

Рис. 4. Схема оскольчатого перелома длинной кости типа С, синтезированной пластиной в виде «моста». При большом количестве промежуточных фрагментов напряжение (H) распределяется на большем участке.

конечности, способствующее прогрессированию локального остеопороза и ослаблению первоначально достигнутой фиксации.

Длительность гипсовой иммобилизации после остеосинтеза пластинами и сроки выхода на полную нагрузку оперированной конечности определяются типом перелома

и прочностью достигнутой во время операции фиксации. Это диктует необходимость дифференцированного подхода к послеоперационному ведению и построению двигательного режима больных. Оперировавший хирург, в отличие от хирурга поликлиники, знает все тонкости и «слабые места» выполненной им операции и может наиболее точно рассчитать время последующей иммобили-

лизации и нагрузочные режимы. В связи с этим целесообразно, чтобы именно он осуществлял наблюдение за больным после операции и до сращения перелома. Введение в штатное расписание отделения ставки врача-травматолога амбулаторного приема позволило бы сократить частоту механических разрушений системы фиксации и повысить качество лечения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Венчиков А.И., Венчиков В.А. Основные приемы статистической обработки результатов наблюдений в физиологии. — М., 1974. — С. 55–56.
2. Гланц С. Медико-биологическая статистика: Пер. с англ. — М., 1998. — С. 105–107.
3. Карлов А.В., Шахов В.П. Системы внешней фиксации и регуляторные механизмы оптимальной биомеханики. — Томск, 2001. — С. 419.
4. Мюллер М.Е., Альговер М., Шнайдер Р., Виллингер Х. Руководство по внутреннему остеосинтезу: Пер. с англ. — М., 1996. — С. 118–157.
5. Уотсон Джонс Р. Переломы костей и повреждения суставов: Пер. с англ. — М., 1972. — С. 20, 147.
6. Claudi B., Schlapfer F., Cordey J. et al. // Helv. Chir. Acta. — 1979. — Vol. 46. — P. 177–182.
7. Regazzoni P. Osteosynthesen an Rohrenknochen: technische und biologische Untersuchungen zur Stabilität und Heilung. — Habilitationsschrift, University of Zurich, 1982.

© Коллектив авторов, 2004

НОВЫЙ МЕТОД КОРРЕКЦИИ ПОСТТРАВМАТИЧЕСКИХ КОНТРАКТУР ЛОКТЕВОГО СУСТАВА

С.П. Миронов¹, М.Б. Цыкунов¹, О.В. Оганесян¹, Н.В. Селезнев¹, М.А. Еремушкин¹, В.К. Куролес²

¹Центральный научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова, Москва

²Государственное машиностроительное конструкторское бюро «Радуга» им. А.Я. Березняка, Дубна

Предложен новый метод восстановления функции локтевого сустава при посттравматических контрактурах с помощью аппаратного комплекса «Радуга—ЦИТО», позволяющего программно задавать, контролировать показатели двигательного акта и управлять ими. Разработанная компьютерная программа обеспечивает точное определение значений суставного угла, скорости перемещения суставных концов, упругих сил взаимодействия суставных поверхностей по 6 основным векторам и управление этими кинезиологическими и динамическими характеристиками в реальном масштабе времени. Программа позволяет выработать адекватный состоянию локтевого сустава алгоритм движения в нем и тем самым оптимизировать условия для восстановления функции сустава. Метод применен при лечении 17 пациентов с посттравматическими контрактурами локтевого сустава с хорошими ближайшими результатами.

New method for elbow function restoration in posttraumatic contracture using apparatus complex «Raduga-CITO» is suggested. This complex enables to set, control and monitor the indicators of motion. Elaborated computer program provides accurate determination of articular angle values, the rate of articular ends movement, forces of articular surfaces interrelation by 6 main vectors and monitoring of these kinesiological and dynamic patterns in real time. The program allows to determine adequate algorithm movement in elbow joint and thus to optimize the conditions for elbow function restoration in posttraumatic contractures. The method has been used in 17 patients with posttraumatic elbow contractures and good short term results have been achieved in all patients.

Несмотря на использование новейших методов лечения [14, 15], частота неудовлетворительных

исходов околосуставных и внутрисуставных переломов в связи с образованием контрактур или ан-

килозов локтевого сустава остается довольно высокой, составляя, по данным разных авторов, от 12 до 20%. Восстановление функции поврежденного локтевого сустава относится к наиболее сложным вопросам современной травматологии и ортопедии, а поиск новых подходов к их решению остается весьма актуальным.

Ведущее место в лечении стойких контрактур и анкилозов занимает хирургический метод, поскольку только оперативным путем можно устранить анатомические препятствия для восстановления движений. Чаще всего выполняются различные варианты артролиза и артропластики. В послеоперационном периоде большинство авторов рекомендуют раннее начало движений. Вместе с тем способов адекватного (в реальном масштабе времени) контроля кинезиологических (амплитуда, угловая скорость) и динамических (сила, работа, момент вращения и пр.) характеристик движений в оперированном локтевом суставе в процессе реабилитации до настоящего времени не описано. Высказываются подчас полярные точки зрения на процесс восстановления функции. Одни авторы настаивают на ранней интенсивной разработке движений, часто через боль, другие утверждают, что разработка движений должна быть щадящей, без боли и насилия. В первом случае частым осложнением является парартикулярная оссификация, ведущая к рецидиву контрактуры. Во втором случае низкий темп восстановления функции иногда сопровождается рубцеванием околосуставных тканей и образованием спаек между суставными поверхностями, что также ведет к рецидиву контрактуры.

Таким образом, целый ряд прикладных патофизиологических и биомеханических вопросов, касающихся восстановления функции локтевого сустава, до настоящего времени остается без однозначного ответа.

Одним из средств реабилитации, используемых для восстановления амплитуды движений при различных травмах и заболеваниях локтевого сустава, является механотерапия. Обычно механотерапевтические аппараты применяются в тех случаях, когда требуется упорное и длительное выполнение специальных «локальных» упражнений для развития движений в суставах. Однако сама по себе механотерапия без сочетания с лечебной гимнастикой и другими формами лечебной физической культуры не может обеспечить полноценного восстановления функции [3, 7 и др.].

Для разработки движений в суставах используются различные модели механотерапевтических аппаратов. Как правило, это аппараты маятникового типа. При повреждениях локтевого сустава их рекомендуют применять не ранее чем через 2,5–3 мес после травмы [4], поскольку столь грубое механическое воздействие на суставные и околосуставные ткани предполагает достаточно прочное сращение костных отломков и образова-

ние соединительнотканного рубца [6]. Многократно предпринимались попытки сделать это воздействие более дозированным и управляемым. Так, были предложены различные механотерапевтические аппараты с приводами (электрические, пневматические и др.). Их преимуществом является возможность задания амплитуды и угловой скорости движений. Однако эти аппараты не позволяют дозировать амплитуду движений и скорость с учетом динамических характеристик (сила, момент вращения и др.). Иными словами, амплитуда и скорость подбираются эмпирически с учетом реакции пациента и задаются на все время процедуры. Если же в процессе разработки что-то изменяется, например появляется боль или расслабляются мышцы, то нужно прервать процедуру и перенастраивать аппарат [2].

Другой тип аппаратов механотерапии основан на принципах действия изокинетических динамометров. В этом случае задаются амплитуда и скорость и регистрируется некая производная вектора силы в плоскости движения дистального сегмента конечности. Подобный принцип лег в основу предложенного нами способа оценки стойкости контрактур на аппарате Biodex (США) [5, 12]. Недостатком его является то, что контролируется лишь производная одного вектора силы. Это дает ценную информацию для определения податливости контрактуры к корригирующему воздействию, но недостаточно для адекватного управления процессом разработки движений.

Принципиально новый путь восстановления функции суставов был предложен М.В. Волковым и О.В. Оганесяном [1]. Суть его состоит в том, что наряду с традиционной техникой артролиза или артропластики используется шарнирно-дистракционный аппарат, который обеспечивает разработку движений в условиях дистракции. Позднее появились различные технические усовершенствования конструкции и приставки к аппарату, в том числе для вибромеханического воздействия во время разработки движений [13]. Все это позволяет во многих случаях улучшить функциональные результаты. Однако как при наложенном аппарате, так и после его снятия сохраняется та же проблема контроля адекватности режима разработки движений с учетом постоянно изменяющихся динамических характеристик.

Сотрудниками ЦИТО им. Н.Н. Приорова и ГМКБ «Радуга» им. А.Я. Березняка с целью оптимизации управления процессом реабилитации при патологии органов опоры и движения разработано устройство для восстановления функции суставов механотерапией «Радуга—ЦИТО», позволяющее избежать перечисленных выше недостатков механотерапии [8–11]. Это устройство имеет неподвижную и подвижную платформы для фиксации сегментов конечностей, связанные между собой шарнирно. Подвижная платформа соединена с электроприводом, двигатель которого

подключен к системе управления, состоящей из преобразователя знака и модуля скорости с раздельным управлением. Основной особенностью конструкции устройства является то, что подвижная платформа соединена с электроприводом через дополнительную тягу посредством датчика сопротивления движению, а система управления дополнительно содержит датчик угла, оптимизатор угловой скорости, «задатчик» предельного объема движений по углу, «задатчик» предельного момента сопротивления, генератор тактовых импульсов, а также логический управляющий блок. Логический блок выходом соединен со входом преобразователя, управляющим знаком скорости вращения, а вход преобразователя, управляющий модулем скорости, соединен с выходом оптимизатора угловой скорости, входом подключенного к датчику угла.

Сам метод восстановления функции локтевого сустава при посттравматических контрактурах с помощью устройства «Радуга—ЦИТО» состоит из двух этапов: первый (со 2-го дня после оперативного вмешательства) — выполнение пассивных движений с наложенным на пораженный сустав шарнирно-дистракционным аппаратом, второй — пассивные движения после снятия аппарата наружной фиксации. Для этих целей в конструкции аппарата используются два варианта ложементов, которые различаются способом крепления.

Методика проведения процедуры механотерапии с помощью данного устройства предполагает два режима — настройки и работы. В режиме «настройка» движения в локтевом суставе осуществляются в заданном оператором объеме без задействования логических элементов устройства. В режиме «работа» фиксируются силовые показатели движений по трем основным осям. Датчики отслеживают заданную величину нагрузки на суставные концы. При превышении заданной нагрузки происходит реверс — движение меняет направление на обратное и тем самым достигается строгое соблюдение заданной нагрузки на суставные концы. Перемещение суставных концов происходит по заданной программе. На дисплее монитора в реальном масштабе времени отслеживаются нагрузки по основным векторам перемещения суставных концов (рис. 1). Эти величины находятся в прямой пропорциональной зависимости между собой. В аппарате реализована самонастраивающаяся система по обратной связи через тензосенсоры.

Подбор характеристик двигательного акта осуществляется по силовым показателям: F_x — сила сопротивления по сагиттальной оси, F_y — по вертикальной оси, F_z — по фронтальной оси, а также по моментам вращения: M_x — наружная (+) и внутренняя (–) ротация плеча, M_y — супинация (+) и пронация (–) предплечья, M_z — сгибание (+) и разгибание (–) предплечья.

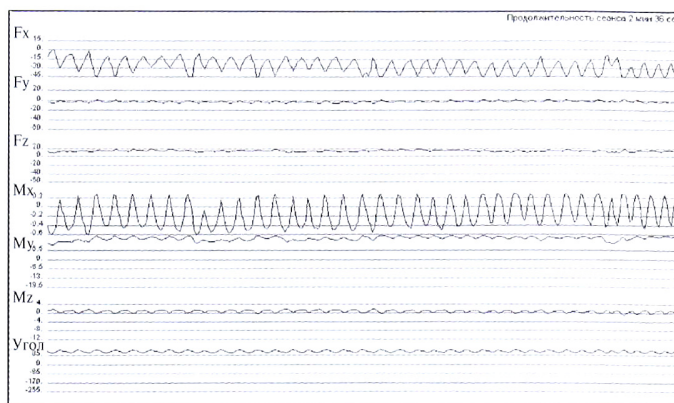


Рис. 1. Динамические и кинезиологические характеристики движений в локтевом суставе (сгибание—разгибание) при работе на устройстве для восстановления функции суставов механотерапией «Радуга—ЦИТО» (продолжительность сеанса 2 мин 35 с).

Эти характеристики двигательного акта позволяют рассчитать и затрачиваемую работу (E):

$$F_{\Sigma} = \sqrt{F_x^2 + F_y^2 + F_z^2}; E = F_{\Sigma} \cdot V,$$

где V — скорость движения подвижного ложемента.

Скорость движения подвижного ложемента регулируется от 1 до 30° в секунду. В наших исследованиях средняя скорость составляла 6° в секунду.

Каждая процедура продолжается 20–30 мин. Курс лечения состоит из 10–15 процедур на первом и 15–30 процедур на втором этапе.

Под нашим наблюдением находились 17 пациентов (14 женщин и 3 мужчин, средний возраст 47 лет) с контрактурами локтевого сустава, развившимися после внутрисуставных переломов. Давность ограничения амплитуды движения составляла от 6 мес до 5 лет. Зрелые параартикулярные оссификаты были у 7 пациентов. Во всех случаях ограничение амплитуды движений существенно нарушало функции руки. Проводилась комплексная балльная клиническая и инструментальная оценка функционального состояния локтевого сустава по методике С.П. Миронова и соавт. [6], по результатам которой вычислялся интегральный показатель. До лечения интегральный показатель составлял $1,7 \pm 1,2$ балла. Оперативное лечение (артролиз, удаление внутрисуставных тел и параартикулярных оссификатов) было проведено 9 пациентам. Всем накладывался шарнирно-дистракционный аппарат. В одном случае произведена хирургическая артроскопия локтевого сустава (удаление внутрисуставных тел и санация). Остальные 7 пациентов лечились консервативно. Во всех случаях для разработки движений использовался аппаратный комплекс «Радуга—ЦИТО».

Изменения амплитуды движений в локтевом суставе после проведенного лечения представлены в таблице. Интегральный показатель после снятия шарнирно-дистракционного аппарата составлял $3,4 \pm 0,7$ балла. Через 1 мес после опера-

ции (по завершении второго этапа лечения) он был равен $3,8 \pm 0,5$ балла. Через 2 мес после консервативного лечения интегральный показатель составлял $3,9 \pm 0,8$ балла. Таким образом, уровень функциональных возможностей пациентов удалось повысить с декомпенсации до субкомпенсации, а в ряде случаев до компенсации функции верхней конечности.

Амплитуда движений в локтевом суставе (в градусах) до и после проведенного лечения

Пациент (№ п/п)	До лечения		После лечения	
	сгибание	разгибание	сгибание	разгибание
1	75	120	45	165
2	80	120	50	170
3	70	130	45	175
4	65	115	50	180
5	80	95	55	170
6	90	110	60	150
7	75	110	50	160
8	70	105	60	165
9	90	120	55	155
10	85	140	60	165
11	85	130	45	160
12	90	110	35	140
13	100	105	40	150
14	75	100	60	165
15	80	95	40	170
16	70	105	55	175
17	65	110	60	175

Приведем клинический пример.

Б о л ь н о й А., 27 лет, поступил по поводу посттравматической контрактуры правого локтевого сустава. За 4 года до этого при падении с высоты 2 м получил оскольчатый перелом дистального метафиза правой плечевой кости. В лечебном учреждении по месту жительства выполнен остеосинтез правой плечевой кости аппаратом Илизарова. Перелом сросся, но сформировалась контрактура локтевого сустава. При поступлении в ЦИТО амплитуда пассивных движений в правом локтевом суставе: сгибание 80° , разгибание 120° , пронация 50° , супинация 30° . Больному произведена операция — артропластика правого локтевого сустава. Для восстановления движений использовалось устройство для восстановления функции суставов механотерапией «Радуга—ЦИТО». В послеоперационном периоде (через 2 мес) амплитуда пассивных движений в правом локтевом суставе: сгибание 55° , разгибание 170° , ротационные движения предплечья не ограничены (рис. 2).

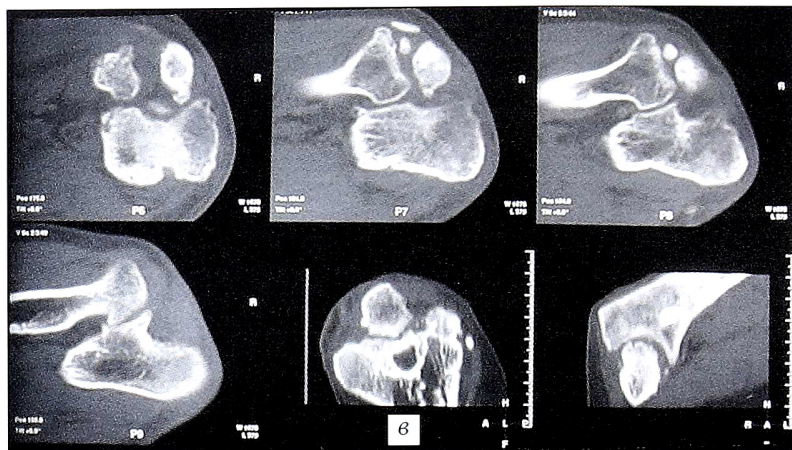
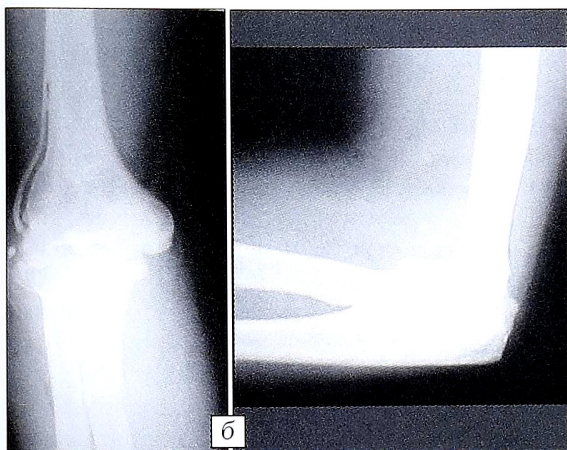
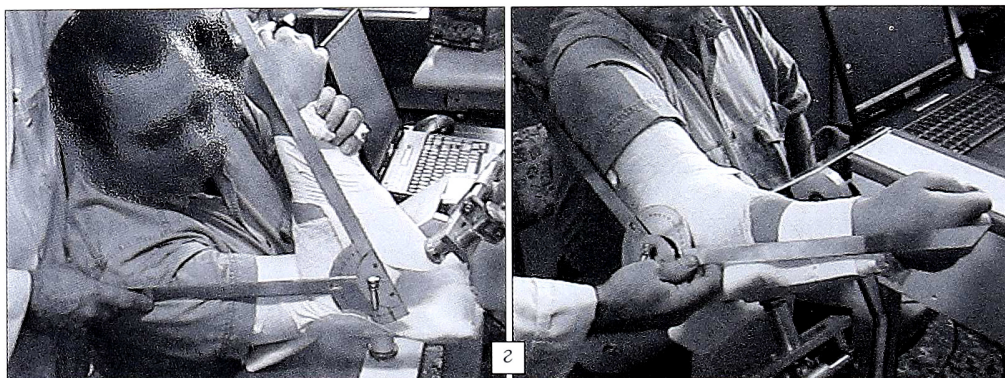


Рис. 2. Больной А. 27 лет. Посттравматическая контрактура правого локтевого сустава

а — функция руки, б — рентгенограммы, в — компьютерная томограмма до лечения; г — начало второго этапа лечения.



ОБСУЖДЕНИЕ

При повреждениях локтевого сустава одним из наиболее грозных осложнений, ограничивающих функцию верхней конечности, является посттравматическая контрактура. При неадекватной реабилитации число пациентов с ограничением движений в локтевом суставе увеличивается. Наиболее сложная проблема, с которой приходится сталкиваться травматологу-ортопеду при лечении больных с повреждениями локтевого сустава в послеоперационном периоде, — определение уровня допустимой нагрузки в процессе разработки движений. Необходимым условием решения этой задачи является возможность точного измерения основных биомеханических показателей (кинезиологических, статических и динамических). Использование комплекса «Радуга—ЦИТО» позволяет достаточно точно производить подобные измерения в реальном масштабе времени. К преимуществам данного устройства относится то, что, помимо кинезиологических (скорость) и статических (статическая сила), измеряются динамические параметры движения (динамические силы, моменты вращения). Подобной возможности прямого измерения динамической силы не дает ни один из предшествующих вариантов измерительных приборов. Использование комплекса этих показателей для управления электроприводом по принципу биологической обратной связи по заданным предельным значениям суставного угла, угловой скорости, моментам вращения и динамическим силам позволяет подобрать индивидуальные адекватные режимы разработки движений в локтевом суставе после травмы, а также после различных оперативных вмешательств. Об эффективности предложенного метода свидетельствуют положительные результаты его применения в различных группах больных и отсутствие параарти-

кулярных оссификатов как после травм, так и в ближайшие сроки после операций.

ЛИТЕРАТУРА

1. Волков М.В., Оганесян О.В. Артропластика крупных суставов. — М., 1974. — С. 3–15.
2. Довгань В.И., Темкин И.Б. Механотерапия. — М., 1981.
3. Каптелин А.Ф. Восстановительное лечение при травмах и деформациях опорно-двигательного аппарата. — М., 1969.
4. Каптелин А.Ф. Гидрокинезотерапия в травматологии и ортопедии. — М., 1986.
5. Миронов С.П., Цыкунов М.Б. Основы реабилитации спортсменов и артистов балета при повреждениях и заболеваниях опорно-двигательного аппарата. — М., 1998.
6. Миронов С.П., Бурмакова Г.М. Повреждения локтевого сустава при занятиях спортом. — М., 2000.
7. Мошков В.Н. //Клин. мед. — 1971. — N 7. — С. 9–14.
8. Пат. 2214212 РФ. Устройство для восстановления функции суставов механотерапией /С.И. Карпов, В.К. Куролес, С.П. Миронов, В.Д. Савчук, Н.В. Селезнев, В.Н. Трусов, М.Б. Цыкунов.
9. Пат. 2214211 РФ. Способ восстановления функции суставов механотерапией /С.И. Карпов, В.К. Куролес, С.П. Миронов, В.Д. Савчук, Н.В. Селезнев, В.Н. Трусов, М.Б. Цыкунов.
10. Пат. 32990 РФ. Шарнирно-дистракционный аппарат /С.И. Карпов, В.К. Куролес, С.П. Миронов, В.Д. Савчук, Н.В. Селезнев, В.Н. Трусов, М.Б. Цыкунов.
11. Пат. 32991 РФ. Компрессионно-дистракционный элемент чрескостного аппарата (варианты) /С.И. Карпов, В.К. Куролес, С.П. Миронов, В.Д. Савчук, Н.В. Селезнев, В.Н. Трусов, М.Б. Цыкунов.
12. Цыкунов М.Б., Косов И.С. //Вестн. травматол. ортопед. — 1996. — N 4. — С. 51–54.
13. Шапошников Ю.Г., Волков М.В., Елькин А.И., Прохорова Т.А., Оганесян О.В., Селезнев Н.В. //Там же. — 1999. — N 2. — С. 51–54.
14. Bodoky A., Net Y.V., Regazzoni P. //Orthopade. — 1988. — Bd 17, N 3 — S. 257–261.
15. Zeiler H., Trentz O. //Ibid. — 1988. — Bd 17, N 3. — S. 262–271.

НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЕ ФОРУМЫ В РОССИИ

(из Бюллетеня форумов, конгрессов, съездов, конференций, симпозиумов и других научных мероприятий по медицинским проблемам на 2004 год Российской академии медицинских наук)

Достижения современной анестезиологии и интенсивной терапии (в рамках Российско-немецкого общества анестезиологов и реаниматологов)

6–9 сентября
Нижний Новгород
РНИЦ РАМН
119992, Москва, Абрикосовский пер., 2
Тел.: (095) 248 15 93
Факс: (095) 248 07 03

Морфофункциональные аспекты регенерации и адаптации дифференцировки структурных компонентов опорно-двигательного аппарата в условиях механических воздействий

20–21 октября
Курган
ЮУНЦ РАМН, Курганский филиал ЮУНЦ РАМН, РНИЦ «Восстановительная травматология и ортопедия им. Г.А. Илизарова»
640014, Курган, ул. М. Ульяновой, 6
Тел.: (3522) 53 17 32

Лучевая диагностика и научно-технический прогресс

20–22 октября

Москва
РАМН, Московская медицинская академия им. И.М. Сеченова Минздрава России
119992, Москва, ул. Б. Пироговская, 2, стр. 3
Тел.: (095) 248 75 34

Инфекционные осложнения в реаниматологии

14 октября
Москва
Научно-исследовательский институт общей реаниматологии РАМН
107031, Москва, ул. Петровка, 25, стр. 2
Тел.: (095) 209 96 77
E-mail: niiorramn@mediann.ru

Методы и технологии экспериментальной и клинической реаниматологии

18–19 ноября
Москва
Научно-исследовательский институт общей реаниматологии РАМН
107031, Москва, ул. Петровка, 25, стр. 2
Тел.: (095) 209 96 77
E-mail: niiorramn@mediann.ru