

ЛОКАЛЬНАЯ ИШЕМИЯ НЕРВА В ОЦЕНКЕ НЕВРАЛЬНОЙ МОТОРНОЙ ПРОВОДИМОСТИ У ДЕТЕЙ

Климкин А. В., Команцев В. Н., Скрипченко Н. В., Войтенков В. Б.

ФГБУ Научно-исследовательский институт детских инфекций ФМБА России, Санкт-Петербург, Россия (197022, СПб, ул. Проф. Попова, дом 9), e-mail: niidi@niidi.ru

Проведены электронейромиографические исследования влияния кратковременной локальной ишемии локтевого нерва на предплечье на скорость проведения импульса (СПИ) по моторным волокнам у 10 здоровых детей и 5 детей с перенесённой воспалительной полинейропатией (ПВНП). СПИ регистрировалась на участке компрессии до начала пробы, на 2, 5, 10 минутах ишемической пробы и на 1, 5, 10 минутах пробы после нее. Кратковременный ишемический тест с компрессией локтевого нерва на предплечье у детей обеих групп вызывает закономерное изменение проводимости с максимальным достоверным снижением её на 10 минуте по отношению к фоновым значениям СПИ как в норме на $8,8 \pm 2,2$ %, ($p < 0,05$), так и при ПВНП на $4,3 \pm 1,1$ % ($p < 0,05$). У детей с ПВНП имеет место менее выраженная динамика невральной проводимости (меньше на 51%), чем у здоровых детей ($p < 0,05$). Полученные результаты свидетельствуют о том, что кратковременную локальную компрессию нерва на предплечье можно использовать как пробу для оценки невральной проводимости у детей в условиях нормы и патологии.

Ключевые слова: невральная проводимость, локальная кратковременная ишемия нерва, полинейропатия, дети.

LOCAL NERVE ISCHEMIA IN EVALUATION NEURAL MOTOR CONDUCTION IN CHILDREN

Klimkin A. V., Komantsev V. N., Skripchenko N. V., Voitenkov V. B.

Federal State Budgetary Research Institute of children's infections of FMBA of Russia, St. Petersburg, Russia (197022, St. Petersburg, prof. Popov str., 9).

The effect of temporal local ischemia on motor nerve conduction in 10 healthy children and 5 children with transferred polyneuropathy was studied. We evaluated the background rate of motor nerve conduction velocity (m/s) and a same parameter at 2, 5, 10-minute test, at 1, 5, 10 minutes after the test. Temporal local nerve ischemia on the forearm in children of both groups cause a regular change of conductivity with a maximum significant decrease at 10-th minute. This degree of reduction of motor nerve conduction velocity is $8.8 \pm 2.2\%$, ($p < 0,05$) in normal children and in transferred polyneuropathy its $4.3 \pm 1.1\%$ ($p < 0,05$). At 10 minutes of local ischemia in children with transferred polyneuropathy degree of reduction of motor nerve conduction velocity is less than in normal children on 51% ($p < 0,05$). These results indicate that short term local compression of the nerve on the forearm can be used as a sample for evaluation of neural conduction in children under normal and pathological conditions.

Keywords: neural conduction, temporal local nerve ischemia, polyneuropathy, children.

Введение

Использование функциональных проб в оценке функционального состояния различных систем позволяет нормировать изучаемые показатели для снижения влияния на них межиндивидуальной вариабельности, однако в клинической практике в оценке состояния проводящих свойств периферической нервной системы функциональные пробы практически не используются.

Актуальность исследования обусловлена тем, что индивидуальная оценка абсолютных показателей невральной проводимости в клинической практике является недостаточно надёжной в связи с высокой межиндивидуальной вариабельностью их значений. В эксперименте на животных и клиническом эксперименте для оценки резервных

возможностей нервов используется так называемая «турникетная проба», заключающаяся в кратковременной локальной ишемии конечности [4, 6, 7, 8, 11]. Большинство работ посвящено экспериментальным исследованиям на животных, в клинической практике эта проба практически не используется, имеются единичные публикации по применению этой пробы в клинике. Турникетная компрессия нерва в клинике в основном используется для оценки возможных осложнений при хирургическом пособии и моделировании компрессии нерва при туннельных синдромах [7], а также как модель для оценки переживаемости нерва в условиях гипоксии и влияние её на показатели невралной проводимости и невралной возбудимости у человека [2, 5, 6].

По данным литературы большинство клинических экспериментальных исследований с «турникетной пробой» проведено у взрослых на верхней конечности на уровне плеча [5, 7, 9], единичные работы посвящены исследованиям компрессии нерва у взрослых на уровне предплечья [2], а также исследованиям у детей на уровне плеча [3]. Известно, что невралная проводимость в условиях патологии имеет большие изменения на дистальном участке нерва, проявляющиеся в значительном увеличении терминальной и резидуальной латентностей, имеющем место при воспалительных, дисметаболических и наследственных полиневропатиях. Учитывая эти обстоятельства, а также то, что неприятные болезненные ощущения при компрессии нерва уменьшаются при уменьшении объема ишемизированной ткани, компрессию нерва целесообразно проводить на более дистальном участке конечности – предплечье. Каковы закономерности изменения невралной моторной проводимости и диагностические возможности компрессионной пробы у детей при проведении компрессии нерва на предплечье, остаётся до настоящего времени не изученным.

Цель исследования – изучить надёжность, информативность и диагностическую значимость использования тестовой локальной ишемии периферического нерва на предплечье у детей в условиях клинического эксперимента по данным невралной проводимости.

Материалы и методы

Проведено электронейромиографическое (ЭНМГ) исследование с оценкой скорости проведения импульса (СПИ) по моторным волокнам локтевого нерва у 10 здоровых детей (1 группа) в возрасте от 6 до 15 лет ($10,7 \pm 2,6$) и 5 детей с перенесенной воспалительной полинейропатией (ПНП) (2 группа) в возрасте от 12 до 17 лет ($15,2 \pm 2,2$ лет) в семи временных срезах: до ишемической пробы, на 2, 5, 10 минутах пробы и на 1, 5, 10 минутах после ишемии. Дети второй группы имели сниженные показатели невралной проводимости вследствие перенесённой в анамнезе воспалительной полинейропатии в сроках от 60 до 180

дней, в среднем 57 дней. Исследование проводилось в экранируемом кабинете с постоянной контролируемой температурой (в среднем 24 °С).

ЭНМГ исследование проводилось на многофункциональном комплексе для проведения нейрофизиологических исследований «Нейрон-Спектр-5» производства фирмы «Нейрософт» (Россия). Проводилась супрамаксимальная стимуляция локтевого нерва прямоугольными электрическими импульсами (0,1 мс) дистально С1 (запястье) и проксимально С2 (локоть) относительно компрессионной манжеты. Запись моторных ответов (М-ответов) и оценка их латентностей с оценкой СПИ по моторным волокнам осуществлялась с *m. abductor digiti minimi*. Активный электрод накладывался на брюшко мышцы, референтный – на наружную поверхность пястно-фалангового сустава V пальца. Заземляющий электрод накладывался между стимулирующим и отводящим электродами.

Кратковременная ишемия конечности создавалась с помощью манжеты сфигмоманометра [2,7]. Манжета, шириной 14 см, накладывалась на предплечье. Давление в манжете нагнеталось на 20–30 мм рт. ст. выше систолического давления (в среднем 140–160 мм рт. ст.) и поддерживалось в течение 10 минут (рис. 1). Проводился контроль температуры кожи гипотенара с помощью инфракрасного термометра, температура кожи поддерживалась выше 30 °С с помощью грелки, укрытия исследуемой конечности махровой тканью.

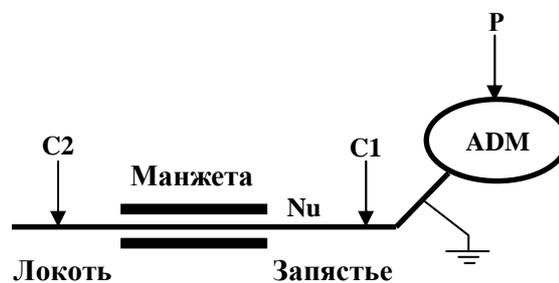


Рис. 1. Слева: расположение электродов и манжеты сфигмоманометра на предплечье. Справа: схематическая позиция стимулирующих электродов и пневматической манжеты. С – стимулирующий электрод, Р – регистрирующие электроды, Nu – локтевой нерв, ADM – *m. abductor digiti minimi*

Изучались показатели СПИ в разные временные срезы проведения компрессионной пробы, оценка СПИ проводилась по стандартной формуле: $V = \frac{S}{T_2 - T_1}$ (м/с), где V – СПИ, S – расстояние между стимулирующими электродами, T2 – латентный период М-ответа при стимуляции в проксимальной точке, T1 – латентный период М-ответа при стимуляции в дистальной точке. СПИ рассчитывалась до ишемии, на 2, 5, 10 минутах пробы и на 1, 5, 10 минутах после пробы. Степень изменения СПИ на локальную ишемию от фонового

значения, выраженная в процентах, характеризовала динамику снижения невральной проводимости на кратковременную ишемию.

Статистический анализ и обработка полученных данных СПИ проводились с помощью программного обеспечения STATISTICA, 10 версия (StatSoft, Inc., Tulsa, USA). По каждой группе и временному срезу проведения компрессионной пробы просчитывались среднее арифметическое значение, стандартное отклонение, достоверность снижения СПИ на ишемию непараметрическим критерием Вилкоксона и достоверность различия между группами непараметрическим U-критерием Манна – Уитни. Уровень значимости р-значения был принят <0,05.

Результаты

Исходно СПИ у здоровых испытуемых составляла от 54,7 до 70,0 (61,0±4,6) м/с, у детей с ПНП скорость проведения была достоверно ниже: от 32,9 до 51,4 (43,5±7,4) м/с (p<0,05).

В течение 10 минут ишемии происходило постепенное снижение СПИ в обеих группах. Уже на 2 минуте ишемии в 1 группе наблюдалось достоверное, по сравнению с фоном, снижение СПИ до 59,3±4,9 м/с (p<0,05), которое нарастало и было максимальным на 10 минуте ишемии – 55,6±3,9 м/с (p<0,05). Достоверное снижение СПИ во 2 группе имело место только на 10 минуте 41,8±7,5 м/с (p<0,05) (табл. 1). После снятия компрессии в 1 группе отмечалось быстрое достоверное повышение СПИ уже к 1 минуте, с практически полным восстановлением исходных значений к 10 минуте после ишемии – 59,6±4,4 м/с (p<0,05 по сравнению с 10 минутой ишемии). Во 2 группе после снятия компрессии изменение СПИ было недостоверно вплоть до 10 минуте после ишемии, однако имело тенденцию к повышению (p>0,05) (табл. 1).

Таблица 1

Показатели СПИ (м/с) у здоровых и детей с ПВПНП до, во время и после компрессионной ишемии (M±σ)

| Этапы теста | Здоровые, n=10 | ПВПНП, n=5 |
|------------------------------|-----------------------|-------------------|
| До ишемии | 61,0±4,6 | 43,5±7,4 |
| 2 минута ишемии | 59,3±4,9* | 43,3±6,9 |
| 5 минута ишемии | 57,5±4,2* | 43,2±7,3 |
| 10 минута ишемии | 55,6±3,9* | 41,8±7,5* |
| 1 минута после ишемии | 58,5±4,7# | 41,3±8,8 |

| | | |
|-------------------------------|-----------|----------|
| 5 минута после ишемии | 59,0±4,2# | 42,1±7,8 |
| 10 минута после ишемии | 59,6±4,4# | 43,3±9,4 |

*Достоверно значимое снижение СПИ по отношению к фоновым значениям ($p < 0,05$).

#Достоверно значимое повышение СПИ по отношению к 10 минуте ишемии ($p < 0,05$).

Сравнение динамики СПИ в двух исследуемых группах показывает значительно сниженную реактивность изменения СПИ при ПВПНП по сравнению со здоровыми испытуемыми. Вместе с тем графики зависимости изменения невралной проводимости от длительности ишемии нерва на предплечье имеют закономерную U-образную форму как в первой, так и во второй группах. Однако у детей 1 группы форма кривых имеет более яркую динамику (рис. 2), а во второй группе менее выраженную (рис. 3).

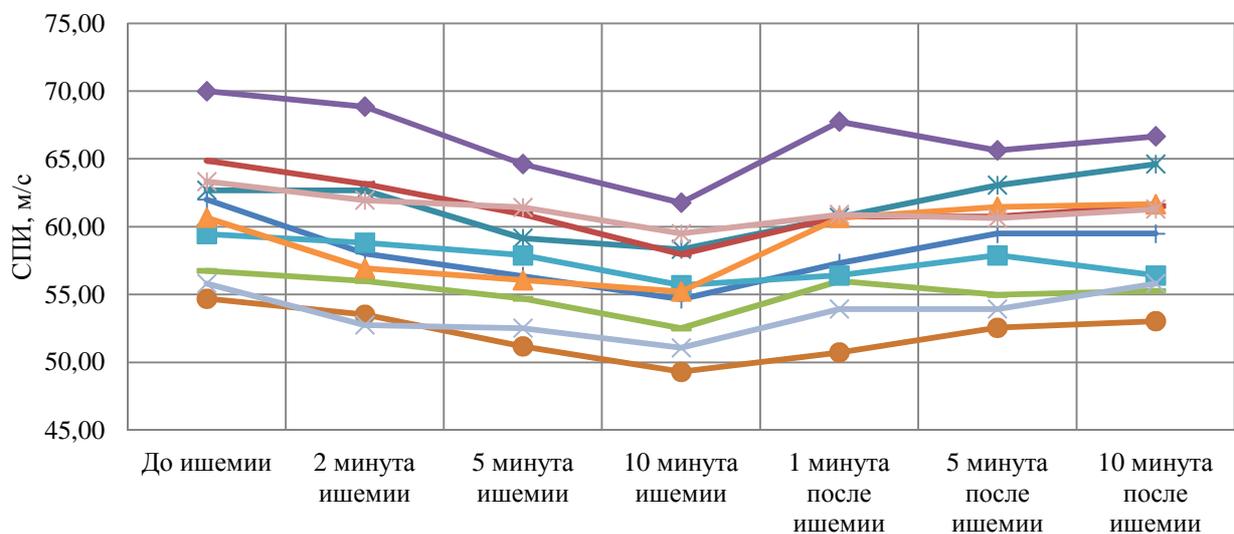


Рис. 2. Графики изменения СПИ моторной по локтевому нерву в ответ на локальную ишемию предплечья у здоровых детей (n=10) до, во время и после ишемии

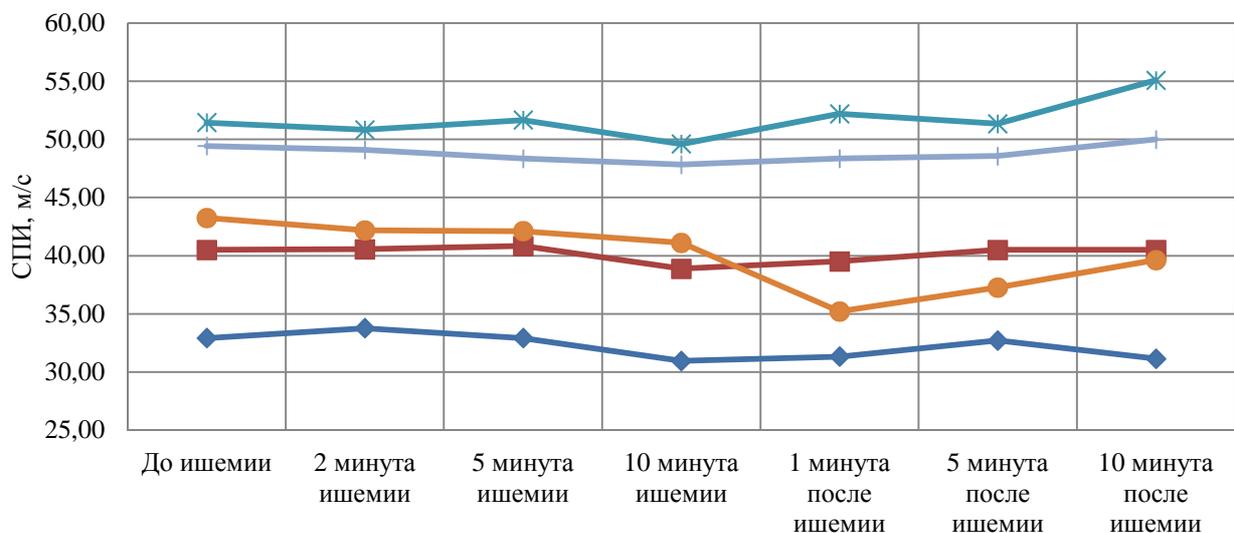


Рис. 3. Графики изменения СПИ моторной по локтевому нерву в ответ на локальную ишемию предплечья у детей с ПВПНП (n=5) до, во время и после ишемии

Для нормирования изменения индивидуальных показателей в группах расчёт динамики СПИ был проведен в процентах от фоновых значений и позволил характеризовать степень изменения невралной проводимости на кратковременную ишемию. На высоте ишемии (10 минут) СПИ в 1 группе снижалась на 6,1–11,9 %, составляя в среднем $8,8 \pm 2,2$ %. Во 2 группе на максимальной длительности ишемии (10 минут) СПИ снижалась только на 3,3–5,9 %, составляя в среднем $4,3 \pm 1,1$ % (рис. 4). Таким образом, степень снижения невралной проводимости во второй группе на 51 % достоверно меньше ($p < 0,05$), чем у здоровых детей.

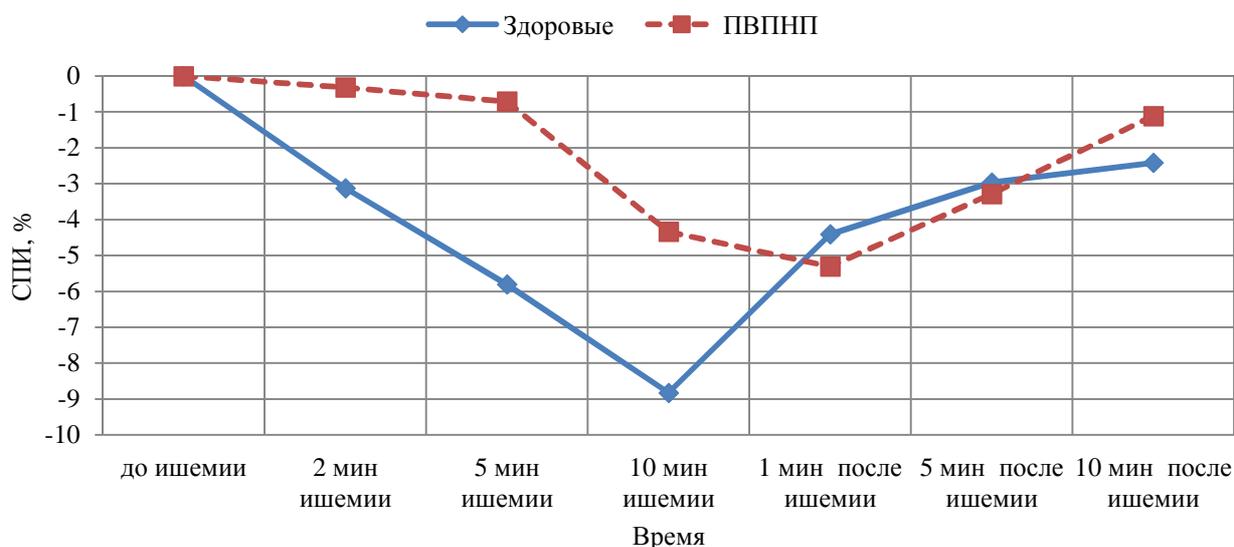


Рис. 4. Средние значения динамики снижения невралной проводимости у здоровых детей (n=10) и у детей с ПВПНП (n=5) во время и после ишемии

Все дети во время проведения турникетной пробы на 1–2 минуте ишемии в области компрессии описывали лёгкий дискомфорт и парестезии, сохранявшиеся на всём протяжении пробы. Сразу после снятия компрессии в области кисти возникали парестезии в виде покалывания, которые исчезали через 3–5 минут после появления.

Обсуждение

Полученные показатели динамики СПИ по моторным волокнам локтевого нерва при компрессии на предплечье у здоровых детей имеют U-образную форму и согласуются с полученными данными у взрослых при компрессии нерва на плече [7]. Значимое снижение СПИ на компрессию нерва на предплечье у детей в норме происходит уже на 2 минуте ишемии, однако более значимое снижение происходит на 10 минуте. Использовать более длительную по времени ишемию не целесообразно, так как это требует большего времени

исследования, продолжительной стимуляции нерва и будет вызывать выраженные болезненные ощущения.

Максимальное снижение СПИ на 10 минуте ишемии у здоровых детей составило $8,8 \pm 2,2$ %, что почти в 2 раза меньше по сравнению со снижением СПИ на компрессию нерва на уровне плеча у взрослых, которое составляет – 15,6 % [7]. По данным Vostock Н. (1994), изучавшего состояние проводимости по дистальной латентности, снижение этого показателя при компрессии нерва на предплечье по расчётам представленного графика составляет ~7 %, что соизмеримо с полученными нами показателями. Меньшее снижение СПИ на ишемию на предплечье по сравнению со снижением на компрессию на уровне плеча может быть обусловлено меньшей миелинизацией нерва на дистальном участке по сравнению с проксимальным участком или связано с возрастным фактором, что требует дальнейшего изучения.

Исследования, проведенные в эксперименте на животных с последующей электронной микроскопией участков нерва, показали, что при давлении 1000 мм рт. ст. и выше развивается паранодальная демиелинизация, а при давлении 250 мм рт. ст. структурных изменений не наблюдается, развивается только обратимый физиологический блок [10]. Таким образом, применявшееся нами в настоящем исследовании давление, создаваемое в пневматической манжете (140–160 мм рт. ст.) с длительностью компрессии (10 минут) безопасно для функции нервных волокон.

Исследования невральной проводимости на локальную ишемию при ПНП в доступном нам объеме литературы не найдены. Направленность и степень изменения невральной проводимости при нейропатии на компрессионную пробу изучалась только при карпальном туннельном синдроме у взрослых. В работе Fullerton Р. М. (1963) показано, что при длительной 30 минутной компрессии срединного нерва дистальная латентность была выше при нейропатии у взрослых в среднем на 6,2 % по сравнению с нормой, т. е. невральная проводимость по данным латентности на дистальном участке нерва при нейропатии имела более высокую реактивность, чем в норме. Динамика СПИ, по полученным в настоящем исследовании данным у детей, имела меньшую реактивность невральной в проводимости, чем в норме. Эти противоречивые данные требуют дальнейшего параллельного исследования СПИ и латентностей М-ответов у детей и взрослых, в норме и при различных нейропатиях.

Выводы

1. 10-минутная невральная ишемия на уровне предплечья у детей является диагностически информативной, хорошо переносимой для надёжной оценки реактивной динамики невральной проводимости как в норме, так и при ПВПНП.

2. Транзиторная локальная ишемия нерва на предплечье у здоровых детей вызывает закономерную U-образную форму динамики СПИ по моторным волокнам с менее значимым снижением проводимости (на 8,8 %) по сравнению с показателями у взрослых при компрессии нерва на плече (снижение на 15,6 % по данным литературы).
3. При нейропатии с исходно сниженной невральной проводимостью имеет место менее выраженное снижение невральной проводимости (на 51 %), чем у здоровых детей ($p < 0,05$).
4. Турникетная компрессия локтевого нерва на предплечье в течение 10 минут не вызывает субъективных значимых негативных ощущений и может быть использована для стандартизированной оценки невральной проводимости у детей в условиях нормы и патологии.

Список сокращений

М-ответ – моторный ответ.

ПВПНП – перенесенная воспалительная полинейропатия.

СПИ – скорость проведения импульса.

ЭНМГ – электронейромиография.

Список литературы

1. Bostock H. Differences in behavior of sensory and motor axons following release of ischaemia / Bostock H., Burke D., Hales J. P. // *Brain*. – 1994. – Vol. 117. – № 2. – P. 225–34.
2. Caruso, G. Effect of ischaemia on sensory potentials of normal subjects of different ages / Caruso G., Labianca O., Ferrannini E. // *J. Neurol. Neurosurg. Psychiatry*. – 1973. – Vol. 36. – № 3. – P. 455-66.
3. Fox J. L. The effect of ischemia on nerve conduction / Fox J. L., Kenmore P. I. // *Exp. Neurol*. – 1967. – Vol.17. – № 4. – P. 403-19.
4. Fullerton P. M. The effect of ischaemia on nerve conduction in the carpal tunnel syndrome / Fullerton P. M. // *J. Neurol. Neurosurg. Psychiatry*. – 1963. – Vol. 26. – P. 385-97.
5. Lin C. S. Responses of human sensory and motor axons to the release of ischaemia and to hyperpolarizing currents / Lin C. S., Kuwabara S., Cappelen-Smith C. // *J. Physiol*. – 2002. Vol. 541. – № 3. – P. 1025-39.
6. Mittal P. Effect of different cuff widths on the motor nerve conduction of the median nerve: an experimental study. / Mittal P., Shenoy S., Sandhu J. S. // *J. Orthop. Surg. Res*. – 2008. – № 9. 3:1.
7. Mogyoros I. Excitability changes in human sensory and motor axons during hyperventilation and ischaemia / Mogyoros I., Kiernan M. C., Burke D. // *Brain*. – 1997. – Vol. 120. – № 2. – P. 317-25.

8. Nielsen V. K. Decremental conduction in normal human nerves subjected to ischaemia? / Nielsen V. K., Kardel T. // *Acta Physiologica Scandinavica*. – 1974. – Vol. 92. – № 2. – P. 249-262.
9. Ochoa J. Anatomical changes in peripheral nerves compressed by a pneumatic tourniquet / Ochoa J., Fowler T. J., Gilliatt R. W. // *J. Anat.* – 1972. – Vol. 113. – № 3. – P. 433-55.
10. Yates S. K. The pathogenesis of pneumatic tourniquet paralysis in man / Yates S. K., Hurst L. N., Brown W. F. // *J. Neurol. Neurosurg. Psychiatry*. – 1981. – Vol. 44. – № 9. – P. 759-67.

Рецензенты:

Суворов Н. Б., д.б.н., профессор кафедры биотехнических систем Санкт-Петербургского государственного электротехнического университета “ЛЭТИ”, г.Санкт-Петербург.

Иванова Г. П., д.м.н., руководитель – ведущий научный сотрудник отдела интенсивной терапии неотложных состояний ФГБУ НИИ детских инфекций ФМБА России, г.Санкт-Петербург.