

DOI: 10.18499/2225-7357-2019-8-3-108-113

УДК 611.831.92

14.03.01 – анатомия человека

© Д. А. Соколов, Н. Т. Алексеева, А. Г. Кварацхелия, 2019

Современные клиничко-анатомические представления о строении и функциях добавочного нерва

Д. А. Соколов*, Н. Т. Алексеева, А. Г. Кварацхелия

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный медицинский университет им. Н.Н. Бурденко» Минздрава России, Воронеж, Россия

Структурно-функциональная организация добавочного нерва остается предметом дискуссий в виду особенностей его строения. Данные, представленные в учебной литературе, требуют пересмотра и уточнения. В настоящее время накопилось большое количество публикаций, которые отражают различные проявления индивидуальной вариабельности ветвей добавочного нерва. В настоящем обзоре суммированы современные данные, которые позволят сформировать более полное представление о функциональной анатомии и морфологической изменчивости добавочного нерва.

Ключевые слова: добавочный нерв, анатомическая изменчивость, функциональная анатомия.

Modern clinical and anatomical ideas on the structure and functions of the accessory nerve

© D.A. Sokolov*, N.T. Alexeeva, A.G. Kvaratskheliya, 2019

N.N. Burdenko Voronezh State Medical University, Voronezh, Russia

The structural and functional organization of the accessory nerve remains a subject of discussion in view of its structural features. The data presented in the educational literature require revision and clarification. Currently, a large number of publications have accumulated reflecting various manifestations of the individual variability of the branches of the accessory nerve. This review summarizes modern data that will allow us to form a more complete picture of the functional anatomy and morphological variability of the accessory nerve.

Key words: accessory nerve, anatomical variations, functional anatomy.

*Автор для переписки:

Соколов Дмитрий Александрович
ФГБОУ ВО «Воронежский государственный медицинский университет им. Н.Н. Бурденко» Минздрава России,
ул. Студенческая, 10, Воронеж, 394036, Россия
Email: anat-vrn@yandex.ru

*Corresponding author:

Dmitrii Sokolov
N.N. Burdenko Voronezh State Medical University,
ul. Studencheskaya, 10, Voronezh, 394036, Russia
Email: anat-vrn@yandex.ru

Черепные нервы на протяжении многих лет остаются объектом пристального внимания среди морфологов и исследователей-клиницистов. Изучение неврологического статуса пациента, проведение различных хирургических и диагностических манипуляций в области головы и шеи предполагает знание особенностей их строения и топографии.

XI пара черепных нервов, добавочный нерв (ДН) в медицинской учебной литературе освещается, как правило, коротко в виду ее небольшой протяженности и отсутствия многочисленных объектов иннервации. Однако, накопившиеся к настоящему времени данные, полученные при изучении макро- и микроскопического строения ДН, с учетом особенностей его топографии, вариантов ветвления требуют систематизации и переосмысления. Наиболее подробное описание ДН представили J. Johal с соавт. [20], однако в их обзор не вошел ряд работ, касающихся вариантной

анатомии нерва, соматотопической организации его ядер и некоторых онтофилогенетических аспектов.

В клинической практике знание особенностей топографии ДН необходимо в связи с возможностью его повреждения во время проведения хирургических вмешательств в проекции заднего треугольника шеи, таких, как биопсия лимфатических узлов, которые могут сопровождаться нарушением двигательных функций трапецевидной и грудиноключично-сосцевидной мышц [5, 13, 33]. Не менее важным является понимание анатомо-физиологических основ оптокинетических и вестибулярных рефлексов, в которых принимает участие ДН.

Широко известно, что ДН почти полностью состоит из двигательных волокон. Однако, классификация ДН как исключительно двигательного была оспорена в исследованиях, установивших наличие в нем чувствительных волокон [43]. Обнаружено, что помимо эфферентных, ДН также содержит и афферентные волокна, обеспечивающие проведение ноцицептивных сигналов [31, 43]. Эти волокна прерываются в спинномозговом узле заднего корешка C₁. У человека ДН содержит пучок немиелинизированных волокон, которые могут быть классифицированы как волокна заднего корешка шейного сегмента. Они, как известно, проводят импульсы боле-

вой и температурной чувствительности, механорецепцию и участвуют в рефлексах [8].

Гистологическое изучение ДН у человека, проведенное [43], показало наличие отдельных микроганглиев (обособленных клеток) по периферии волокон спинального корешка, в основном, во внутричерепном отделе. Обнаруженные нейроны обладали положительной реакцией на синаптофизин. У ряда животных аналогичные клетки проводят ноцицептивные импульсы. Изучение ДН крысы показало группы псевдоуниполярных чувствительных нейронов, связанных с ДН. Предполагается, что эти волокна выполняют ноцицептивную функцию для мышц, иннервируемых ДН [44].

Долгое время термины «добавочный нерв» и «спинномозговой добавочный нерв» были синонимами. Позже в анатомической литературе появляются четкие различия в описании ДН, согласно которым в нем различают два отдела: церебральный, начинающийся из продолговатого мозга, и спинальный, выходящий корешками из спинного мозга [14, 28, 31].

Ядра ДН располагаются в нижней части продолговатого мозга и на уровне верхних пяти–шести шейных сегментов спинного мозга [12, 31, 37]. Ядро церебральной части ДН является нижним сегментом двойного ядра, от которого начинаются специальные висцеромоторные волокна, объединяющиеся с блуждающим нервом и иннервирующие мышцы гортани (за исключением перстнещитовидной) [7, 15], мягкого неба и глотки [27].

Ядро спинномозговой части ДН представлено узкой колонкой клеток, располагающихся в заднелатеральной части передних рогов серого вещества спинного мозга (сегменты С₁–С₅) [7, 15, 31, 36, 37]. Спинномозговые волокна ДН иннервируют грудиноключично-сосцевидную и трапецевидную мышцы [14].

По данным [12], спинномозговое ядро ДН имеет две части – ростральную и каудальную. Ростральная часть ядра иннервирует медиальную головку грудиноключично-сосцевидной мышцы, тогда как каудальная часть – латеральную головку грудиноключично-сосцевидной и трапецевидную мышцы. На нейронах ростральной части ядра ДН оканчиваются проекции с коры обоих полушарий. Клетки каудальной части спинномозгового ядра ДН получают контрлатеральные корковые проекции [12, 36].

Некоторые авторы придерживаются мнения о том, что добавочный нерв состоит только из спинномозговых корешков, а церебральные корешки существуют независимо от него [45]. Поэтому церебральные ветви они относят к каудальной части блуждающего нерва. Это утверждение основано на сравнительно-анатомических исследованиях живот-

ных и человека [23, 29]. У человека церебральный корешок ДН присутствует постоянно [37].

Волокна спинномозговых корешков проникают в заднюю черепную ямку через большое затылочное отверстие, располагаясь позади позвоночной артерии. Затем они соединяются с церебральными корешками и образуют общий ствол добавочного нерва [20]. Ствол ДН направляется вверх и латерально. Проходя через яремное отверстие, он прободает листок твердой мозговой оболочки, располагаясь латеральнее блуждающего нерва и спереди от внутренней яремной вены [21]. Пересекая внутреннюю яремную вену, часть волокон ДН объединяется с блуждающим нервом. Считается, что эти связи позволяют церебральной части ДН распространять иннервацию через возвратный гортанный нерв [34]. Такие нервные связи известны как анастомозы Лобштейна [20].

Проникая через яремное отверстие на шею, ствол ДН располагается вплотную между внутренней сонной артерией и внутренней яремной веной. Общий ствол входит в позадишиловидное пространство, а затем снова разделяется на волокна, образованные из спинномозговых и церебральных корешков [19, 38]. Церебральные корешки (внутренние ветви) присоединяются к блуждающему нерву, а спинномозговые корешки (наружные ветви) направляются вперед, располагаясь латеральнее внутренней яремной вены [31]. Далее ДН в большинстве случаев проходит спереди от поперечного отростка атланта (реже – латерально или сзади) [18]. Затем он следует в медиальном направлении к шиловидному отростку, проходит вдоль верхней грудиноключично-сосцевидной ветви затылочной артерии и проникает в грудиноключично-сосцевидную мышцу на ее внутренней поверхности. Тотчас внутри мышцы ДН образует анастомозы с волокнами шейных нервов С₂–С₃ (по одному, или совместно) [20]. В работе [9] продемонстрировано, что перед входом в грудиноключично-сосцевидную мышцу ДН разделялся на верхнюю и нижнюю ветви: верхняя ветвь проникала непосредственно в мышцу, а нижняя – проходила под ней. Следует отметить, что ДН является единственным источником двигательной иннервации грудиноключично-сосцевидной мышцы. Волокна шейных сегментов С₂–С₃ проводят от мускула проприоцептивные афферентные импульсы [12]. ДН выходит из-под заднего края грудиноключично-сосцевидной мышцы, где зачастую получает соединительную ветвь от большого ушного нерва [11]. Последний имеет более вертикальный курс, нежели ДН. Таким образом, ДН, как правило, обнаруживается вдоль заднего края грудиноключично-сосцевидной мышцы примерно на 1 см выше

большого ушного нерва. Вдоль переднего края мышцы ДН, наоборот, находится на 1 см ниже большого ушного [6]. При исследовании локализации места выхода ДН в заднем треугольнике шеи было установлено, что ствол ДН выходит на расстоянии 5.3 см (слева) и 5.6 см (справа) от вершины сосцевидной отростка до заднего края грудино-ключично-сосцевидной мышцы [5]. Другим ориентиром для поиска ДН служит ключица. Авторы исследования [21] утверждают, что нерв выходит из-под заднего края грудино-ключично-сосцевидной мышцы на 8.2 см выше ключицы.

Затем нерв проходит в заднем треугольнике шеи поверх мышцы, поднимающей лопатку, располагаясь кнаружи от предпозвоночной фасции. Проходя через задний треугольник шеи, нерв лежит относительно поверхностно и отделен от кожных покровов тонким листом глубокой шейной фасции и жировой тканью. Далее он следует к переднему краю трапециевидной мышцы и разветвляется на ее поверхности, примерно на 3–5 см выше ключицы подобно сплетению. Это «сплетение» также получает волокна от передних ветвей шейных сегментарных нервов С₂–С₄, а затем проникает на внутреннюю поверхность трапециевидной мышцы. Некоторые из этих шейных нервных волокон могут присоединиться к добавочному нерву более проксимально [20, 25]. Двигательная иннервация трапециевидной мышцы преимущественно обеспечивается ДН. В ряде наблюдений отмечено участие в двигательной иннервации волокон шейного сплетения из С₂–С₄, причем нерв С₂ в основном иннервирует трапециевидную мышцу, присоединяясь к волокнам ДН, тогда как нервы С₃ и С₄ иннервируют мышцу самостоятельно [20, 22, 35].

На расстоянии порядка 2 см медиальнее наружного края трапециевидной мышцы ДН отдает тонкую ветвь, которая входит в мышцу на 2–3 см выше основного нервного ствола [21].

Результаты интраоперационного исследования с помощью метода электромиографии, доложенные в работе [10], позволили уточнить области иннервации ДН. Прибегая к электростимуляции церебральных корешков ДН, в 84.2% случаев была зарегистрирована реакция голосовых мышц, чего не наблюдалось при стимуляции нервных волокон С₁. Также было показано, что раздражение волокон С₁ в 95.8% случаев приводило к реакции грудинной головки грудино-ключично-сосцевидной мышцы, С₂ – в 90.0% случаев к реакции ее ключичной головки. Стимуляция С₃ в 66% случаев проявлялась ответными реакциями верхней части трапециевидной мышцы. Стимуляция ниже уровня С₃ приводила к активации только средней части трапециевидной мышцы.

Сведения о морфологической изменчивости ДН существуют в литературе с давних пор, и постоянно пополняются новыми анатомическими находками.

В работах [16, 30] описаны четыре различных варианта связей между ДН и корешками спинномозгового нерва из сегмента С₁. В I варианте задний корешок у С₁ отсутствует, а ДН изредка соединяется с передними корешками С₁. Во II варианте отсутствует связь с задними корешками шейного нерва С₁. В III варианте имеется связь между ДН и задними корешками С₁ в точке их пересечения, или через заднюю соединительную ветвь корешка С₁. IV вариант показывает полную связь заднего корешка С₁ с ДН, при этом волокна заднего корешка не проникают в спинной мозг на уровне соответствующего сегмента.

В литературе описан случай, когда ДН помимо своих постоянных объектов иннервации отдавал ветвь к лопаточно-подъязычной мышце, что сопровождалось нарушением формирования глубокой шейной петли [40].

Группа исследователей [4] наблюдала одностороннее (слева) формирование редкого петлевого анастомоза на внутренней поверхности трапециевидной мышцы. В его формировании принимали участие дистальная часть ДН и волокна из сегмента С₄, причем ветви к трапециевидной мышце в количестве шести отходили непосредственно из той части петли, которая была сформирована ДН.

В большинстве случаев ДН располагается латеральнее внутренней яремной вены. Однако, реже он может находиться с медиальной стороны от нее [5, 17, 25, 39]. Известны случаи, когда внутренняя яремная вена на коротком промежутке раздваивается на сосуды меньшего калибра, которые затем объединяются в единый ствол, и сквозь образовавшееся пространство проходит ДН [18, 25]. Описано также и разделение нерва на две ветви, охватывающие вену с обеих сторон [17, 41].

Исследование [30] выявило множество вариаций ДН на всем его протяжении. Редкой находкой является наличие для ДН собственного (ограниченного) пространства твердой мозговой оболочки при прохождении через яремное отверстие, в котором он образовывал сплетение с блуждающим нервом.

Удвоение ДН является чрезвычайно редким феноменом [42]. Известен случай внечерепного удвоения ДН, когда одна его ветвь иннервировала грудино-ключично-сосцевидную мышцу, а другая – соединялась с волокнами шейного сплетения [32]. В другом случае наблюдалось внутричерепное удвоение добавочного нерва, при этом оба нерва иннервировали грудино-ключично-сосцевидную мышцу и образовывали непосредственные связи с лицевым нервом [42].

Использование методов прижизненной визуализации для исследования ДН и связан-

ных с ним патологий широко используется в современной медицине [1].

Ультразвуковая визуализация ДН возможна в пределах его внечерепной части. По данным [2, 3], в средней трети шеи, в проекции лестничных мышц ДН располагается наиболее поверхностно, непосредственно под кожей и подкожной клетчаткой, поэтому на данном участке контуры нерва наиболее четко дифференцируются от окружающих мягких тканей. Эхографическое изображение ДН отличается от обычной мелкоочечной структуры, характерной для крупных стволов спинномозговых нервов, и представляет собой небольшое гипоэхогенное гомогенное образование овальной или эллипсоидной формы, с тонким гиперэхогенным контуром. Толщина ствола ДН при продольном сканировании находится в пределах 1.1–1.6 мм, площадь поперечного сечения составляет 0.02–0.05 см² [2].

Группа исследователей во главе с А.Е. Ли [26] оценивали информативность магнитно-резонансной томографии (МРТ) в диагностике патологий у пациентов с подозрением на невропатию ДН. Они обнаружили, что при помощи МРТ грудино-ключично-сосцевидной и трапециевидной мышцы можно определить зоны денервации и атрофии, вследствие повреждения ДН. Результаты МРТ могут быть использованы наряду с электромиографическими исследованиями и клинической оценкой для верификации диагноза невропатии.

Заключение

Добавочный нерв представлен двумя порциями волокон: церебральной и спинномозговой. Церебральные нервные волокна, берут начало от нижнего сегмента двойного ядра и, присоединяясь к блуждающему нерву, участвуют в иннервации производных жаберных дуг. Волокна, происходящие из спинномозгового ядра, обеспечивают иннервацию трапециевидной и грудино-ключично-сосцевидной мышц. Помимо эфферентных волокон в составе добавочного нерва проходят афферентные волокна, проводящие ноцицептивные импульсы. Топография волокон спинномозговой части добавочного нерва отличается существенной вариабельностью. Нерв может образовывать многочисленные анастомозы с волокнами шейного сплетения. Знание вариантной анатомии и поверхностных ориентиров добавочного нерва будут способствовать его точной идентификации во время проведения оперативных вмешательств и позволят избежать развития интраоперационных осложнений.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

Список литературы / References

1. Гришина Д.А., Супонева Н.А., Павлов Э.В., Савицкая Н.Г. Аномалии иннервации: варианты и типичные электронейромиографические признаки. Нервно-мышечные болезни. 2016; 6(2):10–9. [Grishina DA, Suponeva NA, Pavlov EV, Savitskaya NG. Anomalous innervations: variations and typical electromyography pattern. Neuromuscular Diseases. 2016 Jul 5;6(2):10–9] (in Russian) doi: 10.17650/2222-8721-2016-6-2-10-19
2. Салтыкова В.Г. Ультразвуковое исследование неизмененного добавочного нерва. Ультразвуковая и функциональная диагностика. 2009; 1:69–73 [Saltykova V.G. Normal Accessory Nerve Ultrasonography. Ultrasound and Functional Diagnostics. 2009; 1:69–73] (in Russian).
3. Салтыкова В.Г., Шток А.В., Карпов И.Н., Хапильин А.П., Никитина И.В., Симонов А.Б. Возможности ультразвукового исследования в диагностике повреждения добавочного нерва. Ультразвуковая и функциональная диагностика. 2009; 2:84–90 [Saltykova V.G., Shtok A.V., Karpov I.N., Khapilin A.P., Nikitina I.V., Simonov A.B. Ultrasound Diagnostics of Accessory Nerve Injury. Ultrasound and Functional Diagnostics. 2009; 2:84–90] (in Russian).
4. Alimi Y, Iwanaga J, Loukas M, Oskouian RJ, Tubbs RS. An Unusual Variation of the Accessory Nerve. Cureus. 2018 Jun 9;10(6). doi: 10.7759/cureus.2774
5. Amuti T, Butt F, Otieno B, Ogeng'o J. The Relation of the Extracranial Spinal Accessory Nerve to the Sternocleidomastoid Muscle and the Internal Jugular Vein. Craniomaxillofacial Trauma & Reconstruction. 2018 Apr 4;12(02):108–11.
6. Baring DEC, Johnston A, O'Reilly BF. Identification of the accessory nerve by its relationship to the great auricular nerve. The Journal of Laryngology & Otology. 2007 Feb 13;121(09) doi:10.1017/S0022215107006251
7. Berkowitz AL. Clinical neurology and neuroanatomy?: a localization-based approach. New York: McGraw-Hill; 2017.
8. Bremner-Smith AT, Unwin AJ, Williams WW. Sensory pathways in the spinal accessory nerve. The Journal of Bone and Joint Surgery. 1999 Mar 1;81(2):226–8. doi: 10.1302/0301-620x.81b2.9027
9. Brennan PA, St J. Blythe J, Alam P, Green B, Parry D. Division of the spinal accessory nerve in the anterior triangle: a prospective clinical study. British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery. 2015 Sep;53(7):633–6. doi: 10.1016/j.bjoms.2015.04.010
10. Brînzeu A, Sindou M. Functional anatomy of the accessory nerve studied through intraoperative electrophysiological mapping. Journal of Neurosurgery. 2017 Mar;126(3):913–21. doi: 10.3171/2015.11.jns15817
11. Brown H, Hidden G, Ledroux M, Poitevan L. Anatomy and Blood Supply of the Lower Four Cranial and Cervical Nerves: Relevance to Surgical Neck Dissection. Proceedings of the Society for Experimental Biology and Medicine. 2000 Apr;223(4):352–61. doi: 10.1046/j.1525-1373.2000.22350.x
12. DeToledo JC, David NJ. Innervation of the Sternocleidomastoid and Trapezius Muscles by the Accessory Nucleus. Journal of Neuro-Ophthalmology. 2001 Sep;21(3):214–6. doi: 10.1097/00041327-200109000-00012

1. Гришина Д.А., Супонева Н.А., Павлов Э.В., Савицкая Н.Г. Аномалии иннервации: варианты

13. Durazzo MD, Furlan JC, Teixeira GV, Friguglietti CUM, Kulcsar MAV, Magalhães RP, et al. Anatomic landmarks for localization of the spinal accessory nerve. *Clinical Anatomy*. 2009 May;22(4):471–5. doi: 10.1002/ca.20796
14. Falla D, Dall’Alba P, Rainoldi A, Merletti R, Jull G. Repeatability of surface EMG variables in the sternocleidomastoid and anterior scalene muscles. *European Journal of Applied Physiology*. 2002 Oct 1;87(6):542–9. doi: 10.1007/s00421-002-0661-x
15. Gould DJ, Brueckner JK, Fix JD. High yield neuroanatomy. Philadelphia: Wolters Kluwer; 2016.
16. Hagenah R, Kosak M, Freckmann N. Anatomic Topographical Relationship of the Intraspinal Accessory Root to the Upper Cervical Roots and to the Vessels of the Cranial Cervical Region. *Cells Tissues Organs*. 1983;115(2):158–67. doi: 10.1159/000145686
17. Hashimoto Y, Otsuki N, Morimoto K, Saito M, Nibu K. Four cases of spinal accessory nerve passing through the fenestrated internal jugular vein. *Surgical and Radiologic Anatomy*. 2011 Sep 22;34(4):373–5. doi: 10.1007/s00276-011-0875-x
18. Iseri M, Ustundag E, Aydin Ö. A rare anatomical variation of the spinal accessory nerve. *The Journal of Laryngology & Otology*. 2006 Nov 2;121(3):277–8. doi: 10.1017/S002221510600418x
19. Iwanaga J, Fisahn C, Alonso F, DiLorenzo D, Grunert P, Kline MT, et al. Microsurgical Anatomy of the Hypoglossal and C1 Nerves: Description of a Previously Undescribed Branch to the Atlanto-Occipital Joint. *World Neurosurgery*. 2017 Apr;100:590–3. doi: 10.1016/j.wneu.2017.01.038
20. Johal J, Iwanaga J, Tubbs K, Loukas M, Oskouian RJ, Tubbs RS. The Accessory Nerve: A Comprehensive Review of its Anatomy, Development, Variations, Landmarks and Clinical Considerations. *The Anatomical Record*. 2018 Apr 23;302(4):620–9. doi: 10.1002/ar.23823
21. Kierner AC. Surgical Anatomy of the Spinal Accessory Nerve and the Trapezius Branches of the Cervical Plexus. *Archives of Surgery*. 2000 Dec 1;135(12):1428. doi: 10.1001/archsurg.135.12.1428
22. Kim JH, Choi KY, Lee KH, Lee DJ, Park BJ, Rho Y-S. Motor Innervation of the Trapezius Muscle: Intraoperative Motor Conduction Study during Neck Dissection. *ORL*. 2014;76(1):8–12. doi: 10.1159/000358923
23. Kitamura S, Nishiguchi T, Ogata K, Sakai A. Neurons of origin of the internal ramus of the rabbit accessory nerve: Localization in the dorsal nucleus of the vagus nerve and the nucleus retroambiguus. *The Anatomical Record*. 1989 Aug;224(4):541–9. doi: 10.1002/ar.1092240412
24. Kumar JI, Ma S, Agarwalla P, Shimony N, Liu SS. Anatomic Alert: Spinal accessory nerve traversing a fenestrated internal jugular vein. *British Journal of Neurosurgery*. 2019 Sep 10;1–2. DOI: 10.1080/02688697.2019.1661969
25. Lee SH, Lee JK, Jin SM, Kim JH, Park IS, Chu HR, et al. Anatomical variations of the spinal accessory nerve and its relevance to level IIb lymph nodes. *Otolaryngology–Head and Neck Surgery*. 2009 Nov;141(5):639–44. doi: 10.1016/j.otohns.2009.07.005
26. Li AE, Greditzer HG, Melisaratos DP, Wolfe SW, Feinberg JH, Sneag DB. MRI findings of spinal accessory neuropathy. *Clinical Radiology*. 2016 Apr;71(4):316–20. doi: 10.1016/j.crad.2015.11.015
27. Linn J, Moriggl B, Schwarz F, Naidich TP, Schmid UD, Wiesmann M, et al. Cisternal segments of the glossopharyngeal, vagus, and accessory nerves: detailed magnetic resonance imaging–demonstrated anatomy and neurovascular relationships. *Journal of Neurosurgery*. 2009 May;110(5):1026–41. doi: 10.3171/2008.3.17472
28. Macaluso S, Ross DC, Doherty TJ, Doherty CD, Miller TA. Spinal accessory nerve injury: A potentially missed cause of a painful, droopy shoulder. *Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation*. 2016 Nov 21;29(4):899–904. doi: 10.3233/bmr-160674
29. Oka Y, Satou M, Ueda K. Morphology and distribution of the motor neurons of the accessory nerve (nXI) in the Japanese toad: a cobaltic lysine study. *Brain Research*. 1987 Jan;400(2):383–8. doi: 10.1016/0006-8993(87)90639-1
30. Ouaknine G, Nathan H. Anastomotic connections between the eleventh nerve and the posterior root of the first cervical nerve in humans. *Journal of Neurosurgery*. 1973 Feb;38(2):189–97. doi: 10.3171/jns.1973.38.2.0189
31. Overland J, Hodge JC, Breik O, Krishnan S. Surgical anatomy of the spinal accessory nerve: review of the literature and case report of a rare anatomical variant. *The Journal of Laryngology & Otology*. 2016 Jun 8;130(10):969–72. doi: 10.1017/S0022215116008148
32. Papagianni E, Kosmidou P, Fergadaki S, Pallantz A, Skandalakis P, Filippou D. Spinal Accessory Nerve Duplication: A Case Report and Literature Review. *Case Reports in Otolaryngology*. 2018;2018:1–3. doi: 10.1155/2018/1027831
33. Périé S, Lesnik M, Samaha S, Lacau St Guily J. How to release neck dissections: Role of the triangle between the spinal accessory nerve and the internal jugular vein. *European Annals of Otorhinolaryngology, Head and Neck Diseases*. 2017 May;134(3):201–3.
34. Polednak AP. Relationship of the recurrent laryngeal nerve to the inferior thyroid artery: A comparison of findings from two systematic reviews. *Clinical Anatomy*. 2017 Mar 9;30(3):318–21. doi: 10.1002/ca.22851
35. Pu Y-M, Tang E-Y, Yang X-D. Trapezius muscle innervation from the spinal accessory nerve and branches of the cervical plexus. *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*. 2008 Jun;37(6):567–72. doi: 10.1016/j.ijom.2008.02.002
36. Routal RV, Pal GP. Location of the spinal nucleus of the accessory nerve in the human spinal cord. *Journal of Anatomy*. 2000 Feb;196(2):263–8. doi: 10.1046/j.1469-7580.2000.19620263.x
37. Ryan S, Blyth P, Duggan N, Wild M, Al-Ali S. Is the cranial accessory nerve really a portion of the accessory nerve? Anatomy of the cranial nerves in the jugular foramen. *Anatomical Science International*. 2007;82(1):1–7. doi: 10.1111/j.1447-073x.2006.00154.x
38. Salgarelli AC, Landini B, Bellini P, Multinu A, Consolo U, Collini M. A simple method of identifying the spinal accessory nerve in modified radical neck dissection: anatomic study and clinical implications for resident training. *Oral and Maxillofacial Surgery*. 2009 Mar 11;13(2):69–72. doi: 10.1007/s10006-009-0152-x
39. Saman M, Etebari P, Pakdaman MN, Urken ML. Anatomic relationship between the spinal acces-

- sory nerve and the jugular vein: a cadaveric study. *Surgical and Radiologic Anatomy*. 2010 Oct 20;33(2):175–9. doi: 10.1007/s00276-010-0737-y
40. *Sonne JWH*. Report of a non-looped variant of ansa cervicalis with omohyoid innervation from accessory nerve branch and omohyoid attachment to mastoid process. *European Archives of Oto-Rhino-Laryngology*. 2019 Apr 26;276(7):2105–8. doi: 10.1007/s00405-019-05436-2
41. *Taylor CB, Boone JL, Schmalbach CE, Miller FR*. Intraoperative relationship of the spinal accessory nerve to the internal jugular vein: Variation from cadaver studies. *American Journal of Otolaryngology*. 2013 Sep;34(5):527–9. doi: 10.1016/j.amjoto.2013.05.008
42. *Tubbs RS, Ajayi OO, Fries FN, Spinner RJ, Oskouiian RJ*. Variations of the accessory nerve: anatomical study including previously undocumented findings-expanding our misunderstanding of this nerve. *British Journal of Neurosurgery*. 2016 May 24;31(1):113–5. doi: 10.1080/02688697.2016.1187253
43. *Tubbs RS, Sorenson EP, Watanabe K, Loukas M, Hattab E, Cohen-Gadol AA*. Histologic confirmation of neuronal cell bodies along the spinal accessory nerve. *British Journal of Neurosurgery*. 2014 Jun 6;28(6):746–9. doi: 10.3109/02688697.2014.920485
44. *Wetmore C, Elde R*. Detection and characterization of a sensory microganglion associated with the spinal accessory nerve: A scanning laser confocal microscopic study of the neurons and their processes. *The Journal of Comparative Neurology*. 1991 Mar 1;305(1):148–63. doi: 10.1002/cne.903050114
45. *Wiles CCR, Wrigley B, Greene JRT*. Re-examination of the medullary rootlets of the accessory and vagus nerves. *Clinical Anatomy*. 2006;20(1):19–22. doi: 10.1002/ca.20260

Поступила в редакцию 3.07.2019
Принята в печать 12.09.2019

Received 3.07.2019
Accepted 12.09.2019

Для цитирования: Соколов Д.А., Алексеева Н.Т., Кварацхелия А.Г. Современные клинико-анатомические представления о строении и функциях добавочного нерва. Журнал анатомии и гистопатологии. 2019; 8(3): 108–113. doi: 10.18499/2225-7357-2019-8-3-108-113

For citation: Sokolov D.A., Alexeeva N.T., Kvaratskheliya A.G. Modern clinical and anatomical ideas on the structure and functions of the accessory nerve. *Journal of Anatomy and Histopathology*. 2019; 8(3): 108–113. doi: 10.18499/2225-7357-2019-8-3-108-113