

УДК 616.728.2-007.55-001.5-089.844 : 612.72

**Д.В.Долганов, М.П.Тепленький,  
Т.И.Долганова, Е.В.Олейников**  
*Федеральное государственное бюджетное  
учреждение «Российский научный центр  
«Восстановительная травматология и  
ортопедия» имени академика Г.А. Илизарова  
Министерства здравоохранения и  
социального развития РФ»*

## СТАБИЛОМЕТРИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ СТАТИЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ У ДЕТЕЙ С ДИСПЛАСТИЧЕСКИМ КОКСАРТРОЗОМ

**Аннотация.** Изучена статическая устойчивость у 20 пациентов с диспластическим коксартрозом (ORTHO-SYSTEM (Санкт-Петербург, «Биоимитатор»). Установлено, что до лечения у больных нестабильность проекции общего центра давления при его локализации, близкой к норме, обусловлена нарушениями осанки тела, вызванными разноразмерностью ног и перераспределением позной активности мышц, контролирующей измененный стереотип осанки. После реконструктивно-восстановительного лечения и улучшения условий функционирования сустава окончательная стабилизация величин девиации проекции общего центра давления регистрировалась к двум годам после снятия аппарата.

**Ключевые слова:** статическая устойчивость, стабилметрия, диспластический коксартроз.

**D.V. Dolganov, T.I. Dolganova, M.P. Tyoplenky,  
E.V. Oleinikov**  
*The Federal State Financed Institution Russian  
Ilizarov Scientific Center for Restorative  
Traumatology and Orthopaedics of the RF Ministry  
of Healthcare and Social Development*

## STABILOMETRIC STUDY OF CHILDREN'S STATIC STABILITY WITH DYSPLASTIC COXARTHROSIS

**Annotation.** Static stability has been studied on 20 patients with dysplastic coxarthrosis using ORTHO-SYSTEM computer complex (Saint-Petersburg, "Bioimitator"). It has been established that before treatment the instability of the projection of the general pressure centre in patients, provided its localization close to the norm, is caused by body posture disorders due to leg length discrepancy and redistribution of postural activity of the muscles controlling the posture stereotype changed. Once the reconstructive-and-restorative treatment is

performed and the joint function is improved, the final stabilization of the amounts of deviating the projection of general pressure centre is registered by two years after the fixator removal.

**Key words:** static stability, stabilometry, coxarthrosis.

### ВВЕДЕНИЕ

Диспластический коксартроз возникает на фоне деформации или дисконгруэнтности суставных компонентов у пациентов с дисплазией тазобедренного сустава, врожденным вывихом бедра, болезнью Пертеса и т.д. Патология, как правило, сопровождается укорочением, ограничением подвижности в тазобедренном суставе, гипотрофией ягодичных и бедренных мышц. При этом существенно изменяется биомеханика сустава и опорная функция конечности пациента не только в динамике, но и в статике. Из-за разноразмерности ног прямохождение и передвижение пациента становятся нарушенными, происходит компенсаторное изменение локомоторного стереотипа [1; 4].

Сгибательно-приводящая контрактура вызывает увеличение наклона таза и увеличение поясничного лордоза. Наклон таза во фронтальной плоскости в опорный период, связанный со слабостью отводящих мышц бедра, приводит к функциональному укорочению конечности на стороне поражения и хромоте. Компенсаторный наклон туловища и таза ведет к перемещению центра тяжести и перегрузке сустава.

**Цель** настоящего исследования состояла в изучении положения проекции общего центра давления (ОЦД) тела и его девиаций у детей с диспластическим коксартрозом для контроля лечебно-реабилитационного процесса.

### МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Данное исследование базируется на результатах лечения 20 больных с диспластическим коксартрозом, развившимся после лечения врожденного вывиха бедра. Возраст больных составлял от 8 до 17 лет (в среднем  $12,0 \pm 2,5$  года). Для сравнения полученных результатов дополнительно обследована группа здоровых сверстников (16 человек) приблизительно того же возраста ( $12,8 \pm 1,8$  года).

В четырехсекундном интервале при стоянии больного без вспомогательных средств опоры изучалось положение общего центра давления (ОЦД) на ортопедическом компьютерном комплексе ORTHO-SYSTEM (Санкт-Петербург, «Биоимитатор») с измерением его проекции и девиаций в сагиттальной и фронтальной плоскостях - стабилметрическое исследование.

На полученном графическом изображении между контурами стоп размещается плоскостная система координат с условными единицами измерения (от 0 до 100). Горизонтальная (ОХ) и вертикальная (ОУ) оси пересекались в центре координатной плоскости.

Для более полного представления о степени смещения центра тяжести пациента было введено поня-

тие «вектор смещения» (отрезок, направленный из координатного центра к середине участка площади перемещений ОЦД, который оценивался по координатам Т(ху) и длине вектора). Общая площадь смещений ОЦД и длина вектора оценивались в условных единицах (усл.ед.) [3].

Больные обследовались до операции, в процессе лечения и в сроки до 2 лет после завершения аппаратного лечения. Технология лечения включала одномоментное или постепенное восстановление суставных соотношений и последующую стабилизацию их посредством реконструкции тазового и бедренного компонентов сустава [2].

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

1. Оценка проекции центра давления у здоровых детей.

Проекция центра давления у здоровых детей в данной координатной системе отображалась в виде заштрихованного участка около центра системы координат с размахом колебаний на площади  $238,8 \pm 44,5$  усл. ед. Длина вектора смещения составляла  $14,4 \pm 2,58$  усл.ед. с координатами точки Тху в

среднем ( $x=50,3 \pm 4,6$ ;  $y=68,1 \pm 3,67$ ). Возрастная динамика смещения вектора ОЦД, оцениваемая в градусах условной окружности ( $\alpha$ ), описывается уравнением регрессии [6]:

$$\alpha = 340 - 72 \cdot \ln t; r=0,869, p \leq 0,001,$$

где  $t$  - возраст обследуемых.

Таким образом, в обследованной группе здоровых детей ОЦД приближался к центру координатных осей с незначительным смещением назад. Отклонение ОЦД кзади у детей и подростков находит подтверждение при анализе баланса продольной жесткости мышц - сгибателей и разгибателей стопы, в обнаружении смещения длины покоя мышц и изометрического максимума Бликса в направлении подошвенной флексии [5]. Следует также отметить, что с возрастом до 12-14 лет площадь девиации ОЦД имеет тенденцию к снижению с последующей стабилизацией. Тогда как у детей младшего возраста флуктуации ОЦД порой бывают очень большими из-за низкой нейropsychической устойчивости обследуемых и неспособности концентрировать внимание на выполнении задания (рис.1).

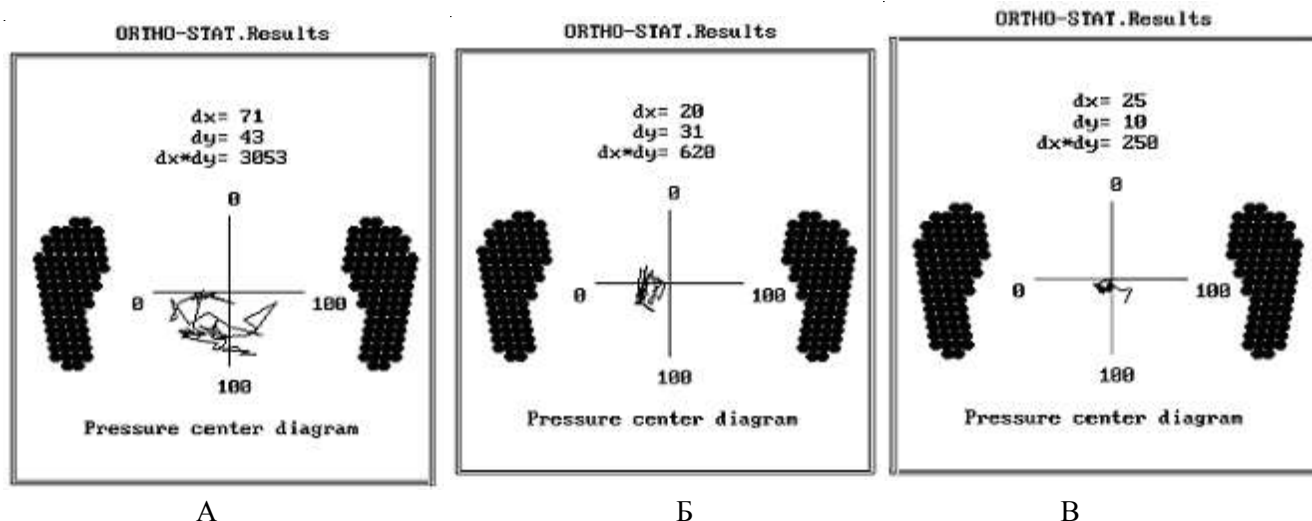


Рис. 1. Стабилограммы здоровых детей разного возраста:  
А – 4 года, Б – 8 лет, В – 14 лет

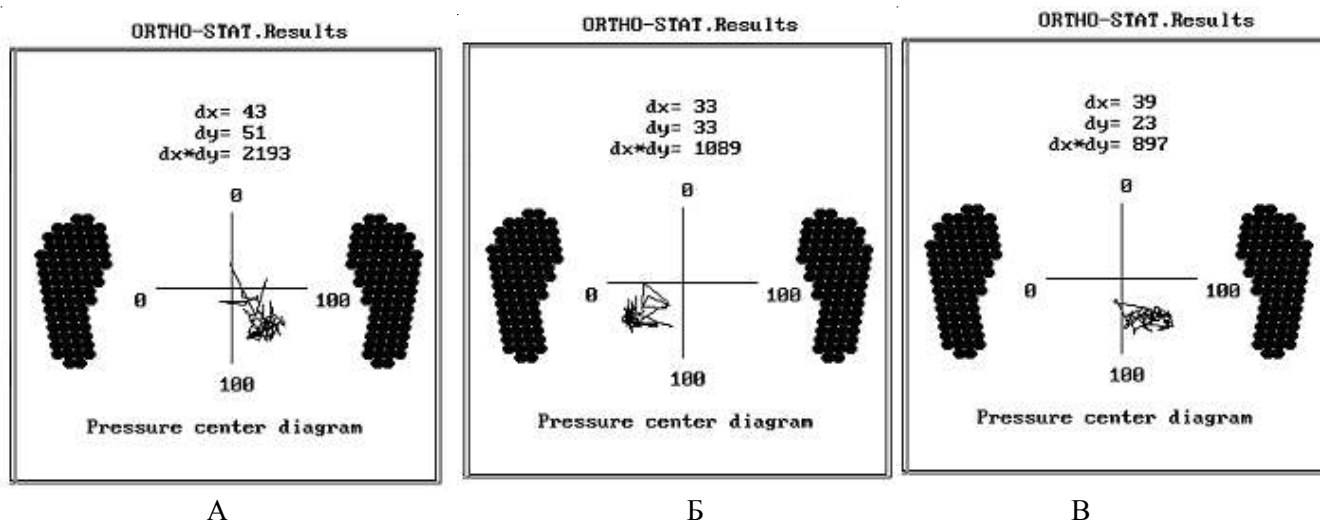


Рис. 2. Стабилограмма больных с диспластическим коксартрозом до лечения:  
А – двусторонняя патология, Б – патология правого тазобедренного сустава, В – патология левого тазобедренного сустава

2. Оценка проекции центра давления у больных с диспластическим коксартрозом до лечения.

У больных с коксартрозом при двухстороннем поражении до лечения проекция ОЦД смещалась в сторону менее пораженной конечности, у больных с односторонними поражениями проекция ОЦД сориентирована в сторону, противоположную больной конечности (рис.2). При этом вектор смещения координат ОЦД за четырехсекундный интервал тестирования в среднем не превышал аналогичные значения его величин у здоровых сверстников.

В случае одностороннего диспластического коксартроза до начала лечения величина отклонения проекции ОЦД от центра системы координат превышала значения контрольной нормы в среднем на 114,8% при диапазоне варьирования проекции ОЦД на площади, превышающей возрастные нормативные значения здоровых сверстников в 2-4 раза. У больных с односторонним коксартрозом при наименьшей степени поражения до лечения площадь флуктуаций проекции ОЦД достоверно не отличаясь от значений возрастной нормы и превышала их лишь на 59%, а вектор смещения ОЦД в среднем на 76,3% превышал аналогичные значения. Увеличение площади девиации проекции ОЦД до лечения при сравнении с показателями возрастной нормы у больных с двусторонним поражением т/б сустава имело наибольшие значения – до 920% (рис. 2), что характеризует дестабилизацию устойчивости пациента.

С увеличением укорочения одной из конечностей возрастали значения длины вектора смещения проекции ОЦМ, которые в среднем на 107,4% превышали нормативный уровень, но на 2,7 усл. ед. оказались даже меньше, чем у пациентов с односторонним поражением. Вместе с тем площадь девиации проекции ОЦМ до лечения у этих больных имела наибольшие значения и составляла 179,2% от нормы. Это значит, что поддержание проекции ОЦД в функционально выгодном положении у данной группы больных сопряжено с нестабильностью и дополнительными регуляторными затратами.

При сопоставлении тяжести функциональных расстройств у различных пациентов в соответствии со структурно-анатомическими нарушениями их суставов используемые характеристики опорных реакций в четырехсекундном интервале при стоянии больного без вспомогательных средств опоры зачастую оказываются малоинформативными. Стабилометрические характеристики балансирующей активности с увеличением продолжительности мониторингового контроля разнонаправленно изменялись в зависимости от недостаточности опорной функции.

В группе больных с минимальными поражениями наблюдавшиеся изменения в среднем были не существенными и статистически не значимыми. У пациентов с более тяжелыми поражениями суставов регистрировалось достоверное увеличение площади девиаций ОЦД.

#### *Типы декомпенсации балансирующей активности*

Установлено, что в зависимости от тяжести патологии и степени опорной декомпенсации баланси-

ровочная активность стоп стабилметрически проявлялась в трех вариантах.

1. При компенсированном функционировании конечности в процессе стояния балансирующая активность опорных реакций не выходила за границы величин площади возрастных девиаций общего центра давления (ОЦД) и уменьшалась на протяжении всего мониторинга, соответствуя будущему уровню статической устойчивости. Среди обследованных пациентов такая активность зарегистрирована у 10 человек (50% наблюдений) в возрасте старше 12 лет.

2. При частично компенсированном функционировании конечности балансирующая активность стоп в первые минуты мониторинга ничем не отличалась от контрольной нормы. Лишь спустя некоторое время обнаруживались стабилметрические признаки опорной декомпенсации, проявлявшиеся в потере статической устойчивости и в превышении нормативных значений площади девиаций ОЦД более чем в 2–6 раз, причем это привело к последующему отказу от выполняемого задания. Такая форма активности опорных реакций зарегистрирована у 7 человек (35% наблюдений) и чаще всего встречалась у пациентов в возрасте от 5 до 11 лет.

3. При декомпенсированном состоянии опорной функции статическая несостоятельность и балансирующая нестабильность проявлялись с первой минуты мониторинга и сопровождались быстрым отказом от выполняемого задания. Балансирующая активность опорных реакций такого типа обнаружена у 3 человек (15% наблюдений).

3. Оценка проекции центра давления у больных детей с диспластическим коксартрозом в процессе лечения аппаратом Илизарова.

В процессе лечения аппаратом Илизарова опорная функция оперированной конечности снижалась, координаты ОЦД значительно смещались в сторону здоровой конечности и кзади, что приводило к увеличению вектора смещения в 3,7 раза. Перераспределение проекции ОЦД в процессе лечения сопровождалось уменьшением площади девиаций ОЦД в 4,4 раза и достигало близких к норме значений ( $248,3 \pm 49,9$  усл.ед). Дорсальное смещение проекции ОЦД (в сагиттальной плоскости) свидетельствовало о компенсаторном отклонении туловища назад под влиянием конструкций аппарата.

4. Оценка проекции центра давления у больных детей после реконструктивных операций.

Средние значения показателя длины вектора смещения ОЦМ после лечения увеличились на 3,1 усл. ед., но проекция ОЦМ перемещалась в сторону реконструированной конечности (табл. 1, рис. 3). Наблюдаемая динамика в отношении длины вектора смещения является не отрицательным, а положительным признаком восстановительного лечения. Об этом свидетельствует и такое снижение показателя площади девиации проекции ОЦМ (на 22%), которое по усредненным значениям практически полностью соответствует аналогичным значениям у больных с односторонним поражением до лечения. Т. е. по результатам стабилметрического обследования пациенты

Таблица 1

Показатели состояния проекции ОЦМ у больных детей с диспластическим коксартрозом до и после реконструктивно-восстановительного лечения,  $M \pm m$

| Время обследования       | N  | Длина вектора смещения<br>ОЦМ (усл.ед.) | Площадь девиации ОЦМ (усл. ед.) |
|--------------------------|----|-----------------------------------------|---------------------------------|
| Односторонний коксартроз |    |                                         |                                 |
| До лечения               | 13 | $39,1 \pm 4,3$                          | $158,4 \pm 25,3$                |
| После лечения            | 9  | $25,3 \pm 2,6^*$                        | $115,4 \pm 15,3^*$              |
| Двусторонний коксартроз  |    |                                         |                                 |
| До лечения               | 7  | $35,1 \pm 6,1$                          | $212,5 \pm 38,7$                |
| После лечения            | 5  | $34,9 \pm 4,8$                          | $157,1 \pm 44,8$                |

Примечание: \* - показана достоверность отличия  $p \leq 0,05$  относительно значений до лечения.

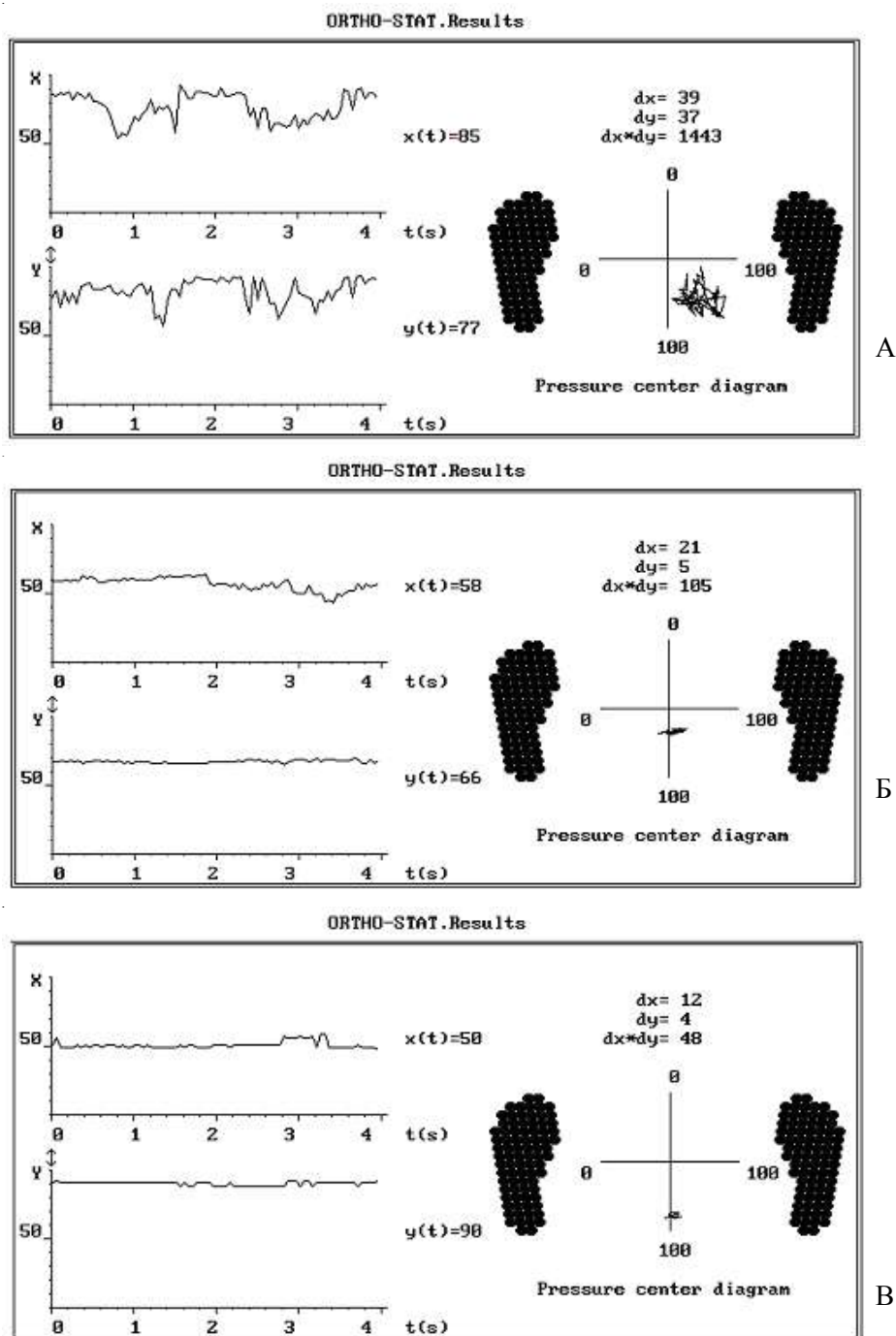


Рис. 3. Стабилограмма больных с диспластическим коксартрозом после снятия аппарата:

А – справа – 1 год, слева – 4 мес, двусторонний коксартроз; Б – 2 месяца, левосторонний коксартроз, В – 2 года 7 мес., правосторонний коксартроз

после реконструктивного лечения одной конечности из разряда больных с двусторонним поражением тазобедренных суставов переходят в разряд больных с односторонним поражением.

В отдаленные сроки все наблюдавшиеся у больных с односторонней патологией величины девиации ОЦД не отличались от значений возрастной нормы. Учитывая продолжительность стабилизации параметров девиации проекции ОЦД, следует иметь в виду, что среди пациентов с двухсторонним поражением о результате лечения можно судить не ранее чем через 2 года после снятия аппарата со второй конечности.

## ВЫВОД

У больных детей в возрасте 8-17 лет с диспластическим коксартрозом до лечения нестабильность проекции общего центра давления при его локализации, близкой к норме, обусловлена нарушениями осанки тела, вызванными разномысокостью ног и перераспределением позной активности мышц, контролирующей измененный стереотип осанки. Поддержание проекции ОЦД в функционально выгодном положении у данной группы больных сопряжено с большими регуляторными затратами. В ближайшие и отдаленные сроки после ликвидации укорочения и устранения деформаций проксимального отдела бедра, восстановления опороспособности и нормализации биомеханической оси конечностей ОЦД у пациентов стабилизировался и величины его девиаций достоверно не отличались от значений возрастной нормы. О результате лечения у больных с двусторонним поражением можно судить не ранее, чем через 2 года после окончания реконструкции второй конечности.

Пролонгированный стабилметрический мониторинг опорных реакций стоп позволяет контролировать время наступления опорной декомпенсации и определять уровни балансирующих стратегий, участвующих в поддержании равновесия тела при продолжительном стоянии.

## Список литературы

1. Долганов Д.В., Тепленький М.П., Долганова Т.И. Стабилметрические типы балансирующей активности у больных с различной степенью опорной декомпенсации // Бюлл. Сибирской мед. - 2005. - Приложение 1. - С. 172 – 173.
2. Реконструкция диспластического тазобедренного сустава с применением аппарата Илизарова у детей старшего школьного возраста: Медицинская технология ФС №2009/135 /МЗ РФ, РНЦ «ВТО»/ Сост. В.И.Шевцов, В.Д.Макушин, М.П.Тепленький и др. – Курган, 2009. –20 с.
3. Стабилметрическое исследование статической устойчивости у больных с анкилозом тазобедренного сустава в порочном положении /В.И.Шевцов, Т.И.Долганова, Д.В.Долганов и др. //Российский журнал биомеханики. –1999. –Т.3. - №4. –С.49-55.
4. Типы позо-тонической организации осанки у больных с патологией тазобедренного сустава /В.И.Шевцов, Д.В.Долганов, Е.А.Волокитина и др. // Гений ортопедии. - 2001. - №3. –С.42-47.
5. Шуров В.А., Гребенюк Л.А. Зависимость биомеханических свойств мышц голени от их длины у больных с патологией опорно-двигательного аппарата // Физиология человека. - 1994. – Т.20. - №2. -С.107-115.
6. Шуров В.А., Устюжанина О.Б. Возрастная динамика

смещения проекции общего центра тяжести тела при стоянии //Акт. вопр. биол. опорно-двиг. аппарата. Материалы VIII школы стран СНГ. –Киев, 1996. – С.114.

УДК: 618.29-007.2:159.922:612.821.3

**В.А.Шуров, А.В.Сафонова, Е.Н.Лисина**  
**Федеральное государственное бюджетное учреждение «Российский научный центр «Восстановительная травматология и ортопедия» имени академика Г.А. Илизарова**  
**Министерства здравоохранения и социального развития РФ»**

## ДИНАМИКА РАЗМЕРОВ ТЕЛА НОВОРОЖДЕННЫХ ДЕТЕЙ С ЗАДЕРЖКОЙ ВНУТРИУТРОБНОГО РАЗВИТИЯ И ВОЗМОЖНОСТИ КОМПЕНСАЦИИ В РОСТЕ И ПСИХИЧЕСКОМ РАЗВИТИИ ТАКИХ ДЕТЕЙ

**Аннотация.** Исследованы особенности взаимосвязи увеличения массы и продольных размеров тела и его частей у здоровых новорожденных (535), детей с задержкой внутриутробного развития (938) и детей с отставанием в росте одной из нижних конечностей (221). Выявлен закономерный характер динамики соотношения показателей массы и длины тела, имеющих значение для психологического развития детей. Предложена графическая модель для диагностики диспластической задержки роста новорожденных.

**Ключевые слова:** рост новорожденных, задержка развития, психологическое развитие.

**V.A. Shchurov, A.V.Safonova, E.N.Lisina**  
**The Federal State Financed Institution Russian Ilizarov Scientific Center for Restorative Traumatology and Orthopaedics of the RF Ministry of Healthcare and Social Development**

## DYNAMICS OF NEWBORN INFANTS' BODY SIZES WITH INTRAUTERINE GROWTH RETARDATION AND POSSIBLE REIMBURSEMENT IN THE GROWTH AND MENTAL DEVELOPMENT OF THESE CHILDREN

**Annotation.** The features of the relationship of weight and longitudinal dimensions of the body and its parts in healthy infants (535), children with intrauterine growth retardation (938) and children with retarded growth of one of the lower extremities (221). The regularities of the