

Управление процессами перехода нервных стволов в пластическое состояние при удлинении плеча по Илизарову

А.П. Шеин, М.С. Сайфутдинов, Т.В. Сизова

Control of the processes of nerve trunk transfer to the plastic condition during humeral lengthening according to Ilizarov

A.P. Shein, M.S. Saifutdinov, T.V. Sizova

Государственное учреждение науки

Российский научный центр "Восстановительная травматология и ортопедия" им. академика Г. А. Илизарова, г. Курган
(генеральный директор — заслуженный деятель науки РФ, член-корреспондент РАМН, д.м.н., профессор В.И. Шевцов)

Целью работы является поиск условий, способствующих сглаживанию процесса перехода нервных волокон в пластическое состояние при достижении пороговой величины удлинения. В качестве способа, препятствующего лавинообразному нарастанию деструктивных изменений в нервах удлиняемой конечности, нами апробирована собственная методика электронейростимуляции (ЭНМС). В качестве имплантированных в ткани активных электродов использованы спицы аппарата Илизарова, представляющего собой короткозамкнутый электрический контур. Опытную группу больных (с составили шесть пациентов 12-17 лет с односторонними укорочениями верхней конечности на 6-12 см. Больным произведено удлинение плеча на 5-11 см (30-60% от исходной длины сегмента). Контролем служили 15 пациентов 10-18 лет с укорочением 6-20 см, которым производилось удлинение плеча в аналогичном режиме, но без применения ЭНМС. В качестве критерия оценки функционального состояния нейромоторного аппарата использована максимальная скорость распространения возбуждения по двигательным волокнам п. ulnaris на участке «локоть-запястье» и сила кистевого схвата, определяемые как для удлиняемой, так и контралатеральной конечностей до лечения и, на стороне укорочения, через каждые 10% прироста длины плеча. Сопоставление динамики изученных показателей у больных опытной и контрольной групп свидетельствует о том, что использование ЭНМС в адекватном режиме оказывает демпфирующее влияние на развитие пороговых реакций нервных стволов на растяжение.

Ключевые слова: электронейростимуляция, удлинение конечностей, ЭМГ.

Searching of the conditions, contributing to smooth over the process of transfer of the nerve trunks into the plastic condition after achievement of the lengthening threshold amount, is an object of the work. We evaluated our own technique of electroneuromyostimulation (ENMS) as a procedure, preventing an avalanche-like increase of destructive changes in the nerves of the limb being lengthened; the wires of the Ilizarov fixator being a shorted-out electrical circuit were used as active electrodes implanted in tissue. The experimental group consisted of 6 patients at the age of 12-17 years with 6-12-cm unilateral shortenings of the upper limb. Humerus was 5-11 cm lengthened in the patients (30-60% of the initial segmental length). The control group consisted of 15 patients at the age of 10-18 years with 6-20-cm shortening, who were subjected to humeral lengthening in the similar mode, but free of ENMS. Maximal rate of stimulation spreading along the motor fibers of n. ulnaris in «elbow-wrist» part and hand grasp force, which were determined both for the limb being lengthened and the contralateral limb before treatment and, on the shortening side, after every 10% of the humeral length increment, were used as a criterion of the evaluation of the functional condition of the neuromotor system. Comparison of the dynamics of the studied indices in the patients of the experimental and control groups demonstrates that ENMS use in the adequate mode has a damping effect on the development of the threshold reactions of the nerve trunks to extension.

Keywords: electroneuromyostimulation, limb lengthening, EMG.

Проведённые нами исследования [17] показали, что в условиях дистракционного остеосинтеза массивное вовлечение фракции толстых миелинизированных волокон в деструктивно-репаративный процесс [7; 8; 12] имеет место к моменту исчерпания запасов длины и эластичности нервного ствола [13], что соответ-

ствует достижению величины удлинения порядка 20% от исходной длины сегмента конечности [10].

Целью работы является поиск условий, способствующих сглаживанию процесса перехода нервных волокон в пластическое состояние при достижении пороговой величины удлинения.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

В качестве способа, препятствующего лавинообразному нарастанию деструктивных изменений в нервах удлиняемой конечности, нами апробиро-

вана собственная модификация методики электронейростимуляции (ЭНМС), хорошо зарекомендовавшей себя в коррекции неврогенных

расстройств при ортопедических и травматологических заболеваниях опорно-двигательной системы [1, 2, 9] и, в частности, в условиях дистракционного остеосинтеза [11].

Опытную группу больных (с ЭНМС) составили шесть пациентов 12-17 лет с односторонними укорочениями верхней конечности на 6-12 см. Больным произведено удлинение плеча в щадящем режиме (с постепенным снижением темпов дистракции и остановками) на 5-11 см (30-60% от исходной длины сегмента). ЭНМС нервных стволов и окружающих спицы мышц осуществлялась с помощью аппарата УЭИ-1 с момента начала дистракции до момента прекращения фиксации с периодичностью 4 раза в неделю. Максимальная продолжительность одного сеанса составляла 15 минут. Использованы серии прямоугольных импульсов длительностью 2 секунды с интервалом между сериями – 2 секунды. Частота импульсов в серии – 9-30 Гц. Выбор режима ЭНМС определялся текущим состоянием периферических структур нейромоторного аппарата [3]: длительность одиночного импульса – 1 мс, интенсивность – надпороговая (регулировкой амплитуды раздражающих стимулов достигались умеренные по силе безболезненные сокращения ульнарной группы мышц предплечья и кисти). В качестве имплантированных в ткани активных электродов использованы спицы аппарата Илизарова, представляющего собой короткозамкнутый

электрический контур. Индифферентным электродом служила свинцовая пластина с увлажненной физраствором марлевой прокладкой, размещаемая на кожных покровах пациента таким образом, чтобы основные нервные стволы в области верхней трети плеча, прежде всего п. ulnaris, попадали в область воздействия петель возбуждающего тока.

Контролем служили 15 пациентов 10-18 лет с укорочением 6-20 см, которым производилось удлинение плеча в аналогичном режиме на 6,5-20 см (до 80% исходной длины сегмента), но без применения ЭНМС. Все виды хирургических вмешательств и послеоперационного ведения больных осуществлялись В.И. Калякиной.

В качестве критерия оценки функционального состояния нейромоторного аппарата использована максимальная скорость распространения возбуждения по двигательным волокнам п. ulnaris на участке «локоть-запястье» и сила кистевого схвата, определяемые как для удлиняемой, так и контралатеральной конечностей до лечения и, на стороне укорочения, через каждые 10% прироста длины плеча. Привязка диагностических проб к относительной величине удлинения связана с предварительными расчетами запаса длины нервных стволов, выражаемого также в относительных показателях. Для оценки статистической значимости наблюдаемых изменений использовался непараметрический критерий Манна-Уитни.

РЕЗУЛЬТАТЫ

В группе больных с ЭНМС максимальная скорость распространения возбуждения по двигательным волокнам п. ulnaris к моменту удлинения плеча на 20% исходной длины возросла в среднем на 9% ($P>0,05$), а сила кистевого схвата уменьшилась на 21% ($P<0,05$). В контрольной группе больных на соответствующем этапе удлинения отмечено снижение максимальной скорости распространения возбуждения в среднем на 1,0% ($P>0,05$), а силы кистевого схвата – на 40% ($P<0,05$).

После каждого сеанса ЭНМС все пациенты отмечали выраженный анальгезирующий эффект, связанный с подавлением фоновой ноцицептивной афферентации, обусловленной механическим раздражением спицами болевых рецепторов в коже, мышцах и надкостнице, а также постепенным вовлечением в реакцию (на более поздних этапах дистракции) безмиелиновой фракции смешанных нервов [8; 14]. Кроме того, в качестве побочного эффекта ЭНМС от-

мечено отчетливое ускорение процесса «созревания» костного регенерата, что привело к сокращению сроков фиксации у больных опытной группы в среднем на одну треть по сравнению с больными контрольной группы.

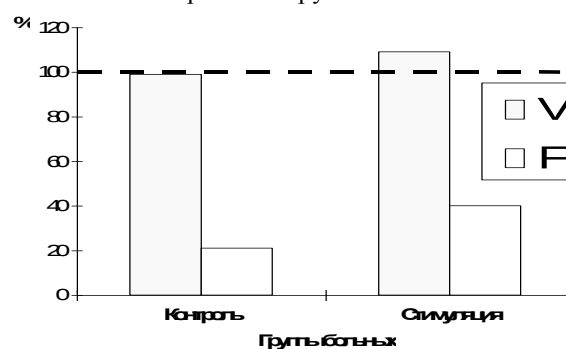


Рис. 1. Реакция нервно-мышечного аппарата (скорость распространения возбуждения – V и сила кистевого схвата – F, выраженные в % от исходного уровня) на удлинение верхней конечности в условиях электронейростимуляции и без неё.

ОБСУЖДЕНИЕ

Высокий уровень ноцицептивной активности в период дистракции нарушает баланс активности

лемнисковой и экстралемнисковой подсистем соматосенсорного анализатора [15], что приводит к

развитию мощного центрального торможения спинальных двигательных центров мышц удлиняемой конечности [4, 7], которое носит охранительный характер [16]. В определённых случаях, при гипертракции нерва или при его компрессии спицами аппарата, а также при больших величинах удлинения [6], влияние альтерирующего фактора характеризуется гиперизбыточностью, и процесс деструктивно-адаптивных сдвигов в центрах и на периферии переходит в стадию острой структурно-функциональной декомпенсации [15]. Лавинообразно нарастающие деструктивные изменения в толстых миелинизированных афферентных волокнах усугубляют сенсорный дефицит в лемнисковой системе. В результате – существующее в норме ее тоническое тормозное влияние на ноцицептивные проводящие пути ослабевает. В сочетании с общим повышением ноцицептивной афферентации это приводит к значительному понижению порога болевой чувствительности [5], что, в свою очередь, вторично усиливает ноцицептивный приток в ЦНС. Таков, по-нашему мнению, основной механизм устойчивого болевого синдрома, сопровождающего вышеперечисленные нарушения режима удлинения (рис. 2). Центральное торможение соответствующих мышечных групп при этом становится чрезмерным.

Отмечаемый пациентами отчетливый антиноцицептивный эффект ЭНМС, по-нашему мнению, связан с повышением во время процедуры активности афферентов проприо- и тактильных рецепторов, что улучшает баланс между лемнисковой и экстралемнисковой импульсацией, нарушенный в результате хронического дозированного растяжения тканей удлиняемой конечности.

Кроме того, меняя структуру соматической афферентации, ЭНМС оказывает как прямой, так и опосредованный растормаживающий эффект на моторную кору головного мозга и спи-

нальные альфа-мотонейроны, что проявлялось в наших исследованиях в виде меньшего (по сравнению с контролем) снижения силы кистевого схвата в группе больных с ЭНМС и, в ряде случаев, выглядело как феномен «включения» способности к произвольному сокращению паретичных мышц, характеризующихся наличием вызванной биоэлектрической активности (М-ответов) и отсутствием произвольной.

Определенную роль в интерпретации наблюдаемых феноменов, по-видимому, играет сосудорасширяющий эффект ЭНМС, хорошо выраженный в капиллярной сети стимулируемых мышц и распространяющийся, в частности, на интраневральные сосуды. Кроме того, отчетливое антиноцицептивное воздействие ЭНМС блокирует рефлекторный спазм сосудов, что, в совокупности, по механизму межканевого взаимодействия, оптимизирует репаративные процессы и в костной ткани.

Таким образом, сопоставление динамики изученных показателей у больных опытной и контрольной групп свидетельствует о том, что использование ЭНМС в адекватном режиме оказывает демпфирующее влияние на развитие пороговых реакций нервных стволов на растяжение. В связи с этим мы полагаем, что современные приемы инструментальной реабилитации функции мышц удлиняемой конечности, основанные на применении ЭНМС, призваны обеспечивать не только компенсацию развивающегося в условиях дистракционного остеосинтеза ослабления трофического взаимодействия в системе «нерв – мышца – кость», но и осуществлять тонкую коррекцию координаторной функции спинальных и супраспинальных моторных центров. Последнее достигается посредством внедрения в клиническую практику электростимуляторов нового поколения с биологической обратной связью.



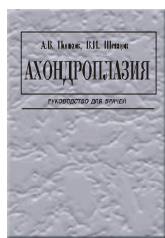
Рис. 2. Механизм возникновения спонтанных болей в зонах иннервации подвергнутых растяжению нервов в условиях дистракционного остеосинтеза.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бабуинас П., Пренцкявичюс С. К вопросу применения электростимуляции мышц при лечении травматологических и ортопедических заболеваний // Электростимуляция органов и тканей. – Каунас, 1975. – С. 303-304.
2. Воронович И.Р., Шалатонина О.И. Электростимуляция мышц бедра под гипсовой повязкой при лечении повреждений коленного сустава // Ортопед. травматол. – 1981. – № 5. – С. 16-19.
3. Гуркина Г.Т., Самойлов М.И., Филипенко Г.И. Критерии выбора параметров длительной электростимуляции, применяемой для восстановления двигательных функций // Электромиографические исследования в клинике. – Тбилиси, 1976. – С. 50-51.
4. Дедова В.Д., Черкасова Т.И. Оперативное удлинение укороченных нижних конечностей у детей. – М., 1973. – 128 с.
5. Зенков Л.Р., Ронкин М.А. Функциональная диагностика нервных болезней. – М.: Медицина, 1991. – 640 с.
6. Калякина В.И. Послеоперационное ведение и расчет ориентировочных сроков лечения больных при удлинении плеча методом Илизарова // Медико-биологические и медико-инженерные проблемы чрескостного остеосинтеза по Илизарову: Сб. науч. работ. Вып. 14. – Курган, 1989. – С. 136-144.
7. Криворучко Г.А., Шеин А.П. Электромиографический контроль пластических перестроек нервных стволов и мышц в условиях дистракционного остеосинтеза по Илизарову // Лечение ортопедо-травматологич. больных в стационаре и поликлинике методом чрескостного остеосинтеза, разраб. в КНИИЭКОТ: Сб. науч. тр. – Курган, 1982. – С. 79-82.
8. Кузнецова А.Б., Берко В.Г. Изменения нервных стволов в периоде дистракции при удлинении бедра у собак // Чрескостный компрессионный и дистракционный остеосинтез в травматологии и ортопедии. – Л., 1977. – С. 15-18.
9. Сайфутдинов М.С. Некоторые теоретические аспекты применения электростимуляции мышц в условиях чрескостного компрессионно-дистракционного остеосинтеза по Илизарову / КНИИЭКОТ. – Курган, 1983. – 7 с. – Деп. во ВНИИМИ, Н-Д 7107-83.
10. Средства и способы контроля и прогнозирования функционального состояния центральных и периферических структур двигательного аппарата в условиях чрескостного дистракционного остеосинтеза по Илизарову / А.П. Шеин, Г.А. Криворучко, А.Н. Ерохин и др. // Травматол. ортопед. России. – 1994. – № 2. – С. 100-106.
11. Шеин А.П., Ерохин А.Н., Новиков К.И. Влияние электростимуляции на произвольную и вызванную биоэлектрическую активность мышц при удлинении нижних конечностей у больных с ахондроплазией // Гений ортопедии. – 1995. – № 2. – С. 23-26.
12. Шеин А.П., Криворучко Г.А., Калякина В.И. Электрофизиологическое исследование функциональных характеристик срединного и локтевого нервов в условиях оперативного удлинения плеча // Чрескостный компрессионный и дистракционный остеосинтез в ортопедии и травматологии. – Курган, 1980. – Вып. VI. – С. 70-76.
13. Шеин А.П., Криворучко Г.А., Сайфутдинов М.С. О роли движений в суставах конечностей в формировании резерва длины нервных стволов // Возрастные адаптивные и патологические процессы в опорно-двигательном аппарате: Тез. докл. VII школы по биологии мышц. – Харьков, 1988. – С. 170-172.
14. Шеин А.П., Сайфутдинов М.С., Карымов Н.Р. Функционально-морфологическая характеристика безмиелиновой фракции волокон смешанного нерва в условиях пролонгированного дозированного растяжения // 3 съезд физиологов Сибири и Дальнего Востока: Тез. докл. – Новосибирск, 1997. – С. 261-262.
15. Шеин А.П., Сайфутдинов М.С., Сизова Т.В. Вызванная биоэлектрическая активность соматосенсорной коры головного мозга у ортопедических больных при удлинении верхних конечностей // Физиология человека. – Т. 25, № 6. – 1999. – С. 61-70.
16. Электрофизиологические корреляты неспецифической адаптивной реакции двигательного анализатора на хроническое дозированное растяжение тканей удлиняемой конечности у ортопедических больных / А.П. Шеин, М.С. Сайфутдинов, Т.В. Сизова, З.М. Кривоногова // Новые технологии в медицине: Тез. докл. науч.-практ. конф. междунар. участ. Часть II. – Курган, 2000. – С. 148-149.
17. Электрофизиологические признаки реконструктивных изменений в нервно-мышечных структурах удлиняемой конечности / А.П. Шеин, Г.А. Криворучко, М.С. Сайфутдинов и др. // Актуальные вопросы травматологии и ортопедии. – Екатеринбург, 1997. – С. 209-215.

Рукопись поступила 21.12.00.

Предлагаем вашему вниманию



Ахондроплазия: Руководство для врачей

Под ред. А.В. Попкова, В.И. Шевцова. – М.:

Медицина, 2001. – 352 с.

ISBN 5-225-04168-X

Руководство подготовлено на базе Российского научного центра «Восстановительная травматология и ортопедия» им. академика Г.А. Илизарова. Коллектив научных сотрудников обобщил данные литературы и результаты собственных оригинальных исследований по вопросам клиники, диагностики, физиологии и биомеханики костно-мышечной системы у больных с ахондроплазией. Особое внимание уделено симптоматическому лечению, направленному на восстановление пропорций тела и конечностей. Для врачей-ортопедов и рентгенологов, физиологов и биомехаников, психологов и психотерапевтов.