

Сонографические характеристики нетравматической фокальной констрикции нерва по типу песочных часов

Д.С. ДРУЖИНИН^{1*}, Е.С. НАУМОВА^{2,3}, С.С. НИКИТИН^{2,3}, М.Л. НОВИКОВ⁴, Н.Н. СПИРИН¹,
А.В. ФЕДОРОВ⁴

¹ФГБОУ ВО «Ярославский государственный медицинский университет» Минздрава России, Ярославль, Россия; ²РОО «Общество специалистов по нервно-мышечным болезням» Москва, Россия; ³Клиника «Практическая неврология», Москва, Россия;

⁴Медицинский центр «Мотус», Ярославль, Россия

Цель исследования. Описать сонографический феномен фокальной констрикции периферического нерва (ФКПН) по типу «песочных часов». **Материал и методы.** Представлено 7 наблюдений пациентов, удовлетворяющих критериям невралгической амиотрофии с односторонней ФКПН, в 4 случаях выявленной при помощи УЗИ и в 3 случаях оказавшейся интраоперационной находкой (предварительное УЗИ не проводилось). Для визуализации периферических нервов использовались сканер Sonoscape pro в режиме серой шкалы в поперечном и продольном сканировании линейным датчиком 8—15 МГц и сканер Logiq9 с использованием режима эластографии. **Результаты.** В 4 случаях ФКПН обнаружена в одном нерве, в 2 случаях изменения отмечены в двух нервах и в 1 — в трех нервах. Среди всех вовлеченных в патологический процесс нервов в 73% (8 нервов) случаев страдали лучевой нерв и его ветви; в 18% (2 нерва) случаев вовлекался локтевой нерв и в 9% — один мышечно-кожный нерв. Протяженность участка сужения не превышала 1,7 мм. Коэффициент деформации (КД) места констрикции составил 3,8—5,9 изменение эластичности в виде увеличения КД до 5,9 при сравнении с неизменным участком нерва снижение эхогенности имелось у одного больного. **Заключение.** УЗИ нерва может быть информативным методом диагностики ФКПН при идиопатических нетравматических мононейропатиях.

Ключевые слова: сужение нерва по типу «песочных часов», невралгическая амиотрофия, ультразвуковое сканирование периферического нерва, нетравматическая нейропатия, мононейропатия.

Sonographic characteristics of non-traumatic focal hourglass-like nerve constriction

D.S. DRUZHININ, E.S. NAUMOVA, S.S. NIKITIN, M.L. NOVIKOV, N.N. SPIRIN, A.V. FEDOROV

Yaroslavl State Medical University, Ministry of Health of Russia, Yaroslavl, Russia; Society of Experts in Neuromuscular Disease; Medical Center «Practical Neurology», Moscow, Russia; Medical Center «Motus», Yaroslavl, Russia

????????????????????

Keywords:

В последние годы развитие таких дополнительных методов нейровизуализации периферических нервов, как УЗИ и МРТ, позволило описать разные варианты фокальных изменений нервных стволов [1]. Особое внимание исследователей было обращено на фокальную констрикцию периферического нерва (ФКПН) по типу «песочных часов» у пациентов с вялым парезом, который чаще наблюдается в руке. Ретроспективный анализ серии случаев ФКПН показал, что всех пациентов объединяет внезапное развитие выраженного нейропатического болевого синдрома в области плеча, с последующим или одновременным возник-

новением моторного дефицита вплоть до паралича, что позволяет предположить наличие у них синдрома невралгической амиотрофии (НА). При этом однозначного мнения о том, что ФКПН является осложнением НА или самостоятельным заболеванием нет [2, 3].

Определенные сложности в рассмотрении этого вопроса внесли первые описания ФКПН, сделанные хирургами, проводившими реконструктивное хирургическое лечение стойкого монопаралича мышц руки [4, 5]. В дальнейшем появилось сообщение об обнаружении ФКПН у нескольких пациентов при УЗИ, что послужило основанием для

оперативного лечения [6]. Таким образом, вопрос о том, является ли ФКПН проявлением НА, остается открытым и любое описание случая ФКПН является ценным.

Цель работы — описание сонографического феномена ФКПН по типу «песочных часов».

Материал и методы

В исследование включены 7 пациентов, 4 женщины и 3 мужчины, (средний возраст $44,8 \pm 9,7$ года), удовлетворяющих критериям диагноза НА, имеющих стойкий вялый парез и у которых была выявлена ФКПН. В 5 случаях ФКПН обнаружена при УЗИ периферических нервов, причем в одном — после хирургического лечения при направленном поиске констрикции в другом нерве; у 3 пациентов ФКПН выявлена интраоперационно.

Для визуализации периферических нервов использовались сканеры Sonoscape 20 pro (Китай) в режиме серой шкалы с линейным датчиком в диапазоне частот 8—15 МГц и Logiq 9 (США) в режиме эластографии линейным датчиком 8—18 МГц. Площадь поперечного сечения (ППС) нерва измерялась методом обвода гиперэхогенной границы. В случае обнаружения ФКПН оценивалась ее протяженность (в мм), ППС проксимального и дистального фрагмента нерва в месте констрикции; полученные значения сопоставлялись с данными измерений на том же уровне с противоположной стороны. Эхогенность нерва считалась сниженной, если она была сопоставима с эхогенностью внутреннего просвета артерии или вены при визуальной оценке, неизменной — если она не отличалась от эхогенности мышцы. Эластичность участка сужения оценивалась автоматически по коэффициенту деформации (КД) с помощью встроенного программного обеспечения при смещении и деформации нерва в ответ на механическую нагрузку (компрессия датчиком) [7]. Значение КД в месте констрикции сопоставлялось со значением коэффициента для неизмененного участка с другой стороны нерва на том же уровне. Для выявления ФКПН во всех случаях проводилось УЗ-сканирование всех длинных нервов рук, независимо от клинического вовлечения, а также спинномозговых нервов плечевого сплетения с двух сторон.

После невролиза ФКПН у одного пациента было проведено гистологическое исследование иссеченного участка констрикции нерва с использованием стандартной окра-

ски препарата гематоксилином и эозином. В задачу исследования не входило сопоставление клиники, результатов электромиографического исследования с данными УЗИ периферических нервов.

Результаты

Во всех представленных наблюдениях ФКПН выявлена в проксимальных отделах нервов рук и только с одной стороны (табл. 1).

В 4 случаях ФКПН обнаружена в одном нерве, в 2 случаях изменения отмечены в двух нервах и в одном — в 3 нервах. Малое число пациентов не позволяет судить о связи между числом ФКПН и продолжительностью болезни. Среди всех вовлеченных в патологический процесс нервов в 73% (8 нервов) случаев страдали лучевой нерв и его ветви; в 18% (2 нерва) — локтевой и в 9% — мышечно-кожный. В 6 случаях (по данным УЗИ) ФКПН представляла собой локальное сужение нерва и по своей форме при продольном сканировании напоминала «песочные часы» (рис. 1, обозначено желтым, см. на цв. вклейке).

У одной пациентки (случай №1) изменение нерва представлено множественной ФКПН (рис. 2, обозначено желтым, см. на цв. вклейке).

Во всех описываемых случаях протяженность участка сужения периферического нерва не превышала 1,7 мм (рис. 3, см. на цв. вклейке).

Во всех 3 случаях, в которых ФКПН выявлена интраоперационно, нерв имел белесоватый цвет и глубокое локальное сужение (рис. 4, а, , см. на цв. вклейке случай №2 и рис. 4, б, , см. на цв. вклейке случай №4), напоминающее перетяжку по типу «песочных часов». В одном случае нерв выглядел отечным, причем больше в проксимальном отделе (см. рис. 4, б на цв. вклейке). Макроскопические изменения нерва по типу локальной констрикции, обнаруженные интраоперационно (см. рис. 4 на цв. вклейке).

Основные сонографические характеристики ФКПН по типу «песочных часов» представлены в табл. 2.

Во всех рассматриваемых случаях, как указывалось выше, размер обнаруженной ФКПН не превышал 1,0—1,7 мм (см. рис. 3 на цв. вклейке); измерение проксимального и дистального участков нерва, прилегающих к месту констрикции, не выявило отклонений по сравнению с нервом на том же уровне с противоположной стороны. Исключе-

Таблица 1. Основные характеристики пациентов с ФКПН

Возраст, годы	Пол	Нерв	Локализация ФКПН	Время от начала болезни
32	Ж	Лучевой	Область локтевого сгиба	1 мес
67	М	Задний межкостный	Верхняя треть предплечья	3 года
		Мышечно-кожный	Верхняя треть плеча по внутренней поверхности	
		Передний межкостный	Средняя треть предплечья	
46	Ж	Поверхностный лучевой	Нижняя треть предплечья по латеральной поверхности	6 мес
38	Ж	Передний межкостный	Средняя треть предплечья	1 год
		Локтевой	Нижняя треть плеча (перед входом в кубитальный канал)	
54	Ж	Лучевой	Область локтевого сгиба	3 года
47	Ж	Лучевой	Область локтевого сгиба	3 мес
38	М	Лучевой	Область локтевого сгиба	>4 лет
		Локтевой	Нижняя треть плеча (перед входом в кубитальный канал)	

Таблица 2. УЗ характеристика ФКПН в 8 нервах у 5 пациентов*

Нерв	ППС (мм ²) вне ФКПН			КД в области		Эхогенность прокс.	Размер ФКПН (мм)
	проксимальный участок	дистальный участок	контралатеральный участок	ФКПН	вне констрикции		
Лучевой	5,7	5,2	5,0	5,9	1,4	Снижена	1,1
Задний межкостный	2,5	2,33	2,41	НД	НД	Не изменена	1,6
Лучевой	6,3	5,7	4,9	4,6	1,6	Не изменена	1,0
Передний межкостный	1,85	1,86	1,83	3,8	1,6	Не изменена	1,4
Лучевой	6,4	7,9	4,8	4,1	1,5	Не изменена	1,7
Передний межкостный	2,1	1,9	1,5	НД	НД	Не изменена	1,5
Локтевой	5,4	5,2	5,6	НД	НД	Не изменена	1,4
Лучевой	4,8	4,5	5,2	НД	НД	Не изменена	1,7

Примечание. В качестве контроля использовалось значение КД неизмененного периферического нерва — 1,5 [7]; НД — нет данных; * — нервы с ФКПН, обнаруженной интраоперационно, в таблицу не включены.

ние составляет лучевой нерв, в котором выявлено увеличение ППС как проксимального (на 30%), так и дистального (65%) участков. Вопрос о причине изменения нерва вокруг зоны констрикции требует дальнейшего исследования на большем статистическом материале, но даже при обсуждении представленных данных необходимо обратить на него внимание, так как в одном из интраоперационных случаев это изменение имело большую выраженность (см. рис. 4, б на цв. вклейке).

В 4 наблюдениях при проведении эластографии отмечено увеличение жесткости нерва в местах сужения при неизменной эластичности близлежащих участков (рис. 5, см. на цв. вклейке). КД места констрикции составил 3,8—5,9.

Гистологическое исследование участка констрикции нерва у одного больного (случай №2) выявило участки фиброза и инфильтрацию периневрия лимфоцитами; веретеновидные коллагеновые и эластические волокна с признаками отека (рис. 6, см. на цв. вклейке).

Обсуждение

Показано, что прежде всего страдают участки нервов, расположенные вблизи суставов и имеющие большую подвижность [2]. Описано формирование ФКПН в переднем [8—10] и заднем межкостном нервах [11], лучевом [12], срединном нервах в карпальном канале [13], мышечно-кожном [14], подмышечном [15, 16] и надлопаточном [15] нервах. Несмотря на малое число представленных случаев вследствие редкости данной патологии, что отмечено некоторыми авторами [3, 17], лучевой нерв и его ветви в нашем исследовании вовлекались в 73% случаев. Большой интерес представляют случаи вовлечения в патологический процесс больше чем одного нерва. В ряде [2, 18, 19] работ описано вовлечение нескольких нервов. У троих из наблюдавшихся нами пациентов было поражено более одного нерва. Нами также была обнаружена множественная ФКПН, как правило, выявляемая при УЗИ и МРТ-исследовании [17].

Этиология и патогенез ФКПН, а также ее связь с НА по-прежнему остаются дискуссионными. Еще совсем не-

давно ФКПН была случайной находкой при оперативном лечении. Распространение методов нейровизуализации и в первую очередь УЗИ, позволяет обнаруживать констрикцию на дооперационном этапе [2, 6, 20]. В литературе представлено несколько теорий механизма формирования ФКПН [10, 21, 22]. Первоначально в качестве механизма локальной констрикции нерва обсуждался механический фактор, однако в дальнейшем это было поставлено под сомнение [23]. Сегодня в качестве основного механизма развития ФКПН рассматривается иммуноопосредованный воспалительный процесс, предшествующий скручиванию [1, 2, 24]. Развитие местной воспалительной реакции вокруг нерва приводит к отеку тканей и, как следствие, нарушению скольжения нерва в фасциальном футляре и сужению мелких артериол. Повышение эндоневрального давления и развитие фиброза приводят к уменьшению эластичности нерва, снижению его устойчивости к деформации, что при повторной травматизации заканчивается скручиванием нерва [25]. Это подтверждается показанными нами и другими исследователями признаками фиброза, отека коллагеновых волокон с лимфоцитарной клеточной инфильтрацией при гистологическом исследовании участка констрикции нерва [25]. УЗ-сканирование области ФКПН при эластографии обнаружило увеличение КД, что также свидетельствует о снижении эластичности анализируемого участка нерва.

Z. Arányi и соавт. в 2015 г. были выделены четыре типа ФКПН: 1 — локальное увеличение ППС нерва или плечевого сплетения; 2 — неполная ФКПН; 3 — полная ФКПН с феноменом «скручивания»; 4 — «фасцикулярное переплетение» [26]. Однако данная классификация вызывает ряд возражений, так как она основана только на интраоперационном материале, и ее применение в клинике пока затруднительно.

Заключение

УЗИ периферического нерва является информативным инструментальным методом диагностики ФКПН. Полученные в ходе нашего исследования данные эластографии и гистологического исследования участка констрик-

ции нерва согласуются с обсуждаемой в литературе теорией о локальном воспалительном процессе в месте сужения с потерей эластичности за счет фиброза этого участ-

ка, что создает условия для последующего механического скручивания нерва.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Hobson-Webb LD, Padua L. Ultrasound of Focal Neuropathies. *J Clin Neurophysiol*. 2016;33(2):94-102. <https://doi.org/10.1097/WNP.0000000000000233>
2. Pan Y, Wang S, Zheng D. Hourglass-like constrictions of peripheral nerve in the upper extremity: a clinical review and pathological study. *Neurosurgery*. 2014;75(1):10-22. <https://doi.org/10.1227/NEU.0000000000000350>
3. Seror P. Neuralgic amyotrophy. An update. *Joint Bone Spine*. 2017;84(2):153-158. <https://doi.org/10.1016/j.jbspin.2016.03.005>
4. Abe T, Hoshiko M, Shinohara N. Isolated paralysis of the deep branch of the radial nerve thought to be the entrapment neuropathy. *Rinsho Seikei Geka*. 1966;1:617-621.
5. Wilhelm A. Das Radialis irritations syndrom. *Hand chirurgie*. 1970;2:139-142.
6. Nakashima Y, Sunagawa T, Shinomiya R, Ochi M. High-resolution ultrasonographic evaluation of «hourglass-like fascicular constriction» in peripheral nerves: a preliminary report. *Ultrasound Med Biol*. 2014;40(7):1718-1721. <https://doi.org/10.1016/j.ultrasmedbio.2013.12.011>
7. Cespedes I, Ophir JM, Ponnerkanti H. Elastography: elasticity imaging using ultrasound with application to muscle and breast in vivo. *Ultrason Imag*. 1993;15:73-88. <https://doi.org/10.1177/016173469301500201>
8. Sunagawa T, Nakashima Y, Shinomiya R. Correlation between «hourglass-like fascicular constriction» and idiopathic anterior interosseous nerve palsy. *Muscle Nerve*. 2017;55(4):508-512. <https://doi.org/10.1002/mus.25361>
9. Vastamäki M. Prompt interfascicular neurolysis for the successful treatment of hourglass-like fascicular nerve compression. *Scand J Plast Reconstr Surg Hand Surg*. 2002;36(2):122-124.
10. Nagano A, Shibata K, Tokimura H, Yamamoto S, Tajiri Y. Spontaneous anterior interosseous nerve palsy with hourglass-like fascicular constriction within the main trunk of the median nerve. *J Hand Surg Am*. 1996;21(2):266-270. [https://doi.org/10.1016/S0363-5023\(96\)80114-6](https://doi.org/10.1016/S0363-5023(96)80114-6)
11. Loizides A, Baur EM, Plaikner M, et al. Triple hourglass-like fascicular constriction of the posterior interosseous nerve: a rare cause of PIN syndrome. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2015;135(5):635-637. <https://doi.org/10.1007/s00402-015-2177-y>
12. Fernandez E, Di Rienzo A, Marchese E. Radial nerve palsy caused by spontaneously occurring nerve torsion. Case report. *J Neurosurg*. 2001;94(4):627-629. <https://doi.org/10.3171/jns.2001.94.4.627>
13. Arons JA, Collins N, Arons MS. Results of treatment of carpal tunnel syndrome with associated hourglass deformity of the median nerve. *J Hand Surg Am*. 1999;24(6):1192-1195. <https://doi.org/10.1053/jhsu.1999.1192>
14. Wu G, Li C, Sun H, Zhu Q, Cui S. Hourglass-like constriction of the musculocutaneous nerve: case report. *J Hand Surg Am*. 2010;35(10):1652-1654. <https://doi.org/10.1016/j.jhsa.2010.07.008>
15. Vigasio A, Marcoccio I. Homolateral hourglass-like constrictions of the axillary and suprascapular nerves: case report. *J Hand Surg Am*. 2009;34(10):1815-1820. <https://doi.org/10.1016/j.jhsa.2009.07.016>
16. Oberlin C, Shafi M, Diverres JP, Silberman O, Adle H, Belkheyar Z. Hourglass-like constriction of the axillary nerve: report of two patients. *J Hand Surg Am*. 2006;31(7):1100-1104. <https://doi.org/10.1016/j.jhsa.2006.03.007>
17. Qi HT, Wang XM, Li SY, Wang GB, Wang DH, Wang ZT, Zhang XD, Teng JB. The role of ultrasonography and MRI in patients with non-traumatic nerve fascicle torsion of the upper extremity. *Clin Radiol*. 2013;68(9):479-483. <https://doi.org/10.1016/j.crad.2013.03.021>
18. Pan YW, Wang S, Tian G. Typical brachial neuritis (Parsonage-Turner syndrome) with hourglass-like constrictions in the affected nerves. *J Hand Surg Am*. 2011;36(7):1197-1203. <https://doi.org/10.1016/j.jhsa.2011.03.041>
19. Yasunaga H, Shiroishi T, Ohta K, Matsunaga H, Ota Y. Fascicular torsion in the median nerve within the distal third of the upper arm: three cases of nontraumatic anterior interosseous nerve palsy. *J Hand Surg Am*. 2003;28(2):206-211. <https://doi.org/10.1053/jhsu.2003.50021>
20. Chiou HJ, Chou YH, Chiou SY, Liu JB, Chang CY. Peripheral nerve lesions: role of high resolution US. *RadioGraphics*. 2003;23(6):15. <https://doi.org/10.1148/rg.e15>
21. Burns J, Lister GD. Localized constrictive radial neuropathy in the absence of extrinsic compression: three cases. *J Hand Surg (Am)*. 1984;9A(1):99-103.
22. Burns J, Lister GD. Localized constrictive radial neuropathy in the absence of extrinsic compression: three cases. *J Hand Surg (Am)*. 1984;9A(1):99-103.
23. Dellon AL, Mackinnon SE. Musculoaponeurotic variations along the course of the median nerve in the proximal forearm. *J Hand Surg Br*. 1987;12:359-363.
24. Hosi K, Ochiai N, Shinoda H. Median nerve paresis with hourglass deformed funiculi: a case report. *Rinsho Useikeigeka*. 1993;28:1171-1174.
25. Lundborg G. Commentary: hourglass-like fascicular nerve compressions. *J Hand Surg Am*. 2003;28(2):212-214. <https://doi.org/10.1053/jhsu.2003.50040>
26. Arányi Z, Csillik A, Dévay K. Ultrasonographic identification of nerve pathology in neuralgic amyotrophy: Enlargement, constriction, fascicular entwinement, and torsion. *Muscle Nerve*. 2015;52(4):503-511. <https://doi.org/10.1002/mus.24615>