

© Team of authors, 2026 / © Коллектив авторов, 2026

3.1.3. Otorhinolaryngology, Pathological physiology / 3.1.3. Оториноларингология, 3.3.3. Патологическая физиология

The impact of autonomic nervous system disorders on laryngeal phonation

V.A. Samsonov¹, A.N. Kovalenko^{1,2}, V.I. Popadyuk¹, I.V. Kastyro¹,
A.S. Pereverzeva¹, I.K. Kalmykov³

¹RUDn University, Moscow, Russia

²International Institute for Voice Physiology, Physics, and Psychology, Herceg Novi, Montenegro

³Be Healthy LLC, Moscow, Russia

Contacts: Kastyro Igor Vladimirovich – e-mail: ikastyro@gmail.com

Влияние расстройств вегетативной нервной системы на фонационную функцию гортани

В.А. Самсонов¹, А.Н. Коваленко^{1,2}, В.И. Попадюк¹, И.В. Кастыро¹,
А.С. Переверзева¹, И.К. Калмыков³

¹Российский университет дружбы народов им. Патриса Лумумбы, Москва, Россия

²Международный институт физиологии, физики и психологии голоса, Херцег Нови, Черногория

³ООО «Будь здоров», Москва, Россия

Контакты: Кастыро Игорь Владимирович – e-mail: ikastyro@gmail.com

自主神经系统功能障碍对喉发声的影响

V.A. Samsonov¹, A.N. Kovalenko^{1,2}, V.I. Popadyuk¹, I.V. Kastyro¹,
A.S. Pereverzeva¹, I.K. Kalmykov³

¹俄罗斯莫斯科俄罗斯人民友谊大学

²黑山黑尔采格诺维国际声音生理、物理与心理研究所

³俄罗斯莫斯科Be Healthy有限责任公司

作者: Igor Vladimirovich Kastyro – e-mail: ikastyro@gmail.com

This article reviews the scientific literature on autonomic nervous system (ANS) disorders and their relationships with vocal disorders.

This literature review was conducted using PubMed (<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/>), eLibrary (<https://elibrary.ru/>), Google (<https://scholar.google.ru/>), and Researchgate (<https://www.researchgate.net/>). The search was performed using the following queries: “laryngeal anatomy”, “ANS anatomy”, “dysphonia”, “ANS dystonia”, “ANS influence on voice”, “heart rate variability and voice”, “types of autonomic regulation”, “heart rate variability parameters”, “ANS pathology and voice”, “relationship between autonomic nervous system function and dysphonia”, “acoustic voice study”, “changes in acoustic parameters of the voice in ANS disorders”, “ANS changes during stress”, “voice changes during stress”, “dysphonia”, “changes in ANS function and voice due to endocrine pathology”, “Parkinson's disease, voice and ANS disorders”, “Alzheimer's disease, voice and ANS disorders”.

ANS dysfunction significantly contributes to the development of vocal apparatus pathology. Alterations in the autonomic balance are common in diseases of the larynx and upper respiratory tract, nervous and endocrine systems, and emotional disorders. Laryngeal pathology of both organic and functional origins arises against the background of autonomic nervous system dystonia. We believe that studying vocal changes is essential for the differential diagnosis of many diseases.

Keywords: autonomic nervous system, laryngeal pathology

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Financing. The work was completed without sponsorship.

For citation: Samsonov V.A., Kovalenko A.N., Popadyuk V.I., Kastyro I.V., Pereverzeva A.S., Kalmykov I.K. **The impact of autonomic nervous system disorders on laryngeal phonation. Head and Neck. Russian Journal. 2026;14(3):131–143**

Doi: 10.25792/HN.2026.14.3.131-143

The authors are responsible for the originality of the data presented and the possibility of publishing illustrative material – tables, drawings, photographs of patients.

Статья посвящена обзору научной литературы по нарушениям вегетативной нервной системы (ВНС) и их взаимосвязям с заболеваниями голосового аппарата.

При составлении данного литературного обзора был выполнен поиск статей по базам PubMed <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/>, eLibrary <https://elibrary.ru/>, Google <https://scholar.google.ru/>, Researchgate <https://www.researchgate.net/>. Поиск выполнялся по данным запросам: «анатомия гортани», «анатомия ВНС», «дисфония», «дистония ВНС», «влияние ВНС на голос», «вариабельность сердечного ритма – ВСР и голос», «типы вегетативной регуляции», «параметры ВСР», «патология ВНС и голос», «связь между функцией вегетативной нервной системой и дисфонией», «акустическое исследование голоса», «изменение акустических параметров голоса при нарушениях ВНС», «изменение ВНС при стрессе», «изменение голоса при стрессе», «дисфония», «изменение функции ВНС и голоса на фоне эндокринной патологии», «болезнь Паркинсона, нарушения голоса и ВНС», «болезнь Альцгеймера, нарушения голоса и ВНС».

Дисфункция ВНС вносит значительный вклад в развитие патологии голосового аппарата. Изменения вегетативного баланса встречаются при заболеваниях гортани и верхних дыхательных путей, нервной, эндокринной систем, нарушении эмоциональной сферы. На фоне дистонии ВНС возникает патология гортани органического и функционального характера. На наш взгляд, исследование изменений голосового аппарата имеет большое значение для дифференциальной диагностики многих заболеваний.

Ключевые слова: вегетативная нервная система, патология гортани

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование. Работа выполнена без спонсорской поддержки.

Для цитирования: Самсонов В.А., Коваленко А.Н., Попадюк В.И., Кастыро И.В., Переверзева А.С., Калмыков И.К. Влияние расстройств вегетативной нервной системы на фонационную функцию гортани. *Head and Neck. Голова и шея. Российский журнал.* 2026;14(3):131–143

Doi: 10.25792/HN.2026.14.3.131-143

Авторы несут ответственность за оригинальность представленных данных и возможность публикации иллюстративного материала – таблиц, рисунков, фотографий пациентов.

本文综述了自主神经系统 (autonomic nervous system, ANS) 功能障碍及其与发声障碍之间关系的相关研究进展。

本综述基于PubMed (<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/>)、eLibrary (<https://elibrary.ru/>)、Google Scholar (<https://scholar.google.ru/>)及ResearchGate (<https://www.researchgate.net/>)数据库进行文献检索。检索关键词包括：“喉部解剖”“自主神经系统解剖”“发声障碍”“自主神经系统肌张力障碍”“自主神经系统对声音的影响”“心率变异性与声音”“自主调节类型”“心率变异性参数”“自主神经系统病理与声音”“自主神经系统功能与发声障碍的关系”“声音声学研究”“自主神经系统功能障碍时声音声学参数的变化”“应激状态下自主神经系统变化”“应激时声音变化”“发声障碍”“内分泌疾病导致的自主神经系统及声音变化”“帕金森病、声音与自主神经系统障碍”“阿尔茨海默病、声音与自主神经系统障碍”。

自主神经系统功能障碍在发声器官病变的发生发展中具有重要作用。喉及上呼吸道疾病、神经系统和内分泌系统疾病以及情绪障碍中，常可观察到自主神经平衡的改变。无论是器质性还是功能性喉部病变，均可发生于自主神经系统功能紊乱（植物神经功能失调）的背景之下。研究声音变化对于多种疾病的鉴别诊断具有重要意义。

关键词：自主神经系统；喉部病变

利益冲突：作者声明无利益冲突。

经费来源：本研究未获得任何经费资助。

引用格式：Samsonov V.A., Kovalenko A.N., Popadyuk V.I., Kastyro I.V., Pereverzeva A.S., Kalmykov I.K. The impact of autonomic nervous system disorders on laryngeal phonation. *Head and Neck. Russian Journal.* 2026;14(3):131–143

Doi: 10.25792/HN.2026.14.3.131-143

作者对所呈现数据的原创性以及发表插图材料（表格、图示、患者照片）的可能性负责。

Введение

Понятие о вегетативной нервной системе (ВНС) ввел еще J.Ch. Reil еще в 1807 г. [1–5]. Свои доводы в выделении ВНС как самостоятельной единицы сделал на основе работ своего учителя M.F.X. Bichat, который ввел термины «La vie organique» для обозначения висцеральной функции (вегетативной) и «La vie animale» для обозначения соматической функции (анимальной) [2, 4, 5]. M.F.X. Bichat принадлежит первое использование термина «симпатическая нервная система» [1, 4, 5]. Однако до этого уже существовало представление о том, что процессы внутри организма регулируются иными механизмами, нежели системами, поддерживающими мышечные сокращения или чувствительность [2–4]. Примерно в то время, в начале XIX в., произошло разделение вегетативной (органической) нервной системы от соматической [4, 5]. Спустя некоторое время пришло понимание того, что регуляция работы органов происходит от двух разных по результату эффекта компонентов этой системы [4–5]. Так появилось учение о симпатической и парасимпатической ВНС, которые являются антагонистами друг друга [1–5]. Такие ученые, как J.N. Langley, O. Loewi и H.H. Dale, к первой половине XX в. представили ВНС как автономную, антагонистическую, сложно устроенную и регулируемую при помощи химических веществ-нейромедиаторов структуру с наличием нервных центров регуляции [5]. Также следует упомянуть об W.B. Cannon, он ввел термин «гомеостаз», под которым понимается постоянство созданных условий внутри организма для его нормального функционирования [1, 5]. Основу гомеостаза составляет правильная работа ВНС. Со временем ученые, в зависимости от своей специальности, стали подробнее изучать влияние этой системы на отдельные органы и ткани [1–5].

В настоящее время активно идет процесс понимания вмешательства ВНС в функцию гортани, а также роль дисфункции ВНС в патологии голосового аппарата. До сих пор не вполне систематизированы исследования в этой области.

Цель работы: обобщить имеющиеся на сегодняшний день данные о видах дистонии вегетативной нервной системы и влиянии их на функцию и анатомию гортани.

Материал и методы

При составлении данного литературного обзора был выполнен поиск статей по базам PubMed (<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/>), eLibrary (<https://elibrary.ru/>), Google (<https://scholar.google.ru/>), Researchgate (<https://www.researchgate.net/>). Поиск выполнялся по данным запросам: «анатомия гортани», «анатомия ВНС», «ВНС и голос», «дисфония», «вегетативная дисфункция», «дистония ВНС», «влияние ВНС на голос», «ВСП и голос», «типы вегетативной регуляции», «параметры ВСП», «патология ВНС и голос», «связь между функцией вегетативной нервной системой и дисфонией», «акустическое исследование голоса», «изменение акустических параметров голоса при нарушениях ВНС», «изменение ВНС при стрессе», «изменение голоса при стрессе», «гипотонусная дисфония», «гипертонусная дисфония», «гиперчувствительность гортани», «изменения голоса при эндокринных патологиях», «изменение функции ВНС на фоне эндокринной патологии», «болезнь Паркинсона и нарушения голоса», «болезнь Альцгеймера и нарушения голоса» «изменение функции ВНС при болезни Паркинсона», «изменение функции ВНС при болезни Альцгеймера», «дисфункция ВНС при

синдроме обструктивного апноэ сна», «ларингофарингеальный рефлюкс», «дисфункция ВНС при ларингофарингеальном рефлюксе», «изменение голоса при ЛФР», «ВСП при эндокринной патологии». Ранее указанные поисковые запросы для расширения диапазона поиска дублированы на английском языке. В обзоре использовались статьи по анатомии и физиологии, без акцента на время создания. Также в поиске материалов, содержащих доказательные экспериментальную и клиническую базы, предпочтение отдавалось работам не старше 15 лет.

Анатомия и физиология ВНС

ВНС не зависит от воли человека, иннервирует внутренние органы, кровеносные и лимфатические сосуды, гладкую мускулатуру, железы внешней и внутренней секреции, сердечную мышцу. ВНС состоит из симпатического, парасимпатического и метасимпатического (внутриорганного) отделов [6–15]. Некоторые авторы являются сторонниками отделения тазовой части парасимпатической нервной системы в самостоятельную структуру, но на данном этапе эта теория не приобрела широкого масштаба. Функция ВНС заключается в обеспечении работы всех внутренних органов, осуществлении трофики органов и тканей, поддержании гомеостаза, приспособлении организма к изменениям внешней среды, реакции на стресс [6–15]. При этом за активацию защитных сил, мобилизацию ресурсов организма, подготовку к активной работе выполняет симпатический отдел, за восстановление и поддержание постоянства внутренней среды – парасимпатический [6–15].

В основе центров регуляции ВНС прослеживается четкая иерархичность структур [6, 16, 17]. В коре больших полушарий на вершине иерархии – венгеромедиальная префронтальная кора, передняя поясная кора, участки островковой доли [17]. Контроль осуществляется посредством тормозных и активирующих влияний коры на подкорковые центры [16, 17]. На следующей ступени находится ретикулярная формация в составе среднего мозга вместе с околотоводопроводным веществом [16, 17]. Мозжечок посредством висцеральных рефлексов оказывает стабилизирующее влияние на организм [16, 17]. Лимбическая система с локализацией в миндалевидном теле, ядрах терминальной пластинки регулирует эмоциональные реакции, сон и бодрствование, внимание, сексуальное, пищевое, и оборонительное поведение [13, 16, 17]. Гипоталамус, включая паравентрикулярные, дорсомедиальные и аркуатные ядра, является главным центром обеспечения висцеральных процессов [16, 17]. Стволовые центры в мосту – парабрахиальные ядра, и в продолговатом мозге – ядра одиночного пути, двойные, дорсальные моторные ядра блуждающего нерва ответственны за дыхание, тонус сосудов, сложные рефлексy (глотание, чихание), аккомодацию, регуляцию деятельности желез [10, 11, 14, 16, 17]. Спинальные центры в спинном мозге влияют на сердечную деятельность, бронхи, акт дефекации, мочеиспускание, половые рефлексy [16, 17].

На переходе от центральной части к периферической становятся видны различия в структуре отделов ВНС. Так, преганглионарные клетки симпатического отдела располагаются в боковых рогах спинного мозга, и волокна выходят из него на уровне T1–L3 сегментов спинного мозга [6, 7, 16, 17]. В парасимпатической части ВНС преганглионарные волокна входят в состав черепных нервов III, VII, IX и X пар, которые выходят из ствола мозга, также часть парасимпатических волокон отходит из спинного мозга на уровне S2–S3 сегментов позвоночного столба [6, 7, 16, 17].

Периферическая часть симпатического и парасимпатического отделов также различается [6–8]. Ганглии симпатического отдела располагаются вблизи спинного мозга и имеют длинные постганглионарные пути к иннервируемым органам [6–16]. В парасимпатическом отделе ганглии располагаются непосредственно в органах или рядом с ними, постганглионарные волокна очень короткие [6–17].

Непосредственно реализация работы ВНС происходит за счет двух основных медиаторов, ацетилхолина, норадреналина и дополнительных – дофамина, серотонина, АТФ, некоторых аминокислот, гистамина [18, 19]. Ацетилхолин – это медиатор всей преганглионарной части ВНС, он высвобождается в окончаниях холинергических симпатических и парасимпатических нервных волокон [6, 18]. В постганглионарной части преобладающее влияние он оказывает на работу парасимпатического отдела, воздействует на М- и Н-холинорецепторы [16]. В симпатическом отделе ацетилхолин работает локально, влияя, например на потовые железы и кровеносные сосуды [6–17]. Норадреналин – нейромедиатор постганглионарной части симпатического отдела ВНС, действует на клетку при помощи α - и β -адренорецепторов, которые в разном соотношении располагаются в органах и тканях [6–8, 16].

Вегетативная иннервация гортани

Преганглионарные волокна симпатической части иннервации гортани берут свое начало в верхней части грудного отдела, постганглионарные волокна начинаются из верхнего шейного ганглия и т иннервируют сосуды, слизистую оболочку и мышцы гортани в составе верхнего и нижнего гортанных нервов [18, 19].

Парасимпатические нервные волокна для гортани начинаются в дорсальном ядре блуждающего нерва, в его составе через верхний и нижний гортанные нервы в гортань попадают преганглионарные волокна [20]. В гортани адренергические и холинергические нервные волокна имеют одинаковую топографию [17, 20].

В проведенных исследованиях на секционном материале гортани при помощи методов подготовки препаратов Bjorklund, M.J. Karnovsky и L.A. Roots выявляли симпатические и парасимпатические волокна соответственно [73]. Расположение и распределение их в мышцах и слизистой оболочке гортани показывает, что происходит очень тонкая регуляция процессов [73]. Это необходимо, ведь в норме в гортани происходит множество процессов каждую секунду, для голосообразования необходима координация работы мышц, их трофика, защита от перенапряжения мышц [8, 9]. Также происходит поддержание оптимального уровня влажности слизистой оболочки, регуляция ширины голосовой щели, что в свою очередь регулирует воздушный поток [8]. Посредством работы ВНС реализуется защитная функция гортани, например кашлевой рефлекс [21].

Гортань как орган, исполняющий множество функций, обладает многочисленными рецепторами [22–26]. Жизненно важные функции обеспечиваются работой рецепторов, воспринимающих давление, воздушный поток, раздражители, мышечную активность, холод [24–26]. К сожалению, данных об адрено- и холинорецепторах гортани человека очень мало, хотя они хорошо изучены в нижележащих дыхательных путях [23]. Некоторые данные о влиянии клонидина на мышцы гортани коз были представлены K.D. O'Halloran и соавт. [27]. Под воздействием клонидина возникает дисбаланс приводящих и отводящих мышц гортани с возникновением апноэ, но это влияние вызвано активацией центральных α_2 -адренорецепторов. Данных об активации

местных адренорецепторов не предоставлено [27]. S.G. Wang и соавт. изучили влияние препаратов на α -адренорецепторы сосудов гортани у людей и собак и получили положительные результаты в виде сужения ее просвета [28]. Ранее уже было упомянуто, что вегетативные волокна имеются в составе всех структур гортани [18–21, 29, 78]. Y. Nakanishi и соавт. провели исследование расположения холинергических волокон гортани крыс при помощи иммуногистохимии [29]. Полученные данные свидетельствуют о массивной инвазии структур гортани [29, 73]. Холинергические рецепторы в исследовании Y. Nakanishi остались без внимания [29].

Отмечена реакция голосового и дыхательного аппаратов при изменении работы ВНС во время реализации приспособительных реакций при физических и вокальных нагрузках, когда включается активная и пассивная стратегия преодоления стресса, подтверждением тому служили выявленные изменения ритма сердечных сокращений [30, 31]. Обоснована возможность использования голосовых показателей как показателя когнитивной или физической усталости и разработке для этого неинвазивных и быстрых методов [32].

Диагностические методы обследования ВНС и гортани

В настоящее время активно изучается влияние ВНС на верхние дыхательные пути. Совместно с этим ученые изучают реакции ВНС. Так И.В. Кастыро и В.И. Попадюк в экспериментах на животных, а также в клинических исследованиях выявили закономерность в изменении сердечного ритма под влиянием операционного стресса при помощи записи электрокардиограммы и холтеровского мониторинга в зависимости от раздражителя [33–37]. Опытным путем было доказано, что ВСП подтверждает смещение баланса работы ВНС в сторону симпатического и парасимпатического отделов [33–37]. Чаще всего для оценки ВСП используются показатели временной и частотной областей [38, 39]. К наиболее часто используемым показателям временной области относятся: SDNN, SDANN, rMSSD, SDSD, NN50 count, треугольный индекс BCP, дифференциальный индекс [38]. Наиболее распространенными показателями в частотной области являются: VLF, LF, HF, ULF, LF/HF. В интерпретации показателей, названных выше, большое значение имеет временной интервал записи [38].

Подтверждено изменение ритма сердца на фоне выполнения физических, фонопедических и дыхательных упражнений, что также свидетельствует об активном влиянии ВНС на голосовой аппарат [31, 40].

Для более детального изучения голосовой функции используется акустический анализ голоса (ААГ) с наиболее информативными показателями: коэффициент неустойчивости по высоте, коэффициент неустойчивости амплитуды, соотношение гармоник и шума, jitter (степень частотной неустойчивости вибрации голосовых складок), shimmer (степень амплитудной неустойчивости вибрации складок) [41–43].

Исследование внешнего состояния гортани обычно проводится методом «золотого стандарта», которым является видеоларингостробоскопия [44]. При исследовании следует обращать внимание на состояние слизистой оболочки, ее цвет, влажность, инъекцию сосудов [44]. Также оценивается состояние истинных голосовых складок, их цвет, объем и симметричность подвижности, форму голосовой щели при дыхании и фонации, смыкание при фонации, амплитуду колебаний, слизистую волну [44]. Следует отметить, что на первый взгляд параметры изменения голоса не всегда коррелируют

с внешней картиной гортани, ключевым моментом в изучении данных ларингостробоскопии является плановность и строгое внимание к деталям [44].

Использование аутофлуоресцентной эндоскопии также имеет большое значение для диагностики патологии гортани, с помощью этого метода хорошо выявляются очаги гипертрофии и метаплазии эпителия [20, 45]. Ранее некоторые ученые доказали влияние дисфункции ВНС как одного из эндогенных факторов на развитие хронических гиперпластических процессов и рака [45].

Патология гортани и нарушения ВНС

Чаще всего дисфункцию ВНС можно ассоциировать с ларингофарингеальным рефлюксом, гипо- либо гипертонусной дисфонией, некоторыми формами гиперпластических ларингитов, синдромом обструктивного апноэ сна, хронического кашля [45]. Есть данные о влиянии дисбаланса ВНС на голосовой аппарат при болезнях Паркинсона, Альцгеймера, психических нарушениях, посттравматическом нервном расстройстве, патологии эндокринной системы [46, 47].

Дисфонии

Дисфонии следует считать особой группой заболеваний гортани, ассоциированных с дисфункцией ВНС, [48, 49]. Гипо-, гипертонусная дисфония и смешанная (гипогипертонусная), афония [48, 49]. Эти состояния могут носить характер функциональных нарушений, т.к. не всегда имеют патоморфологический субстрат [50, 51]. Однако некоторые видимые изменения, характерные для определенных типов, все же выявляются [48, 49]. Для гипертонусной дисфонии свойственно повышение тонуса голосовых складок, осиплость или охриплость при фонации, включение мышц шеи в процесс фонации [49–51]. Гипотонусная дисфония характеризуется снижением тонуса мышц голосового аппарата, голос теряет звучность, особенно в конце выдоха, быстро утомляется [49–51]. Гипогипертонусная дисфония подразумевает включение мышц преддверия гортани в фонацию, что в последующем приводит к их гипертрофии [32, 45, 48].

Дисфонии и нарушения ВНС. Следует отметить, что дисфонии характерны для людей с высокой лабильностью ВНС. У лиц с функциональным нарушением голоса выявляется больше признаков дисфункции ВНС [52]. Высока роль внешних факторов как триггеров для запуска процесса (курение, алкоголь), а также стресса как пускового механизма для возникновения дисбаланса ВНС [49, 50]. Под действием стресса происходит активация организма, изменение гормонального фона для приспособления к новым условиям [53, 54]. Когда первичная реакция заканчивается у организма есть 2 основных пути дальнейшей реакции [53, 54]. Первый путь – это возвращение к норме, организм пережил физический или эмоциональный стресс и вернулся в исходное состояние [53, 54]. Второй – чаще всего случается на фоне продолжительного стресса, организм не может вернуться к гомеостазу и происходит нарушение функции наиболее подверженного поражению «слабого», органа [53, 54]. Часто таким органом является гортань [54]. В исследованиях, целью которых был поиск объективных критериев изменения голоса, также было выявлено изменение показателей ВСР и частоты голоса на фоне стресса у здоровых людей [55]. Еще один патогенетический механизм возникновения дисфонии объясняется сохранением эмоционального стресса длительное время в отличие от физического [56]. Эмоциональный стресс может влиять на мышечное напряжение путем активации симпатической ВНС [56].

Сигналы для запуска стресс-реакций по различным каналам попадают в центральную нервную систему, начинается формирование сложного координированного ответа организма на раздражитель [133, 134]. Первым этапом выступает активация ВНС за счет симпатического или парасимпатического отделов [134]. Когда лимбическая система определила стимул как «угрожающий», нервный импульс передается к заднему отделу гипоталамуса, происходит активация симпатической нервной системы (СНС) [17, 60, 60, 134]. По симпатическим путям через грудной и поясничный отделы спинного мозга импульс передается в органы мишени [134]. Однако действие реакций СНС проходит быстро, это связано с невозможностью симпатических нервных окончаний производить длительный выброс норадреналина [59, 134, 136]. Также через задний отдел гипоталамуса импульс СНС достигает чревного ганглия, который иннервирует мозговой слой надпочечников [134]. Активация мозгового слоя надпочечников приводит к выбросу в кровь катехоламинов (адреналин и норадреналин), эти гормоны способны длительно циркулировать в крови и воздействовать на органы мишени [133–137]. В результате такого каскада реакций происходит переход острой фазы стресса в хроническую с возможным последующим формированием дезадаптивных процессов [134]. Одновременно с активацией ВНС в условиях воздействия стрессовых факторов в адаптивном процессе участвует и эндокринная система через работу желез внутренней секреции: гипоталамо-гипофизарно-адреналовая ось, гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковая ось, гипоталамо-гипофизарно-тиреоидная ось, выброс соматотропного гормона, окситоцина и др. [134, 136, 137].

Дисфонии и нарушения психической и психологической сфер. Вегетативная дисфункция сопровождается психические и психологические нарушения, которые могут быть не всегда очевидны за счет разнообразной симптоматики поражения ВНС [62, 135]. Расстройство адаптации (дезадаптация) в свою очередь может привести к появлению депрессивных состояний [62, 135]. Обычно люди с депрессией имеют множество соматических жалоб, отрицая психические нарушения, при этом одним из органов мишеней является гортань и причиной жалоб – нарушение фонаторной функции [56, 60, 62, 135].

Проявление стресса может заключаться и в нарушении двигательной функции мышц гортани. Так, это может заключаться в такой организации нервной системы, когда более примитивные нейронные механизмы (ВНС) начинают доминировать над высшими корковыми центрами в головном мозге [56]. Таким образом возникает несбалансированное мышечное поведение при воспроизведении голоса [56]. Кора мозга направляет импульс на сокращение мышц для воспроизведения звуков, когда эти мышцы уже активированы симпатической частью ВНС в процессе развития механизмов стресс-ответа [56]. Для пациентов этой группы характерно частое неправильное использование голоса, головные боли, высокая тревожность [38]. На фоне этих изменений и нарушении работы ВНС происходит присоединение дополнительных факторов травмирования, сердечно-сосудистая патология, ларингофарингеальный рефлюкс (ЛФР), развитие депрессивных состояний [45, 48–51].

Ряд исследований выявил связь между появлением узлов на голосовых складках и наличием психоэмоционального стресса [57, 58]. В основном, исследования касаются женщин в связи с большей частотой встречаемости данной патологии [57, 58]. Женщины с голосовыми узелками чаще отмечали у себя признаки стресса, также подтвержденные при помощи специальных опросников, и выявление таких черт, как гиперак-

тивность и импульсивность [57, 58]. Следует отметить, что в этой группе большой процент лиц голосовых профессий, но данные анамнеза людей из других сфер деятельности подтверждали использование голоса сверх меры, несоблюдение гигиены голоса [57, 58]. В вопросе патофизиологии исследователи не дают четких ответов по поводу происхождения узлов [57, 58]. Одной из теорий является появление гипертонуса мышц гортани, на фоне которого происходит каскад реакций, когда активация ВНС провоцирует изменения в слизистой оболочке, гормональные и иммунные изменения [57, 58].

Депрессия и фонационная функция гортани

Депрессивное расстройство – состояние, которое приводит к функциональным нарушениям, в результате длительной стрессовой ситуации происходит нарушение баланса ВНС и повышение синтеза катехоламинов [59, 60, 162]. На основе акустического анализа голоса на фоне депрессии выявляется монотонность речи с длительными паузами за счет замедления мыслительных процессов и движения, уменьшение диапазона f_0 , повышение его вариабельности, иногда мерцание [60, 61, 138, 139]. Также следует отметить, что при прогрессировании депрессии происходит ухудшение качества голоса [60–62]. R.F. Lin и соавт. в своем исследовании доказали эту теорию [62]. В эксперименте участвовали люди с депрессией и бессонницей [62]. До описания результатов, следует сказать, что значимых работ по изучению состояния голоса у людей с бессонницей мало, а имеющиеся в большинстве случаев не представляют значимых данных в группах здоровых людей и людей с бессонницей [62]. В группах определены значимые отклонения RMS, F_0 -асимметрии и F_0 -экссесса [62, 139]. При сравнении людей с бессонницей и умеренной депрессией данные показатели были выше у второй группы [62]. При сравнении людей с умеренной и тяжелой депрессией, показатели были еще выше [62, 139].

Синдром обструктивного апноэ сна (СОАС)

СОАС – состояние, которое возникает на фоне обструкции верхних дыхательных путей и регистрируется записью при полисомнографии, сопровождается уменьшением воздушно-го потока, гипоксией [63, 64]. Наличие эпизодов прекращения дыхания на 10 и более секунд является достоверным признаком СОАС, также одним из критериев является число случаев апноэ за 1 час [45, 63, 64]. Во время апноэ в организме происходит активация симпатической части ВНС, что сопровождается повышением артериального давления, тахикардией, перераспределением крови в органах, констрикцией периферических сосудов [64]. Длительная активация одного отдела приводит к нарушению баланса ВНС, что в последующем сохраняется в периоды бодрствования, нарушается режим сна и отдыха, значительно ухудшается качество жизни [64, 65]. Недавнее исследование A.L. Hamdan и соавт. продемонстрировало связь между тяжестью течения СОАС и напряжением мышц гортани [140]. При этом пациенты имели симптомы дисфонии, кашля, ощущение инородного тела в гортани [140]. Исследование было выполнено при помощи фиброларингоскопии, установлено, что более 55,6% пациентов имеют видимые эндоскопические изменения, коррелирующие с тяжестью СОАС [140]. M. Wei и соавт. в своем исследовании сравнили показатели акустического анализа пациентов с апноэ и группой сравнения на программах MDVP и Praat [141]. В ходе исследования получены значимые изменения jitter, shimmer, NHR и не выявлено значимых изменений F_0 [141]. Длительные изменения подобного

рода повышают риск возникновения ишемической болезни сердца, гипертонической болезни, изменение психики, аритмий, внезапной сердечной смерти и нарушение функции желудочно-кишечного тракта, одним из важных проявлений которого является развитие гастроэзофагеальной рефлюксной болезни (ГЭРБ) или ЛФР [66, 67].

Ларингофарингеальный рефлюкс (ЛФР)

ЛФР – это патологический процесс, возникающий на фоне заброса желудочного содержимого в гортань и глотку [45, 67]. Видимые признаки этого процесса хорошо описаны и представляют собой гиперемию и отек голосовых складок, изменение межчерпаловидного пространства, густое слизистое отделяемое [67, 69, 71]. В 2004 г. R.B. Williams и соавт. предложили классификацию ЛФР по степени поражения гортани [71], в соответствии с которой: 0 степень – отсутствие данных за ЛФР, I степень – гиперемия либо бледность, пастозность межчерпаловидного пространства, черпаловидных хрящей, II степень – распространение процесса за пределы межчерпаловидного пространства и черпаловидных хрящей на область задней трети голосовых складок, III степень – наличие контактных язв, пахидермии, распространение воспалительного процесса в подскладочный отдел [71, 72]. Е.В. Осипенко и соавт. в своем исследовании у людей речевых профессий выявили прямую связь между степенью поражения гортани и клиническими проявлениями ЛФР [72]. Как правило, пациенты жалуются на изменение голоса, охриплость, повышенную утомляемость голоса, ощущение инородного тела в глотке [71]. Обычно это заболевание рассматривают вместе с ГЭРБ т.к. они схожи по этиологии и патогенезу, однако в последнее время все чаще ЛФР выделяют как самостоятельную патологию [67, 69, 70]. Жалобы на отрыжку, изжогу, повышенную кислотность часто не свойственны ЛФР [68]. Важным является отсутствие видимых признаков эзофагита в отличие от ГЭРБ, считается, что это происходит из-за более высокой устойчивости слизистой оболочки пищевода к агрессивному содержимому желудка [45, 66, 69, 70]. Нарушение функции блуждающего нерва, соответственно, парасимпатического отдела, приводит к изменению тонуса нижнего пищеводного сфинктера, повышению кислотности желудка, дисбаланс ВНС при этом проявляется изменением сердечных показателей, такое событие иногда называется гастрокардиальным рефлексом [66–70]. Однако степень и характер изменений гортани не всегда коррелирует с выраженностью дисфункции ВНС [67–69]. Было выявлено изменение параметров Jitter local, Jitter absolute (ms), Jitter rap (%), Jitter ppq (%) в сторону повышения [74]. Параметры shimmer изменяются, но не имеют статистической значимости. Также у пациентов с рефлюксом зарегистрировано изменение параметра noiseto-harmonics [74]. Несмотря на большой объем исследований, на сегодняшний день взаимосвязь дисбаланса ВНС и появление ЛФР еще необходимо изучать для полного понимания патогенеза и причин заболевания [45, 70].

Изменения голоса на фоне посттравматического стрессового расстройства (ПТСР)

ПТСР – психическое состояние, возникающее после воздействия на психику очень мощных негативных событий [75, 76]. Одним из факторов его развития является хроническое перевозбуждение ВНС [77]. Ранее во многих исследованиях выявлена связь патогенеза ПТСР гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой системы и СНС [77, 142–153]. Повышение уровней норадреналина и кортизола, выявленные в анализах пациен-

тов, подтверждают эту теорию [143–146, 148, 149]. L. Cahill объяснил наличие высокого уровня норадреналина в крови больных ПТСР постоянным подкреплением за счет негативных эмоций, навязчивых мыслей и воспоминаний [150]. В свою очередь можно предположить существование своеобразного порочного круга, когда мысли путем каскада реакций приводят к повышению выработки катехоламинов, а повышенный уровень стресса на этом фоне ведет к «фиксации» на навязчивых мыслях и негативных воспоминаниях [134, 135, 150]. Наряду с головными болями, чувством тревоги, бессонницей, раздражительностью, утомляемостью выделяются и голосовые симптомы: охриплость, заикание, дисфонию [75, 76, 77]. При акустическом анализе у таких пациентов выявляется монотонность, безэмоциональность речи, такая речь медленная и ровная, определяется снижение тональности гласных F1 и F2, определяется изменчивость f0 [76, 77].

Хронический кашель

Хронический кашель – мультифакторная патология, в основе которой заложено кашлевое движение, которое реализуется сложнорефлекторным механизмом [78]. Основными причинами кашля может быть инфекции, ЛФР, неврологические нарушения, хроническое раздражение дыхательных путей [45, 78, 79]. В состав рефлекторной дуги входят чувствительные рецепторы и нервные волокна блуждающего нерва, кашлевой центр в стволе мозга, двигательные нервы мышц грудной клетки и диафрагмы [21]. Дисфункция ВНС приводит к нарушению чувствительности гортани, что проявляется в повышенной или сниженной ее реакции на раздражитель [78, 79]. Особого внимания требует психогенный хронический кашель, причинами которого являются вегетативное возбуждение за счет стресс-реакций [80]. При осмотре органов дыхания можно не обнаружить патологических изменений, как правило, подобное состояние сопровождается симптомами тахикардии, возбуждения, покраснения, тремора, паническими атаками, т.е. симптомами, не отражающими поражение вовлекаемого органа [80, 81].

Болезнь Альцгеймера (БА) и фонаторная функция гортани

БА представляет собой форму деменции, которая сопровождается поражением нервной системы за счет накопления в тканях мозга β -амилоида и тау-белка [82–84]. Болезнь сопровождается постепенной потерей памяти, нарушением речи, когнитивными нарушениями, проблемами с ориентировкой в пространстве, времени, личности и утратой способности к самообеспечению [83, 84]. Одним из факторов развития и прогрессии БА является нарушение синтеза ацетилхолина [85–87]. Нарушение функции ВНС происходит задолго до появления первых клинических признаков из-за поражения ее стволовых центров, при этом отмечается изменение показателей ВСП, также установлена прямая связь нарушения ВСП с тяжестью течения болезни [85–88]. Для исследования голоса при БА используют акустический анализ, наиболее перспективными показателями, которые отражают изменения голосового аппарата, являются: исследование формант, jitter, длительность паузы, скорость речи, скорость артикуляции, длительность слога, отношение шума к гармоникам [85, 89, 90]. Как правило, сравнения производились между здоровыми и людьми с БА одного возраста [85, 86, 89, 91]. Особенностью таких исследований является необходимость работы с возрастными пациентами [86, 90, 92]. Голос пожилых подвергается изменению в течение жизни, но даже несмотря на это, акустические

показатели людей с БА изменяются и имеют клиническую ценность [86, 90, 92].

Болезнь Паркинсона (БП) и фонаторная функция гортани

БП – это заболевание нервной системы, которое сопровождается дегенеративными изменениями центральных и периферических нервных структур [93–95]. Клиническими симптомами БП является тремор, ригидность мышц, потеря равновесия, снижение когнитивных функций, психические расстройства, нарушение сна, нарушение речи [93, 94]. Дисфункция ВНС при БП может быть различной, это зависит от дегенерации симпатического, парасимпатического отделов, также бывает смешанное поражение [94]. При обследовании таких пациентов выявляется прямая связь между степенью нарушения ВНС и тяжестью болезни [94]. Таким образом, анализируя данные исследований, можно сделать вывод, что влияние на голосовой аппарат при БП происходит за счет дегенерации двигательных центров и нарушения баланса ВНС [94]. На данном этапе еще нет специфической диагностики для отличия изменений ВНС и голоса при БП, БА, мультисистемой атрофии [94]. При обследовании определяется изменение показателей ВСП во время пробы Вальсальвы и пробы с глубоким дыханием, пассивной ортостатической пробы, а также показателей временной и частотной областей [94]. Речь пациентов характеризуется монотонностью, моногромкостью, неправильным ударением, неразборчивостью, голосовым тремором, охриплостью [96]. Акустический анализ голоса у таких пациентов регистрирует искажение формант, изменение скорости речи и увеличении пауз, нарушение артикуляции, сопровождающееся порывами речи [95, 97, 98]. На данный момент в этой области предстоит еще много исследований, и у них есть явная перспектива, которая заключается в разработке методов для очень раннего выявления БП по голосу и показателям ВНС [93, 94, 97, 98].

Сахарный диабет (СД) и фонаторная функция гортани

Одним из самых распространенных заболеваний эндокринной системы является СД [99–101]. СД при своем развитии и прогрессировании вносит множество изменений, но в контексте данного обзора важным является диабетическая полиневропатия (ПНП) [99–102]. ПНП при диабете также поражает и вегетативный отдел нервной системы (таблица) [101, 103, 104]. В некоторых исследованиях была выявлена закономерность, что парасимпатические волокна с более толстыми оболочками поражаются гораздо чаще и быстрее, чем симпатические [100, 102]. Соответственно, развивается дисбаланс ВНС в сторону симпатического отдела, что регистрируется при изучении ВСП пациента, например при исследовании LF волн: повышение LF/HF индекса (таблица) [101, 103, 104]. Исследования показывают, что изменение химического состава крови при СД приводит к изменению упругости ткани, в тканях голосового аппарата с увеличением концентрации глюкозы в крови происходит снижение эластичности мышц и связок [105]. Соответствующие изменения визуализируются при видеоларингостробоскопии в виде сухости, истончения и приobleдения слизистой оболочки, инъекции сосудов, изменении подвижности голосовых складок в целом и их локальных колебаний, изменении слизистой волны [105]. Акустический анализ голоса также подтверждает изменение: определяется быстрая утомляемость голоса, изменение соотношения гармоник и шума, коэффициента нестабильности по высоте [105].

Таблица Взаимосвязь патологии ВНС, эндокринной системы, изменений акустического анализа голоса и патологии гортани
 Table. Interrelationship between pathology of the autonomic nervous system, endocrine system, changes in the acoustic analysis of the voice and pathology of the larynx

Автор Author	Патология эндокринной системы Pathology of the endocrine system	Акустические параметры Acoustic parameters	Показатели ВНС Indicators of the autonomic nervous system	Клинические проявления со стороны гортани Clinical manifestations of the larynx
K.W. Altman и соавт., 2003 [122]; A. Mohammadzadeh и соавт., 2011 [123] K.W. Altman et al., 2003 [122]; A. Mohammadzadeh et al., 2011 [123]	Гипотиреоз Hypothyroidism	Снижение F0, индекса турбулентности голоса, увеличение размаха амплитуды, мерцания, соотношения шум/гармоника, индекса мягкой фонации, интенсивности амплитудного тремора Снижение максимальной F0 у женщин Decreased F0, voice turbulence index, increased amplitude peak-to-peak, flicker, noise-to-harmonic ratio, soft phonation index, and amplitude tremor intensity Decreased maximum F0 in women	Симпатическая парасимпатическая, смешанная дисфункция ВНС Уменьшение частоты LF/HF в BCP, высокие значения HF/nu и HF/% [124] Sympathetic-parasympathetic, mixed dysfunction of the ANS Decreased LF/HF frequency in HRV, high HF/nu and HF/% values [124]	Охриплость за счет отнка голо- совых складок из-за накопления мукополисахаридов в собственной пластинке, отека и слабости перстнечитовидных мышц, дав- ления увеличенной ЩЖ, отека блуждающего нерва. Сухость, одышка, ощущение инородного тела, быстрая утомляемость Hoarseness due to swelling of the vocal folds due to the accumulation of mucopolysaccharides in the lamina propria, swelling and weakness of the cricothyroid muscles, pressure from an enlarged thyroid gland, and swelling of the vagus nerve. Dryness, shortness of breath, a foreign body sensation, and fatigue are common
A.L. Hamdan и соавт., 2013 [125] A.L. Hamdan et al., 2013 [125]	СД Diabetes mellitus	Большинство исследований не отмечают наличия статисти- чески важных данных между здоровыми и людьми с СД 2 типа Most studies do not report statistically significant differences between healthy individuals and those with type 2 diabetes	Вегетативная невропатия (с поражением парасим- патической части вначале и симпатической при дли- тельном течении) [126] Vegetative neuropathy (with damage to the parasympathetic part at the beginning and to the sympathetic part during the long term) [126]	Спазмы, кашель, ощущение инородного тела, афония Spasms, cough, foreign body sensation, aphonia
H. Gölaç и соавт., 2022 [127] H. Gölaç et al., 2022 [127]	СД Diabetes mellitus	Только в одном из последних исследований были опреде- лены значимое увеличение абсолютного дрожания, снижение MPT, усиление локального мерцания Only one recent study identified a significant increase in absolute jitter, a decrease in MPT, and an increase in local flicker	При исследовании BCP выявлены более низкие интервалы RR), более низкий SDNN, более низ- кий RMSSD, более низкий pNN50, более низкую total power, более низкий LF и более низкий HF [128] HRV studies have shown lower RR intervals, lower SDNN, lower RMSSD, lower pNN50, lower total power, lower LF and lower HF [128]	Спазмы, кашель, ощущение инородного тела, афония Spasms, cough, foreign body sensation, aphonia
U. Nygren и соавт., 2013, 2016, 2019 [129–131]; A. Hannoun и соавт., 2011 [132] U. Nygren et al., 2013, 2016, 2019 [129–131]; A. Hannoun и соавт., 2011 [132]	Синдром поликистозных яичников Polycystic ovary syndrome	Снижение F0, уменьшение диапазона голоса/увеличение RAP, снижение MPT Неполное смыкание голосовой щели, нарушение вибрации голосовых складок Decreased F0, decreased vocal range/increased RAP, decreased MPT Incomplete glottal closure, impaired vocal fold vibration	Повышение активности симпатического отдела ВНС. Повышение на BCP показателей LF, LF norm и LF/HF ratio [133] Increased activity of the sympathetic division of the autonomic nervous system. Increased HRV indices of LF, LF norm, and LF/HF ratio [133]	Вирилизация голоса у женщин за счет утолщения щиточерпало- видной мышцы Virilization of the voice in women due to thickening of the thyroarytenoid muscle
U. Nygren и соавт., 2009 [118] U. Nygren et al., 2009 [118]	Врожденная гиперплазия надпочечников Congenital adrenal hyperplasia	Снижение средней, максимальной и минималь- ной основной частоты Reduction of average, maximum and minimum fundamental frequency	Проявления зависят от эти- ологии заболевания, иссле- дований не обнаружено Manifestations depend on the etiology of the disease; no studies have been found	Вирилизация, охриплость Virilization, hoarseness
K.V. Hari Kumar и соавт., 2016 [109]; V.M. Barreto, и соавт., 2009 [114]; E.H. Valença и соавт., 2012 [115]; T.L.C. Wolters и соавт., 2021 [116] K.V. Hari Kumar et al., 2016 [109]; V.M. Barreto, et al., 2009 [114]; E.H. Valença et al., 2012 [115]; T.L.C. Wolters et al., 2021 [116]	Повышение уровня гормона роста Increased growth hormone levels	Понижение формантных частот Formant frequency reduction	Для выявления взаимос- вязи необходимы более детальные исследования More detailed research is needed to identify the relationship	Изменения за счет утолщения хрящевой гортани, дислокации черпаловидного хряща Changes due to thickening of the laryngeal cartilages, dislocation of the arytenoid cartilage
	Снижение уровня гормона роста Decreased growth hormone levels	Повышение формантных частот Increased formant frequencies		Малые размеры полости рта и гортани Small size of the oral cavity and larynx

Голос и заболевания щитовидной железы (ЩЖ)

В проблеме заболеваний голоса, связанных с нарушением функции ЩЖ, основной вклад вносит гипотиреоз [106, 107]. Установлен факт, что ткани гортани имеют рецепторы, тропные к гормонам ЩЖ, и их недостаток отражается на развитии ее структур [106]. При гипотиреозе происходит отложение полисахаридов, скопление жидкости в собственной пластинке голосовых складок (таблица) [108]. Увеличение ЩЖ и сдавление окружающих структур может вызывать парез голосовых складок разной степени и отек блуждающего нерва [108]. Исследования ВНС при гипотиреозе подтверждают наличие дисбаланса, что также вносит вклад в проявление голосовых расстройств [107, 109, 110]. Существуют данные о повышении активности симпатического отдела ВНС при гипотиреозе и парасимпатического при гипертиреозе, это может свидетельствовать об обратной зависимости между функцией ВНС и ЩЖ, что оказывает непосредственное влияние на фонаторную функцию гортани (таблица) [107].

Голос и нарушения функции гипоталамо-гипофизарной системы

Связь между гипофизом и ВНС можно объяснить наличием регуляции со стороны гипоталамуса [111]. При этом в основе изменений голоса в связи с нарушением функции гипофиза служит нарушение синтеза соматотропного гормона [108, 112, 113]. Избыток соматотропного гормона приводит к гипертрофии структур гортани, возможна дислокация черпаловидных хрящей, это приводит к снижению частоты голоса (таблица) [108, 114, 115]. Недостаток соматотропного гормона влияет на развитие структур гортани и резонаторных полостей таким образом, что на фоне малых размеров и утонченных структур гортани, полости глотки и рта возникает более высокий голос, определяются высокие значения формант, нивелируются пубертатные изменения голоса [108, 113, 114]. Повышение уровня адренокортикотропного гормона при дисфункции гипофиза способствует андрогенизации голоса [108, 112].

Голос и нарушение функции надпочечников

Существуют 2 пути влияния патологии надпочечников на голосовую функцию [108]. Первый из них – это нарушение синтеза андрогенов в сетчатой зоне коры надпочечников [108, 117]. Второй – это нарушение синтеза адреналина и норадреналина в мозговом веществе надпочечников. [108]. На данный момент хорошо изучен вопрос гиперандрогении у женщин. Повышение синтеза андрогенов приводит к вирилизации у женщин, что в свою очередь вызывает изменение голоса, он становится похожим на мужской, отмечается снижение тесситуры и сужение диапазона (таблица) [116, 117, 118]. Снижение выработки женских половых гормонов (особенно на фоне гормональной заместительной терапии) вызывает слабость голоса, быстрое утомление, делает его глухим [119, 121]. Нарушение синтеза катехоламинов в надпочечниках в сторону снижения приводит к изменению баланса ВНС и нарушению мышечного тонуса, о чем свидетельствует снижение силы и быстрая утомляемость голоса [108].

Заключение

Обзор литературы по вопросам взаимосвязи нарушения фонационной функции гортани и дисфункции ВНС показал, что дисфункция ВНС вносит значительный вклад в развитие

патологии голосового аппарата. Основываясь на данных других исследователей, можно сделать вывод, что такие изменения вегетативного баланса встречаются при заболеваниях гортани и верхних дыхательных путей, нервной, эндокринной систем, нарушении эмоциональной сферы. На фоне дистонии (дисфункции) ВНС возникает патология гортани органического и функционального характера. На наш взгляд, исследование взаимосвязи нарушений функции ВНС и нарушения фонаторной функции гортани имеет большое значение для проведения дифференциальной диагностики многих заболеваний, а также реабилитации пациентов с различными формами дисфоний.

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Ackerknecht E. The history of the discovery of the vegetative (autonomic) nervous system. *Med. History*. 1974;18(1):18.
2. Wehrwein E.A., Orer H.S., Barman S.M. Overview of the anatomy, physiology, and pharmacology of the autonomic nervous system. *Compr. Physiol*. 2016;6(3):1239–78. Doi: 10.1002/cphy.c150037.2016: 125.
3. Webber R.H. Some aspects of the historical development of the autonomic nervous system. *J. Neural. Transm*. 1978;42(1):3–8.
4. Oakes P.C., Fisahn C., Iwanaga J., et al. A history of the autonomic nervous system: part I: from Galen to Bichat. *Childs Nerv. Syst*. 2016;32(12):2303–8.
5. Oakes P.C., Fisahn C., Iwanaga J., et al. A history of the autonomic nervous system: part II: from Reil to the modern era. *Childs Nerv. Syst*. 2016;32:2309–15.
6. Wehrwein E.A., Orer H.S., Barman S.M. Overview of the Anatomy, Physiology, and Pharmacology of the Autonomic Nervous System. *Compr. Physiol*. 2016;6(3):1239–78.
7. Gibbons C.H. Basics of autonomic nervous system function. *Handb. Clin. Neurol*. 2019;160:407–18.
8. Benarroch E.E. Physiology and Pathophysiology of the Autonomic Nervous System. *Continuum (Minneapolis, Minn)*. 2020;26(1):12–24.
9. Mulkey S.B., du Plessis A.J. Autonomic nervous system development and its impact on neuropsychiatric outcome. *Pediatr. Res*. 2019;85(2):120–6.
10. Langley J.N. On the union of cranial autonomic (visceral) fibres with the nerve cells of the superior cervical ganglion. *J. Physiol*. 1898;23(3):240.
11. Langley J.N. *The autonomic nervous system*. vol. 1, 4th ed. Cambridge, MA: Heffer and sons; 1921.
12. Waxenbaum J.A., Reddy V., Varacallo M. Anatomy, Autonomic Nervous System. In: *StatPearls*. StatPearls Publishing, Treasure Island (FL); 2022.
13. Shields R.W. Functional anatomy of the autonomic nervous system. *J. Clin. Neurophysiol.: Official Publication of the American Electroencephalographic Society*. 1993;10(1):2–13.
14. Sternini C. Organization of the peripheral nervous system: autonomic and sensory ganglia. *J. Investig. Dermatol. Symp. Proc*. 1997;2(1):1–7.
15. Karamaker J.M. An introduction into autonomic nervous function. *Physiol. Meas*. 2017;38(5):89–118.
16. Ноздрюхина Н.В., Кабаева Е.Н., Струценко А.А. и др. *Вегетативная нервная система: Учебно-методическое пособие для студентов медицинских вузов*. М., 2020. [Nozdryukhina N.V., Kabaeva E.N., Strutsenko A.A., et al. *Autonomic nervous system: teaching aid for medical students*. М., 2020 (in Russ.).].
17. Басанцова Н.Ю., Тибеккина Л.М., Шишкин А.Н. Роль вегетативной нервной системы в развитии цереброкардиальных нарушений. *Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова*. 2017;117(11):153–60. [Basantsova N.Yu., Tibekina L.M., Shishkin A.N. A role of the autonomic nervous system in cerebro-cardiac disorders. *J. Nevrol. Psikhiatr. Im. S.S. Korsakova*. 2017;117(11):153–60 (In Russ.).].

18. Hisa Y., Koike S., Tadaki N., et al. Neurotransmitters and neuromodulators involved in laryngeal innervation. *Ann. Otol. Rhinol. Laryngol. Suppl.* 1999;178:3–14.
19. Bando H., Toyoda K., Hisa Y. Autonomic nervous system. In: Hisa Y, editor. *Neuroanatomy and Neurophysiology of the Larynx*. Japan: Springer Nature Publisher. 2016; P. 29–40.
20. Cardoso R., Lumini-Oliveira J., Meneses R.F. Associations Between Autonomic Nervous System Function, Voice, and Dysphonia: A Systematic Review. *J. Voice.* 2019;35:104–12.
21. Sykes D.L., Morice A.H. The Cough Reflex: The Janus of Respiratory Medicine. *Front. Physiol.* 2021;12:684080.
22. Hisa Y., Bamba H., Koike S., et al. Neurotransmitters and Neuromodulators Involved in Laryngeal Innervation. *Ann. Otol. Rhinol. Laryngol.* 1999;108(7):3–14.
23. Nadel J.A., Barnes P.J. Autonomic Regulation of the Airways. *Ann. Rev. Med.* 1984;35(1):451–67.
24. Sant'Ambrogio G., Mathew O.P., Fisher J.T., Sant'Ambrogio F.B. Laryngeal receptors responding to transmural pressure, airflow and local muscle activity. *Respir. Physiol.* 1983;54(3):317–30.
25. Bradley R.M. Sensory receptors of the larynx. *Am. J. Med.* 2000;108(4):47–50.
26. Widdicombe J. Airway receptors. *Respir. Physiol.* 2001;125(1–2):3–15.
27. O'Halloran K.D., Herman J.K., Bisgard G.E. Differential effects of clonidine on upper airway abductor and adductor muscle activity in awake goats. *J. Appl. Physiol.* 1999;87(2):590–7.
28. 왕수건 후두동맥에 있어서 시냅스후 Alpha 및 Beta 아드레날린성 수용체와 시냅스전 무스카린수용체의 특성에 대한 연구. 부산의대잡지 1988;28(2):169–87.
29. Nakanishi Y., Toyama I., Yasuhara O., et al. Immunohistochemical localization of choline acetyltransferase of a peripheral type in the rat larynx. *J. Chemical Neuroanat.* 1999;17(1):21–32.
30. Dodo N., Hashimoto R. Autonomic Nervous System Activity During a Speech Task. *J. Front. Neurosci.* 2019;13:1–5.
31. Коваленко А.Н., Султонова К.Б., Никонов Н.М. и др. Сравнение изменений вариабельности сердечного ритма при выполнении вегетативных проб и фониопедических упражнений. Голова и шея. Российский журнал. 2022;10(2, Прил.1):11–4. [Kovalenko A.N., Sultonova K.B., Nikonov N.M., et al. Comparison of changes heart rate variability in performing vegetative tests and phonopedic exercises. *Head and Neck. Rus. J.* 2022;10(2, App.1):11–4 (In Russ.).]
32. Heaton K.J., Williamson J.R., Lammert A.C., et al. Predicting changes in performance due to cognitive fatigue: A multimodal approach based on speech motor coordination and electrodermal activity. *Clin. Neuropsychol.* 2020;34:1–26.
33. Кастыро И.В., Решетов И.В., Попадюк В.И. и др. Изучение физиологических эффектов новой модели септопластики у крыс. Голова и шея. Российский журнал. 2020;8(2):33–8. [Kastyro I.V., Reshetov I.V., Popadiuk V.I., et al. Studying the physiological effects of a new model of septoplasty in rats. *Head and Neck. Rus. J.* 2020;8(2):33–8 (In Russ.).]
34. Кастыро И.В., Демина Е.Н., Попадюк В.И. и др. Сравнительная оценка вариабельности сердечного ритма при проведении септопластики и тонзилэктомии. *Acta Biomed. Scientif.* 2016;1(1):16–9. [Kastyro I.V., Dyomina E.N., Popadiuk V.I., et al. Comparative evaluation of heart rate variability after septoplasty and tonsillectomy. *Acta Biomed. Scientif.* 2016;1(1):16–9 (In Russ.).]
35. Кастыро И. В. Метод определения циркадианного индекса у пациентов, перенесших септопластику. [Acta Biomedica Scientifica. 2013; 2-1(90); 35-38. Kastyro IV. Method for determining the circadian index in patients after septoplasty. *Acta Biomedica Scientifica.* 2013; 2-1 (90): 35-38. (In Russ.).]
36. Кастыро И.В., Попадюк В.И., Благодравов М.Л., Гринчук В.И. Новые возможности в диагностике стрессовых состояний в оперативной ринологии. Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Медицина. 2014;2:52–7. [Kastyro I.V., Popadiuk V.I., Blagoravov M.L., Grinchuk V.I. New opportunities in the diagnostics of stress state in surgical rhinology. *RUDN J. Med.* 2014;2:52–7 (In Russ.).]
37. Кастыро И.В., Иноземцев А.Н., Шмаевский П.Е. и др. Влияние травмы слизистой оболочки перегородки носа у крыс на поведенческие реакции и изменения баланса вегетативной нервной системы (пилотное исследование). *J. Phys.: Conf. Ser.* 2020; 1611. 012054. [Kastyro I.V., Inozemtsev A.N., Shmaevsky P.E., et al. The impact of trauma of the mucous membrane of the nasal septum in rats on behavioral responses and changes in the balance of the autonomic nervous system (pilot study). *J. Phys.: Conf. Ser.* 2020;1611:012054 (In Russ.).]
38. Grégoire J.M., Gilon C., Carlier S., Bersini H. Autonomic nervous system assessment using heart rate variability. *Acta Cardiol.* 2023:1–15.
39. Cugankiewicz I., Zareba W. Heart rate variability. *Handb. Clin. Neurol.* 2013;117:379–93.
40. Попадюк В.И., Кастыро И.В., Ермакова Н.В., Торшин В.И. Септопластика и тонзилэктомия: сравнение эффективности местных анестетиков с позиций острого стресс-ответа. Вестник оториноларингологии. 2016;81(3):7–11. [Popadiuk V.I., Kastyro I.V., Ermakova N.V., Torshin V.I. Septoplasty and tonsillectomy: acute stress response as a measure of effectiveness of local anesthetics. *Vestn. Oto-Rino-Laryngol.* 2016;81(3):7–11 (In Russ.).]
41. Aronson A.E., Bless D.M. *Clinical voice disorders*. New York—Stuttgart: Thieme. 2009.
42. Brockmann M., Drinnan M.J., Storck C., Carding P.N. Reliable jitter and shimmer measurement in voice clinics: the relevance of vowel, gender, vocal intensity, and fundamental frequency effects in a typical clinical task. *J. Voice.* 2011;25(1):44–53.
43. Aithal V.U., Bellur R., John S., et al. Acoustic analysis of voice in normal and high pitch phonation: a comparative study. *Folia Phoniatr. Logop.* 2012;64:48–53.
44. Гордеев Д.В., Седельникова А.Д., Клейман В.К. и др. Влияние вокальных и физических упражнений на частотные и временные характеристики вариабельности сердечного ритма. М., 2022. С. 54–5. [Gordeev D.V., Sedelnikova A.D., Kleiman V.K., et al. Influence of vocal and physical exercises on the frequency and time characteristics of heart rate variability. М., 2022. P. 54–5 (In Russ.).]
45. Syahrial M., Hutauruk S.M., Rachmawati E.Z.K., Anam K. Autonomic Neuroregulation in the Larynx and Its Clinical Implication. *Updates on Laryngology*. Rijeca: IntechOpen. 2022.
46. Al-Hameed S., Benaissa M., Christensen H., et al. A new diagnostic approach for the identification of patients with neurodegenerative cognitive complaints. *PLoS ONE.* 2019;14(5):e0217388.
47. Low D.M., Bentley K.H., Ghosh S.S. Automated assessment of psychiatric disorders using speech: A systematic review. *Laryngoscope Investig. Otolaryngol.* 2020;5(1):96–116.
48. Lechien J.R., Akst L.M., Hamdan A.L., et al. Evaluation and Management of Laryngopharyngeal Reflux Disease: State of the art review. *Otolaryngol. Head and Neck Surg.* 2019;160(5):762–82.
49. Лоскутова О.А., Ненко А.В., Берг Ю.А. и др. Исследование спектральных характеристик голосового сигнала при дисфонии. 2021 XV Международная научно-техническая конференция по актуальным проблемам электронного приборостроения (АРЕИЕ), Новосибирск, Российская Федерация. 2021; С. 58–62. [Loskutova O.A., Nenko A.V., Berg Y.A., et al. The Spectral Characteristics Research of the Voice-Speech Signal in Dysphonia. 2021 XV International Scientific-Technical Conference on Actual Problems of Electronic Instrument Engineering (APEIE), Novosibirsk, Russian Federation. 2021. P. 58–62 (In Russ.).]
50. Юрков А.Ю., Шустовка Т.И., Алексеева Н.С. и др. Вегетативная иннервация голосового отдела гортани человека. Нервно-мышечные

- болезни. 2022;12(2):64–9. [Yurkov A.Y., Shustova T.I., Alekseeva N.S., et al. Vegetative innervation of the human vocal larynx. *Nervno-mysh. Bolezni*. 2022;12(2): 64–9 (In Russ.)].
51. Behlau M., Madazio G., Oliveira G. Functional dysphonia: strategies to improve patient outcomes. *Patient Relat. Outcome Measures*. 2015;6:243–53.
 52. Cielo C.A., Ribeiro V.V., Hoffmann C.F. Sinais e sintomas de disfunção autonoma em professores e sua relação com as queixas vocais e as variáveis ocupacionais. *Disturb. Comun.* 2015;27:495–504.
 53. Dietrich M., Abbott K.V., Gartner-Schmidt J., et al. The frequency of perceived stress, anxiety, and depression in patients with common pathologies affecting voice. *J. Voice*. 2008;22:472–88.
 54. Seifert E., Kollbrunner J. Stress and distress in non-organic voice disorders. *Swiss Med. Wkly*. 2005;135:387.
 55. Alvear R.M.B.D., Baron-Lopez F.J., Alguacil M.D., et al. Interactions between voice fundamental frequency and cardiovascular parameters. Preliminary results and physiological mechanisms. *Logop. Phoniatr. Vocol*. 2013;38:52–8.
 56. Holmqvist S., Santtila P., Lindström E., et al. The association between possible stress markers and vocal symptoms. *J. Voice*. 2013;27(6):787–e1.
 57. El Uali A.M., Fernández L.R., Vallés V.H., et al. Study of the Influence of Psychological Factors in the Etiology of Vocal Nodules in Women. *J. Voice*. 2013;27(1);129.e15–129.e20.
 58. Goldman S.L., Hargrave J., Hillman R.E., et al. Stress, anxiety, somatic complaints, and voice use in women with vocal nodules: preliminary findings. *Am. J. Speech Lang. Pathol.* 1996;5:44–54.
 59. Kiss G., Vicsi K. Mono- and multi-lingual depression prediction based on speech processing. *Int. J. Speech Technol.* 2017;20(4):919–35.
 60. Horwitz R., Quatieri T.F., Helfer B.S., et al. On the relative importance of vocal source, system, and prosody in human depression. In: 2013 IEEE International Conference on Body Sensor Networks. 2013. P. 1–6.
 61. Quatieri T.F., Malyska N. Vocal-source biomarkers for depression: a link to psychomotor activity. In: Thirteenth Annual Conference of the International Speech Communication Association; Portland, USA. 2012. P. 9–12.
 62. Lin R.F., Leung T.K., Liu Y.P., Hu K.R. Disclosing Critical Voice Features for Discriminating between Depression and Insomnia-A Preliminary Study for Developing a Quantitative Method. *Healthcare (Basel)*. 2022;10(5):935.
 63. Shah N., Roux F. The relationship of obesity and obstructive sleep apnea. *Clin. Chest Med.* 2009;30(3):455–65.
 64. Floras J.S. Sympathetic nervous system in patients with sleep related breathing disorders. *Curr. Hypertens. Rev.* 2016;12(1):18–26.
 65. Hu M.X., Lamers F., de Geus E.J., Penninx B.W. Differential autonomic nervous system reactivity in depression and anxiety during stress depending on type of stressor. *Psychosomat. Med.* 2016;78:562–72.
 66. Eskizmir G., Kezirian E. Is there a vicious cycle between obstructive sleep apnea and laryngopharyngeal reflux disease? *Med. Hypotheses*. 2009;73:706–8.
 67. Lee Y.C., Wang H.P., Lin L.Y. Heart rate variability in patients with different manifestations of gastroesophageal reflux disease. *Autonomic Neurosci.* 2004;116(1–2):39–45.
 68. Liang J., Zhang X., Luo Y., et al. The Impact of Respiratory Events on the Autonomic Nervous System during Sleep. *Int. Heart J.* 2018;59(2):378–86.
 69. Wang A.M., Wang G., Huang N., et al. Association between laryngopharyngeal reflux disease and autonomic nerve dysfunction. *Eur. Arch. Oto-Rhino-Laryngol.* 2019;276(8):2283–7.
 70. Huang W.J., Shu C.H., Chou K.T., et al. Evaluating the autonomic nervous system in patients with laryngopharyngeal reflux. *Otolaryngol. Head Neck Surg.* 2013;148(6):997–1002.
 71. Williams R.B. Predictors of outcome in an open label, therapeutic trial of high-dose omeprazole in laryngitis. *Am. J. Gastroenterol.* 2004;99(5):777–85.
 72. Осипенко Е.В., Державина Н.А., Кастыро И.В. Роль комплексного обследования в диагностике ларинго-фарингеального рефлюкса у профессионалов голоса. *Voice Speech*. 2013;1(9):16–25. [Osipenko E.V., Derzhavina N.A., Kastyro I.V. The role of a comprehensive examination in the diagnosis of laryngo-pharyngeal reflux in voice professionals. *Voice Speech*. 2013;1(9):16–25 (In Russ.)].
 73. Юрков А.Ю., Накатис Я.А., Алексеева Н.С., Шустова Т.И. Физиотерапевтическая коррекция вегетативных расстройств у больных с нарушениями голоса. *Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова*. 2020;120(11):40–4. [Jurkov A.Y., Nakatis Y.A., Alekseeva N.S., Shustova T.I. Physiotherapy treatment of vegetative disorders in patients with voice disorders. *J. Nevrol. Psikiatr. Im. S.S. Korsakova*. 2020;120(11):40–4 (In Russ.)].
 74. Oguz H., Tarhan E., Korkmaz M., et al. Acoustic Analysis Findings in Objective Laryngopharyngeal Reflux Patients. *J. Voice*. 2007;21(2):203–10.
 75. Marmar C.R., Brown A.D., Qian M., et al. Speech-based markers for posttraumatic stress disorder in US veterans. *Depress Anxiety*. 2019;36(7):607–16.
 76. Scherer S., Lucas G.M., Gratch J., et al. Self-reported symptoms of depression and PTSD are associated with reduced vowel space in screening interviews. *IEEE Trans Affect. Comput.* 2016;7(1):59–73.
 77. Xu R., Mei G., Zhang G., et al. A voice-based automated system for PTSD screening and monitoring. *Stud. Health Technol. Inform.* 2012;173:552–8.
 78. Holley D., Mendez A., Donald C. Paroxysmal laryngospasm: Episodic closure of the upper airway. *JAAPA*. 2019;32(2):31–4.
 79. Lee J.K., Mintz S. Chronic cough as a sign of laryngeal sensory neuropathy: Diagnosis and treatment. *Ann. Otol. Rhinol. Laryngol.* 2006;115(11):871.
 80. Chung K.F., McGarvey L., Mazzone S.S. Chronic cough as a neuropathic disorder. *Lancet. Respir. Med.* 2013;1(5):414–22.
 81. Haydour Q., Alahdab F., Farah M., et al. Management and diagnosis of psychogenic cough, habit cough, and tic cough: a systematic review. *Chest*. 2014;146:355–72.
 82. Horley K., Reid A., Burnham D. Emotional prosody perception and production in dementia of the Alzheimer's type. *J. Speech Lang. Hear. Res.* 2010;53:1132–46.
 83. Gosztyola G., Vincze V., Tóth L., et al. Identifying mild cognitive impairment and mild Alzheimer's disease based on spontaneous speech using ASR and linguistic features. *Comput. Speech Lang.* 2019;53:181–97.
 84. Villemagne V.L., Burnham S., Bourgeat P., et al. Amyloid β deposition, neurodegeneration, and cognitive decline in sporadic Alzheimer's disease: a prospective cohort study. *Lancet Neurol.* 2013;12:357–67.
 85. Beltrami D., Gagliardi G., Favretti R., et al. Speech analysis by natural language processing techniques: a possible tool for very early detection of cognitive decline? *Front. Aging Neurosci.* 2018;10:369.
 86. Bruzci C., Salsi D., Minghetti D., et al. Presbyphonia. *Acta Bio Med. Atenei Parm.* 2017;88:6–10.
 87. Chien Y.W., Hong S.Y., Cheah W.T., et al. An automatic assessment system for Alzheimer's disease based on speech using feature sequence generator and recurrent neural network. *Sci. Rep.* 2019;9:195–7.
 88. Chupin M., Gérardin E., Cuingnet R., et al. Fully automatic hippocampus segmentation and classification in Alzheimer's disease and mild cognitive impairment applied on data from ADNI. *Hippocampus*. 2009;19:579–87.
 89. Cueto F., Arango-Lasprilla J.C., Uribe C., et al. Linguistic changes in verbal expression: a preclinical marker of Alzheimer's disease. *J. Int. Neuropsychol. Soc.* 2007;13:433–9.
 90. De Looze C., Kelly F., Crosby L., et al. Changes in speech chunking in reading aloud is a marker of mild cognitive impairment and mild-to-moderate Alzheimer's disease. *Curr. Alzheimer Res.* 2018;15:828–47.
 91. Boschi V., Catricalà E., Consonni M., et al. Connected speech in neurodegenerative language disorders: a review. *Front. Psychol.* 2017;8:269.
 92. Fraser K.C., Meltzer J.A., Rudzicz F. Linguistic features identify Alzheimer's disease in narrative speech. *J. Alzheimers. Dis.* 2016;49:407–22.
 93. Левин О.С., Артемьев Д.В., Бриль Е.В., Кулуа Т.К. Болезнь Паркинсона: современные подходы к диагностике и лечению. *Практическая*

- медицина. 2017;1(1):45–51. [Levin O.S., Artemyev D.V., Bril E.V., Kulua T.K. Parkinson's disease: modern approaches to diagnosis and treatment. *Praktich. Med.* 2017;1(1):45–51 (In Russ.).]
94. Riley D.E., Chelimsly T.C. Autonomic nervous system testing may not distinguish multiple system atrophy from Parkinson's disease. *J. Neurol. Neurosurg. Psych.* 2003;74:56–60.
 95. Ramig L.O., Fox C., Sapir S. Parkinson's disease: speech and voice disorders and their treatment with the Lee Silverman Voice Treatment. *Semin. Speech Lang.* 2004;25(2):169–80.
 96. Тыкалова Т., Русз Ж., Смејла Р., et al. Acoustic Investigation of Stress Patterns in Parkinson's Disease. *J. Voice.* 2014;28(1):129.e1–9.e8.
 97. Walsh B., Smith A. Basic parameters of articulatory movements and acoustics in individuals with Parkinson's disease. *Movement Disorders.* 2012;27(7):843–50.
 98. Thijs Z., Watts Ch.R., Perceptual Characterization of Voice Quality in Nonadvanced Stages of Parkinson's Disease. *J. Voice.* 2022;36(2):293.
 99. Visser N., Notermans N., Linssen R., et al. Incidence of polyneuropathy in Utrecht, the Netherlands. *Neurology.* 2015;84(3):259–64.
 100. Vincent A., Calabek B., Roberts L., Feldman E. Biology of diabetic neuropathy. *Handb. Clin. Neurol.* 2013;115:591–606.
 101. Koo B. Screening of autonomic neuropathy in patients with type 2 diabetes. *Diab. Metab. J.* 2014;38(5):346–8.
 102. Гурьева И.В., Левин О.С. Диабетическая полинейропатия. *Consilium Medicum.* 2014;16(4):12–9. [Gur'eva I.V., Levin O.S. Diabetic polyneuropathy. *Consilium Medicum.* 2014;16(4):12–19 (In Russ.).]
 103. Jin H.Y., Baek H.S., Park T.S. Morphologic changes in autonomic nerves in diabetic autonomic neuropathy. *Diab. Metab. J.* 2015;39(6):461–7.
 104. Karayannis G., Giamouzis G., Cokkinos D., et al. Diabetic cardiovascular autonomic neuropathy: clinical implications. *Expert. Rev. Cardiovasc. Ther.* 2012;10(6):747–65.
 105. Кудрякова Д.В. Информационно-измерительная система мониторинга течения сахарного диабета. Автоматика и электронное приборостроение. 2016;Suppl.:193–7. [Kudryakova D.V. Information-measuring system for monitoring the course of diabetes mellitus. *Automat. Electron. Instrument Making.* 2016;Suppl.:193–7 (In Russ.).]
 106. Altman K.W., Haines G.K., Vakkalanka S.K., et al. Identification of thyroid hormone receptors in the human larynx. *Laryngoscope.* 2003;113:1931–4.
 107. Matsukawa T., Mano T., Gotoh E., et al. Altered muscle sympathetic nerve activity in hyperthyroidism and hypothyroidism. *J. Autonom. Nervous Syst.* 1993;42(2):171–5.
 108. Hari Kumar K.V., Garg A., Ajai Chandra N.S., et al. Voice and endocrinology. *Indian J. Endocrinol. Metab.* 2016;20(5):590–4.
 109. Meek P., Carding P.N., Howard D.H., Lennard T.W. Voice change following thyroid and parathyroid surgery. *J. Voice.* 2008;22:765–72.
 110. Musholt T.J., Musholt P.B., Garm J., et al. Changes of the speaking and singing voice after thyroid or parathyroid surgery. *Surgery.* 2006;140:978–88.
 111. Сергеевко Н.И., Юрченко С.А. Функциональная активность вегетативной нервной системы и уровень гормонов гипофиза у пациентов в предоперационном периоде. *Новости хирургии.* 2011;19(1):82–7. [Sergeenko N.I., Yurchenko S.A. Functional activity of the autonomic nervous system and the level of pituitary hormones in patients in the preoperative period. *Surg. News.* 2011;19(1):82–7 (In Russ.).]
 112. Valença E.H., Salvatori R., Souza A.H., et al. Voice formants in individuals with congenital, isolated. Lifetime growth hormone deficiency. *J. Voice.* 2016;30(3):281–6.
 113. Barreto V.M., D'Avila J.S., Sales N.J., et al. Laryngeal and vocal evaluation in untreated growth hormone deficient adults. *Otolaryngol. Head Neck Surg.* 2009;140:37–42.
 114. Valença E.H., Souza A.H., Oliveira A.H., et al. Voice quality in short stature with and without GH deficiency. *J. Voice.* 2012;26:673.e13–9.
 115. Wolters T.L.C., Roerink S.H.P.P., Drenthen L.C.A., et al. Voice Characteristics in Patients with Acromegaly during Treatment. *J. Voice.* 2021;35(6):932. e13-932.e27.
 116. Menke L.A., Sas T.C., van Koningsbrugge S.H., et al. The effect of oxandrolone on voice frequency in growth hormone-treated girls with Turner syndrome. *J. Voice.* 2011;25:602–10.
 117. Nygren U., Södersten M., Falhammar H., et al. Voice characteristics in women with congenital adrenal hyperplasia due to 21-hydroxylase deficiency. *Clin. Endocrinol. (Oxf).* 2009;70:18–25.
 118. Gugatschka M., Lichtenwagner S., Schwetz V., et al. Subjective and objective vocal parameters in women with polycystic ovary syndrome. *J. Voice.* 2013;27:98–100.
 119. Cosyns M., Van Borsel J., Wierckx K. et al. Voice in female-to-male transsexual persons after long-term androgen therapy. *Laryngoscope.* 2014;124:1409–14.
 120. Azul D. Transmasculine people's vocal situations: A critical review of gender-related discourses and empirical data. *Int. J. Lang. Commun. Disord.* 2015;50:31–47.
 121. Altman K.W., Haines G.K., Vakkalanka S.K., et al. Identification of thyroid hormone receptors in the human larynx. *Laryngoscope.* 2003;113(11):1931–4.
 122. Mohammadzadeh A., Heydari E., Azizi F. Speech impairment in primary hypothyroidism. *J. Endocrinol. Invest.* 2011;34(6):431–3.
 123. Эфендиева И.М., Бахшалиев А.Б., Кахраманова С.М. Вариабельность сердечного ритма при ишемической болезни сердца и тиреоидных дисфункциях. *Медицинские новости.* 2018;9(288):72–4. [Efendieva I.M., Bakhshaliev A.B., Kahramanova S.M. Heart rate variability in coronary heart disease and thyroid dysfunction. *Med. News.* 2018;9(288):72–4 (In Russ.).]
 124. Hamdan A.L., Kurban Z. Azar ST. Prevalence of phonatory symptoms in patients with type 2 diabetes mellitus. *Acta Diab.* 2013;50:731–6.
 125. Yu T.Y., Lee M.K. Autonomic dysfunction, diabetes and metabolic syndrome. *J. Diab. Investig.* 2021;12(12):2108–11.
 126. Gölaç H., Atalik G., Türkcan A.K., Yılmaz M. Disease related changes in vocal parameters of patients with type 2 diabetes mellitus. *Logoped. Phoniatr. Vocol.* 2022;47(3):202–8.
 127. Benichou T., Pereira B., Mermillod M., et al. Heart rate variability in type 2 diabetes mellitus: A systematic review and meta-analysis. *PloS One.* 2018;13(4):e0195166.
 128. Nygren U., Isberg B., Arver S., et al. Magnetic Resonance Imaging of the Vocal Folds in Women With Congenital Adrenal Hyperplasia and Virilized Voices. *J. Speech Lang. Hear Res.* 2016;59(4):713–21.
 129. Nygren U., Nyström H.F., Falhammar H., et al. Voice problems due to virilization in adult women with congenital adrenal hyperplasia due to 21-hydroxylase deficiency. *Clin. Endocrinol. (Oxf).* 2013;79(6):859–66.
 130. Nygren U., Södersten M., Thyen U., et al. dsd-LIFE Group. Voice dissatisfaction in individuals with a disorder of sex development. *Clin. Endocrinol. (Oxf).* 2019;91(1):219–27.
 131. Hannoun A., Zreik T., Husseini S.T., et al. Vocal changes in patients with polycystic ovary syndrome. *J. Voice.* 2011;25(4):501–4.
 132. Ji H.R., Woo H.L., Park Y.J., et al. Characteristics of heart rate variability in women with polycystic ovary syndrome: A retrospective cross-sectional study. *Medicine (Baltimore).* 2018;97(38):e12510.
 133. Selye H. *Stress. W/W Recording Services.* 1972.
 134. Хадартцев А.А., Фудин Н.А. Психосоциальный стресс в спорте. Физиологические основы и возможности коррекции (обзор литературы). *Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание.* 2015;9(3):33. [Khadartsev A.A., Fudin N.A. Psycho-emotional stress in sports. *Physiological bases and possibilities of correction (literature review).* *Vestn. Novykh Med. Tekhnol. Elektronnoye izdaniye.* 2015;9(3):33 (in Russ.).]

135. Воробьева О.В. Стресс и расстройства адаптации. ПМЖ. 2009;17(11):789–93. [Vorobieva O.V. Stress and adaptation disorders. RMZH. 2009;17(11):789–93 (in Russ.).]
136. Habib K.E., Gold P.W., Chrousos G.P. Neuroendocrinology of stress. *Endocrinol. Metab. Clin.* 2001;30(3):695–728.
137. Chrousos G.P. Stress and disorders of the stress system. *Nat. Rev. Endocrinol.* 2009;5(7):374–81.
138. Nilsson Å., Sundberg J., Ternström S., Askenfelt A. Measuring the rate of change of voice fundamental frequency in fluent speech during mental depression. *J. Acoust. Soc. Am.* 1988;83(2):716–28.
139. Quatieri T.F., Malyska N. Vocal-source biomarkers for depression: A link to psychomotor activity. Thirteenth annual conference of the international speech communication association. 2012.
140. Hamdan A.L., et al. Prevalence of Laryngeal Muscle Tension in Patients With Obstructive Sleep Apnea. *J. Voice.* 2023.
141. Wei M., Du J., Wang X., et al. Voice disorders in severe obstructive sleep apnea patients and comparison of two acoustic analysis software programs: MDVP and Praat. *Sleep Breath.* 2021;25:433–9.
142. Pervanidou P., Chrousos G.P. Neuroendocrinology of Post-Traumatic Stress Disorder. *Progr. Brain Res.* 2010. P. 149–60.
143. O'Donnell T.O., Hegadoren K.M., Coupland N.C. Noradrenergic mechanisms in the pathophysiology of posttraumatic stress disorder. *Neuropsychobiology.* 2004;50:273–83.
144. Southwick S.M., Bremner J.D., Rasmusson A., et al. Role of norepinephrine in the pathophysiology and treatment of posttraumatic stress disorder. *Biol. Psych.* 1999;46(9):1192–204.
145. Southwick S.M., Davis M., Horner B., et al. Relationship of enhanced norepinephrine activity during memory consolidation to enhanced long-term memory in humans. *Am. J. Psych.* 2002;159(8):1420–2.
146. Southwick S.M., Paige S., Morgan C.A., et al. Neurotransmitter alterations in PTSD: Catecholamines and serotonin. *Semin. Clin. Neuropsych.* 1999;4(4):242–8.
147. De Bellis M.D., Lefter L., Trickett P.K., Putnam F.W. Urinary catecholamine excretion in sexually abused girls. *J. Am. Acad. Child Adolescent Psych.* 1994;33(3):320–7.
148. Delahanty D.L., Nugent N.R., Christopher N.C., Walsh M. Initial urinary epinephrine and cortisol levels predict acute PTSD symptoms in child trauma victims. *Psychoneuroendocrinology.* 2005;30(2):121–8.
149. Delahanty D.L., Raimonde A.J., Spoonster E. Initial posttraumatic urinary cortisol levels predict subsequent PTSD symptoms in motor vehicle accident victims. *Biol. Psych.* 2000;48(9):940–7.
150. Cahill L. The neurobiology of emotionally influenced memory. Implications for understanding traumatic memory. *Ann. New York Acad. Sci.* 1997;821:238–46.
151. Charmandari E., Tsigos C., Chrousos G. Endocrinology of the stress response. *Annu. Rev. Physiol.* 2005;67:259–84.
152. Chrousos G.P. Stress and disorders of the stress system. *Nat. Rev. Endocrinol.* 2009;5(7):374–81.
153. Chrousos G.P., Gold P.W. The concepts of stress and stress system disorders. *J. Am. Med. Assoc.* 1992;267:1244–52.

Поступила 10.10.2025

Получены положительные отзывы 25.02.26

Принята в печать 30.02.26

Received 10.10.2025

Positive reviews received 25.02.26

Accepted 30.02.26

Вклад авторов: Самсонов В.А., Коваленко А.Н., Кастыро И.В. — дизайн исследования, написание статьи, Попадюк В.И. — правка статьи,

окончательное утверждение рукописи, Переверзева А.С., Калмыков И.В. — работа с литературой.

Author contributions: V.A. Samsonov, A.N. Kovalenko, I.V. Kastyro — study design, article writing; V.I. Popadyuk — article editing, final approval of the manuscript; A.S. Pereverzeva, I.V. Kalmykov — literature review.

Информация об авторах:

Самсонов Василий Алексеевич — ассистент, кафедра оториноларингологии, ФГАОУ ВО Российский университет дружбы народов им. Патриса Лумумбы Минобрнауки РФ. Адрес: 117198 Москва, ул. Миклухо-Маклая, 6; e-mail: samsonov_va@pfur.ru. ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-0136-9608>

Коваленко Антон Николаевич — директор Международного института физиологии, физики и психологии голоса. Адрес: 85340, Херцег Нови, Черногория; ассистент кафедры клинической физиологии и нелекарственных методов терапии ФГАОУ ВО Российский университет дружбы народов им. Патриса Лумумбы Минобрнауки РФ. Адрес: 117198 Москва, ул. Миклухо-Маклая, 6; e-mail: rugolospro@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1401-3550>

Попадюк Валентин Иванович — д.м.н., профессор, заведующий кафедрой оториноларингологии, ФГАОУ ВО Российский университет дружбы народов им. Патриса Лумумбы Минобрнауки РФ. Адрес: 117198 Москва, ул. Миклухо-Маклая, 6; e-mail: lorval04@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3309-4683>

Кастыро Игорь Владимирович — д.м.н., кафедра клинической физиологии и нелекарственных методов терапии ФГАОУ ВО Российский университет дружбы народов им. Патриса Лумумбы Минобрнауки РФ. Адрес: 117198 Москва, ул. Миклухо-Маклая, 6; e-mail: ikastyro@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6134-3080>

Переверзева Анастасия Сергеевна — к.м.н., доцент кафедры оториноларингологии ФГАОУ ВО Российский университет дружбы народов им. Патриса Лумумбы Минобрнауки РФ. Адрес: 117198 Москва, ул. Миклухо-Маклая, 6.

Калмыков Иван Константинович — к.м.н., главный врач-оториноларинголог ООО «Будь здоров». Адрес: 107045, Москва, ул. Последний переулок, 28; e-mail: 23kalmykov@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7253-3576>

Authors' information:

Samsonov Vasily Alekseevich — Assistant Professor, Department of Otolaryngology, RUDN University. Address: 6 Miklukho-Maklaya Street, Moscow, 117198; e-mail: samsonov_va@pfur.ru. ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-0136-9608>

Kovalenko Anton Nikolaevich — Director, International Institute of Physiology, Physics, and Psychology of Voice. Address: 85340 Herceg Novi, Montenegro; Assistant Professor, Department of Clinical Physiology and Non-Drug Therapy, RUDN University. Address: 6 Miklukho-Maklaya Street, Moscow, 117198; e-mail: rugolospro@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1401-3550>

Popadyuk Valentin Ivanovich — MD, PhD, Professor, Head of the Otolaryngology Department, RUDN University. Address: 6 Miklukho-Maklaya Street, Moscow, 117198; e-mail: lorval04@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3309-4683>

Kastyro Igor Vladimirovich — MD, PhD, Department of Clinical Physiology and Non-Drug Therapy, RUDN University. Address: 6 Miklukho-Maklaya Street, Moscow, 117198; e-mail: ikastyro@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6134-3080>

Pereverzeva Anastasia Sergeevna — MD, PhD, Associate Professor, Otolaryngology Department, RUDN University. Address: 6 Miklukho-Maklaya Street, Moscow, 117198; e-mail: grishina-as@rudn.ru. ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-1915-9966>

Kalmykov Ivan Konstantinovich — PhD, Chief Otolaryngologist, Be Healthy LLC. Address: 107045, Moscow, Lastny Lane, 28; e-mail: 23kalmykov@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7253-3576>