

## КОМПЬЮТЕРНАЯ СТАБИЛОМЕТРИЯ В ДИАГНОСТИКЕ ПОСТУРАЛЬНЫХ НАРУШЕНИЙ У ДЕТЕЙ С НЕОСЛОЖНЕННЫМИ КОМПРЕССИОННЫМИ ПЕРЕЛОМАМИ ПОЗВОНОЧНИКА

УДК 612.766.2

Нигамадьянов Н.Р., Лукьянов В.И., Валиуллина С.А., Мамонтова Н.А.

Научно-исследовательский институт неотложной детской хирургии и травматологии Департамента здравоохранения г. Москвы, Москва, Россия

## COMPUTER STABILOMETRY IN THE DIAGNOSIS OF POSTURAL DISORDERS IN CHILDREN WITH UNCOMPLICATED COMPRESSION FRACTURES OF THE SPINE

Nigamadyanov NR, Lukyanov VI, Valiullina SA, Mamontova NA

*NIi neotlozhnoj detskoj hirurgii i travmatologii Departamenta zdravoohraneniya, Moscow, Russia*

### Введение

Переломы позвоночника у детей продолжают оставаться актуальной проблемой травматологии детского возраста. Повреждения позвоночника характеризуются продолжительным периодом медицинской реабилитации [1]. В этом отношении большой интерес представляет изучение стабилOMETрических диагностических тестов, которые позволяют выявить постуральные дисфункции.

Стабилометрия позволяет регистрировать положение проекции общего центра давления (ОЦД) тела человека на плоскость опоры и определять его количественные характеристики – площадь, длину, траектории, скорость смещения, спектры и другие параметры [2, 3, 4, 5]. В настоящее время данный метод широко применяется в медицине при различных заболеваниях [6, 7, 8, 9], в том числе и при компрессионных переломах позвоночника у детей. Анализ литературных данных показывает, что стабилOMETрические критерии диагностики постуральных нарушений у детей с компрессионными переломами в различные сроки после травмы остаются недостаточно изученными.

### Цель исследования

Изучение постуральных дисфункций у детей с компрессионными переломами позвоночника в различные сроки от момента травмы с помощью компьютерной стабилOMETрии.

### Материал и методы

Исследование проводилось в НИИ Неотложной детской хирургии и травматологии Департамента Здравоохранения г. Москвы, в отделе реабилитации.

В анализ включены 82 ребенка, получающих лечение в институте по поводу неосложненных компрессионных переломов грудного отдела позвоночника и 37 условно здоровых детей (без переломов позвоночника), которые составили контрольную группу. Всего среди 119 обследованных детей, мальчики составили 50,4% (60 чел), девочки 49,6% (59 чел). Средний возраст детей –  $13,8 \pm 2,5$  года (от 6 до 18 лет).

Критериями включения пациентов в основную группу были: возраст не менее 6 лет, принадлежность к заболеваниям класса S 22.00, S22.10 по МКБ (компрессионные, неосложненные переломы одного или нескольких позвонков грудного отдела), отсутствие сопутствующих заболеваний, затрудняющих проведение стабилOMETрических измерений.

В зависимости от срока травмы все пациенты основной группы распределены на 2 подгруппы. Первая подгруппа – 55 детей (67%) со сроком травмы до 12 месяцев, вторая подгруппа – 26 детей (33%) со сроком травмы более 12 месяцев. В дальнейшем эти подгруппы анализировались между собой и сравнивались с контрольной группой.

Всем исследуемым пациентам при поступлении на лечение в отдел реабилитации выполнялась компьютерная стабилOMETрия с помощью лечебно-диагностического комплекса «Стабилан-01» производства ОКБ «Ритм». В данной системе предусмотрена стандартизация методов исследования, графического и цифрового представления информации, а также автоматизация измерений и создание внутренней базы данных. СтабилOMETрию проводили в специальном помещении достаточной площади и соответствующим освещением. Для клинических исследований пациента помещали на платформу босиком в «Европейской позиции» (пятки вместе, носки разведены под углом в 30 гр.). Время регистрации стабилОграммы было не менее 20 секунд.

Протокол исследования включал параметры, измеряемые в трех стабилOMETрических пробах.

СтабилОграфическая проба осуществлялась следующим образом: пациент стоял на платформе прямо с фиксированным взглядом. При этом проводилась запись сигнала в один этап. Показатели тестов «Мишень», «Устойчивость» детерминированы биологической обратной связью (БОС) – зрительным анализатором.

Во время теста «Мишень» пациент отклонением своего тела на платформе сохранял равновесие таким

образом, чтобы удерживать маркер, отображающий на ней положение центра давления, т.е. в центре мишени. Результаты теста оценивались в баллах, а за один процент времени пребывания в зоне 1 давался 1 балл. Длительность записи составляла 20 секунд. Тест на устойчивость позволял оценить запас устойчивости ребенка в каждом из четырех направлений: вперед, назад, вправо, влево. Пациенту необходимо было, изменяя положение центра давления, следовать за маркером на мониторе в каждую из четырех сторон. Результаты обследования представлялись в виде «креста», длина сторон которого определялась величиной отклонения в соответствующем направлении.

В соответствии с рекомендациями по проведению исследования [7, 9] основными параметрами, используемыми для анализа стабилотрамм, выбраны следующие:

1. Разброс по фронтали и сагиттали – показатели, определяющие средний суммарный разброс колебаний ОЦД. Увеличение свидетельствовало об уменьшении устойчивости пациента в определенной плоскости;
2. Направление колебаний. Этот параметр показывал среднеарифметическую плоскость, в которой происходили колебания ОЦД. Фактически этот показатель характеризовал плоскость, в которой преимущественно происходили колебания ОЦД;
3. Площадь эллипса и коэффициент сжатия – характеризовали основную часть площади, занимаемой стакинезиграммой. Увеличение этих показателей свидетельствовало об ухудшении устойчивости, а уменьшение – об улучшении. До 60% мощности по фронтали, сагиттали – это спектральные характеристики стабилотрамм во фронтальной и сагиттальной плоскостях, отражающие частотное распределение колебаний человека, если исследуемый не справляется с компенсацией колебания тела, то эти показатели увеличивают свои значения;
4. Качество функции равновесия, которое представляет собой математический анализ векторов смещения ОЦД относительно осей координат. Полученный коэффициент выражался в процентах: чем выше значение параметра, тем лучше устойчивость.
5. Количество набранных очков в тесте «Мишень»;
6. Соотношение «вперед-назад», «вправо-влево», «сагиталь – фронталь» в тесте на «Устойчивость». Числовые значения отклонения ОЦД в миллиметрах для каждого направления позволяли оценить запас устойчивости человека при отклонении в одном из четырех направлений.

Статистическая обработка полученных данных проводилась с помощью программы Statistica v.6. Статистически значимым различием средних значений считали  $p < 0.05$ .

### Результаты

Результаты сравнения пациентов в 2 подгруппах представлены в таблице 1.

Из таблицы видны статистически достоверные отличия в показателях, полученных при проведении стабилотметрической пробы:

- стандартное отклонение в сагиттальной плоскости в первой подгруппе составило  $5,15+2,69$ , во второй подгруппе  $3,95+1,30$ ,
- направление колебаний в первой подгруппе  $2,36+39,07$ , второй –  $20,03+38,41$ ,
- мощность по сагиттали составила 60%: первая

подгруппа  $0,62+0,18$ , вторая подгруппа  $0,72+0,17$ . Это свидетельствует об увеличении стабильности основной стойки в сагиттальной плоскости у детей, у которых после травмы прошло более 12 месяцев. Достоверные отличия при воздействии БОС не выявлены.

При сравнении параметров стабилотметрии первой подгруппы пациентов с группой «условной нормы» (таблица №2), выявлены достоверные отличия в тестах без БОС и при ее воздействии.

Как видно из таблицы, достоверные отличия получены в следующих пробах:

- в стабилотметрической пробе – площадь эллипса в первой подгруппе  $364,83+465,31$  мм, в группе с условной нормой  $190,06+127,33$  мм, стандартное отклонение во фронтальной плоскости;
- в тесте «Мишень» – площадь эллипса в первой подгруппе  $5,04+4,18$  мм, в контрольной группе  $2,99+1,86$  мм;
- качество функции равновесия – в первой подгруппе  $57,37+19,42$ , в контрольной группе  $67,68+20,25$ .

В таблице №3 представлены результаты сравнения показателей стабилотметрии второй подгруппы с условной нормой.

Как видно из таблицы, получены следующие достоверные отличия в стабилотметрической пробе:

- направление колебаний – во второй подгруппе  $-20,03+38,41$  гр., контрольная группа  $0,81+37,16$  гр.,
- коэффициент сжатия – вторая подгруппа  $1,57+0,29$ , контрольная группа  $1,97+0,59$ ;
- в тесте «Мишень» – площадь эллипса вторая подгруппа  $214,65+195,95$  мм., контрольная группа  $122,39+67,54$  мм.

### Выводы

Таким образом, в симптомокомплекс клинических проявлений компрессионных переломов позвоночника у детей входят постуральные нарушения. Наиболее выраженные стабилотметрические изменения отмечаются у пациентов сроком травмы до 12 месяцев. Они характеризуются увеличением более чем в 2 раза, в отличие от условной нормы, таких параметров, как «Площадь эллипса», «Стандартное отклонение во фронтальной плоскости» в тесте «Мишень», при этом «Качество функции равновесия» меньше, чем при норме. У пациентов со сроком травмы более 12 месяцев отмечаются достоверные отличия от условной нормы, в виде увеличения площади эллипса и уменьшения коэффициента сжатия в стабилотметрической пробе.

Компьютерная стабилотметрия является эффективным методом объективной диагностики постуральных нарушений при неосложненных компрессионных переломах позвоночника у детей в различные сроки от момента травмы. У детей с компрессионными неосложненными переломами позвоночника с высокой степенью достоверности отличаются стабилотметрические показатели от группы с условной нормы: стандартное отклонение в сагиттальной плоскости, 60% мощность по сагиттали и направление колебаний в стабилотметрической пробе.

Полученные данные свидетельствуют о высокой информативности показателей стабилотметрии для количественной оценки глубины постуральных дисфункций у детей с компрессионными переломами позвоночника, и может использоваться для прогнозирования и оценки эффективности проводимой медицинской реабилитации.

Таблица 1. Группы пациентов. Где: Возраст – среднее значение в годах, СМА – средняя мозговая артерия.

|                          | Параметры                             | Компрессионные переломы 1 подгруппа (M±std) | Компрессионные переломы 2 подгруппа (M±std) | p      |
|--------------------------|---------------------------------------|---|---|--------|
| Стабилографическая проба | Стандартное отклонение, фронталь, мм  | 4,27±2,95                                   | 3,52±3,53                                   | p>0,05 |
|                          | Стандартное отклонение, сагитталь, мм | 5,15±2,69                                   | 3,95±1,30                                   | p<0,05 |
|                          | Направление колебаний, гр.            | 2,36±39,07                                  | -20,03±38,41                                | p<0,05 |
|                          | Площадь эллипса, мм <sup>2</sup>      | 364,83±465,31                               | 204,80±123,25                               | p>0,05 |
|                          | Коэффициент сжатия                    | 4,62±22,03                                  | 1,57±0,29                                   | p>0,05 |
|                          | 60% мощности по фронтالي, Гц          | 0,57±0,19                                   | 0,62±0,20                                   | p>0,05 |
|                          | 60% мощности по сагиттали, Гц         | 0,62±0,18                                   | 0,72±0,17                                   | p<0,05 |
|                          | Качество функции равновесия           | 73,35±13,69                                 | 78,35±7,73                                  | p>0,05 |
| Тест «Мишень»            | Стандартное отклонение, фронталь, мм  | 5,04±4,18                                   | 4,40±3,01                                   | p>0,05 |
|                          | Стандартное отклонение, сагитталь, мм | 4,56±2,87                                   | 4,67±4,24                                   | p>0,05 |
|                          | Направление колебаний, гр.            | 1,27±53,22                                  | -6,90±53,32                                 | p>0,05 |
|                          | Площадь эллипса, мм <sup>2</sup>      | 341,29±480,70                               | 214,65±195,95                               | p>0,05 |
|                          | Коэффициент сжатия                    | 1,52±0,43                                   | 1,52±0,33                                   | p>0,05 |
|                          | 60% мощности по фронтали, Гц          | 0,87±0,96                                   | 0,69±1,66                                   | p>0,05 |
|                          | 60% мощности по сагиттали, Гц         | 0,83±0,20                                   | 0,76±0,17                                   | p>0,05 |
|                          | Качество функции равновесия           | 57,37±19,42                                 | 66,57±15,99                                 | p>0,05 |
|                          | Количество очков                      | 79,76±14,38                                 | 78,35±21,71                                 | p>0,05 |
| Тест на устойчивость     | Отношение «вперед-назад»              | 1,36±0,66                                   | 1,49±0,64                                   | p>0,05 |
|                          | Отношение «вправо-влево»              | 1,11±1,01                                   | 0,92±0,38                                   | p>0,05 |
|                          | Отношение «сагитталь-фронталь»        | 1,15±0,53                                   | 1,01±0,34                                   | p>0,05 |

Таблица 2. Сравнение показателей стабилотрии пациентов со сроком травмы до 12 месяцев и условной нормы.

|                          | Параметры                            | Компрессионные переломы 1 подгруппа (M± std) | Условная норма | p      |
|--------------------------|--------------------------------------|--|----------------|--------|
| Стабилографическая проба | Стандартное отклонение, фронталь, мм | 4,27±2,95                                    | 3,32±1,68      | p>0,05 |
|                          | Стандартное отклонение сагиттали, мм | 5,15±2,69                                    | 4,49±1,59      | p>0,05 |
|                          | Направление колебаний, гр.           | 2,36±39,07                                   | 0,81±37,16     | p>0,05 |
|                          | Площадь эллипса, мм <sup>2</sup>     | 364,83±465,31                                | 190,06±127,33  | p<0,05 |
|                          | Коэффициент сжатия                   | 4,62±22,03                                   | 1,97±0,59      | p>0,05 |
|                          | 60% мощности по фронтали, Гц         | 0,57±0,19                                    | 0,64±0,21      | p>0,05 |
|                          | 60% мощности по сагиттали, Гц        | 0,62±0,18                                    | 0,63±0,24      | p>0,05 |
|                          | Качество функции равновесия          | 73,35±13,69                                  | 79,11±13,94    | p>0,05 |

|                      |                                      |               |              |        |
|----------------------|--------------------------------------|---------------|--------------|--------|
| Тест «Мишень»        | Стандартное отклонение, фронталь, мм | 5,04±4,18     | 2,99±1,86    | p<0,05 |
|                      | Стандартное отклонение сагитталь, мм | 4,56±2,87     | 3,49±2,09    | p>0,05 |
|                      | Направление колебаний, гр.           | 1,27±53,22    | -6,00±38,82  | p>0,05 |
|                      | Площадь эллипса, мм <sup>2</sup>     | 341,29±480,70 | 122,39±67,54 | p<0,05 |
|                      | Коэффициент сжатия                   | 1,52±0,43     | 1,58±0,40    | p>0,05 |
|                      | 60% мощности по фронтали, Гц         | 0,87±0,96     | 0,75±0,13    | p>0,05 |
|                      | 60% мощности по сагиттали, Гц        | 0,83±0,20     | 0,84±0,18    | p>0,05 |
|                      | Качество функции равновесия          | 57,37±19,42   | 67,68±20,25  | p<0,05 |
|                      | Количество очков                     | 79,76±14,38   | 84,52±14,29  | p>0,05 |
| Тест на устойчивость | Отношение «вперед-назад»             | 1,36±0,66     | 1,46±0,49    | p>0,05 |
|                      | Отношение «вправо-влево»             | 1,11±1,01     | 0,96±0,30    | p>0,05 |
|                      | Отношение «сагитталь-фронталь»       | 1,15±0,53     | 0,94±0,13    | p>0,05 |

**Таблица 3.** Сравнение показателей стабилотрии пациентов со сроком травмы более 12 месяцев и условной нормы

|                          | Параметры                             | Компрессионные переломы 1 подгруппа (M±std) | Условная норма | p      |
|--------------------------|---------------------------------------|---|----------------|--------|
| Стабилографическая проба | Стандартное отклонение, фронталь, мм  | 3,52±3,53                                   | 3,32±1,68      | p>0,05 |
|                          | Стандартное отклонение, сагитталь, мм | 3,95±1,30                                   | 4,49±1,59      | p>0,05 |
|                          | Направление колебаний, гр.            | -20,03±38,41                                | 0,81±37,16     | p<0,05 |
|                          | Площадь эллипса, мм <sup>2</sup>      | 204,80±123,25                               | 190,06±127,33  | p>0,05 |
|                          | Коэффициент сжатия                    | 1,57±0,29                                   | 1,97±0,59      | p<0,05 |
|                          | 60% мощности по фронтали, Гц          | 0,62±0,20                                   | 0,64±0,21      | p>0,05 |
|                          | 60% мощности по сагиттали, Гц         | 0,72±0,17                                   | 0,63±0,24      | p>0,05 |
|                          | 78,35±7,73                            | 79,11±13,94                                 | p>0,05         |        |
| Тест «Мишень»            | Стандартное отклонение, фронталь, мм  | 4,40±3,01                                   | 2,99±1,86      | p>0,05 |
|                          | Стандартное отклонение, сагитталь, мм | 4,67±4,24                                   | 3,49±2,09      | p>0,05 |
|                          | Направление колебаний, гр.            | -6,90±53,32                                 | -6,00±38,82    | p>0,05 |
|                          | Площадь эллипса, мм <sup>2</sup>      | 214,65±195,95                               | 122,39±67,54   | p<0,05 |
|                          | Коэффициент сжатия                    | 1,52±0,33                                   | 1,58±0,40      | p>0,05 |
|                          | 60% мощности по фронтали, Гц          | 0,69±1,66                                   | 0,75±0,13      | p>0,05 |
|                          | 60% мощности по сагиттали, Гц         | 0,76±0,17                                   | 0,84±0,18      | p>0,05 |
|                          | Качество функции равновесия           | 66,57±15,99                                 | 67,68±20,25    | p>0,05 |
|                          | 78,35±21,71                           | 84,52±14,29                                 | p>0,05         |        |
| Тест на устойчивость     | Отношение «вперед-назад»              | 1,49±0,64                                   | 1,46±0,49      | p>0,05 |
|                          | Отношение «вправо-влево»              | 0,92±0,38                                   | 0,96±0,30      | p>0,05 |
|                          | Отношение «сагитталь-фронталь»        | 1,01±0,34                                   | 0,94±0,13      | p>0,05 |

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Баиндурашвили А. Г., С. В. Виссарионов; Инновационные технологии в организации экстренной хирургической помощи детям с травмами позвоночника в условиях мегаполиса; Врач и информационные технологии; 2007; № 4: 78–80.
2. Гаже П.М. Постурология; СПб.: Издат. Дом СПбМАПО; 2008.
3. Скворцов Д.В. Клинический анализ движений. Стабилометрия. М.: АОЗТ «Антидор»; 2000.
4. Гурфинкель В.С., Коц Я.М., Шик М.Л. Регуляция позы человека. М.: Наука; 1965.
5. Денискина Н.В. Фронтальная устойчивость вертикальной позы человека: дис. Канд. Биол. Наук. – М.; 2009.
7. Слива С.С. Биологическая обратная связь на основе методов и средств компьютерной стабиллографии; Биоуправление. Теория и практика; 2002; №4: 294–299.
8. Gagey P. M. Postural disorders among workerson building sites; Discorders of Posture and Gait, Elsevier – Amsterdam; 1986: 253–268.
9. Okyzano T. Vector statokinesigram. A new method of analysis of human body sway; Pract. Otol. Kyoto; 1983; 76 (10): 2565–2580.

## REFERENCES:

1. Baidurashvili A. G., S. V. Vissarionov; [Innovative technologies in the organization of emergency surgical care to children with spinal cord injuries in a metropolis] 2007; № 4: 78-80.
2. Gazhe P.M. [Posturologie]; SPb.: Izdat. domSPbMAPO; 2008.
3. Skvorcov D.V. [Clinical analysis of movements. Stabilometry]. M.: AOZT «Antidor»; 2000.
4. Gurfinkel' V.S., KocJa.M., Shik M.L. [The regulation of human posture]. M.: Nauka; 1965.
5. Deniskina N.V. [Frontal stability of the vertical posture of man] M.; 2009.
7. Sliva S.S. [Biological feedback on the basis of methods and means of computer stabilography; Biofeedback. Theory and practice]; 2002; №4: 294 – 299.
8. Gagey P. M. Postural disorders among workerson building sites; Discorders of Posture and Gait, Elsevier – Amsterdam; 1986: 253-268.
9. Okyzano T. Vector statokinesigram. A new method of analysis of human body sway; Pract. Otol. Kyoto; 1983; 76 (10): 2565 - 2580.

## РЕЗЮМЕ

Исследованы постуральные дисфункции у детей с компрессионными переломами грудного отдела позвоночника методом компьютерной стабиллометрии. Анализировались стабиллометрические показатели в различные сроки от момента травмы. Проведено сравнение результатов стабиллометрии у детей с компрессионными переломами в различные сроки от момента травмы и с условной нормой.

В группе детей со сроком травмы до 12 месяцев в отличие от условной нормы отмечается увеличение площади эллипса, стандартного отклонения во фронтальной плоскости в тесте «Мишень», уменьшение значения качества функции равновесия. У пациентов со сроком травмы более 12 месяцев достоверные отличия от условной нормы наблюдаются в увеличении площади эллипса и уменьшении коэффициента сжатия.

Стабиллометрия позволяет оценить глубину постуральных нарушений у детей с компрессионными переломами позвоночника, и может использоваться для прогнозирования и оценки эффективности проводимой медицинской реабилитации.

**Ключевые слова:** стабиллометрия, постуральные дисфункции, дети, компрессионные переломы, реабилитация.

## ABSTRACT

Investigated postural dysfunction in children with compression fractures of the thoracic spine using computer stabilometry. Analyzed stabilometric characteristics in different periods from the date of injury. Comparison of indicators with similar in children with conditional norm.

In the study group, children with a date of injury until 12 months, significant differences from conventional norms the increase in the area of the ellipse, the standard deviation in the frontal plane in the test "Target", reducing the value of the quality of the equilibrium function. In the study group, children with a date of injury more than 12 months, significant differences from conventional norms: the area of the ellipse and the reduction of the compression ratio.

Stabilometry allows you to appreciate the depth of postural disorders in children with compression fractures of the spine, and can be used to predict and assess the effectiveness of medical rehabilitation.

**Keywords:** stabilometry, postural dysfunction, children, spinal compression fractures, medical rehabilitation..

## Контакты:

**Нигамадянов Н.Р.** E-mail: motokniga@mail.ru