

ХИРУРГИЧЕСКОЕ ЛЕЧЕНИЕ КОНТРАКТУР И ДВИГАТЕЛЬНЫХ УСТАНОВОК ВЕРХНЕЙ КОНЕЧНОСТИ У ДЕТЕЙ СО СПАСТИЧЕСКИМИ ФОРМАМИ ДЦП (обзор литературы)

А.В. Андреев, Д.В. Рыжиков, Е.В. Губина

ФГБУ «Новосибирский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Я.Л. Цивьяна» Минздрава России, ул. Фрунзе, д. 17, г. Новосибирск, Россия, 630091

Реферат

Специфическое поражение верхней конечности при спастических формах ДЦП в значительной степени ограничивает возможности самообслуживания, обучение письму, затрудняет передвижение с помощью дополнительных средств опоры и снижает возможности трудовой деятельности. Спастическое поражение верхней конечности является сложным многоуровневым пороком, прогрессирующим с возрастом и приводящим к ещё большим страданиям. Слабый интерес к коррекции спастических деформаций верхних конечностей и недостаточная информированность о возможностях хирургической реабилитации оставляет значительную часть нуждающихся пациентов без лечения. Описаны успехи и сложности хирургической ортопедической коррекции «спастической руки» при ДЦП, основные рабочие классификации и результаты лечения, основанные на анализе научной литературы.

Ключевые слова: детский церебральный паралич, «спастическая рука».

DOI 10.21823/2311-2905-2016-22-3-135-145

В одном из первых трудов, посвящённых проблемам ДЦП, написанном W.J. Little в 1843 г., говорилось, что, несмотря на всю тяжесть ограничений функций нижних конечностей, потеря функции рук расценивается пациентами как гораздо больший недуг [28].

Специфическое поражение верхней конечности в значительной степени ограничивает возможности самообслуживания, обучение письму, затрудняет передвижение с помощью дополнительных средств опоры и снижает возможности трудовой деятельности таких больных.

Весь симптомокомплекс поражения верхней конечности при спастических формах ДЦП укладывается в понятие «спастическая рука». Паттерн включает в себя аддукционную и пронационную контрактуру плечевого сустава, флексионную контрактуру локтевого сустава, пронационную контрактуру предплечья, флексионную контрактуру лучезапястного сустава и пальцев (реже деформации пальцев по типу «лебединой шеи»), аддукционную либо флексионно-аддукционную контрактуру первого пальца [42].

S. Keats считает, что целями хирургического лечения являются [25]:

- восстановление функции хвата (в первую очередь, сферического, цилиндрического и щипкового) и расслабления кисти;
- коррекция контрактур суставов;
- восстановление баланса мышц-антагонистов;
- общее улучшение функции верхней конечности и степени её участия в повседневной деятельности;
- улучшение внешнего вида, положения руки (косметический фактор).

В ряде тяжёлых случаев достижениями хирургического лечения могут быть только улучшение внешнего вида верхней конечности (косметический эффект) и упрощение гигиенического ухода за пациентом [11].

Симптомокомплекс спастической деформации верхней конечности состоит из следующих наиболее значимых компонентов: флексионная контрактура локтевого сустава, пронационная контрактура предплечья; флексионная контрактура кистевого сустава, деформации

Андреев А.В., Рыжиков Д.В., Губина Е.В. Хирургическое лечение контрактур и двигательных установок верхней конечности у детей со спастическими формами ДЦП (обзор литературы). *Травматология и ортопедия России*. 2016;22(3):135-145. DOI 10.21823/2311-2905-2016-22-3-135-145.

Андреев Антон Вадимович. Ул. Фрунзе, д. 17, г. Новосибирск, Россия, 630091; e-mail: doctor_andreev@icloud.com

Рукопись поступила: 29.07.2016; принята в печать: 18.08.2016

пальцев кисти. Поэтому в данной статье будет представлен взгляд на хирургическую коррекцию каждого компонента спастической деформации верхней конечности от локтевого сустава до пальцев кисти.

Критерии отбора пациентов для оперативного вмешательства

Возраст. Единого взгляда на оптимальный возраст для реконструктивной хирургии верхней конечности при спастических формах ДЦП на данный момент не существует. Рядом авторов высказывается мнение, что начинать коррекцию спастической деформации верхней конечности можно уже в возрасте 4–6 лет, считая этот возраст достаточным для сознательного участия пациентов в реабилитационных мероприятиях [38, 49]. Следует учитывать, что при скачке роста скелета на фоне второго гормонального спурга формируются контрактуры и деформации, зачастую даже на фоне проводимого консервативного лечения. По мнению J.M. Patterson с соавторами [41], основанному на оценке отдалённых результатов спастической флексионной контрактуры кистевого сустава у детей с ДЦП, перераспределение баланса сил мышц-антагонистов до пубертатного возраста может привести к потере коррекции в подростковом периоде.

Уровень интеллектуального развития. Считается, что реконструктивные вмешательства с целью улучшения функции конечности не должны выполняться у пациентов с умственной отсталостью. Это объясняется невозможностью сотрудничества с такими пациентами на реабилитационном этапе. В противовес этому мнению M.G. Carlson считает, что лёгкая умственная отсталость не является противопоказанием к реконструктивной хирургии. При операциях, не требующих активной реабилитации, таких как стабилизирующие вмешательства на суставах и паллиативные операции, не имеет значения уровень интеллектуального развития пациента [5].

Волевой контроль конечности. Считается, что имеет смысл улучшать функцию конечности, если пациент может совершать целенаправленные действия поражённой рукой. Отсутствие склонности к использованию конечности является предиктором плохого функционального результата после реконструктивной хирургии. По данным ретроспективного анализа отдалённых результатов оперативного лечения спастического поражения верхней конечности у 134 пациентов с ДЦП, проведённого A.E. Van Heest с соавторами, больные с лучшим

волевым контролем «спастической руки» доказательно имели более значительное улучшение функции [52].

Чувствительность. Пациенты с плохой чувствительностью поражённой конечности получают худшие функциональные результаты после реконструктивной хирургии. Наиболее доказательным параметром состояния чувствительности является стереогноз. В исследовании E. Kinnucan с соавторами [26] было установлено, что до 97% пациентов с поражением верхних конечностей при ДЦП имеют нарушения стереогноза. По мнению M.G. Carlson и C. Brooks, стереогноз зависит от пространственного положения поражённой конечности и может несколько улучшиться после хирургической коррекции [6].

Мотивация и окружение. Мотивация и поддержка окружающих, их участие в реабилитации пациента крайне важны для конечного функционального результата лечения. Идеальный пациент для улучшения функции конечности – заинтересованный, мотивированный кандидат в возрасте 6 лет со стабильной поддержкой членами семьи, недоминантной поражённой конечностью с хорошей афферентной иннервацией, с геми- или моноплегией без сопутствующих когнитивных нарушений [47].

Особенности неврологического статуса. Пациенты со спастическими формами ДЦП могут быть хорошими кандидатами для улучшения функции конечности. В то же время, сопутствующие нарушения контроля мышц конечности не позволяют надеяться на хороший функциональный результат при реконструктивной хирургии. По мнению E.A. Zancolli, наибольшей ошибкой является применение мягкотканых вмешательств с целью улучшения функции конечности у пациентов с гиперкинетической и астено-атакической формами ДЦП. Результаты таких вмешательств расцениваются как непредсказуемые и часто неудовлетворительные [56].

Флексионная контрактура локтевого сустава

Наиболее заинтересованными в патогенезе структурами являются плечевая, плечелучевая и двуглавая мышцы плеча. Следует учитывать, что и общая группа мышц-сгибателей, крепящихся к медиальному надмыщелку плеча, может провоцировать контрактуру локтевого сустава. Согласно данным исследования В.Ф. Моргеу с соавторами [35], большинство повседневных действий верхней конечности выполняется при сгибании в локтевом суставе в

пределах 30–130°. Флексионная контрактура свыше 30° считается значительным косметическим дефектом и провоцирует функциональный дефицит [1].

Каких-либо классификаций контрактур локтевого сустава при ДЦП в доступной литературе не найдено. Показания к оперативному лечению определяются исключительно исходя из клинической картины. Таковыми являются: флексионная контрактура свыше 30°, значимый косметический дефект, функциональный дефицит конечности, сложности в гигиеническом уходе за пациентом.

Из использующихся на данный момент оперативных вмешательств можно выделить способ М.А. Митал [4, 33]. Вмешательство заключается в иссечении фиброзного растяжения двуглавой мышцы плеча, Z-образном удлинении сухожилия двуглавой мышцы плеча, парциальной миотомии плечевой мышцы. Автором определяются следующие показания к операции: флексионная контрактура свыше 45° либо рабочее положение руки со сгибанием в локтевом суставе свыше 100°. В среднем удалось достичь 40° коррекции контрактуры. При этом ухудшения со стороны активной супинации предплечья и разгибания в локтевом суставе операцией не провоцируются.

М.Г. Carlson с соавторами опубликовали результаты лечения 86 пациентов в возрасте от 3 до 20 лет с проведением различных вмешательств, исходя из степени контрактуры локтевого сустава [7]. Так, в первой группе при вынужденном угле в локтевом суставе менее 45° выполнялись парциальная миотомия двуглавой мышцы плеча, плечевой мышцы и проксимальный релиз плечелучевой мышцы. При дефиците разгибания от 45° и выше во второй группе к первоначальному объёму вмешательства вместо парциального удлинения двуглавой мышцы плеча выполняли её Z-образное удлинение. Срок послеоперационного наблюдения составил до 22 месяцев в группе парциального удлинения и до 18 месяцев в группе Z-пластики двуглавой мышцы плеча. По результатам лечения в первой группе активное разгибание превзошло дооперационные значения на 17°, активное разгибание ухудшилось на 4°. Во второй группе разгибание улучшилось на 38° при потере активного разгибания на 19°. В 2013 г. С.Дж. Ду с соавторами опубликовали статью по отдалённым результатам коррекции контрактур в первой группе пациентов [13]. Авторами отмечалось дополнительное улучшение активного разгибания в локтевом суставе в среднем на 12°, а также уменьшение активного сгибания на 8°.

Аналогичных результатов достигли Н.С. Gong с соавторами [18]. Результаты лечения 29 пациентов показали, что парциальное удлинение мышц-сгибателей предплечья оказывает меньшее влияние на разрешение флексионной контрактуры локтевого сустава, чем Z-удлинение двуглавой мышцы плеча. Однако парциальное удлинение, в отличие от Z-пластики, не сказывается на возможностях пациентов при активном сгибании предплечья.

В исследовании Р.Р. Manske с соавторами сообщается о 42 оперативных вмешательствах у 40 пациентов с минимальным сроком наблюдения в течение года. Вмешательство включало в себя иссечение фиброзного растяжения двуглавой мышцы плеча и отсепаровки перитенона сухожилия двуглавой мышцы плеча с целью нарушения афферентной иннервации. Были произведены предоперационная и послеоперационная оценка угла активного сгибания, разгибания локтевого сустава, заполнение опросника (родителями). Активное разгибание улучшилось в среднем на 18°. Значительных изменений активного сгибания локтевого сустава после оперативного лечения не последовало [29].

В своей работе Н.С. El-Said отмечал некоторое улучшение разгибания в локтевом суставе во всех случаях после релиза общего сухожилия флексоров-пронаторов [14].

Пронационная контрактура предплечий

Пронационная контрактура предплечий провоцируется спастичностью обеих пронаторов: круглого и квадратного.

В своей работе С. Gschwind и М. Tonkin выделили 4 типа пронационной контрактуры предплечья [20]:

- тип 1 – активная супинация, превышающая среднефизиологическое положение;
- тип 2 – активная супинация, позволяющая достичь среднего положения либо менее;
- тип 3 – отсутствие активной супинации при свободной пассивной;
- тип 4 – отсутствие активной супинации, тяжело поддающаяся пассивная супинация.

Авторы предложили тактику ведения для каждого типа и рекомендовали отказаться от хирургической агрессии при первом типе, когда возможна супинация сверх среднего положения. При возможностях активной супинации лишь до среднего положения (2 тип) авторы рекомендовали выполнять миотомии квадратного пронатора в сочетании с релизом апоневроза сгибателей, включающим в себя 2 см поперечное иссечение фасции предплечья на 6 см дистальнее медиального надмыщелка плечевой кости.

Для пациентов с сохранной пассивной супинацией предплечья (при отсутствии активной супинации – 3 тип) рекомендовано выполнение транспозиции круглого пронатора в положение супинатора. При типе 4 (отсутствие активной и пассивной супинации) рекомендовалась миотомия квадратного пронатора в сочетании с релизом апоневроза сгибателей.

В наиболее тяжёлых случаях при неэффективности сухожильно-мышечных пластик выполняются различные варианты деротационных остеотомий костей предплечий с выведением сегмента в функционально выгодное положение [15, 34].

Транспозиция круглого пронатора в положение супинатора была впервые описана Н.Т. Sakellarides с соавторами [44]. Авторы докладывали о 22 пациентах, которым была выполнена транспозиция круглого пронатора в положение супинатора. Было отмечено 82% хороших и отличных результатов с получением в послеоперационном периоде до 46° активной супинации в сравнении с предоперационным состоянием. В дальнейшем W.B. Strecker с соавторами доказали эффективность операции в сравнении с миотомией круглого пронатора. Они сравнивали результаты лечения 41 пациента, которым выполнялась транспозиция круглого пронатора по поводу пронационной контрактуры предплечья, и результаты лечения 16 пациентов с проведённой миотомией круглого пронатора. Среднее улучшение супинации в группе транспозиций достигало 78° по сравнению с 54° в группе миотомий [45].

R.E. Bunata [4] представил результаты выполнения транспозиции круглого пронатора по поводу пронационной контрактуры предплечья со средним сроком наблюдения 39 месяцев. Средняя активная супинация улучшилась на 65°, и среднее динамическое позиционирование предплечья изменилось с 26° до 7° пронации от среднего положения; 30 из 31 пациентов приобрели возможность удерживать чашку воды в нейтральном положении в больной руке. У 9 детей в послеоперационном периоде отмечалась умеренная гиперкоррекция: они удерживали руку в супинации при захвате.

В 2015 г. J.J. Но опубликовал сообщение о 46-месячном клиническом наблюдении пациентов после транспозиции круглого пронатора по поводу пронационной контрактуры. Достигнутые результаты: улучшение активной супинации в среднем на 80,9° при потере активной пронации в 22° [22].

В 2004 г. Т. Ozkan с соавторами описали выполнение пересадки плечелучевой мышцы в сочетании с релизом круглого и квадратного

пронаторов с целью восстановления супинации. Выполнялось продольное рассечение сухожилия плечелучевой мышцы с проведением дистальной порции через межкостную мембрану с тыльной поверхности на ладонную с последующим подшиванием к проксимальной порции сухожилия. Авторы сообщили о достижении 81° активной супинации в сравнении с предоперационными показателями [37]. В дальнейшем Т. Ozkan предложил выполнение транспозиции плечелучевой мышцы как альтернативу транспозиции круглого пронатора, позволяющую сохранять в большей мере возможности активной супинации предплечья при сохранении обеих мышц-пронаторов [38].

При невозможности использования круглого пронатора или плечелучевой мышцы для усиления супинации и в случаях необходимости дополнительного сгибания локтевого сустава Т. Ozkan с соавторами предложили выполнять супинаторопластику плечевой мышцы [39]. В их работе было доложено о результате лечения 4 пациентов с достижением супинации 60° и 50°, у одного пациента – 5° и отсутствии положительного эффекта у одного пациента.

N.S. El-Said при пронационной контрактуре выполнил проксимальный релиз круглого пронатора с транспозицией локтевого сгибателя запястья на короткий лучевой разгибатель запястья 35 пациентам в возрасте от 6 до 19 лет [14].

T.A. Sheema с соавторами провели на кадаверном материале биомеханические исследования эффективности транспозиций круглого пронатора, локтевого сгибателя запястья и плечелучевой мышц для улучшения супинации предплечья. По результатам эксперимента было доказано, что наиболее эффективным вмешательством является транспозиция локтевого сгибателя кисти на лучевой разгибатель кисти, несколько менее эффективной оказалась транспозиция плечелучевой мышцы, наименее эффективна транспозиция круглого пронатора [8].

G. Šobeljić с соавторами провели ретроспективный обзор результатов лечения пронационной контрактуры предплечья за период с 1971 по 2001 г. Средний срок наблюдения пациентов составил 17,5 лет. Проводилось сравнение результатов лечения следующих объёмов оперативного вмешательства: транспозиция круглого пронатора на короткий лучевой разгибатель кисти; реинсерция круглого пронатора в положение супинатора; миотомия квадратного пронатора в сочетании с реинсерцией круглого пронатора. Отдалённые результаты лечения показали среднюю активную супинацию пред-

плеча 85° по сравнению с 10° на дооперационном этапе. Анализ результатов исследования не выявил статистически значимой разницы в эффективности хирургического лечения тем или иным методом. Авторы заключили, что изолированная реинсерция круглого пронатора является наиболее простым и наименее травматичным из представленных методов и, следовательно, наиболее предпочтительным [9].

Флексионная контрактура лучезапястного сустава и пальцев кисти

Основной причиной флексионной контрактуры лучезапястного сустава является спастическое натяжение локтевого сгибателя запястья и сгибателей пальцев кисти. Значительно реже в процесс могут быть вовлечены лучевой сгибатель запястья и длинная ладонная мышца. В ряде случаев сгибание в кисти определяется преимущественно натяжением сгибателей пальцев кисти. При согнутом лучезапястном суставе становится невозможным выполнение основных видов кистевого хвата, а в сочетании со флексионной контрактурой пальцев кисти практически полностью исключается функция верхней конечности.

Наиболее распространённая классификация флексионной контрактуры лучезапястного сустава и пальцев была описана Е.А. Zancolli и Е.Р. Zancolli-младшим в 1981 г. [54]. Авторы выделили 3 группы:

- 1) активное разгибание пальцев при сгибании в лучезапястном суставе до 20°;
- 2) активное разгибание пальцев при сгибании в лучезапястном суставе свыше 20°: 2а – активное разгибание кисти при согнутых пальцах; 2b – невозможность разгибания кисти при согнутых пальцах;
- 3) невозможность совершения разгибательных движений в пальцах даже при максимальном сгибательном положении в лучезапястном суставе.

При невыраженных флексионных контрактурах (группы 1, 2 а – по Zancolli) рекомендуется выполнение Z-образной пластики с целью удлинения локтевого сгибателя запястья и иных сухожилий при их выраженном натяжении. При сильном натяжении сухожилия длинной ладонной мышцы рекомендуется его отсечение от места прикрепления и использование как донора при усилении других мышц [27, 48].

С целью улучшения активного разгибания запястья у пациентов группы 2b выполняются транспозиции сухожилий. В частности, операция W.T. Green [17] позволяет достичь, помимо

супинирующего усилия на предплечье, разгибательного усилия на лучезапястный сустав [17].

W.R. Beach с соавторами сообщают о 17-летнем опыте применения операции Green в клинической практике. Вмешательство проводилось пациентам в возрасте от 3 лет 5 месяцев до 16 лет 5 месяцев. Авторы отмечают достижение в 88% косметического эффекта и в 79% – хорошего функционального результата. Вместе с тем, было отмечено, что у детей в возрасте старше 12 лет были получены более низкие функциональные результаты [2].

При невозможности использования сухожилия локтевого сгибателя запястья (например, при его задействованности в иных пластиках, слабой тяги мышцы у конкретного пациента) описываются транспозиции плечелучевой мышцы, круглого пронатора на короткий лучевой разгибатель запястья. Так, Т. Ozkan с соавторами описали транспозицию плечевой мышцы на лучевой разгибатель запястья у пятерых пациентов по поводу флексионной контрактуры лучезапястного сустава с достижением активного разгибания до 65° [39]. С.Л. Colton с соавторами сообщили о результатах транспозиции сухожилия круглого пронатора на короткий лучевой разгибатель кисти у 9 пациентов [10].

В третьей группе при отсутствии активного разгибания в пальцах кисти после разрешения флексионных контрактур необходимо усиление разгибателей пальцев. В частности, описывается применение транспозиции локтевого сгибателя запястья на общий разгибатель пальцев [39].

При наиболее ригидных флексионных контрактурах пальцев кистей выполняется операция транспозиции сухожилий глубокого разгибателя пальцев на поверхностный – STP-пластика [3]. Вмешательство значительно ослабляет сгибание пальцев кисти, лишая возможности совершать хватательные движения, и рекомендуется исключительно при наличии нефункциональной кисти для облегчения гигиенического ухода за пациентом [16]. С целью ослабления влияния сгибателей используется также низведение проксимальной точки прикрепления мышц-сгибателей [14]. При необходимости достичь большей лучевой девиации кисти при транспозициях рекомендуется усилить длинный лучевой разгибатель запястья, для достижения большей супинации – короткий лучевой разгибатель [38].

Костно-пластические оперативные вмешательства применяются при грубых флексионных контрактурах в тех случаях, когда сухожильно-мышечные пластики не эффективны. Наиболее

перспективным среди таких вмешательств является артрорез лучезапястного сустава в положении коррекции с резекцией проксимального ряда костей запястья. Вмешательство помимо стабилизации сустава позволяет уменьшить натяжение мягких тканей за счёт укорочения сегмента [19, 36, 43, 46, 53]. Так, укорочение конечности на 1 см позволяет достичь до 25° пассивного разгибания в лучезапястном суставе [38].

Исследуя отдалённые результаты выполнения операции Грина J.M. Patterson с соавторами отметили, что в подавляющем большинстве случаев причиной неудовлетворительных результатов была гиперкоррекция. Так, в исследовании из 25 выполненных транспозиций в 12 случаях развились поздние деформации в период от 10 до 105 месяцев после операции: у 8 больных – гиперэкстензионные деформации кистевого сустава, у одного пациента – супинационная деформация предплечья и в 3 случаях – рецидив сгибательной деформации кисти. В 9 случаях потребовалось повторное вмешательство. Девять пациентов с неудовлетворительными результатами на период вмешательства были в возрасте до 13 лет [41].

Флексионно-аддукционная контрактура суставов первого пальца

Специфическая флексионно-аддукционная контрактура суставов первых пальцев кистей при спастических формах ДЦП является наиболее значимой деформацией пальцев, определяющей невозможность осуществления основных видов хвата кисти.

Гипертонус приводящих первый палец мышц в сочетании со спастичностью первой тыльной межкостной мышцы кисти в дальнейшем приводит к дерматогенной приводящей контрактуре первого пальца. А натяжение короткого сгибателя первого пальца в сочетании с приведением формирует характерный вид деформации [32]. К такому положению может привести и слабость мышц-антагонистов. В дополнение к этому при вовлечении длинного сгибателя первого пальца формируется флексионная контрактура первого межфалангового сустава. При сохранённой функции мышц-разгибателей первого пальца может формироваться рекурвация первого пястно-фалангового сустава с прогрессированием нестабильности, а в дальнейшем – подвывиха в суставе.

J.H. House с соавторами в 1981 г. предложили классификацию флексионно-аддукционных контрактур, включающую 4 типа:

- 1 тип – простое приведение за счёт спастичности или контракции приводящих мышц первого пальца и первой тыльной межкостной мышцы кисти;
- 2 тип – в дополнение к приведению формирование флексионной контрактуры в пястно-фаланговом суставе за счёт вовлечённости короткого сгибателя первого пальца;
- 3 тип – нестабильность и рекурвация в пястно-фаланговом суставе при спастичности разгибателей первого пальца и слабости длинного сгибателя первого пальца;
- 4 тип – тяжёлая деформация с вовлечённостью всех сгибателей и приводящих мышц первого пальца.

Авторами классификации были определены основные цели коррекции деформации. Они заключаются в релизе спастических и контрагированных мышц, усилении паретических и ослабленных мышц, устранении нестабильности суставов [23].

М.А. Tonkin с соавторами предложили классификацию с выделением трех типов [48]: 1) за счёт коротких мышц кисти, 2) длинных мышц кисти и 3) комбинированные деформации (смешанного генеза).

Наиболее распространённое оперативное вмешательство из используемых на данный момент было предложено I. Matev в 1963 г. [30]. Двухэтапное вмешательство заключалось в релизе коротких мышц: короткой приводящей, короткого сгибателя первого пальца, первой тыльной межкостной мышцы и дистальных 2/3 короткой отводящей мышцы. Автор отмечал, что отсепаровывание приводящей мышцы от сесамовидной кости основания первого пальца значительно уменьшает силу сгибания проксимальной фаланги первого пальца, что, в свою очередь, неизбежно приведёт к гиперэкстензии в пястно-фаланговом суставе. Вторым этапом в зависимости от клинической картины выполнялись: укорочение длинной отводящей, короткого разгибателя первого пальца, транспозиция длинного лучевого разгибателя на короткий разгибатель первого пальца либо его пересадка на первую пястную кость. При длительном вынужденном положении первого пальца формируется вторичная дерматогенная контрактура, требующая кожной пластики. В 1991 г. автор доложил о результатах своего 20-летнего опыта выполнения коррекции деформации первого пальца [31]. Вмешательства были выполнены 56 пациентам в возрасте от 2 до 15 лет со средним сроком наблюдения 4 года 11 месяцев. Хорошие и удовлетворительные отдалённые клинические результаты были достигнуты в 82% наблюдений.

В настоящее время с целью усиления отведения многими авторами рекомендуется использовать в первую очередь транспозицию части сухожилия длинной ладонной мышцы на сухожилие длинной отводящей мышцы [27, 48]. Возможно также использование сухожилия плечелучевой мышцы и лучевого сгибателя кисти [31, 49]. При отсутствии перспективных мышц для транспозиции сухожилие длинной отводящей мышцы подшивают под натяжением к сухожилию лучевого разгибателя кисти, что позволяет удерживать первый палец в функционально выгодном положении.

Вследствие нарушения баланса мышца-антагонистов нередко формируется нестабильность суставов первого пальца и первого пястно-запястного сустава. В первую очередь это касается пястно-фалангового сустава. Рекурвация пястно-фалангового сустава более 20° в сочетании с проведением транспозиций с целью усиления функции длинного разгибателя первого пальца неминуемо приведёт к прогрессированию нестабильности. В таких случаях рекомендуется его стабилизация путём выполнения сесамодеза, капсулодеза в положении 30° сгибания, а при недостаточной фиксации – выполнение артрорезирующего вмешательства в функционально выгодном положении [21, 24, 49, 50]. При нестабильности межфалангового сустава выполняется его тенодез или артрорез в положении 10–15° сгибания, а при нестабильности первого запястно-пястного сустава – трапециопястный артрорез в функционально выгодном положении.

Так, М. Tonkin с соавторами сообщают о результатах лечения 32 пациентов с применением костных вмешательств. Средний срок наблюдения составил 32 месяца после оперативного вмешательства. Удержание коррекции отмечалось у 29 пациентов, 26 кистей из 33 оперированных смогли выполнить «ключевой» хват [48].

При отсутствии перспектив функционирования первого пальца выполняется невротомия возвратного двигательного нерва тенара, при необходимости – стабилизирующие вмешательства на суставах. Авторами отмечается хороший клинический эффект на бесперспективной конечности в отношении облегчения гигиенического ухода за пациентом [40].

Деформация пальцев по типу «лебединой шеи»

У детей с ДЦП гиперэкстензия в проксимальном межфаланговом суставе и сгибание в дистальном провоцируются спастическим натяжением общего разгибателя пальцев, тыльных межкостных мышц кисти в сочетании с флекси-

онной контрактурой кисти. Деформация довольно распространена при спастических деформациях верхней конечности, но относительно редко влияет на функциональные возможности кисти и обычно не требует хирургической коррекции. Тем не менее, при выраженном натяжении сухожильных структур формируется эффект тенодеза суставов пальцев, провоцирующий выраженное ограничение в движении пальцев.

Описаны следующие виды хирургической коррекции деформации [38]:

- с целью уменьшения натяжения центральной ножки общего разгибателя пальцев отсечение от неё сухожилий тыльных межкостных мышц кисти;
- придание более ладонного положения латеральным ножкам общего разгибателя пальцев путём укорочения поперечных ретинакулярных связок;
- реинсерция центральной ножки общего разгибателя пальцев на проксимальную фалангу;
- тенодез или артрорез проксимального межфалангового сустава;
- невротомия двигательных ветвей локтевого нерва;
- сгибательные остеотомии пястных костей.

Наиболее перспективным представляется вмешательство, предложенное E. Zancolli, заключающееся в транслокации боковых ножек общего разгибателя кисти на ладонную поверхность без отсечения от места прикрепления, что, в свою очередь, продуцирует сгибательное усилие на проксимальный межфаланговый сустав [55].

Метод в дальнейшем развили М.А. Tonkin с соавторами [51], которые опубликовали результаты коррекции деформации пальцев по типу «лебединой шеи» описанным методом. Но срок послеоперационного наблюдения пациентов был менее года.

В дальнейшем М. de Bruin с соавторами описали результаты лечения деформации 62 пальцев с минимальным сроком наблюдения 5 лет. Он показал, что к концу первого года хорошие результаты коррекции сохранялись у 84% пациентов, спустя 5 лет после операции – у 60% [12].

Заключение

За почти двухвековую историю оперативного лечения контрактур и деформаций конечностей у детей вследствие спастических церебральных параличей остаётся ещё множество нерешённых задач. Об этом свидетельствуют не всегда удовлетворительные результаты лечения с исходом в рецидивы, гиперкоррекцию, вторичные ятрогенные контрактуры [41]. Недостаточная

информированность ортопедов о возможностях хирургической коррекции спастических деформаций верхних конечностей оставляет значительную часть нуждающихся пациентов без лечения. Результаты успешной коррекции контрактур верхней конечности у детей с ДЦП стимулируют рост когнитивных навыков, улучшают самообслуживание, повышают качество жизни пациентов с таким недугом. В этой связи необходимо продолжать исследования по изучению показаний к оперативному лечению, планированию объема оперативного вмешательства, развитие хирургической техники и вопросов послеоперационного ведения.

Конфликт интересов: не заявлен.

Источник финансирования: исследование проведено без спонсорской поддержки.

Литература

- Умнов В.В., Новиков В.А., Звозиль А.В. Диагностика и лечение спастической руки у детей с детским церебральным параличом: обзор литературы. Часть 2. Консервативное и хирургическое лечение верхней конечности. *Травматология и ортопедия России*. 2011;3(61):137-145.
- Beach W.R., Strecker W.B., Coe J., Manske P.R., Schoenecker P.L., Dailey L. Use of the Green transfer in treatment of patients with spastic cerebral palsy: 17-year experience. *J Pediatr Orthop*. 1991;11(6):731-736.
- Braun R.M., Vise G.T., Roper B. Preliminary experience with superficialis-to-profundus tendon transfer in the hemiplegic upper extremity. *J Bone Joint Surg Am*. 1974;56(3):466-472.
- Bunata R.E. Pronator teres rerouting in children with cerebral palsy. *Hand Surg Am*. 2006;31(3):474-482.
- Carlson M.G. Green's operative hand surgery. In: Green D.P., Hotchkiss R.N., Pederson W.C., Wolfe S.W., editors. *Cerebral palsy*. Philadelphia: Churchill Livingstone. 2005. p. 1197-1234.
- Carlson M.G., Brooks C. The effect of altered hand position and motor skills on Stereognosis. *J Hand Surg Am*. 2009;34(5):896-899. doi: 10.1016/j.jhsa.2009.01.029
- Carlson M.G., Hearn K.A., Inkelis E., Leach M.E. Early results of surgical intervention for elbow deformity in cerebral palsy based on degree of contracture. *J Hand Surg Am*. 2012;37(8):1665-1671. doi: 10.1016/j.jhsa.2012.05.013.
- Cheema T.A., Firozabakhsh K., De Carvalho A.F., Mercer D. Biomechanical comparison of 3 tendon transfers for supination of the forearm. *J Hand Surg Am*. 2006;31(10):1640-1644.
- Čobeljić G., Rajković S., Bajin Z., Lešić A., Bumbaširević M., Aleksić M., Atkinson H.D. The results of surgical treatment for pronation deformities of the forearm in cerebral palsy after a mean follow-up of 17.5 years. *J Orthop Surg Res*. 2015;8(10):106. doi: 10.1186/s13018-015-0251-3
- Colton C.L., Ransford A.O., Lloyd-Roberts G.C. Transposition of the tendon of pronator teres in cerebral palsy. *J Bone Joint Surg Br*. 1976;58(2):220-223.
- Crenshaw A.H. *Campbell's operative orthopaedics*, 8th edition. St. Louis: Mosby Year Book. 1992. p. 3281-3298.
- de Bruin M., van Vliet D.C., Smeulders M.J., Kreulen M. Long-term results of lateral band translocation for the correction of swan neck deformity in cerebral palsy. *J Pediatr Orthop*. 2010;30(1):67-70. doi: 10.1097/BPO.0b013e3181c6c363
- Dy C.J., Pean C.A., Hearn K.A., Swanstrom M.M., Janowski L.C., Carlson M.G. Long-term results following surgical treatment of elbow deformity in patients with cerebral palsy. *J Hand Surg Am*. 2013;38(12):2432-2436. doi: 10.1016/j.jhsa.2013.09.028
- El-Said N.S. Selective release of the flexor origin with transfer of flexor carpi ulnaris in cerebral palsy. *J Bone Joint Surg Br*. 2001;83-B:259-262.
- Ezaki M., Oishi S.N. Technique of forearm osteotomy for pediatric problems. *J Hand Surg Am*. 2012;37(11):2400-2403. doi: 10.1016/j.jhsa.2012.08.033
- Facca S., Louis P., Isner M.E., Gault D., Allieu Y., Liverneaux P. Braun's flexor tendons transfer in disabled hands by central nervous system lesions. *Orthop Traumatol Surg Res*. 2010;96(6):656-661. doi: 10.1016/j.otsr.2010.03.023
- Green W.T. Tendon transplantation of the flexor carpi ulnaris for pronation-flexion deformity of the wrist. *Surg Gynecol Obstet*. 1942;75:337.
- Gong H.S., Cho H.E., Chung C.Y., Park M.S., Lee H.J., Baek G.H. Early results of anterior elbow release with and without biceps lengthening in patients with cerebral palsy. *J Hand Surg Am*. 2014;39(5):902-909. doi: 10.1016/j.jhsa.2014.02.012
- Gong H.S., Kang J.Y., Lee J.O., Chung M.S., Baek G.H. Wrist arthrodesis with volar plate fixation in cerebral palsy. *Tech Hand Up Extrem Surg*. 2010;14(2):69-72. doi: 10.1097/BTH.0b013e3181c6c363
- Gschwind C., Tonkin M. Surgery for cerebral palsy: Part 1. Classification and operative procedures for pronation deformity. *J Hand Surg Br*. 1992;17(4):391-395.
- Gwilym S., Swan M.C., Giele H.P. Sesamoid arthrodesis of the thumb: a technique using a Mitek anchor and wire suture. *Ann R Coll Surg Engl*. 2005;87(2):139.
- Ho J.J. Pronator teres transfer for forearm and wrist deformity in cerebral palsy children. *J Pediatr Orthop*. 2015;35(4):412-418. doi: 10.1097/BPO.0000000000000276
- House J.H., Gwathmey F.W., Fidler M.O. A dynamic approach to the thumb-in palm deformity in cerebral palsy. *J Bone Joint Surg Am*. 1981;63(2):216-225.
- Hunt T.R., Wiesel S.W. *Operative techniques in hand, wrist, and forearm surgery*. London: Lippincott Williams & Wilkins. 2010. p. 952-959.
- Keats S. Surgical treatment of the hand in cerebral palsy: correction of thumb-in-palm and other deformities. Report of nineteen cases. *J Bone Joint Surg Am*. 1965;47:274-284.
- Kinnucan E., Van Heest A., Tomhave W. Correlation of motor function and stereognosis impairment in upper limb cerebral palsy. *J Hand Surg Am*. 2010;35(8):1317-1322. doi: 10.1016/j.jhsa.2010.04.019
- Lawson R.D., Tonkin M.A. Surgical management of the thumb in cerebral palsy. *Hand Clin*. 2003;19(4):667-677.
- Little W.J. *Hospital for the Cure of Deformities: course of lectures on the deformities of the human frame*. Lancet. 1843;350-354.
- Manske P.R., Langewisch K.R., Strecker W.B., Albrecht M.M. Anterior elbow release of spastic elbow flexion deformity in children with cerebral palsy. *J Pediatr Orthop*. 2001;21(6):772-777.
- Matev I. Surgical treatment of spastic "thumb-in-palm" deformity. *J Bone Joint Surg Br*. 1963;45(4):703-708.

31. Matev I. Surgery of the spastic thumb-in-palm deformity. *J Hand Surg Br.* 1991;16(2):127-132.
32. Miller F. Cerebral palsy. N.Y.: Springer; 2005. 418 p.
33. Mital M.A. Lengthening of the elbow flexors in cerebral palsy. *J Bone Joint Surg Am.* 1979;61(4):515-522.
34. Moon E.S., Howlett J., Wiater B.P., Trumble T.E. Treatment of plastic deformation of the forearm in young adults with double-level osteotomies: case reports. *J Hand Surg Am.* 2011;36(4):639-646. doi: 10.1016/j.jhssa.2010.11.042
35. Morrey B.F., Askew L.J., Chao E.Y. A biomechanical study of normal functional elbow motion. *J Bone Joint Surg Am.* 1981;63(6):872-877.
36. Omer G.E., Capen D.A. Proximal row carpectomy with muscle transfers for spastic paralysis. *J Hand Surg Am.* 1976;1(3):197-204.
37. Ozkan T., Tuncer S., Aydin A., Hosbay Z., Gulgonen A. Brachioradialis re-routing for the restoration of active supination and correction of forearm pronation deformity in cerebral palsy. *J Hand Surg Br.* 2004;29(3):265-270.
38. Ozkan T., Tuncer S. Upper extremity surgery in cerebral palsy. *JAREM.* 2012;2:43-54.
39. Ozkan T., Bicer A., Aydin H.U., Tuncer S., Aydin A., Hosbay Z.Y. Brachialis muscle transfer to the forearm for the treatment of deformities in spastic cerebral palsy. *J Hand Surg Eur.* 2013;38(1):14-21.
40. Pappas N., Baldwin K., Keenan M.A. Efficacy of median nerve recurrent branch neurectomy as an adjunct to ulnar motor nerve neurectomy and wrist arthrodesis at the time of superficialis to profundus transfer in prevention of intrinsic spastic thumb-in-palm deformity. *J Hand Surg Am.* 2010;35(8):1310-1316. doi: 10.1016/j.jhssa.2010.05.007
41. Patterson J.M., Wang A.A., Hutchinson D.T. Late deformities following the transfer of the flexor carpi ulnaris to the extensor carpi radialis brevis in children with cerebral palsy. *J Hand Surg Am.* 2010;35(11):1774-1778. doi: 10.1016/j.jhssa.2010.07.014
42. Tavade P.N., Athani M.S., Rege P.V. Pre and post surgical functional analysis of spastic hand. *Ind J Occup Ther.* 2003;35(2) <http://medind.nic.in/iba/t03/i2/ibat03i2p7.pdf>.
43. Rayan G.M., Young B.T. Arthrodesis of the spastic wrist. *J Hand Surg Am.* 1999;24(5):944-952.
44. Sakellarides H.T., Mital M.A., Lenzi W.D. Treatment of pronation contractures of the forearm in cerebral palsy by changing the insertion of the pronator radii teres. *J Bone Joint Surg Am.* 1981;63(4):645-52.
45. Strecker W.B., Emanuel J.P., Daily L., Manske P.R. Comparison of pronator tenotomy and pronator re-routing in children with spastic cerebral palsy. *J Hand Surg Am.* 1988;13:540-543.
46. Thabet A.M., Kowtharapu D.N., Miller F., Dabney K.W., Shah S.A., Rogers K., Holmes L.Jr. Wrist fusion in patients with severe quadriplegic cerebral palsy. *Musculoskelet Surg.* 2012;96(3):199-204. doi: 10.1007/s12306-012-0217-0
47. Tonkin M. The upper limb in cerebral palsy. *Curr Orthop.* 1995;9:149-55.
48. Tonkin M.A., Hatrick N.C., Eckersley J.R., Couzens G. Surgery for cerebral palsy part 3: classification and operative procedures for thumb deformity. *J Hand Surg Br.* 2001;26(5):465-470.
49. Tonkin M., Freitas A., Koman A., Leclercq C., Van Heest A. The surgical management of thumb deformity in cerebral palsy. *J Hand Surg Eur.* 2008;33(1):77-80. doi: 10.1177/1753193407087891
50. Tonkin M.A., Beard A.J., Kemp S.J., Eakins D.F. Sesamoid arthrodesis for hyperextension of the thumb metacarpophalangeal joint. *J Hand Surg Am.* 1995;20(2):334-338.
51. Tonkin M.A., Hughes J., Smith K.L. Lateral band translocation for swan-neck deformity. *J Hand Surg Am.* 1992;17(2):260-267.
52. Van Heest A.E., House J.H., Cariello C. Upper extremity surgical treatment of cerebral palsy. *J Hand Surg Am.* 1999;24(2):223-230.
53. Van Heest A.E., Strothman D. Wrist arthrodesis in cerebral palsy. *J Hand Surg Am.* 2009;34(7):1216-1224. doi: 10.1016/j.jhssa.2009.03.006
54. Zancolli E.A., Zancolli E.R.Jr. Surgical management of the hemiplegic spastic hand in cerebral palsy. *Surg Clin North Am.* 1981;61(2):395-406.
55. Zancolli E.A. Structural and dynamic bases of hand surgery, 2nd ed. Philadelphia: JB Lippincott; 1979.
56. Zancolli E.A. Surgical management of the hand in infantile spastic hemiplegia. *Hand Clin.* 2003;19(4):609-629.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ:

- Андреев Антон Владимович* – аспирант, врач травматолог-ортопед отделения детской ортопедии № 2 ФГБУ «Новосибирский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Я.Л. Цивьяна» Минздрава России
- Рыжиков Дмитрий Владимирович* – канд. мед. наук заведующий отделением детской ортопедии № 2 ФГБУ «Новосибирский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Я.Л. Цивьяна» Минздрава России
- Губина Елена Владимировна* – канд. мед. наук врач травматолог-ортопед отделения детской ортопедии № 2 ФГБУ «Новосибирский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Я.Л. Цивьяна» Минздрава России

SURGICAL TREATMENT OF STIFFNESS AND MOTION DISORDERS OF UPPER LIMB IN CHILDREN WITH SPASTIC CEREBRAL PALSY (review)

A.A. Andreev, D.V. Ryzhikov, E.V. Gubina

*Novosibirsk Research Institute of Traumatology and Orthopedics n.a. Ya.L. Tsivyan
Ul. Frunze, 17, Novosibirsk, Russia, 630091*

Abstract

Specific upper limb disorders accompanying spastic cerebral palsy substantially restrict self-care, writing abilities, hinder movements with external support aids and limit work capability. Spastic upper limb represents a complex multilevel abnormality progressing with age and leading to increased suffering of the patient. Little interest towards surgical correction of spastic upper limb along with insufficient awareness on surgical rehabilitation options leaves considerable number of patients without relevant treatment.

The present paper describes advances and complexities of orthopaedic correction for spastic arm in ICP, key classifications used and treatment outcomes based on scientific literature analysis.

Keywords: infantile spastic cerebral palsy, upper limb disorders.

DOI 10.21823/2311-2905-2016-22-3-135-145

Competing interests: the authors declare that they have no competing interests.

Funding: the authors have no support or funding to report.

References

- Umnov VV, Novikov VA, Zvozil AV. [Diagnostic and treatment of spastic hand in children with cerebral palsy: Review. Part 2. Conservative and surgical treatment of upper limb.] *Traumatologia i ortopedia Rossii*. 2011;3(61):137-145.
- Beach WR, Strecker WB, Coe J, Manske PR, Schoe necker PL, Dailey L. Use of the Green transfer in treatment of patients with spastic cerebral palsy: 17-year experience. *J Pediatr Orthop*. 1991;11(6):731-736.
- Braun RM, Vise GT, Roper B. Preliminary experience with superficialis-to-profundus tendon transfer in the hemiplegic upper extremity. *J Bone Joint Surg Am*. 1974;56(3):466-472.
- Bunata RE. Pronator teres rerouting in children with cerebral palsy. *Hand Surg Am*. 2006;31(3):474-482.
- Carlson MG. Green's operative hand surgery. In: Green DP, Hotchkiss RN, Pederson WC, Wolfe SW, editors. *Cerebral palsy*. Philadelphia: Churchill Livingstone. 2005. p. 1197-1234.
- Carlson MG, Brooks C. The effect of altered hand position and motor skills on Stereognosis. *J Hand Surg Am*. 2009;34(5):896-899. doi: 10.1016/j.jhssa.2009.01.029
- Carlson MG, Hearn KA, Inkell E, Leach ME. Early results of surgical intervention for elbow deformity in cerebral palsy based on degree of contracture. *J Hand Surg Am*. 2012;37(8):1665-1671. doi: 10.1016/j.jhssa.2012.05.013.
- Cheema TA, Firoozbakhsh K, De Carvalho AF, Mercer D. Biomechanic comparison of 3 tendon transfers for supination of the forearm. *J Hand Surg Am*. 2006;31(10):1640-1644.
- Čobeljić G, Rajković S, Bajin Z, Lešić A, Bumbaširević M, Aleksić M, Atkinson HD. The results of surgical treatment for pronation deformities of the forearm in cerebral palsy after a mean follow-up of 17.5 years. *J Orthop Surg Res*. 2015;8(10):106. doi: 10.1186/s13018-015-0251-3
- Colton CL, Ransford AO, Lloyd-Roberts GC. Transposition of the tendon of pronator teres in cerebral palsy. *J Bone Joint Surg Br*. 1976;58(2):220-223.
- Crenshaw AH. *Campbell's operative orthopaedics*, 8th edition. St. Louis: Mosby Year Book. 1992. p. 3281-3298.
- de Bruin M, van Vliet DC, Smeulders MJ, Kreulen M. Long-term results of lateral band translocation for the correction of swan neck deformity in cerebral palsy. *J Pediatr Orthop*. 2010;30(1):67-70. doi: 10.1097/BPO.0b013e3181c6c363
- Dy CJ, Pean CA, Hearn KA, Swanstrom MM, Janowski LC, Carlson MG. Long-term results following surgical treatment of elbow deformity in patients with cerebral palsy. *J Hand Surg Am*. 2013;38(12):2432-2436. doi: 10.1016/j.jhssa.2013.09.028
- El-Said NS. Selective release of the flexor origin with transfer of flexor carpi ulnaris in cerebral palsy. *J Bone Joint Surg Br*. 2001;83-B:259-262.
- Ezaki M, Oishi SN. Technique of forearm osteotomy for pediatric problems. *J Hand Surg Am*. 2012;37(11):2400-2403. doi: 10.1016/j.jhssa.2012.08.033
- Facca S, Louis P, Isner ME, Gault D, Allieu Y, Liverneaux P. Braun's flexor tendons transfer in disabled hands by central nervous system lesions. *Orthop Traumatol Surg Res*. 2010;96(6):656-661. doi: 10.1016/j.otsr.2010.03.023
- Green WT. Tendon transplantation of the flexor carpi ulnaris for pronation-flexion deformity of the wrist. *Surg Gynecol Obstet*. 1942;75:337.
- Gong HS, Cho HE, Chung CY, Park MS, Lee HJ, Baek GH. Early results of anterior elbow release with and without biceps lengthening in patients with cerebral palsy. *J Hand Surg Am*. 2014;39(5):902-909. doi: 10.1016/j.jhssa.2014.02.012
- Gong HS, Kang JY, Lee JO, Chung MS, Baek GH. Wrist arthrodesis with volar plate fixation in cerebral palsy. *Tech Hand Up Extrem Surg*. 2010;14(2):69-72. doi: 10.1097/BTH.0b013e3181c6c363

Cite as: Andreev AA, Ryzhikov DV, Gubina EV. [Surgical treatment of stiffness and motion disorders of upper limb in children with spastic cerebral palsy (literature review)]. *Traumatologia i ortopedia Rossii*. 2016;22(3):135-145 [in Russian]. DOI 10.21823/2311-2905-2016-22-3-135-145.

✉ *Andreev Anton A.* Ul. Frunze, 17, Novosibirsk, Russia, 630091; e-mail: doctor_andreev@icloud.com

1 Received: 29.07.2016; Accepted for publication: 18.08.2016

20. Gschwind C, Tonkin M. Surgery for cerebral palsy: Part 1. Classification and operative procedures for pronation deformity. *J Hand Surg Br.* 1992;17(4):391-395.
21. Gwilym S, Swan MC., Giele HP. Sesamoid arthrodesis of the thumb: a technique using a Mitek anchor and wire suture. *Ann R Coll Surg Engl.* 2005;87(2):139.
22. Ho JJ. Pronator teres transfer for forearm and wrist deformity in cerebral palsy children. *J Pediatr Orthop.* 2015;35(4):412-418. doi: 10.1097/BPO.0000000000000276
23. House JH, Gwathmey FW, Fidler MO. A dynamic approach to the thumb-in palm deformity in cerebral palsy. *J Bone Joint Surg Am.* 1981;63(2):216-225.
24. Hunt TR, Wiesel SW. Operative techniques in hand, wrist, and forearm surgery. London: Lippincott Williams & Wilkins. 2010. p. 952-959.
25. Keats S. Surgical treatment of the hand in cerebral palsy: correction of thumb-in-palm and other deformities. Report of nineteen cases. *J Bone Joint Surg Am.* 1965;47:274-284.
26. Kinnucan E, Van Heest A, Tomhave W. Correlation of motor function and stereognosis impairment in upper limb cerebral palsy. *J Hand Surg Am.* 2010;35(8):1317-1322. doi: 10.1016/j.jhsa.2010.04.019
27. Lawson RD, Tonkin MA. Surgical management of the thumb in cerebral palsy. *Hand Clin.* 2003;19(4):667-677.
28. Little WJ. Hospital for the Cure of Deformities: course of lectures on the deformities of the human frame. *Lancet.* 1843;350-354.
29. Manske PR, Langewisch KR, Strecker WB, Albrecht MM. Anterior elbow release of spastic elbow flexion deformity in children with cerebral palsy. *J Pediatr Orthop.* 2001;21(6):772-777.
30. Matev I. Surgical treatment of spastic "thumb-in-palm" deformity. *J Bone Joint Surg Br.* 1963;45(4):703-708.
31. Matev I. Surgery of the spastic thumb-in-palm deformity. *J Hand Surg Br.* 1991;16(2):127-132.
32. Miller F. Cerebral palsy. N.Y.: Springer; 2005. 418 p.
33. Mital MA. Lengthening of the elbow flexors in cerebral palsy. *J Bone Joint Surg Am.* 1979;61(4):515-522.
34. Moon ES, Howlett J., Wiater B.P., Trumble T.E. Treatment of plastic deformation of the forearm in young adults with double-level osteotomies: case reports. *J Hand Surg Am.* 2011;36(4):639-646. doi: 10.1016/j.jhsa.2010.11.042
35. Morrey BF, Askew LJ, Chao EY. A biomechanical study of normal functional elbow motion. *J Bone Joint Surg Am.* 1981;63(6):872-877.
36. Omer GE, Capen DA. Proximal row carpectomy with muscle transfers for spastic paralysis. *J Hand Surg Am.* 1976;1(3):197-204.
37. Ozkan T, Tuncer S, Aydin A, Hosbay Z, Gulgonen A. Brachioradialis re-routing for the restoration of active supination and correction of forearm pronation deformity in cerebral palsy. *J Hand Surg Br.* 2004;29(3):265-270.
38. Ozkan T, Tuncer S. Upper extremity surgery in cerebral palsy. *JAREM.* 2012;2:43-54.
39. Ozkan T, Bicer A, Aydin HU, Tuncer S, Aydin A, Hosbay ZY. Brachialis muscle transfer to the forearm for the treatment of deformities in spastic cerebral palsy. *J Hand Surg Eur.* 2013;38(1):14-21.
40. Pappas N, Baldwin K, Keenan MA. Efficacy of median nerve recurrent branch neurectomy as an adjunct to ulnar motor nerve neurectomy and wrist arthrodesis at the time of superficialis to profundus transfer in prevention of intrinsic spastic thumb-in-palm deformity. *J Hand Surg Am.* 2010;35(8):1310-1316. doi: 10.1016/j.jhsa.2010.05.007
41. Patterson JM, Wang AA, Hutchinson DT. Late deformities following the transfer of the flexor carpi ulnaris to the extensor carpi radialis brevis in children with cerebral palsy. *J Hand Surg Am.* 2010;35(11):1774-1778. doi: 10.1016/j.jhsa.2010.07.014
42. Tavadé PN, Athani MS, Rege PV. Pre and post surgical functional analysis of spastic hand. *Ind J Occup Ther.* 2003;35(2) <http://medind.nic.in/iba/t03/i2/ibat03i2p7.pdf>.
43. Rayan GM, Young BT. Arthrodesis of the spastic wrist. *J Hand Surg Am.* 1999;24(5):944-952.
44. Sakellarides HT, Mital MA, Lenzi WD. Treatment of pronation contractures of the forearm in cerebral palsy by changing the insertion of the pronator radii teres. *J Bone Joint Surg Am.* 1981;63(4):645-52.
45. Strecker WB, Emanuel JP, Daily L, Manske PR. Comparison of pronator tenotomy and pronator re-routing in children with spastic cerebral palsy. *J Hand Surg Am.* 1988;13:540-543.
46. Thabet AM, Kowtharapu DN, Miller F, Dabney KW, Shah SA, Rogers K, Holmes L Jr. Wrist fusion in patients with severe quadriplegic cerebral palsy. *Musculoskelet Surg.* 2012;96(3):199-204. doi: 10.1007/s12306-012-0217-0
47. Tonkin M. The upper limb in cerebral palsy. *Curr Orthop.* 1995;9:149-55.
48. Tonkin MA, Hatrick NC, Eckersley JR, Couzens G. Surgery for cerebral palsy part 3: classification and operative procedures for thumb deformity. *J Hand Surg Br.* 2001;26(5):465-470.
49. Tonkin MA, Freitas A, Koman A, Leclercq C, Van Heest A. The surgical management of thumb deformity in cerebral palsy. *J Hand Surg Eur.* 2008;33(1):77-80. doi: 10.1177/1753193407087891
50. Tonkin MA, Beard AJ, Kemp SJ, Eakins DF. Sesamoid arthrodesis for hyperextension of the thumb metacarpophalangeal joint. *J Hand Surg Am.* 1995;20(2):334-338.
51. Tonkin MA, Hughes J., Smith K.L. Lateral band translocation for swan-neck deformity. *J Hand Surg Am.* 1992;17(2):260-267.
52. Van Heest AE, House JH, Cariello C. Upper extremity surgical treatment of cerebral palsy. *J Hand Surg Am.* 1999;24(2):223-230.
53. Van Heest AE, Strothman D. Wrist arthrodesis in cerebral palsy. *J Hand Surg Am.* 2009;34(7):1216-1224. doi: 10.1016/j.jhsa.2009.03.006
54. Zancolli EA, Zancolli ER Jr. Surgical management of the hemiplegic spastic hand in cerebral palsy. *Surg Clin North Am.* 1981;61(2):395-406.
55. Zancolli EA. Structural and dynamic bases of hand surgery, 2nd ed. Philadelphia: JB Lippincott. 1979.
56. Zancolli EA. Surgical management of the hand in infantile spastic hemiplegia. *Hand Clin.* 2003;19(4):609-629.

INFORMATION ABOUT AUTHORS:

Andreev Anton A. – the orthopaedic surgeon of the department of child orthopaedics, Novosibirsk Research Institute of Traumatology and Orthopedics n.a. Ya.L. Tsvivan

Ryzhikov Dmitry V. – the head of the department of child orthopaedics, Novosibirsk Research Institute of Traumatology and Orthopedics n.a. Ya.L. Tsvivan

Gubina Elena V. – the orthopaedic surgeon of the department of child orthopaedics, Novosibirsk Research Institute of Traumatology and Orthopedics n.a. Ya.L. Tsvivan