

Коррекция торсионных деформаций у подростков и взрослых с ДЦП, влияние на параметры походки

О.И. Гатамов¹, Г.М. Чибиров¹, Д.Ю. Борзунов^{1,2}, Т.И. Долганова¹, Д.В. Долганов¹, Д.А. Попков¹

¹Федеральное государственное бюджетное учреждение
«Российский научный центр "Восстановительная травматология и ортопедия" им. акад. Г.А. Илизарова»
Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Курган, Россия,

²Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Тюменский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Тюмень, Россия

Correction of torsion deformities in adolescents and adults with cerebral palsy, impact on gait parameters

O.I. Gatamov¹, G.M. Chibirov¹, D.Yu. Borzunov^{1,2}, T.I. Dolganova¹, D.V. Dolganov¹, D.A. Popkov¹

¹Russian Ilizarov Scientific Centre for Restorative Traumatology and Orthopaedics, Kurgan, Russian Federation,

²Tyumen State Medical University, Tyumen, Russian Federation

Цель. Оценка изменений параметров походки у пациентов старше 16 лет с церебральным параличом, которым выполнялись деторсионные остеотомии на нижних конечностях в рамках многоуровневых вмешательств. **Материалы и методы.** Ретроспективное исследование основано на изучении функциональных результатов лечения 32 подростков и взрослых пациентов (средний возраст $23,4 \pm 6,5$ лет). Включены пациенты с ДЦП, способные к самостоятельному передвижению, у которых наблюдались клинически значимые торсионные деформации костей нижних конечностей. Критериями исключения явились возраст менее 16 лет, а также типы походок stiff knee gait и crouch gait. Всем пациентам выполнялись многоуровневые одномоментные оперативные вмешательства, включавшие деторсионные остеотомии. Анализ походки с использованием Эдинбургской шкалы выполняли до операции, через 1,5–2 года после вмешательства. Пациенты были разделены на группу 1 (ранее не подвергались хирургическим вмешательствам, либо выполнялась операция по Strayer) и группу 2 (после ранних оперативных вмешательств – удлинение ахиллова сухожилия или фибромитомии). **Результаты.** До операции для группы 1 изменения параметров соответствовали true equinus gait или jump gait в сочетании с внутриторсионной установкой нижних конечностей. Коррекция торсионных деформаций бедер улучшила показатель ориентации коленных суставов. В опорную фазу улучшения отмечены для первичного контакта, момента подъема пятки, максимальной тыльной флексии стопы, ротации и наклона таза. В опорную фазу цикла шага улучшились показатели клиренса шага, максимальной тыльной флексии стопы, пикового сгибания коленного сустава. До операции для группы 2 у пяти человек изменения параметров соответствовали true equinus gait в сочетании с внутриторсионной установкой коленных суставов в опорную фазу. У остальных пациентов наблюдалась торсионная деформация в сочетании с первичным контактом, осуществляемым передним отделом стопы вследствие избыточного сгибания коленного сустава в терминальный момент неопорной фазы шага с последующим поздним подъемом пятки и недостаточным выпрямлением коленного сустава в опорную фазу шага. Данная ситуация объяснялась ослаблением трицепса вследствие ранее перенесенных операций. Коррекция торсионных деформаций бедра позволила существенно улучшить показатель ориентации коленного сустава. В опорную фазу цикла шага улучшения отмечены для первичного контакта, момента подъема пятки, максимальной тыльной флексии стопы, ротации таза. Удлинение сгибателей коленного сустава позволило улучшить показатель максимального разгибания коленного сустава в опорную фазу цикла шага для всех пациентов. Не обнаружено улучшения баланса туловища ни в первой, ни во второй группе в отдаленном периоде. При сравнении суммарных показателей по критерию Манна-Уитни между группами до операции отличия были статистически достоверны в пользу лучших результатов у пациентов группы 1. При оценке результата в отдаленном периоде статистически достоверных различий не найдено. **Заключение.** Коррекция торсионных деформаций нижних конечностей у подростков и взрослых пациентов с ДЦП в рамках многоуровневых одномоментных вмешательств ведет к улучшению многих параметров походки и общего суммарного показателя. На протяжении периода наблюдения 1,5–2 года после операции не отмечалось улучшения параметров баланса туловища при ходьбе. Пациенты, подвергшиеся ранним оперативным вмешательствам в детстве, имели худшие параметры ходьбы перед операцией, чем даже пациенты, ранее не оперированные.

Ключевые слова: ДЦП, многоуровневые одномоментные хирургические вмешательства, коррекция торсионных деформаций

Purpose To evaluate the changes in gait parameters in patients over 16 years old with cerebral palsy who underwent detorsion osteotomy in the lower extremities as part of multilevel interventions. **Materials and methods** This retrospective study evaluated functional treatment results of 32 adolescents and adult patients (average age, 23.4 ± 6.5 years). Included were patients with cerebral palsy, able to move independently and having clinically significant torsion deformities of the lower limb bones. Exclusion criteria were age younger than 16 years, as well as patients with stiff knee gait and crouch gait. All patients underwent multilevel single-event surgical interventions, including detorsion osteotomy. Gait analysis using the Edinburgh visual gait score was conducted before surgery, and 1.5–2 years after the interventions. Patients were divided into group 1 who had no previous surgical interventions, or had undergone the Strayer operation, and group 2 after surgical interventions such as lengthening of the Achilles tendon or fibromyotomy in the early age. **Results** Before the operation in group 1, the changes in the parameters corresponded to true equinus gait or jump gait in combination with internal rotation of the lower extremities. Correction of torsion deformities of the femurs improved the orientation of the knee joints. In the support phase, improvements were recorded for initial contact, heel lift, maximum dorsiflexion of the foot, rotation and obliquity of the pelvis. In the non-support phase of the cycle, clearance, maximum dorsiflexion of the foot, and peak flexion of the knee joint improved. Before the operation in group 2, the changes corresponded to true equinus gait in combination with the internal rotation of the knee joints in the support phase in five subjects. In the remaining patients, torsion was combined with the initial contact produced by the forefoot due to excessive bending of the knee joint at the terminal swing of the non-support phase, followed by late heel lift and insufficient knee joint straightening in the support phase. It can be explained by weakening of the triceps due to previous operations. Correction of the femur significantly improved the orientation of the knee joint. In the support phase of the cycle, improvements were in the initial contact, heel lift, maximum dorsiflexion of the foot, and pelvic rotation. Lengthening of the knee flexors enabled to improve the maximum extension of the knee joint in the support phase of the gait cycle in all patients. No improvement in trunk balance was found in either the first or second group in the long-term period. Differences were statistically significant by comparing the parameters between the groups before surgery according to the Mann-Whitney criterion showing better results in patients of group 1. The result in the long-term period did not show statistically significant differences. **Conclusion** Correction of torsion deformities of the lower extremities in adolescents and adult patients with cerebral palsy as part of multilevel single-event interventions results in improvement in many gait parameters and the overall total score. During the follow-up period of 1.5–2 years after surgery, there was no improvement in the parameters of the trunk balance by walking. Patients who underwent early surgical interventions in childhood had worse walking parameters before surgery than the patients not operated previously.

Keywords: cerebral palsy, single-event multilevel orthopedic surgery, derotation osteotomy

ВВЕДЕНИЕ

Походка с внутривротационной установкой нижних конечностей (internal rotation gait) у пациентов со спастическими формами ДЦП описывается как комплексное нарушение двигательной функции, сочетающее торсионный и динамический компоненты, а также выраженные в той или иной степени контрактуры суставов нижних конечностей [1, 2]. Данные нарушения обуславливают дисфункции рычагов в опорную фазу шага и являются показаниями к коррекции торсионных деформаций в рамках многоуровневых вмешательств [3, 4, 5], что способствует улучшению общей двигательной активности и социальной интеграции детей и взрослых [6].

Особенностями коррекции торсионных деформаций у подростков и взрослых является высокая корреляция между анатомическими параметрами и показателями количественного анализа походки [7] в отличие от пациентов детского возраста. Однако реабилитационный период после вмешательств у взрослых занима-

ет более длительный период, чем у детей [8], что, возможно, отражает меньшие возможности у взрослого контингента в достижении прежней двигательной активности, утраченной вследствие развившихся и длительно существовавших ортопедических осложнений ДЦП [2, 9].

В литературе описаны ситуации выполнения сухожильно-мышечных вмешательств у пациентов с ДЦП в детском возрасте, а коррекции торсионных деформаций – во взрослом возрасте. Однако оценки влияния коррекции торсионных деформаций на параметры походки у взрослых в зависимости от ранее выполненных вмешательств на мягких тканях или отсутствия таковых, а также от типов вмешательств не приводилось.

Целью данного ретроспективного исследования стала оценка изменений параметров походки у пациентов старше 16 лет с церебральным параличом, которым выполнялись деторсионные остеотомии на нижних конечностях в рамках многоуровневых вмешательств.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Данное ретроспективное исследование основано на изучении функциональных результатов лечения 32 пациентов (24 – женского, 8 мужского пола) старше 16 лет, у которых к моменту выполнения операции отмечалось естественное закрытие зон роста нижних конечностей. В исследование были включены пациенты, способные к самостоятельному передвижению, которые страдали спастической диплегией и имели клинически значимые торсионные деформации костей нижних конечностей – торсионные деформации бедренных костей, костей голени 20° и более (по данным компьютерной томографии, выполненной на компьютерном томографе Toshiba Aquilion-64, Япония; регистрационное удостоверение № ФСЗ 2007/00891 от 24.12.2007 г.). Из них более 80 процентов составили больные с внутриторсионными деформации бедер и костей голени, около 20 процентов – с наружными торсионными деформациями.

Критериями исключения явились возраст менее 16 лет, а также типы походок stiff knee gait и crouch gait.

Средний возраст составил $23,4 \pm 6,49$ года (от 16 до 37 лет). Тридцать пациентов соответствовали второму уровню нарушений двигательных функций (GMFCS), двое – третьему уровню. В анамнезе у 4 пациентов производилась операция по Strayer в возрасте старше 7 лет. У четырнадцати пациентов выполнялись вмешательства в раннем возрасте: этапные фибротомии или фибромиотомии по «методу» Ульзибата [10] либо открытое удлинение ахиллова сухожилия в возрасте до 5 лет.

Всем пациентам выполнялись многоуровневые одномоментные оперативные вмешательства, включавшие деторсионные остеотомии. Последовательные двусторонние остеотомии на бедре выполнены у 20 пациентов, у 8 – односторонние остеотомии, но вмешательство на мягких тканях с обеих сторон. Последовательные двусторонние остеотомии на голени выполнены у 2 пациентов, у 2 – односторонние остеотомии при одновременном вмешательстве на мягких тканях с обеих сторон. В общей сложности произведено 54 опе-

рации. В среднем, одна операция включала 2,94 хирургических элемента. Более детально элементы оперативных вмешательств представлены в таблице 1.

Таблица 1
Элементы хирургических вмешательств

| Элемент операции | Количество |
|---|------------|
| Удлинение медиальной группы сгибателей коленного сустава, тенотомия m. gracilis | 32 |
| Удлинение аддукторов | 8 |
| Апоневротомия икроножной мышцы | 36 |
| Укорачивание сухожилия m. tibialis post. | 4 |
| Деторсионная остеотомия бедренной кости | 48 |
| Деторсионная остеотомия костей голени | 6 |
| Удлинение ахиллова сухожилия | 1 |
| Коррекция hallux valgus | 10 |
| Низведение надколенника | 6 |
| Таранно-ладьевидный артродез | 4 |
| Коррекция деформации стопы по Evans | 4 |
| Всего | 159 |

Анализ походки с использованием Эдинбургской шкалы выполняли до операции, через 1,5–2 года после вмешательства [11]. Пациенты, которым производилось устранение торсионной деформации бедер и голени, были разделены на две группы: группа 1 – пациенты ранее не подвергались хирургическим вмешательствам, либо выполнялась операция по Strayer; группа 2 – пациенты после ранних оперативных вмешательств (открытое удлинение ахиллова сухожилия или фибромиотомии). При выполнении деторсии костей голени все пациенты были объединены в одну группу, учитывая малочисленность.

Для статистической обработки данных применяли программу AtteStat 12.0.5. В описательной статистике применяли среднее значение показателя и его стандартное отклонение. Для определения достоверности различий оценки походки по показателям Эдинбургской шкалы между выделенными группами использовали критерий Манна-Уитни.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Для сравниваемых групп средние значения для каждого из исследуемых 17 показателей Эдинбургской шкалы представлены в таблицах 2 и 3, для группы коррекции торсионной деформации голени – в таблице 4. Отмечено существенное улучшение кинематических параметров походки у пациентов после проведенных операций.

Таблица 2

Средние значения показателей Эдинбургской шкалы для группы 1, где пациентам оперативное лечение ранее не проводилось, либо выполнялись апоневротомии икроножных мышц в возрасте старше 7 лет

| Показатель | До лечения | Через 1,5–2 года |
|--------------------------------|-------------|------------------|
| Initial contact | 1,33 | 0,17 |
| Heel lift | 0,94 | 0,5 |
| Maximum ankle dorsiflexion | 1,06 | 0,06 |
| Hind-foot varus/valgus | 0,28 | 0,22 |
| Foot progression angle | 0,22 | 0,11 |
| Knee progression angle | 1,44 | 0,28 |
| Peak knee extension | 0,5 | 0,06 |
| Peak hip extension | 0,39 | 0,28 |
| Pelvic obliquity at Mid-Stance | 0,78 | 0,33 |
| Pelvic rotation at Mid-Stance | 0,39 | 0,06 |
| Trunk Peak Sagittal Position | 0,39 | 0,39 |
| Trunk maximum lateral shift | 1,0 | 0,89 |
| Clearance | 0,44 | 0,0 |
| Maximum ankle dorsiflexion | 1,1 | 0,06 |
| Peak knee flexion | 0,83 | 0,06 |
| Knee terminal swing position | 0,22 | 0,17 |
| Peak hip flexion | 0,22 | 0,22 |
| Суммарно | 23,1 ± 10,7 | 7,7 ± 4,0* |

Примечание: * – достоверное различие с исходным суммарным показателем по критерию Манна-Уитни (p < 0,001).

Таблица 3

Средние значения показателей Эдинбургской шкалы для группы 2, где пациентам в детском возрасте до 5 лет выполнялись ранние хирургические вмешательства

| Показатель | До лечения | Через 1,5–2 года |
|--------------------------------|------------|------------------|
| Initial contact | 1,4 | 0,67 |
| Heel lift | 1,58 | 0,75 |
| Maximum ankle dorsiflexion | 1,33 | 0,17 |
| Hind-foot varus/valgus | 0,17 | 0,0 |
| Foot progression angle | 0,25 | 0,33 |
| Knee progression angle | 1,75 | 0,08 |
| Peak knee extension | 0,92 | 0,25 |
| Peak hip extension | 0,5 | 0,0 |
| Pelvic obliquity at Mid-Stance | 0,92 | 0,58 |
| Pelvic rotation at Mid-Stance | 0,42 | 0,17 |
| Trunk Peak Sagittal Position | 1,0 | 0,83 |
| Trunk maximum lateral shift | 1,33 | 1,1 |
| Clearance | 0,33 | 0,0 |
| Maximum ankle dorsiflexion | 1,17 | 0,33 |
| Peak knee flexion | 1,0 | 0,25 |
| Knee terminal swing position | 0,5 | 0,33 |
| Peak hip flexion | 0,5 | 0,0 |
| Суммарно | 30,2 ± 7,6 | 11,7 ± 7,4* |

Примечание: * – достоверное различие с исходным суммарным показателем по критерию Манна-Уитни (p < 0,001).

Таблица 4

Средние значения показателей Эдинбургской шкалы для группы, где деторсия выполнялась на голени

| Показатель | До лечения | Через 1,5–2 года |
|--------------------------------|-------------|------------------|
| Initial contact | 0,5 | 0,33 |
| Heel lift | 0,67 | 0,67 |
| Maximum ankle dorsiflexion | 0,67 | 0,0 |
| Hind-foot varus/valgus | 0,67 | 0,0 |
| Foot progression angle | 1,67 | 0,0 |
| Knee progression angle | 0,67 | 0,17 |
| Peak knee extension | 0,83 | 0,17 |
| Peak hip extension | 0,83 | 0,33 |
| Pelvic obliquity at Mid-Stance | 0,67 | 0,67 |
| Pelvic rotation at Mid-Stance | 0,83 | 0,17 |
| Trunk Peak Sagittal Position | 1,0 | 1,0 |
| Trunk maximum lateral shift | 1,0 | 1,0 |
| Clearance | 0,33 | 0,0 |
| Maximum ankle dorsiflexion | 0,33 | 0,0 |
| Peak knee flexion | 1,17 | 0,33 |
| Knee terminal swing position | 0,83 | 0,33 |
| Peak hip flexion | 0,67 | 0,0 |
| Суммарно | 26,7 ± 14,3 | 10,3 ± 2,5* |

Примечание: * – достоверное различие с исходным суммарным показателем по критерию Манна-Уитни (p < 0,05).

До операции для группы 1 изменения параметров соответствовали true equinus gait или jump gait в сочетании с внутривротационной установкой коленных суставов в опорную фазу. После операции в отдаленном периоде девиация от нормальных значений уменьшилась более чем в 3 раза. Коррекция торсионных деформаций бедра позволила существенно нормализовать показатель ориентации коленного сустава в опорную фазу цикла шага. Кроме того, в опорную фазу улучшения отмечены для первичного контакта, момента подъема пятки, максимальной тыльной флексии стопы, ротации и наклона таза. В неопорную фазу цикла шага улучшились показатели клиренса шага, максимальной тыльной флексии стопы, пикового сгибания коленного сустава. Отметим также практически полное отсутствие улучшения баланса туловища в сагиттальной и фронтальной плоскостях в отдаленном периоде.

До операции для группы 2 у части пациентов (5 человек) изменения параметров соответствовали true equinus gait (вероятный рецидив контрактуры голеностопного сустава) в сочетании с внутривротационной установкой нижних конечностей в опорную фазу. У части пациентов (7 человек) наблюдалась внутривротационная установка коленного сустава в сочетании с первичным контактом, осуществляемым передним отделом стопы вследствие избыточного сгибания коленного сустава в терминальный момент неопорной фазы шага в сочетании с последующим поздним подъемом пятки и недостаточным выпрямлением коленного сустава в опорную фазу шага (рис. 1). Данная ситуация объясняется ослаблением трицепса вследствие ранее перенесенных операций. После операции в отдаленном периоде девиация от нормальных значений уменьшилась почти в 3 раза. Коррекция торсионных деформаций бедра позволила существенно нормализовать показатель ориентации коленного сустава в опорную фазу цикла шага. Кроме того, в опорную фазу улучшения отмечены (только для случаев equinus gait) для первичного контакта, момента подъема пятки, мак-

симальной тыльной флексии стопы, ротации таза. Удлинение сгибателей коленного сустава позволило улучшить показатель максимального разгибания коленного сустава в опорную фазу и терминальное разгибание коленного сустава в неопорную фазу для всех пациентов (рис. 2). В

неопорную фазу цикла шага улучшились показатели клиренса шага, максимальной тыльной флексии стопы. Отметим также улучшение баланса туловища в сагиттальной и фронтальной плоскостях в отдаленном периоде, а также наклона таза в опорную фазу цикла шага.

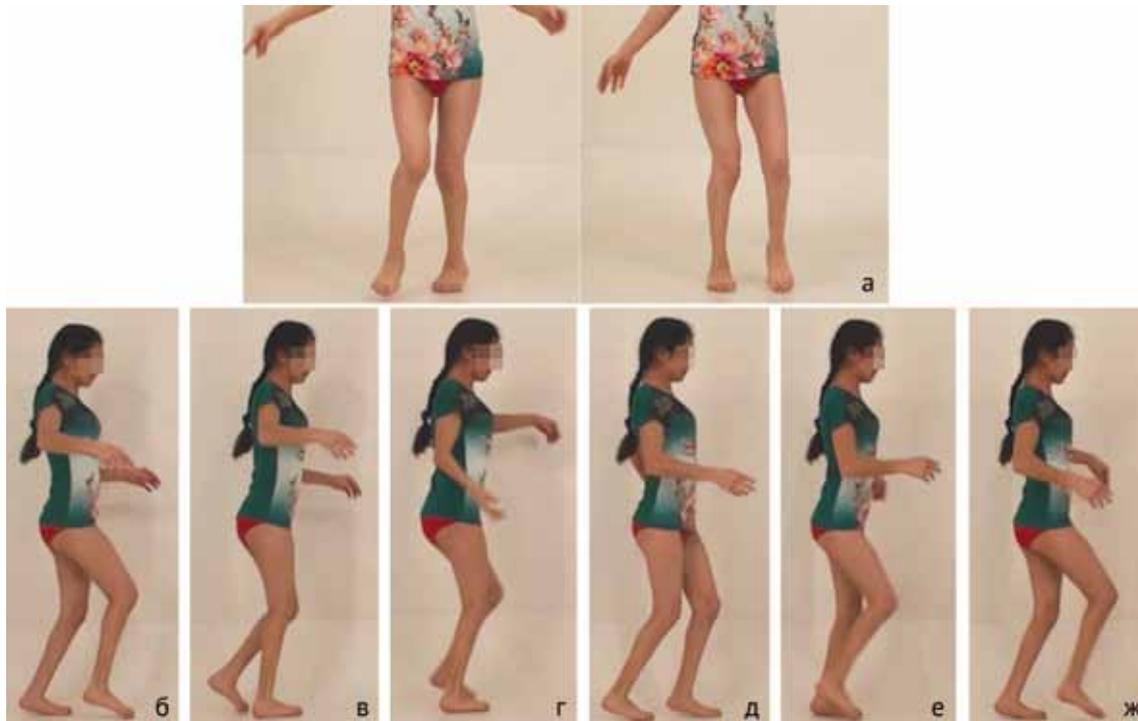


Рис. 1. Пациентка Н., 18 лет, GMFCS II, до операции: а – вид спереди, середина опорной фазы (на левую и правую нижние конечности), внутриротационная установка, наклон таза в сторону неопорной конечности; б – первичный контакт передним отделом правой стопы (начало опорной фазы для правой конечности), в – момент отрыва левой конечности от опорной поверхности, тыльная флексия правой стопы более 15° , г – середина опорной фазы, сгибание правого коленного сустава 25° ; д – запаздывание момента подъема пятки правой стопы; е – середина неопорной фазы для правой конечности, максимальное сгибание коленного сустава, нормальные значения; ж – терминальная позиция правой конечности в неопорную фазу, патологическое избыточное сгибание коленного сустава



Рис. 2. Пациентка Н., 18 лет, GMFCS II, через 1,5 года после операции: а – вид спереди, середина опорной фазы (на левую и правую конечности), нормальная ротационная установка, наклон туловища в сторону опорной конечности используется пациенткой как компенсаторный механизм; б – начало опорной фазы для правой конечности, первичный контакт всей стопой; в – момент отрыва левой конечности от опорной поверхности, тыльная флексия правой стопы 0° ; г – середина опорной фазы, полное разгибание правого коленного сустава, тыльная флексия стопы 5° ; д – запаздывание момента подъема пятки правой стопы сохраняется; е – середина неопорной фазы для правой конечности, максимальное сгибание коленного сустава, нормальные значения; ж – терминальная позиция правой конечности в неопорную фазу, нормальное значение угла сгибания правого коленного сустава

Интересно отметить, что при сравнении суммарных показателей между группами до операции по критерию Манна-Уитни отличия статистически достоверны в пользу лучших результатов у пациентов группы 1, то есть в большинстве своем не перенесших ранее оперативных вмешательств. При оценке результата в отдаленном периоде статистически достоверных различий мы не нашли ($p = 0,063$), однако по-прежнему показатели лучше в группе 1. В группе 2 параметры первичного контакта и подъема пятки остаются весьма измененными.

Интересным также представляется факт, что нет улучшения баланса туловища ни в первой, ни во второй группе в отдаленном периоде: пациенты сохраняют существенный наклон туловища вперед и поддерживают фронтальный баланс, значительно наклоняясь

в сторону опорной конечности в одноопорную фазу цикла шага.

В данной группе улучшения коснулись преимущественно ориентации стопы в опорную фазу и улучшения параметров разгибания коленного сустава в опорную фазу. Последнее, вероятно, зависело и от удлинения сгибателей коленного сустава, и от устранения патологической ориентации стопы (ликвидации дисфункции рычагов при начинающем развиваться *squash gait*). Однако, как и в группах 1 и 2, мы не отметили улучшения показателей баланса туловища в сагиттальной и фронтальной плоскостях после выполненных операций.

В целом, многоуровневые вмешательства обеспечивали существенное улучшение кинематических показателей походки в отдаленном периоде для всех трех групп пациентов.

ДИСКУССИЯ

У подростков и взрослых пациентов с церебральным параличом ухудшение функциональных, двигательных возможностей, самообслуживания, социализации, качества жизни связано с прогрессированием ортопедических проблем и появлением болевого синдрома, обусловленного ранними дегенеративными артрозными проявлениями [12–14].

У данной категории больных, с высоким уровнем двигательной активности, соответствующим уровню II GMFCS, одной из ортопедических проблем становятся торсионные деформации бедренных костей или костей голени. При возникновении клинически значимого *internal rotational gait*, вызывающего ежедневные затруднения при передвижении пациентов, рекомендуется выполнение деторсионных остеотомий бедер в рамках многоуровневых вмешательств [1, 7]. Ounpuu S. et al. и Theologis T. указали на необходимость устранения торсионных деформаций конечностей для нормализации величины плеч рычагов во фронтальной и сагиттальной плоскостях, что уменьшает энерготраты при движениях [15, 16]. При выполнении коррекции деформаций анатомические параметры у взрослых коррелируют со степенью нарушения походки, что облегчает расчет и техническое выполнение операции [1, 17]. Отметим, что в рамках многоуровневых вмешательств целесообразнее выполнять корригирующую остеотомию на дистальном отделе пораженного сегмента с целью сокращения кровопотери и времени операции, а также технического комфорта для хирургической бригады в ходе проведения многоуровневого оперативного вмешательства на бедренной кости и нижележащих отделах конечности [4].

Коррекция внутриторсионных деформаций голени облегчает передвижение пациента, а исправление наружной торсии данного сегмента предотвращает развитие *squash gait*, устраняя дисфункцию рычагов [2, 18–20]. Наконец, многоуровневые вмешательства, включающие коррекцию торсионных деформаций, способствуют улучшению общей двигательной активности и социальной интеграции пациентов [3, 21].

В нашей группе пациентов мы наблюдали стойкий положительный эффект улучшения параметров походки, изученных с использованием Эдинбургской оценочной шкалы. В первую очередь они, конечно, касались нормализации ориентации коленных, голеностопных суставов, а также стоп относительно вектора движения пациента при ходьбе. Прочие улучшения касались изменения параметров движения в сагиттальной плоскости, обусловленных устранением кон-

трактур суставов нижних конечностей, которые были устранены одновременно.

В литературе есть неоднократные указания, что реабилитационный период после оперативного вмешательства у подростков и взрослых пациентов с церебральным параличом требует больше времени и не всегда позволяет достичь улучшения двигательных возможностей, утраченных пациентом вследствие развития ортопедических осложнений ДЦП [1]. Мы можем предположить, что одной из причин отсутствия улучшения позиции и баланса туловища после устранения ортопедических нарушений на нижних конечностях является данная ситуация, и при продолжении реабилитации и наблюдения пациентов в период более 2 лет после вмешательства будут отмечены улучшения данных параметров. С таким же явлением общего улучшения походки и кинематики коленных и голеностопных суставов при отсутствии улучшения параметров походки, оценивающих баланс туловища при ходьбе и движения в тазобедренных суставах, столкнулись авторы [4], которые выполняли многоуровневые вмешательства, включающие деторсионные остеотомии бедер.

Наше исследование, помимо важности и обоснованности коррекции торсионных деформаций, показало негативное влияние операций, выполненных в раннем, до 5 лет, возрасте, которые заключались в чрескожных фибромиотомиях или открытом удлинении ахиллова сухожилия. У подростков и взрослых пациентов с потенциально высоким уровнем двигательных возможностей (II GMFCS), которые перенесли данные вмешательства, мы наблюдали выраженные нарушения параметров первичного контакта стопы с поверхностью, избыточную тыльную флексию стопы и избыточное сгибание в коленном суставе в одноопорную фазу цикла шага. Другим признаком ятрогенного ослабления трицепса голени был поздний подъем пятки. Таким образом, предоперационный анализ параметров походки у данной серии пациентов подтвердил, что ранние операции типа «фибромиотомий» или открытого удлинения ахиллова сухожилия имеют неблагоприятный отдаленный эффект в виде стойкого ослабления затронутых мышц. По данным литературы, такие ранние необоснованные вмешательства, выполненные до развития ретракции мышц, ведут к развитию функциональной недостаточности трицепсов голени, потере силы эксцентрического сокращения камбаловидной мышцы в опорную фазу шага в момент абсорбции кинетической энергии, что сопровождается преждевременным сгибанием в коленном суставе и появлением риска несостоятельности его разгибательного аппарата [22, 23].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Коррекция клинически значимых торсионных деформаций (величина торсионной деформации 20 градусов и более по данным КТ) нижних конечностей у взрослых пациентов с ДЦП в рамках многоуровневых одномоментных вмешательств ведет к улучшению параметров походки и общего суммарного показателя. Наиболее существенные улучшения отмечались для параметров ориентации коленных и голеностопных суставов в горизонтальной плоскости, а также движений в данных суставах. На протяжении периода наблюдения 1,5–2 года после операции не отмечалось улучшения параметров баланса туловища при ходь-

бе. Пациенты, подвергшиеся ранним оперативным вмешательствам в детстве, имели худшие параметры ходьбы перед операцией, чем даже пациенты, ранее не оперированные. Мы полагаем, что в нашей выборке пациентов развитие crouch gait не произошло лишь вследствие высокого двигательного уровня пациентов на фоне сравнительно нетяжелых неврологических расстройств. Интересно также отметить, что в группе пациентов, которым совсем не выполняли операции на мягких тканях в детстве, суммарный средний показатель параметров походки был статистически достоверно выше, чем у пациентов после ранних вмешательств.

Этика публикации: пациенты дали добровольное информированное согласие на публикацию клинического наблюдения.

Конфликта интересов: не заявлено.

Источник финансирования: не заявлено.

ЛИТЕРАТУРА

1. Femoral derotation osteotomy in adults with cerebral palsy / C. Putz, S.I. Wolf, A. Geisbüsch, M. Niklasch, L. Döderlein, T. Dreher // *Gait Posture*. 2016. Vol. 49. P. 290-296. DOI: 10.1016/j.gaitpost.2016.06.034.
2. Walking abilities of young adults with cerebral palsy: changes after multilevel surgery and adolescence / M.E. Gannotti, G.E. Gorton 3rd, M.T. Nahorniak, P.D. Masso // *Gait Posture*. 2010. Vol. 32, No 1. P. 46-52. DOI: 10.1016/j.gaitpost.2010.03.002.
3. Ławniczak D., Józwiak M., Manikowska F. Assessment of absolute knee joint linear and angular velocity in patients with spastic cerebral palsy after operative treatment of lever arm dysfunction deformities – prospective study // *Chir. Narzadow Ruchu Ortop. Pol.* 2010. Vol. 75, No 2. P. 92-97.
4. Femoral derotation osteotomy in spastic diplegia. Proximal or distal? / M. Pirpiris, A. Trivett, R. Baker, J. Rodda, G.R. Nattrass, H.K. Graham // *J. Bone Joint Surg. Br.* 2003. Vol. 85, No 2. P. 265-272.
5. Результаты многоуровневых одномоментных ортопедических операций и ранней реабилитации в комплексе с ботулинотерапией у пациентов со спастическими формами церебрального паралича / Д.А. Попков, В.А. Змановская, Е.Б. Губина, С.С. Леончук, М.Н. Буторина, О.Л. Павлова // *Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова*. 2015. Т. 115, № 4. С. 41-48. DOI: 10.17116/jnevro20151154141-48.
6. Surgical management of orthopedic problems in adult patients with cerebral palsy / S. Yalçın, B. Kocaoglu, N. Berker, B. Erol // *Acta Orthop. Traumatol. Turc.* 2005. Vol. 39, No 3. P. 231-236.
7. Хирургическое ортопедическое лечение взрослых пациентов с ДЦП: обзор литературы и предварительный анализ собственных результатов / О.И. Гагатов, Г.М. Чибиров, Д.Ю. Борзунов, Д.А. Попков // *Гений ортопедии*. 2018. Т. 24, № 4. С. 538-547. DOI: 10.18019/1028-4427-2018-24-4-538-547.
8. Multilevel surgery in adults with cerebral palsy / C. Putz, L. Döderlein, E.M. Mertens, S.I. Wolf, S. Gantz, F. Braatz, T. Dreher // *Bone Joint J.* 2016. Vol. 98-B, No 2. P. 282-288. DOI: 10.1302/0301-620X.98B2.36122.
9. Long-Term Deterioration of Perceived Health and Functioning in Adults With Cerebral Palsy / J.L. Benner, S.R. Hilberink, T. Veenis, H.J. Stam, W.M. van der Slot, M.E. Roebroek // *Arch. Phys. Med. Rehabil.* 2017. Vol. 98, No 11. P. 2196-2205. DOI: 10.1016/j.apmr.2017.03.013.
10. Шишов С.В., Ившин В.Г. Минимально инвазивные операции на мышцах у детей с ДЦП. Опыт пятилетнего применения // *Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание*. 2016. № 2. С. 137-141. DOI: 10.12737/20085.
11. Novacheck T.F., Stout J.L., Tervo R. Reliability and validity of the Gillette Functional Assessment Questionnaire as an outcome measure in children with walking disabilities // *J. Pediatr. Orthop.* 2000. Vol. 20, No 1. P. 75-81.
12. Ando N., Ueda S. Functional deterioration in adults with cerebral palsy // *Clin. Rehabil.* 2000. Vol. 14, No 3. P. 300-306.
13. Self-reported physical function is associated with walking speed in adults with cerebral palsy / H.R. Baer, S.P. Thomas, Z. Pan, A. Tagawa, J.J. Carollo, P.C. Heyn // *J. Pediatr. Rehabil. Med.* 2019. Vol. 12, No 2. P. 181-188. DOI: 10.3233/PRM-180585.
14. Incidence of osteoarthritis, osteoporosis and inflammatory musculoskeletal diseases in adults with cerebral palsy: A population-based cohort study / N.E. O'Connell, K.J. Smith, M.D. Peterson, N. Ryan, S. Liverani, N. Anokye, C. Victor, J.M. Ryan // *Bone*. 2019. Vol. 125. P. 30-35. DOI: 10.1016/j.bone.2019.05.007.
15. Long-term effects of femoral derotation osteotomies: an evaluation using three-dimensional gait analysis / S. Ounpuu, P. DeLuca, R. Davis, M. Romness // *J. Pediatr. Orthop.* 2002. Vol. 22, No 2. P. 139-145.
16. Theologis T. Lever arm dysfunction in cerebral palsy gait // *J. Child. Orthop.* 2013. Vol. 7, No 5. P. 379-382. DOI: 10.1007/s11832-013-0510-y.
17. Torsional profile versus gait analysis: consistency between the anatomic torsion and the resulting gait pattern in patients with rotational malalignment of the lower extremity / C. Radler, A. Kranzl, H.M. Manner, M. Höglinger, R. Ganger, F. Grill // *Gait Posture*. 2010. Vol. 32, No 3. P. 405-410. DOI: 10.1016/j.gaitpost.2010.06.019.
18. Cerebral palsy / H.K. Graham, P. Rosenbaum, N. Paneth, B. Dan, J.P. Lin, D.L. Damiano, J.G. Becher, D. Gaebler-Spira, A. Colver, D.S. Reddihough, K.E. Crompton, R.L. Lieber // *Nat. Rev. Dis. Primers*. 2016. Vol. 2. P. 15082. DOI: 10.1038/nrdp.2015.82.
19. Tibial derotational osteotomies in two neuromuscular populations: comparing cerebral palsy with myelomeningocele / R.M. Thompson, S. Innow, L. Dias, V. Swaroop // *J. Child. Orthop.* 2017. Vol. 11, No 4. P. 243-248. DOI: 10.1302/1863-2548.11.170037.
20. Kinematic and kinetic analysis of distal derotational osteotomy of the leg in children with cerebral palsy / R.M. Steffko, R.J. de Swart, D.A. Dodgin, M.P. Wyatt, K.R. Kaufman, D.H. Sutherland, H.G. Chambers // *J. Pediatr. Orthop.* 1998. Vol. 18, No 1. P. 81-87.
21. Lehtonen K., Mäenpää H., Piirainen A. Does single-event multilevel surgery enhance physical functioning in the real-life environment in children and adolescents with cerebral palsy (CP)? patient perceptions five years after surgery // *Gait Posture*. 2015. Vol. 41, No 2. P. 448-453. DOI: 10.1016/j.gaitpost.2014.11.005.
22. Isolated calf lengthening in cerebral palsy. Outcome analysis of risk factors / D.C. Borton, K. Walker, M. Pirpiris, G.R. Nattrass, H.K. Graham // *J. Bone Joint Surg. Br.* 2001. Vol. 83, No 3. P. 364-370.
23. Miller F. *Cerebral Palsy*. 1st Ed. New York: Springer-Verlag, 2005. DOI: 10.1007/b138647.

REFERENCES

1. Putz C., Wolf S.I., Geisbüsch A., Niklasch M., Döderlein L., Dreher T. Femoral derotation osteotomy in adults with cerebral palsy. *Gait Posture*, 2016, vol. 49, pp. 290-296. DOI: 10.1016/j.gaitpost.2016.06.034.
2. Gannotti M.E., Gorton G.E. 3rd, Nahorniak M.T., Masso P.D. Walking abilities of young adults with cerebral palsy: changes after multilevel surgery and adolescence. *Gait Posture*, 2010, vol. 32, no. 1, pp. 46-52. DOI: 10.1016/j.gaitpost.2010.03.002.

- Ławniczak D., Józwiak M., Manikowska F. Assessment of absolute knee joint linear and angular velocity in patients with spastic cerebral palsy after operative treatment of lever arm dysfunction deformities – prospective study. *Chir. Narządów Ruchu Ortop. Pol.*, 2010, vol. 75, no. 2, pp. 92-97.
- Pirpiris M., Trivett A., Baker R., Rodda J., Nattrass G.R., Graham H.K. Femoral derotation osteotomy in spastic diplegia. Proximal or distal? *J. Bone Joint Surg. Br.*, 2003, vol. 85, no. 2, pp. 265-272.
- Popkov D.A., Zmanovskaia V.A., Gubina E.B., Leonchuk S.S., Butorina M.N., Pavlova O.L. Rezultaty mnogourovnevnykh odnomomentnykh ortopedicheskikh operatsii i rannei reabilitatsii v komplekse s botulinoterapiei u patsientov so spasticheskimi formami tserebralnogo paralicha [Results of multilevel single-event orthopedic suargeries and early rehabilitation in combination with botulinum therapy in patients with cerebral palsy spastic forms]. *Zhurnal Nevrologii i psikiatrii im. S.S. Korsakova*, 2015, vol. 115, no. 4, pp. 41-48. (in Russian) DOI: 10.17116/jnevro20151154141-48.
- Yalçın S., Kocaoğlu B., Berker N., Erol B. Surgical management of orthopedic problems in adult patients with cerebral palsy. *Acta Orthop. Traumatol. Turc.*, 2005, vol. 39, no. 3, pp. 231-236.
- Gatamov O.I., Chibirov G.M., Borzunov D.Y., Popkov D.A. Khirurgicheskoe ortopedicheskoe lechenie vzroslykh patsientov s DTsP: obzor literatury i predvaritelnyi analiz sobstvennykh rezultatov [Surgical orthopaedic management of cerebral palsy in adults: literature review and preliminary analysis of our treatment experience]. *Genij Ortopedii*, 2018, vol. 24, no. 4, pp. 538-547. (in Russian) DOI: 10.18019/1028-4427-2018-24-4-538-547.
- Putz C., Döderlein L., Mertens E.M., Wolf S.I., Gantz S., Braatz F., Dreher T. Multilevel surgery in adults with cerebral palsy. *Bone Joint J.*, 2016, vol. 98-B, no. 2, pp. 282-288. DOI: 10.1302/0301-620X.98B2.36122.
- Benner J.L., Hilberink S.R., Veenis T., Stam H.J., Van der Slot W.M., Roebroek M.E. Long-Term Deterioration of Perceived Health and Functioning in Adults With Cerebral Palsy. *Arch. Phys. Med. Rehabil.*, 2017, vol. 98, no. 11, pp. 2196-2205. DOI: 10.1016/j.apmr.2017.03.013.
- Shishov S.V., Ivshin V.G. Minimalno invazivnye operatsii na myshtsakh u detei s DTsP. Opyt piatiletnego primeneniia [Minimally invasive surgery of muscles in children with cerebral palsy. The experience of five-year use]. *Vestnik Novykh Meditsinskikh Tekhnologii* (Electronic Edition), 2016, no. 2, pp. 137-141. (in Russian) DOI: 10.12737/20085.
- Novacheck T.F., Stout J.L., Tervo R. Reliability and validity of the Gillette Functional Assessment Questionnaire as an outcome measure in children with walking disabilities. *J. Pediatr. Orthop.*, 2000, vol. 20, no. 1, pp. 75-81.
- Ando N., Ueda S. Functional deterioration in adults with cerebral palsy. *Clin. Rehabil.*, 2000, vol. 14, no. 3, pp. 300-306.
- Baer H.R., Thomas S.P., Pan Z., Tagawa A., Carollo J.J., Heyn P.C. Self-reported physical function is associated with walking speed in adults with cerebral palsy. *J. Pediatr. Rehabil. Med.*, 2019, vol. 12, no. 2, pp. 181-188. DOI: 10.3233/PRM-180585.
- O'Connell N.E., Smith K.J., Peterson M.D., Ryan N., Liverani S., Anokye N., Victor C., Ryan J.M. Incidence of osteoarthritis, osteoporosis and inflammatory musculoskeletal diseases in adults with cerebral palsy: A population-based cohort study. *Bone*, 2019, vol. 125, pp. 30-35. DOI: 10.1016/j.bone.2019.05.007.
- Ounpuu S., DeLuca P., Davis R., Romness M. Long-term effects of femoral derotation osteotomies: an evaluation using three-dimensional gait analysis. *J. Pediatr. Orthop.*, 2002, vol. 22, no. 2, pp. 139-145.
- Theologis T. Lever arm dysfunction in cerebral palsy gait. *J. Child. Orthop.*, 2013, vol. 7, no. 5, pp. 379-382. DOI: 10.1007/s11832-013-0510-y.
- Radler C., Kranzl A., Manner H.M., Höglinger M., Ganger R., Grill F. Torsional profile versus gait analysis: consistency between the anatomic torsion and the resulting gait pattern in patients with rotational malalignment of the lower extremity. *Gait Posture*, 2010, vol. 32, no. 3, pp. 405-410. DOI: 10.1016/j.gaitpost.2010.06.019.
- Graham H.K., Rosenbaum P., Paneth N., Dan B., Lin J.P., Damiano D.L., Becher J.G., Gaebler-Spira D., Colver A., Reddihough D.S., Crompton K.E., Lieber R.L. Cerebral palsy. *Nat. Rev. Dis. Primers*, 2016, vol. 2, pp. 15082. DOI: 10.1038/nrdp.2015.82.
- Thompson R.M., Ichnow S., Dias L., Swaroop V. Tibial derotational osteotomies in two neuromuscular populations: comparing cerebral palsy with myelomeningocele. *J. Child. Orthop.*, 2017, vol. 11, no. 4, pp. 243-248. DOI: 10.1302/1863-2548.11.170037.
- Stefko R.M., De Swart R.J., Dodgin D.A., Wyatt M.P., Kaufman K.R., Sutherland D.H., Chambers H.G. Kinematic and kinetic analysis of distal derotational osteotomy of the leg in children with cerebral palsy. *J. Pediatr. Orthop.*, 1998, vol. 18, no. 1, pp. 81-87.
- Lehtonen K., Mäenpää H., Piirainen A. Does single-event multilevel surgery enhance physical functioning in the real-life environment in children and adolescents with cerebral palsy (CP)? patient perceptions five years after surgery. *Gait Posture*, 2015, vol. 41, no. 2, pp. 448-455. DOI: 10.1016/j.gaitpost.2014.11.005.
- Borton D.C., Walker K., Pirpiris M., Nattrass G.R., Graham H.K. Isolated calf lengthening in cerebral palsy. Outcome analysis of risk factors. *J. Bone Joint Surg. Br.*, 2001, vol. 83, no. 3, pp. 364-370.
- Miller F. *Cerebral Palsy*. 1st Ed. New York, Springer-Verlag, 2005. DOI: 10.1007/b138647.

Рукопись поступила 06.09.2019

Сведения об авторах:

- Гатамов Орхан Ильхам оглы, ФГБУ «РНИЦ «ВТО» им. акад. Г.А. Илизарова» Минздрава России, г. Курган, Россия
- Чибиров Георгий Мирабович, к. м. н., ФГБУ «РНИЦ «ВТО» им. акад. Г.А. Илизарова» Минздрава России, г. Курган, Россия, Email: georgii_chibirov@mail.ru
- Борзунов Дмитрий Юрьевич, д. м. н., ФГБУ «РНИЦ «ВТО» им. акад. Г.А. Илизарова» Минздрава России, г. Курган, Россия, ФГБОУ ВО «Тюменский ГМУ» Минздрава России, г. Тюмень, Россия, Email: borzunov@bk.ru
- Долганова Тамара Игоревна, д. м. н., ФГБУ «РНИЦ «ВТО» им. акад. Г.А. Илизарова» Минздрава России, г. Курган, Россия, Email: rjik532007@rambler.ru
- Долганов Дмитрий Владимирович, к. б. н., ФГБУ «РНИЦ «ВТО» им. акад. Г.А. Илизарова» Минздрава России, г. Курган, Россия, Email: Paradigma-DV@rambler.ru
- Попков Дмитрий Арнольдович, д. м. н., профессор РАН, член-корр. Французской Академии медицинских наук, ФГБУ «РНИЦ «ВТО» им. акад. Г. А. Илизарова» Минздрава России, г. Курган, Россия, Email: dpopkov@mail.ru

Information about the authors:

- Orhan I. Gatamov, M.D., Russian Ilizarov Scientific Centre for Restorative Traumatology and Orthopaedics, Kurgan, Russian Federation,
- Georgy M. Chibirov, M.D., Ph.D., Russian Ilizarov Scientific Centre for Restorative Traumatology and Orthopaedics, Kurgan, Russian Federation, Email: georgii_chibirov@mail.ru
- Dmitry Yu. Borzunov, M.D., Ph.D., Russian Ilizarov Scientific Center for Restorative Traumatology and Orthopaedics, Kurgan, Russian Federation, Tyumen state medical university, Tyumen, Russian Federation, Email: borzunov@bk.ru
- Tamara I. Dolganova, M.D., Ph.D., Russian Ilizarov Scientific Center for Restorative Traumatology and Orthopaedics, Kurgan, Russian Federation, Email: rjik532007@rambler.ru
- Dmitrii V. Dolganov, Ph.D. of Biological Sciences, Russian Ilizarov Scientific Center for Restorative Traumatology and Orthopaedics, Kurgan, Russian Federation, Email: Paradigma-DV@rambler.ru
- Dmitry A. Popkov, M.D., Ph.D., Professor of RAS, correspondent member French Academy of Medical Sciences Russian Ilizarov Scientific Centre for Restorative Traumatology and Orthopaedics, Kurgan, Russian Federation, Email: dpopkov@mail.ru