Н.М. Александров, Н.М. Яковлев, Е.В. Донченко, К.С. Зимина, Е.А. Шалдина, Л.П. Максимова

НОВЫЙ ПОДХОД К ОБОСНОВАНИЮ МЕТОДОВ РЕКОНСТРУКЦИИ ПАЛЬЦЕВ, АДАПТИВНОЙ ТРЕНИРОВКИ С ЭЛЕКТРОМИОГРАФИЧЕСКОЙ ОБРАТНОЙ СВЯЗЬЮ И ОЦЕНКЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ЛЕЧЕНИЯ

ФГУ «НИИТО Росздрава» (Нижний Новгород)
ФГУ НИИ экспериментальной медицины РАМН (Санкт-Петербург)

В статье представлен новый подход к обоснованию применения различных методов реконструкции пальцев, раннего функционального лечения с использованием биологической обратной связи и оценке результатов восстановления пальцев. Подход разработан на основании изучения адаптивных реакций мышц кисти и предплечья, развивающихся после реконструкции пальцев, с использованием электромиографических и биомеханических методов у 114 больных. Он предполагает учет не только характера анатомического дефекта, но и адаптационного потенциала кисти. Анализ результатов лечения также осуществляется с использованием разработанных биомеханических и электромиографических критериев, которые позволяют оценить восстановление автоматизма движений пальцев. Делается вывод о целесообразности расширения показаний к реконструкции пальцев за счет перемещения сегментов кисти и обязательного применения функционального лечения с электромиографической обратной связью после пересадки сегментов из отдаленных областей.

Ключевые слова: перемещение сегментов, адаптивная тренировка

NEW APPROACH TO SUBSTANTIATING METHODS OF FINGER RECONSTRUCTION, ADAPTIVE EXERCISES WITH ELECTROMYOGRAPHIC FEEDBACK, AND EVALUATION OF TREATMENT RESULTS

N.M. Alexandrov, N.M. Yakovlev, E.V. Donchenko, K.S. Zimina, E.A. Shaldina, L.P. Maximova

Scientific Research Institute of Traumatology and Orthopaedics, Nizhny Novgorod
Scientific Research Institute of Experimental Medicine of the Russian Academy of Medical Sciences,
Saint-Petersburg

The article presents new approach to justifying application of various methods of digital reconstruction and early functional treatment comprising biological feedback, as well as to evaluation of achieved recovery effect. Present approach was developed basing on the comprehensive study of adaptive reactions received in hand and antibrachium muscles after finger reconstruction by using electromyographic and biomechanical methods in 114 cases. Alongside with the character of anatomic deformity this approach also implies consideration of the adaptive hand potential. Treatment results are also analyzed employing electromyographic and biomechanical criteria developed, which enable assessment of resulting finger motion automaticity. The conclusion drawn highlights advisability of widening indications for finger reconstruction effected by transposing hand segments and obligatory application of functional treatment with electromyographic feedback after transplanting distant segments.

Key words: transposing segments, adaptive trainee

В настоящее время выбор метода реконструкции пальца в подавляющем большинстве случаев основывается на анализе характера и этиологии дефекта кисти, а оценка результатов осуществляется преимущественно с использованием клинических и реже биомеханических параметров [4, 5, 8]. Лишь в немногочисленных исследованиях [2, 3] итоговый результат лечения оценивается комплексно, с привлечением каких-либо физиологических параметров (показателей кровотока, чувствительности и т.д.). Однако показатели кровоснабжения информативны в основном для оценки непосредственных результатов реконструкции [1, 7], так как слабо коррелируют с отдаленными результатами. Используемые методики электромиографических исследований [6] не позволяют оценить восстановление двигательного стереотипа и автоматизма движений. Биомеханические критерии отражают в ос-

новном внешний рисунок движения и не дают представления о восстановлении автоматизма двигательного навыка.

Нами предложен новый подход к обоснованию метода реконструкции пальцев и оценке результата лечения с учетом характера анатомического дефекта кисти и на основе изучения сократительной способности и адаптивных реакций мышц кисти и предплечья. Данные получены после различных методов лечения 114 больных, местные донорские ресурсы были использованы у 81 больного, а из отдаленных областей — у 33. Проводимые исследования соответствовали стандартам комитетов по биомедицинской этике и осуществлялись с личного согласия пациентов.

Для исходной оценки остаточной функции и выявления адаптивных возможностей мышц кисти и предплечья использовались электромиографический и биомеханический методы.

При электромиографических исследованиях регистрировалась активность мышц тенара и предплечья при выполнении основных движений первого пальца и кисти в положении супинации и пронации предплечья. Определялся индекс реципрокности как отношение активности мышц тенара к активности сгибателей (ИР¹) и разгибателей пальцев (ИР²) в положении супинации и пронации соответственно (ИР³) и (ИР⁴).

В процессе выработки двигательного навыка кисти проводились и электроэнцефалографические исследования. В качестве регистрирующей аппаратуры применяли двухканальный электромиограф фирмы «Медикор» марки МG-440, диагностический комплекс «МБН-Нейромиограф».

Для оценки биомеханических показателей использовали программно-аппаратный комплекс НОКП НППИ-ННИИТО, который позволяет регистрировать максимальное мышечное усилие (ММУ), максимальную скорость сокращения (МСС — максимальная скорость нарастания силы на кривой сила — время), максимальную скорость расслабления (МСР — максимальная скорость уменьшения силы на кривой), силу при максимальной скорости сокращения (величина силы, которой соответствует максимальная скорость ее нарастания на кривой сила — время), силу при максимальной скорости расслабления (сила, соответствующая максимальной скорости уменьшения), коэффициент выносливости (произведение максимального мышечного усилия на время его удержания), а также показатели воспроизведения заданного мышечного усилия (ВЗМУ).

С использованием метода электромиографии (ЭМГ) выявлены двигательные нарушения травмированной кисти нейрорегуляторного характера, а также направленность и характер компенсаторных реакций мышц кисти и предплечья при различных методах реконструкции пальцев.

В случае одноэтапного перемещения сегментов кисти в ближайшем периоде отмечена положительная динамика биоэлектрической активности (БЭА) мышц тенара в положении супинации кисти при выполнении всех движений первого пальца по сравнению с послеоперационным периодом ($p = 0,005 - 0,03$ для разных движений). При сравнении активности этой группы мышц в отдаленном периоде относительно ближайшего периода также выявлена достоверная положительная динамика ($p = 0,02$). Отрицательная динамика в виде снижения БЭА мышц тенара выявлена при сравнении дооперационных и послеоперационных данных ($p = 0,008 - 0,01$ для разных движений). При сравнении послеоперационных данных с данными, полученными в ближайшем периоде, выявлена положительная динамика активности тенара в положении пронации кисти ($p = 0,003 - 0,03$ для разных движений).

В случае перемещения сегментов кисти после предварительной дистракции выявлена положительная динамика БЭА мышц тенара в положении пронации кисти ($p = 0,004 - 0,04$ для разных дви-

жений). Кроме того, выявлена положительная динамика со стороны разгибателей кисти ($p = 0,02 - 0,05$). Эти факты свидетельствуют о выраженности процессов адаптации после перемещения сегментов кисти.

Иная картина отмечалась при реконструкции пальцев кисти путем отдаленной пластики. После операции кожно-костной реконструкции пальца за счет пересадки фрагмента второй плюсневой кости на микроанастомозах выявлена положительная динамика только со стороны мышц предплечья. При сравнении ближайшего результата с отдаленным выявлена положительная динамика БЭА сгибателей пальцев ($p = 0,05$), а также разгибателей пальцев и кисти ($p = 0,04$).

В случае реконструкции пальцев с использованием кожно-костного лучевого лоскута с ретроградным кровотоком наблюдается почти идентичная картина. Так, отмечается достоверное увеличение активности сгибателей пальцев ($p = 0,02 - 0,03$ для разных движений) при сравнении послеоперационного и ближайшего результатов. Однако при сравнении ближайшего и отдаленного результатов выявлено снижение активности сгибателей ($p = 0,04$). Со стороны активности разгибателей отмечено ее увеличение в ближайшем периоде по отношению к послеоперационному ($p = 0,04$ для разных движений).

Что касается динамики частотных показателей, то было выявлено их достоверное увеличение в отдаленные сроки после реконструкции лучевым лоскутом для мышц тенара ($P = 0,05 - 0,03$ для разных движений) и предплечья ($P = 0,04 - 0,02$ для разных движений).

Сравнение динамики изменения ИР№ при различных методах перемещения сегментов кисти выявило достоверное его различие в ближайшем ($p = 0,034$) и в отдаленном периодах ($p = 0,045$). Эти методы отличались по ИР1 в ближайшем периоде ($p = 0,02$).

При сравнении различных методов кожно-костной реконструкции по ИР№ обнаружены различия в отдаленном периоде ($p = 0,04 - 0,0088$ для разных движений). Методы отличались по ИР1 также в отдаленном периоде ($p = 0,03 - 0,05$ для разных движений).

Распределение активности мышц кисти и предплечья после перемещения сегментов было наиболее близким к распределению активности здоровой кисти. В ЭМГ паттерне в обоих случаях преобладала активность мышц тенара. Это говорит о ведущей роли мышц тенара в обеспечении реабилитационного потенциала кисти.

О существенной роли мышц тенара в адаптивной компенсации нарушенных функций свидетельствуют корреляционные связи электромиографических и биомеханических параметров. Кроме того, значимость мышц тенара подтверждается изучением корреляционных зависимостей электромиографических параметров мышц кисти и предплечья, биометрических и биомеханических показателей кисти в различные сроки после

операции ($r = 0,37 - 0,49$ для разных движений). Выявлено, что исходные показатели ЭМГ мышц тенара коррелируют с большинством биомеханических показателей (ММУ, МСР, с силой при МСР, коэффициентом выносливости) в отдаленные сроки после операции ($r = 0,43 - 0,71$ для различных движений).

После операции и в ближайшие сроки после нее отмечалась отрицательная корреляционная связь активности мышц тенара с ММУ, МСС, силой при МСР ($r = 0,64 - 0,87$ для различных движений), а также коэффициентом выносливости ($r = 0,59 - 0,67$ для различных движений). В отдаленные сроки после операции отмечалась прямая корреляционная связь активности мышц тенара со средним отклонением ($r = 0,41 - 0,53$ для различных движений).

В свою очередь, исходная активность мышц тенара зависит от многих факторов. При всех типах дефектов кисти биоэлектрическая активность мышц тенара на пораженной стороне была достоверно ниже аналогичных параметров на контрлатеральной, как правило, здоровой или менее поврежденной кисти ($P = 0,02 - 0,0003$ для различных движений). Нами также отмечена обратная корреляционная связь между тяжестью дефекта и биоэлектрической активностью мышц ($r = 0,35 - 0,47$ для различных движений). Аналогичные закономерности выявлены и для мышц сгибателей пальцев.

Биоэлектрическая активность мышц тенара также зависела и от уровня ампутации первого пальца ($P = 0,02 - 0,002$ для различных движений). При этом среднее значение амплитуды биопотенциалов было меньше при культях на проксимальных уровнях. Выявлена отрицательная корреляционная связь между биоэлектрической активностью и уровнем ампутации восстанавливаемого пальца ($r = 0,28 - 0,52$ для различных движений).

Биоэлектрическая активность мышц кисти и предплечья у больных с последствиями отморожений оказалась ниже, чем при последствиях механической травмы ($p = 0,03$ для различных движений).

При изучении коэффициента корреляции рангов Спирмена выявлена отрицательная корреляционная связь между биоэлектрической активностью мышц тенара и этиологией дефекта кисти ($r = 0,26 - 0,34$ для различных движений).

От длительности существования дефекта кисти зависела активность сгибателей и разгибателей пальцев ($p = 0,07 - 0,05$ для различных движений).

Изучение частотных показателей электромиограммы не выявило тех отчетливых тенденций, которые обнаружены при анализе амплитудных показателей. Некоторые из них были выявлены при изучении коэффициента корреляции Спирмена.

Анализ индексов реципрокности мышц дал возможность обнаружить их зависимость от типа ($r = -0,30 - 0,40$ для различных индексов), этиологии дефектов ($r = -0,35$ для различных индек-

сов) и уровня ампутации восстанавливаемого пальца ($r = -0,25 - 0,40$).

Выявленные закономерности свидетельствуют о том, что биоэлектрическая активность мышц тенара является критерием, объективно отражающим сократительные свойства мышц кисти и предплечья.

Проведенные физиологические исследования позволяют нам заключить, что при определении показаний к реконструкции пальцев следует учитывать и особенности развития адаптивных реакций мышц кисти и предплечья после различных методов реконструкции. При тяжелых увечьях кисти, последствиях термических повреждений и длительных сроках существования дефектов, сопровождающихся выявленным нами снижением функции мышц тенара, целесообразны методы реконструкции, приводящие к улучшению сократительных возможностей мышц тенара и повышению тем самым адаптационного потенциала кисти. В связи с тем, что наиболее рациональная с физиологической точки зрения адаптивная компенсация нарушенных функций за счет увеличения активности мышц тенара лучше осуществляется после перемещения различных сегментов, при проксимальных уровнях ампутации первого луча следует отдавать предпочтение этому методу реконструкции. Это позволит улучшить функцию противопоставления первого пальца и выработать правильный двигательный стереотип, несмотря на дефицит мышечной ткани. Из этих же соображений следует сделать выбор в пользу перемещения сегментов кисти у больных с дефектами первого пальца и ограничением функции трехфаланговых пальцев, а также с дефектами двух или трех радиально-расположенных пальцев, когда значение функции противопоставления первого пальца резко возрастает, а адаптивные возможности мышц предплечья являются резко ограниченными. В случае отсутствия всех пальцев единственным источником компенсации являются мышцы тенара. В этих условиях также лучше перемещать пальцы, так как после подобных вмешательств активность мышц тенара увеличивается больше, чем после отдаленной пластики. Необходимо также принимать во внимание и этиологию дефекта кисти. При последствиях термических поражений также целесообразнее перемещение сегментов кисти.

Предложенный нами подход к оценке результатов лечения состоит в комплексном использовании биомеханических параметров и показателей нервно-мышечной регуляции движения (внутреннего рисунка движения), позволяющий провести сопоставительный анализа эффективности различных методов. Нами применен дифференцированный подход к оценке результатов лечения в зависимости от типов дефектов кисти, в связи с чем, были выработаны критерии, различные для основных типов дефектов кисти. Результаты оценивались по пятибалльной системе. Использовался усовершенствованный интегральный показатель, который позволил сравнить разные методы

реконструкции. При этом оценочные критерии были разработаны применительно для больных с изолированным отрывом или дефектом первого пальца, с отрывами и дефектами одного или нескольких трехфаланговых пальцев, в том числе и в сочетании с отрывами и дефектами первого пальца, отрывами или культиями кисти на уровне пястных костей и костей запястья.

Общим принципом оценки результата является обратно пропорциональная зависимость строгости и количества критериев оценки с тяжестью травмы или ее последствий, а также выделение наиболее весомых параметров функции пальца в каждой из указанных групп. По мере увеличения тяжести повреждения или дефекта кисти оценочные критерии смягчались. Данный подход обосновывается тем, что по мере увеличения тяжести повреждения стратегия и цели лечения менялась.

На основании изучения адаптивных реакций мышц кисти и предплечья внутренний рисунок движения характеризовался по двум критериям: 1) динамике электромиографического паттерна мышц кисти и предплечья; 2) соотношению активности мышц тенара и предплечья, указывающего на преобладание активности той или иной мышечных групп в процессе компенсации утраченных функций. Динамика биоэлектрической активности мышц является объективным критерием не только восстановления сократительной способности и двигательного навыка, но и вовлекаемости оперированной кисти в повседневную деятельность, а, следовательно, и выработки автоматизма движений. Отсутствие положительной динамики электромиографической активности, а тем более отрицательная ее динамика свидетельствуют о том, что оперированная кисть не используется пациентом в повседневной деятельности и держится преимущественно в кармане. Как показали наши исследования, соотношение активности мышц кисти и предплечья является одним из информативных параметров периферической составляющей динамического двигательного стереотипа. Проведенные исследования позволили выявить, что оптимальной является компенсация двигательных нарушений за счет увеличения активности мышц тенара. Следующим по эффективности является компенсация с участием мышц тенара и предплечья, а наименее эффективной — только за счет мышц предплечья.

Электромиографический паттерн по бальному принципу оценивался следующим образом. В соответствии с полученными нами результатами, наличие положительной динамики преимущественно мышц тенара свидетельствовало о наиболее благоприятном течении компенсаторных процессов и оценивалось как «отлично». Положительная динамика со стороны мышц кисти и предплечья свидетельствует о вовлечении в движение восстановленного пальца дополнительных мышечных групп, что говорит о недостаточном совершенстве его автоматизма, и оценивалась нами как «хороший» показатель внутреннего рисунка. Преиму-

щественное участие в движениях восстановленного пальца мышц предплечья является явным признаком дискоординации выработанного движения и выработки неправильного двигательного стереотипа, в связи с чем данный вариант компенсации утраченных функций оценивался нами как «удовлетворительный». Отсутствие динамики или отрицательная динамика со стороны биоэлектрической активности всех изучаемых мышечных групп свидетельствует о нарушении процессов выработки компенсаторного двигательного навыка и оценивалось нами как «неудовлетворительно». Следует отметить, что биоэлектрическая активность мышц тенара определялась нами в условиях противопоставления первого пальца четвертому пальцу, так как при данной функции отмечается наибольшая мышечная активность. Активность сгибателей и разгибателей пальцев на предплечье оценивалась при сгибании и разгибании пальцев.

Нами разработан следующий алгоритм определения результирующей оценки по биометрическим и электромиографическим показателям. Биометрический показатель является доминирующим, так как конечный результат лечения зависит от способности выполнения движения восстановленным пальцем, а не от возможности произвольного сокращения той или иной группы мышц. Даже если способность сокращения этих мышц достигла совершенства, то, например, наличие тугоподвижности суставов, различных контрактур или деформации пальца будет первоочередной причиной ограничения функции. В связи с этим итоговый показатель не может быть больше биометрического. С другой стороны, возможность выполнения отдельного движения еще не свидетельствует о постоянной вовлекаемости кисти в повседневную профессиональную и бытовую деятельность, восстановлении двигательного стереотипа или автоматизма движений. Поэтому является логичным уменьшение итогового показателя в случае отсутствия положительной динамики параметров внутреннего рисунка движений. Таким образом, с учетом изложенного, в тех случаях, когда показатель биоэлектрической активности оказывается выше биометрического или равен ему, итоговый показатель будет равен биометрическому. При меньшем значении биоэлектрического показателя относительно биометрического итоговый показатель будет ниже биометрического. Если разница этих показателей равна одному или двум баллам, то итоговая оценка будет ниже биометрической на один балл. При разнице в три балла итоговый показатель будет меньше биометрического на два балла. Итоговая оценка «отлично» достигается только в случае отличных значений биометрического и биоэлектрического показателей.

Разработанный метод оценки функции кисти применен у 25 больных с различным характером реконструкции пальцев. В большинстве случаев (22 больных) реконструкция пальцев выполнялась по поводу последствий травмы и лишь у 3 больных — в ургентном порядке. При последстви-

ях травмы оценка результатов по биометрическим показателям привела к следующим данным: «отлично» — 9 больных, «хорошо» — 2, «удовлетворительно» — 9, «неудовлетворительно» — 2. В случае оценки по показателям внутреннего рисунка движений отличные результаты были получены у 6 больных, хорошие — 7, удовлетворительные — 3 и неудовлетворительные у 6 больных. Итоговый показатель функции кисти, определенный с учетом внешнего и внутреннего рисунка движений, выразился следующим образом: «отлично» — 2 больных, «хорошо» — 3, «удовлетворительно» — 15, «неудовлетворительно» — 2. Таким образом, при включении в оценку функции кисти показателя миорегуляторной активности кисти уменьшилось количество отличных результатов на 7 и увеличилось число удовлетворительных результатов на 6 относительно биометрических показателей. Только у двух больных правильному восстановлению двигательного стереотипа и автоматизма движений соответствовали адекватные биометрические показатели. Это указывает на то, что при вполне приемлемых биомеханических показателях двигательный стереотип и автоматизм движений оперированной кисти у большинства больных (17 из 22) или не восстановился, или выработался неправильный двигательный стереотип. Однако, как показали наши исследования, у многих из них при адаптивной тренировке мышц может быть выработан сложнокоординированный двигательный навык.

Таким образом, внешний рисунок движения не дает полного представления о восстановлении функции кисти и ее необходимо оценивать с учетом параметров электромиографического паттерна кисти и предплечья.

Интересными также являются результаты сравнения показателей нейромышечной регуляции функции кисти при различных методах реконструкции. Сравнение по этим параметрам выявило статистически достоверное преимущество методов перемещения сегментов кисти над пластикой кожно-костным лучевым лоскутом. Так, перемещение сегментов кисти сопровождалось меньшим количеством неудовлетворительных показателей, чем кожно-костная пластика ($P_{\text{тмф}} = 0,035$), а перемещение дистрагированных сегментов — большим количеством хороших показателей, чем пластика кожно-костным лоскутом ($P_{\text{тмф}} = 0,061$). В свою очередь, перемещение дистрагированных сегментов сопровождалось лучшими параметрами восстановления нейро-регуляторных параметров, чем перемещение на типичных питающих ножках за счет преобладания хороших показателей ($P_{\text{тмф}} = 0,091$).

Как показало изучение результатов реконструкции, необходимо в улучшении адаптивных возможностей оперированной кисти возникает у большинства больных, особенно после реконструкции пальцев с использованием донорских ресурсов из отдаленных областей тела. Широкие перспективы в этом плане открывает метод адап-

тивной тренировки с электромиографической биологической обратной связью (ЭМГ БОС). На основании проведенных исследований нами разработана и обоснована эффективная система адаптивной тренировки больных с дефектами пальцев и кисти, предусматривающая дифференцированный выбор методик и аппаратов ЭМГ БОС в зависимости от характера дефекта кисти, ее функциональных резервов, двигательных нарушений и методов реконструкции. Основным звеном программ адаптивной тренировки является первоочередная ранняя тренировка мышц тенара, особенно после кожно-костной реконструкции пальца. Управляемым параметром при этом была средняя амплитуда интерференционной электромиограммы тренируемой мышцы. Сеансы лечения проводили в кабинете биологической обратной связи, оснащенный аппаратами различного назначения: «Миотоник-03», «Митон-03», «Миотренажер», «Корректор движений», биокомпьютерный тренажер «Биобитман», выпускаемыми ЗАО «Бiosвязь» (г. Санкт-Петербург).

С целью определения эффективности адаптивной тренировки нами также проведено сравнение функциональных результатов восстановления лучевого края кисти в двух группах больных: опытной и контрольной. Сравнимые группы были максимально-однородными по основным параметрам за исключением сравниваемого признака. Использование адаптивной тренировки позволило статистически достоверно улучшить непосредственные функциональные результаты, касающиеся увеличения объема активных движений в суставах перемещенного пальца ($p < 0,018$), а также возможности противопоставления восстановленного пальца остальным пальцам ($p < 0,002$).

Подтверждением эффективности адаптивной тренировки с ЭМГ БОС с модальностью по амплитуде электромиограммы является положительная динамика амплитуды ЭМГ и биомеханических показателей после лечения. Так, отмечалась положительная динамика амплитуды биоэлектрической активности всех тренируемых мышц после реконструкции пальцев различными методами ($p = 0,04 - 0,0002$ для различных движений), в то время как частотные показатели ЭМГ менялись в значительно меньшей степени. Только после кожно-костной реконструкции лучевым лоскутом отмечена лишь статистическая тенденция к улучшению амплитудных показателей мышц тенара и сгибателей пальцев, но зато имели место достоверное улучшение частотных показателей ЭМГ мышц тенара ($P = 0,14 - 0,04$ для различных движений) и тенденция к улучшению частотных показателей мышц сгибателей. Данный факт свидетельствует об отличии механизмов компенсации утраченных функций при различных методах реконструкции пальцев. Наибольшая эффективность ЭМГ БОС отмечалась после перемещения сегментов кисти. Выявлена статистическая тенденция к уменьшению среднего значения воспро-

изведения заданного мышечного усилия в отдаленном периоде по сравнению с ближайшим периодом ($p = 0,11$), что можно рассматривать как результат улучшения проприоцептивной чувствительности, а также совершенствования «мышечной памяти», достигнутого при адаптивной тренировке.

В результате адаптивной тренировки после перемещения сегмента достоверно улучшились функции первого пальца ($p = 0,059 - 0,000008$ для различных функций), а также сократились сроки переадаптации чувствительности перемещенных сегментов ($p = 0,026$).

При электроэнцефалографическом исследовании были выявлены волны тета-диапазона низкого индекса, ответственного за механизмы памяти и выработку двигательного навыка. Часто отмечалась синхронная регистрация тета- и бета-ритма, ответственного за механизмы концентрации внимания. Данные показатели свидетельствуют о перестройке двигательных программ в результате лечения с ЭМГ БОС.

Таким образом, предложенный нами подход, основанный на комплексном анализе биомеханических параметров и адаптивных возможностей мышц кисти и предплечья, показал целесообразность перемещения сегментов и адаптивной тренировки с ЭМГ БОС после реконструкции пальца, а также позволил объективизировать функциональные результаты лечения. Наши исследования показали, что при выборе метода реконструкции пальца необходимо учитывать адаптивные способности мышц кисти и предплечья, а обоснование модальности тренировки с ЭМГ БОС должно осуществляться дифференцированно в зависимости от метода оперативного лечения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Интраоперационный и послеоперационный мониторинг кровотока при аутотрансплантации стопы на кисть пальцев / В.С. Крылов, А.Н. Веткин, Н.М. Кривицкий и др. // Хирургия. — 1985. — № 5. — С. 89–93.
2. Крупаткин А.И. Обоснование тактики предоперационной подготовки и послеоперационного ведения больных при длительных оперативных вмешательствах с использованием микрохирургической техники: Автореф. дис. ... докт. мед. наук. — М., 1999. — 46 с.
3. Кузанов И.Е. Оценка восстановления общей функции кисти после тяжелых травм верхней конечности / И.Е. Кузанов, Д.М. Канкава // Хирургия. — 1988. — № 8. — С. 50–53.
4. Львов С.Е. Реабилитация больных с повреждениями кисти: Дис. ... докт. мед. наук в форме науч. докл. — Н.Новгород, 1993. — 99 с.
5. Новиков А.В. Методологические основы реабилитации больных с последствиями травм и заболеваний кисти: Автореф. дис. ... докт. мед. наук. — Н.Новгород, 2003. — 38 с.
6. Прогер Е.Л. Влияние операции полицизации на кровообращение пальцев и функцию мышц предплечья и кисти / Е.Л. Прогер // Сб. заболеваний и повреждения верхних конечностей у детей. — Л., 1988. — С. 40–43.
7. Хирургическая реабилитация и состояние периферического кровообращения у больных с посттравматическими культями пальцев кисти / В.И. Шевцов, Л.А. Гребенюк, Т.И. Долганова и др. // Гений ортопедии. — 2002. — № 4. — С. 24–27.
8. Gillespie F.C. Variability of handgrip measurements / F.C. Gillespie, J. Fisher, A. Shaw // Eng. Med. — 1983. — Vol. 12, N 1. — P. 47–48.