

Оперативное лечение ортопедических осложнений ДЦП на верхней конечности у детей и взрослых

Г.М. Чибиров¹, С.С. Леончук¹, К.С. Ежова¹, Е.Б. Губина¹, М.К. Плиев¹, P. Lascombes², 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

²Hopitaux universitaires de Geneve, Department of Paediatric Orthopaedics, Женева, Швейцария

Operative treatment of orthopedic complications in upper limb in children and adults with cerebral palsy

G.M. Chibirov¹, S.S. Leonchuk¹, K.S. Ezhova¹, E.B. Gubina¹, M.K. Pliev¹, P. Lascombes², D.A. Popkov¹

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

²Hopitaux universitaires de Geneve, Department of Paediatric Orthopaedics, Geneva, Switzerland

Введение. Тактика хирургического лечения пациентов с ортопедическими осложнениями на верхней конечности, сформированными на фоне ДЦП, дискутируется среди научного сообщества. Вторичные осложнения, развившиеся ввиду спастического синдрома, а затем и ретракции мышц, представляют серьезную преграду на пути к улучшению качества жизни пациентов с ДЦП. **Цель.** Изучение результатов лечения у пациентов с ДЦП, прооперированных в РНЦ «ВТО» в период 2014–2016 годы. **Материалы и методы.** Прооперирован 21 пациент в возрасте от 11 до 36 лет (средний возраст пациентов 16,6 года). В общей сложности выполнено 23 оперативных вмешательства, в том числе с применением авторской методики. Мы использовали интегральные шкалы: шкала глобальных моторных функций (GMFCS), классификация нарушений функции руки (MACS). Для дифференцированной оценки различных двигательных и функциональных нарушений верхней конечности мы использовали классификации: классификация нарушений функции руки по Van Heest, классификация House, классификация Gshwind и Tonkin. **Результаты.** Спастическая диплегия была представлена у 6 больных, которые относились к GMFCS III в 4 случаях и GMFCS IV в 2 случаях. Уровень использования рук соответствовал MACS IV – 3 случая, MACS V – 3 случая. В 15 случаях верхние конечности были прооперированы у пациентов с гемипаретической спастической формой ДЦП. Уровень использования пораженной конечности соответствовал MACS III – 4 случая, MACS IV – 8 случаев, MACS V – 3 случая. По классификации House нарушения 1 типа встречались в 2 случаях, 2 типа – в 5 случаях, 3 типа – в 10 случаях, 4 типа – в 6 случаях. Выраженность пронаторной контрактуры (Gshwind и Tonkin) соответствовала 1 типу в 1 случае, 2 типу – в 8 случаях, 3 типу – в 10 случаях, 4 типу – в 4 случаях. То есть, степень выраженности пронаторной контрактуры и нарушений функции первого пальца коррелировали. Улучшение функциональных возможностей верхней конечности, косметический вид и удобство ее использования отмечены во всех случаях. **Заключение.** Результаты многоуровневых вмешательств на верхней конечности у пациентов с ДЦП позволяют говорить об эффективности оперативного лечения, но довольно важным аспектом является дифференцированный подход к выбору тактики и объема операции.

Ключевые слова: ДЦП, верхняя конечность, пронаторная контрактура предплечья и кисти, лечение, многоуровневые вмешательства

Introduction The benefits of surgical treatment of orthopaedic complications in the upper limb caused by cerebral palsy have been debated by some researchers. Secondary complications developed due to muscle spasticity and retraction are a serious obstacle to a significant improvement in health-related quality of life of CP patients. **Objective** To explore outcomes of CP patients who underwent surgical treatment at the Russian Ilizarov Scientific Centre "Restorative Traumatology and Orthopaedics" between 2014 and 2016. **Material and methods** Total 23 operative interventions were produced for 21 patients aged from 11 to 36 years (mean age of 16.6 years) using an authors' technique. We used integral scales of the Gross Motor Function Classification System (GMFCS) and the Manual Ability Classification System (MACS). Classification systems intended for differential evaluation of upper extremity motor and functional impairment included Van Heest's deformity assessment test, the House upper extremity assessment test and Gshwind and Tonkin classification. **Results** Spastic diplegia was diagnosed in 6 cases including 4 GMFCS III and 2 GMFCS IV. Manual ability was assessed as MACS IV in 3 cases and MACS V in 3. Fifteen patients with hemiparetic spastic CP underwent surgical treatment of upper limbs. Manual ability was assessed as MACS III in 4 cases, MACS IV in 8 and MACS V in 3. The use of the limb by the House's scale showed level 1 in 2, level 2 in 5, level 3 in 10 and level 4 in 6 cases. The Gshwind and Tonkin classification for pronated forearm revealed level 1 in 1, level 2 in 8, level 3 in 10 and level 4 in 4 cases. There was correlation between an extent of pronation contracture and impaired function of the thumb. Improved functional abilities of the upper limb, the cosmetic appearance and comfort with the use were recorded in all the cases. **Conclusion** Results of multilevel interventions on upper limbs in CP patients allow us to conclude that differential approach to the choice of technique and extent of surgery to ensure efficacious surgical treatment.

Keywords: CP, upper extremity, forearm and hand pronation contracture, treatment, multilevel intervention

Детский церебральный паралич (ДЦП, церебральный паралич) является самой распространенной причиной двигательных нарушений у детей. Это гетерогенная группа клинических синдромов, описывающих нарушения движений и позы, характеризующихся патологическим мышечным тонусом, нарушениями контроля движений и положения тела, вызывающих ограничения активности больного и обусловленные непрогрессирующим поражением развивающегося мозга плода или ребенка [1, 2, 3].

Известно, что контрактуры суставов верхних конечностей, подвывихи и вывихи в суставах, деформации у больных с ДЦП, формирующиеся из-за ретракции мышц и вызывающие серьезные функциональные ограничения (препятствие к самообслуживанию, ограничения социальной интеграции пациентов), являются показаниями к оперативному ортопедическому лечению [4–13].

Основными патологическими компонентами ортопедических осложнений ДЦП на верхних конечностях,

затрудняющими как двигательную активность руки пациента, так и ухудшающими внешний косметический вид верхней конечности, являются сгибательно-пронационная контрактура предплечья, сгибательно-приводящая контрактура кистевого сустава, сгибательно-приводящая установка первого пальца кисти, деформации пальцев [11, 14–20].

Пронационная контрактура наблюдается у 48–50 % пациентов с поражением верхней конечности [4], с преобладанием количества встречаемости указанного вида контрактуры у пациентов с гемипаретической формой ДЦП (до 86 %), что связано с отсутствием функциональной активности пораженной стороны [7, 8]. Несмотря на то, что сгибательная контрактура кистевого сустава встречается реже, именно она определяет внешний вид конечности и значительно

ограничивает выполнение различных видов схвата [5]. Вышеуказанные осложнения связаны с преобладанием тонуса определенных групп мышц, в частности, локтевого сгибателя кисти, что было доказано в исследованиях Т.А. Шеета [21].

Отдельного внимания заслуживают контрактуры суставов I пальца кисти или его сгибательно-приводящая установка в порочном положении [14, 16, 22]. Позиция I пальца и его функциональные возможности определяют степень «бытовой» сохранности кисти, а также заинтересованность и мотивированность ребенка в дальнейшем, как физическом, так и психическом развитии [22–24].

Целью нашего исследования явилось изучение результатов лечения у пациентов с ДЦП, прооперированных в РНЦ «ВТО» в период 2014–2016 гг.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследование основано на анализе результатов ортопедических хирургических вмешательств на верхних конечностях у 21 пациента с детским церебральным параличом в возрасте от 11 до 36 лет (средний возраст пациентов 16,6 года). В общей сложности выполнено 23 оперативных вмешательства в период с 2014 по 2016 г. Основной жалобой всех пациентов было ограничение функции суставов верхней конечности различной степени выраженности.

Помимо стандартной ортопедической оценки результата мы использовали интегральные шкалы: шкала глобальных моторных функций (Gross Motor Function Classification System, GMFCS) [2], система оценки нарушений функции руки (Manual Ability Classification System for children with Cerebral Palsy, MACS) [13]. Для дифференцированной оценки различных двигательных и функциональных нарушений верхней конечности мы использовали классификации: классификация нарушений функции руки по Van Heest [25], классификация House [11], классификация Gshwind и Tonkin [17].

Классификация нарушений функции руки по Van Heest включает 8 уровней, от 1 уровня (наиболее тяже-

лые двигательные расстройства верхних конечностей) до 8 уровня (легкая степень выраженности ограничений функции руки) [25]. В таблице 1 представлена детализированная классификация, использованная в работе.

Классификация House [11] была использована для оценки позиции и функции I пальца кисти. В классификации описана систематизация пациентов в зависимости от вида и степени тяжести контрактуры первого пястно-фалангового и межфалангового суставов. Пациенты с I типом нарушения функции I пальца кисти имеют спастичность мышцы, приводящей первый палец, а также первой тыльной межкостной мышцы, что вызывает приведение I пястной кости. Второй тип включает указанные выше осложнения, при этом пястно-фаланговый сустав находится в позиции сгибания. Третий тип характеризуется приведением первой пястной кости со специфичным для третьего типа «переразгибанием» пястно-фалангового сустава. Пациенты с четвертым типом имеют следующие осложнения: приводящая контрактура I пальца, фиксированная сгибательная контрактура пястно-фалангового сустава (часто более 90°).

Таблица 1

Классификация нарушений функции руки при ДЦП по Van Heest

Уровень	Категория	Описание
0	Рука совершенно не используется	Рука совершенно не используется
1	Функция плохая, пассивное использование руки	Используется только для поддержания равновесия как противовес
2	Функция ограничена, пассивное использование руки	Рука используется только, если в нее вложить предмет
3	Функция ограничена, пассивное использование руки	Может держать предмет и стабилизировать его положение для использования (перекладывания) другой рукой
4	Функция плохая, активное использование руки	Может захватывать некоторые предметы и удерживать их с трудом
5	Функция крайне ограничена, активное использование руки	Активно захватывает предмет и хорошо его стабилизирует
6	Функция ограничена, активное использование руки	Активно захватывает предмет и манипулирует им
7	Спонтанное использование руки, частичное ограничение функции	Бимануальные манипуляции не ограничены функционально, рука спонтанно, самостоятельно используется периодически
8	Спонтанное использование руки, функция полная	Использование руки полное, независимое, без помощи другой, ведущей конечности

Для оценки степени тяжести пронационной контрактуры предплечья в работе была использована классификация С. Gshwind и М. Tonkin [17], основанная на градации четырех типов контрактуры:

1 тип – возможно осуществлять активную супинацию, превышающую среднефизиологическое положение;

2 тип – возможно выполнить активную супинацию, позволяющую достичь среднего положения либо менее;

3 тип – отсутствие активной супинации при возможности пассивной установки предплечья в положении супинации;

4 тип – отсутствие активной и пассивной супинации.

При выполнении хирургического вмешательства были использованы различные комбинации элементов операции в зависимости от присутствия и степени ортопедических нарушений.

С целью устранения сгибательной контрактуры локтевого сустава были выполнены следующие хирургические манипуляции: Z-образное удлинение сухожилия *m. biceps brachii*, а также апоневротомия *m. brachialis* [12, 16, 26].

На рисунке 1 показано схематическое изображение доступа и оперативных манипуляций для устранения сгибательной контрактуры локтевого сустава.

Для улучшения функции супинации кисти и/или устранения порочного пронационного положения выполняли пересадку круглого пронатора на лучевые разгибатели кисти, пересадку локтевого сгибателя кисти на лучевую кость (область дистального метадиафиза) в сочетании со швом с дистальным сухожилием плечелучевой мышцы или длинного лучевого разгибателя кисти, апоневротомию круглого пронатора, тенотомию квадратного пронатора, остеотомию лучевой кости.

Транспозиция локтевого сгибателя на лучевую кость является собственной разработкой (заявка на изобретение № 2018108034 «Способ устранения пронационной контрактуры суставов предплечья у пациентов с ДЦП в рамках многоуровневых операций на верхней конечности», дата приоритета 05.03.2018 г., авторы: Чибиров Г.М., Леончук С.С., Попков Д.А.) (рис. 2). Из медиального доступа в нижней и средней трети предплечья выделяли и дистально прошивали сухожилие локтевого сгибателя кисти у места прикрепления, производили тенотомию сухожилия и мобилизацию на протяжении дистальных двух третей. Из латерального S-образного доступа нижней трети предплечья обнажали поднадкостнично лучевую кость. При этом выделялись сухожилия длинной мышцы, отводящей I палец, короткого разгибателя I пальца и дистального сухожилия плечелучевой мышцы, которое на данном уровне уже плотно прилежит и вплетается в надкостницу лучевой кости. На уровне дистальной трети диафиза лучевой кости или метадиафиза выполняли канал в лучевой кости. Траектория канала для проведения сухожилия локтевого сгибателя выполнялась тупым путем в косо-нисходящем направлении под мышцами заднего ложа предплечья – разгибателями кисти и пальцев. Нити, прошивающие локтевой сгибатель, и часть сухожилия проводились через канал в лучевой кости и подшивались обратно к этому же сухожилию, а также отдельными швами – к сухожилию плечелучевой мышцы и надкостнице. При этом важным элементом являлось придание предплечью и кисти максимально возможной супинации в данный момент.

В случаях ограничения активной тыльной флексии кисти выполняли транспозицию сухожилия круглого пронатора на лучевые разгибатели кисти наряду с вышеуказанными манипуляциями.

С целью устранения нарушений функции I пальца кисти в различных комбинациях выполнялись Z-образная пластика первого межпальцевого промежутка в сочетании с тенотомией поперечной порции приводящей первый палец мышцы, апоневротомия длинного сгибателя первого пальца, пересадка длинной ладонной мышцы на длинную отводящую первый палец мышцу, укорочение сухожилий длинного и короткого разгибателей первого пальца, тенodes длинной отводящей первый палец мышцы петлеобразным проведением и ушиванием под дистальным сухожилием плечелучевой мышцы.

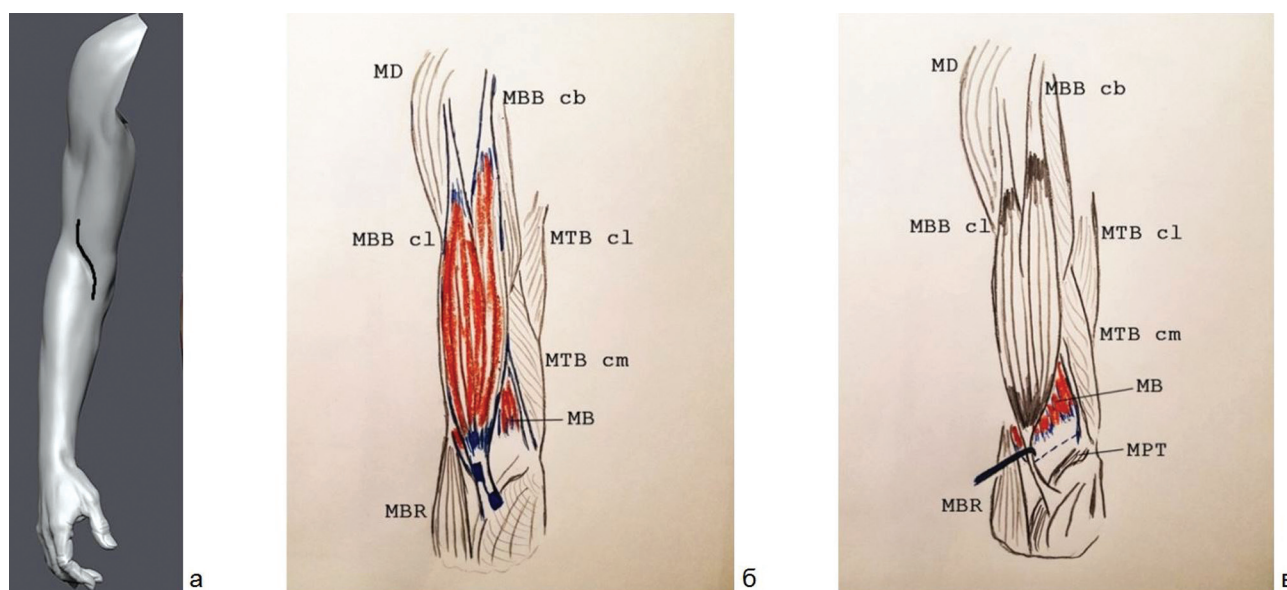


Рис. 1. Схематическое изображение доступа и оперативных манипуляций для устранения сгибательной контрактуры локтевого сустава (автор рисунков 1, б и 1, в – к. м. н. Г.М. Чибиров): а – доступ для удлинения сгибателей локтевого сустава, б – схема Z-образного удлинения сухожилия бицепса, в – схема расположения апоневротомии плечевой мышцы. Обозначения: MD – *m. deltoideus*, MBV cb – *m. bicipitis brachii caput breve*, MBV cl – *m. bicipitis brachii caput longum*, MTB cl – *m. tricipitis brachii caput longum*, MTB cm – *m. tricipitis brachii caput mediale*, MB – *m. brachialis*, MBR – *m. brachioradialis*, MPT – *m. pronator teres*

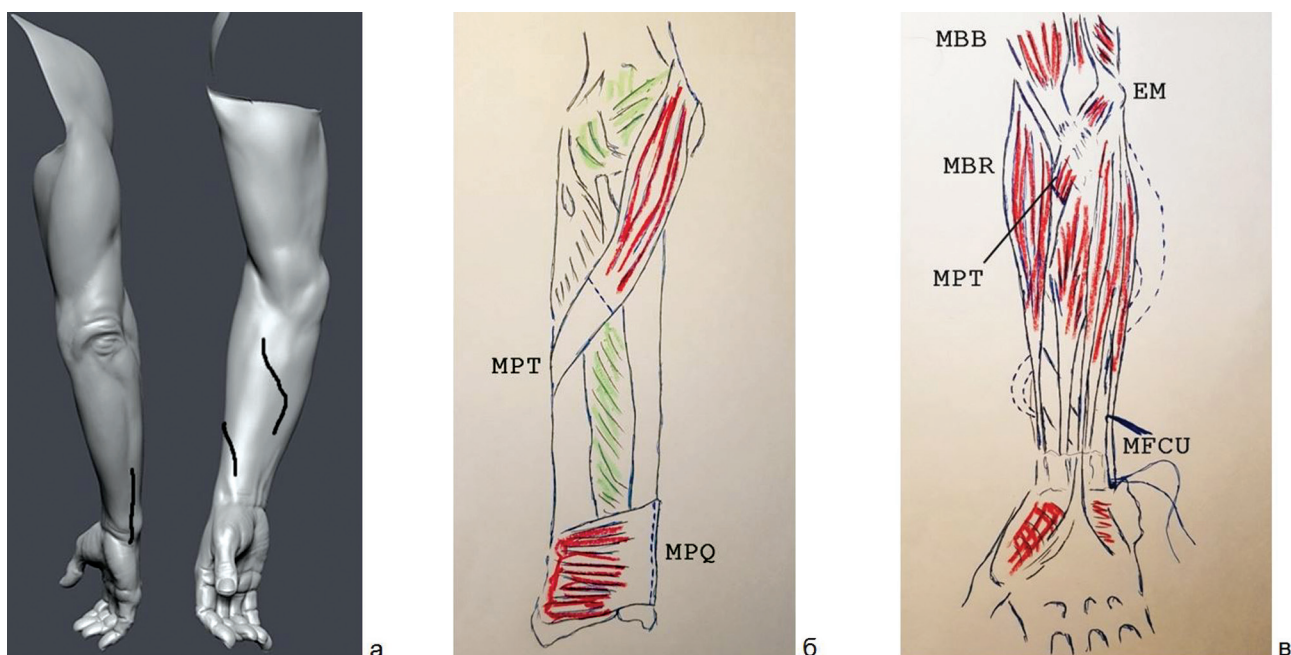


Рис. 2. Схематическое изображение доступа и оперативных манипуляций для улучшения функции супинации кисти и/или устранения порочного пронационного положения (автор рисунков 2, б и 2, в – к. м. н. Г.М. Чибиров): а – схема расположения доступов, б – пунктирной линией изображены тенотомии пронаторов, в – схема транспозиции сухожилия локтевого сгибателя кисти по собственной методике. Обозначения: MBV – m. bicipitis brachii, MBR – m. brachioradialis, MPT – m. pronator teres, MFCU – m. flexor carpi ulnaris, EM – epicondylus medialis, MPQ – m. pronator quadratus

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

После проведенного клинического осмотра пациенты были разделены на две группы: первая – пациенты со спастической диплегией и вторая – с гемипаретической формой ДЦП. Первая группа составила 6 пациентов, вторая – 15 пациентов. Спастическая диплегия была представлена у 6 больных, которые относились до операции к GMFCS III в 4 случаях и GMFCS IV в 2 случаях. Уровень использования рук соответствовал MACS IV – 3 случая, MACS V – 3 случая. В 15 случаях верхние конечности были прооперированы у пациентов с гемипаретической спастической формой ДЦП. Уровень использования пораженной конечности соответствовал MACS III – 4 случая, MACS IV – 4 случая, MACS V – 3 случая. По классификации House нарушения 1 типа встречались в 2 случаях, 2 типа – в 5 случаях, 3 типа – в 10 случаях, 4 типа – в 6 случаях. Выраженность пронационной контрактуры по Gshwind и Tonkin соответство-

вала 1 типу в 1 случае, 2 типу – в 8 случаях, 3 типа – в 10 случаях, 4 типа – в 4 случаях. То есть, степень выраженности пронационной контрактуры и нарушений функции первого пальца коррелировали.

В таблице 2 указаны средние показатели объема выполняемых движений в суставах верхних конечностей до и после лечения в ближайшем и отдаленном периоде.

Как видно из таблицы 2, объем выполняемых движений у пролеченных пациентов в заинтересованных с хирургической точки зрения суставах увеличился. Разгибание в локтевом суставе в отдаленные сроки наблюдения увеличилось в среднем на 17°, супинация кисти и предплечья – на 84°, тыльная флексия кистевого сустава – на 28°, отведение I пальца – на 79°.

Улучшение ортопедического статуса отразилось на показателях интегральной шкалы Van Heest (табл. 3).

Таблица 2

Средние показатели объема выполняемых движений в суставах верхних конечностей до и после лечения в ближайшем и отдаленном периоде

Движения в суставах верхней конечности		До оперативного лечения	После оперативного лечения	
			ближайший период (от 6 мес. до 1 года)	отдаленный период (более 1 года)
Локтевой сустав	сгибание/разгибание	142°/37°/0	145°/14°/0	150°/20°/0
	супинация/пронация	0/41°/81°	37°/0°/76°	43°/0°/85°
Кистевой сустав	флексия тыльная/флексия ладонная	17°/0°/76°	38°/0°/81°	45°/0°/87°
	приведение/отведение	5°/0°/26°	13°/0°/31°	15°/0°/29°
I палец	сгибание/разгибание	56°/8°/0	45°/0°/16°	47°/0°/18°
	отведение/приведение	0/14°/46°	78°/0°/51°	65°/0°/55°

Распределение пациентов по уровням нарушения функции руки

Степень двигательных нарушений, классы		Форма ДЦП			
		Спаستическая диплегия (n = 6)		Спастический гемипарез (n = 15)	
		до операции	после операции	до операции	после операции
GMFCS	III	4		8	
	IV	2		7	
MACS	II			4	
	III	0		4	
	IV	3		4	
	V	3		3	
Van Heest	2 уровень	3		3	
	3 уровень	2		4	
	4 уровень	1	1	8	4
	5 уровень		3		7
	6 уровень		2		4

В общей сложности произведено 23 вмешательства (в том числе двум пациентам со спастической диплегией, последовательно на обеих верхних конечностях). Отметим, что у 6 пациентов с гемипарезом оперативное лечение сопровождалось одновременно выполнением вмешательства на нижней. Улучшение функциональных возможностей верхней конечности, косметический вид и удобство ее использования отмечены во всех случаях, что подтверждается улучшением класса функциональных возможностей по классификации Van Heest.

Результаты многоуровневых вмешательств на верхней конечности у пациентов с ДЦП позволяют говорить об эффективности оперативного лечения, но довольно важным аспектом является дифференцированный подход к выбору тактики и объема операции.

Клинический пример. Больной Е., 16 лет, поступил с диагнозом: спастическая диплегия, контрактуры су-

ставов верхних конечностей, торсионные деформации нижних конечностей, контрактуры суставов нижних конечностей, эквино-плоско-вальгусная деформация стоп (рис. 3). Произведено оперативное лечение в несколько этапов. На первом этапе выполняли реконструктивное вмешательство на костях стоп и бедренных костях. На втором этапе произведена операция на правой верхней конечности: сухожильно-мышечная пластика с выполнением транспозиции локтевого сгибателя кисти на лучевую кость по авторской методике. В результате лечения у пациента появилась активная супинация до 40° (до операции объем движений: супинация/пронация – 0/40°/80°), возможность писать, выполнять различные виды схватов, в частности сферический и цилиндрический (рис. 4). Послеоперационные осложнения отсутствовали, больной в послеоперационном периоде не испытывал дискомфорта при разработке сустава и при обслуживании.



Рис. 3. Внешний вид больного Е., 16 лет, до операции, пронационно-сгибательная установка кисти с локтевой девиацией



Рис. 4. Внешний вид больного Е., 16 лет, спустя 6 месяцев после операции: активная супинация возможна, также как и тыльная флексия кисти и активное отведение и разгибание первого пальца

ДИСКУССИЯ

Большинство исследователей сходятся во мнении, что основной целью ортопедо-хирургического лечения у пациентов с ДЦП является устранение фиксированных контрактур и деформаций суставов и костей верхней конечности с целью увеличения функциональных возможностей [16, 25, 26].

Оперативная коррекция сгибательной контрактуры локтевого сустава может быть достигнута с использованием сухожильно-мышечных релизов в различных сочетаниях с удлинением сгибателей локтевого сустава [12, 26]. Применяются также операции, снижающие тонус мышц-сгибателей при отсутствии их ретракции – селективные невртомии срединного или мышечно-кожного нерва [27, 28]. Но риск рецидивов контрактуры высок и достигает более 14 % [29].

Наиболее заинтересованным с хирургической точки зрения сегментом является предплечье [10, 13, 15, 18, 30]. Основная жалоба у пациентов с ДЦП с ортопедическими осложнениями на верхней конечности – это ограничение супинации предплечья и кисти в той или иной степени [30, 31]. Наибольшее влияние на формирование контрактуры оказывает ретракция *m. pronator teres* [30–33]. Основной целью лечения в случае пронационной контрактуры предплечья является как устранение порочного положения предплечья, так и появление активной супинации [20, 30–33]. Существует множество предложенных методик лечения указанного вида контрактуры – сухожильно-мышечные релизы, транспозиции сухожилий флексоров и пронатора на разгибатели кисти, корригирующие деторсионные остеотомии как метод выбора при тяжелых контрактурах, осложненных торсионными деформациями костей предплечья, и так далее [15, 26, 31]. Для улучшения функции тыльной флексии кисти особого внимания заслуживает операция транспозиции локтевого сгибателя кисти. Впервые такая операция была описана Green [34], а ее эффективность подтверждена другими авторами [16, 32, 33, 35, 36]. По мнению Green, оптимальным местом пересадки сухожилия *m. flexor carpi ulnaris* является *m. extensor carpi radialis brevis/longus*, так как именно такое изменение вектора натяжения этой мышцы позволяет устранить сгибание и ульнарную девиацию

кисти. Patterson et al. [35] наблюдали эффект развития разгибательной контрактуры кистевого сустава после данной операции. Наше исследование показывает, что эффективным оперативным вмешательством по поводу устранения локтевой девиации кисти и ее сгибательной установки с одновременным восстановлением активной пронации является пересадка сухожилия локтевого сгибателя на лучевую кость. Нужно учитывать и то, что пациенты с ДЦП активно используют локтевой сгибатель кисти для функциональных нужд [20, 37].

Сгибательные контрактуры кистевого сустава и пальцев кисти, в той или иной мере, встречаются практически у всех пациентов с ДЦП [5, 18]. Сгибательно-приводящая установка первого пальца совместно со сгибательной контрактурой кистевого сустава и кисти формируют наиболее значимые в функциональном плане состояния [14, 22]. Хирургическое лечение, в первую очередь, направлено на устранение фиксированных контрактур и установление функционального баланса между спастическими сгибателями и ослабленными разгибателями [30]. В случаях тяжелой контрактуры для устранения положения сгибания в лучезапястном суставе вмешательства на одном лишь локтевом сгибателе кисти недостаточно, так как в таких случаях, как правило, укорочены и другие мышцы-сгибатели кисти. Различают различные вмешательства по поводу устранения указанных проблем [18, 21, 36]: апоневротический релиз укороченных мышц, в результате которого происходит не только удлинение незначительно укороченных мышц, но и снижение спастичности, Z-образное удлинение сухожилия укороченной мышцы. Существуют публикации, указывающие на возможные осложнения при данном методе хирургического лечения. По причине того, что степень удлинения контролировать сложно, высок риск удлинить сухожилие недостаточно или же получить гиперкоррекцию [38]. Однако риск высок лишь в случае удлинения сгибателей кистевого сустава. В случае Z-образного удлинения приводящей первый палец мышцы с пластикой кожных покровов риск получить указанные осложнения минимален [22].

Результаты нашего исследования подтверждают эффективность метода сухожильно-мышечной пластики для устранения порочного положения кисти и улучшения функциональных возможностей у пациентов с ДЦП. Полагаем, что выбор методики и прогнозирование

результатов зависят от уровня неврологических расстройств, а также от степени интеллектуального развития пациентов и степени их мотивированности использования конечности в предоперационном и послеоперационном периодах [2, 10, 13, 24].

ВЫВОДЫ

1. При ортопедических нарушениях на верхней конечности у пациентов с ДЦП показаны одномоментные многоуровневые вмешательства (на предплечье и кисти), учитывая комплексный характер поражения.

2. Предложенная транспозиция локтевого сгибателя кисти на лучевую кость является эффективным методом устранения пронационной контрактуры суставов предплечья и может применяться одновременно с другими элементами хирургического вмешательства.

ЛИТЕРАТУРА

1. Cerebral Palsy-Trends in Epidemiology and Recent Development in Prenatal Mechanisms of Disease, Treatment, and Prevention / M. Stavsky, O. Mor, S.A. Mastrolia, S. Greenbaum, N.G. Than, O. Erez // *Front. Pediatr.* 2017. Vol. 5. P. 21. DOI: 10.3389/fped.2017.00021.
2. Development of the Gross Motor Function Classification System for cerebral palsy / P.L. Rosenbaum, R.J. Palisano, D.J. Bartlett, B.E. Galuppi, D.J. Russell // *Dev. Med. Child. Neurol.* 2008. Vol. 50, No 4. P. 249-253. DOI:10.1111/j.1469-8749.2008.02045.x.
3. Детский церебральный паралич / В.И. Гузева, А.Л. Куренков, В.А. Змановская, Т.Т. Батышева, К.А. Семенова, В.А. Жеребцова, Л.Н. Владыкина, Д.А. Попков. В кн.: Федеральное руководство по детской неврологии / под ред. В.И. Гузевой. М.: МК, 2016. С. 169-185.
4. Новиков В.А., Умнов В.В., Звозиль А.В. Хирургическое лечение сгибательно-приводящей контрактуры предплечья у пациентов с детским церебральным параличом // *Ортопедия, травматология и восстановительная хирургия детского возраста.* 2014. Т. 2, вып. 1. С. 39-45.
5. Новиков В.А., Умнов В.В., Звозиль А.В. Тактика лечения сгибательной контрактуры лучезапястного сустава у детей с детским церебральным параличом // *Ортопедия, травматология и восстановительная хирургия детского возраста.* 2014. Т. 2, вып. 3. С. 40-46.
6. Новиков В.А., Умнов В.В. Хирургическое лечение сгибательно-приводящей контрактуры первого пальца кисти у детей с детским церебральным параличом // *Ортопедия, травматология и восстановительная хирургия детского возраста.* 2015. Т. 3, № 2. С. 25-31.
7. Туликов В.А. Способы хирургической коррекции пронационного компонента контрактур суставов верхней и нижней конечности у детей с детским церебральным параличом // *Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова.* 2009. № 1. С. 53-57.
8. Умнов В.В., Новиков В.А., Звозиль А.В. Диагностика и лечение спастической руки у детей с детским церебральным параличом: обзор литературы. Ч. 2. Консервативное и хирургическое лечение верхней конечности // *Травматология и ортопедия России.* 2011. № 3 (61). С. 137-145.
9. Андреев А.В., Рьжиков 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. № 3(81). С. 135-143.
10. Development of bimanual performance in young children with cerebral palsy / G.L. Klevberg, A.G. Elvrum, M. Zucknick, S. Elkjaer, S. Østensjø, L. Krumlinde-Sundholm, I. Kjekken, R. Jahnsen // *Dev. Med. Child. Neurol.* 2018. Vol. 60, No 5. P. 490-497. DOI: 10.1111/dmcn.13680.
11. 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. Vol. 63, No 2. P. 216-225.
12. Mital M.A. Lengthening of the elbow flexors in cerebral palsy // *J. Bone Joint Surg. Am.* 1979. Vol. 61, No 4. P. 515-522.
13. Park E.S., Sim E.G., Rha D.W. Effect of upper limb deformities on gross motor and upper limb functions in children with spastic cerebral palsy // *Res. Dev. Disabil.* 2011. Vol. 32, No 6. P. 2389-2397. DOI: 10.1016/j.ridd.2011.07.021.
14. Van Heest A.E. Surgical technique for thumb-in-palm deformity in cerebral palsy // *J. Hand Surg. Am.* 2011. Vol. 36, No 9. P. 1526-1531. DOI: 10.1016/j.jhsa.2011.06.014.
15. Leafblad N.D., Van Heest A.E. Management of the spastic wrist and hand in cerebral palsy // *J. Hand Surg. Am.* 2015. Vol. 40, No 5. P. 1035-1040. DOI: 10.1016/j.jhsa.2014.11.025
16. Miller F. *Cerebral palsy.* New York: Springer Science, 2005. 1055 p.
17. Gschwind C., Tonkin M. Surgery for cerebral palsy: Part 1. Classification and operative procedures for pronation deformity // *J. Hand Surg. Br.* 1992. Vol. 17, No 4. P. 391-395.
18. Quantitative and qualitative functional evaluation of upper extremity tendon transfers in spastic hemiplegia caused by cerebral palsy / A.E. Van Heest, V. Ramachandran, J. Stout, R. Wervej, L. Garcia // *J. Pediatr. Orthop.* 2008. Vol. 28, No 6. P. 679-683. DOI: 10.1097/BPO.0b013e3181831eac.
19. Hand function in cerebral palsy. Report of 367 children in a population-based longitudinal health care program / M. Arner, A.C. Eliasson, S. Nicklasson, K. Sommerstein, G. Hägglund // *J. Hand Surg. Am.* 2008. Vol. 33, No 8. P.1337-1347. DOI: 10.1016/j.jhsa.2008.02.032.
20. Negative Influence of Motor Impairments on Upper Limb Movement Patterns in Children with Unilateral Cerebral Palsy. A Statistical Parametric Mapping Study / C. Simon-Martinez, E. Jaspers, L. Mailleux, K. Desloovere, J. Vanrenterghem, E. Ortibus, G. Molenaers, H. Feys, K. Klingels // *Front. Hum. Neurosci.* 2017. Vol. 11. P. 482. DOI: 10.3389/fnhum.2017.00482.
21. Van Heest A.E., House J.H., Cariello C. Upper extremity surgical treatment of cerebral palsy // *J. Hand Surg. Am.* 1999. Vol. 24, No 2. P. 323-330. DOI: 10.1053/jhsu.1999.0323.
22. Gharbaoui I., Kania K., Cole P. Spastic Paralysis of the Elbow and Forearm // *Semin. Plast. Surg.* 2016. Vol. 30, No 1. P. 39-44. DOI: 10.1055/s-0035-1571255.
23. Reduction in upper-extremity tone after lumbar selective dorsal rhizotomy in children with spastic cerebral palsy / P. Gigante, M.M. McDowell, S.S. Bruce, G. Chirelstein, C.A. Chiriboga, J. Dutkowsky, E. Fontana, J. Hyman, H. Kim, D. Morgan, T.S. Pearson, B.D. Roye, D.P. Roye Jr., P. Ryan, M. Vitale, R.C. Anderson // *J. Neurosurg. Pediatr.* 2013. Vol. 12, No 6. P. 588-594. DOI: 10.3171/2013.9.PEDS12591.
24. Vermeulen R.J., Becher J.G. Long-term outcome in selective dorsal rhizotomy in spastic cerebral palsy: differentiation in mobility levels is needed // *Dev. Med. Child. Neurol.* 2015. Vol. 57, No 5. P. 408-409. DOI: 10.1111/dmcn.12695.
25. Новиков В.А. Комплексное лечение пациентов с детским церебральным параличом с поражением верхней конечности : автореф. дис. ... канд. мед. наук. СПб., 2018. 38 с.
26. Zancolli E.A., Zancolli E.R. Jr. The infantile spastic hand. Surgical indications and management // *Ann. Chir. Main.* 1984. Vol. 3, No 1. P. 66-75.
27. Gschwind C.R. Surgical management of forearm pronation // *Hand Clin.* 2003. Vol. 19, No 4. P. 649-655.

32. Veeger H.E., Kreulen M., Smeulders M.J. Mechanical evaluation of the Pronator Teres rerouting tendon transfer // *J. Hand Surg. Br.* 2004. Vol. 29, No 3. P. 259-264.
33. Bunata R. Pronator teres rerouting in children with cerebral palsy // *J. Hand Surg. Am.* 2006. Vol. 31, No 3. P. 474-482. DOI: 10.1016/j.jhbsa.2005.11.009.
34. Green W.T., Banks H.H. Flexor carpi ulnaris transplant and its use in cerebral palsy // *J. Bone Joint Surg. Am.* 1962. Vol. 44-A. P. 1343-1430.
35. 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. Vol. 35, No 11. P. 1774-1778. DOI: 10.1016/j.jhbsa.2010.07.014.
36. The results of surgical treatment for pronation deformities of the forearm in cerebral palsy after a mean follow-up of 17.5 years / G. Čobeljić, S. Rajković, Z. Bajin, A. Lešić, M. Bumbaširević, M. Aleksić, H.D. Atkinson // *J. Orthop. Surg. Res.* 2015. Vol. 10. P. 106. DOI: 10.1186/s13018-015-0251-3.
37. Hoffer M.M. The use of the pathokinesiology laboratory to select muscles for tendon transfers in the cerebral palsy hand // *Clin. Orthop. Relat. Res.* 1993. No 288. P. 135-138.
38. Особенности морфологического статуса спастичной мышцы при детском церебральном параличе / А.К. Загоруйко, А.М. Ненько, Г.М. Кушнир, С.В. Власенко // *Вестник физиотерапии и курортологии.* 2010. № 6. С. 14-17.

REFERENCES

1. Stavsky M., Mor O., Mastroli S.A., Greenbaum S., Than N.G., Erez O. Cerebral Palsy-Trends in Epidemiology and Recent Development in Prenatal Mechanisms of Disease, Treatment, and Prevention. *Front. Pediatr.*, 2017, vol. 5, pp. 21. DOI: 10.3389/fped.2017.00021.
2. Rosenbaum P.L., Palisano R.J., Bartlett D.J., Galuppi B.E., Russell D.J. Development of the Gross Motor Function Classification System for cerebral palsy. *Dev. Med. Child. Neurol.*, 2008, vol. 50, no. 4, pp. 249-253. DOI:10.1111/j.1469-8749.2008.02045.x.
3. Guzeva V.I., Kurenkov A.L., Zmanovskaia V.A., Batysheva T.T., Semenova K.A., Zherebtsova V.A., Vladykina L.N., Popkov D.A. *Detskii tserebralnyi paralich. In: Guzeva V.I., red. Federalnoe rukovodstvo po detskoj nevrologii* [Children cerebral palsy. V.I. Guzeva, ed. Federal Guidelines for Pediatric Neurology]. M., MK, 2016, pp. 169-185. (in Russian)
4. Novikov V.A., Umnov V.V., Zvozil A.V. Khirurgicheskoi lechenie pronatsionnoi kontraktury predplechia u patsientov s detskim tserebralnym paralichom [Surgical treatment of the forearm pronation contracture in patients with cerebral palsy]. *Ortopediia, Travmatologiya i Vosstanovitelnaia Khirurgiya Detskogo Vozrasta*, 2014, vol. 2, no. 1, pp. 39-45. (in Russian)
5. Novikov V.A., Umnov V.V., Zvozil A.V. Taktika lecheniia sgibatelnoi kontraktury lucheziapastnogo sustava u detei s detskim tserebralnym paralichom [The tactic of treating the wrist flexion contracture in children with cerebral palsy]. *Ortopediia, Travmatologiya i Vosstanovitelnaia Khirurgiya Detskogo Vozrasta*, 2014, vol. 2, no. 3, pp. 40-46. (in Russian)
6. Novikov V.A., Umnov V.V. Khirurgicheskoe lechenie sgibatelno-privodiashchei kontraktury pervogo paltsa kisti u detei s detskim tserebralnym paralichom [Surgical treatment of adduction-flexion contracture of the hand first finger in children with cerebral palsy]. *Ortopediia, Travmatologiya i Vosstanovitelnaia Khirurgiya Detskogo Vozrasta*, 2015, vol. 3, no. 2, pp. 25-31. (in Russian)
7. Tupikov V.A. Sposoby khirurgicheskoi korrektsii pronatsionnogo komponenta kontraktur sustavov verkhnei i nizhnei konechnosti u detei s detskim tserebralnym paralichom [Techniques of surgical correcting the pronation component of the upper and lower limb joint contractures in children with cerebral palsy]. *Vestnik Travmatologii i Ortopedii im. N.N. Priorova*, 2009, no. 1, pp. 53-57. (in Russian)
8. Umnov V.V., Novikov V.A., Zvozil A.V. Diagnostika i lechenie spasticheskoi ruki u detei s detskim tserebralnym paralichom: obzor literatury. Ch. 2. Konservativnoe i khirurgicheskoe lechenie verkhnei konechnosti [Spastic arm diagnosis and treatment in children with cerebral palsy: review of the literature. Part 2. Conservative and surgical treatment of the upper limb]. *Travmatologiya i Ortopediia Rossii*, 2011, no. 3 (61), pp. 137-145. (in Russian)
9. Andreev A.V., Ryzhikov D.V., Gubina E.V. Khirurgicheskoe lechenie kontraktur i dvigatelnykh ustanovok verkhnei konechnosti u detei so spasticheskimi formami DTsP (obzor literatury) [Surgical treatment of the upper limb contractures and motor systems in children with CP spastic forms (review of the literature)]. *Travmatologiya i Ortopediia Rossii*, 2016, no. 3 (81), pp. 135-143. (in Russian)
10. Kleverberg G.L., Elvrum A.G., Zucknick M., Elkjaer S., Østensjø S., Krumlinde-Sundholm L., Kjekken I., Jahnsen R. Development of bimanual performance in young children with cerebral palsy. *Dev. Med. Child. Neurol.*, 2018, vol. 60, no. 5, pp. 490-497. DOI: 10.1111/dmcn.13680.
11. 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, vol. 63, no. 2, pp. 216-225.
12. Mital M.A. Lengthening of the elbow flexors in cerebral palsy. *J. Bone Joint Surg. Am.*, 1979, vol. 61, no. 4, pp. 515-522.
13. Park E.S., Sim E.G., Rha D.W. Effect of upper limb deformities on gross motor and upper limb functions in children with spastic cerebral palsy. *Res. Dev. Disabil.*, 2011, vol. 32, no. 6, pp. 2389-2397. DOI: 10.1016/j.ridd.2011.07.021.
14. Van Heest A.E. Surgical technique for thumb-in-palm deformity in cerebral palsy. *J. Hand Surg. Am.*, 2011, vol. 36, no. 9, pp. 1526-1531. DOI: 10.1016/j.jhbsa.2011.06.014.
15. Leafblad N.D., Van Heest A.E. Management of the spastic wrist and hand in cerebral palsy. *J. Hand Surg. Am.*, 2015, vol. 40, no. 5, pp. 1035-1040. DOI: 10.1016/j.jhbsa.2014.11.025.
16. Miller F. *Cerebral palsy*. New York, Springer Science, 2005. 1055 p.
17. Gschwind C., Tonkin M. Surgery for cerebral palsy: Part 1. Classification and operative procedures for pronation deformity. *J. Hand Surg. Br.*, 1992, vol. 17, no. 4, pp. 391-395.
18. Van Heest A.E., Ramachandran V., Stout J., Wervey R., Garcia L. Quantitative and qualitative functional evaluation of upper extremity tendon transfers in spastic hemiplegia caused by cerebral palsy. *J. Pediatr. Orthop.*, 2008, vol. 28, no. 6, pp. 679-683. DOI: 10.1097/BPO.0b013e3181831eac.
19. Van Heest A.E., Bagley A., Molitor F., James M.A. Tendon transfer surgery in upper-extremity cerebral palsy is more effective than botulinum toxin injections or regular, ongoing therapy. *J. Bone Joint Surg. Am.*, 2015, vol. 97, no. 7, pp. 529-536. DOI: 10.2106/JBJS.M.01577.
20. Fitoussi F., Diop A., Maurel N., El Laassel M., Ilharborde B., Penneçot G.F. Upper limb motion analysis in children with hemiplegic cerebral palsy: proximal kinematic changes after distal botulinum toxin or surgical treatments. *J. Child. Orthop.*, 2011, vol. 5, no. 5, pp. 363-370.
21. Cheema T.A., Firoozbakhsh K., De Carvalho A.F., Mercer D. Biomechanical comparison of 3 tendon transfers for supination of the forearm. *J. Hand Surg. Am.*, 2006, vol. 31, no. 10, pp. 1640-1644.
22. Alewijnse J.V., Smeulders M.J., Kreulen M. Short-term and long-term clinical results of the surgical correction of thumb-in-palm deformity in patients with cerebral palsy. *J. Pediatr. Orthop.*, 2015, vol. 35, no. 8, pp. 825-830. DOI: 10.1097/BPO.0000000000000380.
23. Arner M., Eliasson A.C., Nicklasson S., Sommerstein K., Hägglund G. Hand function in cerebral palsy. Report of 367 children in a population-based longitudinal health care program. *J. Hand Surg. Am.*, 2008, vol. 33, no. 8, pp.1337-1347. DOI: 10.1016/j.jhbsa.2008.02.032.
24. Simon-Martinez C., Jaspers E., Maillieux L., Desloovere K., Vanrenterghem J., Ortibus E., Molenaers G., Feys H., Klingels K. Negative Influence of Motor Impairments on Upper Limb Movement Patterns in Children with Unilateral Cerebral Palsy. A Statistical Parametric Mapping Study. *Front. Hum. Neurosci.*, 2017, vol. 11, pp. 482. DOI: 10.3389/fnhum.2017.00482.
25. Van Heest A.E., House J.H., Cariello C. Upper extremity surgical treatment of cerebral palsy. *J. Hand Surg. Am.*, 1999, vol. 24, no. 2, pp. 323-330. DOI: 10.1053/jhsu.1999.0323.
26. Gharbaoui I., Kania K., Cole P. Spastic Paralysis of the Elbow and Forearm. *Semin. Plast. Surg.*, 2016, vol. 30, no. 1, pp. 39-44. DOI: 10.1055/s-0035-1571255.
27. Gigante P., McDowell M.M., Bruce S.S., Chirelstein G., Chiriboga C.A., Dutkowsky J., Fontana E., Hyman J., Kim H., Morgan D., Pearson T.S., Roye B.D., Roye D.P. Jr., Ryan P., Vitale M., Anderson R.C. Reduction in upper-extremity tone after lumbar selective dorsal rhizotomy in children with spastic cerebral palsy. *J. Neurosurg. Pediatr.*, 2013, vol. 12, no. 6, pp. 588-594. DOI: 10.3171/2013.9.PEDS12591.
28. Vermeulen R.J., Becher J.G. Long-term outcome in selective dorsal rhizotomy in spastic cerebral palsy: differentiation in mobility levels is needed. *Dev. Med. Child. Neurol.*, 2015, vol. 57, no. 5, pp. 408-409. DOI: 10.1111/dmcn.12695.
29. Novikov V.A. *Kompleksnoe lechenie patsientov s detskim tserebralnym paralichom s porazheniem verkhnei konechnosti*. Diss. kand. med. nauk [Complex treatment of patients with cerebral palsy with the upper limb involvement. Dr. med. sci. diss.]. SPb., 2018. 38 p. (in Russian)

30. Zancolli E.A., Zancolli E.R. Jr. The infantile spastic hand. Surgical indications and management. *Ann. Chir. Main*, 1984, vol. 3, no. 1, pp. 66-75.
31. Gschwind C.R. Surgical management of forearm pronation. *Hand Clin.*, 2003, vol. 19, no. 4, pp. 649-655.
32. Veeger H.E., Kreulen M., Smeulders M.J. Mechanical evaluation of the Pronator Teres rerouting tendon transfer. *J. Hand Surg. Br.*, 2004, vol. 29, no. 3, pp. 259-264.
33. Bunata R. Pronator teres rerouting in children with cerebral palsy. *J. Hand Surg. Am.*, 2006, vol. 31, no. 3, pp. 474-482. DOI: 10.1016/j.jhsa.2005.11.009.
34. Green W.T., Banks H.H. Flexor carpi ulnaris transplant and its use in cerebral palsy. *J. Bone Joint Surg. Am.*, 1962, vol. 44-A, pp. 1343-1430.
35. 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, vol. 35, no. 11, pp. 1774-1778. DOI: 10.1016/j.jhsa.2010.07.014.
36. 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, vol. 10, pp. 106. DOI: 10.1186/s13018-015-0251-3.
37. Hoffer M.M. The use of the pathokinesiology laboratory to select muscles for tendon transfers in the cerebral palsy hand. *Clin. Orthop. Relat. Res.*, 1993, no. 288, pp. 135-138.
38. Zagorulko A.K., Nenko A.M., Kushnir G.M., Vlasenko S.V. Osobennosti morfologicheskogo statusa spastichnoi myshtsy pri detskom tsebrebralnom paraliche [Special features of spastic muscle morphological status in cerebral palsy]. *Vestnik Fizioterapii i Kurortologii*, 2010, no. 6, pp. 14-17. (in Russian)

Рукопись поступила 27.04.2018

Сведения об авторах:

1. Чиби́ров Гео́ргий Ми́рабович, к. м. н.,
ФГБУ «РНИЦ «ВТО» им. акад. Г.А. Илизарова» Минздрава
России, г. Курган, Россия
2. Леончук Сергей Сергеевич, к. м. н.,
ФГБУ «РНИЦ «ВТО» им. акад. Г.А. Илизарова» Минздрава
России, г. Курган, Россия
3. Ежова Ксения Сергеевна,
ФГБУ «РНИЦ «ВТО» им. акад. Г.А. Илизарова» Минздрава
России, г. Курган, Россия
4. Губина Елизавета Борисовна,
ГБУ Курганская областная детская клиническая больница им.
Красного креста, г. Курган, Россия
5. Плиев Маирбек Казбекович,
ФГБУ «РНИЦ «ВТО» им. акад. Г.А. Илизарова» Минздрава
России, г. Курган, Россия
7. Pierre Lascombes, профессор,
Hopitaux universitaires de Geneve, Department of Paediatric
Orthopaedics, Женева, Швейцария,
Email: pierre.lascombes@hcuge.ch
7. Попков Дмитрий Арнольдович, д. м. н.,
ФГБУ «РНИЦ «ВТО» им. акад. Г. А. Илизарова» Минздрава
России, г. Курган, Россия,
Email: dpopkov@mail.ru

Information about the authors:

1. Georgy M. Chibirov, M.D., Ph.D.,
Russian Ilizarov Scientific Centre for Restorative Traumatology and
Orthopaedics, Kurgan, Russian Federation
2. Sergei S. Leonchuk, M.D., Ph.D.,
Russian Ilizarov Scientific Centre for Restorative Traumatology and
Orthopaedics, Kurgan, Russian Federation
3. Kseniia S. Ezhova, M.D.,
Russian Ilizarov Scientific Centre for Restorative Traumatology and
Orthopaedics, Kurgan, Russian Federation
4. Elizaveta B. Gubina, M.D.,
The Red Cross Kurgan Regional Children Clinical Hospital, Kurgan,
Russian Federation
5. Mairbek K. Pliev,
Russian Ilizarov Scientific Centre for Restorative Traumatology and
Orthopaedics, Kurgan, Russian Federation
6. Pierre Lascombes, M.D., Ph.D., Professor,
Hopitaux universitaires de Geneve, Department of Paediatric
Orthopaedics, Geneve, Switzerland,
Email: pierre.lascombes@hcuge.ch
7. Dmitry A. Popkov, M.D., Ph.D.,
Russian Ilizarov Scientific Centre for Restorative Traumatology and
Orthopaedics, Kurgan, Russian Federation,
Email: dpopkov@mail.ru