

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СУХОЖИЛЬНО-МЫШЕЧНЫХ ПЛАСТИК ПРИ ЛЕЧЕНИИ ВНУТРИРОТАЦИОННОЙ КОНТРАКТУРЫ ПЛЕЧЕВОГО СУСТАВА У ДЕТЕЙ С ПОСЛЕДСТВИЯМИ РОДОВОГО ПОВРЕЖДЕНИЯ ПЛЕЧЕВОГО СПЛЕТЕНИЯ

© *О.Е. Агранович, А.Б. Орешков, Е.Ф. Микиашвили*

ФГБУ «НИДОИ им. Г.И. Турнера» Минздрава России, Санкт-Петербург

Статья поступила в редакцию: 12.02.2018

Статья принята к печати: 09.04.2018

Введение. Вторичные деформации плечевого сустава — наиболее частая проблема у пациентов с родовыми повреждениями плечевого сплетения. По данным А.Ф. Hoeksma et al. (2000), контрактуры плечевого сустава формируются у $\frac{1}{3}$ детей с акушерскими параличами с отсроченным неврологическим восстановлением (более 3 недель после травмы) и у $\frac{2}{3}$ пациентов с неполным восстановлением. При данном виде травмы наиболее часто наблюдается внутривротационная контрактура плечевого сустава, что обусловлено дисбалансом мышц, формированием дисплазии плечевого сустава.

Цель — изучить результаты сухожильно-мышечных пластик при лечении внутривротационной контрактуры плечевого сустава у детей с последствиями родового повреждения плечевого сплетения.

Материалы и методы. С 2015 по 2017 г. находились на обследовании и лечении 15 пациентов в возрасте от 4 до 17 лет с внутривротационной контрактурой плечевого сустава вследствие родового повреждения плечевого сплетения. Проводили клиническое, рентгенологическое, физиологическое исследование (ЭМГ и ЭНМГ верхних конечностей), МРТ плечевых суставов.

Результаты. По протяженности повреждения плечевого сплетения выделяли три группы пациентов: группа I (уровень C5–C6) — 9 человек, группа II (уровень C5–C7) — 5 человек и группа III (уровень C5–Th1) — 1 пациент. У всех пациентов выявлены вторичные деформации плечевого сустава: II типа по Waters — у 6 пациентов (40 %), III типа — у 5 больных (34 %), IV типа — у 1 ребенка (6 %) и V типа — у 3 больных (20 %). Функциональные возможности верхней конечности оценивали по шкале Mallet. При II–III типах гленоумеральной дисплазии функция плечевого сустава оценивалась преимущественно как хорошая, при IV–V типах — как плохая. Оперативное лечение было выполнено 15 пациентам в двух основных вариантах. После проведенного лечения во всех наблюдениях улучшилось самообслуживание пациентов.

Заключение. Выполнение сухожильно-мышечной пластики у пациентов с внутривротационными контрактурами плечевого сустава вследствие родового повреждения плечевого сплетения позволяет улучшить косметический вид конечности, а также ее функцию, однако ремоделирования плечевого сустава у детей старше 4 лет не происходит.

Ключевые слова: родовая травма плечевого сплетения; парез Эрба; гленоумеральная дисплазия; сухожильно-мышечные пластики.

TREATMENT APPROACH TO SHOULDER INTERNAL ROTATION DEFORMITY IN CHILDREN WITH OBSTETRIC BRACHIAL PLEXUS PALSY

© *O.E. Agranovich, A.B. Oreshkov, E.F. Mikiashvili*

The Turner Scientific Research Institute for Children's Orthopedics, Saint Petersburg, Russia

For citation: Pediatric Traumatology, Orthopaedics and Reconstructive Surgery. 2018;6(2):22-28

Received: 12.02.2018
Accepted: 09.04.2018

Introduction. Shoulder internal rotation contracture is the most common deformity affecting the shoulder in patients with obstetric brachial plexus palsy because of the subsequent imbalance of the musculature and the abnormal deforming forces that cause dysplasia of the glenohumeral joint.

Aim. To assess the effects of tendon transfers in children with shoulder internal rotation deformity due to obstetric brachial plexus palsy.

Materials and methods. From 2015 to 2017, we examined and treated 15 patients with shoulder internal rotation deformity caused by obstetric brachial plexus palsy. The children ranged in age from 4 to 17 years. We used clinical and radiographic examination methods, including magnetic resonance imaging, electromyography, and electroneuromyography, of the upper limbs.

Results. According to the level of plexus brachialis injury, the patients were divided into 3 groups: level C5–C6 (9 patients), level C5–C7 (5 children), level C5–Th1 (1 patient). All children had secondary shoulder deformities: glenohumeral dysplasia type II, 6 (40%); type III, 5 (34%); type IV, 1 (6%); and type V, 3 (20%). The Mallet score was used for estimation of upper limb function. Surgical treatment was performed in 15 children. After treatment, all patients showed improvement in activities of daily living.

Conclusion. Tendon transfers in patients with shoulder internal rotation deformities due to obstetric brachial plexus palsy improved upper limb function and provided satisfactory cosmetic treatment results without of remodeling of the glenohumeral joint.

Keywords: brachial plexus palsy; Erb's palsy; glenohumeral dysplasia; tendon transfers.

Введение

Частота повреждения плечевого сплетения в родах составляет около 0,4–4 случая на 1000 новорожденных [1–5]. У 70–92 % пациентов отмечаются легкие повреждения, которые спонтанно восстанавливаются в течение двух месяцев после родов [4, 5]. У большинства больных с повреждением верхнего ствола и с частичным восстановлением силы мышц в первые 2 месяца жизни, до появления возможности преодоления силы тяжести конечности, происходит полное неврологическое восстановление в течение 1–2 лет жизни. В тех случаях, когда функция двуглавой мышцы плеча восстанавливается после 3-месячного возраста, конечность редко функционирует полностью, без потери силы мышц или движений в суставах. Клинические проявления родового повреждения плечевого сплетения коррелируют с типом и уровнем повреждения, а также с характером проводимого лечения.

Согласно классификации Seddon и Sunderland выделяют пять типов повреждений периферических нервов: нейропраксию (тип I), аксонотмезис (тип II–IV), нейротмезис (тип V) или авульсию. В случае преганглионарной авульсии моторная функция конечности никогда не восстанавливается, и данный тип повреждения имеет плохой прогноз. Narakas et al. классифицировали по протяженности все повреждения плечевого сплетения на четыре группы. Группа I (или классический парез Эрба) — уровень поражения C5–C6. Пациенты данной группы составляют 46 % от всех случаев и имеют хороший прогноз по восстановлению функции конечности. Группа II — уровень поражения C5–C7 (30 %). У пациентов данной группы прогноз восстановления хуже по сравнению с первой группой. Группа III — то-

тальная плексопатия, клинически представленная болтающейся конечностью (20 %). Группа IV — тотальная плексопатия в сочетании с синдромом Горнера [6].

При повреждении плечевого сплетения на уровне C5–C6 у 80 % больных происходит практически полное восстановление движений в плечевом и локтевом суставах. Результаты лечения пациентов с травмой на уровне C5–C7 несколько хуже нежели у пациентов вышеописанной группы, однако в результате реабилитации возможно достичь приемлемой функции конечности (спонтанное восстановление отмечено у 60 % пациентов). При тотальном повреждении плечевого сплетения (уровень C5–Th1) наблюдается тяжелое поражение конечности, особенно при наличии у больного синдрома Горнера, при котором характерно вовлечение симпатической нервной системы и возможно повреждение нервов по типу авульсии [7].

Вторичные деформации плечевого сустава — наиболее частая проблема у пациентов с родовыми повреждениями плечевого сплетения. По данным A.F. Hoeksma et al. (2000), контрактуры плечевого сустава формируются у $\frac{1}{3}$ детей с акушерскими параличами с отсроченным неврологическим восстановлением (более 3 недель после травмы) и у $\frac{2}{3}$ пациентов с неполным восстановлением [8]. При данном виде травмы наиболее часто наблюдается внутривращательная контрактура плечевого сустава, которая сочетается с пронаторной контрактурой предплечья различной степени выраженности [9, 10]. У пациентов с тяжелой родовой травмой плечевого сплетения, у которых не произошло спонтанного восстановления, в $\frac{1}{3}$ случаев требуется устранение внутривращательной контрактуры плечевого сустава [11].

Описанные в литературе методы хирургического лечения данной патологии можно разделить на следующие группы:

- 1) мышечные пластики, релизы мышц, направленные на восстановление мышечного баланса между наружными и внутренними ротаторами плеча;
- 2) восстановление анатомических соотношений в суставе путем выполнения различных вариантов остеотомий лопатки, ключицы, вправления головки плечевой кости;
- 3) устранение порочного положения конечности без изменения соотношений в плечевом суставе (деротационная остеотомия плечевой кости);
- 4) мышечные пластики в сочетании с деротационной остеотомией плечевой кости;
- 5) мышечные пластики в сочетании с остеотомией лопатки [2, 6, 11–16].

При фиксированных внутривротационных контрактурах плеча R.S. Muhlig et al. (2001) рекомендуют придерживаться следующего алгоритма лечения:

- 1) оперативное лечение показано при пассивной наружной ротации менее 30°;
- 2) при отсутствии заднего смещения головки плеча необходимо выполнять релиз подлопаточной мышцы (так называемый слайд);
- 3) при наличии заднего смещения головки плеча показано удлинение подлопаточной мышцы из переднего доступа в сочетании с резекцией клювовидного отростка лопатки в случае его удлинения;
- 4) если в случае удлинения подлопаточной мышцы есть рецидив внутривротационной контрактуры, то данное вмешательство необходимо дополнять транспозицией мышц для создания активной наружной ротации;
- 5) при отсутствии признаков реиннервации подостной мышцы у детей, достигших возраста 2 лет, показано удлинение подлопаточной мышцы с одновременным восстановлением активной наружной ротации плеча путем пересадки мышц;
- 6) при фиксированных внутривротационных контрактурах в плечевом суставе в сочетании с задним вывихом плеча и деформацией гленоида показано удлинение подлопаточной мышцы в сочетании с деротационной остеотомией плечевой кости [13].

По данным P.M. Waters, D.S. Baе (2005), сухожильно-мышечные пластики (транспозиция широчайшей и большой круглой мышц на наружные ротаторы плеча с одновременным удлинением мышц или без него) позволяют в значительной

степени улучшить функцию плечевого сустава, препятствуют прогрессированию дисплазии плечевого сустава, однако ремоделирования сустава не происходит, даже если операция была выполнена у пациента раннего возраста [12]. E. Dodwell et al. (2012) рекомендуют выполнять остеотомию шейки лопатки с внедрением аутоотрансплантата из ости лопатки или акромиона в сочетании со слайдом подлопаточной мышцы и транспозицией широчайшей и большой круглой мышц на наружные ротаторы плеча [16]. Данная операция в большинстве случаев дает возможность изменить положение суставной поверхности лопатки в пространстве без ремоделирования его суставной поверхности. Деротационная остеотомия плечевой кости лишь выводит конечность в более функциональное положение, но не изменяет состояние плечевого сустава. По наблюдению E. Dodwell et al. (2012), деротационная остеотомия плечевой кости ведет к дальнейшей ретроверсии гленоида и прогрессированию заднего смещения головки плеча и потому показана лишь у детей старшего возраста с тяжелой дисплазией плечевого сустава [16]. Прогрессирование смещения головки плеча, вызванное аномальным положением и формой лопатки и ключицы, требует иной коррекции. При наличии гипоплазии, высокого стояния и ротации лопатки (так называемая SHEAR-деформация) необходимо выполнение внутренней ротации акромиона, остеотомии ключицы, резекции верхнемедиального края лопатки и задней капсулографии [11, 17].

Таким образом, проведенный обзор литературы демонстрирует отсутствие единой тактики лечения внутривротационной контрактуры плечевого сустава у детей с последствиями родового повреждения плечевого сплетения, что обуславливает актуальность темы исследования.

Цель исследования — изучить результаты сухожильно-мышечных пластик при лечении внутривротационной контрактуры плечевого сустава у детей с последствиями родового повреждения плечевого сплетения.

Материал и методы

С 2015 по 2017 г. находились на обследовании и лечении 15 пациентов в возрасте от 4 до 17 лет (средний возраст — $11,4 \pm 1,51$) с внутривротационной контрактурой плечевого сустава вследствие родового повреждения плечевого сплетения, из них 7 мальчиков и 8 девочек. Правостороннее поражение отмечено в 8 случаях, левостороннее — в 7. Проводили клинко-неврологическое, рентгенологическое исследования (в том числе

КТ плечевых суставов), МРТ плечевых суставов, физиологическое обследование (ЭМГ и ЭНМГ верхних конечностей). Расположение гленоида оценивали по методике Friedman et al. (1992), положение головки плечевой кости — по методике Waters et al. (1998) [18, 19]. Степень дисплазии плечевого сустава определяли на основании критериев, предложенных Waters et al. (1998) [19]. Все пациенты и/или их законные представители добровольно подписали информированное согласие на участие в исследовании, выполнение хирургического вмешательства, публикацию персональных данных.

Результаты

По протяженности повреждения плечевого сплетения (по данным ЭНМГ, клинико-неврологического обследования) были выделены три группы пациентов: группа I (уровень C5–C6, или классический парез Эрба) — 9 человек, группа II (уровень C5–C7, или протяженный вариант пареза Эрба) — 5 человек и группа III (уровень C5–Th1, или тотальная плексопатия) — 1 пациент. Все дети получали консервативное лечение с первых дней жизни, нейрохирургические операции не были выполнены ни в одном случае.

При оценке степени дисплазии плечевого сустава по данным КТ и МРТ плечевых суставов было выявлено, что у детей в возрасте до 12 лет наблюдались преимущественно небольшие изменения со стороны гленоида без изменения положения головки плечевой кости, в то время как у больных в возрасте 13–17 лет отмечались выраженные изменения гленоида в сочетании с изменениями положения головки плечевой кости (IV–V типы по Waters). Дисплазия II типа обнару-

жена у 6 пациентов (40%), III типа — у 5 больных (34%), IV типа — у 1 ребенка (6%) и V типа — у 3 больных (20%). Ретроверсия гленоида составила $14,33 \pm 2,72$.

При клиническом исследовании отмечались внутривротационное положение верхней конечности, выраженное ограничение (не более 20°) или полное отсутствие наружной ротации плеча, невозможность заведения руки за голову. При попытке поднесения руки ко рту наблюдалось отведение плеча (так называемый «симптом трубочки»), что было обусловлено патологической коконтракцией между двуглавой мышцей плеча и дельтовидной мышцей (рис. 1). Внутренняя ротация в плечевом суставе чаще была сохранена, реже ограничена (в основном при IV–V типах дисплазии по Waters). Функциональные возможности верхней конечности оценивали по шкале Mallet. При II–III типах дисплазии, несмотря на порочное положение конечности, функцию плечевого сустава оценивали преимущественно как хорошую (9–11 баллов), при IV–V типе — как плохую (7–8 баллов). Приводяще-внутривротационная контрактура в плечевом суставе отмечалась у 5 больных, у 10 выявлена изолированная внутривротационная контрактура.

Оперативное лечение было выполнено 15 пациентам в двух основных вариантах. При наличии пассивной и отсутствии активной наружной ротации в плечевом суставе производили транспозицию широчайшей мышцы спины на наружные ротаторы плеча (4 пациента). При невозможности пассивной коррекции плеча до среднего положения выполняли релиз подлопаточной мышцы («слайд») в сочетании с транспозицией широчайшей мышцы спины на наружные ротаторы плеча. В тех случаях, когда отмечались напряжение

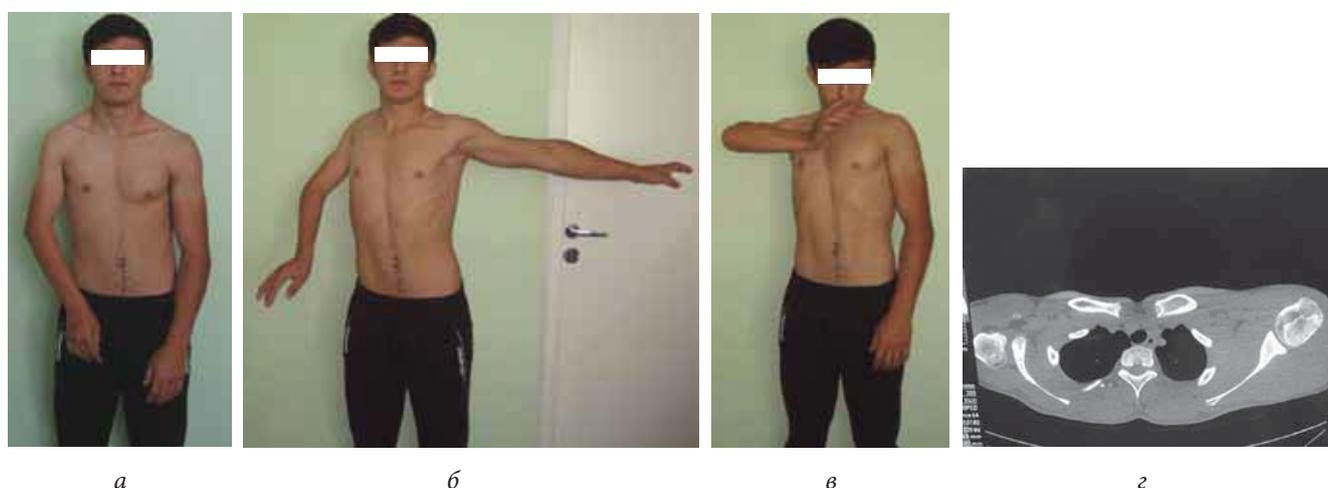


Рис. 1. Приводяще-внутривротационная контрактура правого плечевого сустава у больного Б., 17 лет, с последствием родового повреждения плечевого сплетения до лечения: а — внешний вид больного; б — отведение в плечевых суставах; в — положительный «синдром трубочки» справа; г — КТ плечевых суставов

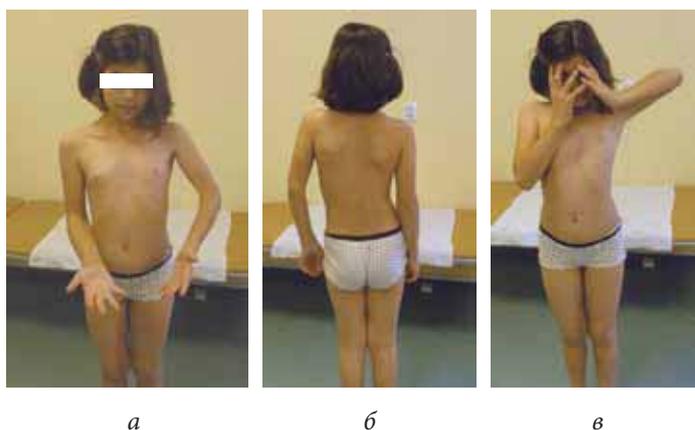


Рис. 2. Результат устранения внутриворотационной контрактуры левого плечевого сустава у больной Б., 12 лет, с последствием родового повреждения плечевого сплетения до лечения: а-в — до операции; г-з — после операции (транспозиция широчайшей мышцы спины на наружные ротаторы плеча, рассечение *lig. coracohumeralis*)

m. pectoralis major и ограничение отведения в плечевом суставе, выполняли ее тенотомию. В послеоперационном периоде иммобилизацию конечности гипсовой повязкой осуществляли в течение пяти недель торакобрахиальной повязкой. После окончания иммобилизации пациентам назначали восстановительное лечение, включавшее ЛФК, массаж, механотерапию, электростимуляцию мышц.

Сроки наблюдения больных составили от 2 месяцев до 1 года после операции. Во всех случаях удалось устранить порочное положение

конечности и улучшить функциональные возможности конечности при всех типах гленоумеральной дисплазии в среднем на 2 балла по шкале Mallet. При попытке поднесения руки ко рту «симптом трубача» был менее выражен (рис. 2). Транспозиция широчайшей мышцы спины на наружные ротаторы плеча приводила к улучшению наружной ротации без ухудшения внутренней ротации в плечевом суставе. В тех же случаях, когда выполняли релиз подлопаточной мышцы, отмечалось ограничение внутренней ротации в плечевом суставе, что требовало более длительного

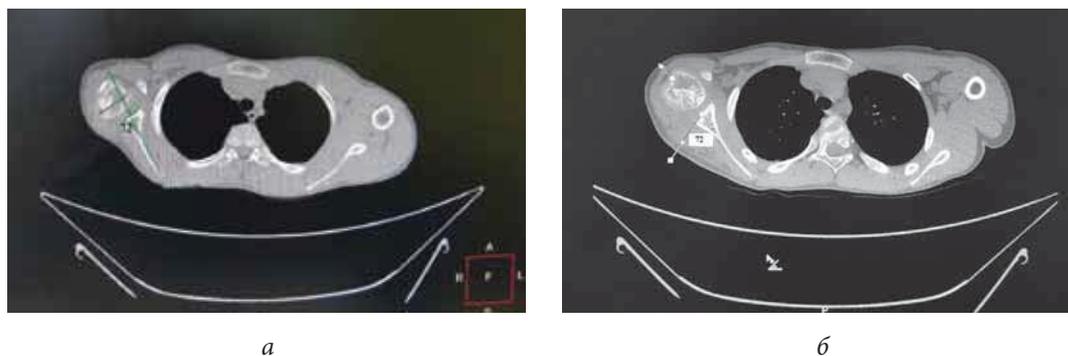


Рис. 3. Результаты КТ-исследования пациента М., 12 лет, с последствием родового повреждения плечевого сплетения с внутриворотационной контрактурой правого плечевого сустава: а — до операции; б — через 3 месяца после операции

восстановительного лечения для достижения послеоперационных величин.

Выявлена корреляция между степенью гленохумеральной дисплазии и результатами лечения: при II типе дисплазии после операции функциональные возможности конечности улучшились на 3–5 баллов, при III степени — на 2–4 балла, при IV–V — на 1–2 балла. У пациентов с приводяще-внутриротационной контрактурой после операции установлено улучшение отведения в плечевом суставе во всех случаях. Обследование показало, что соотношения в плечевом суставе улучшились или остались без изменения, однако ремоделирования суставных поверхностей не происходило (рис. 3).

Обсуждение

Внутриротационная контрактура плечевого сустава является одной из наиболее частых вторичных деформаций вследствие родового повреждения плечевого сплетения и приводит к тяжелому ограничению или невозможности выполнения основных действий по самообслуживанию больного: пользоваться рукой при еде, расчесывании волос, одевании, умывании и т. п. Причиной возникновения внутриротационной контрактуры служит укорочение *m. subscapularis* вследствие нарушения ее роста, вызванного потерей циклического растяжения в связи с параличом наружных ротаторов плеча. Внутриротационное положение конечности приводит к смещению головки плечевой кости кзади, движения в суставе ухудшаются. При отсутствии лечения у детей с родовой травмой плечевого сплетения с возрастом возникают тяжелые анатомические изменения головки плечевой кости и лопатки. Потеря пассивной наружной ротации в плечевом суставе свидетельствует о заднем вывихе головки плеча [5, 14]. При этом первые изменения со стороны плечевого сустава обнаруживают в возрасте 3–5 месяцев, выраженные — уже на втором-третьем году жизни. Первичные деформации плечевого сустава обусловлены дисбалансом мышц плечевого пояса, вызванного параличом наружных ротаторов и отводящих мышц плеча, в сочетании с относительной гиперактивностью внутренних ротаторов и приводящих мышц плеча вследствие неврологических нарушений [20–22]. В дальнейшем формируются вторичные деформации, к которым относятся прогрессирование ретроверзии гленоида, истончение или отсутствие заднего края гленоида, задний подвывих или вывих головки плеча, гипоплазия лопатки, уплощение или отсутствие суставной впадины лопатки, отклонение кзади и увеличение

в размере клювовидного отростка лопатки, деформации акромиона, деформация и гипоплазия головки плечевой кости, задержка оссификации проксимального отдела плечевой кости, укорочение ключицы на стороне поражения [5, 21, 23]. Головка плечевой кости со временем переходит в положение ретроверзии, что E.A. Zancolli, E.E. Zancolli (2000) описывают как задний эпифизолиз головки плечевой кости [24]. Порочное положение головки плеча вторично поднимает и ротирует лопатку, удлиняет акромион, что приводит к тяжелым функциональным нарушениям со стороны плечевого сустава [11]. По данным M.L. Pearl, B.W. Edgerton (1998), у 70 % пациентов с внутриротационными контрактурами формируется дисплазия плечевого сустава [25].

Проведенное нами обследование 15 детей с последствиями родового повреждения плечевого сплетения и внутриротационной контрактурой в плечевом суставе показало, что у детей в возрасте 12 лет и старше развиваются тяжелые анатомические изменения со стороны плечевого сустава с формированием дисплазии плечевого сустава IV–V типов по Waters. Благодаря выполнению сухожильно-мышечных пластик у пациентов с внутриротационными контрактурами в плечевом суставе, обусловленными родовым повреждением плечевого сплетения, удается устранить порочное положение конечности и улучшить возможности самообслуживания больных.

Заключение

Выполнение сухожильно-мышечных пластик у пациентов с внутриротационными контрактурами в плечевом суставе вследствие интранатального повреждения плечевого сплетения позволяет устранить порочное положение конечности, улучшить возможность самообслуживания без значимых потерь внутренней ротации. Данные вмешательства улучшают соотношение в плечевом суставе, однако ремоделирования сустава у детей после 4 лет не происходит. В тех же случаях, когда данные операции не дают должного результата, вторым этапом следует выполнять деротационную остеотомию плечевой кости.

Информация о финансировании и конфликте интересов

Работа проведена на базе ФГБУ «НИДОИ им. Г.И. Турнера» Минздрава России. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Список литературы

1. Laurent JP, Lee R, Shenaq S, et al. Neurosurgical correction of upper brachial plexus birth injuries. *J Neurosurg.* 1993;79(2):197-203. doi: 10.3171/jns.1993.79.2.0197.
2. Waters PM. Obstetric Brachial Plexus Injuries: Evaluation and Management. *J Am Acad Orthop Surg.* 1997;5(4):205-214.
3. Hoeksma AF, ter Steeg AM, Nelissen RG, et al. Neurological recovery in obstetric brachial plexus injuries: an historical cohort study. *Dev Med Child Neurol.* 2004;46(2):76-83. doi: 10.1017/S0012162204000179.
4. Foad SL, Mehlman CT, Ying J. The epidemiology of neonatal brachial plexus palsy in the United States. *J Bone Joint Surg Am.* 2008;90(6):1258-1264. doi: 10.2106/JBJS.G.00853.
5. Chagas-Neto FA, Dalto VF, Crema MD, et al. Imaging assessment of glenohumeral dysplasia secondary to brachial plexus birth palsy. *Radiol Bras.* 2016;49(3):144-149. doi: 10.1590/0100-3984.2015.0039.
6. Hale HB, Bae DS, Waters PM. Current concepts in the management of brachial plexus birth palsy. *J Hand Surg.* 2010;35(2):322-331. doi: 10.1016/j.jhsa.2009.11.026.
7. Buterbaugh KL, Shah AS. The natural history and management of brachial plexus birth palsy. *Curr Rev Musculoskelet Med.* 2016;9(4):418-426. doi: 10.1007/s12178-016-9374-3.
8. Hoeksma AF, Wolf H, Oei SL. Obstetrical brachial plexus injuries: incidence, natural course and shoulder contracture. *Clin Rehabil.* 2000;14(5):523-526. doi: 10.1191/0269215500cr3410a.
9. Birch R. Obstetric brachial plexus palsy. In: The growing hand. Ed by A. Gupta, S.P.J. Kay, L.R. Schecker. Philadelphia: Mosby; 2000. P. 461-474.
10. Birch R. Medial rotation contracture, posterior dislocation of the shoulder. In: Brachial plexus injuries. Ed by A. Gilbert. Hampshire (UK): Taylor & Francis; 2001. P. 249-259.
11. Nath RK, Melcher SE, Paizi M. Surgical correction of unsuccessful derotational humeral osteotomy in obstetric brachial plexus palsy: evidence of the significance of scapular deformity in the pathophysiology of the medial rotation contracture. *J Brachial Plex Peripher Nerve Inj.* 2006;1:9. doi: 10.1186/1749-7221-1-9.
12. Waters PM, Bae DS. Effect of tendon transfers and extra-articular soft-tissue balancing on glenohumeral development in brachial plexus birth palsy. *J Bone Joint Surg Am.* 2005;87(2):320-325. doi: 10.2106/JBJS.C.01614.
13. Muhlig RS, Blaauw G, Slooff ACJ, et al. Conservative treatment of obstetrical brachial plexus palsy (OBPP) and rehabilitation. In: Brachial Plexus Injuries. Ed by A. Gilbert. London: Martin Dunitz Ltd; 2001. P. 173-183.
14. Al-Qattan MM. Classification of secondary shoulder deformities in obstetric brachial plexus palsy. *J Hand Surg Eur Vol.* 2003;28(5):483-486. doi: 10.1016/S0266-7681(02)00399-6.
15. Nath RK, Liu X, Melcher SE, Fan J. Long-term outcomes of triangle tilt surgery for obstetric brachial plexus injury. *Pediatr Surg Int.* 2010;26(4):393-399. doi: 10.1007/s00383-010-2550-4.
16. Dodwell E, O'Callaghan J, Anthony A, et al. Combined glenoid anteversion osteotomy and tendon transfers for brachial plexus birth palsy: early outcomes. *J Bone Joint Surg Am.* 2012;94(23):2145-2152. doi: 10.2106/JBJS.K.01256.
17. Nath RK, Somasundaram C. Improvements after modified Quad and triangle tilt revision surgical procedures in obstetric brachial plexus palsy. *World J Orthop.* 2016;7(11):752-757. doi: 10.5312/wjo.v7.i11.752.
18. Friedman RJ, Hawthorne KB, Genez BM. The use of computerized tomography in the measurement of glenoid version. *J Bone Joint Surg Am.* 1992;74(7):1032-1037.
19. Waters PM, Smith GR, Jaramillo D. Glenohumeral deformity secondary to brachial plexus birth palsy. *J Bone Joint Surg Am.* 1998;80(5):668-677.
20. Ruchelsman DE, Grossman JA, Price AE. Glenohumeral deformity in children with brachial plexus birth injuries. *Bull NYU Hosp Jt Dis.* 2011;69(1):36-43.
21. van der Sluijs JA, van Ouwerkerk WJ, de Gast A, et al. Deformities of the shoulder in infants younger than 12 months with an obstetric lesion of the brachial plexus. *J Bone Joint Surg Br.* 2001;83(4):551-555. doi: 10.1302/0301-620X.83B4.11205.
22. Soldado F, Benito-Castillo D, Fontecha CG, et al. Muscular and glenohumeral changes in the shoulder after brachial plexus birth palsy: an MRI study in a rat model. *J Brachial Plex Peripher Nerve Inj.* 2012;7(1):9. doi: 10.1186/1749-7221-7-9.
23. Kozin SH. Correlation between external rotation of the glenohumeral joint and deformity after brachial plexus birth palsy. *J Pediatr Orthop.* 2004;24(2):189-193. doi: 10.1097/00004694-200403000-00011.
24. Zancolli EA, Zancolli ER. Reconstructive surgery in brachial plexus sequelae. In: The growing hand. Ed by A. Gupta, S.P.J. Kay, L.R. Schecker. London: UK: Mosby; 2000. P. 805-823.
25. Pearl ML, Edgerton BW. Glenoid deformity secondary to brachial plexus birth palsy. *J Bone Joint Surg Am.* 1998;80(5):659-667.

Сведения об авторах

Ольга Евгеньевна Агранович — д-р мед. наук, руководитель отделения артрогрипоза ФГБУ «НИДОИ им. Г.И. Турнера» Минздрава России, Санкт-Петербург. E-mail: olga_agranovich@yahoo.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6655-4108>.

Анатолий Борисович Орешков — д-р мед. наук, врач травматолог-ортопед отделения артрогрипоза ФГБУ «НИДОИ им. Г.И. Турнера» Минздрава России, Санкт-Петербург. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2946-1850>.

Евгения Федоровна Микиашвили — врач травматолог-ортопед отделения артрогрипоза ФГБУ «НИДОИ им. Г.И. Турнера» Минздрава России, Санкт-Петербург.

Olga E. Agranovich — MD, PhD, Professor, Head of the Department of Arthrogyposis. The Turner Scientific Research Institute for Children's Orthopedics, Saint Petersburg, Russia. E-mail: olga_agranovich@yahoo.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6655-4108>.

Anatoly B. Oreshkov — MD, PhD, Orthopedic and Trauma Surgeon of the Department of Arthrogyposis. The Turner Scientific Research Institute for Children's Orthopedics, Saint Petersburg, Russia. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2946-1850>.

Evgeniya F. Mikiashvili — MD, Orthopedic and Trauma Surgeon of the Department of Arthrogyposis. The Turner Scientific Research Institute for Children's Orthopedics, Saint Petersburg, Russia.