

О.А. Ключкова¹, Д.А. Попков², А.М. Мамедъяров¹, У.Ф. Мамедов²¹ НИИ педиатрии и охраны здоровья детей НКЦ №2 ФГБНУ «РНЦХ им. акад. Б.В. Петровского», Москва, Российская Федерация² НМИЦ травматологии и ортопедии им. акад. Г.А. Илизарова, Курган, Российская Федерация

Общие принципы реабилитации пациентов с церебральным параличом после одномоментных многоуровневых ортопедических операций (SEMLS)

Контактная информация:

Ключкова Ольга Андреевна, кандидат медицинских наук, заведующая отделом разработки научных подходов к ведению детей с двигательными нарушениями НИИ педиатрии и охраны здоровья детей НКЦ №2 ФГБНУ «РНЦХ им. акад. Б.В. Петровского» Минобрнауки России

Адрес: 119333, Москва, ул. Фотиевой, д. 10, стр. 1, тел.: +7 (499) 137-01-97, e-mail: dc.klochkova@gmail.com

Статья поступила: 20.04.2024, принята к печати: 16.06.2024

Одномоментные многоуровневые ортопедические операции (single-event multilevel surgery; SEMLS) — стандарт хирургической коррекции вторичных ортопедических деформаций при детском церебральном параличе (ДЦП). SEMLS включают в себя одномоментное устранение мягкотканых контрактур, костных деформаций, подвывихов и вывихов в суставах с целью восстановления походки и общей функциональной активности пациентов с церебральным параличом. Обширность вмешательства определяет необходимость проведения спланированной и долгосрочной послеоперационной реабилитации, однако нет согласованных рекомендаций, как российских, так и зарубежных, по ведению пациентов в послеоперационном периоде. В настоящем обзоре приведен анализ работ по реабилитации после SEMLS при ДЦП, предложены рекомендации по подготовке и поэтапному послеоперационному восстановлению двигательной функции, профилактике сопутствующих осложнений.

Ключевые слова: детский церебральный паралич, многоуровневые ортопедические операции, спастичность, спастическая диплегия, анализ походки, реабилитация

Для цитирования: Ключкова О.А., Попков Д.А., Мамедъяров А.М., Мамедов У.Ф. Общие принципы реабилитации пациентов с церебральным параличом после одномоментных многоуровневых ортопедических операций (SEMLS). Вопросы современной педиатрии. 2024;23(3):152–161. doi: <https://doi.org/10.15690/vsp.v23i3.2763>

ВВЕДЕНИЕ

Детский церебральный паралич (ДЦП) — наиболее частая причина инвалидирующих двигательных нарушений у детей во всем мире, частота которой, по разным данным, варьирует от 15 до 35 случаев на 10 тыс. живых новорожденных [1, 2]. Причиной ДЦП являются аномалия или повреждение развивающегося

головного мозга у внутриутробного или новорожденного ребенка, приводящие к стойким нарушениям развития моторики и поддержания позы, ограничивающим функциональную активность человека [3]. У пациентов с ДЦП нет ортопедических деформаций при рождении, но ранние нарушения центральной регуляции движений и постурального контроля приводят к формированию

Olga A. Klochkova¹, Dmitry A. Popkov², Ayaz M. Mamedyarov¹, Ulvi F. Mamedov²¹ Research Institute of Pediatrics and Children's Health in Petrovsky National Research Centre of Surgery, Moscow, Russian Federation² Ilizarov National Medical Research Centre for Traumatology and Orthopedics, Kurgan, Russian Federation

General Rehabilitation Principles for Patients with Cerebral Palsy After Single-Event Multilevel Surgery (SEMLS)

Single-Event Multilevel Surgery (SEMLS) is the standard for surgical correction of secondary orthopedic deformities in cerebral palsy (CP). SEMLS include simultaneous correction of soft tissue contractures, bone deformities, incomplete and complete joint dislocation to improve the gait and functional activity of patients with CP. The surgery volume determines the need for planned and long-term postoperative rehabilitation, however, there are no confirmed guidelines, neither Russian, nor foreign, on the patient's management during postoperative period. This review provides an analysis of rehabilitation approaches after SEMLS at CP, offers recommendations on preparation and step-by-step postoperative restoration of motor function, and prevention of any associated complications.

Key words: cerebral palsy, multilevel orthopedic surgeries, spasticity, spastic diplegia, gait analysis, rehabilitation

For citation: Klochkova Olga A., Popkov Dmitry A., Mamedyarov Ayaz M., Mamedov Ulvi F. General Rehabilitation Principles for Patients with Cerebral Palsy After Single-Event Multilevel Surgery (SEMLS). *Voprosy sovremennoi pediatrii — Current Pediatrics*. 2024; 23(3):152–161. (In Russ). doi: <https://doi.org/10.15690/vsp.v23i3.2763>

контрактур, торсионных и угловых деформаций костей, патологических установок в суставах по мере роста и увеличения массы тела ребенка [4]. Вторичные ортопедические осложнения ограничивают функциональную активность, мешают прогрессированию моторного развития и со временем приводят к утрате приобретенных двигательных навыков и социально-бытовой активности [5–7]. Ряд ортопедических проблем (вывихи бедер, деформации стоп и позвоночника) могут сопровождаться хроническим болевым синдромом и нарушением опорной функции, ухудшением возможности позиционирования даже при использовании технических средств реабилитации (ТСР) [4, 8].

Исторически ортопедические деформации при ДЦП корректировали последовательными операциями, начиная с наиболее выраженных нарушений. Пока ребенок восстанавливался от одной операции, успевали сформироваться (или уже были сформированы) деформации на другом уровне, что приводило к следующей операции и т.д. Детский ортопед M. Rang назвал данную ситуацию «синдромом дня рождения» (англ. birthday syndrome), поскольку на определенном этапе практически каждый год своей жизни ребенок с ДЦП встречал, готовясь к очередной операции или восстанавливаясь после нее [9]. Ситуация принципиально изменилась с формированием в 80–90-х гг. XX в. концепции одномоментных многоуровневых ортопедических операций (англ. single-event multilevel surgery; SEMLS) [10, 11].

Метод SEMLS предполагает два и более хирургических вмешательства на сухожильно-мышечном аппарате и/или костях, выполняемых в двух и более анатомических областях во время одной операции при одной госпитализации ребенка [12–14]. При большом объеме операция может быть выполнена последовательно на двух конечностях с перерывом в 2–4 нед, но во время одной госпитализации и с единым реабилитационным периодом [12–14]. Основная цель SEMLS — скорректировать параметры походки и постурального контроля как качественно, так и количественно за счет одномоментного хирургического устранения имеющихся вторичных ортопедических деформаций у пациентов с ДЦП [15]. В связи с этим SEMLS проводят преимущественно у пациентов, способных к самостоятельному перемещению (как с ТСР, так и без них), на этапе начала утраты двигательных навыков и стабильной опоры и/или появления болевого синдрома, быстрой утомляемости при перемещении (пациенты с GMFCS (Gross Motor Function Classification System — Система классификации больших моторных функций) II–III, реже — GMFCS I и IV). Проведение SEMLS имеет и экономические преимущества перед отдельными поэтапными операциями в виде снижения суммарных расходов на вмешательство, а также сокращения времени отсутствия ребенка в школе, а ухаживающих лиц — на работе [16].

На наш взгляд, распространению SEMLS способствовали:

- развитие 3D-анализа походки, позволяющего объективно оценить биомеханику нарушений и спланировать многоуровневое вмешательство, оценить его результаты [17];
- создание и распространение функциональной классификации двигательных нарушений при ДЦП (GMFCS), а также целеориентированной концепции реабили-

тации [18], что, по нашему мнению, позволяет опираться при выборе кандидатов для SEMLS на функциональный уровень и реабилитационный потенциал пациента, а не только на форму ДЦП;

- появление и распространение ботулинотерапии, позволяющей корректировать динамические деформации и откладывать хирургическое вмешательство до оптимального возраста [19];
- совершенствование технических возможностей проведения обширных операций, анестезиологического пособия и послеоперационной реабилитации [20].

Изучение отдаленных результатов SEMLS показало лечебную (функциональную) эффективность концепции, а также снижение социальной и экономической нагрузки на уровне как семьи, так и системы здравоохранения в целом [12, 21, 22]. В русскоязычной медицинской литературе также накоплены свидетельства в пользу эффективности [13, 14, 23–25] и социально-экономической целесообразности SEMLS у пациентов с ДЦП [26].

В большинстве исследований ближайших и отдаленных результатов SEMLS подчеркивается, что определяющим фактором эффективности и стабильности результатов вмешательства остаются не только корректный отбор пациентов, планирование и проведение операции, но и длительная послеоперационная реабилитация [27]. Вместе с тем, по результатам систематического обзора A.L. Guinet и соавт. (2022), в мировой практике по-прежнему не выработано единого подхода относительно интенсивности, частоты и типа реабилитационных мероприятий после SEMLS, равно как и периода иммобилизации или использования ортезов [28]. При анализе русскоязычных публикаций нами не было найдено ни одной работы, в полной мере описывающей порядок подготовки к операции и послеоперационной реабилитации при SEMLS. Зарубежные и отечественные специалисты подчеркивают необходимость ранней активизации и реабилитации пациентов, способствующих быстрому восстановлению двигательных функций и профилактике осложнений, описывают ранний (внутрибольничный) этап реабилитации, но не уделяют подробного внимания последующему, наиболее продолжительному, этапу восстановления [12, 14].

В связи с этим целью настоящего обзора были анализ имеющихся работ по реабилитации после SEMLS, определение основных принципов и этапов реабилитации.

ПРЕПЯТСТВИЯ К РАЗРАБОТКЕ ЕДИНОГО ПРОТОКОЛА РЕАБИЛИТАЦИИ ПОСЛЕ SEMLS

Отсутствие единого общепринятого протокола реабилитации после SEMLS определяется рядом объективных причин. Во-первых, SEMLS не является единой стандартной процедурой для всех пациентов с ДЦП. Хирургическое вмешательство определяется и планируется индивидуально для каждого пациента на основании клинических и инструментальных данных [12]. Характер и продолжительность послеоперационной иммобилизации и начала вертикальной нагрузки зависят от объема вмешательства (только сухожильно-мышечный аппарат или кости) [29]. Во-вторых, длительная и специфическая реабилитация после SEMLS дорогостояща, поэтому продолжительность и сроки стационарного и амбулаторного этапов реабилитации, их наполнение зависят от особенностей организации и финансирования

ния системы здравоохранения (наличия реабилитационных отделений при хирургических стационарах, доступности амбулаторных центров или специалистов по месту жительства ребенка, оплаты реабилитационных услуг и TCP за счет системы страхования или семьи) [28]. И в-третьих, созданию единого протокола реабилитации препятствуют ограниченное использование или недоступность в предоперационном периоде сложных и дорогостоящих лабораторий компьютерного анализа походки, позволяющих объективизировать и количественно оценить двигательные нарушения при планировании ортопедической операции [13, 30].

При планировании послеоперационной реабилитации после SEMLS мы предлагаем, основываясь на работах [28, 30, 31], выделять следующие ее этапы:

- 1) предоперационное планирование;
- 2) операция и ранний послеоперационный период (1–7-е сут после операции);
- 3) 2–6-я нед после операции;
- 4) 7-я нед – 3-й мес после операции;
- 5) 3–6-й мес после операции;
- 6) 6–12-й (18-й) мес после операции;
- 7) ≥ 18 мес после операции.

Продолжительность этапов может незначительно различаться в зависимости от перенесенного вмешательства [30], рекомендаций хирурга [31] и организации системы помощи в стране [28], поэтому мы считаем оптимальным ориентироваться не только на сроки, но и на цели каждого этапа.

ПРЕДОПЕРАЦИОННОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ

Предоперационное планирование подразумевает объективную клиническую и инструментальную оценку исходного функционального состояния пациента и установление диагноза, обсуждение с семьей и пациентом целей операции и плана послеоперационного ведения, необходимых TCP [30]. Согласно рекомендациям Р. Thomason и Н.К. Graham, такая оценка включает в себя верификацию диагноза ДЦП, поскольку наличие других (прогрессирующих) причин спастической диплегии, например наследственной спастической параплегии, снижает эффективность и предсказуемость результатов SEMLS [30]. Также важно дифференцировать тип двигательных нарушений (спастичность, дистония, смешанные состояния), так как наличие сопутствующего дискинетического компонента может повлиять на послеоперационную реабилитацию, снижая предсказуемость и стабильность результатов операции [27]. Для объективной оценки функционального состояния пациента используют классификацию паттернов походки, а также стандартизованные клинические тесты и шкалы, подбираемые в зависимости от решаемой специалистом задачи и индивидуальных особенностей пациента [32]. Из инструментальных методов наиболее востребованы рентгенография (или компьютерная томография) тазобедренных, коленных суставов и стоп (при наличии показаний), а также 3D-компьютерный анализ походки с определением широкого спектра параметров движений при ходьбе [30]. На основании полученных данных определяются показания к вмешательствам на костных структурах и мышцах, выбирается оптимальный тип операции и производится предварительный расчет планируемых изменений [14].

Крайне важен подробный и открытый разговор с семьей и пациентом для оценки исходного функционального состояния и ожиданий от операции, предоставления об усилиях и времени, которые должны быть затрачены на послеоперационное восстановление. И если за младших детей с ДЦП решение о вмешательстве чаще всего принимают родители, то в ситуации с подростками и взрослыми с церебральным параличом крайне важно предоставить возможность выбора и осознанного (информированного) согласия на вмешательство самому пациенту. В противном случае высок риск развития депрессии и демотивации на этапе реабилитации [27]. В исследовании G. Dequeker и соавт. (2018) было показано, что пациенты сразу после SEMLS в значительной степени утрачивают имевшиеся двигательные навыки и большинство из них достигают предоперационного уровня лишь к 6-му мес после операции. На фоне реабилитации положительные изменения функциональной активности продолжаются до 18–24 мес [15]. Такая динамика восстановления не должна быть неожиданностью для семьи. На наш взгляд, своевременное и всестороннее информирование семьи и пациента о предстоящем вмешательстве и последующей реабилитации не только влияет на принятие решения об операции, но и может помочь равномерно распределить ресурсы для реабилитации.

Проведение SEMLS и последующей реабилитации — задача междисциплинарной команды специалистов, включающей как минимум ортопеда-хирурга, невролога, специалистов по двигательной реабилитации и эрготерапии, ортезиста и специалиста по подбору TCP [30]. Также в систематическом обзоре A.L. Guinet и соавт. обсуждается целесообразность включения в команду координатора / социального работника, помогающего семье во взаимодействии со всеми специалистами, планировании этапов лечения и получении TCP [28]. По нашему мнению, в российской клинической практике данную функцию чаще берут на себя родители пациентов либо лечащий врач (невролог, педиатр) или реабилитолог. В этом случае возможным решением может быть предварительное знакомство семьи и пациента с реабилитационной командой стационара, в котором будет проходить самый ранний восстановительный этап, или как минимум со стандартным планом послеоперационного ведения в данном стационаре после SEMLS [28].

Также еще до операции на основании оценки исходного функционального уровня, типа походки и плана вмешательства с междисциплинарной командой должны быть обсуждены ортезы и TCP, которые потребуются на всех этапах реабилитации. Поскольку их получение и изготовление требуют времени и/или значительных материальных затрат, а переходы от одного TCP к другому достаточно быстрые, семья должна иметь четкий план, договоренности и необходимые документы для последовательного получения или изготовления всех необходимых приспособлений. Для решения перечисленных вопросов в зарубежных клиниках, осуществляющих SEMLS, практикуют проведение амбулаторных предоперационных встреч междисциплинарной команды с семьями пациентов, использование подробных буклетов и чек-листов для пациентов, а также привлечение членов семей пациентов, прошедших SEMLS ранее, в качестве равных консультантов для тех, кто готовится к операции [33].

В случае отсутствия необходимых ТСР и возможности их своевременного получения или покупки либо неготовности семьи в данный момент к длительной и планомерной послеоперационной реабилитации, на наш взгляд, важно пересматривать сроки операции, сосредоточившись на консервативных поддерживающих методах. Это позволит избежать нивелирования результатов вмешательства или даже стойкого ухудшения функциональных возможностей пациентов, оставшихся без полноценной реабилитации.

ОПЕРАЦИЯ И РАННИЙ ПОСЛЕОПЕРАЦИОННЫЙ ПЕРИОД

В зарубежных публикациях говорится о пребывании пациента в стационаре до 5–7 сут после операции и выписке домой при отсутствии осложнений [28, 30]. Первые 2–3-е сут после вмешательства, как правило, посвящены купированию болевого синдрома, контролю инфекционных осложнений, заживлению послеоперационных ран и профилактике формирования контрактур [30]. Пациент находится в горизонтальном положении, в том числе на кормление, с сохранением нейтрального положения в суставах за счет гипсовых повязок, туторов (в первую очередь наколенных) и позиционирующих подушек. Для профилактики контрактур проводят пассивную мобилизацию нижних конечностей, чередуют положение на спине и животе (не менее 1 ч в сутки для растяжения подвздошно-поясничных мышц) [34, 35].

После купирования выраженной боли и контроля состоятельности швов с 3–4-х сут пациенту разрешают на короткое время садиться с выпрямленными ногами, в том числе в заранее подготовленное кресло-коляску с горизонтальными опорами под ноги, постепенно увеличивая время сидения. Это также необходимо для пассивного растяжения мышц hamstring-группы. В это же время приступают к активным тренировкам мышц верхней половины тела [31]. Тренировки выстраивают таким образом, чтобы к концу 2-й нед после многоуровневой операции на нижних конечностях пациент был способен продолжительно и устойчиво сидеть с выпрямленными ногами [35].

В случае трансфера прямой мышцы бедра на сухожилие медиальных хамстрингов зарубежные специалисты уже на этом этапе рекомендуют дозированное пассивное и активное сгибание колена для предотвращения рубцевания и адгезии мышц и формирования разгибательной контрактуры колена: 30° сгибания к концу 1-й нед, 60° — к концу 2-й нед и 90° — к концу 3-й нед [30, 36].

Если пациенту не проводилось вмешательство на костях, то под контролем реабилитолога со 2–4-х сут после операции могут быть начаты тренировки перехода из положения сидя в положение стоя в гипсовых повязках и (при необходимости) туторах на коленные суставы [28].

В зависимости от уровня, объема и типа вмешательства после операции могут быть использованы различные сочетания гипсов и съемных ортезов на нижние конечности. В зарубежных публикациях говорится о возможности сочетания гипсовой повязки ниже колена со съемными туторами на коленные суставы при мягкотканых вмешательствах. Исключение составляют операции по укорочению собственной связки надколенника, когда требуются гипсовые повязки на всю ногу [28, 30]. При

вмешательствах только на мышцах голени, в том числе удлинении икроножных мышц, даже в сочетании с костными операциями на стопах и деротационной остеотомией большеберцовой кости, обходятся гипсовыми повязками ниже колена либо такими повязками в сочетании со съемными ортезами выше коленного сустава [30, 37].

При операциях на тазобедренных суставах иммобилизация зависит от техники вмешательства и стабильности фиксации костей таза и бедер. В отечественной практике используются гипсовые повязки с захватом таза и всех нижних конечностей, отведением бедер (кокситные повязки) с длительностью иммобилизации от 3 до 8 мес [38]. На наш взгляд, это обусловлено как техническими особенностями операций (особенности фиксирующих пластин), так и сложностями контроля транспортировки, реабилитации и позиционирования ребенка после выписки из стационара. В случае применения кокситных гипсовых повязок предпочтение отдается не удобству и ранней мобилизации пациента, а стабильности фиксации и профилактике вторичных смещений в отсутствие хорошего медицинского контроля и реабилитации. Однако современная международная практика [30], а также опыт некоторых российских специалистов [39] показывают, что применение блокируемых пластин с угловой стабильностью и грамотного послеоперационного сопровождения позволяет обходиться без длительных кокситных повязок — только использованием съемных А-образных туторов на обе ноги.

ВТОРАЯ-ШЕСТАЯ НЕДЕЛИ ПОСЛЕ ОПЕРАЦИИ

Основные задачи данного этапа реабилитации — восстановление и увеличение мышечной силы, поддержание длины мышц и достигнутого положения в суставах и мотивация ребенка к переносу массы тела, стоянию и ходьбе [28].

Начиная со 2-й нед после SEMLS пассивные тренировки и поддержание объема движений в суставах постепенно дополняются более активными растяжками, продолжительным сидением и тренировкой силы мышц нижних конечностей в положении лежа (без нагрузки) с вовлечением в первую очередь ягодичных, четырехглавых, икроножных и прямых мышц живота, медиальных хамстрингов [30, 37].

Если операция была только на мягких тканях, то постепенная вертикализация с нагрузкой может быть начата со 2–4-х сут после операции. Если были вмешательства на костях, то оперировавший хирург должен указать рекомендованные сроки начала вертикализации, учитывая плотность костей, стабильность фиксации и другие индивидуальные особенности [30, 31]. Неоправданная задержка вертикализации замедляет восстановление и чревата вторичными осложнениями. Для пассивной вертикализации могут быть использованы параллельные брусья, подвесные системы и тренажеры, вертикализатор (с постепенным увеличением угла наклона) [30, 31].

Тренировку ходьбы начинают с использованием заднеопорных ходунков или многоопорных тростей — в зависимости от возраста, функционального и когнитивного уровня пациента. Постепенно увеличивают продолжительность и дистанцию под контролем реабилитолога, переходят к ТСР с меньшей площадью опоры (трости/костыли) [30]. На этом этапе важен контроль баланса и переноса массы тела в положении стоя. Реабилитолог

должен убедиться, что пациент хорошо контролирует положение коленных суставов и что при вертикализации нет компенсаторного увеличения поясничного лордоза [35]. Могут быть использованы проприоцептивные тренировки и домашние велотренажеры [33]. Как только достигнут стабильный контроль коленных суставов, можно постепенно убирать коленные туторы [30].

Время начала активной вертикализации и ходьбы — наиболее спорный вопрос при сравнении опыта разных центров. В ряде работ данный этап реабилитации рекомендуется начинать не со 2-й, а ближе к 4-й нед после операции, давая время для заживления мышц [28]. В этом случае 2-ю и 3-ю нед после операции пациент проводит преимущественно дома, продолжая под контролем реабилитолога позиционирование, тренировки переходов между разными положениями тела, разработку сгибания в коленных суставах и профилактику контрактур, а с 4-й нед направляется в реабилитационный центр для более интенсивных занятий [28, 40].

Примерно на 3-й нед после операции рекомендован контрольный осмотр пациента оперировавшим хирургом для оценки ближайших результатов SEMLS (состояния швов, положения суставов, реабилитационного прогресса) [30]. После осмотра должны быть даны рекомендации по дальнейшему увеличению нагрузок и вертикализации, а также снятию слепков для новых ортезов на голеностопные суставы AFO (ankle-foot orthosis), поскольку большинству пациентов после SEMLS требуется изготовление новых изделий с учетом изменившихся параметров [30]. После снятия слепков послеоперационные гипсовые повязки заменяют на более удобные и легкие пластиковые гипсы. Может быть рекомендован рентгенологический контроль для определения состоятельности костных структур и принятия обоснованного решения о начале вертикализации с нагрузкой [30].

СЕДЬМАЯ НЕДЕЛЯ — ТРЕТИЙ МЕСЯЦ ПОСЛЕ ОПЕРАЦИИ

Основные задачи данного этапа — интенсификация вертикальных нагрузок, адаптация пациента к новым функциональным возможностям, тренировка правильного паттерна ходьбы и постепенное уменьшение степени поддержки за счет TCP [28]. Для этого используют силовые тренировки, гидрореабилитацию, иппотерапию, велотренажеры и беговую дорожку. Могут быть рекомендованы тренировки с использованием биологической обратной связи и средств виртуальной реальности [41–43].

6-я нед после SEMLS — также важная контрольная точка для оценки мышечной силы, длины и положения суставов, снятия гипсовых повязок и их замены на изготовленные за это время ортезы для ходьбы [44]. При операциях на костях может потребоваться контрольная рентгенография для оценки формирования костной мозоли [30].

Снятие гипса и начало использования ортезов на голеностопные суставы позволяет расширить реабилитационную программу, дополнив ее занятиями в бассейне. В этом случае занятия на суше с вертикализацией должны проводиться только в ортезах (контроль и защита от нагрузки весом), а в бассейне аппараты можно снимать. К этому сроку, как правило, туторы на коленные суставы уже не используют, за исключением ситуаций, когда в положении стоя остается частичное сгибание коленей

или ребенок предпочитает спать с согнутыми ногами. В этом случае туторы на колени могут быть рекомендованы на время тренировок и сна [45]. Через 2–3 мес после операции и снятия гипсовых повязок по мере восстановления мышечной силы оперированных сегментов может быть рекомендована ботулинотерапия для создания условий для устранения персистирующих постиммобилизационных контрактур [13].

ТРЕТИЙ-ШЕСТОЙ МЕСЯЦЫ ПОСЛЕ ОПЕРАЦИИ

Основные задачи данного этапа реабилитации — восстановление биомеханических параметров ходьбы, повышение выносливости, независимости и участия пациента в повседневных активностях. На этом этапе приоритет постепенно смещается от функциональных тренировок к программам реабилитации, ориентированным на бытовые цели, уменьшается общая интенсивность и частота занятий, и большинство детей и подростков постепенно возвращаются к учебе и обычной социальной активности [28, 30].

На основании оценки параметров ходьбы большинство пациентов переводят на более функциональные варианты ортезов для ходьбы: разблокировка шарнира AFO у пациентов с исходным истинным эквинусом или подпрыгивающей походкой либо переход от GRAFO (англ. ground-reaction ankle-foot orthosis — ортез с реакцией опоры) к бесшарнирным AFO (см. далее раздел «Ортезирование после SEMLS»). Также продолжается постепенное снижение степени поддержки за счет TCP при ходьбе [46].

Важно, чтобы на этом этапе, с возобновлением учебы (или работы у взрослых), пациент продолжал активно и безопасно ходить в течение дня. Основная цель SEMLS — увеличение повседневной активности и выносливости, поэтому достигнутые на предыдущих этапах результаты должны закрепляться и поддерживаться повседневным применением освоенных навыков.

ШЕСТОЙ-ДВЕНАДЦАТЫЙ (ВОСЕМНАДЦАТЫЙ) МЕСЯЦЫ ПОСЛЕ ОПЕРАЦИИ

Основные задачи данного этапа: профилактика «выгорания» и демотивации от длительной реабилитации, поддержание мышечной силы и независимости в передвижении. Для этого уменьшают частоту и интенсивность занятий с реабилитологом, заменяя их на занятия спортом, танцами, длительные прогулки, езду на велосипеде, плавание и другие любимые ребенком активности. Подростки могут посещать тренажерный зал и бассейн со стандартным оборудованием для поддержания мышечной силы под контролем тренера [28, 30].

Через 6 мес после SEMLS при хорошем контроле положения колена и стопы оперировавший хирург может принять решение о прекращении использования AFO и переходе на обычную или ортопедическую обувь. Но данное решение рекомендовано подкреплять результатами 3D-компьютерного анализа походки [46]. В целом всесторонняя клиническая и инструментальная оценка результатов SEMLS, в том числе с применением лаборатории походки, обычно проводится через 12 мес после операции. На основании этой оценки принимаются решения как о дальнейшем ортезировании, так и о необходимых дополнительных хирургических вмешательствах («тонкой настройке») [30, 33].

Во многих случаях при SEMLS сочетают вмешательство на мягких тканях и костях. Большинство костных процедур предполагают использование фиксирующих металлоконструкций, необходимость и сроки удаления которых обсуждаются с лечащим хирургом и обычно приходится на период 12–18 мес после операции [47]. В этом случае при 3D-компьютерном анализе походки можно оценить, необходимы ли дополнительные вмешательства для «тонкой настройки» биомеханики ходьбы, и провести их одновременно с удалением металлоконструкций. Речь идет о минимальных вмешательствах, таких как, например, ботулинотерапия в отдельные мышцы или трансфер мышц, показания к которому были неочевидны до SEMLS или появились по мере роста ребенка [30].

БОЛЕЕ ВОСЕМНАДЦАТИ МЕСЯЦЕВ ПОСЛЕ ОПЕРАЦИИ

Восстановление двигательной активности может продолжаться и на 2-м году после вмешательства, поэтому крайне важно сохранять ее высокий уровень и приверженность поддерживающим занятиям в отдаленный период после SEMLS [33]. Большинство пациентов в ближайшие 5 лет после SEMLS продолжают расти, набирать массу тела и/или вступают в период пубертата, что увеличивает нагрузку на их опорно-двигательный аппарат и может привести к рецидиву деформаций и контрактур [47]. Поэтому важно продолжать наблюдать пациентов после SEMLS как минимум до окончания роста и при необходимости использовать дополнительные методы коррекции (ботулинотерапию, повторные мягкотканые операции). При анализе исследований с периодом наблюдения ≥ 9 лет после SEMLS частота повторных хирургических вмешательств для сохранения достигнутых результатов варьировала от 39 до 61,5% [48–50]. Учитывая эти данные и особенности течения ДЦП, некоторые специалисты предлагают считать SEMLS успешной, если в период роста пациент перенес не более двух реконструктивных вмешательств [14, 49].

ОРТЕЗИРОВАНИЕ ПОСЛЕ SEMLS

Ортезирование — ключевой элемент реабилитации после SEMLS, без которого невозможно достижение полноценных результатов. Необходимые после операции ортезы должны быть запланированы на этапе предоперационной подготовки на основании клинической классификации типа походки и 3D-компьютерного анализа ходьбы [17, 51]. Пациентам с истинным эквинусом или подпрыгивающей походкой обычно требуются шарнирные ортезы AFO с блокировкой шарнира на первые 12 нед после операции. При исходном ложном эквинусе или крауч-походке могут потребоваться бесшарнирные AFO или GRAFO [51]. При хорошем контроле разгибания колена после SEMLS с 12-й нед реабилитации GRAFO могут быть заменены на бесшарнирные AFO, которые комфортнее переносятся пациентами [30]. В случае если крауч-походка была ятрогенно-индуцированной, GRAFO могут назначаться на 6 мес и более для адаптации и укорочения икроножной и четырехглавой мышц [46]. Прекращение использования AFO возможно у пациентов с хорошим контролем положения стоп и коленных суставов спустя 6 и более месяцев после SEMLS, но это должно быть подтверждено результатами 3D-компьютерного анализа походки [30].

При коррекции длины мышц бедер первые 4–6 нед после операции требуется использование съемных туторов на коленные суставы с постепенным уменьшением времени ношения на фоне тренировки активного контроля коленного сустава. Более продолжительное использование коленных туторов имеет индивидуальные показания и обсуждалось выше.

Использование тех или иных фиксирующих устройств на тазобедренные суставы после SEMLS с вмешательством на костях бедер и таза остается предметом дискуссии и во многом зависит от техники операции. Как правило, в данном периоде могут использоваться ночные (или для покоя) отводящие ортезы с ротационной стабильностью для тазобедренных суставов [52].

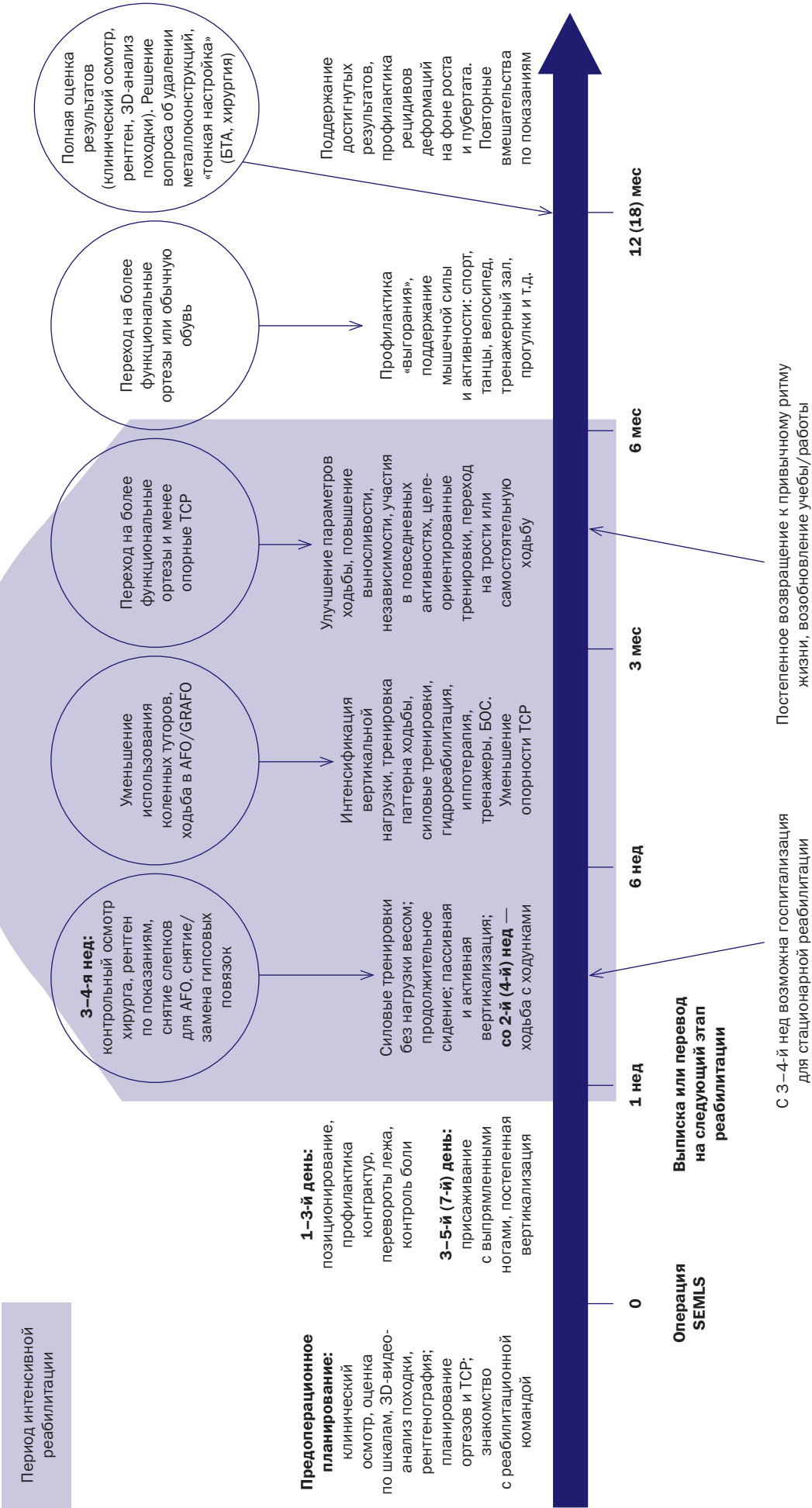
ЧАСТОТА И ИНТЕНСИВНОСТЬ РЕАБИЛИТАЦИОННЫХ ЗАНЯТИЙ ПОСЛЕ SEMLS

Один из наиболее спорных вопросов в реабилитации пациентов после SEMLS — частота и интенсивность реабилитационных занятий, их локализация (дома, в амбулаторном центре, в стационаре). Во многом наполнение реабилитационной программы определяется возможностями и опытом конкретных учреждений и организацией медицинской помощи в стране. В систематическом обзоре A.L. Guinet и соавт. (2021) проанализированы 23 публикации, посвященные реабилитации после SEMLS, и установлено, что средняя продолжительность послеоперационной реабилитации в условиях специализированных центров составляла 4,5 мес (варьировала от 8–9 нед до 1 года) [28]. В части публикаций был рекомендован переход на домашний или амбулаторный режим реабилитации при способности пациента самостоятельно передвигаться с ходунками или тростями. В сочетании с домашними программами общая продолжительность послеоперационной реабилитации в таких случаях достигала 2 лет [33, 43].

Относительно количества часов тренировок в неделю, несмотря на разногласия в конкретных рекомендациях, общие принципы следующие: наибольшая продолжительность и частота сессий двигательной реабилитации (1,5–2 ч в день 5–7 дней в неделю) должна приходиться на 2-ю (4-ю) – 10-ю нед после операции. Затем пациент занимается в интенсивном поддерживающем режиме (1 ч в день 3–5 дней в неделю) примерно до 6-го мес после операции (до восстановления дооперационной активности). После 6-го мес частота занятий может постепенно снижаться (1 ч в день 2–4 раза в неделю) и замещаться привычными повседневными активностями. Тренировки дополняются позиционированием и вертикализацией с использованием ТСР. Спустя 1 год после операции рекомендовано сохранять поддерживающий режим тренировок со специалистом (1 ч в день 1–2 раза в неделю) и максимально использовать другие типы активностей (спорт, велосипед, прогулки, бассейн и т.д.) [31]. Такой подход важен с точки зрения профилактики «выгорания» и демотивации к реабилитации, а также постепенного перехода от тренировок в искусственно заданных условиях к использованию приобретенных навыков в повседневной жизни.

Этапность реабилитации и ортезирования после SEMLS, а также условная кривая интенсивности и частоты реабилитационных сессий отражены на рисунке.

Рисунок. Этапность реабилитации и ортезирования после SEMLS
Figure. Stages of rehabilitation and splinting after SEMLS



Примечание. TCR — технические средства реабилитации; AFO — ankle-foot orthosis; GRAFO — ground-reaction ankle-foot orthosis; BOS — биологическая обратная связь; БТА — ботулинический токсин типа А.
Источник: Ключкова О.А. и соавт., 2024.
Note. RE (TCP) — rehabilitation equipment; AFO — ankle-foot orthosis; GRAFO — ground-reaction ankle-foot orthosis; BF (BOS) — biological feedback; BAT (BTA) — botulinum A toxin.
Source: Klochkova O.A. et al., 2024.

БОЛЕВОЙ СИНДРОМ ПОСЛЕ SEMLS

Боль после SEMLS — один из факторов, определяющих проведение послеоперационной реабилитации [42]. Для ДЦП в целом характерна высокая частота хронического болевого синдрома: 36% среди детей 4–7 лет, 44% среди пациентов моложе 18 лет и до 76% среди лиц старше 50 лет [53]. По данным M.G. Smith и соавт., частота болевого синдрома среди детей и молодых взрослых с ДЦП еще выше и может достигать 75% [54]. Боль обусловлена в первую очередь спастичностью, ортопедическими деформациями и артрозом суставов, сколиозом, а также проводимыми реабилитационными мероприятиями и ортезированием [42]. Предшествующий болевой синдром, а также боль в результате многоуровневого вмешательства могут препятствовать проведению активной и ранней реабилитации после SEMLS, особенно после снятия средств иммобилизации [31]. Сохранение боли в отдаленном периоде после SEMLS также нередко и может нивелировать субъективное восприятие пациентом и семьей достигнутых функциональных результатов [42]. В связи с этим крайне важно проактивно выявлять болевой синдром у пациентов после SEMLS, применять методы обезболивания на всех этапах реабилитации, а также использовать индивидуально подобранные и/или изготовленные ортезы и ТСР. Для обезболивания в первые дни после SEMLS могут быть использованы продолженная эпидуральная анальгезия (3–5 сут) или наркотические анальгетики. На последующих этапах возможна комбинация бензодиазепинов, нестероидных противовоспалительных препаратов и парацетамола [30]. Для снижения патологического тонуса и болезненных мышечных спазмов эффективными являются инъекции ботулотоксина типа А на всех этапах — до, во время и после операции [30, 55].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Многоуровневые ортопедические операции SEMLS — стандарт помощи при ДЦП, влияющий на функциональную активность и качество жизни пациентов и их семей. Эффективность вмешательства и стабильность достигнутых результатов в значительной степени определяются этапностью и преемственностью послеоперационной реабилитации. Представленные в настоящем обзоре основные принципы и этапы послеоперационной реабилитации и ортезирования могут быть использованы в качестве ориентира при оказании помощи пациентам с ДЦП междисциплинарными командами специалистов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

1. Sadowska M, Sarecka-Hujar B, Kopyta I. Cerebral Palsy: Current Opinions on Definition, Epidemiology, Risk Factors, Classification and Treatment Options. *Neuropsychiatr Dis Treat*. 2020;16: 1505–1518. doi: <https://doi.org/10.2147/NDT.S235165>
2. Australian Cerebral Palsy Register Report 2023. Available online: <https://cpreregister.com/wp-content/uploads/2023/01/2023-ACPR-Report.pdf>. Accessed on May 19, 2024.
3. Rosenbaum P, Paneth N, Leviton A, et al. A report: the definition and classification of cerebral palsy April 2006. *Dev Med Child Neurol Suppl*. 2007;109:8–14.
4. Graham HK, Thomason P, Willoughby K, et al. Musculoskeletal Pathology in Cerebral Palsy: A Classification System and Reliability Study. *Children (Basel)*. 2021;8(3):252. doi: <https://doi.org/10.3390/children8030252>

ИСТОЧНИК ФИНАНСИРОВАНИЯ

Отсутствует.

FINANCING SOURCE

Not specified.

РАСКРЫТИЕ ИНТЕРЕСОВ

Авторы статьи подтвердили отсутствие конфликта интересов, о котором необходимо сообщить.

DISCLOSURE OF INTEREST

Not declared.

ВКЛАД АВТОРОВ

О.А. Ключкова — выработка концепции и администрирование исследования, разработка методологии исследования, сбор и анализ публикаций, написание черновика рукописи и создание схемы-иллюстрации, взаимодействие с редакцией.

Д.А. Попков — сбор и анализ публикаций, редактирование черновика рукописи и схемы-иллюстрации.

А.М. Мамедъяров — сбор и анализ публикаций, редактирование черновика рукописи.

У.Ф. Мамедов — сбор и анализ публикаций, редактирование черновика рукописи.

AUTHORS' CONTRIBUTION

Olga A. Klochkova — study conception and administration, development of the study methodology, publications collection and analysis, manuscript draft writing, illustration diagram creation, working with editors.

Dmitry A. Popkov — publications collection and analysis, manuscript draft and illustration diagram editing.

Ayaz M. Mamedyarov — publications collection and analysis, manuscript draft editing.

Ulvi F. Mamedov — publications collection and analysis, manuscript draft editing.

ORCID

О.А. Ключкова

<https://orcid.org/0000-0002-4079-3450>

Д.А. Попков

<https://orcid.org/0000-0002-8996-867X>

А.М. Мамедъяров

<https://orcid.org/0000-0003-0818-6906>

У.Ф. Мамедов

<https://orcid.org/0009-0008-0266-6515>

5. Himuro N, Mishima R, Seshimo T, et al. Change in mobility function and its causes in adults with cerebral palsy by Gross Motor Function Classification System level: a cross-sectional questionnaire study. *NeuroRehabilitation*. 2018;42(4):383–909. doi: <https://doi.org/10.3233/NRE-172340>
6. Benner JL, Hilberink SR, Veenis T, et al. Long-term deterioration of perceived health and functioning in adults with cerebral palsy. *Arch Phys Med Rehabil*. 2017;98(11):2196–205.e1 doi: <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2017.03.013>
7. Hanna SE, Rosenbaum PL, Bartlett DJ, et al. Stability and decline in gross motor function among children and youth with cerebral palsy aged 2 to 21 years. *Dev Med Child Neurol*. 2009;51(4):295–302. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1469-8749.2008.03196.x>

8. Handsfield GG, Williams S, Khuu S, et al. Muscle architecture, growth, and biological Remodelling in cerebral palsy: a narrative review. *BMC Musculoskelet Disord.* 2022;23(1):233. doi: <https://doi.org/10.1186/s12891-022-05110-5>
9. Rang M. Cerebral palsy. In: *Lovell and Winter's Pediatric Orthopedics*. 2nd edn. Philadelphia, PA: JB Lippincott; 1986. pp. 345–396.
10. Nene AV, Evans GA, Patrick JH. Simultaneous multiple operations for spastic diplegia. Outcome and functional assessment of walking in 18 patients. *J Bone Joint Surg Br.* 1993;75(3):488–494. doi: <https://doi.org/10.1302/0301-620X.75B3.8496229>
11. DeLuca PA. The musculoskeletal management of children with cerebral palsy. *Pediatr Clin Am.* 1996;43(5):1135–1150. doi: [https://doi.org/10.1016/s0031-3955\(05\)70454-5](https://doi.org/10.1016/s0031-3955(05)70454-5)
12. McGinley JL, Dobson F, Ganeshalingam R, et al. Single-event multilevel surgery for children with cerebral palsy: a systematic review. *Dev Med Child Neurol.* 2012;54(2):117–128. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1469-8749.2011.04143.x>
13. Попков Д.А., Змановская В.А., Губина Е.Б. и др. Результаты многоуровневых одномоментных ортопедических операций и ранней реабилитации в комплексе с ботулинотерапией у пациентов со спастическими формами церебрального паралича // *Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова*. — 2015. — Т. 115. — № 4. — С. 41–48. — doi: <https://doi.org/10.17116/jnevro20151154141-48> [Popkov DA, Zmanovskaia VA, Gubina EB, et al. The results of single-event multilevel orthopedic surgeries and the early rehabilitation used in complex with botulinum toxin treatment in patients with spastic forms of cerebral palsy. *S.S. Korsakov Journal of Neurology and Psychiatry.* 2015;115(4):41–48. (In Russ). doi: <https://doi.org/10.17116/jnevro20151154141-48>]
14. Попков Д.А., Чибилов Г.М., Кожевников В.В., Гвоздев Н.С. Многоуровневые ортопедические вмешательства у детей со спастическим параличом // *Гений ортопедии*. — 2021. — Т. 27. — № 4. — С. 475–480. — doi: <https://doi.org/10.18019/1028-4427-2021-27-4-475-480> [Popkov DA, Chibirov GM, Kozhevnikov VV, Gvozdev NS. Multilevel orthopaedic surgery in children with spastic cerebral palsy. *Genij Ortopedii.* 2021;27(4):475–480. (In Russ). doi: <https://doi.org/10.18019/1028-4427-2021-27-4-475-480>]
15. Dequeker G, Van Campenhout A, Feys H, et al. Evolution of self-care and functional mobility after single-event multilevel surgery in children and adolescents with spastic diplegic cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol.* 2018;60(5):505–512. doi: <https://doi.org/10.1111/dmcn.13683>
16. Öunpuu S, Pierz K, Rethlefsen SA, Wren TAL. Cost savings for single event multilevel surgery in comparison to sequential surgery in ambulatory children with cerebral palsy. *Gait Posture.* 2022;96:53–59. doi: <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2022.05.005>
17. States RA, Salem Y, Krzak JJ, et al. Three-Dimensional Instrumented Gait Analysis for Children With Cerebral Palsy: An Evidence-Based Clinical Practice Guideline. *Pediatr Phys Ther.* 2024;36(2):182–206. doi: <https://doi.org/10.1097/PEP.0000000000001101>
18. Palisano R, Rosenbaum P, Walter S, et al. Development and reliability of a system to classify gross motor function in children with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol.* 1997;39(4):214–223. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1469-8749.1997.tb07414.x>
19. Sättilä H. Over 25 Years of Pediatric Botulinum Toxin Treatments: What Have We Learned from Injection Techniques, Doses, Dilutions, and Recovery of Repeated Injections? *Toxins (Basel).* 2020;12(7):440. doi: <https://doi.org/10.3390/toxins12070440>
20. Евреинов В.В., Томов А.Д., Попков Д.А. Оценка эффективности седации у детей с ДЦП в раннем послеоперационном периоде после многоуровневых одномоментных оперативных ортопедических вмешательств // *Гений ортопедии*. — 2015. — № 4. — С. 36–41. — doi: <https://doi.org/10.18019/1028-4427-2015-4-36-41> [Evreinov V, Tomov A, Popkov D. Sedation effectiveness evaluation in children with cerebral palsy in the early postoperative period after acute multilevel surgical orthopedic interventions. *Genij Ortopedii.* 2015;(4):36–41. (In Russ). doi: <https://doi.org/10.18019/1028-4427-2015-4-36-41>]
21. Lamberts RP, Burger M, du Toit J, et al. A Systematic Review of the Effects of Single-Event Multilevel Surgery on Gait Parameters in Children with Spastic Cerebral Palsy. *PLoS One.* 2016;11(10):e0164686. doi: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0164686>
22. Ma N, Gould D, Camathias C, et al. Single-Event Multi-Level Surgery in Cerebral Palsy: A Bibliometric Analysis. *Medicina.* 2023;59(11):1922. doi: <https://doi.org/10.3390/medicina59111922>
23. Каримуллин Г.А., Левитина Е.В. Влияние одномоментных многоуровневых операций у детей с ортопедическими осложнениями церебрального паралича на объем движений по данным гониометрии // *Российский вестник перинатологии и педиатрии*. — 2023. — Т. 68. — № S4. — С. 243. [Karimullin G.A., Levitina E.V. Vliyaniye odnomomentnykh mnogourovnevnykh operatsii u detei s ortopedicheskimi oslozheniyami tserebral'nogo paralicha na ob'em dvizhenii po dannym goniometrii. *Rossiyskiy vestnik perinatologii i pediatrii.* 2023;68(S4):243. (In Russ).]
24. Глазкин Л.С., Михович М.С., Соколовский О.А., Климов Р.В. Результаты одномоментной многоуровневой коррекции SEMLS у детей с детским церебральным параличом // *Медицинские новости*. — 2020. — № 1. — С. 23–25. [Hlazkin L, Mikhovich M, Sakalowski A, Klimau R. The results of single-event multilevel surgery in children with cerebral palsy. *Medsinskie novosti.* 2020;(1):23–25. (In Russ).]
25. Корольков А.И., Рахман П.М. Оценка эффективности применения технологии одномоментных многоуровневых хирургических вмешательств у детей с ДЦП // *Травма*. — 2018. — Т. 19. — № 6. — С. 61–70. doi: <https://doi.org/10.22141/1608-1706.6.19.2018.152222> [Korolkov OI, Rakhman PM. Evaluating the effectiveness of the technology of single-event multi level surgery in children with cerebral palsy. *Trauma.* 2018;19(6):61–70. (In Russ). doi: <https://doi.org/10.22141/1608-1706.6.19.2018.152222>]
26. Губин А.В., Овчинников Е.Н., Гончарук Э.В. и др. Экономические аспекты многоуровневых ортопедических операций у пациентов с детским церебральным параличом // *Проблемы социальной гигиены, здравоохранения и истории медицины*. — 2020. — Т. 28. — Спецвыпуск. — С. 716–722. — doi: <http://doi.org/10.32687/0869-866X-2020-28-s1-716-722> [Gubin AV, Ovchinnikov EN, Goncharuk EV, et al. Economic aspects in single-event multilevel orthopedic surgery in patients with cerebral palsy. *Problemi socialnoi gigiyeni, zdravookhraneniya i istorii meditsini = Problem of Social Hygiene, Public Health and History of Medicine.* 2020;28(Special Issue):716–722. (In Russ). doi: <http://doi.org/10.32687/0869-866X-2020-28-s1-716-722>]
27. Edwards TA, Theologis T, Wright J. Predictors affecting outcome after single-event multilevel surgery in children with cerebral palsy: a systematic review. *Dev Med Child Neurol.* 2018;60(12):1201–1208. doi: <https://doi.org/10.1111/dmcn.13981>
28. Guinet AL, Khouri N, Desailly E. Rehabilitation After Single-Event Multilevel Surgery for Children and Young Adults With Cerebral Palsy: A Systematic Review. *Am J Phys Med Rehabil.* 2022;101(4):389–399. doi: <https://doi.org/10.1097/PHM.0000000000001864>
29. Wick JM, Feng J, Raney E, et al. Single-Event Multilevel Surgery to Correct Movement Disorders in Children with Cerebral Palsy. *AORN J.* 2018;108(5):516–531. doi: <https://doi.org/10.1002/aorn.12402>
30. Thomason P, Graham HK. Rehabilitation of children with cerebral palsy after single-event multilevel surgery. In: *Rehabilitation in Movement Disorders*. Iansek R, Morris ME, eds. Cambridge University Press; 2013. pp. 203–216. doi: <https://doi.org/10.1017/CBO9781139012942.019>
31. van Bommel EEH, Arts MME, Jongerius PH, et al. Physical therapy treatment in children with cerebral palsy after single-event multilevel surgery: a qualitative systematic review. A first step towards a clinical guideline for physical therapy after single-event multilevel surgery. *Ther Adv Chronic Dis.* 2019;10:2040622319854241. doi: <https://doi.org/10.1177/2040622319854241>
32. Ключкова О.А., Куренков А.Л. Ботулинотерапия при детском церебральном параличе: практические советы и ультразвуковой контроль. — М.: МЕДпресс-информ; 2020. — 248 с. [Klochkova OA, Kurenkov AL. *Botulinoterapiya pri detskom tserebral'nom paraliche: prakticheskie sovety i ul'trazvukovoi kontrol'*. Moscow: MEDpress-inform; 2020. 248 p. (In Russ).]
33. *All About Your Single-Event Multilevel Surgery (SEMLS)*. Gillette Children's; 2024. Available online: <https://www.flipsnack.com/95B5CFFFB5/all-about-your-single-event-multilevel-surgery-semles-xn84mnhbdc.html>. Accessed on May 19, 2024.

34. Georgiadis AG, Schwartz MH, Walt K, et al. Team approach: single-event multilevel surgery in ambulatory patients with cerebral palsy. *JBJS Rev.* 2017;5(8):e10 doi: <https://doi.org/10.2106/JBJS.RVW.16.00101>
35. Harryman SE. Lower-extremity surgery for children with cerebral palsy: physical therapy management. *Phys Ther.* 1992;72(1):16–24. doi: <https://doi.org/10.1093/ptj/72.1.16>
36. Koop SE, Murr S. Postoperative care and rehabilitation. In: *The Identification and Treatment of Gait Problems in Cerebral Palsy*. Gage JR, Schwartz MH, Koop SE, Novacheck TF, eds. 2nd edn. London: Mac Keith Press; 2009. pp. 534–545.
37. Dolganova T, Chibirov G, Gatamov O, et al. *Single-Event Multilevel Orthopedic Surgery in CP Patients with Natural and Iatrogenic Crouch Gait*. In: *Understanding in children with cerebral palsy: orthopedic problems*. New York: NOVA Science Publishers; 2020. pp. 167–188.
38. Транковский С.Е., Малахов О.А., Малахов О.О. и др. Хирургическая коррекция патологии тазобедренных суставов у детей с ДЦП // *Детская хирургия*. — 2013. — № 5. — С. 4–7. [Trankovsky SE, Malakhov OA, Malakhov OO. Surgical Correction of HIP Pathology in Children with Infantile Cerebral Palsy. *Russian Journal of Pediatric Surgery*. 2013;(5):4–7. (In Russ).]
39. Томов А., Дьячков К., Попков Д. Параметры рентгеновской коксометрии при выполнении реконструктивных операций на тазобедренном суставе в рамках многоуровневых оперативных вмешательств у детей с ДЦП // *Гений ортопедии*. — 2019. — Т. 25. — № 3. — С. 337–347. — doi: <https://doi.org/10.18019/1028-4427-2019-25-3-337-347> [Tomov A, Diachkov K, Popkov D. Parameters of radiographic coxometry in reconstructive operations on the hip joint as part of multilevel surgical interventions in children with cerebral palsy. *Genij Ortopedii*. 2019;25(3):337–347. (In Russ). doi: <https://doi.org/10.18019/1028-4427-2019-25-3-337-347>]
40. Patikas D, Wolf SI, Mund K, et al. Effects of a postoperative strength-training program on the walking ability of children with cerebral palsy: a randomized controlled trial. *Arch Phys Med Rehabil.* 2006;87(5):619–626. doi: <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2006.01.023>
41. Grecco LA, de Freitas TB, Satie J, et al. Treadmill training following orthopedic surgery in lower limbs of children with cerebral palsy. *Pediatr Phys Ther.* 2013;25(2):187–192; discussion 193. doi: <https://doi.org/10.1097/PEP.0b013e3182888495>
42. Høiness PR, Capjon H, Lofterød B. Pain and rehabilitation problems after single-event multilevel surgery including bony foot surgery in cerebral palsy. A series of 7 children. *Acta Orthop.* 2014;85(6):646–651. doi: <https://doi.org/10.3109/17453674.2014.960141>
43. Meyns P, Pans L, Plasmans K, et al. The Effect of Additional Virtual Reality Training on Balance in Children with Cerebral Palsy after Lower Limb Surgery: A Feasibility Study. *Games Health J.* 2017;6(1):39–48. doi: <https://doi.org/10.1089/g4h.2016.0069>
44. Seniorou M, Thompson N, Harrington M, et al. Recovery of muscle strength following multi-level orthopaedic surgery in diplegic cerebral palsy. *Gait Posture.* 2007;26(4):475–481. doi: <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2007.07.008>
45. Bache CE, Selber P, Graham HK. The management of spastic diplegia. *Current Orthop.* 2003;17(2):88–104. doi: <https://doi.org/10.1054/cuor.2003.0328>
46. Rodda JM, Graham HK, Nattrass GR, et al. Correction of severe crouch gait in patients with spastic diplegia with use of multilevel orthopaedic surgery. *J Bone Joint Surg.* 2006;88(12):2653–2664. doi: <https://doi.org/10.2106/JBJS.E.00993>
47. Thomason P, Selber P, Graham HK. Single Event Multilevel Surgery in children with bilateral spastic cerebral palsy: a 5 year prospective cohort study. *Gait Posture.* 2013;37(1):23–28. doi: <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2012.05.022>
48. Visscher R, Hasler N, Freslier M, et al. Long-term follow-up after multilevel surgery in cerebral palsy. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2022;142(9):2131–2138. doi: <https://doi.org/10.1007/s00402-021-03797-0>
49. Haumont T, Church C, Hager S, et al. Flexed-knee gait in children with cerebral palsy: a 10-year follow-up study. *J Child Orthop.* 2013;7(5):435–443. doi: <https://doi.org/10.1007/s11832-013-0505-8>
50. Dreher T, Thomason P, Švehlík M, et al. Long-term development of gait after multilevel surgery in children with cerebral palsy: a multicentre cohort study. *Dev Med Child Neurol.* 2018;60(1):88–93. doi: <https://doi.org/10.1111/dmcn.13618>
51. Rodda J, Graham HK. Classification of gait patterns in spastic hemiplegia and spastic diplegia: a basis for a management algorithm. *Eur J Neurol.* 2001;8(Suppl 5):98–108. doi: <https://doi.org/10.1046/j.1468-1331.2001.00042.x>
52. Volsky G. The role of orthotics in preoperative and postoperative management of children with cerebral palsy. In: *Understanding in children with cerebral palsy: orthopedic problems*. New York: NOVA Science Publishers; 2020. pp. 41–62.
53. Jarlman E, Hägglund G, Alriksson-Schmidt AI. Foot and lower leg pain in children and adults with cerebral palsy: a population-based register study on 5,122 individuals. *BMC Musculoskelet Disord.* 2024;25(1):391. doi: <https://doi.org/10.1186/s12891-024-07486-y>
54. Smith MG, Gibson RJ, Russo RN, et al. Examining tools for assessing the impact of chronic pain on emotional functioning in children and young people with cerebral palsy: stakeholder preference and recommendations for modification. *Qual Life Res.* 2024. doi: <https://doi.org/10.1007/s11136-024-03693-1>
55. Almina S, Karile Y, Audrone P, Indre B. Analgesic effect of botulinum toxin in children with cerebral palsy: A systematic review. *Toxicon.* 2021;199:60–67. doi: <https://doi.org/10.1016/j.toxicon.2021.05.012>