

УДК 617.586-089-073:616.988.23-053.2

**В.А. Тупиков, В.Б. Шамик, М.В. Тупиков****ПРИМЕНЕНИЕ КОМПЛЕКСА БИОУПРАВЛЕНИЯ  
ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ИСХОДОВ ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ  
ДЕТСКОГО ЦЕРЕБРАЛЬНОГО ПАРАЛИЧА**

*Изучена возможность применения компьютерного специализированного комплекса функционального биоуправления «РЕАМЕД-М2» для прогнозирования исходов хирургического лечения эквинусной и эквиноварусной деформаций стоп у детей с церебральным параличом (ДЦП).*

*Выполнены огибающие электромиограммы голеней и определены коэффициенты реципрокности (КР) икроножной и передней большеберцовой мышц в трёх группах по 23 ребенка в каждой: здоровые дети, оперированные дети с ДЦП с рецидивом деформации и оперированные дети с ДЦП без рецидива деформации. Разработан и внедрен в практику способ прогнозирования рецидива эквинусной и эквиноварусной деформаций стопы после их хирургического лечения у детей с церебральным параличом (патент РФ №2432899). Установлено, что значения КР более 0,26 (26 %) для икроножной мышцы и более 0,36 (36 %) для передней большеберцовой мышцы свидетельствуют о риске рецидива эквинусной или эквиноварусной деформации стопы после хирургического лечения, а при КР более 0,53 (53 %) для икроножной мышцы и более 0,63 (63 %) для передней большеберцовой мышцы вероятность рецидива достигает 95 %.*

*Компьютерный комплекс функционального биоуправления; электромиограмма; коэффициент реципрокности; хирургическое лечение ДЦП.*

**V.A. Tupikov, V.B. Shamik, M.V. Tupikov****APPLICATION OF COMPLEX BIOFEEDBACK TO PREDICT AN OUTCOME  
OF SURGICAL TREATMENT OF CEREBRAL PALSY**

*The possibility of using the computer complex functional biofeedback "REAMED-M2" to predict the outcome of surgical treatment for equinus foot and equinovarus foot deformities in children with cerebral palsy (CP) was studied. The study included three groups of children. The first group included healthy children. The second group - children with cerebral palsy with recurrent deformity. The third group - children with cerebral palsy with no recurrence of deformity. Each group of 23 children. To all children EMG gastrocnemius and tibialis anterior muscles were performed and the coefficients of reciprocity for these muscles were determined. Developed and implemented in practice prediction method of recurrence equinus and equinovarus foot deformities after surgical treatment in children with cerebral palsy (RF patent № 2432899). Found that the values of coefficients reciprocity more than 0.26 (26 %) for the gastrocnemius muscle and more than 0.36 (36 %) for the tibialis anterior muscle showing the risk of recurrence for equinus foot and equinovarus deformity of the foot after surgery, whereas the values of coefficients reciprocity more than 0.53 (53 %) for the gastrocnemius muscle and more than 0.63 (63 %) for the tibialis anterior muscles of the likelihood of relapse reaches 95 %.*

*Computer system of functional biofeedback; the electromyogram; the coefficient of reciprocity; the surgical treatment of cerebral palsy.*

Коррекция двигательных нарушений, в том числе хирургическая, у детей с детским церебральным параличом (ДЦП) является одной из основных проблем лечения этого заболевания.

Известно, что эквинусная и эквиноварусная деформации стопы часто бывают одними из первых проявлений заболевания у детей с диплегической и гемиплегической формами ДЦП [2, 4, 5, 6].

Способы ортопедохирургической коррекции этих деформаций делятся на две группы: операции на костях стопы и операции на суставно-связочном аппарате и сухожилиях. У детей чаще применяют операции второй группы. Это операции

Сильвершельда, Страйера, Т.С. Зацепина, открытой и закрытой ахиллотомии и ахиллопластики (с транспозицией и без транспозиции на тыл стопы сухожилия передней большеберцовой мышцы), апоневротического удлинения икроножной мышцы, селективной миофасциотомии трехглавой мышцы голени [2, 4, 6].

Процент неблагоприятных результатов хирургического лечения эквинусной и эквиноварусной деформаций стоп колеблется от 4,5 % до 80 % независимо от метода и объема вмешательства [5]. Причины развития рецидивов этих деформаций, а также возможности и методы их прогнозирования до настоящего времени исследованы недостаточно.

У детей с ДЦП нарушены реципрокные взаимоотношения мышц антагонистов, в том числе икроножной и передней большеберцовой, что приводит к формированию деформаций стопы. Одним из методов диагностики ДЦП и определения эффективности лечения является электромиография (ЭМГ) [1, 7].

**Целью** работы является исследование причин рецидивов и разработка способа прогнозирования исходов хирургического лечения эквинусной и эквиноварусной деформаций стоп у детей с церебральным параличом путем проведения ЭМГ мышечного аппарата голени.

**Материалы и методы.** Нами проведено электромиографическое исследование икроножной и передней большеберцовой мышц с использованием специализированного компьютерного комплекса функционального биоуправления «РЕАМЕД-М» [3] у 69 детей, которые были разделены на три группы. Первая группа (контрольная) – это здоровые дети (23 ребенка). Вторая группа – дети с ДЦП в форме спастической диплегии или гемиплегии после оперативного лечения без рецидива деформаций стопы в отдаленном периоде (23 человека). Третья группа – оперированные дети с ДЦП с исходом в рецидив (23 человека).

В основе исследования лежит принцип определения биоэлектрической активности мышц методом огибающей ЭМГ путем использования специализированного компьютерного комплекса функционального биоуправления «РЕАМЕД-М», который представляет собой систему, состоящую из персонального компьютера с установленным блоком цифровой и аналоговой обработки сигнала и накожных электродов для регистрации сигнала ЭМГ. Программное обеспечение работает под управлением операционной системы Windows 2000. Интерфейс программы выполнен в стиле системы Windows. В программе предусмотрен режим **измерения**, в котором существует процедура **тестирования**, обеспечивающая накопление информации за четыре выполненных тестовых движений, задаваемых врачом [3]. Исследование проводили следующим образом. Отводящие сигнал ЭМГ накожные биполярные электроды с отводящей поверхностью 10 мм<sup>2</sup> и межэлектродным расстоянием 20 мм накладывали и фиксировали согласно маркировке на двигательные точки икроножной и передней большеберцовой мышц, а индифферентный электрод фиксировали к контрлатеральной конечности пациента. Для обеспечения надежного контакта с кожей пациента чашечки отводящих электродов и небольшое пространство под индифферентным электродом заполняли электродной пастой (гелем) или ватными тампонами, смоченными физиологическим раствором (0,9 % раствор NaCl в воде). Задача испытуемого заключалась в выполнении тестового движения в виде максимального активного тыльного (5 с), а затем подошвенного (5 с) сгибания стопы в положении лежа на спине. Каждый испытуемый выполнял по 4 тестовых движения. Коэффициент реципрокности (КР) оценивается путем вычисления отношения амплитуд ЭМГ передней большеберцовой мышцы и икроножной мышцы.  $K = \frac{ЭМГ_{a1}}{ЭМГ_{a2}}$  и  $K = \frac{ЭМГ_{a2}}{ЭМГ_{a1}}$ ; где ЭМГ<sub>a1</sub> – ЭМГ передней большеберцовой мышцы, ЭМГ<sub>a2</sub> – ЭМГ икроножной мышцы [1, 3]. После проведения процедур усиления, фильтрации и интегрирования показатели

биоэлектрической активности мышц в виде «глобальной ЭМГ», амплитуда которой пропорциональна текущему усилию, развиваемому мышцами, автоматически появляются на экране монитора в виде таблицы, где представлены средние значения реципрокности исследуемых мышц за четыре тестовых движения.

Статистическую обработку полученных данных проводили с помощью пакета анализа программы MS Excel. Определяли средние значения данных (M), среднеквадратические отклонения ( $\sigma$ ), достоверность различий средних (p).

**Результаты и их обсуждение.** Результаты проведенных исследований представлены в таблице.

Полученные данные свидетельствуют о том, что в группе здоровых детей КР составил для икроножной мышцы  $0,18 \pm 0,07$  (18 %  $\pm$  7 %), а для передней большеберцовой мышцы  $0,23 \pm 0,07$  (23 %  $\pm$  7 %), то есть укладываются в границы средних статистических показателей по данным литературных источников, согласно которым в норме активация мышц антагонистов (коэффициент реципрокности) составляет до 0,15–0,20 или 15–20 % от активности агонистов [1]. С учетом максимальной ошибки, обеспечивающей степень надежности 95 % (p < 0,05), значения КР для икроножной мышцы составили в группе детей после безрецидивного хирургического лечения  $0,22 \pm 0,04$  (22 %  $\pm$  4 %), а после осложненного рецидивом хирургического лечения –  $0,69 \pm 0,16$  (69 %  $\pm$  16 %). Значения КР для передней большеберцовой мышцы составили в группе детей после безрецидивного хирургического лечения –  $0,30 \pm 0,06$  (30 %  $\pm$  6 %), а после осложненного рецидивом хирургического лечения –  $0,88 \pm 0,23$  (88 %  $\pm$  23 %).

В группах здоровых детей и детей после безрецидивного хирургического лечения разница средних значений КР икроножных мышц недостоверна (p > 0,05), а средних значений КР передних большеберцовых мышц достоверна с вероятностью p  $\leq$  0,05. Разница средних значений КР икроножных и передних большеберцовых мышц в группах детей с рецидивами и без рецидивов после хирургического лечения, а тем более в группах детей с рецидивами и здоровых детей, не вызывает никаких сомнений (p < 0,001).

При математической обработке полученных данных нами установлено, что при КР более 0,26 (26 %) для икроножной мышцы и более 0,36 (36 %) для передней большеберцовой мышцы возникает риск рецидива эквинусной или эквиноварусной деформации стопы после их хирургического лечения. При КР более 0,53 (53 %) для икроножной мышцы и более 0,63 (63 %) для передней большеберцовой мышцы вероятность рецидива достигает 95 %.

Проведенные исследования позволили разработать эффективный объективный способ прогнозирования рецидива после хирургического лечения эквинусной и эквиноварусной деформации стопы у детей с ДЦП (патент РФ №2432899) путем проведения поверхностной (глобальной) огибающей ЭМГ мышц антагонистов голени и определения коэффициента реципрокности икроножной и передней большеберцовой мышц на этапе предоперационного обследования (табл. 1).

На двигательные точки передней большеберцовой и икроножной мышц исследуемого ребенка с ДЦП накладывают стандартные кожные биполярные электроды с отводящей поверхностью 10 мм<sup>2</sup> и межэлектродным расстоянием 20 мм (индифферентный электрод накладывают на противоположную голень) и с помощью специализированного комплекса функционального биоуправления «РЕАМЕД-М2» в режиме тестирования выполняют поверхностную (глобальную) огибающую ЭМГ и определяют коэффициенты реципрокности икроножной и передней большеберцовой мышц при максимально возможном тыльном и подошвенном сгибании стопы. Полученные данные сравнивают со среднестатистическими значениями коэффициентов реципрокности, полученными при исследова-

нии трех групп детей, а именно здоровых детей и детей с рецидивом и без рецидива эквинусной или эквиноварусной деформации стопы после их раннего хирургического лечения. Значения КР более 0,26 (26 %) для икроножной мышцы и более 0,36 (36%) для передней большеберцовой мышцы, свидетельствуют о возникновении риска рецидива эквинусной или эквиноварусной деформации стопы после их раннего хирургического лечения, а при КР более 0,53 (53 %) для икроножной мышцы и более 0,63 (63 %) для передней большеберцовой мышцы, вероятность рецидива достигает 95 %.

Таблица 1

**Результаты исследования коэффициентов реципрокности икроножной и передней большеберцовой мышц методом поверхностной (глобальной) огибающей ЭМГ**

Статистические показатели	КР икроножной мышцы			КР передней большеберцовой мышцы		
	Здоровые дети	Оперированные дети		Здоровые дети	Оперированные дети	
		Без рецидива	С рецидивом		Без рецидива	С рецидивом
Среднее	0,184087	0,223913	0,693913	0,228261	0,303043	0,881304
Стандартная ошибка	0,014927	0,018186	0,076473	0,01451	0,02869	0,10879
Медиана	0,18	0,21	0,62	0,22	0,29	0,83
Мода	0,25	0,13	0,5	0,25	0,33	0,56
Стандартное отклонение	0,071588	0,087217	0,366752	0,069587	0,137591	0,521739
Дисперсия выборки	0,005125	0,007607	0,134507	0,004842	0,018931	0,272212
Экссесс	-0,58697	-0,51947	0,389854	-0,26276	1,365452	5,440434
Асимметричность	0,403272	0,582539	1,001444	0,131186	1,251022	1,993886
Интервал	0,25	0,3	1,35	0,27	0,49	2,37
Минимум	0,08	0,11	0,25	0,09	0,15	0,3
Максимум	0,33	0,41	1,6	0,36	0,64	2,67
Сумма	4,28	5,15	15,96	5,25	6,97	20,27
Счет	23	23	23	23	23	23
Уровень надежности (95 %)	0,030957	0,037715	0,158595	0,030092	0,059499	0,225617

**Выводы:**

1. Причиной рецидива эквинусной и эквиноварусной деформаций стопы после их хирургического лечения у детей с ДЦП является недооценка нарушения реципрокных взаимоотношений икроножной и передней большеберцовой мышц.
2. Определение и клиническая оценка коэффициента реципрокности икроножной и передней большеберцовой мышц в предоперационном периоде у детей с ДЦП с помощью компьютерного специализированного комплекса «РЕАМЕД-М2» позволяют прогнозировать исход хирургического лечения деформаций стоп.

**БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. *Команцев В.Н., Заболотных В.А.* Методические основы клинической электронейромиографии. Руководство для врачей. – СПб., 2001. – 349 с.
2. *Кузнецихин Е.П., Ульрих Э.В.* Хирургическое лечение детей с заболеваниями и деформациями опорно-двигательной системы. – М.: Медицина, 2004. – 568 с.

3. Методические рекомендации по использованию специализированного комплекса функционального биоуправления для реабилитации двигательных расстройств «РЕАМЕД-М2». – СПб., 2000. – 20 с.
4. Перхурова И.С., Лузинович В.М., Сологубов Е.Г. Регуляция позы и ходьбы при детском церебральном параличе и некоторые способы коррекции. – М.: Книжная палата, 1996. – 242 с.
5. Тупиков В.А. К вопросу о раннем хирургическом лечении эквинусной деформации стоп у детей с ДЦП // Лечение врожденных деформаций стоп у детей: Тезисы 3 Международной конференции. – Ярославль, 2009. – С. 21.
6. Шамик В.Б., Дьякова В.Н., Логвинов А.В. и др. Новый способ хирургической коррекции эквинусной деформации стоп у детей с ДЦП // Совершенствование травматолого-ортопедической помощи детям: Материалы симпозиума детских травматологов-ортопедов России с международным участием. Казань 16–18 сентября 2008 г. – СПб., 2008. – С. 470–471.
7. Шамик В.Б., Тупиков В.А., Дьякова В.Н. Особенности электромиографической активности мышц голени у детей с детским церебральным параличом // Вестн. травмат. ортопед. – 2012. – № 1. – С. 61–64.

Статью рекомендовала к опубликованию к.м.н. Н.Ю. Золотарева.

**Тупиков Владимир Алексеевич** – МБУЗ «Детская городская больница»; e-mail: tupikov\_va@mail.ru; 346506 г. Шахты, пр-т Ленинского Комсомола, 50, кв. 49; тел.: 88636226172, +79281783406; врач хирургического отделения; к.м.н.

**Шамик Виктор Борисович** – Ростовский государственный медицинский университет; e-mail: prof.shamik@pochta.ru; 344022, г. Ростов-на-Дону, пер. Нахичеванский, 29; тел.: 88632970682, +79185577736; кафедра детской хирургии; д.м.н.; профессор.

**Тупиков Максим Владимирович** – e-mail: tupikov\_mv@mail.ru; 346506, г. Шахты, пр-т Ленинского Комсомола, 50, кв. 49; тел.: +79289022821; кафедра травматологии и ортопедии; учебный ординатор.

**Tupikov Vladimir Alekseevich** – Children's City Hospital; e-mail: tupikov\_va@mail.ru; 50, Lenin Komsomol pr., apt. 49, Shakhty, 346506, Russia; phones: +78636226172, +79281783406; the doctor of surgical branch; cand. of med. sc.

**Shamik Viktor Borisovich** – Rostov State Medical University; e-mail: prof.shamik@pochta.ru; 29, Nakhichevan, Rostov-on-Don, 344022, Russia; phone: +79185577736; the department of pediatric surgery; dr. of med. sc.; professor.

**Tupikov Maxim Vladimirovich** – e-mail: tupikov\_mv@mail.ru; 50, Lenin Komsomol pr., apt. 49, Shakhty, 346506, Russia; phone: +79289022821; the department of traumatology and orthopedics; resident training.

УДК 616.832.21-002.1-009.5-053.2-091

**В.А. Тупиков, В.Б. Шамик, М.В. Тупиков**

### **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОМПЛЕКСА «РИСТА-ЭПД» И «СКЭНАР» ПРИ ХИРУРГИЧЕСКОМ ЛЕЧЕНИИ ДЕТЕЙ С ЦЕРЕБРАЛЬНЫМ ПАРАЛИЧОМ**

*Изучены результаты применения комплекса «Риста-ЭПД» и «СКЭНАР» у 98 детей с церебральным параличом (ДЦП). Все дети оперированы. Выполнено 143 хирургических вмешательств по авторским методикам. При помощи комплекса «Риста-ЭПД» проводили оценку состояния акупунктурных меридианов по методам Накатани, Р. Фолля, аурикуло-диагностики и локализацию рефлексогенных зон, на которые необходимо воздействовать для снижения мышечной спастичности до операции, обезболивания и оптимального заживления ран после операции. Применяли аппарат «СКЭНАР-97.4» в режиме индивидуально-дозированного (прерывистого) воздействия по рецептурным точкам курсами от 6 до 10*