitsa National Medical University, Ukraine