

Оценка частоты развития нейропатии лицевого нерва после микрохирургического удаления вестибулярной шванномы с использованием метода прямой электрической стимуляции

Е.Г. Селиверстова¹, М.В. Синкин^{1,2}, А.А. Гринь^{1,2}

¹Научно-исследовательский институт скорой помощи имени Н.В. Склифосовского, Москва, Россия;

²Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова, Москва, Россия

Аннотация

Цель исследования – определение частоты возникновения нейропатии лицевого нерва (НЛН) после микрохирургического удаления вестибулярной шванномы с использованием метода прямой электрической стимуляции.

Материалы и методы. В метаанализ включены 946 публикаций из баз данных PubMed, Google Scholar, Web of Science и eLIBRARY.RU, из которых отобраны 9 исследований, удовлетворяющих критериям включения и исключения. Общее число пациентов составило 1875 человек, у 278 из них после микрохирургического удаления вестибулярной шванномы развилась НЛН. Обобщенный средний возраст пациентов составил 46,9 [44,5; 49,4] года, соотношение мужчин и женщин 1 : 1.

Результаты. Обобщенный показатель частоты развития ранней послеоперационной НЛН составил 16,1% (6,8–25,3%), отсроченной – 8,7% (0,5–12,4%). Через 12 мес после операции у пациентов с отсроченной НЛН наблюдали лучшие результаты восстановления функции мимической мускулатуры.

Ключевые слова: вестибулярная шваннома; нейропатия лицевого нерва; интраоперационный нейрофизиологический мониторинг; опухоль мостомозжечкового угла

Источник финансирования. Авторы заявляют об отсутствии внешних источников финансирования при проведении исследования.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Адрес для корреспонденции: 129010, Россия, Москва, Большая Сухаревская площадь, д. 3. НИИ скорой помощи им. Н.В. Склифосовского. E-mail: e.seliverstova.md@gmail.com. Селиверстова Е.Г.

Для цитирования: Селиверстова Е.Г., Синкин М.В., Гринь А.А. Оценка частоты развития нейропатии лицевого нерва после микрохирургического удаления вестибулярной шванномы с использованием метода прямой электрической стимуляции. *Анналы клинической и экспериментальной неврологии*. 2025;19(2):52–61.

DOI: <https://doi.org/10.17816/ACEN.1234>

EDN: <https://elibrary.ru/YKGNAQ>

Поступила 13.11.2024 / Принята в печать 12.03.2025 / Опубликовано 30.06.2025

Incidence of Facial Palsy Following Microsurgical Removal of Vestibular Schwannoma Using Direct Electrical Stimulation: a Meta-Analysis

Ekaterina G. Seliverstova¹, Mikhail V. Sinkin^{1,2}, Andrey A. Grin^{1,2}

¹*Sklifosovsky Research Institute of Emergency Medicine, Moscow, Russia;*

²*Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russia*

Abstract

Aim. To determine the incidence of facial palsy (FP) following microsurgical removal of vestibular schwannoma using direct electrical stimulation.

Materials and methods. The meta-analysis included 946 publications from PubMed, Google Scholar, Web of Science, and eLIBRARY.RU, of which 9 studies meeting the inclusion and exclusion criteria were selected. The total number of patients was 1875, with 278 having FP after microsurgical removal of vestibular schwannoma. The pooled mean age of patients was 46.9 [44.5; 49.4] years, with a male-to-female ratio of 1 : 1.

Results. The pooled incidence rate of early postoperative FP was 16.1% (6.8–25.3%), and delayed FP was 8.7% (0.5–12.4%). At 12 months postoperatively, patients with delayed FP demonstrated better recovery outcomes of facial muscle function.

Keywords: vestibular schwannoma; facial palsy; intraoperative neurophysiological monitoring; cerebellopontine angle tumor

Source of funding. The study was not supported by any external sources of funding.

Conflict of interest. The authors declare no apparent or potential conflicts of interest related to the publication of this article.

For correspondence: 3, Bolshaya Sukharevskaya sq., Moscow, Russia, 129010. Sklifosovsky Research Institute of Emergency Medicine. E-mail: e.seliverstova.md@gmail.com. Ekaterina G. Seliverstova.

For citation: Seliverstova E.G., Sinkin M.V., Grin A.A. Incidence of facial palsy following microsurgical removal of vestibular schwannoma using direct electrical stimulation: a meta-analysis. *Annals of Clinical and Experimental Neurology*. 2025;19(2):52–61. DOI: <https://doi.org/10.17816/ACEN.1234>
EDN: <https://elibrary.ru/YKGNAQ>

Received 13.11.2024 / Accepted 12.03.2025 / Published 30.06.2025

Введение

Вестибулярная шваннома (ВШ; невринома слухового нерва, акустическая неврома, акустическая шваннома) — доброкачественная опухоль, возникающая из вестибулярной порции VIII пары черепных нервов, составляет около 8% от всех интракраниальных опухолей и около 80–90% опухолей мостомозжечкового угла (ММУ) у взрослых. ВШ редко наблюдается у детей, за исключением пациентов с нейрофиброматозом 2-го типа. В различных популяциях распространённость ВШ может варьировать от 0,36 до 2,66 на 100 тыс. человек. Заболевание с одинаковой частотой встречается у мужчин и женщин, медиана возраста постановки диагноза составляет 50 лет [1].

Несмотря на первичное описание ВШ в 1777 г. [2], первое успешное хирургическое вмешательство было проведено только спустя более 100 лет [3]. С конца XIX в. предпринимались многочисленные попытки оптимизации хирургического доступа с целью предупреждения ишемии ствола головного мозга, возникавшей в результате повреждения передней нижней мозжечковой артерии. Большинство проведённых оперативных вмешательств на ММУ в то время сопровождалось крайне высокой летальностью — до 84% [4].

Другим значимым интраоперационным осложнением являлась нейропатия лицевого нерва (НЛН) вследствие его интраоперационного повреждения. Для его устранения предпринимались попытки одномоментной кросс-пластики добавочным и подъязычным нервами, которые в то время не получили широкого распространения.

В 1898 г. F. Krause и соавт. представили методику интраоперационной локализации лицевого нерва (ЛН) путём его электростимуляции до появления видимых сокращений мимической мускулатуры [5]. Основными недостатками стимуляции ЛН являлось отсутствие количественного контроля стимула и объективной регистрации получаемых ответов. В 1979 г. T.E. Delgado и соавт. предложили интраоперационную регистрацию электромиографии мимических мышц для более точного мониторинга функции ЛН [6]. Экспериментальным путём было установлено, что местоположение ЛН совпадало с максимумом амплитуды М-волны, получаемой при минимальной силе тока. В конце операции проводили стимуляцию корешка ЛН вблизи ствола головного мозга, а также дистально — в области слухового прохода. Совпадение величины амплитуды М-волн при дистальной и проксимальной стимуляции являлось индикатором сохранной проводящей функции ЛН. Эта методика получила широ-

кое распространение и по настоящее время используется в нейрохирургической практике [7].

Несмотря на тесное анатомическое взаиморасположение с вестибулокохлеарным нервом в области ММУ, НЛН как симптом ВШ встречается в 5–15% случаев [8]. Частота послеоперационной НЛН составляет 2–40% [9]. Нарушение функции ЛН возникает сразу после хирургического вмешательства или спустя 48–72 ч, а также может носить отсроченный характер и развиваться на 5–30-е сутки после операции (в среднем на 10–12-е сутки после выписки пациента из стационара) [10–12].

У пациентов, перенёвших операцию по удалению ВШ, НЛН остаётся основной проблемой, приводящей не только к неблагоприятным функциональным исходам, но и к тяжёлым психологическим последствиям [13]. Вследствие неполного смыкания век (лагофтальма) могут развиваться различные повреждения роговицы, включая её сухость, эрозии и инфицирование. Больные испытывают трудности с произношением, приёмом пищи, жеванием и выражением эмоций, что, безусловно, влияет на качество их жизни, провоцируя развитие тревожных и депрессивных расстройств [14]. Широкое распространение интраоперационного нейрофизиологического мониторинга (ИОНМ) при удалении ВШ с 1990-х гг. позволило в значительной степени снизить частоту возникновения НЛН в послеоперационном периоде [15].

Мы провели систематический поиск литературы и последующий метаанализ для определения частоты возникновения НЛН после микрохирургического удаления ВШ с использованием прямой стимуляции ЛН для его идентификации и оценки функциональной целостности на конец операции.

Материалы и методы

Поиск публикаций и отбор исследований

Алгоритм поиска информации разработан в соответствии с требованиями и положениями отчётности для систематических обзоров и метаанализов (PRISMA) [16] в базах данных PubMed, Google Scholar, Web of Science и eLIBRARY.RU и включал поиск исследований с использованием поисковых запросов, ключевых слов и логических операторов. Согласно поставленной цели поиска, тезисы докладов, протоколы заседаний, книги, клинические случаи и их серии не включали в исследование. Для поиска в зарубежных базах данных использовали запрос: «facial palsy», «vestibular schwannoma surgery», «acoustic neuroma surgery», для русскоязычных ресурсов — «нейропатия лицевого нерва», «вестибулярная шваннома», «невринома слухового нерва». Поиск проводили с ограничением по дате издания публикаций, начиная с 1990 г. (после внедрения ИОНМ), и закончили 15.06.2024.

Критерии включения/исключения

В систематический обзор включены исследования, в которых в дооперационном периоде у пациентов отсутствовало нарушение функции ЛН (I степень по шка-

ле House–Brackmann (НВ)), проведено тотальное или субтотальное удаление опухоли, в публикации имелись указания на тип оперативного доступа и сроки развития НЛН в послеоперационном периоде. Послеоперационную оценку функции ЛН производили по шкале НВ на протяжении всего периода наблюдения за пациентом до момента его выписки из стационара и в течение 1-го месяца после операции при активном обращении пациента за консультацией. Отсроченная НЛН определялась как ухудшение его функции *de novo* по шкале НВ > 1 балла позднее, чем через 24 ч после операции.

Микрохирургическое удаление ВШ проводили с использованием ИОНМ, в протокол которого была включена прямая стимуляция ЛН для его идентификации во время резекции опухоли и оценки функциональной целостности на конец операции путём прямой стимуляции его корешка в непосредственной близости ствола головного мозга. За благоприятный исход операции принимали I и II степени по шкале НВ.

В метаанализ не включали исследования при наличии у пациентов предоперационного дефицита ЛН, продолженного роста (рецидива) опухоли или радиохирургического лечения ВШ в анамнезе. Работы, включавшие пациентов с двусторонней локализацией опухоли, ассоциированной с нейрофиброматозом 2-го типа, также были исключены из исследования.

Извлечение и синтез данных исследований

При первичном отборе с использованием вышеописанных поисковых запросов было получено 946 ссылок на публикации, из которых 33 дублировались, поэтому были оставлены только неповторяющиеся результаты поиска. Среди русскоязычных статей не было публикаций, удовлетворяющих критериям включения.

Таким образом, из первоначально идентифицированных результатов поиска сводные количественные данные 9 (0,95%) статей соответствовали окончательным критериям включения в систематический обзор и были обработаны с помощью статистического анализа. Все отобранные публикации соответствовали типу исследования «случай–контроль». Процесс отбора показан на рис. 1.

Для каждого исследования регистрировали следующие данные: первый автор, год публикации, исследуемая группа, количество случаев и сроки развития НЛН, хирургический доступ, степень нарушения функции ЛН по НВ, предполагаемые предикторы неблагоприятного исхода.

Риск систематической ошибки

Оценку валидности и методологического качества отобранных нерандомизированных исследований «случай–контроль» проводили с использованием адаптированной шкалы Newcastle–Ottawa Scale (NOS) [17], в которой риски систематической ошибки учтены по 8 доменам (D1–D8), разделённым на 3 категории: отбор пациентов, сопоставимость групп, анализ экспозиции. Для каждого пункта предлагается несколько вариантов ответов. В процессе



Рис. 1. Блок-схема отбора включённых в метаанализ исследований.

Таблица 1. Оценка валидности и методологического качества отобранных исследований, баллы

№	Исследование	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	Итого баллов	Риск ошибки
1	Arlt, 2022 [18]	1	0	1	0	2	1	1	1	7	Средний
2	Chang, 2020 [11]	1	1	1	1	2	1	1	1	9	Низкий
3	Gazia, 2023 [19]	1	0	1	1	1	1	1	0	6	Средний
4	Grant, 2002 [20]	1	1	1	0	1	1	1	0	6	Средний
5	Jia, 2023 [12]	1	1	1	1	2	1	1	1	9	Низкий
6	Karanth, 2024 [21]	1	1	1	1	2	1	1	1	9	Низкий
7	Morton, 2011 [9]	1	1	1	1	2	1	1	1	9	Низкий
8	Ren, 2021 [22]	0	1	1	0	1	1	1	1	7	Средний
9	Yawn, 2018 [23]	1	1	1	1	1	1	1	0	7	Средний

оценки за каждый пункт может быть присвоен 1 балл внутри доменов «отбор пациентов» и «анализ исходов/экспозиции» или 2 балла внутри домена «сопоставимость групп»; максимальное значение суммы баллов – 9 (табл. 1). Риск систематических ошибок, оцениваемый по шкале NOS, может быть низким, средним, высоким. Результаты оценки рисков систематических смещений О.Ю. Реброва и соавт. [17] предлагают интерпретировать следующим образом:

- исследования с 5 и менее баллами (из 9 возможных) имеют высокий риск систематических ошибок;
- исследования с 6 и 7 баллами – средний риск систематических ошибок;
- исследования с 8 и 9 баллами – низкий риск систематических ошибок.

Статистический анализ

Статистическую обработку данных выполняли в программах Review Manager v. 5.4.1 (The Cochrane Collaboration,

2020) и OpenMeta Analyst. Гетерогенность исследований оценивали с помощью Q-критерия, величину гетерогенности – по коэффициенту I^2 . Наличие статистически значимой гетерогенности считали при $p < 0,1$. Для последней также рассчитывали 95% доверительный интервал (ДИ). При обобщении данных отдельных исследований, учитывая значительную статистическую гетерогенность исследований по большинству показателей ($I^2 > 40\%$), использовали модель случайных эффектов DerSimonian and Laird. Публикационное смещение оценивали с помощью воронкообразных графиков и критерия Эггера: смещение значимо при $p < 0,05$.

Результаты

Общее количество пациентов, включённых в метаанализ, составило 1875 человек, у 278 из них после микрохирургического удаления ВШ развилась НЛН. Отсроченное развитие послеоперационной НЛН отмечено у 112 больных.

В 2 публикациях не было информации о соотношении полов в выборках, из оставшихся 1365 человек 696 (51%) были женщины. В исследовании R.J. Yawn и соавт. развитие отсроченной НЛН наблюдали у 22 пациентов, 15 из которых были женщины [23], в работе X.H. Jia и соавт. 4 пациента из 15 были женщины [12]. Катамнез в большинстве публикаций (67%) составил 12 мес.

Представленные в метаанализе выборки были гетерогенны по возрасту ($I^2 = 96,55\%$; $p < 0,001$). Возраст самого молодого пациента – 13 лет [9], пожилого – 87 лет [18]. В 3 исследования были включены пациенты в возрасте до 15 лет [9, 11, 22]. Обобщенный средний возраст пациентов составил 46,9 (44,5–49,4) года (рис. 2).

Особенности проведения интраоперационного нейрофизиологического мониторинга

Во всех отобранных публикациях для прогнозирования послеоперационной функции ЛН использовали его стимуляцию в зоне выхода из ствола головного мозга. Величина минимального стимула, вызывающего сокращение мимических мышц, различалась. Так, в исследованиях Y. Ren и соавт. [22], X.H. Jia и соавт. [12] использовали силу тока 0,05 мА, G.A. Grant и соавт. [20] – 0,1 мА. В публикации F. Gazia и соавт. протокол стимуляции начинался с силы тока 0,05 мА с последующим её уменьшением или увеличением с интервалом 0,01 мА до минимального стимула 0,01 мА или до максимального 5,0 мА [19]. По данным V.K.K.S. Karanth и соавт., пороговая сила тока при проксимальной стимуляции, равная 0,05–0,10 мА, указывает на хорошую функциональную сохранность ЛН, в то время как пороговое значение силы тока 0,2–1,0 мА может являться предиктором его повреждения и нарушения функции [21].

В исследовании F. Arlt и соавт. указана интенсивность стимула 0,76 ($0,70 \pm 0,29$) В [18].

Большинство (80%) публикаций представляли собой ретроспективное исследование «случай–контроль». Общие характеристики исследований, вошедших в метаанализ, представлены в табл. 2.

В представленных публикациях отсутствует единый подход к классификации НЛН по срокам её возникновения в послеоперационном периоде. Такая значительная вариативность затрудняет сравнение результатов. По мнению R.J. Yawn и соавт., ранняя послеоперационная НЛН развивается в 1-е сутки после резекции ВШ. S. Chang и соавт. рассматривают НЛН, возникшую в первые 48 ч после операции, как немедленную [11]. По данным G.A. Grant и соавт., этот период составляет 72 ч, а X.H. Jia и соавт. – до 5 сут [12].

L.P. Carlstrom и соавт. определили отсроченную НЛН как ухудшение функции ЛН не менее чем на 2 балла по шкале HB в период с 5-го до 30-й послеоперационный день. S. Chang и соавт. описали 2 подгруппы отсроченной НЛН [11]. В группу НЛН с ранним началом включали пациентов с нормальной функцией ЛН сразу после пробуждения в отделении интенсивной терапии, но с развивающейся слабостью мимической мускулатуры в течение первых 48 ч после операции. В группу НЛН с поздним началом относили пациентов, если нарушение функции ЛН возникало через 48 ч после операции. Эти примеры подчёркивают необходимость консенсуса по определению сроков оценки немедленной и отсроченной НЛН для будущих клинических исследований.

Частота выявления немедленной НЛН варьировала в различных исследованиях от 5,7% [21] до 27,7% [22], отличаясь значительной гетерогенностью ($I^2 = 94,4\%$; $p < 0,001$). Сводный показатель составил 16,1% (6,8–25,3%) (рис. 3, А). Частота выявления отсроченной НЛН составила от 4,5% [12] до 25,0 % [9], также отличаясь значительной вариативностью ($I^2 = 85,4\%$; $p < 0,001$). Обобщенный показатель составил 8,7% (0,5–12,4%) (рис. 3, В).

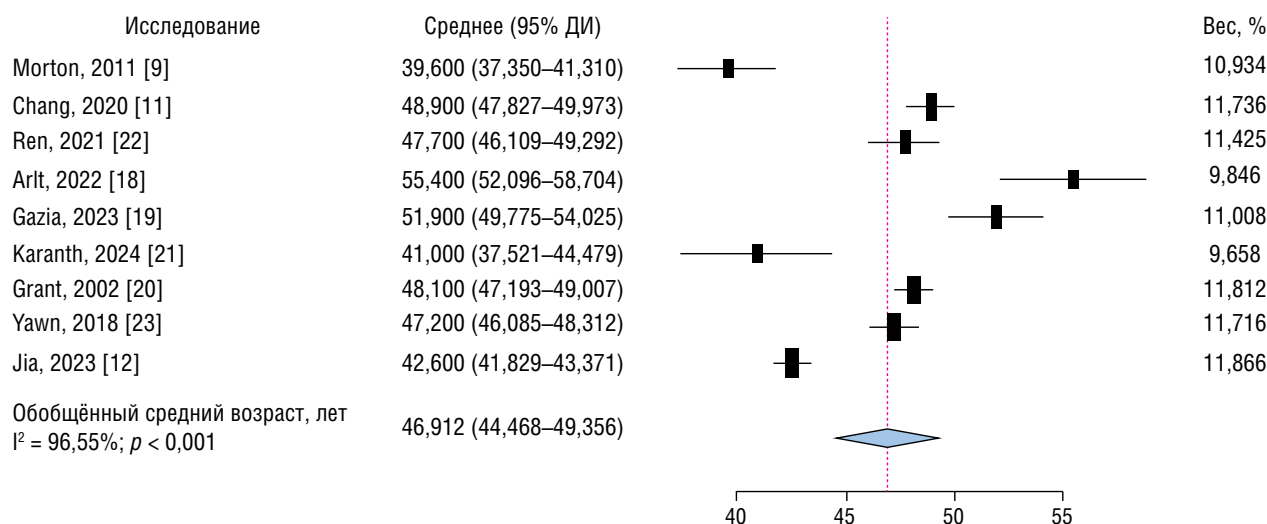


Рис. 2. Результаты метаанализа обобщенного среднего возраста пациентов.

Здесь и на рис. 3, 4: квадраты – величина показателя для каждого исследования (размер квадратов соответствует весу исследований); отрезки – 95% ДИ; ромб – обобщенное значение показателя и его 95% ДИ.

Таблица 2. Общие характеристики исследований, вошедших в метаанализ

Исследование	Страна	Специальность хирурга	Дизайн	<i>n</i>	Средний возраст, лет (<i>M ± m</i>)	Число случаев НЛН	Транс-лабиринтный доступ	Ретро-сигмоидный доступ	Доступ через среднюю черепную ямку
Ранняя послеоперационная НЛН									
Morton, 2011 [9]	США	Нейрохирургия, оториноларингология	Ретроспективное	104*	39,6 ± 11,5	9	43	49	3
Chang, 2020 [11]	Канада	Нейрохирургия, оториноларингология	Ретроспективное	434*	48,9 ± 11,4	25	36	372	17
Ren, 2021 [22]	США	Оториноларингология	Проспективное	256	47,7 ± 13,0	71	130	64	62
Arlt, 2022 [18]	Германия	Нейрохирургия	Ретроспективное	75	55,4 ± 14,6	14	0	75	0
Gazia, 2023 [19]	Италия, Испания	Оториноларингология	Ретроспективное	146	51,9 ± 13,1	45	146	0	0
Karanth, 2024 [21]	Индия	Нейрохирургия	Проспективное	35	41,0 ± 10,5	2	0	35	0
Отсроченное развитие послеоперационной НЛН									
Grant, 2002 [20]	США	Нейрохирургия, оториноларингология	Ретроспективное	314	48,1 ± 8,2	15	#	#	0
Morton, 2011 [9]	США	Нейрохирургия, оториноларингология	Ретроспективное	104*	39,6 ± 11,5	26	43	49	3
Yawn, 2018 [23]	США	Нейрохирургия, оториноларингология	Ретроспективное	246	47,2 ± 8,9	22	19**	3**	0
Chang, 2020 [11]	Канада	Нейрохирургия, оториноларингология	Ретроспективное	434*	48,9 ± 11,4	37	36	372	17
Jia, 2023 [12]	Китай	Оториноларингология	Ретроспективное	265	42,6 ± 6,4	12	0	265	0

Примечание. #Перечислены используемые хирургические доступы без указания их количества. *В группе «случай» отмечали развитие немедленной и отсроченной НЛН. **В исследовании указано количество только тех доступов, при которых наблюдали НЛН.

В исследовании R.P. Morton и соавт. в послеоперационном периоде пациентам с герпетической инфекцией в анамнезе превентивно назначали противовирусный препарат (ацикловир) [9]. В 4 из 9 исследований было использовано парентеральное введение дексаметазона с целью предупреждения развития отёка ЛН [11, 12, 20, 21]. Наряду с терапией глюкокортикостероидами, в исследовании S. Chang и соавт. также проводились противоотечная и антибиотикотерапия [11]. В исследовании V.K.K.S. Karanth и соавт. в случае падения амплитуд моторных ответов с мышц, иннервируемых ЛН, интраоперационно в качестве вазодилатора использовали раствор папаверина, а также нимодипин, способствующий, по мнению авторов, аксональному росту и процессу ремиелинизации [21]. В остальных публикациях отсутствовали данные по применению лекарственных препаратов.

Функция лицевого нерва через 12 мес после операции

Исходя из результатов метаанализа исходов восстановления функции ЛН через 12 мес после операции, выполненного по модели случайных эффектов, установлено более

благоприятное течение заболевания у пациентов с отсроченной НЛН (рис. 4). Шансы восстановления функции мимической мускулатуры у пациентов с ранней послеоперационной НЛН (ОШ = 4,13 (2,03–5,92)) были в 2 раза ниже, чем у пациентов с нарушением функции ЛН более чем через 48 ч после оперативного вмешательства (ОШ = 8,07 (4,70–13,84)).

Обсуждение

Основными методами лечения ВШ являются микрохирургическое удаление, радиотерапия (стереотаксическая радиотерапия, гамма-нож, кибер-нож) и наблюдательная тактика (как правило, при отсутствии клинических симптомов) [24, 25]. При тотальном или субтотальном удалении опухоли традиционно используют ретросигмоидный, транслабиринтный доступы или доступ из средней черепной ямки [26]. Данные о том, что особенности хирургических доступов являются фактором риска развития НЛН, противоречивы [27]. Вероятными повреждающими факторами во время операции, приводящими к нарушению функции ЛН, могут быть его тракция, сдавление, коагуляция или повреждение аспиратором [28].

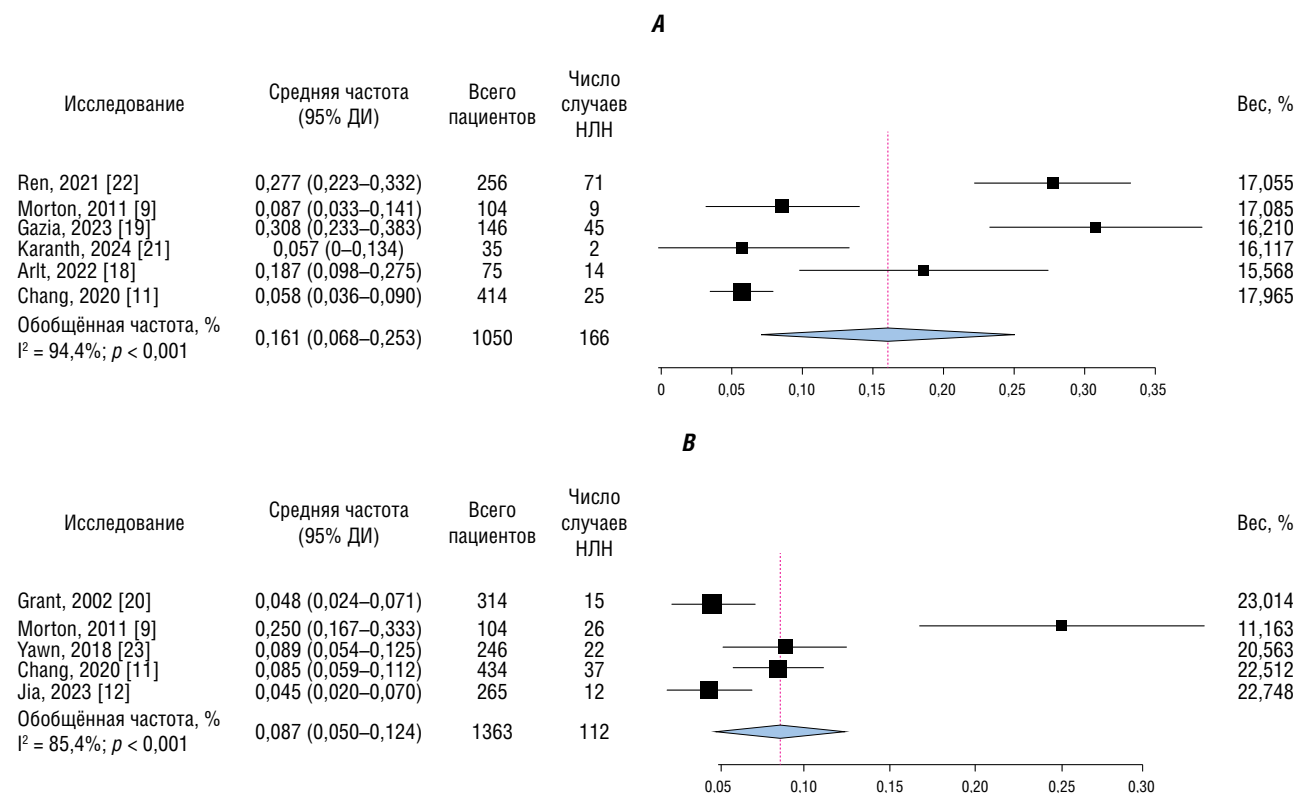


Рис. 3. Результаты метаанализа частоты встречаемости ранней (А) и отсроченной (В) послеоперационной НЛН после микрохирургического удаления ВШ.

Золотым стандартом хирургии ВШ является использование ИОНМ с целью обеспечения анатомической идентификации, защиты от потенциально повреждающих событий, прогнозирования послеоперационной функции ЛН. Методика прямой стимуляции нерва тем не менее не может быть использована для непрерывного мониторингирования функции ЛН, а служит инструментом, позволяющим идентифицировать нерв в определённый момент времени и, как правило, в случае его доступности для нейрохирурга. Кроме оценки амплитуд при дистальной и проксимальной прямой стимуляции ЛН, интраоперационно также возможно оценивать максимальную амплитуду М-волны при прямой стимуляции нерва силой тока 2 мА во время резекции определённого участка опухоли. Амплитуда М-волны < 1200 мкВ и увеличение латентности > 8 мс до резекции ВШ были определены как потенциальные маркеры наличия адгезии и вовлечения в капсулу опухоли ЛН. И наоборот, при амплитуде М-волны > 3500 мкВ было возможным провести тотальное удаление ВШ [29].

В данном метаанализе мы изучили частоту развития НЛН после микрохирургического удаления ВШ с использованием ИОНМ. Согласно полученным данным, частота развития ранней послеоперационной НЛН составляет 16,1%, а отсроченной – 8,7%. Эти результаты подчёркивают высокие риски осложнений, связанные с хирургическим лечением ВШ, и подтверждают необходимость применения современных методов мониторинга для снижения вероятности их развития.

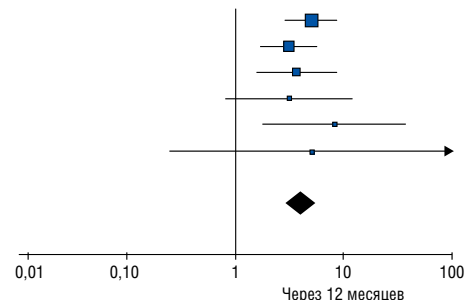
Одним из наиболее важных аспектов метаанализа является то, что пациенты с отсроченной нейропатией продемонстрировали лучшие результаты восстановления функции ЛН через 12 мес по сравнению с пациентами, у которых наблюдали раннюю послеоперационную НЛН. Можно предположить, что более позднее появление симптомов, вероятно, связано с менее травматичным повреждением ЛН или наличием резервных механизмов восстановления, которые активируются после оперативного вмешательства.

В отобранных исследованиях отмечена высокая гетерогенность, что может указывать на различия в методах хирургического доступа, использовании ИОНМ и протоколах наблюдения за пациентами. Так, частота развития ранней послеоперационной НЛН варьировала от 5,7% до 27,7%, что требует более строгого стандарта определения и классификации НЛН в клинической практике.

В настоящее время в хирургии ВШ всё большую популярность набирает использование мультимодального ИОНМ, включающего электромиографию покоя, прямую стимуляцию нерва и транскраниальную электростимуляцию с регистрацией вызванных моторных ответов с мимических мышц. Дальнейшие исследования должны быть посвящены оценке частоты возникновения послеоперационной НЛН при различных комбинациях указанных методик ИОНМ.

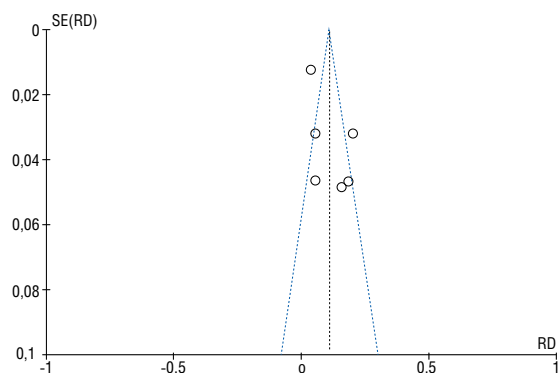
А

Исследование	Всего пациентов	Число случаев НЛН		Вес, %	ОШ (95% ДИ)
		после операции	через 12 мес		
Ren, 2021 [22]	256	71	18	38,7	5,07 (2,92–8,81)
Gazia, 2023 [19]	146	45	18	32,1	3,17 (1,73–5,81)
Chang, 2020 [11]	434	25	7	16,3	3,73 (1,60–8,72)
Morton, 2011 [9]	104	9	3	6,6	3,19 (0,84–12,14)
Arlt, 2022 [18]	75	14	2	5,1	8,38 (1,83–38,31)
Karanth, 2024 [21]	35	2	0	1,2	5,30 (0,25–114,47)
Всего	1050	166	48	100	4,13 (2,93–5,82)



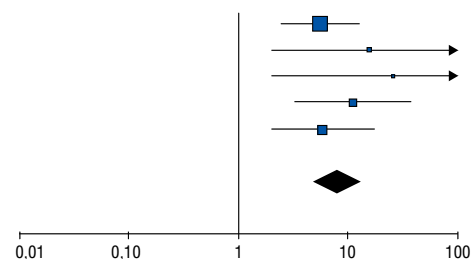
Гетерогенность: $\tau^2 = 0,00$; $\chi^2 = 2,34$; $df = 5$ ($p = 0,80$); $I^2 = 0\%$

Тест на суммарный эффект: $Z = 8,10$ ($p < 0,00001$)



В

Исследование	Всего пациентов	Число случаев НЛН		Вес, %	ОШ (95% ДИ)
		после операции	через 12 мес		
Chang, 2020 [11]	434	37	7	46,7	5,69 (2,51–12,90)
Grant, 2002 [20]	314	15	1	6,9	15,70 (2,06–119,61)
Jia, 2023 [12]	265	12	0	3,5	26,18 (1,54–444,55)
Morton, 2011 [9]	104	26	3	16,4	11,22 (3,28–38,43)
Yawn, 2018 [23]	246	22	4	26,5	8,07 (4,70–13,84)
Всего	1363	112	15	100	8,07 (4,70–13,84)



Гетерогенность: $\chi^2 = 2,36$; $df = 4$ ($p = 0,67$); $I^2 = 0\%$

Тест на суммарный эффект: $Z = 7,58$ ($p < 0,00001$)

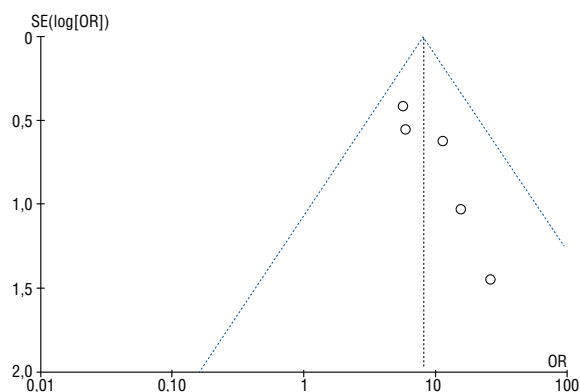


Рис. 4. Результаты метаанализа оценки функции ЛН через 12 мес после операции у пациентов с ранней (А) и отсроченной (В) послеоперационной НЛН после микрохирургического удаления ВШ.

Заключение

Проведённый метаанализ подтверждает, что даже с использованием ИОНМ частота развития НЛН после микрохирургического удаления ВШ составляет 16,1% для ранней формы и 8,7% — для отсроченной. Результаты исследования

подчёркивают необходимость применения ИОНМ для минимизации риска интраоперационных осложнений. Дальнейшие исследования должны быть сосредоточены на стандартизации классификации НЛН по срокам возникновения в послеоперационном периоде, а также на улучшении и стандартизации протокола ИОНМ в хирургии ВШ.

Список источников | References

1. Propp JM, McCarthy BJ, Davis FG, Preston-Martin S. Descriptive epidemiology of vestibular schwannomas. *Neuro Oncol.* 2006;8(1):1–11. doi: 10.1215/S1522851704001097
2. Ahn MS, Jackler RK, Lustig LR. The early history of the neurofibromatosis. Evolution of the concept of neurofibromatosis type 2. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg.* 1996; 122(11):1240–1249. doi: 10.1001/archotol.1996.01890230086016
3. Ballance CA. Some points in the surgery of the brain and its membranes. 2nd ed. London; 1907.
4. Koerbel A, Gharabaghi A, Safavi-Abbasi S, et al. Evolution of vestibular schwannoma surgery: the long journey to current success. *Neurosurg Focus.* 2005;18(4):e10. doi: 10.3171/foc.2005.18.4.11
5. Krause F, Haubold A, Thorek M. Surgery of the brain and spinal cord, based on personal experiences. New York; 1912.
6. Delgado TE, Buchheit WA, Rosenholtz HR, Chrissian S. Intraoperative monitoring of facial muscle evoked responses obtained by intracranial stimulation of the facial nerve: a more accurate technique for facial nerve dissection. *Neurosurgery.* 1979;4(5):418–421. doi: 10.1227/00006123-197905000-00007
7. Machetanz K, Roegele M, Liebsch M, et al. Predictive value of facial motor-evoked potential and electromyography for facial motor function in vestibular schwannoma surgery. *Acta Neurochir (Wien).* 2024;166(1):23. doi: 10.1007/s00701-024-05927-0
8. Arnoldner C, Mick P, Pirouzmand F, et al. Facial nerve prognostication in vestibular schwannoma surgery: the concept of percent maximum and its predictability. *Laryngoscope.* 2013;123(10):2533–2538. doi: 10.1002/lary.24083
9. Morton RP, Ackerman PD, Pisansky MT, et al. Prognostic factors for the incidence and recovery of delayed facial nerve palsy after vestibular schwannoma resection. *J Neurosurg.* 2011;114(2):375–380. doi: 10.3171/2010.5.JNS091854
10. Carlstrom LP, Copeland WR 3rd, Neff BA, et al. Incidence and risk factors of delayed facial palsy after vestibular schwannoma resection. *Neurosurgery.* 2016;78(2):251–255. doi: 10.1227/NEU.0000000000001015
11. Chang S, Makarenko S, Despot I, et al. Differential recovery in early- and late-onset delayed facial palsy following vestibular schwannoma resection. *Oper Neurosurg (Hagerstown).* 2020;18(1):34–40. doi: 10.1093/ons/ops083
12. Jia XH, Gao Z, Lin NE, et al. Delayed facial nerve paralysis after vestibular schwannoma resection. *World Neurosurg.* 2023;170:e431–e435. doi: 10.1016/j.wneu.2022.11.036
13. Kheirkhah M, Brodoehl S, Leistriz L, et al. Abnormal emotional processing and emotional experience in patients with peripheral facial nerve paralysis: an MEG study. *Brain Sci.* 2020;10(3):147. doi: 10.3390/brainsci10030147
14. Coulson SE, O'dwyer NJ, Adams RD, Croxson GR. Expression of emotion and quality of life after facial nerve paralysis. *Otol Neurotol.* 2004;25(6):1014–1019. doi: 10.1097/00129492-200411000-00026
15. Nabhan A, Ahlhelm F, Reith W, et al. Function of the facial nerve after operative treatment of acoustic neurinomas. Influence of intraoperative monitoring. *Nervenarzt.* 2005;76(2):170–174. doi: 10.1007/s00115-004-1778-4
16. Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, et al. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. *PLoS Med.* 2009; 6(7):e1000097. doi: 10.1371/journal.pmed.1000097
17. Реброва О.Ю., Федяева В.К. Вопросник для оценки риска систематических ошибок в нерандомизированных сравнительных исследованиях: русскоязычная версия шкалы Ньюкасл–Оттава. *Медицинские технологии. Оценка и выбор.* 2016;3(25):14–19.
18. Rebrova OYu, Fediaeva VK. The Questionnaire to assess the risk of systematic bias in non-randomized comparative studies: the Russian-language version of the Newcastle–Ottawa scale. *Medical technologies. Evaluation and selection.* 2016;3(25):14–19.
19. Arlt F, Kasper J, Winkler D, et al. Facial nerve function after microsurgical resection in vestibular schwannoma under neurophysiological monitoring. *Front. Neurol.* 2022; 13:850326. doi: 10.3389/fneur.2022.850326
20. Gazia F, Callejo A, Pérez-Grau M, et al. Pre- and intra-operative prognostic factors of facial nerve function in cerebellopontine angle surgery. *Eur Arch Otorhinolaryngol.* 2023;280(3):1055–1062. doi: 10.1007/s00405-022-07556-8
21. Grant GA, Rostomily RR, Kim DK, et al. Delayed facial palsy after resection of vestibular schwannoma. *J Neurosurg.* 2002;97(1):93–96. doi: 10.3171/jns.2002.97.1.0093
22. Karanth VKKS, Yerragunta T, Sampath N, et al. Multimodal intraoperative neurophysiological monitoring with special emphasis on facial MEPs for facial nerve preservation in vestibular schwannoma surgeries: Surgical nuances and outcome predictability. *Indian J Physiol Pharmacol.* 2024;68(2):118–125. doi: 10.25259/ijpp_77_2024
23. Ren Y, MacDonald BV, Tawfik KO, et al. Clinical predictors of facial nerve outcomes after surgical resection of vestibular schwannoma. *Otolaryngol Head Neck Surg.* 2021;164(5):1085–1093. doi: 10.1177/0194599820961389
24. Yawn RJ, Dedmon MM, Xie D, et al. Delayed facial nerve paralysis after vestibular schwannoma resection. *J Neurol Surg B Skull Base.* 2018;80(3):283–286. doi: 10.1055/s-0038-1669941
25. Starnoni D, Giammattei L, Cossu G, et al. Surgical management for large vestibular schwannomas: a systematic review, meta-analysis, and consensus statement on behalf of the EANS skull base section. *Acta Neurochir (Wien).* 2020;162(11):2595–2617. doi: 10.1007/s00701-020-04491-7
26. Prasad SC, Patnaik U, Grinblat G, et al. Decision making in the wait-and-scan approach for vestibular schwannomas: is there a price to pay in terms of hearing, facial nerve, and overall outcomes? *Neurosurgery.* 2018;83(5):858–870. doi: 10.1093/neuros/nyx568
27. Palavani LB, Batista S, Andreão FF, et al. Retrosigmoid versus middle fossa approach for hearing and facial nerve preservation in vestibular schwannoma surgery: a systematic review and comparative meta-analysis. *J Clin Neurosci.* 2024;124:1–14. doi: 10.1016/j.jocn.2024.04.007
28. Акулов М.А., Танышин С.В., Шиманский В.Н. и др. Эффективность ботулинотерапии в лечении отсроченной нейропатии лицевого нерва после удаления невриномы слухового нерва. *Журнал «Вопросы нейрохирургии» им. Н.Н. Бурденко.* 2018;82(5):81–87.
29. Akulov MA, Taniashin SV, Shimanskii VN, et al. The efficacy of botulinum therapy in treatment of delayed facial palsy after resection of vestibular schwannoma. *Burdenko's Journal of Neurosurgery.* 2018;82(5):81–87. doi: 10.17116/neiro20188205181
30. Tos M, Youssef M, Thomsen J, Turgut S. Causes of facial nerve paresis after translabyrinthine surgery for acoustic neuroma. *Ann Otol Rhinol Laryngol.* 1992;101(10):821–826. doi: 10.1177/000348949210101004
31. Henz GD, Gonçalves RF, Nogueira GN, Isolan GR. Latest advances in facial nerve intraoperative monitoring for vestibular schwannoma – up to date 2024. *Contemporary J.* 2024;4(8):1–19. doi: 10.56083/RCV4N8-126

Информация об авторах

Селиверстова Екатерина Геннадьевна — канд. мед. наук, с. н. с. отд. неотложной нейрохирургии, врач функциональной диагностики, НИИ скорой помощи им. Н.В. Склифосовского, Москва, Россия, <https://orcid.org/0000-0001-9652-1457>

Синкин Михаил Владимирович — д-р мед. наук, профессор, в. н. с. отд. неотложной нейрохирургии, руководитель группы клинической нейрофизиологии НИИ скорой помощи им. Н.В. Склифосовского, Москва, Россия; и. о. зав. каф. медицинских нейротехнологий Института нейронаук и нейротехнологий РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России (Пироговский Университет), Москва, Россия, <https://orcid.org/0000-0001-5026-0060>

Андрей Анатольевич Гринь — д-р мед. наук, член-корр. РАН, зав. научным отд. неотложной нейрохирургии НИИ скорой помощи им. Н.В. Склифосовского, Москва, Россия; профессор каф. фундаментальной нейрохирургии факультета дополнительной профессиональной подготовки РНИМУ им. Н.И. Пирогова (Пироговский Университет), Москва, Россия, <https://orcid.org/0000-0003-3515-8329>

Вклад авторов: *Селиверстова Е.Г.* — сбор и анализ полученных данных, концепция статьи, написание текста рукописи, оформление рукописи, статистическая обработка данных; *Синкин М.В., Гринь А.А.* — концепция статьи, проверка интеллектуального содержания статьи.

Information about the authors

Ekaterina G. Seliverstova — Cand. Sci. (Med.), senior researcher, Emergency neurosurgery department, N.V. Sklifosovsky Research Institute for Emergency Medicine, Moscow, Russia, <https://orcid.org/0000-0001-9652-1457>

Mikhail V. Sinkin — Dr. Sci. (Med.), Head, Clinical neurophysiology laboratory, Emergency neurosurgery department, N.V. Sklifosovsky Research Institute for Emergency Medicine, Moscow, Russia; Acting Head, Medical neurotechnology department, Institute of Neuroscience and Neurotechnologies, N.I. Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russia, <https://orcid.org/0000-0001-5026-0060>

Andrey A. Grin — Dr. Sci. (Med.), Corr. Member of the Russian Academy of Sciences, Head, Emergency neurosurgery department, N.V. Sklifosovsky Research Institute for Emergency Medicine, Moscow, Russia; Professor, Fundamental neurosurgery department, Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russia, <https://orcid.org/0000-0003-3515-8329>

Authors' contributions: *Seliverstova E.G.* — collection and analysis of the obtained data, concept of the article, drafting of the manuscript, manuscript design, statistical processing of the data; *Sinkin M.V., Grin A.A.* — concept of the article, revision, supervision.