



Куприна Н.И.<sup>1</sup>, Шилов В.В.<sup>1,2</sup>, Петрова М.Д.<sup>1</sup>, Никанов А.Н.<sup>1</sup>, Окунева Е.Ю.<sup>1</sup>, Слепцов Р.В.<sup>3</sup>

## Показатели дисциркуляции позвоночных вен у работников шумовых профессий

<sup>1</sup>ФБУН «Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 191036, Санкт-Петербург, Россия;

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет имени И.И. Мечникова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, 191015, Санкт-Петербург, Россия;

<sup>3</sup>СПб ГБУЗ «Городская наркологическая больница», 199004, Санкт-Петербург, Россия

### РЕЗЮМЕ

**Введение.** Профессиональная нейросенсорная тугоухость (ПНСТ) — это постепенная двусторонняя потеря слуха, развивающаяся в течение нескольких лет в результате воздействия постоянного или непостоянного производственного шума, преимущественно высокочастотного, превышающего предельно допустимый уровень (80 дБА). Одной из основных причин в этиологии ПНСТ исследователи называют нарушение кровоснабжения и сосудистый стеноз.

**Цель исследования** — оценка показателей венозной дисциркуляции, возникающей из-за воздействия производственного шума, для оценки риска её развития на ранних этапах ПНСТ.

**Материалы и методы.** Были обследованы 22 пациента мужского пола в возрасте от 35 до 52 лет, работающие в условиях превышения предельно допустимых уровней шума более пяти лет. В группу сравнения вошли здоровые добровольцы, не работающие в условиях производственного шума ( $n = 29$ , мужчины в возрасте от 27 до 55 лет). Все пациенты были осмотрены оториноларингологом, неврологом и терапевтом. Всем выполнили тональную пороговую аудиометрию по воздушной и костной проводимости, триплексное сканирование вен шеи в положении лёжа.

**Результаты.** У лиц, работающих в условиях превышения предельно допустимых уровней шума, определено статистически значимое по отношению к группе сравнения увеличение венозного кровотока, который в среднем составил 25,2 см/с. При измерении диаметров позвоночных вен была выявлена тенденция к вазодилатации.

**Ограничения исследования.** Ограничением был небольшой объём выборки.

**Заключение.** Воздействие шума приводит к изменениям стенки венозной сети, нарушению венозного оттока и может проявляться не только клиническими жалобами, но и в виде эпизодических головокружений, цефалгии, что способно усугубить течение ПНСТ. Необходимо проводить ультразвуковую доплерографию вен шеи всем работникам шумовых профессий на доклинической стадии для оценки риска развития ПНСТ.

**Ключевые слова:** венозная дисциркуляция; аудиометрия; ультразвуковая диагностика; шум

**Соблюдение этических стандартов.** Исследование проведено с соблюдением этических норм Хельсинкской декларации Всемирной медицинской ассоциации. Получен протокол заседания Локального этического комитета ФБУН «Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья» № 2022/50.1 от 28.12.2022 г.

**Для цитирования:** Куприна Н.И., Шилов В.В., Петрова М.Д., Никанов А.Н., Окунева Е.Ю., Слепцов Р.В. Показатели дисциркуляции позвоночных вен у работников шумовых профессий. *Гигиена и санитария*. 2024; 103(8): 851–856. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2024-103-8-851-856> <https://elibrary.ru/vlwatp>

**Для корреспонденции:** Куприна Надежда Игоревна, врач-рентгенолог, врач ультразвуковой диагностики отд. лучевой диагностики Медицинского центра ФБУН «СЗНЦ гигиены и общественного здоровья» Роспотребнадзора, 191036, Санкт-Петербург. E-mail: nadin20-sun@yandex.ru

**Участие авторов:** Куприна Н.И. — концепция и дизайн исследования, сбор материала и обработка данных, статистическая обработка, написание текста; редактирование; Петрова М.Д. — обработка данных, написание текста; Шилов В.В., Никанов А.Н. — утверждение окончательного варианта статьи, ответственность за целостность всех частей статьи; Окунева Е.Ю., Слепцов Р.В. — сбор материала, написание текста. *Все соавторы* — ответственность за целостность всех частей статьи и утверждение окончательного варианта статьи.

**Конфликт интересов.** Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов в связи с публикацией данной статьи.

**Финансирование.** Исследование не имело финансовой поддержки.

Поступила: 06.05.2024 / Поступила после доработки: 01.08.2024 / Принята к печати: 05.08.2024 / Опубликована: 10.09.2024

Nadezhda I. Kuprina<sup>1</sup>, Victor V. Shilov<sup>1,2</sup>, Milena D. Petrova<sup>1</sup>, Aleksandr N. Nikanov<sup>1</sup>, Elena Yu. Okuneva<sup>1</sup>, Roman V. Sleptsov<sup>3</sup>

## Indices of vertebral vein discirculation in workers in noise occupations

<sup>1</sup>North-West Public Health Research Center, St.-Petersburg, 191036, Russian Federation;

<sup>2</sup>North-Western State Medical University named after I. Mechnikov, St.-Petersburg, 191015, Russian Federation;

<sup>3</sup>St. Petersburg City Narcological Hospital, St.-Petersburg, 199004, Russian Federation

### ABSTRACT

**Introduction.** Occupational sensorineural hearing loss (OSNHL) is a gradual bilateral hearing loss developing over several years as a result of exposure to constant or non-constant noise (mainly high-frequency) at the workplace as one of the main causes in etiology, researchers name a violation of blood supply and vascular stenosis. **The purpose of the study** is to evaluate the indices of venous discirculation under the influence of industrial noise at the early stages of the development of OSNHL.

**Materials and methods.** Twenty two male patients who have been working in conditions exceeding the maximum permissible noise levels for more than 5 years were examined, and the comparison group included 29 healthy male volunteers from 27 to 55 years old who do not work in the production sector. All the subjects were examined by an otorhinolaryngologist, a neurologist, and a therapist. Audiometry was performed on two axes for everyone. Air and bone conduction were performed separately for each ear. All patients underwent a triplex scan of the arteries and veins of the neck and brain in the supine and standing positions.

**Results.** In comparison with the control group of healthy volunteers who did not work in industrial noise conditions, workers in noise occupations had a significant increase in blood flow, which averaged 25.2 cm/sec. When measuring the diameters of the vertebral veins, a tendency to vasodilation was revealed.

**Limitations.** The limitation was the small sample size, due to the low patient turnover at the preclinical stage.

**Conclusion.** The complex effect of noise on the body leads to changes in the wall of the venous network, a violation of venous outflow and can manifest itself not only with clinical complaints, but also in the form of episodic dizziness, cephalgia, which in turn can worsen the course of the development of OSNHL. It is necessary to perform ultrasound dopplerography of the neck veins for all workers of noise occupations at the preclinical stage to assess the risk of OSNHL occurrence.

**Keywords:** venous dyscirculation; audiometry; ultrasound diagnostics; noise

**Compliance with ethical standards.** The study was conducted in compliance with the ethical standards of the Helsinki Declaration of the World Medical Association. The minutes of the meeting of the Local Ethics Committee of the Northwestern Scientific Center for Hygiene and Public Health No. 2022/50.1 dated 12/28/2022 were received.

**For citation:** Kuprina N.I., Shilov V.V., Petrova M.D., Nikanov A.N., Okuneva E.Yu., Sleptsov R.V. Indices of vertebral vein discirculation in workers in noise occupations. *Gigiena i Sanitariya / Hygiene and Sanitation, Russian Journal*. 2024; 103(8): 851–856. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2024-103-8-851-856> <https://elibrary.ru/vlwatp> (In Russ.)

**For correspondence:** Nadezhda I. Kuprina, radiologist, ultrasound diagnostics doctor of the Radiology department of the Medical Center North-West Public Health Research Center, St.-Petersburg, 191036, Russian Federation, <https://orcid.org/0000-0002-1468-3186> E-mail: nadin20-sun@yandex.ru

**Contribution:** Kuprina N.I. – the concept and design of the study, collection and processing of material, statistical processing, writing a text, editing; Petrova M.D. – processing of material, writing a text; Shilov V.V., Nikanov A.N. – responsibility for the integrity of all parts of the manuscript and approval of the manuscript final version; Okuneva E.Yu., Sleptsov R.V. – processing of material, writing a text; All authors are responsible for the integrity of all parts of the manuscript and approval of the manuscript final version.

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

**Acknowledgement.** The study had no sponsorship.

Received: May 6, 2024 / Revised: August 1, 2024 / Accepted: June 19, 2024 / Published: September 10, 2024

## Введение

Болезни, связанные с профессией, занимают важное место в структуре заболеваемости населения [1–3], имеют, как правило, хронический характер течения и существенно влияют на качество жизни и трудовой потенциал работника [4, 5]. Единственной профессиональной патологией в списке профессиональных болезней, развивающихся вследствие воздействия производственного шума, значится профессиональная нейросенсорная тугоухость (ПНСТ). ПНСТ – медленно развивающееся хроническое двустороннее нарушение слуха, причиной которого является воздействие производственного шума, превышающего предельно допустимый уровень (80 дБА). ПНСТ представляет собой поражение звуковоспринимающего отдела слухового анализатора (нейроэпителиальных структур внутреннего уха), проявляющееся клинически в виде хронической двусторонней сенсоневральной тугоухости. В 2022 г. в Российской Федерации связанные с воздействием производственного шума болезни занимают первое место в структуре профессиональных патологий, формирующихся вследствие воздействия физических факторов (56,07%) [4, 6].

По данным некоторых исследователей, в зависимости от уровня воздействия шума примерно у каждого четвертого работника развивается необратимая потеря слуха [7–9], что существенно влияет на общение и безопасность, снижает качество жизни [10].

Шум, превышающий допустимые уровни, может являться источником хронического стресса, воздействовать не только на орган слуха, но и на центральную нервную и сердечно-сосудистую системы, вызывая ответные системные реакции [11–13].

Чаще всего нейросенсорная тугоухость обусловлена дефектами сенсорно-эпителиальных (волосковых) клеток спирального (кортиева) органа улитки внутреннего уха [14, 15]. Исследователи связывают возникновение патологий волосковых клеток с изменениями в сосудистой системе. Сосудистая сеть внутреннего уха отвечает за поддержание гематолабиринтного барьера, транспорт системных гормонов для ионного гомеостаза и поставку питательных веществ, обеспечивающих метаболические функции. Эти кровеносные сосуды могут подвергаться воздействию циркулирующих воспалительных факторов, образующихся при системных патологиях [16]. Также выдвинуто предположение о сосудистой петле передней нижней мозжечковой артерии как причине нейросенсорной тугоухости [17].

Одной из основных причин в этиологии НСТ исследователи считают спастические нарушения кровоснабжения [18, 19]. Структуры внутреннего уха требуют стабильной работы ми-

кроциркуляторного русла в связи с высокой чувствительностью клеток к обмену веществ и удалению продуктов метаболизма. Кровоснабжение внутреннего уха осуществляется внутренней слуховой (лабиринтной) артерией, имеющей переменную топографию. В большинстве случаев она является одной из ветвей передней нижней мозжечковой артерии, но в ряде случаев берёт начало от базилярной артерии. По причине терминального расположения лабиринтной артерии структуры внутреннего уха имеют плохое коллатеральное кровоснабжение, что может проявляться ишемией из-за особенностей сосудистой анатомии.

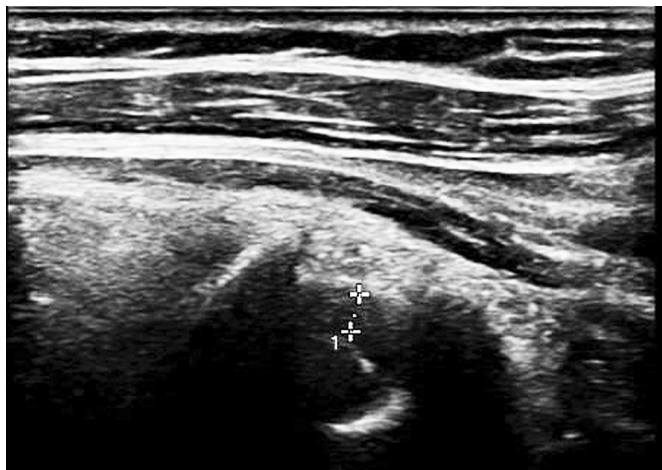
Ультразвуковое исследование (УЗИ) предоставляет ценную информацию о состоянии сосудов (диаметр, толщина стенок, окклюзии или стеноз) и скорости кровотока в сосудах [20]. Зачастую сложно оценить воздействие шума на человека на ранних стадиях, и обращение за медицинской помощью происходит только при возникновении симптомов, мешающих вести полноценный образ жизни [21–23].

**Цель исследования** – оценка показателей венозной дисциркуляции, возникающей из-за воздействия производственного шума, для оценки риска её развития на ранних стадиях ПНСТ.

## Материалы и методы

Были обследованы 22 пациента мужского пола в возрасте от 35 до 52 лет, работающие в условиях превышения предельно допустимых уровней шума от 5 до 10,5 лет (средний стаж –  $8,2 \pm 0,5$  года). В группу вошли представители таких профессий, как авиационный техник и судовой сборщик. Эквивалентный уровень шума за смену на рабочих местах авиационного техника составляет 83–86 дБА, судового сборщика – 82–85 дБА (при ПДУ 80 дБ). Измеренные параметры других физических факторов (локальной вибрации, освещённости и микроклимата) находились в допустимых пределах. Критерии исключения: лица с гипертонической болезнью, ишемической болезнью сердца, неврологическими и психическими патологиями, а также имеющие жалобы на снижение слуха и (или) установленный диагноз болезней верхних дыхательных путей.

В контрольную группу вошли 29 здоровых мужчин в возрасте от 27 до 55 лет, не работавшие в условиях производственного шума и не имевшие в анамнезе черепно-мозговых травм, острых и хронических воспалительных патологий среднего уха. Все пациенты прошли осмотр оториноларинголога, невролога и терапевта, измерение АД на обеих руках. Тональная пороговая аудиометрия в конвенциональном диапазоне частот выполнена на клиническом аудиометре Interacoustics AC 40 в звукоизолирующей кабине.

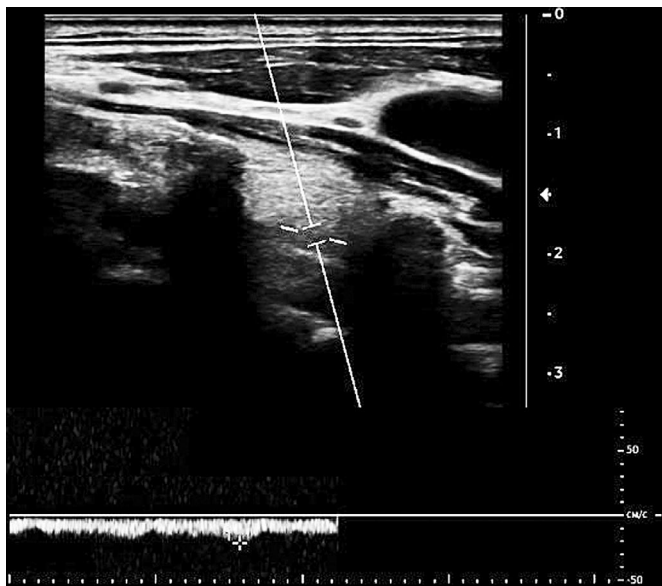


**Рис 1.** Позвоночная вена, сегменты CV–CVI, диаметр 2,3 мм.

**Fig. 1.** Vertebral vein, segment CV–CVI. Diameter of 2.3 mm.

Всем пациентам было проведено ультразвуковое исследование позвоночных вен (ПВ). Осмотр выполнен от тыльной стороны задней дуги атланта из наружного венозного сплетения. Также проведено триплексное сканирование вен в положении лёжа, при сканировании голова поворачивалась в сторону, а шея вытягивалась. Измерения были выполнены с помощью УЗИ-сканера HS50 (Samsung Medison, Южная Корея) линейным датчиком с частотой 5–12 МГц.

При сканировании у всех пациентов была произведена оценка устья, подвижность и экзогенность створок клапана ПВ в устье, полнота их смыкания. Диаметр позвоночной вены измерялся на максимально увеличенном изображении в В-режиме на уровне CV–CVI сегментов костного канала. Кровоток оценивали в доплеровском режиме по максимальному пику по пяти сердечным циклам дыхания с расчётом средней арифметической. Позвоночная сеть очень вариабельна, могли преобладать трубчатые структуры и сплетения, когда югулярный и позвоночный бассейн анастомозируют. Оценивался кровоток в позвоночных венах (ПВ)



**Рис 2.** Позвоночная вена, сегменты CV–CVI,  $V_{max} = 21,13$  см/с. Обследованный – авиационный техник, возраст 35 лет, стаж работы 7 лет. Монофазная спектральная кривая.

**Fig. 2.** Vertebral vein, segment CV–CVI.  $V_{max} = 21.13$  cm/sec. Occupation: aviation technician, 35 years old. Work experience is 7 years. A monophasic spectral curve.

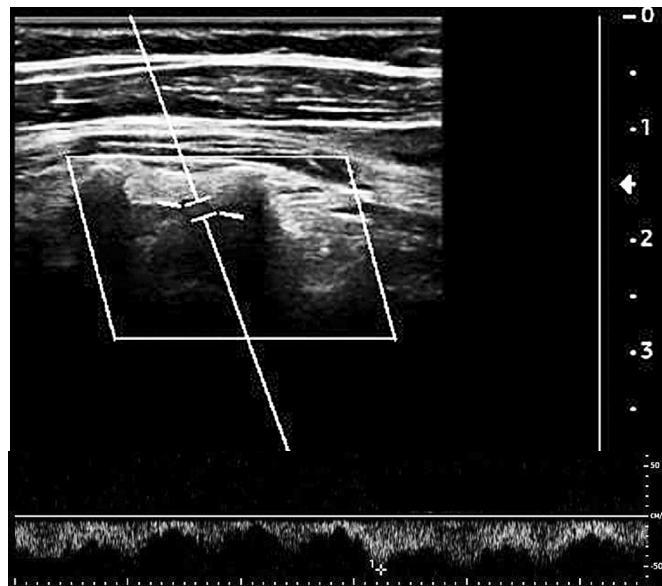
в максимально дистальном отделе ПВ в канале поперечных отростков (на уровне CV–CVI сегментов позвоночного канала). На уровне первого сегмента в ПВ впадают множественные анастомозы и внечерепные ветви, в связи с чем кровоток на данном уровне уже не является истинным церебральным. Поэтому для исследования был выбран уровень позвоночного столба в сегментах CV–CVI. На этом уровне измерялся церебральный венозный отток с обеих сторон. Визуализация позвоночных вен становилась возможной только в случае включения дополнительных путей оттока венозной крови из полости черепа при различных вариантах венозных дисциркуляций. Одна позвоночная вена чаще сопровождала в дистальных сегментах позвоночную артерию.

Статистическую обработку полученных результатов проводили с использованием программных продуктов Microsoft Office Excel 2010 и IBM SPSS Statistics v.22. Критический уровень значимости нулевой гипотезы принимался равным 0,05.

## Результаты

У лиц контрольной группы показатели аудиометрии соответствовали возрастной норме. У 40,5% обследованных основной группы были зарегистрированы аудиометрические изменения (с максимальной потерей слуха на частоте 4000 Гц до 40 дБ), у 9% отмечены более выраженные изменения слуха, характерные для ПНСТ I степени, с повышением средних порогов слуха в диапазоне речевых частот до 18 дБ, на частоте 4000 Гц – до 50 дБ. При сборе анамнеза жалобы на эпизодические головокружения, головные боли с преимущественной локализацией в затылочной области предъявляли 18 из 22 испытуемых, работавших в шуме.

Ультразвуковое дуплексное сканирование позвоночных вен в В-режиме при продольном сканировании у всех осмотренных пациентов определило позвоночную вену над позвоночной артерией, стенки тонкие, не дифференцированные на слои, проходимость позвоночных вен была сохранена на всём протяжении билатерально. Диаметр позвоночной вены измерялся на максимально увеличенном изображении в В-режиме на уровне CV–CVI сегментов костного канала (рис. 1). Внутрисосудистые образования, в том числе тромбы, не выявлены. Достоверных различий при сравнении левой и правой сторон не было.



**Рис 3.** Позвоночная вена, сегменты CV–CVI,  $V_{max} = 53,13$  см/с. Обследованный – судовой сборщик, возраст 39 лет, стаж работы 11 лет. Двухфазная спектральная кривая.

**Fig. 3.** Vertebral vein, segment CV–CVI.  $V_{max} = 53.13$  cm/sec. Occupation: ship collector, 39 years old. Work experience is 11 years. A two-phase spectral curve.

### Диаметр позвоночных вен и максимальная скорость кровотока по позвоночным венам на уровне сегментов CV–CVI в состоянии покоя, $Me$ [min–max]

The values of the diameter of the vertebral veins and the maximum velocity of blood flow through the vertebral veins at the level of CV–CVI at rest in healthy individuals and working in conditions of industrial noise,  $Me$  [min–max]

Параметр Parameters	Здоровые обследованные Healthy examined cases $n = 29$	Работающие в условиях производственного шума Persons working in conditions of industrial noise $n = 22$
Диаметр, мм Diameter, mm	1.2 [1.1–1.6]	1.9 [1.4–2.3]*
$V_{max}$ , см/с $V_{max}$ , cm/s	11.2 [9.1–17.6]	25.2 [18.3–32.2]*

Примечание.  $n$  – число обследованных пациентов;  $V_{max}$  – максимальная скорость кровотока; \* – достоверность различий при  $p < 0,005$ .

Note:  $n$  – is the number of patients studied;  $V_{max}$  is the maximum blood flow rate; \* – the reliability of the differences at  $p < 0.005$ .

Спектральная кривая в позвоночных венах имела монофазный характер у всех здоровых пациентов. Монофазные сигналы данной кривой не пересекали базальной линии нулевого порога и отражали поток крови, который течёт в одном направлении на протяжении всего сердечного цикла (рис. 2). Однако при выраженных патологических изменениях спектральная кривая в ПВ приобретала двухфазный и даже трёхфазный характер (рис. 3). Мультифазные сигналы пересекали базальную линию нулевого порога, следовательно, кровоток в позвоночных венах приобретал патологические характеристики у 9% обследованных с зарегистрированными методом аудиометрии изменениями слуха, характерными для ПНСТ I степени. Оценку скоростных показателей кровотока в ПВ выполняли по его максимальной скорости.

По сравнению со здоровыми добровольцами у рабочих шумовых профессий было зафиксировано достоверное усиление кровотока – в среднем 25,2 см/с. При измерении диаметров позвоночных вен выявлена тенденция к вазодилатации (см. таблицу).

### Обсуждение

Воздействие производственного шума на организм работника приводит к повышению порогов слуха, зависящему от ряда факторов, таких как стаж работы, уровень производственного шума и индивидуальные особенности организма.

Для аудиометрии у пациентов с профессиональной нейросенсорной тугоухостью характерно наличие равномерной нисходящей кривой (без костно-воздушного разрыва). Максимальное повышение порогов слуха находилось в диапазоне от 3 до 6 КГц (чаще всего 4 КГц). Пороги слуха постепенно повышались на 2,1 и 0,5 КГц. Средняя величина порогов слуха на разговорных частотах (0,5; 1 и 2 КГц) при потере слуха, вызванной шумом, обычно ниже, чем на высоких частотах (3; 4 и 6 КГц), они различались не менее чем на 15 дБ. Пороги слуха на 3; 4 и 6 КГц всегда были выше, чем на уровне 8 КГц [24, 25].

Полученные данные свидетельствуют о развитии характерных для ПНСТ аудиометрических изменений у обследованных основной группы (авиационных техников и судовых сборщиков) со стажем работы в условиях производственного шума более восьми лет.

Особенностью оттока в венах на экстра- и интракраниальном уровнях является отсутствие клапанов при большом количестве анастомозов. По системе анастомозов изменения распространялись быстрее, и изменения в венозной системе возможно диагностировать прежде клинических проявлений. Венозное давление в полости черепа соответствовало внутричерепному давлению. Венозная сеть дублировала артериальную систему, но была сложнее и более вариабельной. Нарушение венозного оттока из полости черепа у рабочих шумовых профессий может усиливать патологические изменения в волосяных клетках.

В стенках синусов находится огромное количество нервных окончаний, и они являются дополнительной рефлекторной зоной, участвующей в регуляции мозгового кровообращения. Вены в большей степени, чем артерии, участвуют в регуляции церебрального кровотока. Венозный отток из полости черепа считается нормальным, если давление в церебральных венах выше, чем внутричерепное давление (ВЧД). Основной путь оттока в вертикальном положении из полости черепа – по позвоночным сплетениям, что облегчает отток из поверхностных вен. Увеличение максимальной скорости кровотока, а также снижение или выраженное усиление фазности спектра, изменение формы просвета вены являются основными диагностическими признаками венозной дисциркуляции при оценке состояния позвоночных вен в горизонтальном положении тела [26–29]. Выявленные связи между изменениями слуха и венозной дисциркуляцией свидетельствуют о существенной роли сосудистого фактора в генезе слуховых нарушений у работников шумовых профессий. Эти выводы переключаются с данными исследователей [29], установивших, что при дыхательной гипоксии, ацидозе и венозной мозговой недостаточности нарушается функционирование слуховых стволовых структур на понтомезэнцефальном уровне. Такие изменения указывают на недостаточность компенсаторных механизмов в условиях нарушения энергетического обмена. Таким образом, скрининговое ультразвуковое исследование сосудов шеи у работающих в условиях производственного шума позволяет избирательно направлять пациентов при отсутствии жалоб, но с наличием венозной дисциркуляции для дополнительного аудиометрического обследования.

### Заключение

Результаты ультразвукового исследования позвоночных вен у работников шумовых профессий показали наличие умеренной венозной дисциркуляции на ранних этапах развития ПНСТ, которая в дальнейшем в условиях воздействия производственного шума может способствовать нарушению слуховой чувствительности.

При периодических медицинских осмотрах всем работникам шумовых профессий необходимо проводить ультразвуковую доплерографию вен шеи с целью оценки риска развития ПНСТ.

### Литература

(п.п. 7, 17–20, 24 см. References)

- Бухтияров И.В., Денисов Э.И., Курьеров Н.Н., Прокопенко Л.В., Булгакова М.В., Хахилева О.О. Совершенствование критериев потери слуха от шума и оценка профессионального риска. *Медицина труда и промышленная экология*. 2018; 58(4): 1–9. <https://elibrary.ru/ywrkfe>
- Вильк М.Ф., Панкова В.Б., Федина И.Н. Профессиональная тугоухость – социально значимая проблема. *Здравоохранение Российской Федерации*. 2019; 63(5): 258–63. <https://doi.org/10.18821/0044-197X-2019-63-5-258-263> <https://elibrary.ru/rightwr>
- Шевченко О.И. Современные представления о состоянии нейрорезервной активности головного мозга при профес-
- сиональном воздействии физических и химических факторов. *Медицина труда и промышленная экология*. 2024; 64(3): 172–81. <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2024-64-3-172-181> <https://elibrary.ru/ptjifb>
- Государственный доклад «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2022 году». М.; 2023.
- Величко Л.Г., Пашков А.Н., Шетинкина Н.А., Глазьева Е.С., Куцурядис А.Ф. Роль производственных факторов в развитии профессиональных заболеваний. В кн.: *Высокие технологии и инновации в науке: сборник избранных статей Международной научной конференции*. СПб.: Нацразвитие; 2021: 10–2. <https://elibrary.ru/plmutr>

## Original article

6. Косарев В.В., Бабанов С.А. Профессиональная нейросенсорная тугоухость. *РМЖ*. 2012; 20(31): 1556. <https://elibrary.ru/prfvrt>
8. Сыроежкин Ф.А., Никитин Н.И., Дворянчиков В.В., Голованов А.Е., Морозова М.В., Летагин А.И. Современные представления об ушном шуме в аспекте нейропластичности: перспективы применения слуховой тренировки. *Российской Военно-медицинской академии*. 2015; (3): 94–8. <https://elibrary.ru/vstuwrt>
9. Горохов А.А., Дворянчиков В.В., Миронов В.Г., Паневин П.А. Закономерности формирования санитарных потерь оториноларингологического профиля. *Вестник Российской Военно-медицинской академии*. 2013; (1): 170–3. <https://elibrary.ru/qbgdzd>
10. Гурьев А.В., Туков А.Р., Бушманов А.Ю., Калинин М.Ю. Здоровье мужчин с диагнозом профессиональной нейросенсорной тугоухости. *Здоровье населения и среда обитания – ЗНиСО*. 2020; 28(12): 38–42. <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2020-333-12-38-42> <https://elibrary.ru/mnrhuc>
11. Преображенская Е.А., Сухова А.В., Крючкова Е.Н. Вероятностный и фактический риск профессиональной нейросенсорной тугоухости у работников «шумовых» производств. *Гигиена и санитария*. 2021; 100(9): 947–52. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2021-100-9-947-952> <https://elibrary.ru/mjhdhb>
12. Федина И.Н., Преображенская Е.А., Серебряков П.В., Панкова В.В. Экстраауральные эффекты при профессиональной тугоухости. *Гигиена и санитария*. 2018; 97(6): 531–6. <https://doi.org/10.18821/0016-9900-2018-97-6-531-536> <https://elibrary.ru/xvlsol>
13. Ушкова И.Н., Малькова Н.Ю., Чернушевич Н.И., Попов А.В., Кочетова О.А. Низкоинтенсивное лазерное излучение в профилактических мероприятиях. *Медицина труда и промышленная экология*. 2013; 53(8): 34–7. <https://elibrary.ru/raugbf>
14. Петрова Н.Н., Петрова Е.В. Оценка психоэмоционального статуса пациентов с профессиональными нарушениями слуха. *Медицина труда и промышленная экология*. 2017; 57(9): 151–2. <https://elibrary.ru/zqlqhp>
15. Гончарова Л.Л., Покровская Л.А., Ушкова И.Н., Малькова Н.Ю. Роль антиоксидантных механизмов в реакциях организма на действие низкоинтенсивного лазерного излучения. *Радиационная биология. Радиоэкология*. 1994; 34(3): 368–74. <https://elibrary.ru/dfkuvr>
16. Быков В.Л. Органы слуха и равновесия. В кн.: *Частная гистология человека (краткий обзорный курс)*. СПб.: СОТИС; 2001.
21. Фунтикова И.С., Смирнова Е.Л., Потеряева Е.Л. Клинико-функциональная характеристика больных с ранними и поздними сроками развития профессиональной нейросенсорной тугоухости. *Медицина в Кузбассе*. 2023; 22(2): 65–71. <https://doi.org/10.24412/2687-0053-2023-2-65-71>
22. Волгарева А.Д., Шайхлисламова Э.Р., Галлямова С.А., Гимранова Г.Г., Шаповал И.В., Чудновец Г.М. и др. Совершенствование методов диагностики профессиональной потери слуха. *Гигиена и санитария*. 2021; 100(11): 1323–7. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2021-100-11-1323-1327> <https://elibrary.ru/qrazng>
23. Шевченко О.И., Лакман О.Л. Нейропсихологические критерии диагностики когнитивных нарушений у пациентов с профессиональными заболеваниями от воздействия физических факторов. *Acta Biomedica Scientifica*. 2022; 7(5–2): 164–72. <https://doi.org/10.29413/ABS.2022-7-5-2.17> <https://elibrary.ru/zqtutg>
25. Поплавская Н.М. Информативность ультразвукового исследования сосудов шеи у больных хронической ишемией мозга. *Альманах клинической медицины*. 2006; (13): 32–6. <https://elibrary.ru/hzjgqb>
26. Дическул М.Л., Куликов В.П., Маслова И.В. Ультразвуковая характеристика венозного оттока по позвоночным венам. *Ультразвуковая и функциональная диагностика*. 2008; (4): 33–40. <https://elibrary.ru/jwzuot>
27. Абрамова М.Ф., Новоселова С.Н. Методологические аспекты исследования церебрального венозного кровотока у детей. *Клиническая физиология кровообращения*. 2016; 13(2): 112–20. <https://elibrary.ru/wlxvtd>
28. Попов М.Н. Влияние сосудистого фактора на развитие профессиональной нейросенсорной тугоухости. *Российская оториноларингология*. 2014; (1): 182–3. <https://elibrary.ru/ryyubd>
29. Литвинова Е.Ю., Гринштейн А.Б., Шнайдер Н.А., Полиянчук О.В. Нарушение слуховой афферентации у больных с хронической венозной дисциркуляцией. *Сибирский медицинский журнал (Иркутск)*. 2003; 36(1): 64–8. <https://elibrary.ru/owcdxz>

## References

1. Bukhtiyarov I.V., Denisov E.I., Kur'ev N.N., Prokopenko L.V., Bulgakova M.V., Khakhileva O.O. Improvement of noise-induced hearing loss criteria and occupational risk assessment. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya*. 2018; 58(4): 1–9. <https://elibrary.ru/ywrkfe> (in Russian)
2. Vil'k M.F., Pankova V.B., Fedina I.N. Professional hearing loss is a socially significant problem. *Zdravookhranenie Rossijskoi Federatsii*. 2019; 63(5): 258–63. <https://doi.org/10.18821/0044-197X-2019-63-5-258-263> <https://elibrary.ru/rghwtw> (in Russian)
3. Shevchenko O.I. Modern ideas about the state of neurofunctional activity of the brain under the professional influence of physical and chemical factors. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya*. 2024; 64(3): 172–81. <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2024-64-3-172-181> <https://elibrary.ru/ptjifb> (in Russian)
4. State Report «On the state of sanitary and epidemiological welfare of the population in the Russian Federation in 2022». Moscow; 2023. (in Russian)
5. Velichko L.G., Pashkov A.N., Shchetinkina N.A., Glazeva E.S., Kutsuradis A.F. The role of production factors in the development of occupational diseases. In: *High Technologies and Innovations in Science: A Collection of Selected Articles of the International Scientific Conference [Vysokie tekhnologii i innovatsii v nauke: sbornik izbrannykh statei Mezhdunarodnoi nauchnoi konferentsii]*. St. Petersburg: Natsrazvitie; 2021: 10–2. <https://elibrary.ru/plmutr> (in Russian)
6. Kosarev V.V., Babanov S.A. Professional sensorineural hearing loss. *RMZh*. 2012; 20(31): 1556. <https://elibrary.ru/prfvrt> (in Russian)
7. Prince M.M., Stayner L.T., Smith R.J., Gilbert S.J. A re-examination of risk estimates from the NIOSH Occupational Noise and Hearing Survey (ONHS). *J. Acoust. Soc. Am.* 1997; 101(2): 950–63. <https://doi.org/10.1121/1.418053>
8. Сыроежкин Ф.А., Никитин Н.И., Дворянчиков В.В., Голованов А.Е., Морозова М.В., Летагин А.И. Neural plasticity in current tinnitus conception: opportunity for audial training. *Rossijskoi Voennomeditsinskoi akademii*. 2015; (3): 94–8. <https://elibrary.ru/vstuwrt> (in Russian)
9. Gorokhov A.A., Dvoryanchikov V.V., Mironov V.G., Panevin P.A. Occurrence of sanitary ear nose throat losses. *Vestnik Rossijskoi Voennomeditsinskoi akademii*. 2013; (1): 170–3. <https://elibrary.ru/qbgdzd> (in Russian)
10. Gurev A.V., Tukov A.R., Bushmanov A.Yu., Kalinina M.Yu. Comparative analysis of the potential and actual risk of noise-induced hearing loss in employees of “noise” industries. *Zdorove naseleniya i sreda obitaniya – ZNiSO*. 2020; 28(12): 38–42. <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2020-333-12-38-42> <https://elibrary.ru/mnrhuc> (in Russian)
11. Preobrazhenskaya E.A., Sukhova A.V., Kryuchkova E.N. Comparative analysis of the potential and actual risk of noise-induced hearing loss in employees of “noise” industries. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian Journal)*. 2021; 100(9): 947–52. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2021-100-9-947-952> <https://elibrary.ru/mjhdhb> (in Russian)
12. Fedina I.N., Preobrazhenskaya E.A., Serebryakov P.V., Pankova V.B. Extraaural effects in the occupational hearing loss. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian Journal)*. 2018; 97(6): 531–6. <https://doi.org/10.18821/0016-9900-2018-97-6-531-536> <https://elibrary.ru/xvlsol> (in Russian)
13. Ushkova I.N., Malkova N.Yu., Chernushevich N.I., Popov A.V., Kochetova O.A. Low-intensity laser radiation in preventive measures. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya*. 2013; 53(8): 34–7. <https://elibrary.ru/raugbf> (in Russian)
14. Petrova N.N., Petrova E.V. Evaluation of psychoemotional state of patients with professional hearing loss. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya*. 2017; 57(9): 151–2. <https://elibrary.ru/zqlqhp> (in Russian)
15. Goncharova L.L., Pokrovskaya L.A., Ushkova I.N., Malkova N.Yu. The role of antioxidant mechanisms in the body's reactions to the action of low-intensity laser radiation. *Radiatsionnaya biologiya. Radioekologiya*. 1994; 34(3): 368–74. <https://elibrary.ru/dfkuvr> (in Russian)
16. Bykov V.L. Organs of hearing and balance. In: *Private Human Histology (A Short Overview Course) [Chastnaya gistologiya cheloveka (kratkiy obzorny kurs)]*. St. Petersburg: SOTIS; 2001. (in Russian)
17. Trune D.R., Nguyen-Huynh A. Vascular Pathophysiology in Hearing Disorders. *Semin. Hear.* 2012; 33(3): 242–50. <https://doi.org/10.1055/s-0032-1315723>
18. O'Brien C.A., Gupta N., Kasula V., Lamb M., Alexander R. Vascular loop of the Anterior Inferior Cerebellar Artery (AICA) as a cause of Sensorineural Hearing Loss (SNHL): A case report. *Cureus*. 2023; 15(8): e42838. <https://doi.org/10.7759/cureus.42838>
19. Neng L., Shi X. Vascular pathology and hearing disorders. *Curr. Opin. Physiol.* 2020; 18: 79–84. <https://doi.org/10.1016/j.cophys.2020.09.004>
20. Mutlu A., Cam I., Dasli S., Topdag M. Doppler ultrasonography can be useful to determine the etiology of idiopathic sudden sensorineural hearing loss. *Auris Nasus Larynx*. 2018; 45(3): 456–60. <https://doi.org/10.1016/j.anl.2017.08.013>
21. Funtikova I.S., Sмирнова Е.Л., Потеряева Е.Л. Clinical and functional characteristics of patients with early and late stages of development of professional sensorineural hearing loss. *Meditsina v Kuzbasse*. 2023; 22(2): 65–71. <https://doi.org/10.24412/2687-0053-2023-2-65-71> (in Russian)
22. Volgareva A.D., Shaikhliislamova E.R., Gallyamova S.A., Gimranova G.G., Shapoval I.V., Chudnovets G.M., et al. Improving methods for diagnosing occupational hearing loss. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian Journal)*. 2021; 100(11): 1323–7. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2021-100-11-1323-1327> <https://elibrary.ru/qrazng> (in Russian)
23. Shevchenko O.I., Lakhman O.L. Neuropsychological criteria for diagnosing cognitive impairment in patients with occupational diseases caused by physical factors. *Acta Biomedica Scientifica*. 2022; 7(5–2): 164–72. <https://doi.org/10.29413/ABS.2022-7-5-2.17> <https://elibrary.ru/zqtutg> (in Russian)
24. ACOEM Noise and Hearing Conservation Committee. ACOEM evidence-based statement: noise-induced hearing loss. *J. Occup. Environ. Med.* 2003; 45(6): 579–81. <https://doi.org/10.1097/00043764-200306000-00001>
25. Poplavskaya N.M. Informative value of ultrasound examination of neck vessels in patients with chronic cerebral ischemia. *Al'manakh klinicheskoi meditsiny*. 2006; (13): 32–6. <https://elibrary.ru/hzjgqb> (in Russian)
26. Dichesкул М.Л., Куликов В.П., Маслова И.В. Ultrasound characterization of vertebral venous outflow. *Ultrazvukovaya i funktsional'naya diagnostika*. 2008; (4): 33–40. <https://elibrary.ru/jwzuot> (in Russian)
27. Abramova M.F., Новоселова С.Н. Methodological aspects of cerebral venous blood flow in children. *Klinicheskaya fiziologiya krovoobrashcheniya*. 2016; 13(2): 112–20. <https://elibrary.ru/wlxvtd> (in Russian)
28. Попов М.Н. Vascular factors in development of professional neurotouch relative deafness. *Rossiiskaya otorinolaringologiya*. 2014; (1): 182–183. <https://elibrary.ru/ryyubd> (in Russian)
29. Litvinova E.Yu., Grinshtein A.B., Shneider N.A., Polyanchuk O.V. Disturbance of acoustic afferentation in patients with chronic venous discirculation. *Sibirskii meditsinskii zhurnal (Irkutsk)*. 2003; 36(1): 64–8. <https://elibrary.ru/owcdxz> (in Russian)

## Сведения об авторах

**Куприна Надежда Игоревна**, врач-рентгенолог, врач ультразвуковой диагностики медицинского центра ФБУН «СЗНЦ гигиены и общественного здоровья», 191036, Санкт-Петербург Россия. E-mail: [nadin20-sun@yandex.ru](mailto:nadin20-sun@yandex.ru)

**Шилов Виктор Васильевич**, доктор мед. наук, профессор, гл. науч. сотр. научного отделения профпатологии ФБУН «СЗНЦ гигиены и общественного здоровья», зав. каф. токсикологии, экстремальной и водолазной медицины ФГБОУ ВО СЗГМУ им. И.И. Мечникова Минздрава России, 191036, Санкт-Петербург, Россия. E-mail: [vshilov@inbox.ru](mailto:vshilov@inbox.ru)

**Петрова Милена Дмитриевна**, мл. науч. сотр. отд. комплексной гигиенической оценки физических факторов ФБУН «СЗНЦ гигиены и общественного здоровья», 191036, Санкт-Петербург, Россия. E-mail: [petrovoi.md@yandex.ru](mailto:petrovoi.md@yandex.ru)

**Никанов Александр Николаевич**, канд. мед. наук, ст. науч. сотр., зав. научным отделением профпатологии ФБУН «СЗНЦ гигиены и общественного здоровья», 191036, Санкт-Петербург, Россия. E-mail: [a.nikanov@s-znc.ru](mailto:a.nikanov@s-znc.ru)

**Окунева Елена Юрьевна**, врач сурдолог-оториноларинголог медицинского центра ФБУН «СЗНЦ гигиены и общественного здоровья», 191036, Санкт-Петербург, Россия. E-mail: [Okeu@mail.ru](mailto:Okeu@mail.ru)

**Слепцов Роман Владимирович**, врач ультразвуковой диагностики, СПб ГБУЗ «Городская наркологическая больница», 199004, Санкт-Петербург, Россия. E-mail: [rvs1000@yandex.ru](mailto:rvs1000@yandex.ru)

## Information about authors

**Nadezhda I. Kuprina**, radiologist, ultrasound diagnostics doctor of the Radiology department of the Medical Center of the North-West Public Health Research Center, St.-Petersburg, 191036, Russian Federation, <https://orcid.org/0000-0002-1468-3186> E-mail: [nadin20-sun@yandex.ru](mailto:nadin20-sun@yandex.ru)

**Viktor V. Shilov**, MD, PhD, DSci., professor, chief researcher of Scientific Department of Occupational Pathology, North-West Public Health Research Center, St.-Petersburg, 191036, Russian Federation; North-Western State Medical University named after I. Mechnikov, St.-Petersburg, 191015, Russian Federation, <https://orcid.org/0000-0003-3256-2609> E-mail: [vshilov@inbox.ru](mailto:vshilov@inbox.ru)

**Milena D. Petrova**, junior researcher, Department of Complex Hygienic Assessment of Physical Factors, North-West Public Health Research Center, St.-Petersburg, 191036, Russian Federation, <https://orcid.org/0000-0001-5506-6523> E-mail: [petrovoi.md@yandex.ru](mailto:petrovoi.md@yandex.ru)

**Aleksander N. Nikanov**, MD, PhD, leading researcher, head of Scientific Department of Occupational Pathology, North-West Public Health Research Center, St.-Petersburg, 191036, Russian Federation, <https://orcid.org/0000-0003-3335-4721> E-mail: [a.nikanov@s-znc.ru](mailto:a.nikanov@s-znc.ru)

**Elena Yu. Okuneva**, audiologist, otorhinolaryngologist of the Medical Center of the North-West Public Health Research Center, St.-Petersburg, 191036, Russian Federation, <https://orcid.org/0000-0002-9292-1661> E-mail: [Okeu@mail.ru](mailto:Okeu@mail.ru)

**Roman V. Sleptsov**, ultrasound diagnostics doctor, St. Petersburg City Narcological Hospital, St.-Petersburg, 199004, Russian Federation, <https://orcid.org/0009-0003-6072-2451> E-mail: [rvs1000@yandex.ru](mailto:rvs1000@yandex.ru)