

## СООТНОШЕНИЕ МЕЖДУ ПЛОЩАДЬЮ СЕЧЕНИЯ СРЕДИННОГО НЕРВА И СТЕПЕНЬЮ ЕГО ПОРАЖЕНИЯ ПРИ НЕВРОПАТИИ НА УРОВНЕ ЗАПЯСТЬЯ (СИНДРОМЕ ЗАПЯСТНОГО КАНАЛА)

*Н.Ю. Александров, Э.Ю. Малецкий, С.В. Лобзин, И.Э. Ицкович, Ф.Р. Вильяр Флорес*  
Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова,  
Санкт-Петербург, Россия

## CORRELATIONS BETWEEN MEDIAN NERVE CROSS SECTION AREA AND DEGREE OF ITS NEUROPATHY IN CARPAL TUNNEL SYNDROME

*N.Yu. Alexandrov, E.Yu. Maletskiy, S.V. Lobzin, I.E. Itskovich, F.R. Villar Flore.*  
North-West State Medical University named after I.I. Mechnikov, Saint-Petersburg, Russia

© Коллектив авторов, 2013

Для оценки изменения площади поперечного сечения (ППС) срединного нерва на разных стадиях синдрома запястного канала (СЗК) у 48 пациентов с клинической картиной СЗК исследовали 85 срединных нервов. ППС измеряли с помощью ультразвукового исследования (УЗИ) на предплечье (S1), перед входом запястный канал (S2), в канале запястья (S3), на выходе из запястного канала (S4). Площадь сечения ветвей срединного нерва измеряли на ладони (S5). В качестве контроля исследовали 23 срединных нерва у 14 здоровых пациентов. Степень поражения нерва определяли с помощью электрофизиологического исследования.

По показателям невралгической проводимости выделили различные стадии повреждения срединного нерва: легкая ( $n = 17$ ), средняя ( $n = 44$ ), выраженная ( $n = 20$ ), резко выраженная ( $n = 4$ ). У обследуемых контрольной группы ( $n = 23$ ) показатели невралгической проводимости были нормальными. На всех стадиях невропатии выявлена высокая положительная корреляционная зависимость между степенью нарушения проведения и ППС нерва, наиболее сильно выраженная в сегментах S2 и S4. ППС в сегментах S1 и S5 была увеличена при выраженной и резко выраженной стадиях невропатии. На стадиях с сохраненной сенсорной проводимостью (легкая и средняя степени) и у здоровых пациентов выявили очень высокую отрицательную корреляционную связь между ППС и скоростью сенсорного проведения в соответствующем сегменте нерва ( $r = -0,79$ ;  $p < 0,05$ ).

**Ключевые слова:** невропатия, синдром запястного (карпального) канала, УЗИ периферических нервов, площадь сечения нерва, электронейромиография (ЭНМГ), скорость проведения по нерву

In order to compare cross-section area (CSA) of median nerve on different stages of median nerve wrist neuropathy (carpal tunnel syndrome (CTS)) 48 patients with clinical picture of CTS were selected and 85 median nerves were studied. CSA was measured on antebrachium (S1), before the nerve entrance to carpal tunnel (S2), on the level of carpal tunnel (S3) and just distal to carpal tunnel (S4). Also the cumulative area of distal median nerve branches was measured (S5). 14 healthy individuals with 23 median nerves studied served as a control. According to nerve conduction data the different stages of median nerve injury were established: normal ( $n = 23$ ), mild ( $n = 17$ ), moderate ( $n = 44$ ), severe ( $n = 20$ ), extreme ( $n = 4$ ). We have found that the best correlation between severity of neuropathy and CSA measured at S2 and S4 on all stages of neuropathy. At stages mild to moderate (with preserved sensory conduction) we have found the negative correlation between CSA and Sensory nerve conduction ( $r = -0,79$ ;  $p < 0,05$ ). CSA, measured at S1 and S5 increased only in severe to extreme stages of neuropathy.

**Key words:** neuropathy, carpal tunnel syndrome, high resolution sonography of peripheral nerves, nerve cross-section area, nerve conduction study, nerve conduction velocity.

Традиционно основным методом оценки степени тяжести и характера патофизиологического процесса при невропатиях является электрофизиологическое исследование, включающее стимуляционную электронейромиографию (ЭНМГ) с исследованием проведения

по нерву и игольчатую электромиографию (ЭМГ) с исследованием биоэлектрической активности мышц. Комбинация этих методов, несмотря на наличие ряда ограничений, является в настоящее время «золотым стандартом» определения степени и типа повреждения

нерва [1]. Однако при всей ценности электрофизиологических методов диагностики получаемая с их помощью информация касается только функционального состояния нерва и не предоставляет сведений о морфологических, структурных изменениях нервного ствола. Развитие технологии ультразвукового исследования (УЗИ) высокого разрешения периферических нервов, наметившееся в последние годы, позволяет восполнить этот пробел. С момента первого сообщения В. Fornage [2] о возможности УЗИ нервов было опубликовано немало работ, посвященных применению данной технологии в диагностике невропатий, и число этих публикаций растет каждый год. Однако, несмотря на это, до сих пор не было проведено систематического исследования, в котором были бы сопоставлены количественные характеристики, отражающие морфологические изменения нерва, определяемые с помощью УЗИ, и степень и тип поражения нерва по данным ЭНМГ, что и обусловило актуальность нашего исследования.

В качестве модели мы использовали невропатию срединного нерва, возникающую в результате синдрома запястного канала (СЗК). На наш выбор повлияло, во-первых, то, что это самый распространенный тип невропатии, достигающий 3–5% в популяции [3, 4], во-вторых, отработанность ЭНМГ методики, позволяющей относительно легко и с высокой степенью

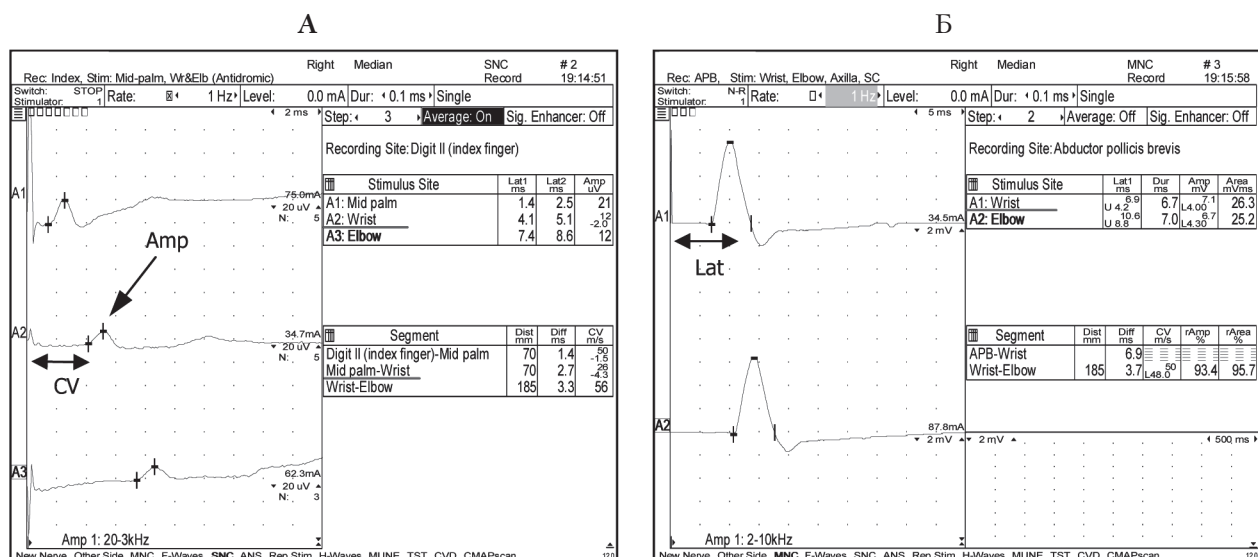
достоверности определять степень и тип поражения нерва [5, 6], и, в-третьих, относительная изученность морфологических изменений нерва, определяемых с помощью ультразвуковых технологий [7, 8].

### Материалы и методы исследования

В основную группу исследования включили 48 пациентов (женщин – 36, мужчин – 12) в возрасте от 21 до 86 лет (средний возраст  $56,7 \pm 3,99$ ) с клинической картиной СЗК. Всего в основной группе исследовали 85 срединных нервов. Предварительный диагноз определяли на основании характерного анамнеза, данных провокационных тестов, характера и распределения чувствительных и, в ряде случаев, двигательных и трофических нарушений.

В контрольную группу вошли 14 человек (женщин – 10, мужчин – 4) в возрасте от 21 до 53 лет (средний возраст  $35,07 \pm 6,22$ ), у которых отсутствовали признаки СЗК по данным клинико-анамнестического обследования. В этой группе исследовали 23 срединных нерва.

Для верификации диагноза и определения степени поражения нерва всем пациентам основной и контрольной групп выполнили ЭНМГ и УЗИ. ЭНМГ исследование включало в себя оценку характеристик вызванных потенциалов действия (ПД) нерва при стимуляции нерва на ладони, на запястье и в области локтевого сгиба (рис. 1).



**Рис. 1.** Типичные электронейромиографические изменения при синдроме запястного канала.

Нарушение сенсорного проведения (А): снижение амплитуды ПД нерва при стимуляции на запястье (Амп). Снижение скорости проведения через запястный канал (Сv). Скорость проведения дистально и на предплечье нормальная. Нарушение моторного проведения (Б): увеличение дистальной латентности М-ответа при стимуляции на запястье (Lat). При стимуляции на предплечье дистальная латентность М-ответа нормальная

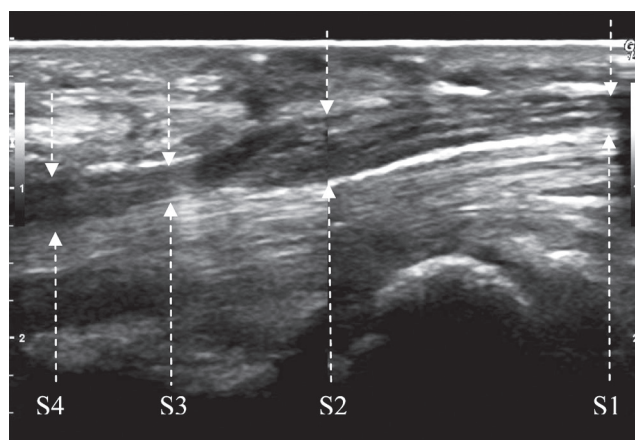
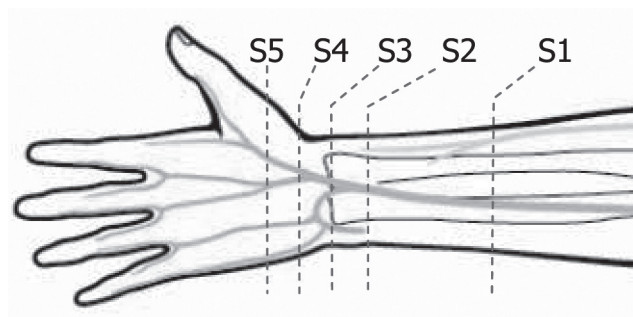
Регистрацию потенциалов осуществляли со второго пальца. Скорость проведения по сенсорным волокнам оценивали по следующим сегментам: 1) дистальный (стандартное расстояние – 70 мм); 2) ладонь – запястье (стандартное расстояние – 70 мм); 3) запястье – локтевой сгиб (расстояние измеряли индивидуально). Моторное проведение оценивали с регистрацией М-ответов на *m. abductor pollicis brevis* со стандартным расстоянием от точки стимуляции на запястье до активного записывающего электрода в 80 мм. При отсутствии М-ответа с *m. abductor pollicis brevis*, регистрацию осуществляли с *mm. lumbricales*. Оценивали амплитуду М-ответа и дистальную латентность М-ответа, отражающую скорость проведения по моторным волокнам срединного нерва в дистальном отделе, включая запястный канал. Кроме того, всем пациентам выполнено исследование сенсорного и моторного проведения, а также F-волн по локтевым нервам по общепринятой методике для исключения диффузного поражения нервных стволов (полиневропатии). Все электрофизиологические исследования выпол-

няли на электромиографе Nicolet VikingSelect. По данным ЭНМГ обследуемых разделили на группы по степени тяжести нарушения функции нерва:

1. «Норма» – нет изменений (контрольная группа);
2. «Легкая» – снижение скорости сенсорного проведения в сегменте запястного канала;
3. «Средняя» – увеличение латентности М-ответа;
4. «Выраженная» – выпадение сенсорного ответа;
5. «Резко выраженная» – выпадение М-ответа.

УЗИ проводили на сканере «LOGIQ 9» (GE) широкополосным линейным датчиком с частотой сканирования 11–14 МГц. С помощью УЗИ определяли максимальную ППС срединного нерва в 5 сегментах (рис. 2):

1. S1 (на предплечье);
2. S2 (перед входом в запястный канал);
3. S3 (в запястном канале);
4. S4 (на выходе из запястного канала);
5. S5 (суммарная площадь сечения ветвей срединного нерва на ладони).



**Рис. 2.** Измерение площади сечения срединного нерва по сегментам: S1 (на предплечье), S2 (перед входом в запястный канал), S3 (в запястном канале), S4 (на выходе из запястного канала)

### Статистический анализ

Полученные количественные характеристики ППС срединного нерва при различных стадиях нарушения проведения сравнивали с помощью непараметрических критериев (Манна – Уитни, медианного хи-квадрат, модуля ANOVA). Взаимосвязь между ППС нерва и скоростью сенсорного проведения, а также ППС нерва и стадией нарушения проведения описывали с помощью коэффициента линейной корреляции Пирсона. Полученные количествен-

ные данные обрабатывали с помощью системы Statistica for Windows версия 9.

### Результаты и их обсуждение

По данным электрофизиологического исследования получили следующее распределение по стадиям нарушения проведения: легкая ( $n = 17$ ), средняя ( $n = 44$ ), выраженная ( $n = 20$ ), резко выраженная ( $n = 4$ ). У обследуемых контрольной группы ( $n = 23$ ) показатели невралгической проводимости были нормальными. На разных стадиях

при нарастании степени нарушения функции нерва наблюдали утолщение ствола срединного нерва, происходившее неравномерно в различных сегментах (табл.).

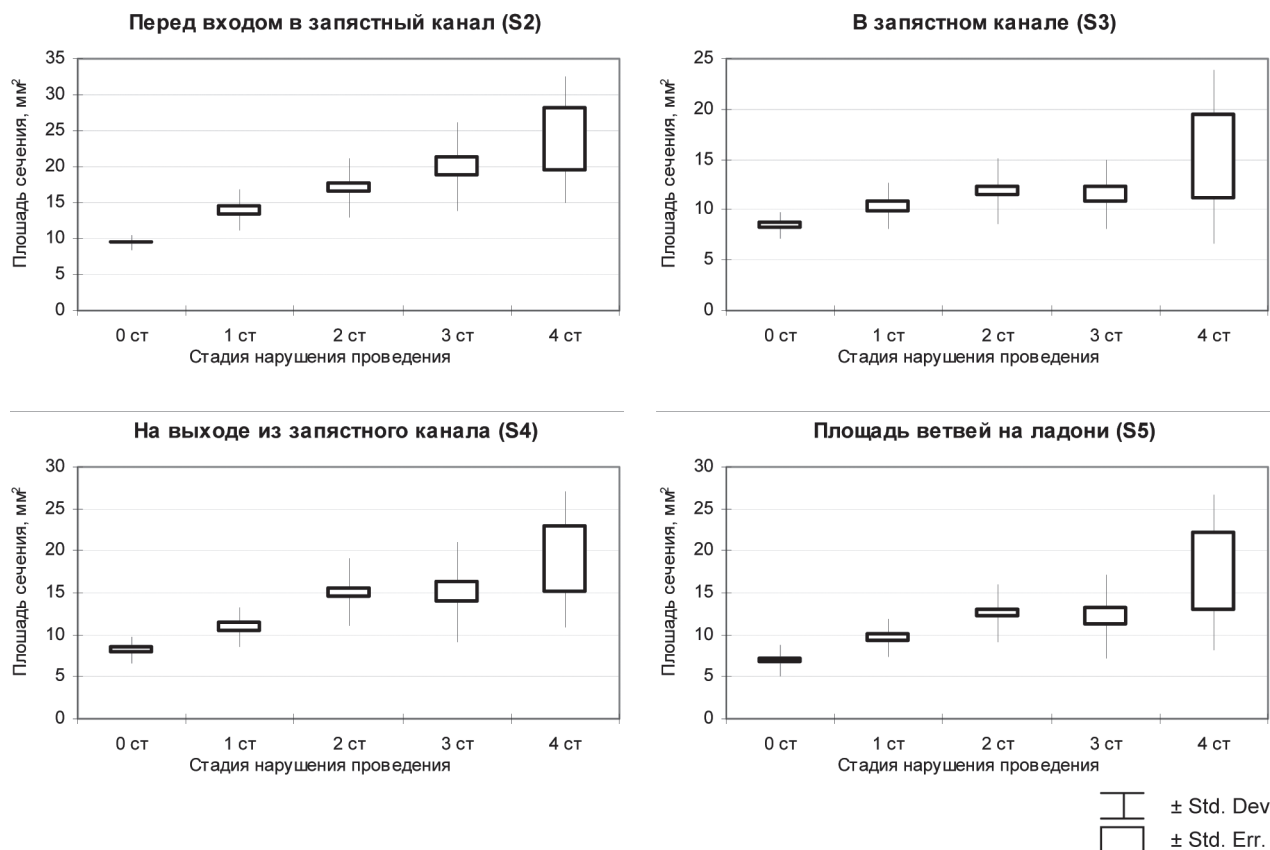
Достоверные различия в ППС нерва в зависимости от степени нарушения функции были получены в сегментах S2, S3, S4, S5 ( $p < 0,001$  по критерию Краскела – Уоллиса модулю ANOVA).

Как следует из представленных данных (рис. 3), наибольшее увеличение ППС нерва выявлено в сегментах: S2 (перед входом в запястный канал), S4 (на выходе из запястного канала) и S5 (суммарная площадь сечения вет-

вей на ладони). Увеличение ППС в сегменте S3 (в запястном канале) было умеренным, сегменте S1 (предплечье) – незначительным. Наиболее отчетливая связь между степенью поражения нерва и ППС прослеживается в сегменте S2 – перед входом в запястный канал, что соответствует утолщению нерва, связанному, по данным литературы, с сосудистым застоем, отеком [9]. При этом площадь сечения нарастает прогрессивно, в зависимости от степени поражения нерва. Хорошей иллюстрацией этого служит результат исследования взаимосвязи между ППС нерва и степенью снижения скорости проведения по сенсорным волокнам

**Площадь поперечного сечения сегментов срединного нерва по стадиям нарушения проведения**

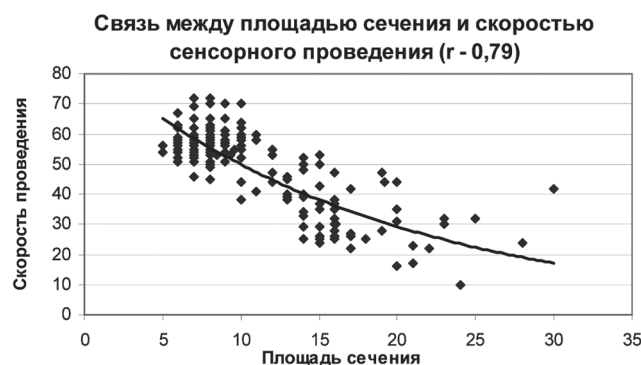
ППС в сегменте, мм <sup>2</sup>	Норма (n = 23)	Легкая (n = 17)	Средняя (n = 44)	Выраженная (n = 20)	Резко выраженная (n = 4)
S1 на предплечье	7,0±0,39	7,43±0,57	8,03±0,49	8,2±0,52	9,75±4,11
S2 вход в канал	9,43±0,42	13,89±1,35	17,05±1,22	20,0±2,67	23,75±8,63
S3 в канале запястья	8,43±0,53	10,35±1,08	11,83±0,95	11,55±1,49	15,25±8,37
S4 выход из канала	8,17±0,62	10,88±1,1	15,07±1,19	15,09±2,61	19,0±7,88
S5 на ладони	6,91±0,72	9,65±1,05	12,55±1,02	12,2±2,2	17,5±9,07



**Рис. 3.** Соотношение площади сечения сегментов срединного нерва со стадией поражения



срединного нерва у части пациентов основной группы с сохранным сенсорным проведением, а также у испытуемых контрольной группы. При исследовании зависимости между максимальной ППС и скоростью сенсорного проведения в сегменте нерва получен коэффициент корреляции  $-0,79$  ( $p < 0,05$ ), что свидетельствует о наличии очень высокой отрицательной связи между исследуемыми параметрами (рис. 4).



**Рис. 4.** Соотношение между максимальной площадью поперечного сечения и скоростью сенсорного проведения в сегменте нерва

Полученный результат говорит о том, что, по крайней мере, при относительно умеренном поражении нерва (сохранное сенсорное проведение) прослеживается четкая взаимосвязь между степенью снижения скорости проведения и ППС нерва. Снижение скорости проведения по нерву связано с двумя причинами: выпадением (утратой) относительно высокоскоростных фракций нервных волокон и нарушением миелиновой оболочки нерва. Изменение же ППС нерва в раннюю стадию поражения нерва обусловлено, прежде всего, его отеком. Таким образом, полученный нами результат может косвенно свидетельствовать о роли механического воздействия (компрессии) в нарушении функции нерва.

Изменение ППС нерва на участках дистальнее места компрессии наиболее отчетливо проявляется при относительно грубой степени поражения – отсутствии потенциалов действия нервов, грубом нарушении М-ответов, явлениях дистальной валлеровской дегенерации. Возможно, что в данном случае в основе утолщения нерва ведущую роль играет не только отек, но и пролиферация интраневральной соединительной ткани. Ожидаемым было относительно умеренное увеличение площади сечения нерва в участке непосредственной компрессии (запястный канал), где утолщение, связанное с отеком (в раннюю стадию), компенсировалось

ограниченным объемом туннеля. Интересным, хотя и неожиданным, для нас явилось обнаружение увеличения ППС нерва проксимальнее места компрессии (на предплечье), которое достоверно выявляли только при грубом поражении нерва. Мы не можем объяснить это явление ретроградной дегенерации нерва, так как по данным литературы [10] протяженность ее обычно не достигает более 1–2 см проксимально от места поражения нерва и считаем, что данная находка требует своего подтверждения на большем объеме исследования.

### Выводы

На всех стадиях невропатии увеличение ППС срединного нерва хорошо соотносится со степенью поражения нерва, определяемой электрофизиологическими методами. Это проявляется высокой положительной корреляционной зависимостью между исследуемыми показателями, наиболее сильно выраженной в сегментах S2 (перед входом в запястный канал) и S4 (на выходе из запястного канала).

На стадиях с сохраненной сенсорной проводимостью (легкая и средняя степени) и у здоровых пациентов существует очень высокая отрицательная корреляционную связь между ППС и скоростью сенсорного проведения в соответствующем сегменте нерва.

В основе утолщения нервного ствола при невропатиях могут лежать различные механизмы и полноценно оценить их роль можно только при сопоставлении клинических данных с акцентом на сроки появления и степень выраженности симптомов и данных инструментального исследования морфологии и функции нерва.

### Литература

1. *Campbell, W.W.* Evaluation and management of peripheral nerve injury / W.W. Campbell // *Clinical Neurophysiology*. – 2008. – Vol. 119, № 9. – P. 1951–1965.
2. *Fornage, B.D.* Peripheral nerves of the extremities: imaging with US / B.D. Fornage // *Radiology*. – 1988. – Vol. 167, № 1. – P. 179–182.
3. *Atroshi, I.* Prevalence of carpal tunnel syndrome in a general population / I. Atroshi [et al.] // *JAMA*. – 1999. – Vol. 282, № 2. – P. 152–158.
4. *de Krom, M.C.* Carpal tunnel syndrome: prevalence in the general population / M.C. de Krom [et al.] // *J. Clin. Epidemiol.* – 1992. – Vol. 45, № 4. – P. 373–376.

5. *Report of the American Academy of Neurology, American Association of Electrodiagnostic Medicine, and American Academy of Physical Medicine and Rehabilitation. Practice parameter: Electrodiagnostic studies in carpal tunnel syndrome* / C.K. Jablecki, M.T. Andary, M.K. Floeter, R.G. Miller, C.A. Quartly, M.J. Vennix, J.R. Wilson // *Neurology*. – 2002. – Vol. 58, № 11. – P. 1589–1592.

6. *Hang, J. Lee. Manual of nerve conduction study and surface anatomy for needle electromyography* / Hang J. Lee, Joel A. DeLisa. – Lippicott Williams & Wilkins. 2004, 4-th edition. – P. 301

7. *Buchberger, W. Carpal tunnel syndrome: diagnosis with high-resolution sonography* /

W. Buchberger [et al.] // *Am. J. Roentgenol.* – 1992. – Vol. 159, № 4. – P. 793–798.

8. *Silvestri, E. Echotexture of peripheral nerves: correlation between US and histologic findings and criteria to differentiate tendons* / E. Silvestri [et al.] // *Radiology*. – 1995. – Vol. 197, № 1. – P. 291–296.

9. *Martinoli, C. US of nerve entrapments in osteofibrous tunnels of the upper and lower limbs* / C. Martinoli [et al.] // *RadioGraphics*. – 2000. – Vol. 20, October Special Issue. – P. 199–217.

10. *Cragg, B.G. Changes in conduction velocity and fiber size proximal to peripheral nerve lesions* / B.G. Cragg, P.K. Thomas // *J. Physiol.* – 1961. – Vol. 157, № 2. – P. 315–327.

---

*Н.Ю. Александров*

*e-mail: alexandrov@nicolet.ru*