

**КЛИНИКО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ  
ПОСЛЕДСТВИЙ ЧЕРЕПНО-МОЗГОВОЙ ТРАВМЫ  
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СТАБИЛОМЕТРИЧЕСКОГО  
ИССЛЕДОВАНИЯ КАК МЕТОДА ДИАГНОСТИКИ  
ДВИГАТЕЛЬНЫХ НАРУШЕНИЙ**

*Аннотация.* Распространенность черепно-мозговой травмы (ЧМТ) наиболее высока среди лиц трудоспособного возраста. Двигательные нарушения у этой категории пациентов являются доминирующими в клинике на всех стадиях заболевания. Цель исследования – оценить постуральную неустойчивость у пациентов с черепно-мозговой травмой. Обследованы 50 пациентов с черепно-мозговой травмой и 30 здоровых лиц контрольной группы. Всем пациентам проведено комплексное обследование, включающее неврологический осмотр, исследование вегетативного статуса, нейропсихологическое исследование, лабораторные и инструментальные методы исследования, такие как электроэнцефалография, спиральная томография головного мозга. Выполнено функциональное стабилOMETрическое исследование (проба с открытыми глазами, тест Ромберга, проба с поворотами головы, оптокинетическая проба) в европейском стандарте на стабилOMETре фирмы «МБН» (Россия). Оценены постуральные характеристики у пациентов при спокойном вертикальном положении с использованием статической постурологической платформы. Описаны и проанализированы особенности стабилOMETрических показателей у пациентов с последствиями черепно-мозговой травмы различной степени тяжести. Несмотря на большие различия во времени после травмы, значительные постурологические изменения обнаружены у пациентов с тяжелой черепно-мозговой травмой. Компьютерная стабилOMETрия является высокоэффективным методом объективной оценки двигательных и вестибулярных нарушений у больных с ЧМТ. Результаты проведенного обследования свидетельствуют о перспективности применения компьютерной стабилOMETрии для изучения механизмов развития двигательных и вестибулярных нарушений и степени их компенсации у пациентов с ЧМТ различной степени тяжести.

*Ключевые слова:* черепно-мозговая травма, стабилOMETрия, двигательные нарушения.

N. S. Bofanova

**CLINICAL-FUNCTIONAL SPECIFICATIONS  
OF CRANIOCEREBRAL INJURY CONSEQUENCES  
USING STABILOMETRIC INVESTIGATION  
AS A METHOD OF DIAGNOSING MOVEMENT DISORDER**

*Abstract.* The incidence of brain injury is the highest among the able-bodied people. Movement disorder is typical for these patients at all stages of the disease. Objective: to assess postural instability in patients with traumatic brain injury. The authors examined fifty patients with traumatic brain injury and thirty healthy of the control group. The researchers conducted a complex survey of the all patients (the neurological examination, study of the vegetative status, neuropsychological research, laboratory and instrumental methods of investigation, such as electroencephalog-

graphy, spiral CT scan of the brain). The researchers carried out functional stabilometry (test with open eyes, Romberg's test, test with head turns, optokinetic test) according to the European standard on the «MBN-Stabilo» (MBN, RF) platform. Postural characteristics during quiet upright standing were assessed using a static posturographic platform. Features of the stabilometric indicators are described and discussed in the groups of patients with brain injuries of varying severity. In spite of a high variability in time since injury, significant posturographic abnormalities were found in patients with heavy traumatic brain injury. Computer stabilometry is the effective method of objective assessment of the motor and vestibular disorders in patients with traumatic brain injury. The results obtained prove the potential of using computer stabilometry in order to examine the mechanism of progress of the motor and vestibular impairments and the level of its compensation in patients with cranio-cerebral injury of varying severity.

*Key words:* brain injury, stabilometry, motor impairments.

### Введение

Черепно-мозговая травма (ЧМТ) относится к одним из наиболее частых и тяжелых видов травматизма [1]. Ежегодно регистрируется в среднем четыре-пять случаев ЧМТ на 1000 населения [2]. Большая распространенность данной патологии среди лиц трудоспособного возраста, тяжесть и выраженность двигательных и вестибулярных нарушений у пациентов с ЧМТ в анамнезе, значимость этой неврологической симптоматики для качества жизни больных, трудности терапии и реабилитации делают проблемы диагностики и лечения пациентов с ЧМТ в анамнезе весьма актуальными [3, 4].

ЧМТ, вызывающие нарушения сознания, практически всегда влекут за собой дефекты двигательной функции, в том числе нарушения позного контроля [5]. Среди современных технологий, получивших развитие за последние десятилетия, стабилметрия используется как метод диагностики состояния функции равновесия, двигательных нарушений и проведения активной реабилитации пациентов с данной патологией [6]. Изучение позного контроля у человека привлекает внимание исследователей многих стран. Французская школа постурологии выделяет синдром последствий сотрясения головного мозга, который регистрируется посредством статической стабилметрии [7]. Поэтому **целью исследования** является оценка результатов использования стабилметрии как метода контроля состояния равновесия у пациентов с ЧМТ в процесс диагностики и реабилитации.

### 1. Методы и материалы

Обследование проведено 50 пациентам с диагнозом «последствия ЧМТ». Средний возраст –  $49 \pm 5,0$  лет, давность заболевания от одного месяца до десяти лет. Все обследуемые – мужчины. Критерии включения в исследование следующие: пациенты мужского пола в возрасте от 18 лет и старше; пациенты, подписавшие информированное согласие; пациенты, имеющие в анамнезе документально подтвержденную ЧМТ различной степени тяжести. Критерии исключения из исследования: отзыв информированного согласия, наличие сопутствующей соматической патологии тяжелой степени, наличие сосудистого, нейродегенеративного, дисметаболического или иного органического поражения головного мозга. Группу сравнения составили 30 клинически здоровых мужчин, средний возраст которых составил  $48 \pm 4,8$  года.

Всем пациентам проведено комплексное обследование, включающее неврологический осмотр, исследование вегетативного статуса, нейропсихологическое исследование, лабораторные и инструментальные исследования, такие как электроэнцефалография, ультразвуковая доплерография, дуплексное сканирование брахиоцефальных артерий, спиральная томография головного мозга, магнитно-резонансная томография головного мозга, стабилметрическое исследование.

Комплексное лечение пациентов с последствиями ЧМТ включало медикаментозную терапию, физиотерапию, медико-психологическую реабилитацию, коррекцию нарушений функции равновесия на стабилметрической платформе «МБН-Стабило» с использованием биологической обратной связи.

Для выявления наличия и степени выраженности двигательных нарушений всем больным до и после завершения курса терапии производилось стабилметрическое исследование с помощью постурологического комплекса «МБН-Стабило» (МБН, Россия), включающего стабилметрическую платформу и компьютерный комплекс для регистрации колебаний общего центра давления (ОЦД) человека. Исследование осуществлялось в специальном помещении для предотвращения акустической ориентации пациента. Стабилметрическая платформа устанавливалась на расстоянии 1 м от всех стен. При исследовании пациентов устанавливали на платформу в носках в европейской позиции (положение: пятки вместе, носки разведены под углом в 30 градусов). Проводилась проба Ромберга с открытыми и закрытыми глазами в течение 51 с [5].

Проведен анализ комплекса стандартных показателей стабилметрического исследования «Тест Ромберга».  $X$ ,  $Y$  (мм) – абсолютное положение центра давления (ЦД) относительно фронтальной ( $X$ ) и сагиттальной ( $Y$ ) плоскости (центром давления принято называть проекцию центра тяжести тела на плоскость опоры);  $x$ ,  $y$  (мм) – девиации ЦД относительно среднего положения: ( $x$ ) – во фронтальной плоскости (вправо-влево), ( $y$ ) – в сагиттальной плоскости (вперед-назад);  $L$  (мм) – длина статокинезиограммы (длина пути, пройденного ЦД за время исследования);  $S$  (кв. мм) – площадь статокинезиограммы;  $V$  (мм/сек) – средняя скорость перемещения ЦД; угол (град.) – угол направления плоскости колебания ЦД;  $\text{Max } X$ ,  $\text{Max } Y$  (мм) – максимальная амплитуда колебаний ЦД во фронтальной плоскости ( $X$ ), в сагиттальной плоскости ( $Y$ );  $x_f$  (Гц),  $y_f$  (Гц) – параметр 60 % энергии спектра частот во фронтальной ( $\text{Э}X$ ), в сагиттальной ( $\text{Э}Y$ ) плоскости – основная частота спектра колебаний ЦД;  $KP$  (%) – коэффициент Ромберга (соотношение между значениями площади статокинезиограммы в пробах с закрытыми и открытыми глазами. Исследование проводилось в первый и десятый день стационарного лечения.

Все определяемые показатели собираются в виде базы данных с использованием пакета прикладных программ Microsoft Excel 7.0. Полученные результаты обрабатывались с помощью стандартных методов биостатистики и программы Statistica 6.0 для Windows. Результаты представлены в виде  $M \pm SD$ . Для количественной обработки полученных данных использовали методы вариационной статистики. При нормальном распределении ( $t$  – распределение) признака для проверки нулевой гипотезы применяли параметрический критерий  $t$  Стьюдента. При ненормальном распределении совокупно-

сти использовали непараметрический ранговый критерий Манна – Уитни. Статистическая достоверность данных оценивалась с помощью таблиц критических значений. Статистически значимыми считали различия при значениях  $p < 0,05$  [8]. Данное клиническое исследование одобрено Локальным этическим комитетом Пензенского государственного университета.

## 2. Результаты исследования и их обсуждение

В результате проведенного исследования выявлено, что пациенты с последствиями ЧМТ имели многочисленные синдромы. Наиболее часто выявлялся цефалгический (89 %), вестибуло-атактический (65 %), астено-невротический (73 %) синдромы; снижение когнитивных функций (46 %), снижение работоспособности и активности (70 %), снижение фона настроения и тревожности (68 %), расстройства сна (30 %), психоорганический синдром (26 %), судорожный синдром (8 %), вегетативные нарушения (54 %) (рис. 1).

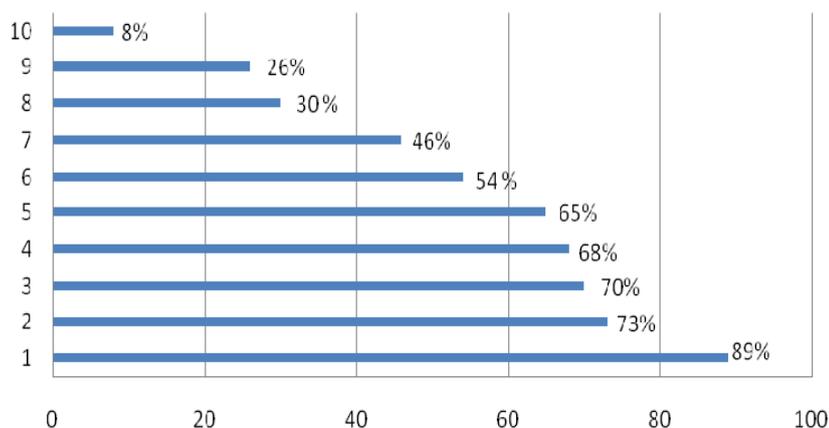


Рис. 1. Частота клинических синдромов у пациентов с последствиями ЧМТ.

На гистограмме изображены: 1 – цефалгический синдром; 2 – астено-невротический синдром; 3 – снижение работоспособности и активности; 4 – снижение фона настроения и тревожность; 5 – вестибуло-атактический синдром; 6 – вегетативные нарушения; 7 – снижение когнитивных функций; 8 – расстройства сна; 9 – психоорганический синдром; 10 – судорожный синдром (8 %)

Нейропсихологическое исследование включало использование краткой шкалы оценки психического статуса (КШОПС), тест рисования часов. Эмоциональное состояние у пациентов оценивалось с использованием шкалы депрессии Гамильтона. В табл. 1 представлены результаты интегративной оценки когнитивных функций.

Таблица 1

Оценка когнитивных функций у пациентов с последствиями ЧМТ и контрольной группы

Тест	Пациенты с ЧМТ			Контроль	$p$
	легкой степени тяжести	средней степени тяжести	тяжелой степени тяжести		
КШОПС	27,52 ± 0,97	26,87 ± 1,32	24,34 ± 0,62	29,84 ± 0,62	< 0,001

По результатам оценки эмоционально-волевых нарушений у пациентов с последствиями легкой ЧМТ суммарная оценка не достигла уровня депрессии, но частота отдельных симптомов, таких как снижение работоспособности, бессонница, снижение фона настроения, достоверно выше, чем в контрольной группе. У пациентов с последствиями ЧМТ средней степени тяжести депрессивный синдром встречался у 15 % пациентов, с тяжелой ЧМТ – у 33 %.

По данным нейровизуализационного метода исследования (КТ и МРТ головного мозга), у пациентов с последствиями ЧМТ тяжелой степени различные ликвородинамические нарушения встречались в 94,5 %, у пациентов с последствиями ЧМТ средней степени эти изменения отмечались в три раза реже (39,8 %). Значительно реже они выявлялись при легкой степени выраженности клинических проявлений отдаленных последствий черепно-мозговой травмы (гидроцефалия – 14,6 %, атрофический процесс – 11,2 %, единичные кисты, не сообщающиеся с желудочковой системой мозга, – 16,6 %).

Для оценки двигательных нарушений у пациентов с последствиями ЧМТ изучались следующие основные стабилметрические параметры: среднее положение центра давления (ЦД), девиация ЦД, площадь статокинезиограммы, длина статокинезиограммы, скорость перемещения ЦД, среднее направление колебаний ЦД и др. В группе пациентов с последствиями ЧМТ показатели стабилметрии резко отличаются от нормы. Это касается теста Ромберга как с визуальным контролем, так и без него. В группе пациентов с ЧМТ наблюдаются значительно более высокие показатели длины и площади перемещения общего центра давления тела, чем у здоровых людей. Колебания центра давления как для фронтальной, так и для сагиттальной плоскости выше, чем у пациентов контрольной группы. Причем у пациентов в остром периоде ЧМТ амплитуда ОЦД во фронтальной плоскости значительно увеличена, особенно при отсутствии визуального контроля, значения коэффициента Ромберга у таких пациентов превышают 410,00 ( $p < 0,05$ ).

На рис. 2 представлены примеры статикокинезиограмм пациента, перенесшего ЧМТ средней степени тяжести 1,5 месяца назад (острый период ЧМТ).

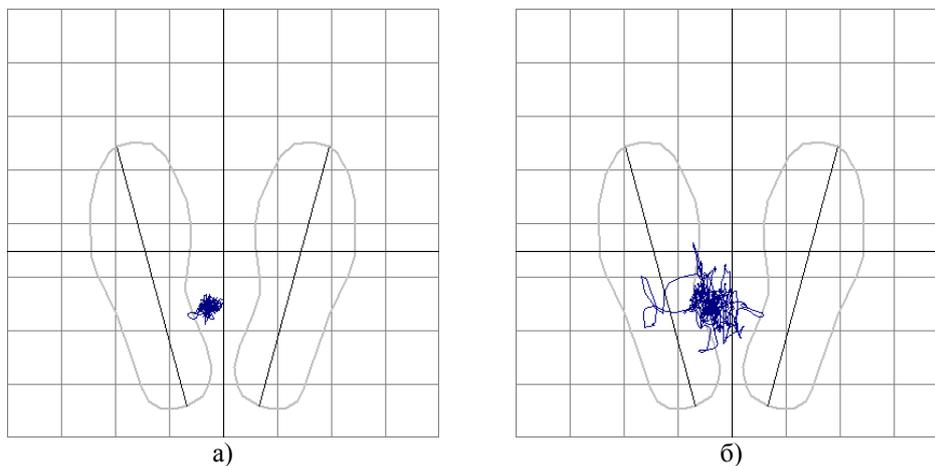


Рис. 2. Пациент в пробе Ромберга: а) глаза открыты, постановка европейская, продолжительность записи 51 с; б) глаза закрыты, постановка европейская, продолжительность записи 51 с. Коэффициент Ромберга  $QR$  (%) – 755,85

При открытых глазах в группе пациентов с последствиями ЧМТ наблюдаются значительно более высокие показатели площади перемещения ОЦД тела, чем в контрольной группе. У пациентов с последствиями легкой черепно-мозговой травмы площадь статикокинезиограммы превышала 250 кв. мм, а у пациентов с последствиями тяжелой черепно-мозговой травмы площадь составляла более 620 кв. мм, достоверно отличаясь от нормативных значений ( $p < 0,05$ ).

Сопоставление амплитуды колебаний ОЦД во фронтальном и сагиттальном направлениях в тесте с открытым глазами показало, что наибольшие различия между группами наблюдались для смещения ОЦД по оси  $X$ . Среднеквадратичное отклонение центра давления во фронтальной плоскости составило  $12,7 \pm 0,09$  мм, девиация в сагиттальной плоскости  $45,1 \pm 0,13$  мм у пациентов с последствиями тяжелой ЧМТ; у пациентов с последствиями легкой ЧМТ данные показатели составили соответственно  $6,7 \pm 0,05$  мм и  $25,1 \pm 1,23$  мм.

В отсутствие зрительного контроля у пациентов с последствиями ЧМТ стабиллографические показатели также отличались от нормы, хотя и не так значительно, как в тесте с открытыми глазами. При анализе амплитудных характеристик стабиллограммы по осям  $X$  и  $Y$  отчетливые различия между обследованными группами были также выявлены: у больных эти показатели были в 2,5 раза выше, чем у здоровых испытуемых.

На рис. 3 представлена статикокинезиограмма мужчины из контрольной группы, на рис. 4 изображена статикокинезиограмма пациента с последствиями ЧМТ средней степени тяжести.

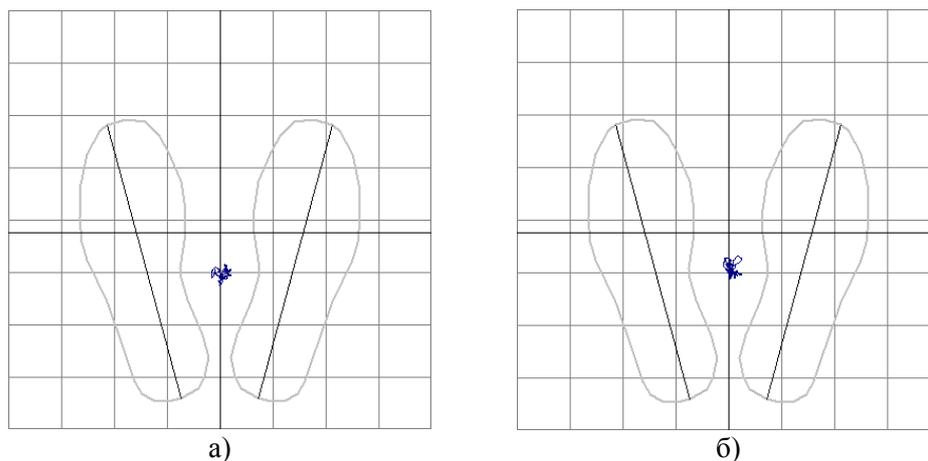


Рис. 3. В пробе Ромберга: а) глаза открыты, постановка европейская, продолжительность записи 51 с; б) глаза закрыты, постановка европейская, продолжительность записи 51 с (контрольная группа)

Большая часть пациентов с ЧМТ в анамнезе трудоспособного возраста не преувеличивают проблем со здоровьем, и это может служить основанием для преждевременного возвращения к трудовой деятельности [9]. Если профессиональная деятельность требует продолжительного позного контроля и поддержания баланса тела, то необходимо более тщательно оценивать двигательную систему у пациентов с последствиями ЧМТ [10]. Для объективной

оценки двигательных нарушений у пациентов с последствиями ЧМТ можно также использовать основные стабилметрические показатели и их динамическое изменение.

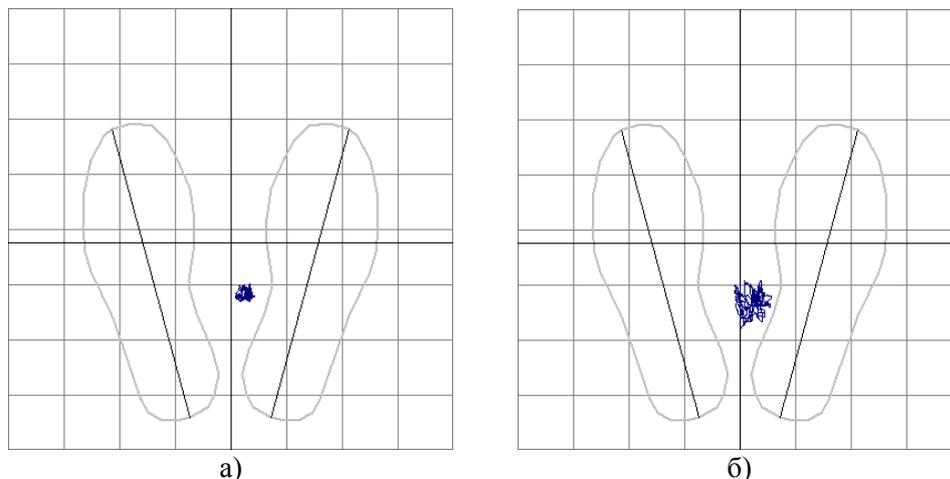


Рис. 4. Пациент с последствиями ЧМТ средней степени тяжести в пробе Ромберга:  
а) глаза открыты, постановка европейская, продолжительность записи 51 с;  
б) глаза закрыты, постановка европейская, продолжительность записи 51 с

### **Выводы**

Компьютерная стабилметрия является высокоэффективным методом объективной оценки двигательных и вестибулярных нарушений у больных с ЧМТ в анамнезе в процессе диагностики и лечения.

Показатели компьютерной стабилметрии (площадь статокенизограммы, колебания ЦД во фронтальной и сагиттальной плоскостях, средняя скорость смещения центра давления, расстояние между реальным и расчетным центрами давления во фронтальной и сагиттальной плоскостях) могут служить критериями диагностики двигательных нарушений после перенесенных ЧМТ.

### **Список литературы**

1. **Бойко, А. В.** Черепно-мозговая травма / А. В. Бойко, Т. Т. Батышева, Е. В. Костенко, К. А. Зайцев // *Consilium Medicum*. – 2008. – Т. 9, № 8. – С. 5–10.
2. **Яхно, Н. Н.** Болезни нервной системы / Н. Н. Яхно, Д. Р. Штульман. – М. : Медицина. – 2003. – Т. 1. – 744 с.
3. **Pullela, R.** Traumatic injury to the immature brain results in progressive neuronal loss, hyperactivity and delayed cognitive impairment / R. Pullela, J. Raber, T. Pfankuch // *Dev. Neurosci.* – 2006. – Vol. 28, № 4–5. – P. 396–409.
4. **Коновалов, А. Н.** Клиническое руководство по черепно-мозговой травме / А. Н. Коновалов. – М. : Антидор. – 2002. – Т. 3 – 632 с.
5. **Жаворонкова, Л. А.** Динамика межполушарных соотношений когерентности ЭЭГ как отражение реабилитационного процесса у больных, перенесших тяжелую черепно-мозговую травму / Л. А. Жаворонкова, О. А. Максакова, Н. Я. Смирнова // *Физиология человека*. – 2001. – Т. 27, № 2. – С. 5–14.
6. **Скворцов, Д. В.** Диагностика двигательной патологии инструментальными методами: анализ походки, стабилметрия / Д. В. Скворцов. – М. : НМФ «МБН», 2007. – 640 с.

7. **Geurts, A. E.** Identification of static and dynamic postural instability following traumatic brain injury / A. E. Geurts, G. M. Ribbers, J. A. Knoop // *Arch. Phys. Rehabil.* – 2006. – Vol. 77, № 7. – P. 639–644.
8. **Реброва, О. Ю.** Статистический анализ медицинских данных. Применение пакета прикладных программ STATISTIKA / О. Ю. Реброва. – М. : МедиаСфера, 2003. – 312 с.
9. **Dehail, P.** Assessment of postural instability in patients with traumatic brain injury upon enrolment in a vocational adjustment programme / P. Dehail, H. Petit, P. Vuadens // *J. Rehabil Med.* – 2007. – № 39. – P. 531–536.
10. **Mrazik, M.** Injury severity and neuropsychological and balance outcomes of four college athletes / M. Mrazik // *Brain Inj.* – 2000. – № 14 (10). – P. 921–931.

### References

1. **Boyko A. V., Batysheva T. T., Kostenko E. V., Zaytsev K. A.** *Consilium Medicum*. 2008, vol. 9, no. 8, pp. 5–10.
2. **Yakhno N. N., Shtul'man D. R.** *Bolezni nervnoy sistemy* [Nervous system diseases]. Moscow: Meditsina, 2003, vol. 1, 744 p.
3. **Pullela R., Raber J., Pfankuch T.** *Dev. Neurosci.* 2006, vol. 28, no. 4–5, pp. 396–409.
4. **Konovalov A. N.** *Klinicheskoe rukovodstvo po cherepno-mozgovoy travme* [Craniocerebral injury clinical guide]. Moscow: Antidor, 2002, vol. 3, 632 p.
5. **Zhavoronkova L. A., Maksakova O. A., Smirnova N. Ya.** *Fiziologiya cheloveka* [Human physiology]. 2001, vol. 27, no. 2, pp. 5–14.
6. **Skvortsov D. V.** *Diagnostika dvigatel'noy patologii instrumental'nymi metodami: analiz pokhodki, stabilometriya* [Movement disorder diagnosing via instrumental methods: gait analysis, stabilometry]. Moscow: NMF «MBN», 2007, 640 p.
7. **Geurts A. E., Ribbers G. M., Knoop J. A.** *Arch. Phys. Rehabil.* 2006, vol. 77, no. 7, pp. 639–644.
8. **Rebrova O. Yu.** *Statisticheskiy analiz meditsinskikh dannykh. Primenenie paketa prikladnykh programm STATISTIKA* [Statistical analysis of medical data. Usage of the STATISTIKA application package]. Moscow: MediaSfera, 2003, 312 p.
9. **Dehail P., Petit H., Vuadens P. J.** *Rehabil Med.* 2007, no. 39, pp. 531–536.
10. **Mrazik M.** *Brain Inj.* 2000, no. 14 (10), pp. 921–931.

**Бофанова Наталья Сергеевна**  
 ассистент, кафедра неврологии  
 и нейрохирургии, Медицинский  
 институт, Пензенский государственный  
 университет (Пенза, ул. Красная, 40)

**Bofanova Nataliya Sergeevna**  
 Assistant, sub-department of neurology  
 and neurosurgery, Medical Institute,  
 Penza State University  
 (Penza, 40 Krasnaya str.)

E-mail: bofanova-ns@rambler.ru

УДК 616.831-001:616-71

**Бофанова, Н. С.**

**Клинико-функциональные особенности последствий черепно-мозговой травмы с использованием стабилметрического исследования как метода диагностики двигательных нарушений** / Н. С. Бофанова // *Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Медицинские науки.* – 2013. – № 2 (26). – С. 66–73.