

различные навигационные устройства для повышения точности установки компонентов эндопротеза, от положения которых напрямую зависит срок службы искусственного сустава. Разработанное устройство позволяет корректно выполнять остеотомию шейки бедренной кости, а также обеспечивает возможность контроля положения ножки эндопротеза в канале бедренной кости.

Таким образом, разработанное устройство позволяет повысить точность выполнения определенных этапов операции, а тем самым улучшить результаты лечения и качество жизни больных с патологией тазобедренного сустава.

**Конфликт интересов** не заявляется.

**Авторский вклад:** концепция и дизайн исследования, утверждение рукописи для публикации — В.Г. Самодай; получение и обработка данных, анализ и интерпретация результатов, написание статьи — Д.И. Варфоломеев, В.Г. Самодай.

### References (Литература)

1. Ahtyamov IF, Kuzmin II. Errors and complications of hip arthroplasty: a guide for physicians. Kazan: Centr operativnoy pechati, 2006; 328 p. Russian (Ахтямов И. Ф., Кузьмин И. И. Ошибки и осложнения эндопротезирования тазобедренного сустава: руководство для врачей. Казань.: Центр оперативной печати, 2006; 328 с.).
2. Mironov SP, Kotelnikov GP, eds. Orthopaedics: the national guide. Moscow: GEOTAR-Media, 2008; p. 229–30. Russian (Ортопедия: национальное руководство / под ред. С. П. Миронова, Г.П. Котельникова. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2008; с. 229–30).

3. Plaass C. Influence of leg length discrepancy on clinical results after total hip arthroplasty: A prospective clinical trial. Hip Int 2011; 21 (4): 441–9.

4. Nikolenko VK, Buryachenko BP, Davydov DV, et al. Endoprosthesis for wounds, injuries and diseases of the hip joint: A guide for doctors. Moscow: Medicine, 2009; p. 134–5. Russian (Николенко В.К., Буряченко Б.П., Давыдов Д.В., Николенко М.В. Эндопротезирование при ранениях, повреждениях и заболеваниях тазобедренного сустава: руководство для врачей. М.: Медицина, 2009; с. 134–5).

5. Tikhilov RM, Shapovalov VM, eds. The Guide for Hip Arthroplasty. SPb: RNIITO of R.R. Vreden; 2008; p. 194–5. Russian (Руководство по эндопротезированию тазобедренного сустава / под ред. Р. М. Тихилова, В. М. Шаповалова. СПб.: РНИИТО им. Р. Р. Вредена, 2008; с. 194–5).

6. Zagorodniy NV. Hip replacement: Fundamentals and practice. Moscow: GEOTAR-Media, 2012; p. 456–7. Russian (Загородний Н.В. Эндопротезирование тазобедренного сустава: основы и практика: руководство. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2012; с. 456–7).

7. Raaijmakers M. A custom-made guide-wire positioning device for Hip Surface Replacement Arthroplasty: description and first results. BMC Musculoskeletal Disorders 2010; (11): 161–7.

8. Xue E, Su Z, Chen C, et al. An intraoperative device to restore femoral offset in total hip arthroplasty. J Orthop Surg Res 2014; (9): 58–60.

9. Malik A, Maheshwar AI, Dorr LD. Impingement with total hip replacement. J Bone Joint Surg Am 2007; (89): 1832–42.

10. Varfolomeev DI. Device for positioning tools during the installation of the femoral component of the hip joint: Patent RF, 2609291, 2017. Russian (Устройство для позиционирования инструментов при установке бедренного компонента эндопротеза тазобедренного сустава: пат. 2609291 (Рос. Федерация), МПК А61В/46 / Д.И. Варфоломеев, заявитель и патентообладатель (РФ). №2015140278; заявл. 22.09.2015; опубл. 01.02.2017, Бюл. №4. 23 с.).

УДК 617.3.611.718.3.4 (045)

Оригинальная статья

## ИЗМЕНЧИВОСТЬ И СВЯЗИ ПАРАМЕТРОВ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИХ ДИСПЛАЗИЮ ТАЗОБЕДРЕННОГО СУСТАВА У ДЕТЕЙ 4–7 ЛЕТ

**В. В. Зоткин** — ФГБОУ ВО «Саратовский ГМУ им. В. И. Разумовского» Минздрава России, НИИ травматологии, ортопедии и нейрохирургии, врач травматолог-ортопед; **Е. А. Анисимова** — ФГБОУ ВО «Саратовский ГМУ им. В. И. Разумовского» Минздрава России, профессор кафедры анатомии человека, доктор медицинских наук; **Н. Х. Бахтеева** — ФГБОУ ВО «Саратовский ГМУ им. В. И. Разумовского» Минздрава России, профессор кафедры травматологии и ортопедии, профессор, доктор медицинских наук; **Д. И. Анисимов** — ФГБОУ ВО Саратовский ГМУ им. В. И. Разумовского Минздрава России, НИИ травматологии, ортопедии и нейрохирургии, врач травматолог-ортопед, кандидат медицинских наук.

## VARIABILITY AND CONNECTIONS OF PARAMETERS CHARACTERIZING HIP DYSPLASIA IN 4–7-YEAR-OLD CHILDREN

**V. V. Zotkin** — Saratov State Medical University n.a. V. I. Razumovsky, Scientific Research Institute of Traumatology, Orthopedics and Neurosurgery, Orthopedic Traumatologist; **E. A. Anisimova** — Saratov State Medical University n.a. V. I. Razumovsky, Professor of Department of Human Anatomy, Professor, DSc; **N. Kh. Bakhteeva** — Saratov State Medical University n.a. V. I. Razumovsky, Professor of Department of Traumatology and Orthopedics, Professor, DSc; **D. I. Anisimov** — Saratov State Medical University n.a. V. I. Razumovsky, Scientific Research Institute of Traumatology, Orthopedics and Neurosurgery, Orthopedic Traumatologist, PhD.

Дата поступления — 19.02.2019 г.

Дата принятия в печать — 28.02.2019 г.

**Зоткин В. В., Анисимова Е. А., Бахтеева Н. Х., Анисимов Д. И.** Изменчивость и связи параметров, характеризующих дисплазию тазобедренного сустава у детей 4–7 лет. Саратовский научно-медицинский журнал 2019; 15 (1): 61–66.

**Цель:** выявить вариабельность и сопряженность параметров, характеризующих строение тазобедренного сустава (ТБС) у детей 4–7 лет, между собой и со степенью выраженности диспластических изменений костных и мягкотканых структур суставов. **Материал и методы.** Обследованы 132 ребенка 4–7 лет с дисплазией ТБС различной степени выраженности диспластических изменений (177 суставов). Изучены следующие признаки дисплазии сустава: угловые рентгенологические параметры, дефект хряща, электронейромиографические признаки, показатели биомеханики походки. Степень дисплазии (легкая, умеренная, выраженная) оценивали по разработанному авторами способу определения выраженности диспластических изменений тазобедренного сустава в баллах. **Результаты.** Легкие изменения тазобедренного сустава диагностировали у 9 пациентов 4–7 лет (15 суставов); умеренные диспластические нарушения выявлены у 74 пациентов (96 суставов); выраженные признаки дисплазии установлены у 49 пациентов (66 суставов). Коэффициент вариации признаков, характеризующих дисплазию ТБС, варьируется от 2,8 до 18,8%. Модуль коэффициентов корреляции, характеризующих силу связи изученных признаков, находится в диапазоне от 0,7 до 0,9. **Заключение.** Угловые рент-

генологические параметры, дефект хряща, электронейромиографические признаки, показатели биомеханики походки характеризуются значительной изменчивостью и коррелируют с сильной и тесной силой между собой и со степенью диспластических изменений костных и мягкотканых структур ТБС.

**Ключевые слова:** дети, дисплазия тазобедренного сустава, изменчивость, корреляции.

**Zotkin VV, Anisimova EA, Bakhteeva NKh, Anisimov DI. Variability and connections of parameters characterizing hip dysplasia in 4–7-year-old children. Saratov Journal of Medical Scientific Research 2019; 15 (1): 61–66.**

**Objective:** to identify the variability and contingency of parameters characterizing the structure of the hip joint in children 4–7 years of age, among themselves and with the severity of dysplastic changes in the bone and soft tissue structures of the hip joint. **Material and Methods.** 132 children aged 4–7 years with dysplasia TBS with different degrees of severity of dysplastic changes (177 joints) were examined. The following characteristics of dysplasia joint were under the study: angular radiological parameters, cartilage defect, electroneuromyographic signs, indicators of the biomechanics of gait. The degree of dysplasia (mild, moderate, severe) was assessed by the method developed by the authors to determine the severity of hip dysplastic changes in points. **Results.** Light changes in the hip joint were diagnosed in 9 patients aged 4–7 years (15 joints); moderate dysplastic disorders were found in 74 patients (96 joints); pronounced signs of dysplasia were found in 49 patients (66 joints). The coefficient of variation of signs characterizing TDS dysplasia varies from 2.8 to 18.8%. The module of correlation coefficients characterizing the binding force of the studied features is in the range from 0.7 to 0.9. **Conclusion.** The angular radiological parameters, cartilage defect, electroneuromyographic signs, indicators of the biomechanics of gait characterized by considerable variability and are correlated with strong and close power among themselves and with the degree of dysplastic changes of the bone and soft tissue structures of TBS.

**Key words:** children, hip dysplasia, variability, correlations.

**Введение.** Дисплазия тазобедренного сустава — это неполноценность сустава, обусловленная врожденным неправильным его формированием, нарушением развития всех структур сустава в процессе пре- и постнатального онтогенеза, проявляющаяся в трех основных формах: ацетабулярная дисплазия (дисплазия вертлужной впадины), дисплазия проксимального отдела бедренной кости [1–3], ротационная дисплазия; встречаются также комбинированные дисплазии [4]. При дисплазии существенно изменяются форма, анатомические взаимоотношения и размеры компонентов сустава. В процессе развития тазобедренного сустава при тесном взаимодействии головки бедренной кости и вертлужной впадины нарушается распределение нагрузки на структуры сустава, что определяет ускорение или замедление костного роста и формирования хряща, а также перестройку тканей, окружающих сустав. Результатом всех перестроек является формирование окончательной формы и геометрии сустава в целом [5]. Ацетабулярная дисплазия характеризуется уплощением вертлужной впадины, более вертикальным ее расположением, увеличением давления головки бедренной кости на крышу впадины и, как следствие, смещением головки в верхнелатеральном направлении, деформацией и смещением суставной губы вверх, напряжением связок и суставной капсулы. Дисплазия бедренного компонента может протекать с формированием соха valga (увеличение шеечно-диафизарного угла), соха vara (уменьшение шеечно-диафизарного угла) и антеверсии шейки бедренной кости, что может проявляться нарушением походки ребенка с внутренней ротацией конечности [6, 7].

**Цель:** выявить вариабельность и сопряженность параметров, характеризующих строение тазобедренного сустава у детей 4–7 лет, между собой и со степенью выраженности диспластических изменений костных и мягкотканых структур тазобедренного сустава.

**Материал и методы.** Обследованы 132 ребенка 4–7 лет с дисплазией тазобедренного сустава (ТБС) с различной степенью выраженности диспластических изменений (177 суставов). В комплекс обследования включены клинические, лучевые, биомеханические, электромиографические (ЭМГ), электронейромиографические (ЭНМГ) методы исследования. С помо-

щью способа, разработанного в детском травматолого-ортопедическом отделении НИИ травматологии, ортопедии и нейрохирургии ФГБОУ ВО «Саратовский государственный медицинский университет им. В.И. Разумовского» Минздрава России, определена степень выраженности диспластических изменений костных и мягкотканых структур ТБС: легкая, умеренная и выраженная (патент 2617180; опубл. 21.04.2017. Бюл. №12).

Для легких диспластических изменений характерны следующие *клинические признаки*: боль в ТБС после нагрузки, избыточный объем ротационных движений, слабopоложительный симптом Тренделенбурга, походка с ротацией стоп вовнутрь; *рентгенологические признаки*: ацетабулярный угол (АУ) 20,0–24,0°, шеечно-диафизарный угол (ШДУ) 135,0–139,0°, угол Виберга (УВ) 20,0–24,0°, угол антеверсии шейки (АтШ) бедренной кости (БК) 71,0–80,0°; *признаки компьютерной томографии (КТ)*: угол переднего ацетабулярного сектора (ААSА) 41,0–50,0°, угол заднего ацетабулярного сектора (РАSА) 85,0–90,0°, угол горизонтального ацетабулярного сектора (НАSА) 135,0–140,0°, угол антеверсии головки и шейки (АТГШ) БК 25,0–34,0°; *признаки магнитно-резонансной томографии (МРТ)*: хрящевой ацетабулярный индекс (ХАИ) 10,0–19,0°, фокальные дефекты хряща (ДХ); *биомеханические признаки*: цикл шага (ЦШ) 1,3–1,4 сек, период опоры (ПО) 60,2–60,5%, коэффициент ритмичности (КР) шага 0,94–0,97; *ЭМГ-признаки*: биоэлектрическая активность большой ягодичной мышцы 500–400 мкВ, биоэлектрическая активность средней ягодичной мышцы 500–400 мкВ; *ЭНМГ-признаки*: активность бедренного, малоберцового и большеберцового нервов путем определения амплитуды вызванного моторного ответа (М-ответ) 4–3.

Умеренные признаки дисплазии характеризуются периодическими болями с ограничением отведения в ТБС, положительным симптомом Тренделенбурга, незначительной хромотой с ротацией стоп внутрь, АУ 25,0–35,0°, ШДУ 140,0–145,0°, УВ 15,0–19,0°, АтШ 46,0–55,0°, УВС 61,0–70,0°, ААSА 35,0–40,0°, РАSА 80,0–84,0°, НАSА 125,0–134,0°, АтШГ 35,0–45,0°, ХАИ 20,0–26,0°, генерализованные ДХ; ЦШ 1,4–1,5 сек, ПО 57,6–60,1%, КР 0,91–0,93, ЭМГ 399–300 мкВ, ЭНМГ (М-ответ) 3–2.

Выраженные диспластические изменения характеризуются постоянными болями и избыточным объемом ротационных движений в сочетании с огра-

**Ответственный автор** — Зоткин Владимир Владимирович  
Тел.: +7 (917) 2015822  
E-mail: Vladimir-zotkin@mail.ru

ническим отведением в ТБС, резко положительным симптомом Тренделенбурга, нарушением походки с ротацией стоп внутрь в сочетании с выраженной хромотой; АУ>35,0°, ШДУ>145,0°, УВ<15,0°, АтШ >55,0°, УВС<60,0°, АААА<35,0°, ПАСА<80,0°, НАСА<125,0°, АтШГ>45,0°, ХАИ>26,0°, ДХ тотальный, ЦШ>1,5 сек, ПО<57,6%, КР<0,9, ЭМГ<299 мкВ, ЭНМГ 2–1.

Каждый из 18 признаков оценивался в баллах от 1 до 3 в зависимости от выраженности признаков дисплазии, при легких диспластических изменениях сумма баллов составляет 18–29, при умеренных 30–42 и при выраженных 43–54.

Статистическая обработка полученных результатов произведена с помощью пакета прикладных программ Statistica 10 с применением корреляционного (коэффициент Пирсона) и регрессионного анализов (распределение было близко к нормальному). Связи считали слабыми при  $r < 0,3$ , средними при  $r$  от 0,3 до 0,5, значительными (сильными) при  $r$  от 0,5 до 0,8 и тесными при  $r > 0,8$ . Изменчивость признаков оценивалась коэффициентом вариации (Cv%): при Cv%<10% изменчивость расценивалась как низкая, при Cv% от 10 до 20% как средняя и при Cv%>20% как высокая. Формат данных: медиана (Me), стандартное отклонение ( $\sigma$ ), межквартильный размах (25%, 75%), А — амплитуда (min, max). Статистическая значимость различий признаков оценивалась при 95%-ном пороге вероятности.

**Результаты.** Легкие изменения ТБС диагностировали у 9 пациентов 4–7 лет (15 суставов); умеренные диспластические нарушения выявлены у 74 пациентов (96 суставов); выраженные признаки дисплазии обнаружены у 49 пациентов (66 суставов).

При проведении корреляционного анализа выявлены связи степени тяжести дисплазии ТБС с признаками диспластических изменений (клиническими, рентгенологическими, КТ-графическими, МРТ-графическими, биомеханическими, ЭМГ и ЭНМГ), а также корреляции между этими признаками. Степень дисплазии ТБС прямолинейно тесно связана с АУ, ШДУ, УШ, АтШ, АтШГ, ХАИ, ДХ, ЦШ ( $r$  находится в пределах от 0,8 до 0,9) и проявляет обратную тесную связь с УВ, УВС, АААА, ПАСА, НАСА, М-ответом от большой и средней ягодичных мышц, ЭНМГ-признаками ( $r$  находится в диапазоне от –0,8 до –0,9).

АУ у детей 4–7 лет с дисплазией ТБС варьируется от 21,0 до 46,0°, в среднем составляет 29,8±5,6° [22,0; 39,0°], проявляет прямые сильные и тесные связи с ШДУ ( $r$  от 0,7 до 0,9), УШ, АтШ, АтШГ, ХАИ, ДХ, ЦШ ( $r$  от 0,8 до 0,9) и обратные сильные и тесные корреляции с УВ, УВС, АААА, ПАСА, НАСА, М-ответ от ягодичных мышц, ЭНМГ-признаками, ПО, КР ( $r$  от –0,7 до –0,9).

ШДУ составляет 144,8±11,5° (А=136,0–160,0° [139,0; 149,0°]), сильно и тесно прямолинейно связан с АУ, УШ, АтШ, АтШГ, ХАИ, ДХ, ЦШ ( $r$  от 0,7 до 0,9), имеет такие же обратные связи с УВ, УВС, АААА, ПАСА, НАСА, М-ответ от ягодичных мышц, ЭНМГ-признаками, ПО, КР ( $r$  от –0,7 до –0,9).

УВ (Me=15,4±1,9°, [10,0; 21,0°]) и УВС (Me=68,5±7,3°, [63,0; 75,0°]) проявляют однотипные

связи с параметрами, характеризующими дисплазию, прямые тесные с АААА, ПАСА, НАСА, М-ответом, ЭНМГ-признаками, ПО, КР ( $r$  от 0,8 до 0,9) и обратные, сильные и тесные с АУ, ШДУ, УШ, АтШ, АтШГ, ХАИ, ДХ, ЦШ ( $r$  от –0,7 до 0,9).

УШ (Me=61,0±6,7°, [54,0; 67,0°]), АтШ (Me=49,3±5,3°, [39,0; 59,0°]) и АтШГ (Me=36,2±5,4°, [27,0; 47,0°]) проявляют тесные прямые связи с АУ, ШДУ, АтШГ, ХАИ, ДХ, ЦШ ( $r$  от 0,8 до 0,9), с УВ, УВС, М-ответом, ЭНМГ-признаками, ПО, КР ( $r$  от –0,8 до –0,9).

КТ-признаки: АААА (Me=37,4±4,3°, [33,0; 44,0]), ПАСА (Me=81,8±5,3°, [78,0; 87,0°]), НАСА (Me=127,6±17,3°, [123,0; 136,0°]) связаны прямолинейно тесно с УВ, УВС, М-ответом, ЭНМГ-признаками, ПО, КР ( $r$  от 0,8 до 0,9) и проявляет обратные сильные и тесные корреляции с АУ, ШДУ, УШ, АтШ, АтШГ, ХАИ, ДХ, ЦШ ( $r$  от –0,8 до –0,9). Между собой КТ-параметры связаны тесно положительно ( $r$  от 0,8 до 0,9).

МРТ-признаки: ХАИ (Me=22,1±4,2°, [15,0; 28,0°]), ДХ (Me=2,0±0,3 балла, [1,0–3,0 балла]) связаны тесно прямолинейно с АУ, ШДУ, УШ, АтШ, АтШГ, ЦШ ( $r$  от 0,8 до 0,9) и проявляют обратные тесные связи с УВ, УВС, АААА, ПАСА, НАСА, М-ответом, ЭНМГ-признаками, ПО, КР ( $r$  от –0,8 до –0,9), между собой МРТ-признаки связаны тесно положительно ( $r=0,9$ ).

Электрофизиологические признаки: М-ответ от m. gluteus maximus (Me=423,7±48,1 мкВ, [267,0; 430,0]), от m. gluteus medius (Me=375,0±62,2 мкВ, [320,0–414,0]) ЭНМГ-признаки (Me=3,1±0,4, [2,0–4,0]) проявляют сильные и тесные прямые связи с УВ, УВС, АААА, ПАСА, НАСА, ПО, КР ( $r$  от 0,7 до 0,9) и обратные с АУ, ШДУ, УШ, АтШ, АтШГ, ЦШ ( $r$  от –0,6 до –0,9), между собой признаки коррелируют с силой от 0,7 до 0,8.

Признаки биомеханики шага: ЦШ (Me=1,4±0,1 сек, [1,3; 1,5]) связан тесно положительно с АУ, ШДУ, АтШ, АтШГ, ХАИ, ДХ ( $r$  от 0,8 до 0,9) и отрицательно тесно с УВ, УВС, АААА, ПАСА, НАСА, М-ответами, ЭНМГ, ПО, КР ( $r$  от –0,8 до –0,9), а ПО (Me=58,8±1,7%, [57,5; 60,5]) и КР (Me=0,9±0,04, [0,8; 0,9]), напротив, проявляют прямые тесные связи с УВ, УВС, АААА, ПАСА, НАСА, М-ответами, ЭНМГ, ПО, КР ( $r$  от 0,8 до 0,9) и обратные тесные с АУ, ШДУ, АтШ, АтШГ, ХАИ, ДХ ( $r$  от –0,8 до –0,9), между собой биомеханические признаки ПО и КР связаны силой 0,8 и с ЦШ отрицательно ( $r=-0,9$ ).

Вариабельность признаков, характеризующих дисплазию ТБС у детей 4–7 лет, находится в диапазоне от низких значений до средних (Cv% от 2,8 до 19,0%). Наиболее стабильными признаками (с низкой изменчивостью, до 10,0%) являются ПО (Cv%=2,8), КР (Cv%=5,5), ЦШ (Cv%=7,4), ШДУ (Cv%=7,9) и ПАСА (Cv%=6,5), более вариабельными признаками являются УВС (Cv%=10,6), УШ (Cv%=11,1), М-ответ (Cv% m. gluteus maximus=11,3; Cv% m. gluteus medius=16,3), АААА (Cv%=11,5), НАСА (Cv%=13,8), АтШ (Cv%=11,8), УВ (Cv%=12,3), ЭНМГ (Cv%=12,9).

Наиболее изменчивыми являются КТ-признаки дисплазии ТБС: АтШГ (Cv%=14,9%), АУ (Cv%=18,8), МРТ-признаки ДХ (Cv%=15,0%) и ХАИ (Cv%=19,0%) (табл. 1, 2; рисунок).

Таблица 1

**Вариационно-статистические показатели: вариабельность признаков, характеризующих дисплазию ТБС**

Параметр	Me	$\sigma$	25%	75%	Min	Max	Cv%
Степень (баллы)	2,0	0,4	1,0	3,0	1,0	3,0	20,0
АУ (градусы)	29,8	5,6	22,0	39,0	21,0	46,0	18,8



Окончание табл. 1

Параметр	Me	$\sigma$	25%	75%	Min	Max	Cv%
ШДУ (градусы)	144,8	11,5	139,0	149,0	136,0	160,0	7,9
УВ (градусы)	15,4	1,9	10,0	21,0	1,0	25,0	12,3
УВС (градусы)	68,5	7,3	63,0	75,0	58,0	84,0	10,6
УШ (градусы)	61,0	6,7	54,0	67,0	50,0	71,0	11,1
АтШ (градусы)	49,3	5,8	39,0	59,0	32,0	70,0	11,8
AASA (градусы)	37,4	4,3	33,0	42,0	27,0	50,0	11,5
PASA (градусы)	81,8	5,3	78,0	87,0	73,0	90,0	6,5
HASA (градусы)	127,6	17,3	123,0	136,0	17,0	140,0	13,8
АтШГ (градусы)	36,2	5,4	27,0	47,0	21,0	52,0	14,9
ХАИ (градусы)	22,1	4,2	15,0	28,0	11,0	36,0	19,0
ДХ (баллы)	2,0	0,3	1,0	3,0	1,0	3,0	15,0
m.gl.max (мкВ)	423,7	48,1	267,0	430,0	200,0	480,0	11,3
m.gl.med (мкВ)	375,0	62,2	320,0	414,0	299,0	495,0	16,3
ЭНМГ-признаки	3,1	0,4	2,0	4,0	1,0	5,0	12,9
ЦШ (сек)	1,4	0,1	1,3	1,5	1,2	1,6	7,4
ПО (%)	58,8	1,7	57,5	60,5	55,4	61,0	2,8
КР (%)	0,9	0,04	0,8	0,95	0,8	0,95	5,5

Примечания: АУ — ацетабулярный угол; ШДУ — шеечно-диафизарный угол; УВ — угол Виберга; УВС — угол вертикального соответствия; УШ — угол Шарпа; АтШ — угол антеверсии шейки БК; AASA — угол переднего ацетабулярного сектора; PASA — угол заднего ацетабулярного сектора; HASA — угол горизонтального ацетабулярного сектора; АтШГ — угол антеверсии шейки и головки БК; ХАИ — хрящевой ацетабулярный индекс; ДХ — дефект хряща; m.gl.max — биоэлектрическая активность большой ягодичной мышцы; m.gl.med — биоэлектрическая активность средней ягодичной мышцы; ЭНМГ-признаки — активность бедренного, малоберцового и большеберцового нервов; ЦШ — цикл шага; ПО — период опоры; КР — коэффициент ритмичности.

Таблица 2

Матрица корреляций признаков, характеризующих дисплазию ТБС ( $r$  — коэффициент корреляции Пирсона)

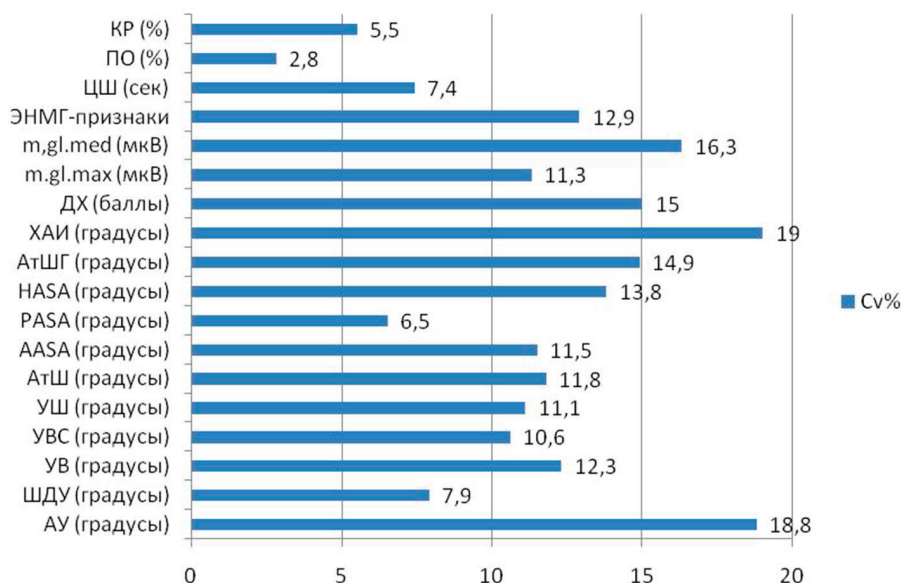
Параметр	Баллы	АУ	ШДУ	УВ	УВС	УШ	АтШ	AASA	PASA	HASA	АтШГ	ХАИ	ДХ
Степень (баллы)	1,0	0,9	0,9	-0,9	-0,9	0,9	0,9	-0,9	-0,9	-0,9	0,9	0,9	0,9
АУ (градусы)	0,9	1,0	0,7	-0,9	-0,8	0,8	0,8	-0,8	-0,9	-0,9	0,9	0,8	0,9
ШДУ (градусы)	0,9	0,7	1,0	-0,7	-0,8	0,9	0,9	-0,8	-0,9	-0,8	0,8	0,8	0,9
УВ (градусы)	-0,9	-0,9	-0,7	1,0	0,8	-0,9	-0,9	0,9	0,9	0,9	-0,9	-0,8	-0,9
УВС (градусы)	-0,9	-0,8	-0,8	0,8	1,0	-0,9	-0,9	0,9	0,9	0,9	-0,9	-0,8	-0,9
УШ (градусы)	1,0	0,8	0,9	-0,9	-0,9	1,0	0,9	-0,9	-0,9	-0,9	0,9	0,9	0,9
АтШ (градусы)	0,9	0,8	0,9	-0,9	-0,9	0,9	1,0	-0,9	-0,9	-0,9	0,9	0,9	0,9
AASA (градусы)	-0,9	-0,7	-0,8	0,9	0,9	-0,9	-0,9	1,0	0,9	0,8	-0,9	-0,8	-0,9
PASA (градусы)	-0,9	-0,9	-0,9	0,9	0,9	-0,9	-0,9	0,9	1,0	0,9	-0,9	-0,9	-0,9
HASA (градусы)	-0,9	-0,9	-0,8	0,9	0,9	-0,9	-0,9	0,8	0,9	1,0	-0,9	-0,9	-0,9
АтШГ (градусы)	0,9	0,9	0,8	-0,9	-0,9	0,9	0,9	-0,9	-0,9	-0,9	1,0	0,9	0,9
ХАИ (градусы)	0,9	0,8	0,8	-0,8	-0,8	0,9	0,9	-0,8	-0,9	-0,9	0,9	1,0	0,9
ДХ (баллы)	0,9	0,9	0,9	-0,9	-0,9	0,9	0,9	-0,9	-0,9	-0,9	0,9	0,9	1,0

Примечания: АУ — ацетабулярный угол; ШДУ — шеечно-диафизарный угол; УВ — угол Виберга; УВС — угол вертикального соответствия; УШ — угол Шарпа; АтШ — угол антеверсии шейки БК; AASA — угол переднего ацетабулярного сектора; PASA — угол заднего ацетабулярного сектора; HASA — угол горизонтального ацетабулярного сектора; АтШГ — угол антеверсии шейки и головки БК; ХАИ — хрящевой ацетабулярный индекс; ДХ — дефект хряща.

**Обсуждение.** Признаки, характеризующие развитие дисплазии ТБС у детей, проявляют сильные и тесные разнонаправленные связи со степенью диспластических изменений компонентов сустава. В зависимости от тяжести диспластических изменений увеличиваются такие параметры, как АУ, ШДУ, УШ, АтШ, АтШГ, ХАИ, ДХ и ЦШ; уменьшаются УВ, УВС, КТ-признаки (AASA, PASA, HASA), ЭМГ- и ЭНМГ-

признаки, ПО, КР. Соответственно нарастанию диспластических изменений ТБС, по мере нарушения костных и мягкотканых структур сустава, изменяются параметры, которые демонстрируют деформации вертлужной впадины (ВВ) и проксимального конца БК.

Одним из наиболее демонстративных рентгенологических признаков степени недоразвития ВВ является ацетабулярный угол (индекс) — угол между



Вариабельность признаков, характеризующих дисплазию ТБС у детей 4–7 лет:

АУ — ацетабулярный угол; ШДУ — шейно-диафизарный угол; УВ — угол Виберга; УВС — угол вертикального соответствия; УШ — угол Шарпа; АтШ — угол антеверсии шейки БК; AASA — угол переднего ацетабулярного сектора; PASA — угол заднего ацетабулярного сектора; HASA — угол горизонтального ацетабулярного сектора; АтШГ — угол антеверсии шейки и головки БК; ХАИ — хрящевой ацетабулярный индекс; ДХ — дефект хряща; m.gl.max — биоэлектрическая активность большой ягодичной мышцы; m.gl.med — биоэлектрическая активность средней ягодичной мышцы; ЭНМГ-признаки — активность бедренного, малоберцового и большеберцового нервов; ЦШ — цикл шага; ПО — период опоры; КР — коэффициент ритмичности

линией Хильгенрейнера и линией, проведенной через верхний край ВВ, при ее недоразвитии угол увеличивается по отношению к возрастной норме, в норме у детей 4–7 лет угол варьируется от 12,0 до 20,0° [8]. АУ является достаточно чувствительным признаком, его изменчивость составляет 18,8%, и сопряженность величины угла со степенью дисплазии составляет 0,9. Еще более чувствительным признаком дисплазии ТБС является хрящевой ацетабулярный индекс (угол) — между линией Хильгенрейнера и линией, проведенной через верхний край хряща ВВ, определяемый при МРТ-исследованиях, хрящевые структуры подвергаются диспластическим деформациям раньше по сравнению с костной тканью, степень разрушения: дефекты хряща (фокальные, генерализованные, тотальные) подтверждают выраженность данного признака. ХАИ — самый изменчивый из изучаемых параметров признак (Cv%=19,0), по мере прогрессирования дисплазии угол увеличивается, и сила связи со степенью выраженности дисплазии составляет 0,9. Угол Виберга — угол между линией, восстановленной из середины головки БК, и линией, проведенной через край ВВ, при ее дефиците угол уменьшается, а при значительном уменьшении ее размеров угол может принимать отрицательные значения. В норме у детей 4–7 лет угол составляет 22,0–30,0°; УВ обладает средней изменчивостью (Cv%=12,3) и тесной обратной связью со степенью выраженности дисплазии ( $r=-0,9$ ). Угол Шарпа — угол между линией, проведенной через нижние края фигур слезы и касательной ко входу в ВВ, в норме у детей такого возраста угол составляет 40,0–50,0°, он увеличивается по мере развития дисплазии, сила связи составляет 0,9, изменчивость признака составляет 11,1% [9]. Дефицит крыши ВВ отражается на изменениях КТ-признаков, особенно переднего и горизонтального ацетабулярных угловых секторов (AASA и HASA), эти признаки более изменчивы (Cv% 11,5 и 13,8% соответственно) по сравнению с задним аце-

табулярным угловым сектором (PASA), у которого коэффициент вариации низкий и составляет 6,5%, все три признака сопряжены обратной тесной связью со степенью дисплазии ( $r=-0,9$ ) [10–12].

Из признаков, характеризующих дисплазию проксимального отдела БК, наиболее часто определяется рентгенологически шейно-диафизарный угол — угол между осью диафиза и осью шейки БК, в норме у детей 4–7 лет ШДУ составляет 120,0–135,0°, при диспластических изменениях он увеличивается, сила связи равна 0,9, изменчивость признака 7,9%. Угол антеверсии шейки (АтШ), определяемый рентгенологически, и антеверсии шейки и головки (АтШГ), определяемый КТ-графически, — угол отклонения шейки БК от фронтальной плоскости (плоскости ориентации мышечков БК) увеличиваются в зависимости от нарастания диспластических изменений бедренного компонента ( $r=0,9$ ), изменчивость составляет соответственно 11,8 и 14,9%. Сочетанные диспластические изменения ВВ и БК увеличивают риск развития подвывиха и вывиха ТБС.

Электрофизиологические признаки, показывающие нарушение нейромышечных структур, при прогрессировании диспластических изменений ТБС уменьшаются [10, 11].

Из биомеханических признаков, характеризующих походку, цикл шага увеличивается ( $r=0,9$ , Cv%=7,4) (цикл шага — время двойного шага, состоящего из периода опоры (60%) и периода переноса (40%)); период опоры и коэффициент ритмичности уменьшаются ( $r=-0,9$ ; Cv%=2,8; 5,5% соответственно).

**Заключение.** Признаки, характеризующие дисплазию тазобедренного сустава у детей 4–7 лет, такие как угловые рентгенологические признаки (ацетабулярный, шейно-диафизарный углы, углы Виберга, вертикального соответствия, Шарпа, антеверсии шейки бедренной кости, переднего, заднего и горизонтального ацетабулярных секторов, угол антеверсии шейки и головки бедренной кости, хря-

щевой ацетабулярный индекс); дефект хряща; ЭМГ-признаки (биоэлектрическая активность большой и средней ягодичных мышц); ЭНМГ-признаки (активность бедренного, малоберцового и большеберцового нервов); биомеханические признаки (цикл шага, период опоры, коэффициент ритмичности), проявляют прямые и обратные сильные и тесные связи и различную степень (слабую и среднюю) изменчивости.

**Конфликт интересов.** Работа выполнена в рамках инициативного плана НИР НИИТОН ФГБОУ ВО «Саратовский государственный медицинский университет им. В.И. Разумовского» Минздрава России «Совершенствование методов диагностики, лечения и профилактики травм и заболеваний опорно-двигательной и нервной систем». Регистрационный номер АААА-А19-119021390007-1.

**Авторский вклад:** написание статьи, концепция и дизайн исследования, анализ и интерпретация результатов — В. В. Зоткин, Е. А. Анисимова, Д. И. Анисимов; получение и обработка данных — В. В. Зоткин, утверждение рукописи для публикации — Н. Х. Бахтеева.

### References (Литература)

- Baindurashvili AG, Norkin IA, Solovyova KS. Traumatism and Orthopaedic Morbidity in Children of Russian Federation: Organization of Specialized Care and Perspectives for Its Perfection. *N. N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics* 2010; (4): 13–7. Russian (Баиндурашвили А. Г., Норкин И. А., Соловьева К. С. Травматизм и ортопедическая заболеваемость у детей Российской Федерации: организация специализированной помощи и перспективы ее совершенствования. *Вестник травматологии и ортопедии им. Н. Н. Приорова* 2010; (4): 13–7).
- Shevtsov VI, Makushin VD, Teplenkiy MP, et al. X-ray anatomical diagnosis of acetabular dysplasia in children. *Genius Orthopedics* 2006; (1): 115–9. Russian (Шевцов В. И., Макушин В. Д., Тепленький М. П. и др. Рентгеноанатомическая диагностика дисплазии вертлужной впадины у детей. *Гений ортопедии* 2006; (1): 115–9).
- Dyachkova GV, Korabelnikov MA, Dyachkov KA. Quantitative parameters of evaluation by methods of computer and magnetic resonance tomography of the acetabulum and femoral head in patients of different ages. *Genius Orthopedics* 2009; (2): 131–6. Russian (Дьячкова Г. В., Корабельников М. А., Дьячков К. А. Количественные параметры оценки методами компьютерной и магнитно-резонансной томографии вертлужной впадины и головки бедренной кости у пациентов различного возраста. *Гений ортопедии* 2009; (2): 131–6).
- Krasnov AI. Multi-plane deformities of the proximal femur after conservative treatment of congenital dislocation of the hip in children (pathogenesis, clinic, diagnosis, treatment): PhD abstract. Leningrad, 1990; 25 p. Russian (Краснов А. И. Многоплоскостные деформации проксимального отдела бедренной кости после консервативного лечения врожденного вывиха бедра у детей (патогенез, клиника, диагностика, лечение): автореф. дис. ... канд. мед. наук. Л., 1990; 25 с.).
- Sertakova AV, Morozova OL, Norkin IA, Anisimov DI. Modern views on the mechanisms of development of hip dysplasia in children (review). *Saratov Journal of Medical Scientific Research* 2011; 7 (3): 704–10. Russian (Сертакова А. В., Морозова О. Л., Норкин И. А., Анисимов Д. И. Современные представления о механизмах развития дисплазии тазобедренных суставов у детей (обзор). *Саратовский научно-медицинский журнал* 2011; 7 (3): 704–10).
- Li LY, et al. Development of the osseous and cartilaginous acetabular index in normal children and those with developmental dysplasia of the hip: A cross-sectional study using MRI. *Journal of Bone & Joint Surgery, British Volume* 2012; 94 (12): 1625–31.
- Omeroglu H, Agus H, Bicimoglu A, Tummer Y. Analysis of a radiographic assessment method of acetabular cover in developmental dysplasia of the hip. *Arch Orthop Trauma Surg* 2002; 122 (6): 334–7.
- Anisimova EA, Yusupov KS, Anisimov DI, Bondareva EV. Morphology of the bony structures of the acetabulum and the femoral component of the hip joint. *Saratov Journal of Medical Scientific Research* 2014; 10 (1): 32–8. Russian (Анисимова Е. А., Юсупов К. С., Анисимов Д. И., Бондарева Е. В. Морфология костных структур вертлужной впадины и бедренного компонента тазобедренного сустава. *Саратовский научно-медицинский журнал* 2014; 10 (1): 32–8).
- Yusupov KS, Anisimova EA, Pavlenko NN, et al. X-ray anatomical and biomechanical features of patients with dysplastic dislocation in the hip joint. *Saratov Journal of Medical Scientific Research* 2014; 10 (1): 114–9. Russian (Юсупов К. С., Анисимова Е. А., Павленко Н. Н. и др. Рентгеноанатомические и биомеханические особенности пациентов с диспластическим вывихом в тазобедренном суставе. *Саратовский научно-медицинский журнал* 2014; 10 (1): 114–9).
- Anisimova EA, Norkin IA, Yusupov KS, et al. Morphometric rationale for the algorithm for choosing the method of surgical treatment of dysplastic coxarthrosis. *Saratov Journal of Medical Scientific Research* 2015; 11 (2): 182–6. Russian (Анисимова Е. А., Норкин И. А., Юсупов К. С. и др. Морфометрическое обоснование алгоритма выбора метода хирургического лечения диспластического коксартроза. *Саратовский научно-медицинский журнал* 2015; 11 (2): 182–6).
- Yusupov KS, Anisimova EA, Anisimov DI. Indicators of bone mineral density and electroneuromyographic activity in patients with dysplastic coxarthrosis of varying severity. Modern aspects of macro- and micromorphology. *Bulletin of Medical Internet Conferences* 2014; 4 (6): 928–33. Russian (Юсупов К. С., Анисимова Е. А., Анисимов Д. И. Показатели минеральной плотности костной ткани и электронноймиографической активности у пациентов с диспластическим коксартрозом различной степени выраженности. Современные аспекты макро- и микроморфологии. *Бюллетень медицинских Интернет-конференций* 2014; 4 (6): 928–33).
- Afryutkina AV, Mashukov TS. Clinical results of hip joints dysplasia surgical correction in children. In: *Technological Innovations in Traumatology, Orthopedics and Neurosurgery: Integration of Science and Practice: National Scientific Conference Proceedings*. Saratov, 2018; p. 22–3. Russian (Афрюткина А. В., Машуков Т. С. Клинические результаты хирургической коррекции дисплазии тазобедренных суставов у детей. В сб.: *Технологические инновации в травматологии, ортопедии и нейрохирургии: интеграция науки и практики: сб. материалов Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием*. Саратов, 2018; с. 22–3).