

Нейроэлектрмиографическая оценка выраженности спастико-паретического синдрома у больных с центральным гемипарезом различного генеза

Г. А. Криворучко, А. П. Шейн

Electroneuromyographical evaluation of the manifestation degree of the spasticity-paretic syndrome in patients with central hemiparesis of different genesis

G. A. Krivoruchko., A. P. Shein

ФГУ «Российский научный центр «Восстановительная травматология и ортопедия» им. акад. Г. А. Илизарова»
Минздравсоцразвития РФ (директор — д. м. н. А. В. Губин)

Цель работы состояла в оценке взаимосвязи между различными электронейромиографическими характеристиками спастико-паретического синдрома у больных с центральным гемипарезом различного генеза (последствие инсульта или травмы головного мозга). Комплексному нейрофизиологическому тестированию, основанному на сочетании методов глобальной и стимуляционной (Н-рефлексы, М-ответы, транскраниально вызванные потенциалы, электрофизиологический аналог рефлекса Бабинского) электронейромиографии, подвергнуто 70 пациентов (53 — мужского, 17- женского пола) в возрасте от 13 до 64 лет с клиническими признаками спастического гемипареза (последствие инсульта и черепномозговой травмы). Показано, что все использованные в работе ЭНМГ-показатели являются взаимодополняющими. Наиболее информативным параметром электрофизиологического аналога рефлекса Бабинского является длительность полисинаптического ответа.

Ключевые слова: инсульт, черепномозговая травма, спастичность, электронейромиография.

The purpose of this work was to assess the relationship between different electroneuromyographical characteristics of the spasticity-paretic syndrome in patients with central hemiparesis of different genesis (stroke or brain injury consequence). 70 patients (53 males and 17 females) at the age of 13-64 years with clinical signs of spastic hemiparesis (stroke and craniocerebral injury consequence) underwent complex neurophysiological testing, based on the combination of global and stimulation (H-reflexes, M-responses, transcranially evoked potentials, electrophysiological analogue of the Babinski reflex) EMG. It has been demonstrated that all the ENMG-values used in the work are complementary. Polysynaptic response duration has been found to be the most informative parameter of the electrophysiological analogue of the Babinski reflex.

Keywords: stroke, craniocerebral injury, spasticity, electroneuromyography.

Существующий на сегодняшний день комплекс нейрофизиологических методов и критериев оценки выраженности спастичности у пациентов с последствиями травм и заболеваний головного и спинного мозга не является устоявшимся и нуждается в дальнейших уточнениях и дополнениях [1]. Следует подчеркнуть, что нейрофизиологические тесты позволяют объективизировать клинические проявления спастико-паретического синдрома. В частности, с помощью глобальной ЭМГ можно определить выраженность моторного дефицита, а также дифференцировать спастичность от ригидности и других вариантов патологического увеличения мышечного тонуса. Увеличение относительных величин Н-рефлексов и снижение их порогов [2], а также увеличение амплитуды и частоты выявления F-волн [3] также характерно для спастико-паретического синдрома. Данные транскраниальной магнитной стимуляции различных структур головного мозга оказались полезными для оценки степени и уточнения локализации поражения моторной коры и пирамидных трактов. Одним из наиболее надежных клинических признаков спастичности является наличие рефлекса Бабинского [4], относящегося к категории полисинаптических.

Нейрофизиологический анализ этого рефлекса показал, что характеристики вызванной биоэлектрической активности *m. extensor digitorum longus*, возникающей при штриховом раздражении латерального края подошвенной поверхности стопы, у пациентов с повреждением шейного и грудного отделов позвоночника и спинного мозга существенно зависят от особенностей применяемой механостимуляции (интенсивности и скорости нанесения штрихового стимула) [5]. В отдельных работах [6, 7] у пациентов с пирамидной недостаточностью различного генеза, характеризуемой наличием рефлекса Бабинского, отмечено возникновение полисинаптического ответа *m. tibialis anterior* в ответ на стимуляцию дистальных ветвей *n. suralis* и *n. tibialis*, что позволяет, на наш взгляд, ввести модифицированный вариант этой методики в комплекс нейрофизиологических тестов, ориентированных на выявление и количественную оценку спастичности.

Цель настоящей работы состояла в оценке взаимосвязи между различными ЭНМГ-характеристиками спастико-паретического синдрома у больных с центральным гемипарезом различного генеза (последствие инсульта или травмы головного мозга).

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Комплексному нейрофизиологическому тестированию [8], основанному на сочетании методов глобальной и стимуляционной электронейромиографии, подвергнуто 70 пациентов (53 — мужского, 17 — женского пола) в возрасте от 13 до 64 (45 ± 2) лет с клиническими признаками спастического гемипареза. Распределение выборки по этиологии заболевания: 60 — следствие острого нарушения мозгового кровообращения в бассейне средней мозговой артерии (ишемический инсульт — 50, геморрагический — 10), 10 — следствие черепно-мозговой травмы. Давность заболевания — от 8 месяцев до 4 лет.

Анализировались следующие признаки: амплитуда транскраниально вызванного потенциала *m. tibialis anterior* ($A_{\text{ТВП}}$; % от амплитуды М-ответа); амплитуда максимальных Н-рефлексов *m. gastrocnemius* (cap. lat.) и *m. soleus* ($A_{\text{НГ}}$ и $A_{\text{НС}}$; % от соответствующих М-ответов); цереброспинальный индекс [8] — отношение средней амплитуды суммарной ЭМГ *m. tibialis anterior*, рассчитываемой по программе MVA (Mean Rectified Voltage) в условиях выполнения теста «максимальное произвольное напряжение», к амплитуде М-ответа (ЦСИ; % от амплитуды М-ответа); максимальная амплитуда ($A_{\text{ПСО}}$; % от М-ответа), латентность ($L_{\text{ПСО}}$; мс) и длительность ($T_{\text{ПСО}}$; мс) полисинаптических ответов (ПСО) *m. tibialis anterior*, регистрируемых в условиях короткосерийной стимуляции *n. plantaris* в

области медиальной лодыжки (на рис. 1 приведена схема авторской модификация методики регистрации и анализа ПСО). В связи с нестационарностью ПСО, учитывались средние величины $A_{\text{ПСО}}$, $L_{\text{ПСО}}$ и $T_{\text{ПСО}}$, рассчитанные по 3-5 пробам. Во всех случаях тестировались как пораженная (ПК), так и контралатеральная (КК) конечности. Использовалась 4-канальная цифровая ЭМГ/ВП-система "Viking-4" (Nicolet, США), совмещенная с магнитоимпульсным стимулятором Quadropuls-500 (Magstim, Великобритания). Для стимуляции моторной коры применялся двойной угловой индуктор, что позволило с высокой надежностью регистрировать транскраниально вызванные потенциалы в отведениях от мышц нижних конечностей. В качестве контроля использованы объединенные (левая + правая конечности) данные 32 здоровых испытуемых (17 мужчин и 15 женщин) в возрасте от 15 до 26 лет. Статистическая обработка данных производилась с помощью пакета анализа данных Microsoft EXEL-2003, дополненного программами непараметрической статистики и оценки нормальности распределения [9]. Для оценки достоверности различия сопоставляемых выборок показателей использованы t-критерий Стьюдента и непараметрический критерий Вилкоксона. Взаимосвязь признаков оценивалась с помощью коэффициентов корреляции Пирсона. Принятый уровень статистической значимости выводов — 0,05.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

На рисунке 1 представлена предложенная нами модификация регистрации длиннотентных (полисинаптических) ответов *m. tibialis anterior*, основанная на применении короткосерийной стимуляции *n. plantaris* (длительность одиночного стимула — 1 мс, интенсивность — двойной моторный порог, число импульсов в серии — 10, частота — 20 Гц, интервал между сериями — не менее 5 сек.), имитирующей механическое

(штриховое) раздражение подошвенной поверхности стопы. Способ отведения ПСО — биполярный с фиксированным межэлектродным расстоянием (1 см). Показано, что у здоровых взрослых испытуемых вызываемый подобным способом ПСО отсутствует и возникает лишь у пациентов со спастико-паретическим синдромом различного генеза. Во всех случаях регистрации ПСО у обследованных нами пациентов совпа-



Рис. 1. Схема регистрации полисинаптического ответа (ПСО) *m. tibialis anterior* в условиях короткосерийной стимуляции *n. plantaris*

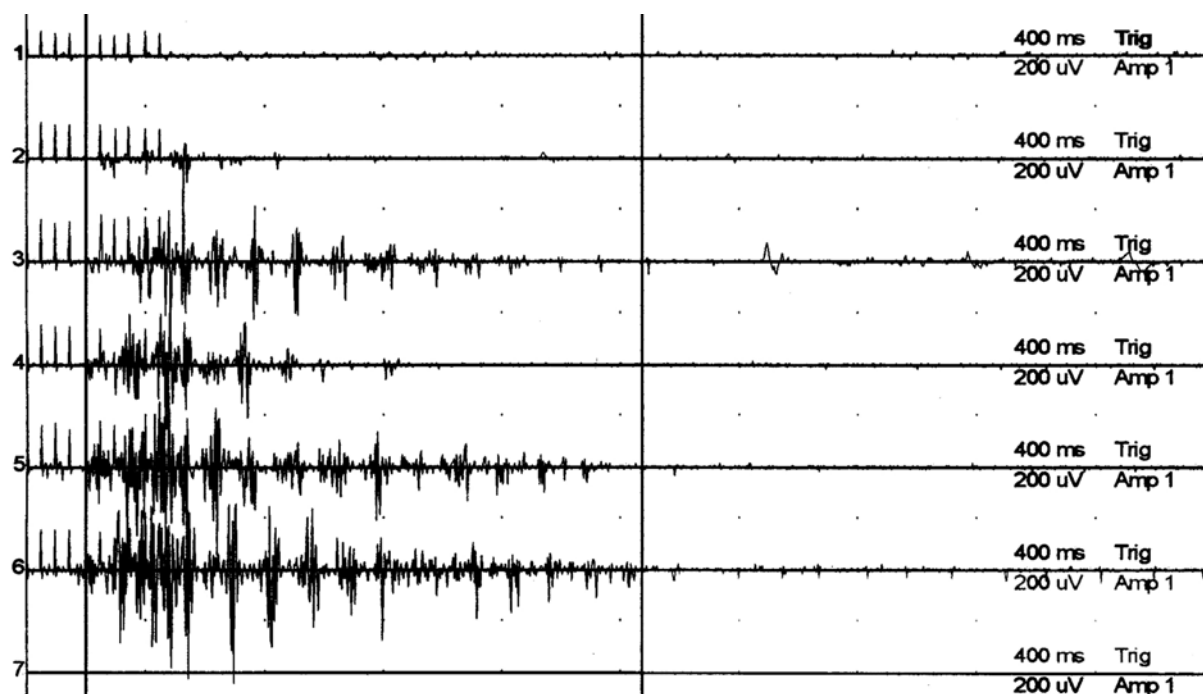


Рис. 2. Посттетаническая потенциация полисинаптического ответа (ПСО) m. tibialis anterior

дала с наличием ипсилатерально вызванного «классическим» способом рефлекса Бабинского. У пациентов анализируемой выборки ПСО зарегистрирован в 100 % случаев на стороне гемипареза (ПК) и в 34,3 % (24) на контралатеральной конечности (КК). Учитывая это обстоятельство, при проведении статистического анализа мы сочли целесообразным разделить данные КК на две подгруппы (КК-1 — наличие ПСО, КК-2 — отсутствие ПСО) и проанализировать эти выборки независимо друг от друга.

Из рисунка 1 видно, что ПСО на пораженной конечности представляет собой веретенообразную вспышку биоэлектрической активности в m. tibialis anterior, возникающую со средней латентностью 198 ± 13 мс (см. табл. 1). Амплитуда зарегистрированных на стороне гемипареза ПСО составила $6,5 \pm 0,6$ % от амплитуды ипсилатеральных М-ответов m. tibialis anterior, а длительность — 868 ± 88 мс, что в 1,5 больше ($P < 0,01$) соответствующего показателя на контралатеральной конечности (КК-1). Статистически значимых различий между выборками КК-1 и КК-2 по показателям $A_{\text{ПСО}}$ и $L_{\text{ПСО}}$ не выявлено. В большинстве записей ПСО прослеживается отчетливая треморообразная структура. У больных с выраженной спастичностью отмечен феномен посттетанической потенциации ПСО, состоящий в снижении $L_{\text{ПСО}}$, а также увеличении $A_{\text{ПСО}}$ и $T_{\text{ПСО}}$ каждого последующего (в серии проб) рефлекторного ответа (см. рис. 2). Увеличение интервала между сериями стимулов до 10-15 секунд в большинстве случаев компенсировало проявление феномена потенциации ПСО.

Из таблицы 1 следует, что показатель ЦСИ, характеризующий предел возможностей пирамидных структур к произвольной активации максимального числа двигательных единиц (ДЕ) m. tibialis anterior до уровня предельно возможной частоты их разрядов, оказался на стороне гемипареза в 3,7 ниже ($P < 0,001$)

контрольных величин (здоровые испытуемые), а также в 2,9 (КК-1; $P < 0,001$) и 2,5 (КК-2; $P < 0,001$) раза ниже соответствующих показателей контралатеральной конечности. Статистически значимых различий между ЦСИ, рассчитанных для выборок КК-1 и КК-2, не выявлено. Из приведенных в таблице 1 средних значений ЦСИ также следует, что данные контралатеральной конечности заметно ниже контрольных величин, как в отношении группы показателей КК-1 ($P > 0,05$), так и КК-2 ($P < 0,01$).

Среднее значение амплитуды транскраниально вызванного потенциала ($A_{\text{ТВП}}$) m. tibialis anterior на пораженной конечности, свидетельствующее о степени сохранности функций соответствующего фрагмента моторной коры и соответствующей фракции пирамидных путей, также оказалось сниженным и составило по отношению к контрольным величинам (здоровые испытуемые), а также к данным КК-1 и КК-2 соответственно 59,5 % ($P < 0,001$), 58,8 % ($P < 0,01$) и 52,8 % ($P < 0,05$). Не выявлено существенных различий между выборками $A_{\text{ТВП}}$ КК-1 и КК-2, а также между $A_{\text{ТВП}}$ КК-1 и КК-2 и $A_{\text{ТВП}}$ здоровых испытуемых.

Относительные (выраженные в % от амплитуды М-ответов) величины Н-рефлексов m. gastrocnemius (cap. lat.) ($A_{\text{НГ}}$), характеризующие степень сохранности функции фонового пресинаптического торможения Ia-афферентов моносинаптических рефлекторных дуг, на стороне гемипареза превышали контрольные величины (здоровые испытуемые) в 1,5 раза ($P < 0,001$), а данные контралатеральной конечности (КК-1 и КК-2) соответственно в 1,7 ($P < 0,001$) и 1,8 ($P < 0,05$) раза. Сходное по характеру межгрупповое распределение усредненных значений показателя наблюдалось и в отношении амплитуды Н-рефлекса m. soleus ($A_{\text{НС}}$). Целесообразно отметить, что $A_{\text{НГ}}$, относящиеся к КК-1, КК-2 и группе контроля (здоровые испытуемые), отличаются друг от друга не-

Средние величины ($M \pm m$) анализируемых ЭМГ-показателей

Показатели	Контроль (2п=64)	Пораженная конечность (n=70)	Контралатеральная конечность	
			КК-1 (n=24)	КК-2 (n=46)
ЦСИ (%)	$9,4 \pm 0,8$	$2,6 \pm 0,3$ к*#	$7,7 \pm 0,9$	$6,4 \pm 0,5$ к
$A_{\text{ТВП}}$ (%)	$59,0 \pm 3,0$	$35,1 \pm 4,3$ к*#	$59,7 \pm 6,9$	$66,5 \pm 4,3$
$A_{\text{НС}}$ (%)	$22,7 \pm 1,3$	$33,9 \pm 2,0$ к*#	$19,3 \pm 2,6$	$18,5 \pm 2,0$
$A_{\text{НС}}$ (%)	$34,0 \pm 1,8$	$43,8 \pm 2,3$ к*#	$27,6 \pm 3,4$	$26,4 \pm 2,3$ к
$A_{\text{НС}}$ (%)	—	$6,5 \pm 0,6$	$5,0 \pm 0,7$	—
$L_{\text{НС}}$ (мс)	—	198 ± 13	227 ± 24	—
$T_{\text{НС}}$ (мс)	—	868 ± 88 *	562 ± 50	—

Примечание: n — количество обследованных испытуемых; «к» — статистически значимое ($P < 0,05$) отличие показателя от контроля; * — от КК-1; # — от КК-2.

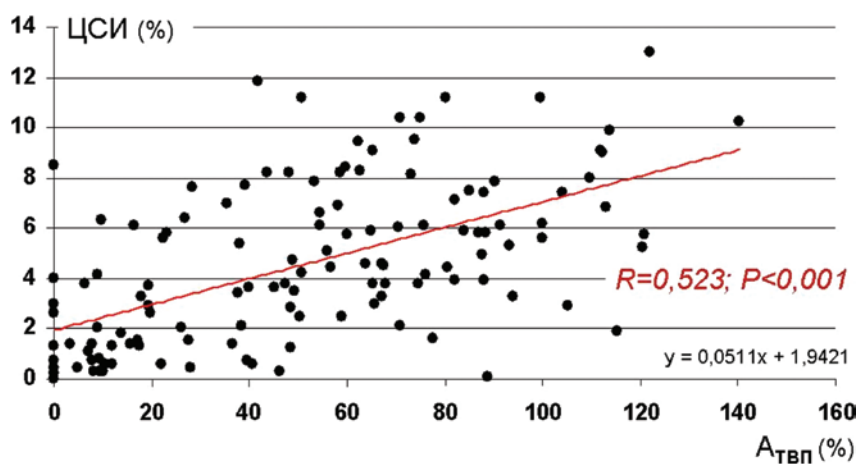


Рис. 3. Взаимосвязь между амплитудой транскраниально вызванного потенциала m. tibialis anterior ($A_{\text{ТВП}}$) и цереброспинальным индексом (ЦСИ)

существенно, тогда как значения $A_{\text{НС}}$, относящиеся к КК-2, оказались заметно ниже контрольных величин $A_{\text{НС}}$ ($P < 0,01$). Последнее связывается с высокой индивидуальной вариативностью указанного показателя в различных популяциях здоровых испытуемых [2, 10] и, в частности, объясняется генетически предопределенными особенностями морфофункционального состава одноименных мышц, используемых в качестве индикатора Н-рефлекса.

В результате анализа взаимосвязи между использованными нами характеристиками спастико-паретического синдрома установлено, что из трех признаков, которыми описываются полисинаптические ответы m. tibialis anterior, наиболее информативным является его длительность ($T_{\text{НС}}$), обратно коррелирующая на стороне гемипареза (ПК) с амплитудой ТВП ($A_{\text{ТВП}}$) и цереброспинальным индексом (ЦСИ). Соответствующие коэффициенты корреляции составили $-0,378$ ($P < 0,01$) и $-0,291$ ($P < 0,05$).

Поданным анализа объединенной выборки (ПК+КК) пар признаков выявлена отрицательная взаимосвязь между относительными величинами Н-рефлексов m. soleus ($A_{\text{НС}}$) и цереброспинальным индексом (ЦСИ) ($R = -0,312$; $P < 0,001$). Взаимосвязь показателей $A_{\text{НС}}$ и ЦСИ носила тот же характер, но оказалась несколько менее выраженной ($R = -0,191$; $P < 0,05$).

Наиболее отчетливая положительная взаимосвязь обнаружена между амплитудой транскраниально вызванного потенциала m. tibialis anterior ($A_{\text{ТВП}}$) и ее цереброспинальным индексом (ЦСИ) (см. рис. 3). По данным объединенной выборки пар признаков (ПК + КК) коэффициент корреляции составил $0,523$ ($P < 0,001$), что достаточно убедительно подчеркивает общность анатомо-функциональных структур и механизмов, посредством которых реализуется функциональная проба «максимальное произвольное напряжение» и мышечная активность, индуцированная магнитной стимуляцией двигательной коры головного мозга.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Полученные данные свидетельствуют о том, что использованные нами признаки, характеризующие наличие и выраженность спастико-паретического синдрома у больных с последствиями травм и инсульта головного мозга, являются взаимодополняющими и в совокупности определяют надежность вывода о со-

стоянии тестируемой функциональной системы и изменении этого состояния под влиянием различных факторов. Что касается предложенной нами методики регистрации и анализа полисинаптического ответа m. tibialis anterior, возникающего в условиях короткосекундной стимуляции n. plantaris и являющегося в опре-

деленной степени аналогом рефлекса Бабинского (в некоторых работах [11] подчеркивается несоответствие между электрическим и механическим способами стимуляции), то ее использование, на наш взгляд, су-

щественно уточняет и дополняет общую картину пирамидной недостаточности, объективизируя присутствие фактора гиперрефлексии в описании клинико-нейрофизиологического статуса пациента.

ЛИТЕРАТУРА

1. Matsumoto H., Ugawa Y. Clinical signs, neurophysiological evaluation, and medication of spasticity-review // Brain Nerve. 2008. Vol. 60, No 12. P. 1409–1414.
2. Байкушев С., Манович З. Х., Новикова В. П. Стимуляционная электромиография и электронейромиография в клинике нервных болезней. М.: Медицина, 1974. 144 с.
3. Udby Blicher J., Nielsen J. F. Evidence of increased motoneuron excitability in stroke patients without clinical spasticity // Neurorehabil. Neural Repair. 2009. Vol. 23, No 8. P. 870.
4. Скоромец А. А., Скоромец Т. А. Топическая диагностика заболеваний нервной системы: рук. для врачей. СПб.: Политехника, 1996. 320 с.
5. Roby-Brami A., Ghenassia J. R., Bussel B. Electrophysiological study of the Babinski sign in paraplegic patients // J. Neurol. Neurosurg. Psychiatry. 1989. Vol. 52, No 12. P. 1390–1397.
6. Kagamihara Y., Masakado Y. Reflex responses from the sural nerve to tibialis anterior muscle in hemiplegic patients: the relation between the responses and Babinski sign // No To Shinkei. 2005. Vol. 57, No 11. P. 983–989.
7. Uysal H., Bahşi Y. Z., Yurdakul M. Babinski reflex by sural stimulation and dysfunction of descending motor pathway // Electromyogr. Clin. Neurophysiol. 1999. Vol. 39, No 6. P. 361–366.
8. Клинико-нейрофизиологические характеристики реактивности моторной коры головного мозга в условиях пролонгированной кра-ниоостеопластики / В. И. Шевцов, А. П. Шеин, А. Т. Худяев, Г. А. Криворучко, А. Н. Дьячков // Вестн. РАМН. 2002. № 3. С. 27–40.
9. Гайдышев И. П. Решение научных и инженерных задач средствами Excel, VBA и C/C++. СПб.: ВХВ-Петербург, 2004. 512 с.
10. Команцев В. Н., Заболотных В. А. Методические основы клинической электромиографии: рук. для врачей. СПб.: Лань, 2001. 349 с.
11. Gijn J. V. Babinski response: stimulus and effector // J. Neurol. Neurosurg. Psychiatry. 1975. Vol. 38, No 2. P. 180–186.

Рукопись поступила 19. 03. 10.

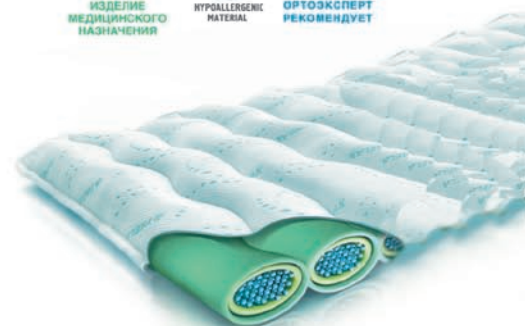
Сведения об авторах:

1. Шеин Александр Порфирьевич — ФГУ «РНЦ «ВТО» им. акад. Г. А. Илизарова» Минздравсоцразвития РФ, главный научный сотрудник научного клинко-экспериментального отдела физиологии д. б. н. профессор.
2. Криворучко Галина Алексеевна — ФГУ «РНЦ «ВТО» им. акад. Г. А. Илизарова» Минздравсоцразвития РФ, старший научный сотрудник научного клинко-экспериментального отдела физиологии.

TRELAX®

ОРТОПЕДИЧЕСКИЕ МАТРАЦЫ

МАССАЖНЫЙ И РАССЛАБЛЯЮЩИЙ ЭФФЕКТ
УЛУЧШЕНИЕ КРОВООБРАЩЕНИЯ
КОРРЕКЦИЯ ОСАНКИ



ООО «НИКАМЕД»
Россия, 127015, Москва, Бумажный проезд, 14, стр. 2
Отдел продаж: (495) 609-63-33 (многоканальный), факс: (495) 609-62-02
E-mail: sales@nikamed.ru
www.nikamed.ru



ЕДИНАЯ ОРТОПЕДИЧЕСКАЯ СПРАВОЧНАЯ
Москва: (495) 77-55-000
Санкт-Петербург: (812) 333-11-33
www.orteka.ru