

# РОЛЬ НЕЙРОГЕННЫХ ДЕФОРМАЦИЙ СТОП В СТРУКТУРЕ НАРУШЕНИЙ ФУНКЦИЙ НИЖНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ У ПАЦИЕНТОВ С ДЕТСКИМ ЦЕРЕБРАЛЬНЫМ ПАРАЛИЧОМ. СТРАТЕГИИ ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ

## ОБЗОР ЛИТЕРАТУРНЫХ ДАННЫХ

Анализ литературных данных оперативного лечения деформаций стоп у детей с ДЦП позволил определить ключевые аспекты патогенеза и тактики хирургического лечения. Рассмотрены основные виды изменений, происходящих в стопах под влиянием спастических нарушений, и оптимальные способы оперативного лечения прогрессирующих деформаций стоп. Выбор тактики лечения зависит от индивидуальных особенностей пациента, возраста, паттерна спастичности, тяжести и мобильности деформации, уровня сформированности «больших» моторных функций (GMFCS). Различные варианты мягкотканых операций эффективны при достаточной мобильности деформаций для пациентов младшей возрастной группы. Операции на костных структурах стоп показаны при ригидных деформациях у пациентов более старшего возраста. Дифференцированный подход к оперативному лечению нейрогенных деформаций стоп позволяет получить удовлетворительные как ранние, так и отдаленные результаты лечения.

**Ключевые слова:** литературный обзор, детский церебральный паралич, нейрогенные деформации стоп, оперативное лечение.

S.P. YATSYK, K.V. ZHERDEV, P.A. ZUBKOV, L.A. PAK, M.O. VOLKOVA, O.B. CHELPACHENKO, A.A. PETELGUZOV  
National Medical Research Center for Children's Health, Federal State Autonomous Institution of the Ministry of Health of Russia  
THE ROLE OF NEUROGENIC FEET DEFORMITIES IN THE LOWER LIMB DYSFUNCTION STRUCTURE IN PATIENTS WITH CEREBRAL PALSY. MANAGEMENT OF SURGICAL TREATMENT. LITERATURE DATA REVIEW

Analysis of the literature data on the surgical treatment of feet deformities in children with cerebral palsy allowed determining of the first key pathogenesis aspects and management of surgical treatment. The main types of changes occurring in the feet under the influence of spastic disorders and the optimal methods of progressive deformities of feet surgical treatment were studied. The treatment management preference depends on intrapatient habits, age, the pattern of rescue, deformation gravity and mobility, level of the gross motor function (GMFCS). Various «soft tissue surgery» forms are effective provided sufficient deformation mobility for younger children group patients. The bone-cutting feet surgical measures are justified provided rigid deformations in more older children. A differentiated neurogenic feet deformities surgical treatment approach provides obtaining both early and long-term satisfactory treatment results.

**Keywords:** literature review, cerebral palsy, neurogenic feet deformities, surgical treatment.

**Д**етский церебральный паралич (ДЦП) – это группа синдромов поражения центральной нервной системы, относящихся к непрогрессирующим патологическим состояниям, вызванным воздействием повреждающего агента на развивающийся мозг ребенка во внутриутробном или раннем постнатальном периодах. Моторные нарушения при церебральных параличах зачастую сопутствуют множественным дефектам чувствительности и перцепции, поведенческим и судорожным расстройствам, нарушениям когнитивных и коммуникативных функций. [1]

Среди заболеваний нервной системы детский церебральный паралич является главной причиной детской

инвалидности, распространенность которого составляет в среднем 2,5–3 случая на 1000 детей. По данным Федеральной службы государственной статистики, процент детей, родившихся недоношенными, за последние 5 лет в Российской Федерации вырос с 6 до 9% от общего количества родившихся. В группе недоношенных детей частота ДЦП составляет 1%, у новорожденных при массе тела менее 1000 г распространенность ДЦП может достигать 25–50%. По данным зарубежной литературы регистрируется рост заболеваемости ДЦП, что подтверждает актуальность проблемы. [2]

Неврологический дефицит детей с ДЦП, приобретенный в результате повреждения головного мозга, не про-

грессирует с течением заболевания, однако двигательные нарушения при ДЦП могут усугубляться. Развитие двигательных нарушений в онтогенезе ребенка с ДЦП характеризуется этапностью и представляется следующим образом: пусковым механизмом является перинатальное поражение головного мозга, которое ведет к нарушению редукции врожденных рефлексов, что способствует повышению мышечного тонуса – спастике, влияющая которой затем приводит к патологической установке конечностей и, как следствие, формированию вторичных контрактур суставов и деформаций скелета. Согласно статистическим данным, те или иные формы спастичности различной степени выраженности встречаются у 85,5% больных ДЦП [3].

Основываясь на данных Европейского консенсуса лечения ДЦП, помимо ортопедической хирургии, выделяют следующие основные группы лечебных воздействий: пероральную антиспастическую фармакотерапию, ботулинотерапию, интратекальное введение баклофена, ортезирование, функциональную терапию, в т. ч. физиотерапию [4].

Wilson N.C. с соавт. отмечает, что прогрессирующие деформации тазобедренных и коленных суставов, а также суставов стоп у пациентов в возрасте от 6 до 20 лет в подавляющем большинстве случаев нуждаются в своевременной хирургической коррекции [5].

Ряд исследователей указывает на то, что прогресс деформаций коленных и тазобедренных суставов в результате роста и развития ребенка находится в прямой зависимости от степени деформаций стоп. Ключевую роль в этом играет нарушение опорной функции нижних конечностей. При эквинусной деформации чрезмерная сгибательная установка голеностопного сустава провоцирует вынужденное переразгибание в коленном суставе, ведущее к формированию рекурвационной деформации коленного сустава. Под влиянием эквиноплосковальгусной деформации в коленных и тазобедренных суставах формируются сгибательные установки, компенсирующие дисбаланс, возникающий при ходьбе. Варусная деформация, в свою очередь, может стать причиной формирования гонартроза коленных суставов за счет их выраженной компенсаторной варизации [6, 7].

Необходимо отметить, что существующие в настоящий момент методы прогнозирования двигательного развития детей со спастическими формами ДЦП являются ориентировочными и не всегда могут служить четким руководством к действию врачей неврологов, ортопедов и нейрохирургов. В то же время именно прогноз формирования нарушений двигательных функций нижних конечностей может служить значимым аргументом для выбора тактики лечения данной категории детей [8].

## ОСНОВНЫЕ АСПЕКТЫ ДЕФОРМАЦИЙ СТОП

Большинство исследователей сходятся во мнении, что деформации стоп являются ведущей ортопедической патологией у детей с ДЦП. Частота возникновения деформаций стоп среди больных ДЦП составляет не менее 95% случаев у детей с церебральным параличом. При этом в хирургическом лечении нуждаются более 40% из них.

Учитывая подобную статистику, раннее выявление и этапное лечение больных с опорно-двигательными нарушениями стоп, являются необходимыми мероприятиями для профилактики развития тяжелых деформаций опорно-двигательного аппарата [9].

По данным различной литературы, у пациентов со спастическими формами ДЦП наиболее распространенными видами ортопедической патологии стоп являются эквинусная, эквинокавоварусная и эквиноплосковальгусная деформации. В клинической практике деформаций носят, как правило, комбинированный характер. Однако понимание патогенетических аспектов перечисленных нозологических форм деформаций стоп является наиболее важным. Анализ научных данных по вышеперечисленным патологиям дает понимание о возможностях выбора тактик оперативного лечения [10].

Для пациентов с нейрогенными деформациями стоп ведущими жалобами являются:

- нарушение опорности: изменения во взаимоотношениях костей стопы изменяют геометрию свода, нарушая тем самым контакт стопы с опорой;
- снижение толерантности к нагрузке на стопы: в данных жалобах имеет место непосредственно нейрогенный аспект, являющийся результатом спастико-постуральных нарушений при ДЦП. Спастичность одних мышц, вторичная слабость и, как следствие, перерастяжение мышц антагонистов ведут к быстрой утомляемости стоп и голени при ходьбе;
- прогрессирующий болевой синдром: изначально возникающее выраженное ощущение усталости во время ходьбы со временем усиливается, вызывая боль в стопах и мышцах голени. Болевой синдром является следствием формирования вторичных дегенеративных изменений гиалинового хряща и нарастает при компенсаторной гипертрофии капсульно-связочного аппарата стопы. Подобные изменения ведут к формированию ригидных артрогенных контрактур;
- нарушение стереотипа ходьбы: прогрессирование вышеупомянутых патологических изменений в стопах ведет к нарушению походки, вызывая у пациентов трудности при передвижении [11].

С течением времени у больных усиливается интенсивность болевого синдрома, отмечается формирование деформирующего артроза суставов стопы. Все это приводит к отрицательной динамике в виде ограничения двигательных возможностей, снижению социальной адаптации. Немаловажным является тот факт, что зачастую, ввиду наличия грубой деформации стоп, пациенты испытывают затруднения при использовании обычной обуви, что вызывает сложности в подборе и приводит к необходимости изготовления индивидуальной ортопедической обуви [12].

К настоящему моменту ведущими методиками хирургического лечения патологий стоп являются: корригирующие остеотомии костей стоп, различные варианты артродезирующих операций, артроризы (артроэрезы), а также сухожильно-мышечные пластики. Немаловажным является комбинирование перечисленных техник для каждого конкретного случая. В этой связи первостепенным явля-

ется индивидуальный подход к пациентам нейроортопедического профиля, имеющим многоплоскостные деформации стоп для выбора наиболее эффективной тактики хирургического лечения [13].

Известные методики и способы хирургического лечения деформаций стоп у детей с ДЦП нередко приводят к неудовлетворительным результатам. В первую очередь это связано с механистическим подходом к лечению детей с ДЦП и недооценкой нейрофизиологических механизмов, лежащих в основе формирования деформаций при ДЦП. Также остается открытым вопрос о целесообразности раннего оперативного лечения, сопровождающегося высокой частотой рецидивов. На сегодняшний день существует еще немало пробелов, связанных с недостатком знаний о патогенезе, клинических проявлениях и эффективных методиках лечения [14].

## ЭКВИНУСНАЯ ДЕФОРМАЦИЯ

Эквинусная деформация – наиболее распространенная патология стоп у детей с любой из форм ДЦП. Спастические нарушения икроножно-камбаловидного комплекса в той или иной степени выражены при любых деформациях стоп у детей с ДЦП [15].

Ведущее звено патогенеза эквинусной деформации – усиленный под влиянием неврологических нарушений ЦНС тонус трехглавой мышцы голени. Повышенный тонус приводит к формированию патологической сгибательной установки в голеностопном суставе – первичной тонической контрактуры [16]. В конечном итоге длительно существующая эквинусная установка стопы при прогрессировании вторичных дегенеративных изменений голеностопного сустава приводит к формированию его артрогенной контрактуры. Усиление эквинусной деформации и постоянная нагрузка весом тела на передние отделы стопы растягивают медиальный контур капсулы Шопарова сустава, формируя его нестабильность из-за тенденции к латеральному смещению переднего отдела стопы [17].

Определение степени вовлеченности в формирование эквинусной контрактуры икроножных мышц проводится с помощью теста N. Silverskjold – сравнивая амплитуду пассивной тыльной флексии в голеностопном суставе при пассивном сгибании до 90° и разгибании до 0° в коленном суставе. Также описывается необходимость дооперационного проведения «лиственновой пробы» (или иной методики максимально возможной миорелаксации пациента) – тест является обязательным у всех больных [18].

По данным многочисленных источников, утверждают, что методы апоневротомии икроножной мышцы с рассечением межмышечной перегородки или частичной чрескожной тенотомии являются наиболее малотравматичными, функциональными и достаточно физиологичными методами коррекции эквинусной деформации при спастических формах ДЦП. Показанием к выполнению подобных вмешательств является изолированное контрагирование икроножной мышцы [19].

Вариантом таких операций является метод ахиллопластики по Ноке. Техника операции по Ноке заключает-

ся в частичной чрескожной тенотомии ахиллова сухожилия с медиальной и латеральной сторон, на разных уровнях. Активно применяется разработанный относительно недавно метод межмышечного удлинения икроножной и камбаловидной мышцы по Baumann. Данные методики рекомендуются в раннем детском возрасте (2–5 лет) в случае контрагирования икроножной и камбаловидной мышц, при нерезко выраженной деформации (triceps surae тест от 90 до 110°) [20].

При выраженных эквинусных деформациях (triceps surae-тест 110–115°) рекомендуется выполнение операции Strayer. Показанием к операции является функционально значимое повышение тонуса мышцы (не менее 3 баллов по шкале Ashworth). Операция Strayer предполагает уменьшение тонуса икроножной мышцы голени и удлинение ахиллова сухожилия за счет пересечения его части у места перехода в мышечное брюшко, оставляя непересеченным половину сухожилия, относящегося к камбаловидной мышце. После реддрессации стопы проксимальный конец сухожилия икроножной мышцы оставляют нетронутым либо подшивают к сухожилию камбаловидной мышцы. Ряд исследователей дополняет методику селективной невротомией моторных ветвей общего большеберцового нерва [21].

Для тяжелой степени эквинусной деформации стоп (triceps surae-тест не менее 115°) описаны операции по методике Baker или Vulpius. Как и в случае с методикой Strayer, данные техники предполагают пересечение сухожильно-мышечного перехода, но уровень тенотомии в этом случае ниже средней трети голени, что помогает достичь большей коррекции. Методика по Vulpius представляет собой v-образную ахиллопластику, для ахиллотомии по Baker требуется выполнение приема tongue-in-groove («язык в пазу») [22].

В то же время основным недостатком вышеперечисленных оперативных вмешательств является большое количество рецидивов – от 12 до 48%, связанных с повреждением зоны, располагающейся в области перехода мышцы в сухожилие. Авторы признают ряд отрицательных сторон и стремятся снизить травматичность хирургического вмешательства путем сшивания концов сухожилия с минимальной травмой или ограничиваясь исключительно тенотомией. Последователи закрытой ахиллопластики считают, что данный метод менее травматичен, т. к. скользящий аппарат сухожилия не повреждается [23].

Общепринятым и самым распространенным методом оперативного лечения фиксированных эквинусных деформаций является z-образное удлинение ахиллова сухожилия при полном его укорочении. Оперативная методика состоит из доступа в проекции ахиллова сухожилия со стороны медиальной лодыжки, вскрытия оболочки влагалища сухожилия, z-образной тенотомии и ушивания сухожилия бок в бок в положении коррекции (100°). Выбор стороны для отсечения наружной или внутренней порции сухожилия от пяточного бугра зависит от выраженности вальгизации или варизации пяточной кости. По мнению ряда исследователей, преимуществами открытой ахиллотомии являются: наличие открытой раны и возмож-

ность рассекать сухожилие, не опасаясь повредить сосудистые пучки, а также дозированность удлинения [24].

Большинство исследователей отмечают формирование рецидивов эквинусной деформации и осложнений в виде плохо поддающейся лечению пяточной («конской») деформации стопы – в 6–46,2% случаев. При сравнительной оценке результатов открытой и закрытой ахиллотомии в раннем послеоперационном периоде осложнения отмечаются примерно в равном проценте случаев. Однако оценка исходов оперативного удлинения ахиллова сухожилия через несколько недель или даже лет была неоднозначной [25].

## ЭКВИНОПЛОСКОВАЛЬГУСНАЯ ДЕФОРМАЦИЯ

Вальгусная деформация стоп, сочетаясь с эквинусным компонентом, стоит на втором месте по частоте наблюдаемых деформаций стоп. Различные данные свидетельствуют, что около 20–25% всех ДЦП-ассоциированных патологий стоп – эквиноплосковальгусные деформации [26].

Эквиноплосковальгусная деформация стоп в большей степени распространена в группах детей с диплегическими и гемипаретическими вариантами ДЦП и, учитывая изученные патогенетические аспекты, является многоплоскостной патологией стоп [27].

По данным Умнова В.В. с соавт., причиной возникновения эквиноплосковальгусной деформации стоп является тоническая эквинусная установка или ретракция икроножно-камбаловидного комплекса. Выраженность эквинусной контрактуры напрямую определяет степень изменения положения пяточной кости в сторону подошвенной флексии (первичное звено патогенеза). В процессе изменения своего положения пяточная кость под тракционным воздействием трехглавой мышцы голени оказывает давление снизу на задненижний сегмент таранной кости, что вынуждает последнюю, согласно биомеханике подтаранного сустава, смещаться в «вилке» голеностопного сустава в направлении вперед – книзу – кнутри. Описанное смещение таранной кости вызывает перегрузку передне-внутренних сегментов пяточной кости, что под усугубляющим влиянием осевой нагрузки на нижние конечности стимулирует нарастание подошвенной флексии пяточной кости, ее пронацию и усиление давления на заднележащие сегменты таранной кости [28].

Плосковальгусная деформация при ДЦП мобильна и имеет возможность мануальной (одномоментной) коррекции, но эквинусный компонент не устраним, в результате чего остается супинация переднего отдела. Деформация стопы средней и тяжелой степеней затрудняет ношение обуви, нарушает походку, обуславливает быструю утомляемость и болевой синдром [29].

К настоящему времени предложено значительное количество хирургических методов коррекции нейрогенной эквиноплосковальгусной деформации стоп детей больных ДЦП. Ведущими методиками оперативных вмешательств являются: операция Kumar-Cowel-Ramsey, таранно-пяточный артродез по Grice-Green, тройной артродез стопы и корригирующая остеотомия пяточной

кости по Evans. Основными показаниями для хирургической коррекции являются: возраст ребенка, наличие болевого синдрома, третья степень деформации, GMFCS со второго по пятый уровень [30].

Операцию по Kumar-Cowel-Ramsey выполняют детям до 5 лет. Оперативная техника подразумевает выделение короткого разгибателя пальцев, вскрытие передней части таранно-пяточного и пяточно-кубовидного суставов, формирование в шейке таранной кости канала, через который проводят ранее выделенное сухожилие передней большеберцовой мышцы. Техника подразумевает выполнение тенолигаментокапсулотомии ахиллова сухожилия с z-образной пластикой. Формируют правильное положение костей стопы, моделируют свод [31].

При выполнении остеотомии пяточной кости по Evans показаниями для оперативного лечения являются: третья степень деформации и с первого по второй уровень по GMFCS. Суть данной методики заключается в удлинении латеральной колонны заднего отдела стопы посредством остеотомии пяточной кости, при этом линия остеотомии должна проходить между передней и средней суставной фасеткой. В зоне остеотомии после разведения фрагментов пяточной кости располагается костный аутоотрансплантат. Оперативное вмешательство показано детям в возрасте 10–15 лет [32].

Показаниями к проведению таранно-пяточного артродеза по методике Grice-Green являются: возраст, степень выраженности деформации, наличие болевого синдрома, уровни по GMFCS с первого по третий. Операция выполняется детям в возрасте от 5 до 14 лет. Данная операция подразумевает выполнение артродеза при помощи установки аутоотрансплантата (из малоберцовой, реже подвздошной кости) в пространство таранно-пяточного синуса. Методика Grice-Green является «золотым стандартом» хирургического лечения плосковальгусных деформаций стоп [33].

У детей с тяжелой, ригидной деформацией стоп в возрасте от 13 до 18 лет и уровнем GMFC II-IV показано выполнение трехсуставного артродеза. Тройной артродез стопы является эффективной операцией по стабилизации заднего отдела стопы. Фиксированные деформации, как правило, захватывают все три основных сустава среднего и заднего отделов стопы. Техника операции предполагает создание костного сращения между подтаранным, таранно-ладьевидным и пяточно-кубовидным суставами [34].

Жердев К.В. и Челпаченко О.Б. с соавт. при выполнении данных методик рекомендуют дополнять костнопластические операции различными вариантами сухожильно-мышечных пластик с учетом паттерна спастичности. Выполнение любого из методов хирургического лечения требует фиксации стопы в положении коррекции спицами и/или циркулярной гипсовой повязкой сроком от 4–6 недель [35].

## ЭКВИНОКАВАВАРУСНАЯ ДЕФОРМАЦИЯ

Варусная деформация стопы является распространенным явлением у детей 3–7 лет с эквинусной деформацией стоп. Проявляясь преимущественно у детей с выра-

женным гемипарезом, варусная деформация стоп формируется и у детей с диплегическим и тетрапаретическим формами ДЦП. Лечение в большинстве случаев должно быть направлено на коррекцию сухожильно-мышечного компонента посредством оперативных вмешательств на мягкотканых структурах [36].

Известны различные варианты сухожильно-мышечных пластик, артролизис стопы с артропластиками. Наиболее известны методики Зацепина – Штурма, П.Ф. Мороза, I. Ponseti, A. Codivilla. Предложенные авторами методики предполагают удлинение сухожилий задней большеберцовой мышцы и длинного сгибателя пальцев, вскрытие суставов Шопара и Лисфранка, рассечение клиновидно-ладьевидных и таранно-пяточных связок из внутреннего доступа, z-образную ахиллопластику. При наличии кавусного компонента деформации стопы рекомендуется производить апоневротомию подошвенного апоневроза. Подобные техники были дополнены вариантами тенолигаментокапсулотомий с частичной транспозицией сухожилия передней большеберцовой мышцы на кости латерального края стопы и укорочением сухожилий малоберцовых мышц, и описываются рядом авторов как высокоэффективные методы оперативного лечения при выраженном варусе стопы [37].

По данным Julieanne P. Sees и Freeman Miller, у детей в возрасте до 8 лет при полной транспозиции сухожилия передней большеберцовой мышцы отмечается крайне высокий риск трансформации деформации в плоскостопную. Учитывая это, детям до 8 лет целесообразно выполнять частичную транспозицию сухожилия передней большеберцовой мышцы [38].

В случае тяжелой ригидной эквиноварусной деформации, рецидивов после мягкотканых операций, а также в возрасте старше 12 лет и при наличии выраженного болевого синдрома показано выполнение различных вариантов артродезирующих операций на костях стопы. Выполнение серповидной или клиновидной резекции костей заднего отдела стопы дополняет методы сухожильно-мышечных пластик и позволяет эффективно моделировать геометрию стопы. Применение метода тройного артродеза стопы требуется для выполнения радикальной

коррекции грубых варусных деформаций. Большинство исследователей уверено, что данный подход наиболее эффективен и рационален при ведении пациентов с тяжелой эквиноварусной деформацией стоп. Однако, несмотря на восстановление опорной функции и достижение удовлетворительного косметического эффекта, амортизационные свойства стопы оказываются резко снижены [39, 40].

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Мировая тенденция роста заболеваемости ДЦП диктует необходимость активного развития своевременного и эффективного ортопедического лечения детей с данной патологией. Деформации стоп являются наиболее частыми в структуре опорно-двигательных нарушений нижних конечностей у детей с ДЦП. Учитывая их влияние на патологические установки коленных и тазобедренных суставов, необходимо правильно оценивать особенности двигательных нарушений для выбора оптимальной хирургической тактики лечения. Для выбора тактики оперативного лечения нейрогенных деформаций стоп необходима комплексная оценка следующих критериев: возраст пациента, мобильность и тяжесть деформации, мобильность пяточной кости, наличие болевого синдрома, уровень GMFCS пациента.

Известные мягкотканые методы хирургической коррекции деформаций стоп направлены на восстановление анатомических взаимоотношений костей стопы при выполнении манипуляций на капсуле суставов стопы и сухожилиях мышц, наиболее эффективны у детей младшей возрастной группы при сохранении мобильности деформации. Различные варианты апоневротомий, тенотомий и миотомий могут эффективно применяться на разных этапах лечения как в изолированном виде, так и в качестве компонента более сложной техники хирургической коррекции деформации. В тактике лечения детей старшей возрастной группы преобладают артродезирующие операции и остеотомии костей стопы.

*Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов в ходе написания данной статьи.*

## ЛИТЕРАТУРА

1. Икоева Г.А., Никитюк И.Е., Кивоенко и др. Клинико-неврологическая и нейрофизиологическая оценка эффективности двигательной реабилитации у детей с церебральным параличом при использовании роботизированной механотерапии и чрескожной электрической стимуляции спинного мозга. *Ортопедия, травматология и восстановительная хирургия детского возраста*, 2016, 4(4): 47-55. / Ikojeva GA, Nikityuk IE, Kivojenko et al. Clinical neurological and neurophysiological evaluation of the effectiveness of motor rehabilitation in children with cerebral palsy using robotic mechanotherapy and transcutaneous electrical stimulation of the spinal cord. *Ortopediya, Travmatologiya i Vosstanovitel'naya Khirurgiya Detskogo Vozrasta*, 2016, 4 (4): 47-55.
2. Батышева Т.Т., Гузева В.И., Гузева и др. Совершенствование доступности и качества медицинской помощи и реабилитации детей с детским церебральным параличом. *Педиатрия*, 2016, 7(1): 65-72. / Batusheva TT, Guzeva VI, Guzeva et al. Improvement of accessibility and quality of medical care and rehabilitation of children with infantile cerebral palsy. *Pediatr*, 2016, 7 (1): 65-72.
3. Ключкова О.А., Куренков А.Л., Каримова Х.М. и др. Многоуровневые инъекции ботулинического токсина типа А (Абоботулотоксина) при лечении спастических форм детского церебрального паралича: ретроспективное исследование опыта 8 российских центров. *Педиатрическая фармакология*, 2016, 13(3): 259-269. / Klochkova OA, Kurenkov AL, Karimova Kh.M. et c. Multilevel injections of botulinum toxin type A (Abobotulotoxin) in the treatment of spastic forms of infantile cerebral palsy: a retrospective study of the experience of 8 Russian centers. *Pediatricheskaya Farmakologiya*, 2016, 13 (3): 259-269.
4. Баранов А.А., Намазова-Баранова Л.С., Куренков А.Л. и др. Комплексная оценка двигательных функций у пациентов с детским церебральным параличом: учебно-методическое пособие. Баранов А.А. и др. Федеральное государственное бюджетное научное учреждение, Научный центр здоровья детей. *ПедиатрЪ*, 2014, 84 с. / Baranov AA, Namazova-Baranova LS, Kurenkov AL. Complex assessment of motor functions in patients with infantile cerebral palsy: educational-methodical manual. Baranov AA et al. Federal

- State Budget Scientific Institution, Scientific Center for Children's Health. *Pediatrician*, 2014, 84 p
5. Wilson NC, Chong J, Mackey AH, Stott NS. Reported outcomes of lower limb orthopaedic surgery in children and adolescents with cerebral palsy: a mapping review. *Dev Med Child Neurol Suppl*, 2014, 56(9): 808-814.
  6. Ancillao A, van der Krogt M. M., Buizer A. I., Witbreuk M. M. et al. Analysis of gait patterns pre- and post- Single Event Multilevel Surgery in children with Cerebral Palsy by means of Offset-Wise Movement Analysis Profile and Linear Fit Method. *Hum Mov Sci*, 2017, 55: 145-155.
  7. Rutz E, Baker R, Tirosh O, Brunner R. Are Results After Single-event Multilevel Surgery in Cerebral Palsy Durable? *Clin Orthop Relat Res*, 2013, 471(3): 1028-1038.
  8. Bjornson KF, Zhou C, Stevenson R, et al. Walking activity patterns in youth with cerebral palsy and youth developing typically. *Disabil Rehabil*, 2014, 36(15): 1279-1284.
  9. Church C, Lennon N, Alton R, et al. Longitudinal change in foot posture in children with cerebral palsy. *J Child Orthop*, 2017, 11(3): 229-236.
  10. Kedem P, Scher DM. Foot deformities in children with cerebral palsy. *Curr Opin Pediatr*, 2015, 27(1): 67-74.
  11. Muayad Kadhim, Laurens Holmes Jr., Freeman Miller. Long-term Outcome of Planovalgus Foot Surgical Correction in Children with Cerebral Palsy. *J Foot Ankle Surg*, 2013, 52(6): 697-703.
  12. Ki Hyuk Sung, Chin Youb Chung, et al. Calcaneal lengthening for planovalgus foot deformity in patients with cerebral palsy. *Clin Orthop*, 2013, 471(5): 1682-1690.
  13. Рыжиков Д.В., Губина Е.В., Андреев А.В. и др. Ортопедические последствия спастических форм ДЦП: хирургическая коррекция деформаций стоп у детей и подростков. *Современные проблемы науки и образования*, 2016, 6 / Ryzhikov DV, Gubina EV, Andreev AV et al. Orthopedic consequences of spastic forms of cerebral palsy: surgical correction of foot deformities in children and adolescents. *Sovremennye Problemy Nauki i Obrazovaniya*, 2016, 6.
  14. Kraus JC, Fischer MT, McCormick JJ, Johnson JE. Geometry of the lateral sliding, closing wedge calcaneal osteotomy: review of the two methods and technical tip to minimize shortening. *Foot Ankle Int*, 2014, 35(3): 238-242.
  15. Chen W, Liu X, Pu F et al. Conservative treatment for equinus deformity in children with cerebral palsy using an adjustable splint-assisted ankle-foot orthosis. *Medicine: Baltimore*, 2017, 96(40).
  16. Camelia Tang Qian Ying, Sean Lai Wei Hong, Bing Howe Lee, Gowreeson Thevendran. Return to physical activity after gastrocnemius recession. *World J Orthop*, 2016, 7(11): 746-751.
  17. Drefus LC, Hafer JF, Scher DM. Simulated Ankle Equinus Affects Knee Kinematics During Gait. *HSS J*, 2016, 12(1): 39-43.
  18. Jöhr M, Berger TM. Perioperative Care of Children with Cerebral Palsy and Behavioral Problems. *Perioperative Medicine in Pediatric Anesthesia*, 2016, 3(17): 259-271.
  19. Armand S, Decoulon G, Bonnefoy-Mazure A. Gait analysis in children with cerebral palsy. *EFORT Open Reviews*, 2016, 1(12): 448-460.
  20. Nawoczinski DA, Barske H et al. Isolated Gastrocnemius Recession for Achilles Tendinopathy: Strength and Functional Outcomes. *JBS*, 2015, 97(2): 99-105.
  21. Умнов В.В., Звозиль А.В. Нейроортопедический подход к коррекции эквинусной контрактуры у больных спастическими параличами. *Ортопедия, травматология и восстановительная хирургия детского возраста*, 2014, 2(1): 27-31. / Umnov VV, Zvozil AV. Neuroorthopedic approach to correction of equinus contracture in patients with spastic paralysis. *Ortopediya, Travmatologiya i Vostanovitel'naya Khirurgiya Detskogo Vozrasta*, 2014, 2(1): 27-31.
  22. Tinney A, Thomason P, Sangeux M, Khot F, Graham HK. The transverse Vulpius gastrocnemius recession for equinus gait in children with cerebral palsy. *Bone Joint J*, 97(4): 564-571.
  23. Firth GB, McMullan M, Chin T et al. Lengthening of the gastrocnemius-soleus complex: an anatomical and biomechanical study in human cadavers. *J Bone Joint Surg Am*, 2013, 95(16): 1489-1496.
  24. Azar FM, Canale ST, Beatty JH. Campbell's Operative Orthopaedics. 13th ed. Philadelphia: Elsevier. 2017: 1250-1299.
  25. Krupiński M, Borowski A, Synder M. Long Term Follow-up of Subcutaneous Achilles Tendon Lengthening in the Treatment of Spastic Equinus Foot in Patients with Cerebral Palsy. *Ortop Traumatol Rehabil*, 2015, 17(2): 61-155.
  26. Chakravarthy U Dussa, Leonhard Döderlein, Raimund Forst, et al. Management of Severe Equinovalgus in Patients With Cerebral Palsy by Naviclectomy in Combination With Midfoot Arthrodesis. *Foot Ankle Int*, 2017, 38(9): 1011-1019.
  27. Kadhim M, Miller F. Pes planovalgus deformity in children with cerebral palsy: review article. *J Pediatr Orthop B*, 2014, 23(5): 400-405.
  28. Умнов В.В., Заболотский Д.В., Звозиль А.В. Детский церебральный паралич. Эффективные способы борьбы с двигательными нарушениями. СПб.: Десятка, 2013: 156-176. / Umnov VV, Zabolotsky DV, Zvozil AV. Cerebral palsy. Effective ways to combat motor impairment. SPb. Ten, 2013: 156-176.
  29. Рыжиков Д.В., Губина Е.В., Андреев А.В. Коррекция деформации стоп при последствиях спастических форм ДЦП у детей и подростков. *Современные проблемы науки и образования*, 2017, 6: 210-215. Ryzhikov DV, Gubina EV, Andreev AV. Correction of foot deformities in children and adolescents with aftermath of spastic forms of cerebral palsy. *Sovremennye Problemy Nauki i Obrazovaniya*, 2017, 6: 210-215.
  30. Жердев К.В., Челпаченко О.Б., Петельгузов А.А. и др. Оперативное лечение нейрогенных деформаций стоп у детей с детским церебральным параличом 2017. Тезисы: Здоровье Москвы 2017, 4 с. Zherdev KV, Chelpachenko OB, Petelguzov AA et al. Surgical treatment of neurogenic deformities of the feet in children with cerebral palsy. 2017. Abstracts: Moscow Health 2017, 4 p.
  31. Tae Young Ahn, Jeong Han Kang, Kuk Pil Lim, Hui Taek Kim. Results of Surgical Treatment for Congenital Vertical Talus. *J Korean Orthop Assoc*, 2015, 50(5): 394-400.
  32. Леончук С.С., Чибиров Г.М., Попков Д.А. Коррекция деформации стопы по методике Evans у ребенка с ДЦП в рамках одномоментного многоуровневого ортопедического вмешательства. Случай из практики. *Геней ортопедии*, 2016, 3: 77-83. / Leonchuk SS, Chibirov GM, Popkov DA. Correction of deformity of the foot using Evans method in a child with cerebral palsy in the context of one-stage multilevel orthopedic intervention. Case report. *Geniy Ortopedii*, 2016, 3: 77-83.
  33. Bollmann C, Franz A, Raabe J. The Grice-Green subtalar arthrodesis using a fibular bone graft follow-up of 92 patients. *Z Orthop Unfall*, 2015, 153(1): 93-98.
  34. Trehan SK, Ihekweazu UN, Root LJ. Long-term Outcomes of Triple Arthrodesis in Cerebral Palsy Patients. *Pediatr Orthop*, 2015, 35(7): 751-755.
  35. Жердев К.В., Челпаченко О.Б., Унаниян К.К. и др. Нейроортопедические аспекты оперативного лечения опорно-двигательных нарушений нижних конечностей на фоне спастической диплегии у детей с детским церебральным параличом. *Детская хирургия*, 2015, 19(4): 8-13. / Zherdev KV, Chelpachenko OB, Unanyan KK. Neuroorthopedic aspects of surgical treatment of musculoskeletal disorders of lower extremities on the background of spastic diplegia in children with cerebral palsy. *Detskaya Khirurgiya*, 2015, 19(4): 8-13.
  36. Krzak JJ, Corcos DM, Graf A, et al. Effect of fine wire electrode insertion on gait patterns in children with hemiplegic cerebral palsy. *Gait & posture*, 2013, 37(2): 251-257.
  37. Sherif NG Bishay. Single-event Multilevel Acute Total Correction of Complex Equinovagovarus Deformity in Skeletally Mature Patients with Spastic Cerebral Palsy Hemiparesis. *J Foot Ankle Surg*, 2013, 52(4): 481-485.
  38. Sees JP and Freeman Miller, Overview of foot deformity management in children with cerebral palsy. *J Child Orthop*, 2013, 7(5): 373-377.
  39. Zhang H, Li J, Qiao Y, Yu J, Cheng Y, Liu Y et al. Open triple fusion versus TNC arthrodesis in the treatment of Mueller-Weiss disease. *J Orthop Surg Res*, 2017, 12(1): 13.
  40. Schuh R, Salzberger F, Wanivenhaus AH, et al. Kinematic changes in patients with double arthrodesis of the hindfoot for realignment of planovalgus deformity. *J Orthop Res*, 2013, 31(4): 517-524.

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

**Язык Сергей Павлович** – д.м.н., заместитель директора НИИ педиатрии по научной работе ФГАУ «НМИЦ здоровья детей» Минздрава России  
**Жердев Константин Владимирович** – к.м.н., заведующий нейроортопедическим отделением с нейроортопедией ФГАУ «НМИЦ здоровья детей» Минздрава России

**Зубков Павел Андреевич** – ординатор второго года обучения по специальности «детская хирургия» ФГАУ «НМИЦ здоровья детей» Минздрава России

**Пак Лалэ Алиевна** – к.м.н., ведущий научный сотрудник лаборатории редких наследственных болезней у детей ФГАУ «НМИЦ здоровья детей» Минздрава России

**Волкова Мария Олеговна** – ординатор второго года обучения по специальности «детская хирургия» ФГАУ «НМИЦ здоровья детей» Минздрава России

**Челпаченко Олег Борисович** – к.м.н., заместитель заведующего по лечебной работе, ведущий научный сотрудник, кандидат медицинских наук, врач травматолог-ортопед. ФГАУ «НМИЦ здоровья детей» Минздрава России

**Петельгузов Александр Александрович** – врач травматолог-ортопед. ФГАУ «НМИЦ здоровья детей» Минздрава России