

Волкова М.О., Жердев К.В., Челпаченко О.Б., Яцык С.П.

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ СУХОЖИЛЬНО-МЫШЕЧНОЙ ПЛАСТИКИ КОЛЕННОГО СУСТАВА У ПАЦИЕНТОВ СО СГИБАТЕЛЬНЫМИ КОНТРАКТУРАМИ КОЛЕННЫХ СУСТАВОВ НА ФОНЕ СПАСТИЧЕСКИХ ФОРМ ДЕТСКОГО ЦЕРЕБРАЛЬНОГО ПАРАЛИЧА

ФГАУ «Национальный медицинский исследовательский центр здоровья детей» Министерства здравоохранения Российской Федерации, 119296, г. Москва

Введение. Детский церебральный паралич (ДЦП) – основная причина детской неврологической инвалидности в мире. Ввиду того, что распространенность контрактур коленных суставов у детей с ДЦП занимает 3-е место в структуре ортопедической патологии нижних конечностей, данная тема наименее освещена в научной периодической печати.

Материал и методы. Ретроспективно изучены данные основной группы исследования, в которую включены 40 пациентов от 7 до 12 лет с диагнозом сгибательная контрактура коленного сустава на фоне ДЦП, высокое стояние надколенника. Проведен анализ результатов гониометрии, функциональных способностей к движению по шкале Gillette FAQ до и после операции. Для корреляционного анализа значений гониометрии до оперативного лечения и данных о его эффективности применялся коэффициент Спирмена. 35 Пациентов без двустороннего поражения ДЦП и других заболеваний, сопровождающихся деформациями нижних конечностей, были включены в референсную группу. Проведена рентгенография и гониометрия здоровой конечности лежа с пассивным разгибанием, гониометрия – стоя, с активным разгибанием голени.

Результаты. Медиана углов деформации до и после оперативного лечения составила 20° и 5° соответственно, ($p < 0,05$). Объем коррекции 80%. Медиана баллов по шкале Gillette увеличилась после оперативного лечения с 2 до 3, ($p < 0,05$). Оценка корреляции между значениями гониометрии до оперативного лечения и значениями эффективности лечения показала значимую умеренную обратную связь ($p < 0,05$).

Заключение. Чем сильнее выражена деформация до оперативного лечения, тем меньше возможностей для вертикализации. Наилучшего результата можно достичь при дефиците разгибания 10–25°. Нормальные значения пассивного разгибания в здоровом коленном суставе для детей 7–12 лет составляют, по данным гониометрии в положении лежа, 6° рекурвации ($\pm 2^\circ$), и 12° рекурвации ($\pm 3^\circ$), по данным рентгенографии коленного сустава в боковой проекции. Нормальный объем активного разгибания для детей 7–12 лет в положении стоя составляет 3° рекурвации ($\pm 2^\circ$). Меньшие значения большеберцовобедренного угла, по данным гониометрии, в положении стоя и максимального пассивного разгибания, по данным рентгенографии и гониометрии, могут служить клиническими и рентгенологическими критериями сгибательной контрактуры коленных суставов.

Ключевые слова: детский церебральный паралич; сгибательные контрактуры коленных суставов; удлинения сухожилья сгибателей коленного сустава; формирование дубликатуры собственной связки надколенника; высокое стояние надколенника; шкала оценки функциональных способностей к движению; норма разгибания в коленном суставе; походка stiff knee; crouch-походка.

Для цитирования: Волкова М.О., Жердев К.В., Челпаченко О.Б., Яцык С.П. Анализ эффективности сухожильно-мышечной пластики коленного сустава у пациентов со сгибательными контрактурами коленных суставов на фоне спастических форм детского церебрального паралича. *Детская хирургия*. 2020; 24(4): 272–277. DOI: <https://dx.doi.org/10.18821/1560-9510-2020-24-4-272-277>

Для корреспонденции: Волкова Мария Олеговна, аспирант 2-го года обучения по специальности «Детская хирургия», врач-детский хирург ФГАУ «НМИЦ здоровья детей», 119991, г. Москва. E-mail: volkova-mo@mail.ru

Volkova M.O., Zherdev K.V., Chelpachenko O.B., Yatsyk S.P.

EFFECTIVENESS OF TENDON-MUSCLE PLASTY OF THE KNEE JOINT IN PATIENTS HAVING SPASTIC CEREBRAL PALSY WITH FLEXION CONTRACTURES OF KNEE JOINTS

National Medical Research Center for Children's Health (NCZD), Moscow, 119991, Russian Federation

Introduction. Cerebral palsy (CP) is the main cause of childhood neurological disability in the world. Due to the fact that the prevalence of knee contractures in children with cerebral palsy occupies the 3rd place in the structure of orthopedic pathology of the lower extremities, this topic is least covered in the scientific periodicals.

Material and methods. Findings from 40 patients of the main group, aged 7–12 and having cerebral palsy (CP), were studied retrospectively. They had knee flexion contractures with patella alta. Findings of goniometry and of Gillette FAQ scale were analyzed before and after surgery. The Spearman coefficient was used for the correlation analysis of goniometry parameters and surgical intervention effectiveness before surgery. 35 patients having no bilateral CP damage and other diseases leading to lower limb deformities were included into the reference group. X-ray examination and goniometry assessment of a healthy limb were made in patient's lying position on his back with passive extension; plus goniometry in a standing position with shin active extension.

Results. The median of deformation angles before and after surgery was 20° and 5°, respectively ($p < 0.05$). Correction volume was 80%. The median of scores by the Gillette scale increased from 2 to 3 ($p < 0.05$) after surgery. Assessment of the correlation between preoperative goniometry values and treatment efficacy values showed a significant moderate feedback ($p < 0.05$).

Conclusion. The stronger the deformity before surgery, the less chance for developing the standing-up function. The best result can be achieved when deformity is 10–25°. Normal values of passive extension by goniometry in a healthy knee for children aged 7–12 in a lying position are 6° hyper-extension (genu recurvatum) ($\pm 2^\circ$) and 12° hyper-extension ($\pm 3^\circ$) of a knee joint by lateral X-ray. Normal active extension in children aged 7–12 in a standing position is 3° hyper-extension ($\pm 2^\circ$). Smaller values of the tibiofemoral

angle by goniometry in a standing position and maximum values for passive extension by X-ray and goniometry assessment may serve as clinical and radiological criteria of knee flexion contracture.

Key words: cerebral palsy; knee flexion contractures; knee joint tendon lengthening; duplication formation in patella own ligament; patella alta; Gillette Functional Assessment Scale; normal extension of knee joint; stiff-knee gait; crouch-gait.

For citation: Volkova M.O., Zherdev K.V., Chelpachenko O.B., Yatsyk S.P. Effectiveness of tendon-muscle plasty of the knee joint in patients having spastic cerebral palsy with flexion contractures of knee joints. *Detskaya khirurgiya (Russian Journal of Pediatric Surgery)* 2020; 24(4): 272-277. (In Russian). DOI: <https://dx.doi.org/10.18821/1560-9510-2020-24-4-272-277>

For correspondence: Maria O. Volkova, MD, pediatric surgeon, post-graduate student in National Medical Research Center for Children's Health, 119991 Moscow, Russian Federation. E-mail: volkova-mo@mail.ru

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Acknowledgments. The study had no sponsorship.

Received: April 6, 2020

Accepted: July 6, 2020

Введение

Детский церебральный паралич (ДЦП) – основная причина детской неврологической инвалидности в мире [1]. Несмотря на достигнутый прогресс в хирургической помощи детям с ДЦП, лечение контрактур и деформаций нижних конечностей остается сложной и многогранной проблемой современной ортопедии. Сгибательные контрактуры коленных суставов, – как правило, прогрессирующая патология, значительно повышающая энергозатраты походки и приводящая к дальнейшим деформациям нижних конечностей [2]. Ходьба при наличии сгибательных контрактур обуславливает болевой синдром и приводит к развитию раннего гонартроза [3]. Исследователями обнаружена взаимосвязь между степенью выраженности сгибательной контрактуры коленных суставов, сглаженностью поясничного лордоза и усилением кифоза, что в комплексе с контрактурами тазобедренных суставов приводит к дисбалансу сагиттального профиля позвоночника [4]. Оперативное лечение подразумевает устранение деформаций и контрактур на многих уровнях с целью сохранения двигательных возможностей у детей с уровнем двигательной активности GMFCS I–III, а также облегчения укладки, позиции «сидя», вертикализации пациента, ухода за ним, применения ортопедических изделий для детей с уровнем двигательной активности GMFCS IV–V [1]. Исследования эффективности каждой оперативной методики для лечения ортопедической патологии ДЦП актуальны с учетом их многообразия и сложности выбора лечения каждого кон-

кретного пациента. Ввиду того, что распространенность контрактур коленных суставов у детей с ДЦП занимает 3-е место в структуре ортопедической патологии нижних конечностей, данная тема наименее освещена в научной периодической печати.

Цель исследования – оценить эффективность удлинения сухожилий медиальной группы сгибателей коленного сустава в сочетании с формированием дубликатуры собственной связки надколенника для лечения сгибательных контрактур коленных суставов у детей с ДЦП.

Материал и методы

Ретроспективно изучены данные основной группы исследования, в которую были включены 40 пациентов (75 коленных суставов) с диагнозом сгибательная контрактура коленного сустава на фоне ДЦП, высокое стояние надколенника, прооперированных в период с 2014 по 2019 гг. Средний возраст составил $10 (\pm 2)$ лет (от 7 до 12 лет). Из них 29 (72%) мальчиков и 11 (28%) девочек. На дооперационном этапе в ходе осмотра всем детям проведена гониометрия, оценка функциональных способностей к движению по шкале Gillette Functional Assessment Questionnaire (Gillette FAQ) (см. таблицу). После оперативного лечения и 1 года периода реабилитации определены те же показатели. Эффективность оперативного лечения рассчитывалась как отношение угла разгибания после операции к максимально возможному (условно принимается за 180°) в процентах. Период наблюдения составил от 6 мес до 6 лет.

Оценка функциональных способностей к передвижению по шкале Gillette FAQ

Балл	Уровень функциональных способностей к передвижению по шкале Gillette functional assessment questionnaire	До оперативного лечения	После оперативного лечения
1	Не может сделать шага ни при каких условиях	11	3
2	Может сделать несколько шагов с посторонней помощью. Не может удерживать собственный вес при опоре на конечности	17	13
3	Ходит во время сеансов реабилитации, но не при перемещении в помещении. Для перемещения требуется посторонняя помощь	6	15
4	Способен ходить в домашних условиях, но медленно. Не использует ходьбу как предпочтительный способ перемещения в домашних условиях	5	5
5	Способен пройти более 4,5–15 метров дома или в школе. Ходьба – основной способ передвижения в домашних условиях	–	2
6	Способен пройти более 4,5–15 метров вне дома, но использует обычно инвалидное кресло для перемещений на улице и общественных местах	–	1
7	Перемещается вне домашних условий самостоятельно, но только по ровной поверхности (для преодоления ступенек и других неровностей необходима помощь посторонних лиц)	1	1

35 пациентов (55 коленных суставов), из них 21 (60%) мальчик, 14 (40%) девочек без двустороннего поражения ДЦП и других заболеваний, сопровождающихся двусторонними деформациями нижних конечностей, были включены в референсную группу. Критериями включения в референсную группу были диагнозы: укорочение одной нижней конечности вследствие гемигипоплазии, болезнь Легга–Кальве–Пертеса, опухолевое новообразование метафиза, ДЦП: спастическая гемиплегия (одностороннее поражение), травма одного коленного сустава. Критерии исключения из референсной группы: диагноз ДЦП: спастическая диплегия (двустороннее поражение), экзостозная хондродисплазия, несовершенный остеогенез, наличие синдрома гипермобильности суставов, определяемого по критериям Р. Beighton (от 3 баллов по выявлению симптомов – рекурвация более 10° в коленных суставах, возможность пассивного приведения большого пальца к предплечью, переразгибание мизинца на угол более 90° при горизонтальном расположении предплечья, переразгибание в локтевых суставах более 10° , возможность касания ладонями пола при наклоне туловища вперед с выпрямленными коленями) [5], а также регулярные занятия в спортивной секции, влияющие на связочный аппарат коленного сустава. Данная группа сформирована для определения нормальных значений разгибания в здоровом коленном суставе у детей 7–12 лет, по данным гониометрии и рентгенографии, а также обоснования основных клинических и рентгенологических критериев контрактур коленных суставов. Средний возраст пациентов данной группы составил $10 (\pm 2)$, (диапазон от 7 до 12) лет. В рутинной практике всем пациентам референсной группы была проведена рентгенография нижних конечностей в ходе обследования по основному заболеванию. Рентгенография в боковой проекции здоровой конечности проводилась в положении лежа с максимальным пассивным разгибанием. Гониометрия – с помощью транспортира-гониометра по методике, описанной Маркс В.О. [6] в положении лежа с определением максимального пассивного разгибания в коленном суставе, а также в положении стоя с определением объема активного разгибания голени. Обследование и лечение всех пациентов проводилось после подписания добровольного информированного согласия на него их родителей. Проведение исследования одобрено локальным независимым этическим комитетом при ФГАУ «НМИЦ здоровья детей» МЗ РФ.

Статистическая обработка полученных данных проводилась с помощью пакета статистического анализа Statistica 8.0 корпорации StatSoft Inc. (США). Минимальный объем выборки рассчитывался с помощью формулы из усиленного закона больших чисел для $p < 0,05$ и мощности критерия 0,80. Проверка на нормальность распределения проведена с помощью критерия согласия Пирсона. Для описания данных использованы математическое ожидание, медиана, среднеквадратическое отклонение, межквартильный размах (ИКР), минимальное и максимальное значения. Оценка значимости изменений средних величин проведена при помощи критерия Уилкоксона $T = 0?$ для зависимых выборок с распределением, отличающимся от нормального, с помощью U -критерия Манна–Уитни для независимых выборок. Эффективность оперативного лечения рассматривалась как степень приближенности к максимальному углу разгибания в коленном суставе, так как она определяет возможности вертикализации пациента. Для корреляционного анализа значений гониометрии до оперативного лечения и его эффективности применялся коэффициент корреляции Спирмена.

Результаты

Дефицит разгибания в коленном суставе до операции варьировался от 10 до 90° . Медиана углов деформации до оперативного лечения составила 20° (ИКР $15\text{--}35^\circ$). Медианный угол деформации после оперативного лечения составил 5° (ИКР $0\text{--}10^\circ$). Критерий Уилкоксона $T = 0$, различия статистически значимы ($p < 0,05$). Медиана объема коррекции составила 80% (ИКР $67\text{--}80\%$) (рис. 1).

Что касается исследования функциональных способностей к передвижению, то медиана баллов до операции по шкале Gillette FAQ составила 2 (ИКР $1\text{--}2$), то есть пациент в большинстве случаев не мог удерживать собственный вес при опоре на конечности. Медиана баллов после операции по шкале Gillette FAQ составила 3 (ИКР $2\text{--}3$), то есть пациенты начинали ходить во время сеансов реабилитации с посторонней помощью, различия статистически значимы ($p < 0,05$). Коэффициент ранговой корреляции Спирмена между значениями гониометрии до оперативного лечения и значениями эффективности лечения равен 0,5, что показало значимую умеренную обратную связь (большему значению дефицита разгибания до операции соответствует меньшее значение эффективности лечения, $p < 0,05$) (рис. 3). У четверых пациентов возникли следующие осложнения: синовит обоих коленных суставов в послеоперационном периоде, разгибательные контрактуры коленных суставов с дефицитом сгибания 20 и 60° при осмотре через год после оперативного лечения, пролежни в проекции пяточных бугров, рецидив деформации 35° слева и 25° справа при осмотре через 3 мес после операции. Все перечисленные осложнения были следствием отсутствия ухода, не выполнения рекомендаций (ортопедический режим, разработка движений в коленных суставах).

Для пациентов референсной группы средний угол пассивного разгибания в коленном суставе составил 6° рекурвации ($\pm 2^\circ$), интервал от 1 до 10° , по данным гониометрии в положении лежа, и 12° рекурвации ($\pm 3^\circ$), интервал от 5 до 16° , по данным рентгенографии коленного сустава в боковой проекции в положении лежа с пассивным разгибанием голени. Средний угол активного разгибания в положении стоя по данным гониометрии составил 3° рекурвации ($\pm 2^\circ$), интервал от 1 до 9° .

Обсуждение

Анализируя этап исследования основной группы, стоит упомянуть о том, что существуют различные методы хирургического лечения сгибательных контрактур коленных суставов, среди которых распространены разгибательная надмыщелковая остеотомия бедренной кости, задняя капсулотомия, дистракция в аппарате внешней фиксации [7]. Остеотомии костей не рекомендуется применять у растущих детей из-за высокого риска ремоделирования кости [8]. Частота неврологических осложнений корригирующей остеотомии, по данным разных авторов, занимает от 3 до 19%, включая паралич седалищного, малоберцового нервов, транзиторные чувствительные и двигательные расстройства. Встречается так же угловое смещение, рецидив контрактуры [9–11]. Задняя капсулотомия отличается сложным глубоким доступом в подколенную области с повышенным риском повреждения сосудисто-нервного пучка, а вмешательство на капсуле коленного сустава может привести к ее рубцеванию и впоследствии к рецидиву деформации. При дистракции в аппарате Илизарова происходит принудительная травматизация мышц, что приводит к их рубцеванию, к снижению силы и эластичности. Также стоит отметить, что рубцовая ткань не поддается ботулинотерапии.

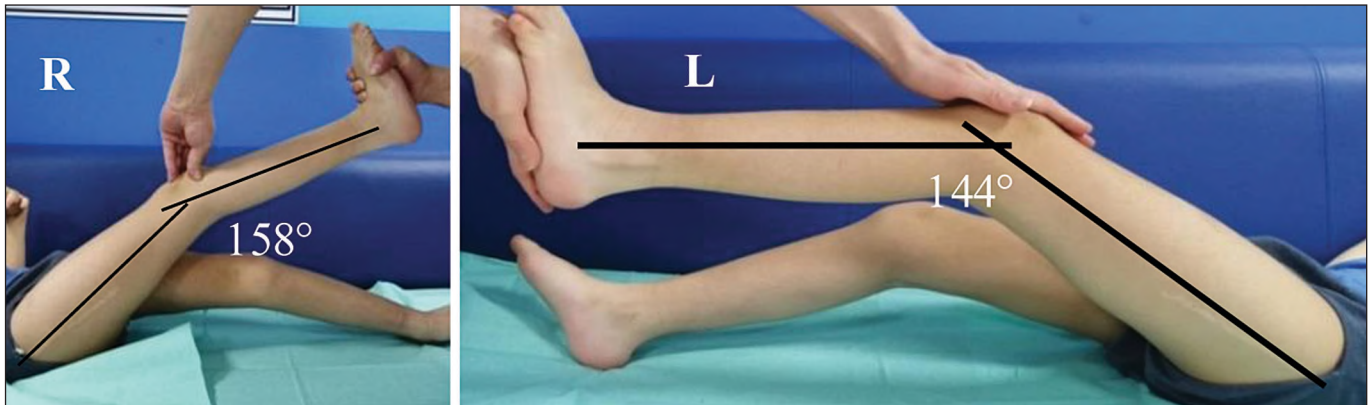


Рис. 1. Пациент А., 12 лет, дефицит разгибания до операции.



Рис. 2. Пациент А., 14 лет, внешний вид через 2 года после оперативного лечения, объем движений в коленном суставе.

Удлинение сгибателей голени с целью устранения сгибательной контрактуры коленного сустава у больных ДЦП является базовой операцией. По мнению ряда авторов, краткосрочные результаты после удлинения сухожилий сгибателей голени удовлетворительные, однако некоторые пациенты едва ли получают пользу, а в некоторых случаях характер походки даже ухудшается после операции [12]. Имеются наблюдения о том, что изолированное удлинение сгибателей голени приводит к уменьшению сгибания голени в фазу переноса опоры шага – походке stiff knee [13]. Это обусловлено недостаточным тонусом прямой мышцы бедра и нормальной длиной собственной связки надколенника до оперативного вмешательства [14]. Ослабление мышц-антагонистов вызывает гиперфункцию разгибательного аппарата голени. В таких ситуациях удлинение сгибателей голени рекомендуют проводить в сочетании с переносом прямой мышцы бедра на сгибатели голени – на полусухожильную мышцу медиально, либо на межмышечную перегородку латерально [13].

После выполнения изолированного удлинения сгибателей голени так же встречается crouch-походка, характеризующаяся главным образом усилением сгибания в коленном суставе в фазу опоры [14]. Crouch-походка приводит к болевому синдрому и может стать причиной перелома надколенника, феморо-пателлярного артроза [15]. Crouch-походка часто сочетается с patella alta – патологически высокой позицией надколенника. Надколенник является точкой опоры четырехглавой мышцы бедра [16]. Находящийся в правильном положении надколенник смещает вперед направление действия силы разгибательного аппарата, чем увеличивает плечо его рычага и эффективность выполняемой им работы [3]. Crouch-походка в комплексе с patella alta обуславливают дисфункцию рычагов в опорную фазу шага. В таком случае в механизме невозможности разгибания в коленном суставе решающее

значение принадлежит пониженному тонусу четырехглавой мышцы бедра и собственной связки надколенника до выполнения оперативного лечения. Для формирования оптимальных условий функционирования разгибательного аппарата применяется удлинение медиальной группы сгибателей в комплексе с операциями, направленными на увеличение силы натяжения в четырехглавой мышце бедра, с формированием дубликатуры собственной связки надколенника для детей раннего возраста и переносом бугристости для пациентов более старшего возраста [17]. Результаты исследования М. Galli [15] показали, что формирование дубликатуры собственной связки надколенника может быть эффективным вариантом лечения Crouch-походки у пациентов с ДЦП, особенно если она сохраняется после хирургического лечения контрактур коленных суставов, в том числе удлинения сгибателей голени. Наши результаты косвенно подтверждают данное утверждение повышением функциональных способностей к передвижению по шкале Gillette FAQ.

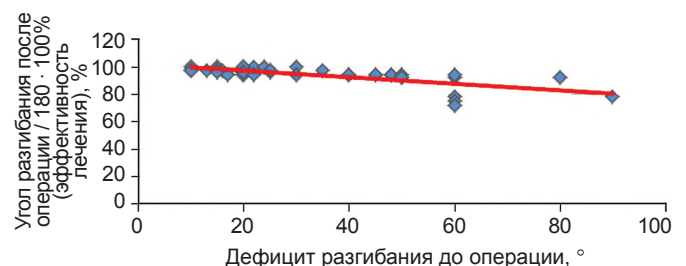


Рис.3. Корреляция между дооперационным дефицитом разгибания и эффективностью оперативного лечения (обратная зависимость).

Для сравнения полученных нами результатов референсной группы стоит привести данные Букуп К. [9], согласно которым в норме объем переразгибания в коленном суставе у взрослых составляет 5–10°. По данным Маркс В.О., из разогнутого положения коленного сустава пассивно возможно получить переразгибание в пределах 12°. Начинающиеся контрактуры коленного сустава обнаруживаются выпадением дополнительных движений голени, к числу которых относится и переразгибание голени [6]. В то же время переразгибание в коленном суставе $\geq 10^\circ$ уже является одним из пяти критериев распознавания гипермобильности суставов по R. Beighton [19]. Таким образом, полученные нами данные о максимальном пассивном разгибании в коленном суставе у детей 7–12 лет без диагноза ДЦП не противоречат общеизвестным данным об объеме движений в коленном суставе у взрослых. Исследований с измерением большеберцово-бедренного угла у детей 7–12 лет без диагноза ДЦП, по данным рентгенографии, с пассивным разгибанием и гониометрии с пассивным разгибанием, а также угла максимального активного разгибания в коленном суставе в мировой литературе нами не обнаружено.

Наше исследование имеет ограничения в виду ретроспективного дизайна исследования основной группы. Уровень достоверности IV – ретроспективное исследование серии клинических случаев. Вероятно, с этим связаны различия между полученным средним углом разгибания в коленном суставе после оперативного лечения и референсными значениями. Угол разгибания в коленном суставе после оперативного лечения определялся без использования транспортира-гониометра. Учитывая связанную с этим приблизительность имеющихся данных, угол разгибания в коленном суставе, по данным гониометрии, 180° был принят как критерий эффективности оперативного лечения, а эффективность рассчитывалась как степень приближенности полученного результата к этому критерию. Нормальные средние значения активного и пассивного разгибания в здоровом коленном суставе для детей 7–12 лет определялись в ходе проспективного исследования, поэтому определение было более точным с использованием транспортира-гониометра в ходе осмотра и с применением рентгенографии.

Выводы

1. Полученные данные говорят о достаточно высокой эффективности оперативного лечения сгибательной контрактуры коленного сустава методом удлинения медиальной группы сгибателей в сочетании с формированием дубликатуры собственной связки надколенника как по гониометрическим, так и по функциональным показателям. Однако средний угол разгибания в коленном суставе после хирургического лечения меньше референсных значений. Также следует учитывать возможные осложнения, связанные с необходимостью длительной иммобилизации в послеоперационном периоде, необходимостью должного ухода за больным дома и последующей реабилитации. Чем сильнее была выражена деформация до оперативного лечения, тем менее близок к 180° угол разгибания после оперативного лечения, и следовательно меньше возможностей для вертикализации с минимальными энергетическими затратами, независимо от объема коррекции. Наилучшего результата можно достичь, пользуясь описанным методом в случаях, когда дефицит разгибания составляет 10–25°.

2. Нормальные значения пассивного разгибания в здоровом коленном суставе для детей 7–12 лет составляют, по данным гониометрии, в положении лежа 6° рекурвации ($\pm 2^\circ$), интервал от 1 до 10° , и 12° рекурвации ($\pm 3^\circ$),

интервал от 5 до 16° , по данным рентгенографии коленного сустава в боковой проекции в положении лежа. Нормальный средний угол активного разгибания для детей 7–12 лет в положении стоя составляет 3° рекурвации ($\pm 2^\circ$), интервал от 1 до 9° . Меньшие значения большеберцово-бедренного угла, по данным гониометрии, в положении стоя, и максимального пассивного разгибания, по данным рентгенографии и гониометрии, могут служить клиническими и рентгенологическими критериями сгибательной контрактуры коленных суставов.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

ЛИТЕРАТУРА

(пп. 1, 2, 7, 9–15, 19 см. в References)

- Умнов, В.В. Основные подходы к устранению сгибательной контрактуры коленного сустава у больных ДЦП. *Травматология и ортопедия России*. 2013; 3 (69): 119-24.
- Умнов В. В., Звозиль А. В., Умнов Д. В., Новиков В. А. Взаимосвязь сгибательных контрактур в суставах нижних конечностей и сагитального профиля позвоночника у больных детским церебральным параличом: предварительное сообщение. *Ортопедия, травматология и восстановительная хирургия детского возраста*. 2016; (4): 71-6.
- Спивак, Е. М. Диагностика синдрома гипермобильности суставов в детском возрасте. *Вестник Ивановской медицинской академии*. 2009; 14 (4): 28-30.
- Маркс В.О. *Ортопедическая диагностика: Руководство-справочник*. Минск: Наука и техника; 1978.
- Трофимова, С. И., Буклаев, Д. С., Петрова, Е. В., Мулеванова, С. А. Использование метода управления роста для устранения сгибательной контрактуры коленного сустава у пациентов с артрогрипозом: предварительные результаты. *Ортопедия, травматология и восстановительная хирургия детского возраста*. 2016; 4(4): 64-70.
- Киселевский, Ю.М., Иванцов А.В. Структурно-функциональные особенности коленного сустава. *Журнал Гродненского государственного медицинского университета*. 2008; 1(21): 109-12.
- Жердев К.В., Пак Л. А., Волкова М. О., Зубков П. А., Челпаченко О. Б. Актуальные направления оптимизации хирургического лечения опорно-двигательных нарушений при спастических формах детского церебрального паралича. *Российский педиатрический журнал*. 2018; 21(3): 175-81.
- Букуп К. Букуп Й. *Клиническое исследование костей, суставов и мышц*. М.: Медицинская литература; 2018.

REFERENCES

- Sharan, D. Orthopedic surgery in cerebral palsy: Instructional course lecture. *Indian journal of orthopaedics*. 2017; 51(3): 240.
- MacWilliams B.A., Harjinder B., Stevens P.M.. Guided growth for correction of knee flexion deformity: a series of four cases. *Strat Traum Limb Recon*. 2011; 6:83-90.
- Umnov V.V. The main approaches to the knee joint stabilization in patients with cerebral palsy. *Travmatologiya i ortopediya Rossii*. 2013; 3 (69): 119-24. (in Russian)
- Umnov V.V., Zvozil' A.V., Umnov D.V., Novikov V.A. Relationship between flexion contractures of the joints of the lower extremities and the sagittal profile of the spine in patients with cerebral palsy: a preliminary report. *Ortopediya, travmatologiya i vosstanovitel'naya khirurgiya detskogo vozrasta*. 2016; (4):71-6. (in Russian)
- Spivak, E.M. Diagnosis of joint hypermobility syndrome in childhood. *Vestnik Ivanovskoy meditsinskoy akademii*. 2009; 14 (4): 28-30. (in Russian)
- Marks V.O. *Orthopedic diagnostics: reference book. [Ortopedicheskaya diagnostika. Rukovodstvo-spravochnik]* Minsk: Nauka i tekhnika; 1978. (in Russian)
- Klatt J, Stevens PM. Guided growth for fixed knee flexion deformity. *J Pediatr Orthop*. 2008;28:626-31. doi: 10.1097/BPO.0b013e318183d573.
- Trofimova, S.I., Buklaev, D.S., Petrova, E.V., Mulevanova, S.A. Guided growth for correction of knee flexion contracture in patients with arthrogryposis: preliminary results. *Ortopediya, travmatologiya i vosstanovitel'naya khirurgiya detskogo vozrasta*. 2016; 4(4): 64-70. (in Russian)
- Inan M, Sarikaya IA, Yildirim E, Güven MF. Neurological complications after supracondylar femoral osteotomy in cerebral palsy. *J Pediatr Orthop*. 2015; 35(3): 290-5.

10. Stout, J.L., Gage, J.R., Schwartz, M.H., & Novacheck, T.F. Distal Femoral Extension Osteotomy and Patellar Tendon Advancement to Treat Persistent Crouch Gait in Cerebral Palsy. *The Journal of Bone and Joint Surgery-American*. 2008; 90(11): 2470–84.
11. Sossai, R., Vavken, P., Brunner, R., Camathias, C., Graham, H. K., & Rutz, E. Patellar tendon shortening for flexed knee gait in spastic diplegia. *Gait & Posture*. 2015; 41(2): 658–65.
12. Salami, F., Brosa, J., Van Drongelen, S., Klotz, M. C., Dreher, T., Wolf, S. I., Thielen, M. “Long term muscle changes after hamstring lengthening in children with bilateral cerebral palsy.” *Developmental Medicine & Child Neurology*. 2019; 61(7): 791-7.
13. Aiona, M., Do, K. P., Feng, J., & Jabur, M. Comparison of rectus femoris transfer surgery done concomitant with hamstring lengthening or delayed in patients with cerebral palsy. *Journal of Pediatric Orthopaedics*. 2017; 37(2):107-10.
14. Gulenc, B., Kuchimov, S., & Temelli, Y. Clinical and gait analysis of isolated soft tissue release surgery in crouch gait patients. *Annals of Medical Research*. 2019; 26(8), 1600-4.
15. Galli, M., Cimolin, V., Vimercati, S., Albertini, G., & Brunner, R. Quantification of patellar tendon shortening in a patient with cerebral palsy. *Journal of applied biomaterials & functional materials*. 2014; 12(1): 57-63.
16. Kiselevskiy Yu.M., Ivantsov A.V. Structural and functional characteristics of knee joint. *Zhurnal Grodnenskogo gosudarstvennogo meditsinskogo universiteta*. 2008; 1(21): 109-12. (in Russian)
17. Zherdev K.V., Pak L. A., Volkova M. O., Zubkov P. A., Chelpachenko O. B. Actual directions of the optimization of the surgical treatment of locomotor disorders in spastic forms of infantile cerebral palsy. *Rossiyskiy pediatricheskiy zhurnal*. 2018; 21(3): 175-81. (in Russian)
18. Buckup K. Buckup J. *Clinical Tests for the Musculoskeletal System [Klinicheskoe issledovanie kostey, sustavov I myshts]*. Moscow: Meditsinskaya literatura; 2018. (in Russian)
19. Rejeb A, Fourchet F, Materne O., Johnson A., Horobeanu C., Farooq A., et al. Beighton scoring of joint laxity and injury incidence in Middle Eastern male youth athletes: a cohort study. *BMJ Open Sport Exerc Med*. 2019; 5: e000482. doi: 10.1136/bmjsem-2018-000482.

Поступила 06 апреля 2020

Принята 20 июля 2020