

С.Н. Березуцкий

## НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ РАСТЯЖИМОСТИ БИОЛОГИЧЕСКИХ ТКАНЕЙ В ТРАВМАТОЛОГИИ И ОРТОПЕДИИ (ПО ДАННЫМ ИНОСТРАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ)

Дальневосточный государственный медицинский университет,  
680000, ул. Муравьева-Амурского, 35, тел. 8(4212) 32-63-93, e-mail: nauka@mail.fesmu.ru, г. Хабаровск

Большое значение для травматологии и ортопедии играет способность биологических тканей удлиниться и растягиваться без нарушения анатомической целостности и функции. При изучении поведения тканей, подвергающихся растяжению, ряд авторов установили, что только 30% тканей из 67% расширенного объема может быть использовано непосредственно для удлинения. Остальные же 37% растянутых тканей проходят процесс обратной контракции и в пластике использоваться не могут [40]. Также было выяснено, что интраоперационный прирост тканей составляет 7,4% против 22% при постепенном растяжении [42]. При выполнении операций в области лица и шеи при помощи экспандера в течение 20 мин с 5-минутными интервалами наиболее оптимальный объем расширяемых тканей при таком режиме составляет 15-20% [37].

По данным других исследователей, биомеханические изменения при остром и хроническом расширении тканей идентичны [11]. По результатам исследований в эксперименте по растяжимости нервов было выявлено, что нервная проводимость начинает страдать при растяжении кожной области, в которую анатомически входят исследуемые нервы, свыше 110% [43]. При изучении действия дозированного (свыше 15 дн.) и подострого (3 дн.) удлинения нерва на его проводимость было выяснено, что удлинение нерва оказалось пропорционально степени его экспансии. Во всех случаях наблюдалось резкое уменьшение проводимости нерва при удлинении свыше 50%. Восстановление проводимости наблюдалось во всех случаях [31]. Также обнаружено, что при дозированной дистракции нерва функциональных нарушений не выявляется, однако имеются морфологические изменения в виде уменьшения областей миелина аксонов, увеличения дистанции между узлами и пролиферации шванновских клеток [7].

Ряд авторов добились удлинения нерва путем дозированного расширения на 88%. Исследование при помощи светового и электронного микроскопа показало: 1) отдельные аксоны были разделены, но каждый аксон и миелиновая оболочка хорошо окрашены; 2) появилось спиралевидное скручивание аксонов, но интраневральное строение не нарушено [10]. Также обнаружено, что при удлинении нерва до 18,4% скорость проводимости двигательного нерва составила 67,8%, а миелинизация волокон нерва — 82,9% [24]. Функциональный, морфометрический и иммуногистохимический анализ показал хорошее восстановление всех параметров в течение 54 дн. после окончания экспансии нерва [13].

Была установлена предельная величина, на которую можно удлинить нерв в эксперименте, — 30% [38]. По данным других исследователей, при удлинении нерва на

### Резюме

Целью обзора явилось изучение отдельных вопросов растяжимости биологических тканей в травматологии и ортопедии, в частности, нервов и сосудов в эксперименте и в клинике. На основе многочисленных исследований было доказано, что наиболее оптимальный объем удлиняемых тканей составляет от 20 до 40%. В этих пределах не происходит необратимых изменений в нервах и сосудах. Также обнаружено, что возможно острое интраоперационное растяжение тканей в пределах тех же 40%. После этого происходит полное восстановление всех анатомических структур. Впервые доказана элонгация составного сосудисто-нервного пучка в эксперименте. По литературным данным отмечено недостаточное клиническое применение возможности острого интраоперационного растяжения составного сосудисто-нервного пучка в травматологии и ортопедии, в частности, в хирургии кисти.

*Ключевые слова:* нерв, сосуд, артерия, вена, удлинение, растяжение.

S.N. Berezutskyi

### SOME ASPECTS OF BIOLOGICAL TISSUE EXTENSIBILITY IN TRAUMATOLOGY AND ORTHOPEDICS

Far Eastern state medical university, Khabarovsk

### Summary

The goal of the review was to study some aspects of biological tissue extensibility in traumatology and orthopedics, particularly, nerves and vessels in experiment and in clinical practice. On the basis of numerous researches it has been proved, that the optimal volume of extended tissue is from 20 up to 40%. Within these limits, irreversible changes in nerves and vessels do not occur. In addition, it is revealed, that probably acute intraoperative stretching of tissue within the limits is the same — 40%. After that, a full restoration of all anatomic structures occurs. For the first time elongation of a compound neurovascular bundle in the experiment has been confirmed. Literary data demonstrate insufficient clinical application of an opportunity of a sharp intraoperative stretching of a complex neurovascular bundle in traumatology and orthopedics, in particular, in surgery of a hand.

*Key words:* nerves, vessels, arteries, veins, lengthening, stretching.

40% все его клинические функции были еще сохранены [39]. При удлинении нерва на ту же величину ряд авто-

ров выявили, что кровоснабжение нерва уменьшилось на  $69 \pm 5,1\%$  при остром удлинении и на  $20 \pm 4,8\%$  — при дозированном. Авторы заключают, что  $40\%$  — удлинение является критическим [4]. Другие авторы при дозированном пролонгированном удлинении нервов нарушения их проводимости и гистологических изменений не выявили [14]. Аналогичные исследования показали, что сроки блокирования проводимости нерва и восстановления ее находятся в прямой зависимости от скорости удлинения нерва [23]. Полное восстановление функции и морфологии седалищного нерва после его дозированной экспансии у крыс происходит через 3 мес. после его удлинения [28].

Другие авторы в экспериментах на кроликах выяснили, что при удлинении по 2 мм в день показатель р-NF иммунореактивности аксонов был аналогичным показателям в контрольной группе. При удлинении по 4 мм в день число р-NF-позитивных клеток было значительно больше, чем в контрольной группе, что, очевидно, обусловлено нарушением аксонального кровотока [22]. По данным исследований других авторов, после дозированного удлинения с разной скоростью (3 мм в день и 5 мм в день) увеличивается диаметр аксона, выявляется межузловое удлинение около  $10\%$  в каждой группе [3].

При изучении различных режимов удлинения (0,5 и 2,0 мм в день) получены следующие результаты: электрофизиологическая проводимость была снижена в 1 группе и частично блокирована во 2 группе; средний диаметр миелинизированных волокон не изменен в 1 группе и значительно снижен во 2 группе; дегенеративные изменения немиелинизированных аксонов были выявлены спорадически в двух случаях во 2 группе [46].

При дозированном удлинении нерва происходит увеличение интернодулярного расстояния на  $17\%$ , утолщение миелиновой оболочки шванновских клеток, подъем показателя P0 mRNA на  $160\%$  от контрольной группы [19].

Другими авторами при максимальном двойном удлинении (70 мм) седалищного нерва у крыс выявлено незначительное уменьшение диаметра аксона. Межузловая длина была увеличена на  $93\%$ , наибольшее расстояние составило  $3000 \text{ мкр}$  после удлинения на  $70\%$ . Только  $0,8\%$  аксонов показали дегенерацию в группе с максимальным удлинением [2].

При продолжительности экспансии нерва 3 дн. рядом авторов никаких гистологических изменений выявлено не было, а во 2 группе (продолжительность экспансии 7 дн.) отмечалось утолщение периневрия и увеличение диаметра волокон миелиновых нервов на  $164,6$  и  $58,4\%$  соответственно [26]. В экспериментах после дозированного удлинения седалищного нерва немедленно после окончания тракции отмечается значительное снижение средней амплитуды вызванных потенциалов нерва с  $30,38 \pm 1,58$  до  $18,35 \pm 1,25 \text{ мВ}$ . Но уже через 8 нед. значения вызванных потенциалов достигло  $27,47 \pm 1,63 \text{ мВ}$ , что статистически соответствовало контрольной группе [27].

Рядом авторов доказано, что электрофизиологические и гистологические изменения в удлиняемом нерве у крыс находятся в прямой зависимости от скорости удлинения. Эти изменения остаются на длительный срок даже при минимальной скорости удлинения нерва [29].

Особое место занимает исследование острого удлинения нервов. Так, при изучении электрофизиологических, морфологических изменений, а также нарушения кровотока

при остром удлинении седалищного нерва у кроликов автор не выявил значимых изменений при удлинении порядка  $5,01\%$  от длины нерва. Нарушения проводимости, равно как и кровотока в нерве, стали отмечаться при удлинении на  $11,8\%$ . Наибольшие изменения выявлены через 5 сут тракции, а наименьшие — через 2 ч [21]. При изучении влияния давления в экспандере на проводимость нерва авторы не выявили значительных изменений в проводимости в обеих группах ( $20 \text{ мм Hg}$  в 1 группе —  $30\%$  удлинения и  $40 \text{ мм Hg}$  во 2 группе —  $40\%$  удлинения) [18].

Ряд авторов при остром циклическом интраоперационном удлинении нерва в эксперименте выявили, что морфологические и функциональные изменения полностью обратимы при данном темпе и длине растяжения нерва, но требуется дополнительное клиническое исследование [8]. Другие авторы получили похожие результаты и сделали вывод, что метод интраоперационной экспансии более выгоден для замещения дефектов нервов [30].

В одном из первых исследований острого удлинения лицевого нерва в клинической практике доказано, что нерв сокращался в течение 1-го часа после экспансии до  $37,6 \pm 4,5\%$ , а предел элонгации составил  $18,7 \pm 2,4\%$ . Функциональные и морфологические же изменения не имели значимой разницы во всех группах [44]. По данным других авторов выяснено, что при  $32\%$  элонгации нерва у части животных наблюдались необратимые изменения, регистрируемые спинальными вызванными потенциалами, кровообращением, гистологическими изменениями и неврологическим статусом [25].

Параллельные эксперименты показали, что критический уровень падения показателей, приводящих к необратимым изменениям, равен  $82,4\%$ , что соответствовало удлинению нерва на  $20,5\%$  [37]. По данным других авторов, увеличение темпа удлинения приводит к некоторому замедлению восстановления проводимости и нормализации в среднем на  $5\%$  [20]. При изучении изменения цитокинов и нейтрофилов в ответ на острое удлинение седалищного нерва у крыс отмечено, что нормализация этих показателей произошла на 4 день [17].

В исследовании влияния быстрого ( $20 \text{ мм в день}$ ) удлинения седалищного нерва у крыс в сравнении с дозированным ( $1$  и  $2 \text{ мм в день}$ ) при окрашивании толудиновым синим выявлена ядерная децентрация и аксональная дегенерация. Но все эти явления проходили на  $10-14$  сут после удлинения [32]. При определении максимально возможного интраоперационного удлинения седалищного нерва у крыс в эксперименте ряд исследователей пришли к выводу, что оно возможно до  $23,83\%$ . Репаративные процессы при этом начали происходить с 30 дн. и продолжались вплоть до 90 дн., когда почти никаких гистологических изменений не было обнаружено [5].

В другом исследовании по замещению дефектов лицевого нерва до 3 см электромиографические результаты снизились до  $82-95\%$  от неповрежденной стороны. Авторы делают вывод, что удовлетворительный результат возможен при остром удлинении нерва до 3 см включительно [45]. Ряд исследователей выяснили, что признаки разрывов нервных волокон в узлах Ranvier были обнаружены в группе свыше  $20\%$  удлинения. Авторы делают выводы, что наиболее оптимальным для острого удлинения нервов является  $20\%$  от длины удлиняемого нерва [41].

Большой практический интерес представляет удлинение сосудов среднего и малого калибра. Так, при дозированной пролонгированном удлинении на модели ягнят в течение 2, 3 и 4 мес. артериальный кровоток увеличивался и достигал максимума через 1 мес. К концу 4 мес. кровоток стабилизировался. Гистологические изменения оказались минимальны и нормализовались в конце дистракционного периода [15]. При исследовании патогистологических и морфометрических изменений у крыс были выявлены изменения в виде уплощения и/или локального отсутствия внутренней и наружной эластичной пластинки, отечной дегенерации и цитоплазматической вакуолизации гладких мышечных клеток средней оболочки. Диаметр вен уменьшился на 27,9% [27].

При остром интраоперационном удлинении смогли быть закрыты дефекты, которые в два раза больше того размера дефекта, которые могли быть закрыты путем мобилизации краев раны. Ни в одном случае признаков тромбоза сосудов не наблюдалось [9]. В другом исследовании, сразу после острого растяжения, были выявлены незначительные изменения в эндотелиальной оболочке без фрагментации внутренней или наружной пластины. Через 24 ч после экспансии в эндотелии определялись реактивные изменения. Через 72 ч появились признаки восстановления эндотелия [36]. Ряд других авторов получили положительные результаты при помощи острого интраоперационного удлинения артерий у собак при замещении дефектов поверхностной бедренной артерии протяженностью от 45 до 60 мм в 100% случаев [34].

При помощи острого интраоперационного 3-циклового удлинения артерии катетером Foley удалось закрыть дефекты в 100% без натяжения. Сканирование электронным микроскопом выявило минимальные повреждения эндотелия. Авторы заключают, что данный метод может с успехом применяться при замещении дефектов малых сосудов в клинической практике [33]. Другие авторы также не обнаружили ни одного случая тромбоза сосудов при данной методике. Авторы делают вывод, что острое интраоперационное баллонное 3-цикловое удлинение артерий небольшого диаметра представляет собой простой, безопасный и эффективный альтернативный способ пластики дефектов артерий [6].

Предприняты попытки удлинения в эксперименте составного сосудисто-нервного пучка. Так, получены положительные результаты при циклической методике с помощью катетера Foley [16]. Ряд других авторов выяснили, что изменения в сосудах и нерве обратимы при удлинении до 40% от всей длины сосудисто-нервного пучка [12]. При изучении сгибательной контрактуры длительного характера установлено, что эпиневрй укорачивается на 25%, аксональный диаметр значительно увеличивается, межузловое расстояние уменьшается на 2,3% [1].

Таким образом, по данным литературы, доказана в эксперименте способность биологических тканей, в частности нервов и сосудов, удлиняться и растягиваться без нарушения анатомической целостности и функции. Но недостаточно изучено клиническое применение данного свойства в травматологии и ортопедии, а также возможность острого интраоперационного удлинения составного сосудисто-нервного пучка при пластических операциях в случаях сочетанных тяжелых повреждений пальцев кисти. Данная проблема требует дальнейшего изучения.

1. Abe I., Hara Y., Nishiura Y., Ochiai N. The morphologic characteristics of nerve shortening following traumatic bone loss // *J. Orthop. Res.* - 2009. - Vol. 27, №4. - P. 472-476.
2. Abe I., Ochiai N., Ichimura H., Tsujino A., Sun J., Hara Y. Internodes can nearly double in length with gradual elongation of the adult rat sciatic nerve // *J. Orthop. Res.* - 2004. - Vol. 22, №3. - P. 571-577.
3. Abe I., Tsujino A., Hara Y. et al. Paranodal demyelination by gradual nerve stretch can be repaired by elongation of internodes // *Acta Neuropathol.* - 2002. - Vol. 104, №5. - P. 505-512.
4. Abe Y., Doi K., Katoh Y. et al. The limit of low speed peripheral nerve elongation; neurological and circulatory aspects // *J. Neurol. Sci.* - 1996. - Vol. 1, №140(1-2). - P. 61-66.
5. Arnaoutoglou C.M., Sakellariou A., Vekris M. et al. Maximum intraoperative elongation of the rat sciatic nerve with tissue expander: functional, neurophysiological, and histological assessment // *Surgery.* - 2006. - Vol. 26, №4. - P. 253-261.
6. Ban Y., Teng Q.S., Li T.S., Shen H. Experimental study of acute intra-operative arterial elongation // *Zhongguo Wei Zhong Bing Ji Jiu Yi Xue.* - 2005. - Vol. 17, №2. - P. 105-108.
7. Battiston B., Buffoli P., Vigasio A. et al. The effects of lengthening on nerves // *Ital. J. Orthop. Traumatol.* - 1992. - Vol. 18, №1. - P. 79-86.
8. Beris A.E., Naka K.K., Skopelitou A. et al. Functional assessment of the rat sciatic nerve following intraoperative expansion: the effect of recovery duration on behavioural, neurophysiological, and morphological measures // *Microsurgery.* - 1996. - Vol. 17, №10. - P. 568-577.
9. Cohen B.E., Ruiz-Razura A. Acute intraoperative arterial lengthening for closure of large vascular gaps // *Plast. Reconstr. Surg.* - 1992. - Vol. 90, №3. - P. 463-468.
10. Endo T., Nakayama Y. Histological examination of peripheral nerves elongated by tissue expanders // *Br. J. Plast. Surg.* - 1993. - Vol. 46, №5. - P. 421-425.
11. Fan Z., Guan W., Jin Y. Experimental study of changes in biomechanical properties of pig skin after rapid expansion // *Zhonghua Zheng Xing Shao Shang Wai Ke Za Zhi.* - 1994. - Vol. 10, №1. - P. 34-37.
12. Fu G., Zeng Y., Xia Z., Lee J. Biorheological features of some soft tissues under a surgical tissue expansion procedure // *Biorheology.* - 1997. - Vol. 34, №4-5. - P. 281-293.
13. Fujisawa K., Hirata H., Inada H. et al. Elongation of wallerian degenerating nerve with a tissue expander: a functional, morphometrical, and immunohistochemical study // *Microsurgery.* - 1995. - Vol. 16, №10. - P. 684-691.
14. Gil-Albarova J., Melgosa M., Gil-Albarova O. et al. Soft tissue behavior during limb lengthening: an experimental study in lambs // <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed?term=%22Gil-Albarova%20J%22%5BAuthor%5D> // *J. Pediatr. Orthop. B.* - 1997. - Vol. 6, №4. - P. 266-273.
15. Gil-Albarova J., Melgosa M., Gil-Albarova O. et al. Soft tissue behavior during limb lengthening: an experimental study in lambs // *J. Pediatr. Orthop. B.* - 1997. - Vol. 6, №4. - P. 266-273.
16. Greenbaum S.S. Intraoperative tissue expansion with the Foley catheter // *J. Dermatol. Surg. Oncol.* - 1993. - Vol. 19, №12. - P. 1079-1083.

17. Hagiwara N., Ikeda K., Higashida H. et al. Induction of tumor necrosis factor-alpha in Schwann cells after gradual elongation of rat sciatic nerve // *J. Orthop. Sci.* - 2005. - Vol. 10, №6. - P. 614-621.
18. Hall G.D., Van Way C.W., Kung F.T. et al. Peripheral nerve elongation with tissue expansion techniques // *J. Trauma.* - 1993. - Vol. 34, №3. - P. 401-405.
19. Hara Y., Shiga T., Abe I. et al. // P0 mRNA expression increases during gradual nerve elongation in adult rats // *Exp. Neurol.* - 2003. - Vol. 1, №84 (1). - P. 428-435.
20. Hara Y., Tsujino A., Abe I. et al. Pre-degenerated nerve shows enhanced regeneration after incremental elongation in rats // *J. Orthop. Res.* - 2004. - Vol. 22, №1. - P. 189-193.
21. Hasegawa T. An experimental study on elongation injury of peripheral nerve // *Seikeigeka Gakkai Zasshi.* - 1992. - Vol. 66, №11. - P. 1184-1193.
22. Ikeda K., Okada K., Tomita K. et al. Pathogenesis of the gradually elongated nerve // *Hand Surg.* - 2001. - Vol. 6, №2. - P. 167-175.
23. Ikeda K., Tomita K., Tanaka S. Experimental study of peripheral nerve injury during gradual limb elongation // *Hand Surg.* - 2000. - Vol. 5, №1. - P. 41-47.
24. Jiang B.G., Shibata M., Wang S.H. Experimental study of peripheral nerve expansion with a tissue expander // *Zhonghua Wai Ke Za Zhi.* - 1994. - Vol. 32, №2. - P. 93-96.
25. Jou I.M., Lai K.A., Shen C.L. et al. Changes in conduction, blood flow, histology, and neurological status following acute nerve-stretch injury induced by femoral lengthening // *J. Orthop. Res.* - 2000. - Vol. 18, №1. - P. 149-155.
26. Kalenderer O., Göre O., Dülgeroglu A. Histopathologic and morphometric changes in rat nerve and blood vessels associated with femoral lengthening // *Acta Orthop. Traumatol. Turc.* - 2005. - Vol. 39, №1. - P. 64-69.
27. Kodera N., Aoki T., Ito H. Electrophysiological and histological investigation on the gradual elongation of rabbit sciatic nerve // *J. Nippon Med. Sch.* - 2011. - Vol. 78, №3. - P. 166-173.
28. Kroeber M.W., Diao E., Hida S. et al. Peripheral nerve lengthening by controlled isolated distraction: a new animal model // *J. Orthop. Res.* - 2001. - Vol. 19, №1. - P. 70-77.
29. Kubota S., Nishiura Y., Hara Y. et al. Functional and morphological effects of indirect gradual elongation of peripheral nerve: electrophysiological and morphological changes at different elongation rates // *Hand Surg.* - 2011. - Vol. 16, №2. - P. 105-111.
30. Martini D.V., Har-El G., McPhee J. et al. Rapid intraoperative facial nerve expansion // *Otolaryngol. Head Neck Surg.* - 1996. - Vol. 17, №10. - P. 568-577.
31. Milner R.H. The effect of tissue expansion on peripheral nerves // *Br. J. Plast. Surg.* - 1989. - Vol. 42, №4. - P. 414-421.
32. Osamura N., Ikeda K., Ito T. et al. Induction of interleukin-6 in dorsal root ganglion neurons after gradual elongation of rat sciatic nerve // *Exp. Neurol.* - 2005. - Vol. 195, №1. - P. 61-70.
33. Posacioglu H., Yagdi T., Atay Y. et al. Acute intraoperative arterial elongation: an experimental study // *Eur. J. HVACS. Endovasc. Surg.* - 2001. - Vol. 22, №1. - P. 44-47.
34. Ruiz-Razura A., Sozer S.O., Layton E.G. et al. Comparative study between acute intraoperative arterial elongation and the use of the interpositional vein graft for arterial reconstruction // *J. Reconstr. Microsurg.* - 1995. - Vol. 11, №2. - P. 145-150.
35. Ruiz-Razura A., Williams J.L. Jr., Reilly C.L. et al. Acute intraoperative arterial elongation: histologic, morphologic, and vascular reactivity studies // *J. Reconstr. Microsurg.* - 1994. - Vol. 10, №6. - P. 367-373.
36. Shibukawa M., Shirai Y. Experimental study on slow-speed elongation injury of the peripheral nerve: electrophysiological and histological changes // *J. Orthop. Sci.* - 2001. - Vol. 6, №3. - P. 262-268.
37. Siegert R., Weerda H., Hoffmann S. et al. Clinical and experimental evaluation of intermittent intraoperative short-term expansion // *Plast. Reconstr. Surg.* - 1993. - Vol. 92, №2. - P. 248-254.
38. Skoullis T.O., Lovice D., von Fricken K., Terzis J.K. Nerve expansion. The optimal answer for the short nerve gap. Behavioral analysis // *Clin. Orthop. Relat. Res.* - 1995. - Vol. 314. - P. 84-94.
39. Van der Wey L.P., Polder T.W., Stegeman D.F. et al. Peripheral nerve elongation by laser Doppler flowmetry-monitored expansion: an experimental basis for future application in the management of peripheral nerve defects // *Plast. Reconstr. Surg.* - 1996. - Vol. 97, №3. - P. 568-576.
40. Vander Kolk C.A., McCann J.J., Knight K.R. et al. Some further characteristics of expanded tissue // *Clin. Plast. Surg.* - 1987. - Vol. 14, №3. - P. 447-453.
41. Wang W., Zhang P., Yan J. et al. Histological analysis of single peripheral nerve fiber in acute nerve elongation process // *Artif. Cells Blood Substit. Immobil. Biotechnol.* - 2010. - Vol. 38, №4. - P. 165-168.
42. Wee S.S., Logan S.E., Mustoe T.A. Continuous versus intraoperative expansion in the pig model // *Plast. Reconstr. Surg.* - 1992. - Vol. 90, №5. - P. 808-814.
43. Wood P.M., McMahon S.B. The response of the peripheral nerve field to controlled soft tissue expansion // *Br. J. Plast. Surg.* - 1989. - Vol. 42, №6. - P. 682-686.
44. Ya Z., Chen Z., Wang J. The experimental study on acute and chronic expansion of the facial nerve // *Zhonghua Zheng Xing Wai Ke Za Zhi.* - 2000. - Vol. 16, №(4). - P. 229-232.
45. Ya Z., Gao Z., Wang J. Primary clinical study on using end-to-end neurotaphy following rapid nerve expansion to repair facial nerve defect // *Zhongguo Xiu Fu Chong Jian Wai Ke Za Zhi.* - 2007. - Vol. 21, №1. - P. 23-25.
46. Yokota A., Doi M., Ohtsuka H. et al. Nerve conduction and microanatomy in the rabbit sciatic nerve alter gradual limb lengthening-distraction neurogenesis // *Orthop. Res.* - 2003. - Vol. 21, №1. - P. 36-43.

**Координаты для связи с автором:** Березуцкий Сергей Николаевич — доцент, зав. кафедрой травматологии и ортопедии ДВГМУ, тел.: 8-924-214-70-10, e-mail: b\_e\_r1960@mail.ru.

