

Микроанатомия интракраниального отдела преддверно-улиткового нерва. Возможные корреляции с симптомами нейроваскулярного компрессионного синдрома

Д.м.н., проф. Н.Л. КУНЕЛЬСКАЯ¹, д.м.н., проф. А.Н. ЯЦКОВСКИЙ², м.н.с. В.В. МИШЕНКО¹

¹ГБУЗ «Научно-исследовательский клинический институт оториноларингологии им. Л.И. Свержевского» ДЗМ (дир. — проф. А.И. Крюков), Москва, Россия, 117152; ²ГБОУ ВПО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России, Москва, Россия, 103009

Microanatomy of the cranial segment of the vestibulocochlear nerve. Possible correlations with the symptoms of neurovascular compression syndrome

N.L. KUNEL'SKAYA¹, A.N. YATSKOVSKY², V.V. MISHCHENKO¹

¹L.I. Sverzhevsky Research Institute of Clinical Otorhinolaryngology, Moscow Health Department, Moscow, Russia, 117152;

²I.M. SechenovFirst Moscow State Medical University, Russian Ministry of Health, Moscow, Russia, 103009

Цель исследования — проанализировать топографию нервных волокон, принадлежащих к слуховому и вестибулярному анализаторам, в составе интракраниального отдела преддверно-улиткового нерва (ПУН) человека. Исследованы 16 образцов интракраниального отдела ПУН, выделенных от места выхода из ствола мозга до входа во внутренний слуховой проход. Перед фиксацией образцов отделы ПУН маркировали в соответствии с его прижизненным анатомическим положением в задней черепной ямке. Поперечные срезы ПУН окрашивали гематоксилином и эозином, а также по методу Ван-Гизона. Срезы изготавливали в месте выхода нерва из ствола мозга (N1), в середине (N2) и у его входа во внутреннее слуховое отверстие (N3). Морфометрию срезов и статистический анализ результатов выполняли на аппаратно-программном комплексе Диаморф. Оцифрованные изображения срезов ПУН получали на микровизоре μVizo 103. Интракраниальный отдел ПУН представлен двумя обособленными группами нервных волокон, различающихся по плотности окраски, размерам и степени миелинизации. В интракраниальном отделе ПУН взаимное расположение волокон, образующих КН и ВН, изменяется: у внутреннего слухового отверстия КН занимает передненижнее положение относительно ВН. В средней части ПУН волокна, образующие КН, располагаются на передненижнезадней поверхности нерва. Аналогичное взаимное расположение имеют нервные волокна КН и ВН у латеральной поверхности ствола мозга.

Ключевые слова: преддверно-улитковый нерв, вестибулярные волокна, кохлеарные волокна.

The objective of the present study was to elucidate the topographic features of the nerve fibers belonging to the acoustic and vestibular analyzers located in the intracranial cranial segment of human vestibulocochlear nerve (VCN). A total of 16 samples of the intracranial cranial segment of the human vestibulocochlear nerve isolated from the region enclosed between the exit of VCN from the brainstem and its entrance into the internal acoustic meatus were available for the investigation. Prior to fixation of the samples, the VCN segments were marked in correspondence with their intravital anatomical location in the posterior cranial fossa. Cross sections of the PCN segments were stained with hematoxylin and eosin as well as according to the van-Hison method. The cross sections were made either at the exit of the nerve from the brainstem (N1), its entrance into the internal acoustic meatus (N3) or in-between these sites (N2). The morphometric analysis of the sections and the statistical treatment of the data obtained were performed with the use of the Diamfor hardware and software complex («Diamfor», Russia). The digitized images of the PCN sections were prepared using amVizo 103 microvisor (Russia). It was shown that the intracranial segment of the human vestibulocochlear nerve consists of two isolated groups of nerve fibers differing in terms of staining density, size, and the degree of myelination. The mutual location of the fibers forming the cochlear and vestibular nuclei (CN and VN respectively) varies. Namely, CN near the internal acoustic foramen occupies the antero-posterior position with respect to VN. In the middle part of VCN, CN-forming fibers are located at the antero-inferoposterior surface of the nerve. The nerve fibers of both CN and VN are similarly arranged near the lateral surface of the brain stem.

Keywords: vestibulocochlear nerve, vestibular fibers, cochlear fibers.

При обследовании больных с кохлеовестибулярными нарушениями и диагностированным нейроваскулярным конфликтом преддверно-улиткового нерва (ПУН) обращает на себя внимание преобладание в ряде случаев клинических симптомов нарушения слуха или равновесия.

Встречаются также варианты сочетанных нарушений. Известно, что VIII пара черепных нервов содержит афферентные нервные волокна, начинающиеся от спирального ганглия улитки и формирующие кохлеарный нерв

(КН), а также аксоны нейронов ганглиев преддверия, формирующие вестибулярный нерв (ВН). Последний образуют два отдельных ствола — верхний и нижний вестибулярные нервы [1—5]. Можно полагать, что симптоматика нейроваскулярного конфликта ПУН определяется характером синтопии передней нижней мозжечковой артерии и, как следствие, зависит от места компрессии нервных волокон слухового либо вестибулярного пути в составе ПУН. Локализация и взаимное расположение кохлеарного и вестибулярного нервов в составе ПУН изучались у различных животных и человека [1—9]. В некоторых из этих работ акцент сделан только на участке ПУН, расположенном во внутреннем слуховом проходе (ВСП), либо анализировалась топография и структура только КН. При этом для уточнения топографии кохлеарного и вестибулярного отделов ПУН использовали разные методические подходы: магнитно-резонансную томографию, регистрацию потенциала действия с поверхности нерва, введение трейсеров в соответствующие ганглии, гистологический анализ [1, 3, 5, 9—12]. Вследствие этого имеющиеся в литературе сведения о микротопографии и гистоструктуре КН и ВН в составе ПУН зачастую неполны и достаточно противоречивы.

Цель исследования — проанализировать топографию нервных волокон, принадлежащих к слуховому и вестибулярному анализаторам, в составе интракраниального отдела ПУН человека.

Материал и методы

Материал для исследования получали в патолого-анатомическом отделении филиала 2 ГКБ №56 при аутопсии трупов мужчин (2) и женщин (6), умерших от острой коронарной недостаточности в возрасте от 45 до 60 лет. Всего исследовано 8 образцов правого и 8 образцов левого ПУН, выделенных от места выхода из ствола мозга до входа во внутренний слуховой проход. При изъятии образцов интракраниальный отдел ПУН отделялся от лежащего рядом с ним лицевого нерва с помощью препарирования. Материал фиксировали в нейтральном формалине и заливали в парафин по стандартной методике [13]. Перед фиксацией образцов отделы ПУН маркировали в соответствии с его прижизненным анатомическим положением в задней черепной ямке. Поперечные срезы ПУН окрашивали гематоксилином и эозином, а также по методу Ван-Гизона. Срезы изготавливали в месте выхода нерва из ствола мозга (N1), в середине (N2) и у его входа во внутреннее слуховое отверстие (N3). С целью объективизации результатов визуального изучения полученных образцов измеряли минимальный (D_{min}), максимальный (D_{max}) диаметры и площадь поперечного сечения ($Area$) нервных волокон. Указанные параметры анализировали не менее чем в 200 волокнах на каждом срезе, полученном из N1, N2 и N3 отделов ПУН и окрашенном по методу Ван-Гизона. Морфометрию срезов и статистический анализ результатов выполняли на аппаратно-программном комплексе Диаморф (ЗАО «Диаморф», Россия). Находили минимальные и максимальные значения морфометрических параметров, их среднее арифметическое значение, стандартное отклонение и ошибку среднего. Для статистической оценки различий между средними значениями параметров использовали ANOVA-тест. Оцифрованные изображения

срезов ПУН получали на микровизоре μ Vizo 103 (ЛОМО, Россия).

Результаты и обсуждение

Общий план строения интракраниальных отделов правого и левого ПУН в целом одинаков. Снаружи нерв окружен соединительной тканью эпинеурия, от которого отходят внутрь достаточно тонкие прослойки перинеурия с кровеносными сосудами. ПУН содержит миелиновые нервные волокна, окруженные соединительнотканными прослойками эндоневрия. В части миелиновых волокон осевые цилиндры расположены в центре, в остальных аксоны имеют периферическую локализацию. Практически во всех нервных волокнах миелиновая оболочка выявляется в виде светлого участка цитоплазмы леммоцитов, окружающей осевую цилиндры, что обусловлено растворением миелина при процедуре окрашивания срезов. По ширине этого участка можно косвенно судить о степени миелинизации нервных волокон ПУН и, следовательно, о скорости проведения ими нервных импульсов. Во всех исследованных образцах ПУН отмечены выраженные в разной степени признаки гиалиноза, что соответствует возникающим с возрастом структурным перестройкам периферических нервов [14].

Во всех трех изученных отделах правого и левого ПУН были выявлены две обособленные группы нервных волокон, различавшиеся по плотности окраски. Более интенсивно окрашенные волокна формируют КН, а более светлые участки ПУН соответствуют месту локализации ВН (рис. 1, на цв. вклейке). Аналогичные тинкториальные особенности нервных волокон ПУН были отмечены другими авторами [12, 15]. Нервные волокна, формирующие КН и ВН, отличались также по структуре и визуально — по размерам (рис. 2, на цв. вклейке). При морфометрическом анализе установлено, что в КН и ВН измеренные параметры волокон характеризуются дисперсией, выраженной в разной степени для $Area$, D_{min} и D_{max} . Средние значения данных параметров, полученные для нервных волокон КН и ВН, имели статистически значимые различия. Поскольку величины этих показателей в N1, N2 и N3 отделах ПУН, равно как в правом и левом нервах, отличались несущественно (в пределах варибельности признака), данные морфометрии нервных волокон, проведенной на срезах N1, N2 и N3 отделов правого и левого ПУН, были суммированы и представлены в таблице, из которой следует, что нервные волокна ВН характеризуются в целом большими значениями $Area$, D_{min} и D_{max} , а также большей варибельностью этих параметров по сравнению с волокнами КН. Более крупные волокна ВН отличаются также большей толщиной миелиновой оболочки (см. рис. 2 на цв. вклейке). В целом данные о более высоких значениях $Area$ нервных волокон в ВН соответствуют результатам, полученным ранее другими исследователями [14, 16, 17].

В изученных образцах ПУН нам не удалось идентифицировать верхний и нижний ВН, что можно объяснить, с одной стороны, слабым развитием соединительной ткани внутри ПУН. С другой стороны, имеются данные о том, что верхний и нижний ВН лежат раздельно в отрезке ПУН, локализованном в ВСП, но при выходе из него оба нерва сливаются и образуют единый ВН [4].

В ВСП КН располагается впереди от нижнего ВН и ниже идущего рядом с ПУН лицевого нерва. По мере при-

Средние суммированные значения морфометрических параметров нервных волокон КН и ВН, локализованных в N1, N2 и N3 отделах правого и левого ПУН

Параметр	Нервы	Среднее значение \pm ошибка	Минимальное значение	Максимальное значение	Стандартное отклонение
Area, мкм ²	КН	44,7 \pm 1,6	14,4	184,4	22,3
	ВН	142,2 \pm 6,9*	17,9	554,2	97,3
D _{min} , мкм	КН	5,8 \pm 0,1	3,2	12,4	1,4
	ВН	9,9 \pm 0,2*	2,7	22,0	3,5
D _{max} , мкм	КН	7,7 \pm 0,2	4,4	22,1	2,1
	ВН	14,2 \pm 0,4*	5,7	37,4	5,2

Примечание. * — различия с КН значимы с вероятностью 95% и более.

ближения к внутреннему слуховому отверстию КН постепенно перемещается к нижней поверхности ПУН и занимает в нем передненижнее положение [1—3, 5, 18]. Аналогичная локализация КН была выявлена на срезах N3 отдела ПУН во всех исследованных образцах. В N2 отделе и правого, и левого ПУН КН располагался на нижней поверхности (см. рис. 1, б на цв. вклейке). На срезах N1 отдела ПУН была выявлена вновь передненижняя локализация КН, характеризующаяся несущественной вариабельностью в восьми изученных образцах (см. рис. 1, а на цв. вклейке). Это наблюдение не согласуется с данными других исследователей, отмечавших в этом отделе ПУН нижнее и даже нижнезаднее расположение КН [1, 3, 5, 16, 18, 19].

Результаты проведенного исследования являются основанием для установления связи между местом компрессии ПУН и вариантами симптоматики возникающего при этом невровазкулярного конфликта. Наличие только вестибулярных нарушений может свидетельствовать о компрессии верхней и/или задней поверхностей ПУН в N1 и N3 отделах, а в N2 отделе — о компрессии передней, верхней и задней поверхностей нерва. При нарушениях слуха возможным местом компрессии может быть передненижняя поверхность N1 и N3 отделов ПУН и нижняя поверхность в N2 отделе. Вероятно, при сочетанных нарушениях характер симптомов будет зависеть от преимущественно сдавления ПУН в области верхнепередней поверхности N1 и N3 отделов либо задненижней поверхности N2 отдела нерва. При этом преобладание кохлеарной либо вестибулярной симптоматики может определяться более локальной избирательной компрессией нервных волокон КН или ВН, расположенных в области перечисленных поверхностей ПУН. В оценке причин сочетанных кохлео-вестибулярных нарушений при невровазкулярном ком-

прессионном синдроме следует также учитывать данные о возможном проникновении части нервных волокон КН в ВН и наоборот. Взаимное проникновение нервных волокон кохлеарного и вестибулярного отделов ПУН происходит преимущественно в ВСП [2, 4].

Таким образом, в результате проведенного исследования получены данные о топографии и гистологических различиях нервных волокон, формирующих КН и ВН в составе ПУН. Эти данные конкретизируют взаимосвязь между местом компрессии ПУН и симптомами, возникающими у больных с невровазкулярным компрессионным синдромом.

Выводы

1. Интракраниальный отдел ПУН представлен двумя обособленными группами нервных волокон, различающихся по плотности окраски, размерам и степени миелинизации: более интенсивно окрашенные и меньшие по диаметру волокна формируют КН. Светлые участки ПУН, содержащие нервные волокна большего диаметра и с более высокой степенью миелинизации, соответствуют месту локализации ВН.

2. В интракраниальном отделе ПУН взаимное расположение волокон, образующих КН и ВН, изменяется: у внутреннего слухового отверстия КН занимает передненижнее положение относительно ВН. В средней части ПУН волокна, образующие КН, располагаются на передненижнезадней поверхности нерва. Аналогичное взаимное расположение имеют нервные волокна КН и ВН у латеральной поверхности ствола мозга.

Конфликт интересов отсутствует.

ЛИТЕРАТУРА

- Kim H-S, Kim D-I, Chung I-H, Lee W-S, Kim K-Y. Topographical Relationship of the Facial and Vestibulocochlear Nerves in the Subarachnoid Space and Internal Auditory Canal. *Am J Neurodiol.* 1998;19:1155-1161.
- Ozdogmus O, Sezen O, Kubilay U, Saka E, Duman U, San T, Cavdar S. Connections between the facial, vestibular and cochlear nerve bundles within the internal auditory canal. *J Anat.* 2004;205:65-75.
- Ryu H, Yamamoto S, Sugiyama K, Nishizawa S, Nozue M. Neurovascular Compression Syndrome of the Eighth Cranial Nerve. Can the Site of Compression Explain the Symptoms? *Acta Neurochir (Wien).* 1999;141:495-501.
- Tian GY, Xu DC, Huang DL, Liao H, Huang MX. The topographical relationships and anastomosis of the nerves in the human internal auditory canal. *Surg Radiol Anat.* 2008;30(3):243-247.

5. Sacide U, Mehmet Y, Sait A, Adem K, Zehra I, Elvan C, Huseyin I, Yildiray S, Keser Z. A Radiological Study on the Topographical Relationships between the Vestibular, Cochlear and Facial Nerves. *EAJM*. 2012;44:6-12.
6. Anniko M, Arnesen AR. Cochlear nerve topography and fiber spectrum in the pigmented mouse. *Arch Otorhinolaryngol*. 1988;245(3):155-159.
7. Amesen AR, Osen KK. The cochlear nerve in the cat: topography, cochleotopy, and fiber spectrum. *J Comp Neurol*. 1978;178(4):661-678.
8. Romand R, Sans A, Romand MR, Marty R. The structural maturation of the stato-acoustic nerve in the cat. *J Comp Neurol*. 1976;170(1):1-15.
9. Benoudiba F, Toulgoat F, Sarrazin J-L. The vestibulocochlear nerve (VIII). *Diagnostic and Interventional Imaging*. 2013;94:1043-1050.
10. Brown MC. Morphology of labeled afferent fibers in the guinea pig cochlea. *J Comp Neurol*. 1987;260(4):591-604.
11. Allen-Sharpley MR, Tjia M, Cramer KS. Selective Tracing of Auditory Fibers in the Avian Embryonic Vestibulocochlear Nerve. *Journal of Visualized Experiments*. 2013;73:1-7.
12. Schefter RP, Hamer SG. Histologic study of the vestibulocochlear nerve. *Ann Otol Rhinol Laryngol*. 1986;95(2):146-150.
13. Меркулов Г.Г. *Курс патогистологической техники*. 2 изд. Л.: Медицина; 1969.
14. Fujii M, Goto N, Kikuchi K. Nerve Fiber Analysis and the Aging Process of the Vestibulocochlear Nerve. *Ann Otol Rhinol Laryngol*. 1990;99(11):863-870.
15. Amesen AR. Fibre population of the vestibulocochlear anastomosis in humans. *Acta Otolaryngol*. 1984;98(5-6):501-518.
16. Natout MA, Terr LI, Linthicum FH, House WF. Topography of vestibulocochlear nerve fibers in the posterior cranial fossa. *Laryngoscope*. 1987;97(8):954-958.
17. Nagai Y, Goto N, Goto J, Kaneko Y, Suzaki H. Morphometric nerve fiber analysis and aging process of the human vestibular nerve. *Okajimas Folia Anat Jpn*. 1999;76(2-3):95-100.
18. Silverstein H, Norrell H, Haberkamp T, McDaniel AB. The unrecognized rotation of the vestibular and cochlear nerves from the labyrinth to the brain stem: its implications to surgery of the eighth cranial nerve. *Otolaryngol Head Neck Surg*. 1986;95(5):543-549.
19. Silverstein H. Cochlear and vestibular gross and histologic anatomy (as seen from postauricular approach). *Otolaryngol Head Neck Surg*. 1984;92(2):207-211.