

На правах рукописи

Хамгушкеева Наталия Николаевна

**ИГОЛЬЧАТАЯ ЭЛЕКТРОМИОГРАФИЯ
ЛИЦЕВОГО НЕРВА В ОТОХИРУРГИИ**

14.01.03 – болезни уха, горла и носа

Автореферат
диссертации на соискание учёной степени
кандидата медицинских наук

Санкт-Петербург – 2016

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном учреждении «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт уха, горла, носа и речи» Министерства здравоохранения Российской Федерации (ФГБУ «СПб НИИ ЛОР» Минздрава России)

Научный руководитель:

доктор медицинских наук, профессор

Аникин Игорь Анатольевич

Официальные оппоненты:

заведующий кафедрой оториноларингологии

ГБОУ ВПО «Северо-Западный

государственный медицинский университет

им. И.И. Мечникова» Минздрава России

доктор медицинских наук

Артюшкин Сергей Анатольевич

руководитель оториноларингологического

отделения, заведующий кафедрой ГБУЗ

"Московский областной научно-

исследовательский клинический институт им.

М.Ф. Владимирского" засл. врач РФ,

доктор медицинских наук, профессор

Егоров Виктор Иванович

Ведущая организация:

ФГБВОУ ВПО «Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова» Министерства обороны Российской Федерации

Защита состоится 31.03.2016 года в 13.00 часов на заседании диссертационного совета 208.091.01. в ФГБУ «СПб НИИ ЛОР» Минздрава России по адресу: 190013, Санкт-Петербург, ул. Бронницкая, д. 9.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБУ «СПб НИИ ЛОР» Минздрава России и на сайте: www.lornii.ru.

Автореферат размещён на сайте: <http://vac.ed.gov.ru/>

Автореферат разослан _____ г.

Учёный секретарь диссертационного совета:

Доктор медицинских наук

Дроздова Марина Владимировна

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность исследования

В последние годы наблюдается тенденция к увеличению роста микрохирургических операций на среднем и внутреннем ухе: возрастает количество различных типов слухоулучшающих операций, в том числе и с установкой кохлеарных имплантов и активных имплантов среднего уха, усложняются методы тимпанопластики, оссикулопластики, расширяются показания к слухоулучшающим вмешательствам при аномалиях развития уха, разрабатываются новые доступы, а также не уменьшается количество saniрующих оперативных вмешательств при воспалительных процессах в среднем ухе (Диаб Х.М. и др., 2009; Кузовков В.Е. и др., 2009; Аникин И.А. и др., 2012). Несмотря на существующие возможности использования современного хирургического оборудования, современных диагностических методов исследования, сохраняется риск повреждения лицевого нерва (ЛН) при проведении оперативного вмешательства на среднем и внутреннем ухе (Green J.D. et al., 1994; Asma A. et al., 2009). ЛН становится более уязвим к травмированию при повторных (sанирующих) операциях на среднем ухе, при наличии дегисценций в фаллопиевом канале, при удалении образований среднего уха (Dew L., 1996; Asma A. et al., 2009). Немаловажное значение имеет атипичное расположение канала ЛН, которое чаще встречается при аномалии развития среднего и внутреннего уха (Swartz J.D., 1985; Jahrsdoerfer R.A., 1988; Koyama S. et al., 1998), при этом вероятность его повреждения возрастает.

Вследствие интраоперационного повреждения ЛН возникает парез (паралич) мимических мышц (ММ), который приводит к снижению качества жизни пациентов. По данным литературы, при первичных операциях на ухе риск развития дисфункции ЛН составляет от 0,6 до 3,7 % случаев (Schuring, A.G., 1988; Nilssen E.L. et al., 1997), при повторных оперативных вмешательствах риск его возникновения увеличивается от 4 до 10 % случаев (Selesnick S.H., 2001; Wang H.M., 2006).

С появлением интраоперационного мониторинга лицевого нерва (ИМЛН) появилась возможность идентифицировать его во время операции (Delgado T. E. et al., 1979; Roland P.S., 1994; Prass R.L., 1996), поскольку данный метод исследования нервно-мышечной системы регистрирует колебания электрического потенциала

мышц в ответ на раздражение нерва (Николаев С.Г., 2003; Randolph G.W. et al., 2011). Данная методика давно принята в качестве «золотого стандарта» медицинской помощи в хирургии околоушной слюнной железы, невриноме слухового нерва и других опухолей мостомозжечкового угла (Delgado T.E. et al., 1979; Lin V.W. et al., 2006). Другая ситуация наблюдается в отохирургии: в мировой литературе имеются единичные публикации о полезности ИМЛН (Александров И.Н., 2006; Silverstein H., 1990) и до сих пор спорным остаётся вопрос о его рутинном использовании (Roland P.S., 1994), несмотря на распространённость и последствия ятрогенных повреждений ЛН при операциях на среднем и внутреннем ухе (Green, J.D., 1994; Selesnick S.H., 2001; Wang H.M., 2006).

В настоящее время опубликовано несколько зарубежных работ о применении электромиографического (ЭМГ) метода ИМЛН, осуществляемого с бормашины, и они касаются, в большей степени, проблемы безопасного удаления невриномы слухового нерва (Bernardeschi D. et al., 2011). При этом отсутствуют сведения об изучении электростимуляции ЛН посредством бормашины в хирургии среднего и внутреннего уха.

Таким образом, внедрение ИМЛН в отохирургию позволит снизить риск развития пареза (паралича) ММ, что и предопределило актуальность настоящего исследования.

Цель исследования – повышение безопасности хирургического лечения пациентов с патологией среднего и внутреннего уха за счёт профилактики повреждения лицевого нерва посредством использования интраоперационного мониторинга лицевого нерва методом игольчатой электромиографии при непрерывной стимуляции с бормашины.

Задачи исследования

1. Определить показания и разработать алгоритм проведения интраоперационного мониторинга лицевого нерва методом игольчатой электромиографии при непрерывной стимуляции посредством бормашины и с помощью монополярного электрода.

2. Оценить значения силы тока (пороговые и супрамаксимальные) электрической стимуляции лицевого нерва с помощью бормашины в потенциально

опасных участках его повреждения при разных видах операций на среднем и внутреннем ухе.

3. Сравнить эффективность применения компьютерной томографии височных костей с интраоперационным мониторингом лицевого нерва, проводимого с помощью бормашины, в диагностике целостности костных стенок фаллопиева канала.

4. Изучить микротопографические характеристики барабанного и сосцевидного отделов канала лицевого нерва, в частности толщину его костных стенок, на кадаверных височных костях.

5. Сопоставить результаты измерений толщины костной стенки фаллопиева канала, выполненных на кадаверных височных костях, с пороговыми значениями чрескостной электрической стимуляции лицевого нерва, полученными интраоперационно с помощью бормашины, для определения глубины прохождения электрического тока через костную ткань.

6. Дополнить классификацию House-Brackmann (1985) путем создания объективной шкалы оценки моторной дисфункции лицевого нерва, посредством анализа амплитуд М-ответов при четырёхканальном проведении стимуляционной ЭМГ.

Научная новизна исследования

Впервые в отохирургии для идентификации лицевого нерва применён метод четырёхканальной игольчатой ЭМГ, где электрическая стимуляция осуществлялась с помощью бормашины.

Впервые сопоставлены интраоперационные результаты пороговой чрескостной электрической стимуляции лицевого нерва с полученными значениями толщины костной стенки фаллопиева канала кадаверных височных костей, что дало возможность рассчитать приблизительную глубину прохождения электрического тока через костную стенку до лицевого нерва.

На основании результатов собственных исследований нами предложен объективный метод диагностики моторной дисфункции лицевого нерва с помощью стимуляционной игольчатой ЭМГ, который может рассматриваться как полезное дополнение к классификации House-Brackmann (1985).

Практическая значимость работы

Доказана высокая эффективность применения игольчатой электромиографии при стимуляции лицевого нерва посредством бормашины у лиц с повышенным риском его повреждения (аномалия развития уха, образование височной кости, состояние после радикальных операций, болезнь Меньера, при выполнении кохлеарной имплантации), что позволяет рекомендовать этот метод для более широкого применения в отоларингологии.

Основные положения, выносимые на защиту

1. Применение интраоперационного мониторинга лицевого нерва методом игольчатой электромиографии при непрерывной стимуляции с помощью бормашины позволяет снизить риск повреждения лицевого нерва.
2. Электрическая стимуляция посредством бормашины является более эффективным и безопасным методом в диагностике целостности костного канала лицевого нерва по сравнению с компьютерной томографией височных костей.
3. Использование стимуляционной игольчатой электромиографии при четырёхканальной регистрации М-ответов позволяет объективизировать и дополнить классификацию House-Brackmann, и тем самым минимизировать вариабельность результатов степеней поражения лицевого нерва.

Личный вклад автора в результаты исследования

Личный вклад соискателя состоит в организации и проведении исследования по всем разделам диссертации, формулировании цели, задач, сборе и анализе полученных результатов. Автор непосредственно выполняла предоперационное обследование, ИМЛН, принимала участие в хирургических вмешательствах в качестве ассистента, в обследовании и наблюдении всех больных, провела экспериментальную часть работы в условиях костной лаборатории.

Внедрение результатов исследования

Материалы диссертации внедрены в лечебно-диагностический процесс ФГБУ «СПб НИИ ЛОР» Минздрава России, в ФГБВОУ ВПО «ВМА им. С.М. Кирова»

Министерства обороны Российской Федерации, а также используются в учебном процессе с врачами – курсантами циклов усовершенствования по оториноларингологии, аспирантами и клиническими ординаторами.

Апробация работы

Основные данные исследования доложены на 1069-м Пленарном заседании Санкт-Петербургского научного медицинского общества оториноларингологов (Санкт-Петербург, 2013); на II, III, IV Петербургском форуме оториноларингологов России (Санкт-Петербург, 2013, 2014, 2015); на 60-й, 61-й, 62-й научно-практических конференциях молодых учёных оториноларингологов (Санкт-Петербург, 2013, 2014, 2015).

Апробация диссертации была проведена на заседании Учёного совета ФГБУ «СПб НИИ ЛОР» Минздрава России 28 мая 2015 г., протокол заседания № 3.

Связь с планом научных исследований

Диссертация выполнена в соответствии с планом научно-исследовательских работ ФГБУ «СПб НИИ ЛОР» Минздрава России на 2015 г. Вошла в госзадание Министерства Здравоохранения РФ 2012-2014 гг., УДК 616.833.17:615.84, № госрегистрации 01201157665.

Тема, план и сроки диссертационной работы утверждены на заседании Учёного совета ФГБУ «СПб НИИ ЛОР» Минздрава России 29 ноября 2012 г., протокол заседания № 13.

Публикации

По теме диссертации опубликовано 12 научных работ, 8 из них в журналах, рекомендованных ВАК РФ.

Структура и объем диссертации

Диссертация изложена на 136 страницах машинописного текста и состоит из введения, обзора литературы, глав собственных исследований, заключения, выводов, практических рекомендаций, списка литературы и приложения. В списке литературы приводятся 18 отечественных и 143 зарубежных источника. Работа иллюстрирована 18 таблицами и 57 рисунками.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Материалы и методы исследования. Клиническая часть проспективной работы была выполнена на 160 пациентах в возрасте от 2 лет до 71 года ($33,4 \pm 19,4$) с различными заболеваниями среднего и внутреннего уха. Всем пациентам было выполнено оперативное вмешательство на среднем или внутреннем ухе с использованием ИМЛН.

В зависимости от проведённого оперативного вмешательства пациенты были распределены на четыре группы с учётом степени вовлечения ЛН в хирургический процесс (табл. 1):

- Группа I (n=43) – радикальные операции, характеризующиеся большим объёмом оперативного вмешательства с удалением задней стенки наружного слухового прохода. В эту группу вошли операции по удалению новообразования височной кости и санирующие операции по поводу хронического гнойного среднего отита (ХГСО).

- Группа II (n=28) – антромастотомия с задней тимпанотомией (кохлеарная имплантация) через лицевой карман и формированием туннеля над ЛН (установка импланта среднего уха).

- Группа III (n=27) – раздельная аттико-антромастотомия, с сохранением задней стенки наружного слухового прохода. В эту группу вошли операции по удалению новообразования височной кости и операции по поводу ХГСО.

- Группа IV (n=10) – расширенная антромастотомия со вскрытием эндолимфатического мешка, которую выполняли пациентам с болезнью Меньера.

Таблица 1

Распределение пациентов по группам исследования

Группы	Нозологическая форма	n	Общее количество
I	ХГСО	10	43
	новообразование височной кости	33	
II	ХСНТ IV ст.	25	28
	ХГСО, страдающие ХСНТ III ст.	3	

III	ХГСО	3	27
	новообразование височной кости	24	
IV	болезнь Меньера	10	10

Пациентов с «аномалией развития уха» (n-40), дисфункцией ЛН (n-11), невриномой слухового нерва (n-1) рассматривали отдельно.

На предоперационном этапе пациентам проводили клиническое, оториноларингологическое, аудиологическое и рентгенологическое обследование. По показаниям больных дополнительно консультировали невролог, сурдолог, вестибулолог, офтальмолог. При анализе данных компьютерной томографии (КТ) оценивали расположение и состояние костных стенок канала ЛН.

Функцию ЛН оценивали до операции, сразу после операции и перед выпиской из клиники с помощью шестиступенчатой классификации House – Brackmann Grading System (HBGS), в которой I степень соответствует нормальной (100%) функции ЛН, VI степень – полному параличу ММ (0%). Для объективизации клинической оценки функции ЛН выполняли фотосъёмку больных на пред- и послеоперационных этапах. Во время операции проводили стимуляционную игольчатую ЭМГ с оценкой амплитуд М-ответов (суммарный потенциал мышечных волокон, регистрируемый с мышцы при стимуляции нерва) и силы тока (мА), применяемого во время стимуляции ЛН.

ИМЛН осуществляли с помощью аппарата Nim-Neuro 3.0 фирмы Medtronic (США), 2009 года выпуска, состоящего из ЭМГ-монитора с акустической обратной связью и периферических устройств, обеспечивающих возможность подведения электродов к пациенту, электростимуляцию, звуковое сопровождение ответов и подавление помех от электрических устройств. Для регистрации мышечных импульсов с ММ применяли биполярные игольчатые электроды, которые вводили подкожно ипсилатерально в зоне *m. frontalis*, *m. mentalis*, *m. orbicularis oculi*, *m. orbicularis oris*, т.е. проводили четырёхканальную ЭМГ. Проведение ИМЛН начинали непосредственно во время осуществления доступа к среднему уху, используя в основном электрическую стимуляцию ЛН с бормашины. В случаях более селективной стимуляции открытого нерва использовался монополярный

электрод. На фрезы электрический ток подавали с помощью наконечника STIM, который фиксировался на бормашине и был связан с ЭМГ-монитором посредством соединительных проводов. Во время работы бормашины подача тока на фрезы осуществлялась непрерывно, согласно заданной частоте в настройках монитора. Использовали постоянный ток прямоугольной формы с продолжительностью импульса 0,1 мс, частотой подачи стимула 7 Гц при пороге события в 100 микровольт (мкВ).

Производили анализ происходящих в ране манипуляций и ЭМГ-потенциалов: амплитуда М-ответов и значения силы тока (мА). Оценивали ответы на механические, термические, электрические воздействия. По окончании операции проводили электрическую стимуляцию ЛН с интактной костной стенкой в потенциально опасных участках его повреждения: над окном преддверия, в области нижней стенки *aditus ad antrum*, над промоториумом (часть, которая формирует нишу окна преддверия), в области тимпанального синуса (окно улитки), в области *processus pyramidalis*, в области латерального полукружного канала (ЛПК), в области заднего полукружного канала (ЗПК) и в области шилососцевидного отверстия. В качестве регистрации ЭМГ-событий использовали минимальную (пороговую) стимуляцию (мА) ЛН при пороге события в 100 мкВ и максимальную (сверхпороговая) стимуляцию при силе тока, которая не вызывает прирост амплитуды М-ответов (>100 мкВ).

Анатомическая часть работы была выполнена на 30 препаратах кадаверных височных костей. Исследовали микротопографические характеристики барабанного и сосцевидного отделов канала ЛН: толщину костной стенки, диаметр, расположение, расстояние до структур среднего и внутреннего уха. Для изучения строения фаллопиева канала и особенности его расположения в барабанной полости была выполнена расширенная мастоидэктомия с обнажением сигмовидного синуса, твёрдой мозговой оболочки средней черепной ямки и удалением наковальни с молоточком. Канал ЛН был скелетирован на протяжении от коленчатого ганглия до шилососцевидного отверстия. Для измерения толщины стенок канала ЛН были выполнены распилы фаллопиева канала, а также была проведена КТ 15 кадаверных височных костей с контрастированием канала ЛН.

Статистический анализ полученных данных проводили с использованием прикладного пакета Microsoft Excel для Windows 8 и статистического пакета Statistics 17 с расчётом средних значений, стандартного отклонения, границ 95% доверительного интервала. Проверку статистических гипотез о различиях показателей проводили с помощью параметрического метода (t-критерия Стьюдента), непараметрического корреляционного (метод Спирмена) и регрессионного анализов.

РЕЗУЛЬТАТЫ СОБСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Результаты морфометрии канала лицевого нерва

При изучении ЛН наибольший интерес с точки зрения отохирурга вызывает топографическая анатомия его барабанного и сосцевидного отделов, т.е. их взаимоотношения со структурами среднего и внутреннего уха.

В проведённой работе была выявлена вариабельность отношения канала ЛН к различным структурам среднего и внутреннего уха, особенно - в его сосцевидном отделе. Полученные данные представлены в таблице 2.

Таблица 2

Расстояния между анатомическими границами канала лицевого нерва

Анатомические границы		Расстояние (мм)	
от	до	min-max	$X \pm m_x$
ЛН (окно преддверия)	processus cochleariformis	6,2 - 8	$7,5 \pm 0,5$
	COG	4,8 - 6,5	$5,7 \pm 0,5$
барабанный отдел	окно преддверия	0,3 - 1,2	$0,8 \pm 0,2$
	окно улитки	2,5 - 4,6	$4,1 \pm 0,5$
	нижняя стенка aditus ad antrum	2,0 - 2,8	$2,4 \pm 0,2$
второе колено	ампула ЛПК	4 - 6,2	$4,7 \pm 0,7$
передняя часть сосцевидного отдела ЛН	задний край окна преддверия	3 - 5	$3,9 \pm 0,6$
	тимпанальный синус	2 - 4,3	$3,4 \pm 0,6$
	ЗПК	4,2 - 6,6	$5,2 \pm 0,6$

задняя граница окна улитки	костный канал ЛН в области шилососцевидного отверстия	11 - 14	$12,1 \pm 0,9$
	передняя граница ЛН в области наложения задней тимпанотомии	4 - 7	$6,0 \pm 0,8$
	задняя граница ЛН в области наложения задней тимпанотомии	6 - 9	$8,1 \pm 0,9$

Было отмечено, что направление ЛН при прохождении от второго колена до шилососцевидного отверстия может отклоняться: в 77 % наблюдений сосцевидный отдел ЛН занимал более медиальное положение по отношению к ЛПК, а в 23 % проходил параллельно выступу ЛПК. В 83 % случаев второе колено ЛН находилось ниже ЛПК, а в 17 % возвышалось над ним, тем самым увеличивая риск повреждения нерва в ходе оперативного вмешательства.

Исследование толщины костной стенки фаллопиева канала кадаверных височных костей проводили для сравнительного анализа полученных данных с интраоперационными результатами пороговой чрескостной стимуляции ЛН (мА) с целью уточнения примерной глубины (мм) расположения нерва. Измерение толщины костных стенок фаллопиева канала осуществляли с помощью инструментов (электронный кронциркуль, измерительный зонд) и КТ височных костей с контрастированием ЛН (рис. 1).



Рис. 1. Измерения толщины костной стенки канала ЛН на кадаверных височных костях, с помощью:

а – измерительного зонда, б – электронного кронциркуля Kroeplin С 330 для внешних измерений, в – КТ с контрастированием ЛН

При сопоставлении данных, полученных методом КТ и с помощью измерительных инструментов, были получены статистически значимые различия ($p < 0,05$) в оценке толщины костной стенки барабанного отдела ЛН. Принимая во внимание характеристики компьютерного томографа, где шаг сканирования составляет 0,6 мм, и картину «засвечивания» костных стенок барабанного отдела ЛН введённым контрастным веществом, мы взяли за окончательные результаты значения, полученные при измерении толщины костных стенок фаллопиева канала, выполненном с помощью измерительных инструментов, которые составили: в области ниши окна преддверия – $0,06 \pm 0,01$ мм, в области второго колена (пирамидальный отросток) – $0,84 \pm 0,15$ мм, в области окна улитки (тимпанальный синус) – $0,9 \pm 0,14$ мм, в области шилососцевидного отверстия – $1,76 \pm 0,3$ мм.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИНТРАОПЕРАЦИОННОЙ ИГОЛЬЧАТОЙ ЭЛЕКТРОМИОГРАФИИ ЛИЦЕВОГО НЕРВА

За период 2011 – 2014 гг. на базе ФГБУ «СПБ НИИ ЛОР» Минздрава России было проведено 160 операций под ЭТН с применением ИМЛН. Количественное распределение операций по типам хирургических вмешательств представлено в таблице 3.

Таблица 3

Операции с участием ЭМГ-мониторинга лицевого нерва

Операции	Повторные	Первичные	N
Кохлеарная имплантация	2	28	30
Радикальная операция	27	17	44
Вскрытие эндолимфатического мешка	-	10	10
Удаление новообразования височной кости	6	30	36
Лабиринтэктомия	-	2	2
Реконструктивные операции при аномалиях развития уха	3	32	35
Установка активного импланта среднего уха	-	3	3
Общее количество (N)	38	122	160

При проведении ИМЛН были получены М-ответы на электрическую стимуляцию ЛН в 155 наблюдениях. Все ЭМГ-события сопровождались звуковым сигналом, что приводило к более осторожному проведению хирургических манипуляций вблизи нерва.

Отсутствие М-ответов на электрическую стимуляцию было обнаружено у 5 пациентов в связи с временным постинъекционным парезом (1 случай), тяжелым поражением ЛН (3 случая) до операции и невозможностью проведения мониторинга из-за кровотечения в операционной полости во время удаления параганглиомы височной кости (1 случай).

В ходе операций у 76 (48 %) пациентов мы наблюдали нарушение целостности костного канала ЛН в различных его отделах. Отсутствие костных стенок канала ЛН зафиксировано в следующих его отделах: 69 (91 %) – в барабанном отделе (над окном преддверия), 18 (24 %) – в области коленчатого ганглия, 20 (26 %) – в области второго колена, 16 (21 %) – в сосцевидном отделе, 2 (3 %) – в лабиринтном отделе. Полностью обнажённый ЛН был выявлен на протяжении от коленчатого ганглия до второго колена в 14 случаях, от коленчатого ганглия до начальной части сосцевидного отдела в 13 случаях, от внутреннего слухового прохода до начальной части сосцевидного отдела в 1 случае.

При проведении 47 операций (29 %) нами были зарегистрированы ЭМГ-события на механические раздражения открытого ЛН: резекция барабанной струны – 3 случая, удаление микроинструментами патологической ткани непосредственно с ЛН – 10 случаев, электрокоагуляция питающих сосудов параганглиомы – 34 случая.

Пороговая стимуляция открытого ЛН составила в среднем $0,2 \pm 0,06$ мА. Следовательно, появление ЭМГ-активности ММ при силе тока менее 0,3 мА свидетельствует об отсутствии костных стенок канала ЛН. Значение пороговой силы тока при стимуляции лабиринтного отдела ЛН составило менее 0,1 мА, так как в этом сегменте нервная ткань не покрыта эпиневрием. Полученные нами результаты не отличались от литературных данных и соответствовали нормам проведения ИМЛН.

Для определения значений силы тока применялась пороговая и супрамаксимальная стимуляция (рис. 2).

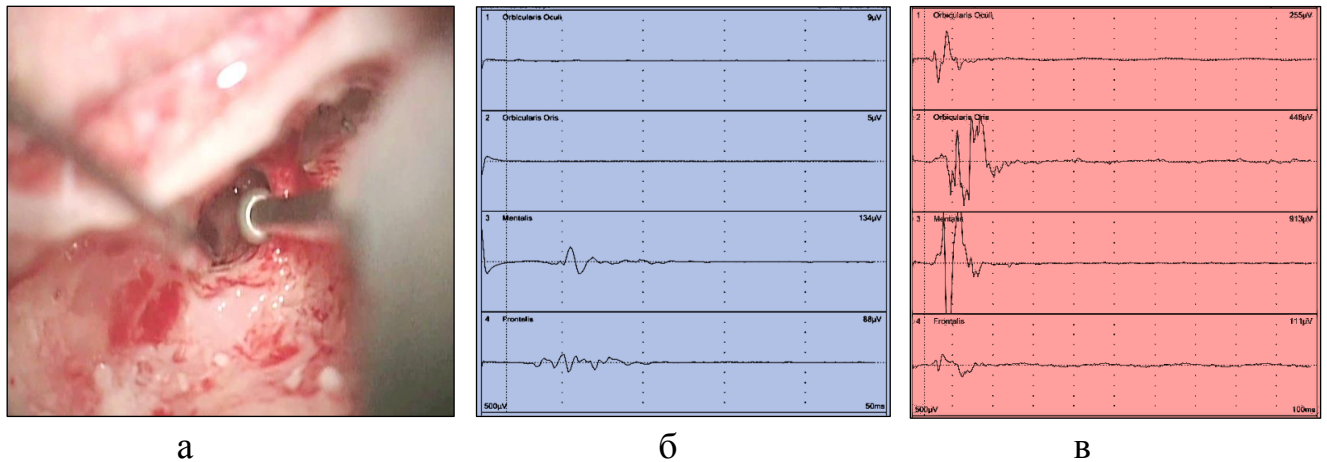


Рис. 2. Проведение ИМЛН, где: а – стимуляция ЛН осуществляется с бормашин; б – при пороговой стимуляции на ЭМГ-аппарате регистрируются М-ответы с *m. mentalis* (134 мкВ) и с *m. frontalis* (88 мкВ); в – при супрамаксимальной стимуляции на ЭМГ-аппарате зафиксированы М-ответы во всех четырёх каналах

При минимальной подаче силы тока (**пороговая стимуляция**) происходит деполяризация части волокна нерва, и амплитуда М-ответа, возникающая при пороговой стимуляции, является более низкой по сравнению с максимальной амплитудой (сверхпороговой) и более безопасной. В нашем исследовании за пороговую стимуляцию принимали те значения силы тока, которые вызывали появление М-ответа с амплитудой в 100 мкВ в одном из четырёх регистрирующих каналов (рис. 2б).

Всем пациентам в ходе оперативного вмешательства была проведена чрескостная стимуляция ЛН в потенциально опасных участках его повреждения. Установлено, что в области окна улитки (тимпанальный синус) ЭМГ-события имели статистически достоверные различия при сравнении I и III групп с II группой ($p < 0,05$), где при выполнении задней тимпанотомии (кохлеарная имплантация) и формировании туннеля в шпоре над ЛН для фиксации активного соединительного кабеля (установка активного импланта среднего уха) значение пороговой силы тока было меньше и составило в среднем $0,8 \pm 0,2$ мА, что является наиболее опасным участком повреждения ЛН для данных типов операций.

С учётом того факта, что большинство показателей чрескостной стимуляции ЛН не зависели от нозологической формы, нами проведён сравнительный анализ ЭМГ-активности между потенциально опасными участками повреждения ЛН

вышеперечисленных групп операций, за исключением II группы. Отмечены различия в стимуляции ($p < 0,05$) между барабанным и сосцевидным отделами ЛН, между ЛПК и ЗПК, между латеральной (ЛПК и ЗПК) и медиальной (тимпанальный синус и *pr. pyramidalis*) поверхностью сосцевидного отдела фаллопиева канала (рис. 3а). Полученные показатели пороговой силы тока необходимо учитывать в качестве безопасного расстояния до ЛН.

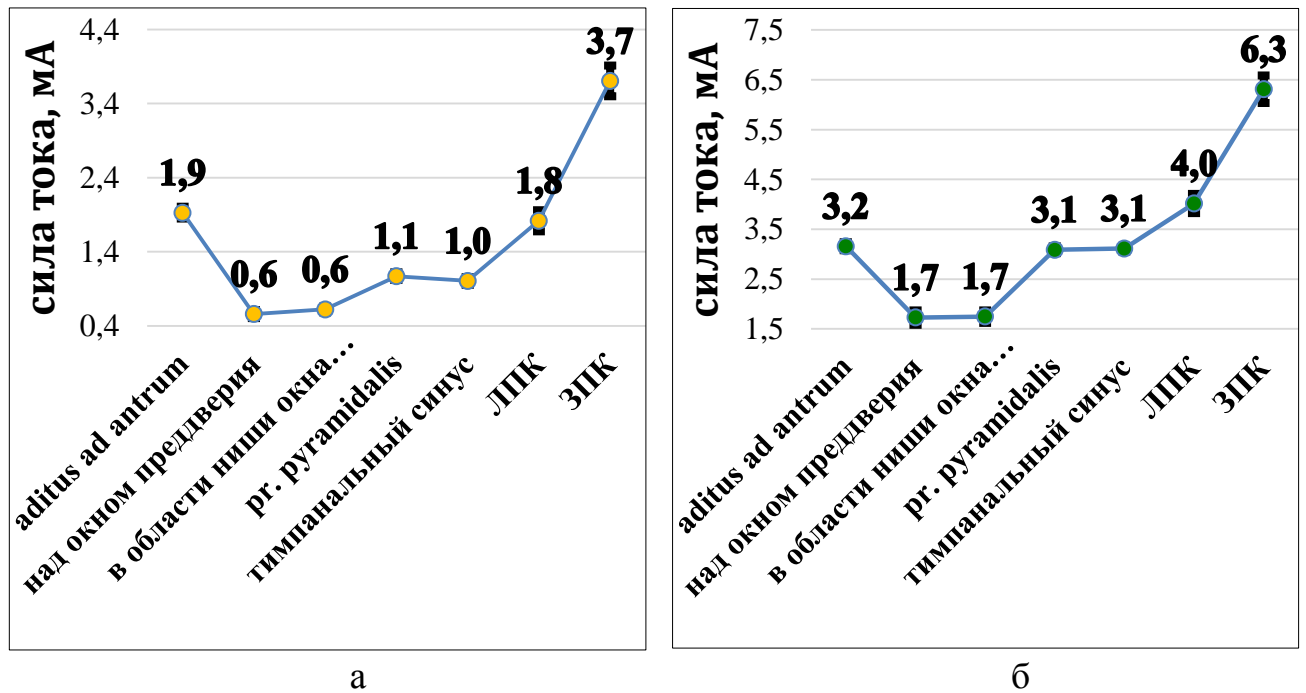


Рис. 3. Соотношение средних значений силы тока \pm ДИ показателей чрескостной стимуляции канала ЛН (мА) в потенциально опасных участках его повреждения, где: а – пороговая стимуляция, б – супрамаксимальная стимуляция

В 90 случаях, когда М-ответ был вызван при пороге возбуждения ЛН менее 1 мА ($0,5 \pm 0,2$ мА), хирургом было отмечено наличие тонкой костной пластинки, покрывающей ЛН.

С целью первичной идентификации ЛН и для определения нормальной работы системы нейромониторинга были определены значения **супрамаксимальной стимуляции**. При данной стимуляции происходит деполяризация всех волокон нерва и близлежащих тканей на более широкую площадь вокруг конца электрода. В нашем исследовании за сверхпороговую стимуляцию принимали те значения силы тока, которые вызывали появление М-ответов с амплитудой более 100 мкВ во всех четырёх регистрирующих каналах (рис. 2в).

Полученные показатели сверхпороговой силы тока при чрескостной

стимуляции ЛН также подтверждают различия в стимуляции барабанного и сосцевидного отделов ($p > 0,05$). Статистически достоверных различий ($p > 0,05$) между супрамаксимальной стимуляцией над окном преддверия и над promontorium (часть, которая формирует нишу окна преддверия), между processus pyramidalis и тимпанальным синусом нами не выявлено (рис. 3б).

ИМЛН проведён 40 пациентам с аномалиями развития уха. С помощью электрической стимуляции выявлено 30 (75 %) случаев аномального развития канала ЛН: 15 случаев различных вариантов интерпозиции ЛН по отношению к структурам барабанной полости, 3 случая бифуркации барабанного отдела ЛН (рис. 4), 12 случаев отсутствия костной стенки канала ЛН при нормальном его расположении.

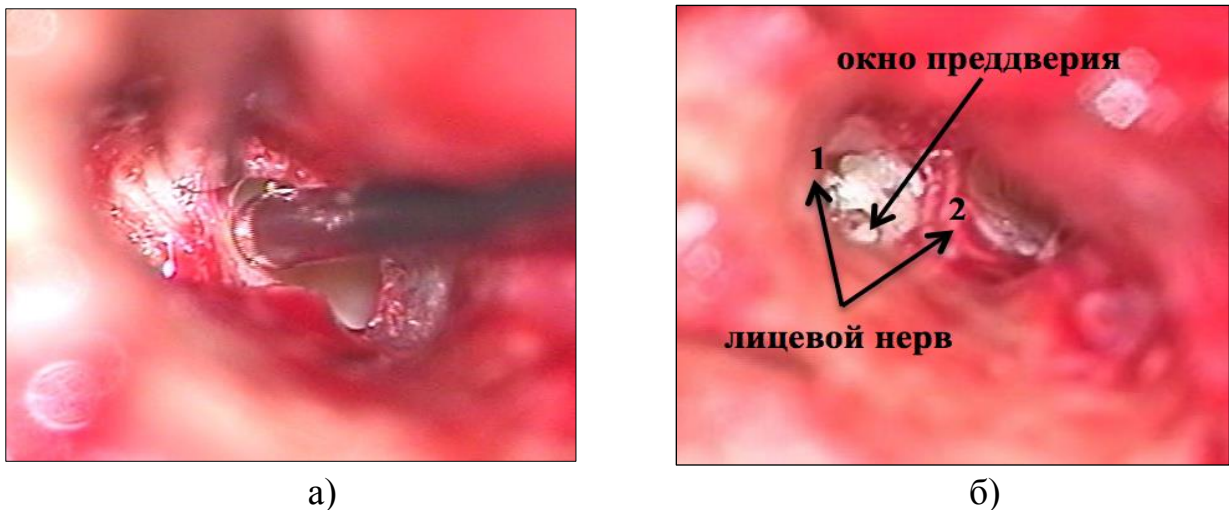


Рис. 4. Бифуркация барабанного отдела ЛН:

а) электрическая стимуляция монополярным электродом добавочной ветви раздвоенного ЛН

б) вторая ветвь (2) без костной стенки нависает над окном улитки (0,3 мА), первая ветвь (1) в костном канале (0,7 мА) нависает над окном преддверия, ограничивала обзор наковальни и стремени

Полученные значения пороговой силы тока не отличались от результатов ИМЛН проведённого при других нозологических формах.

На предоперационном этапе обследования пациентов в 98 % наблюдений атипичное расположение ЛН методом КТ височных костей выявлено не было, что доказывает большую ценность применения нейромониторинга у пациентов с аномалиями развития уха.

В исследовании также приведены основные виды артефактов, не относящиеся к ЭМГ-событиям, и методы их верификации.

При проведении сравнительного анализа толщины костной стенки фаллопиева канала (мм), полученной при диссекции кадаверных височных костей, с данными пороговой чрезкостной стимуляции ЛН (мА), выполненной по окончании радикальной операции у взрослых пациентов с интактной костной стенкой фаллопиева канала, нами определена примерная глубина (мм) расположения ЛН, находящегося в костном канале, с помощью ИМЛН. Из полученного уравнения регрессии: $y=1,2x+0,2411$, при увеличении костной стенки на 1 мм среднее значение силы тока (мА) возрастает на 1,2 мА (рис. 5). Это утверждение носит приблизительный характер и может использоваться при соблюдении методики проведения ИМЛН.

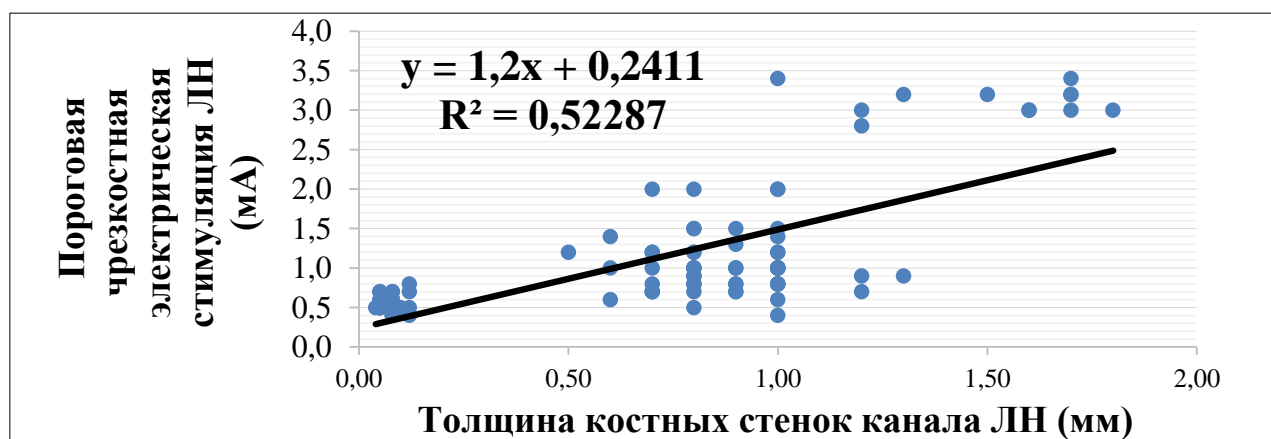


Рис. 5. Регрессионная модель зависимости силы тока (мА) от толщины стенок костного канала ЛН (мм)

Таким образом, сравнив результаты проведённых исследований, мы рассчитали, что изменение пороговой силы тока на 1 мА примерно соответствует 0,8-1 мм толщины костной стенки канала ЛН. Данные могут быть рекомендованы для прогнозирования примерного расстояния до ЛН в ходе работы стимулирующей бормашины, что обеспечит безопасное удаление костной ткани окружающей нерв.

На основании результатов, полученных в ходе настоящего исследования, разработан алгоритм проведения ИМЛН (рис. 6).

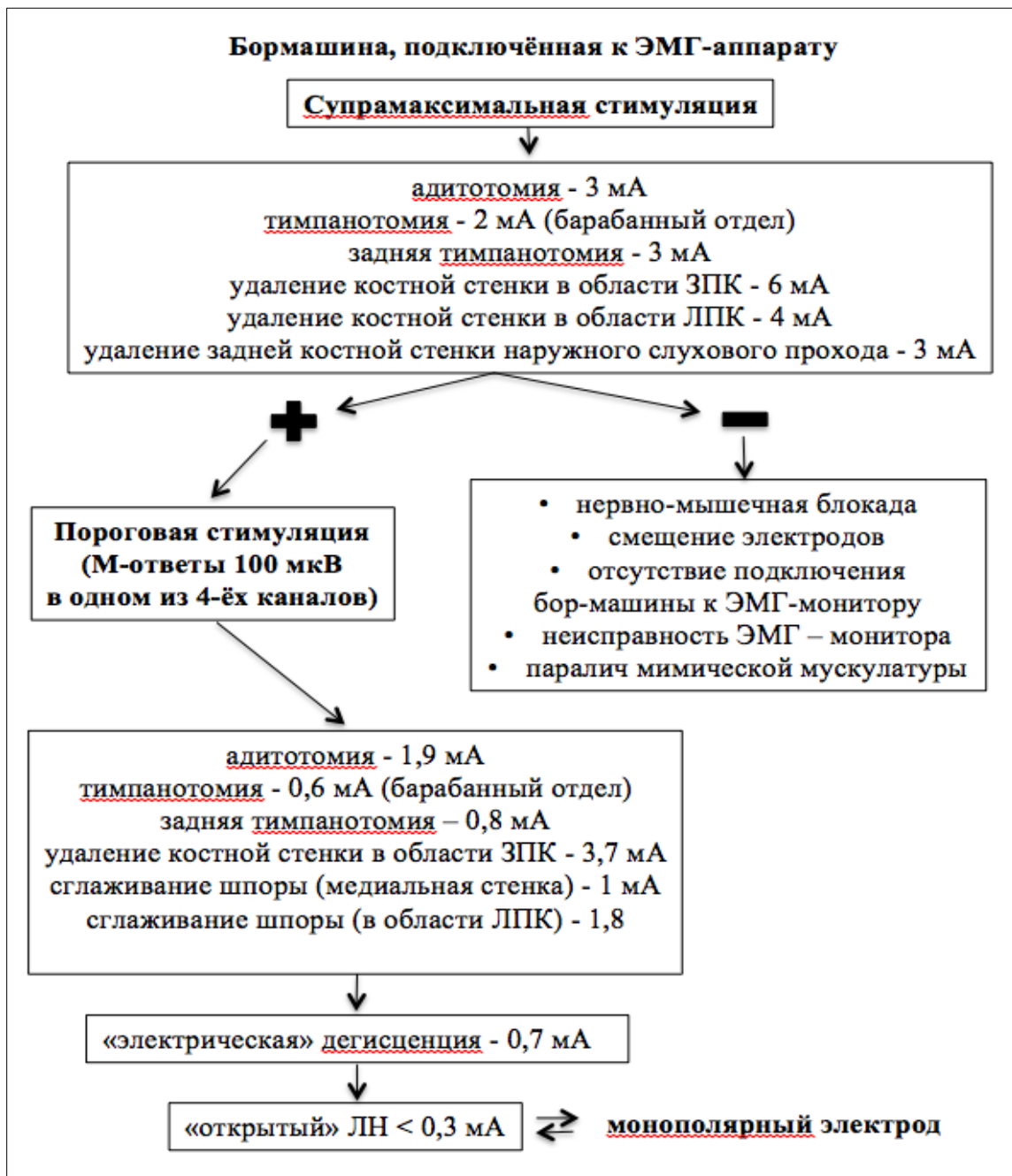


Рис. 6. Алгоритм проведения ИМЛН методом игольчатой ЭМГ при непрерывной стимуляции с бор-машины и с помощью монополярного электрода

С целью определения эффективности применения метода стимуляционной игольчатой ЭМГ в диагностике целостности костного канала ЛН (есть костная стенка / нет костной стенки) мы сопоставили результаты КТ височных костей и ЭМГ-данные с интраоперационными находками 140 пациентов, где хирургический метод визуализации нерва являлся заключительным. При проведении ИМЛН появление М-ответа при пороговой стимуляции <0,3 мА свидетельствовало о наличии дефекта в стенке канала ЛН.

При анализе данных было установлено, что наибольшей диагностической эффективностью при подозрении на дегисценции в фаллопиевом канале обладает ЭМГ метод (чувствительность – 92 %, специфичность – 100 %, общая точность – 96 %). Приблизиться к 100% не позволили ложнотрицательные результаты: у 3 пациентов был парез (паралич) ММ, в 2 случаях – грыжа ЛН и 1 случай – ЛН был окутан фиброзной тканью. В представленных случаях пороговая сила тока была применена от 0,4 мА, что не позволило отнести к категории открытый канал ЛН.

Исследование также показало, что на основании КТ височных костей не всегда можно с полной уверенностью судить о наличии нарушений целостности костного канала ЛН, особенно в его барабанном отделе, из-за его тонкой костной стенки. Диагностические возможности КТ в нашем исследовании составили: специфичность – 100 %, чувствительность – 15 %, общая точность – 54 %.

Из 160 обследованных пациентов у 11 до операции были выявлены повреждения ЛН периферического характера различной степени тяжести. Во время обследования данных пациентов мы столкнулись с трудностью в оценке степени дисфункции ЛН из-за перекрёстных нарушений двигательной функции как в верхней, так и нижней зонах лица. На базе использования существующих данных о физиологии мониторинга нервов и результаты собственных исследований нами предложена классификация моторной дисфункции ЛН, которая может рассматриваться как полезное дополнение к HBGS (табл. 4).

Таблица 4

Бальная шкала оценки моторной дисфункции лицевого нерва методом стимуляционной игольчатой ЭМГ

баллы	Амплитуда М-ответа мимических мышц (мкВ)			
	m.orbicularis oculi	m.orbicularis oris	m.mentalis	m. frontalis
1	100	100	100	100
2	более 75	более 75	более 75	более 75
3	от 75 до 50	от 75 до 50	от 75 до 50	от 75 до 50
4	от 50 до 20	от 50 до 20	от 50 до 20	от 50 до 20
5	от 20 до едва уловимых М-ответов	от 20 до едва уловимых М-ответов	от 20 до едва уловимых М-ответов	от 20 до едва уловимых М-ответов

б	отсутствие	отсутствие	отсутствие	отсутствие
HBGS	Сумма баллов по каждой области лица			
степень	Общее количество баллов			
I	4			
II	5-9			
III	10-14			
IV	15-19			
V	20-23			
VI	24			

В основе классификации лежит балльная система амплитуд М-ответов, полученных интраоперационно со всех каналов регистрации ЭМГ-активности (*m. orbicularis oris*, *m. orbicularis oculi*, *m. mentalis*, *m. frontalis*) при супрамаксимальной стимуляции ЛН. Для открытого ЛН значение супрамаксимальной стимуляции составляет 1 мА, для костного канала барабанного отдела ЛН – 2 мА. Данная стимуляция вызывает сокращение всех мышечных волокон нерва. В зависимости от амплитуды М-ответа, каждой исследуемой мышце присваивался балл от 1 до 6. Нормальная амплитуда М-ответа (100 мкВ и выше) оценивалась как 1 балл, отсутствие М-ответов при стимуляции – 6 баллов. Суммируя баллы по каждой мышечной группе, мы получали от 4 до 24 баллов, которые затем были соотнесены к степеням поражения ЛН в соответствии с классификацией HBGS

ВЫВОДЫ

1. Применение в отохирургии интраоперационного мониторинга лицевого нерва методом игольчатой электромиографии при непрерывной стимуляции бормашиной позволяет предупредить повреждение нерва, проявляющегося в виде пареза (паралича) мимической мускулатуры, за счёт своевременной идентификации его расположения на протяжении всей операции.

2. Показаниями для проведения интраоперационного мониторинга лицевого нерва являются не только операции с повышенным риском его повреждения, но также и «рутинные» хирургические вмешательства на среднем и внутреннем ухе. Разработанный алгоритм применения метода игольчатой электромиографии при непрерывной стимуляции посредством бормашины и с

помощью монополярного электрода, позволяет сформировать правильную технику его использования в хирургии среднего и внутреннего уха.

3. Статистически достоверные различия в порогах стимуляции разных участков лицевого нерва при отсутствии дефектов в фаллопиевом канале связаны с толщиной его костных стенок, с вариабельностью расположения сосцевидного отдела лицевого нерва и объёмом оперативного вмешательства. Показатели силы тока супрамаксимальной чрескостной стимуляции лицевого нерва составили в области барабанного отдела $1,7 \pm 0,5$ мА, сосцевидного отдела (медиальная поверхность – $3,1 \pm 0,3$ мА, латеральная поверхность: в области латерального полукружного канала – $4,0 \pm 0,8$ мА, в области заднего полукружного канала – $6,3 \pm 0,9$ мА). Показатели силы тока пороговой чрескостной стимуляции лицевого нерва составили в области барабанного отдела $0,6 \pm 0,2$ мА, сосцевидного отдела (медиальная поверхность – $1 \pm 0,2$ мА, латеральная поверхность: в области латерального полукружного канала – $1,8 \pm 0,6$ мА, в области заднего полукружного канала – $3,7 \pm 0,7$ мА).

4. Стимуляционная электромиография лицевого нерва, проводимая посредством бормашины, является более эффективным методом в диагностике целостности костного канала лицевого нерва (специфичность – 100%, чувствительность – 92%, общая точность – 96%) по сравнению с компьютерной томографией височных костей (специфичность – 100% , чувствительность – 15%, общая точность – 54%).

5. Отмечена вариабельность расположения канала лицевого нерва относительно структур среднего и внутреннего уха, где наибольшие изменения наблюдались в его сосцевидном отделе. Толщина костной стенки канала лицевого нерва в области ниши окна преддверия – $0,06 \pm 0,01$ мм, в области второго колена (пирамидальный отросток) – $0,8 \pm 0,1$ мм, в области окна улитки (тимпанальный синус) – $0,9 \pm 0,2$ мм, в области шилососцевидного отверстия – $1,6 \pm 0,2$ мм.

6. Анализ данных экспериментального метода исследования свидетельствует о положительной линейной зависимости между порогами силы тока (мА) и толщиной костной стенки канала лицевого нерва (мм), где 1 мА силы тока примерно соответствует 0,8 мм толщины костной стенки фаллопиева канала.

7. Предложенная объективная балльная шкала оценки моторной дисфункции лицевого нерва с помощью стимуляционной игольчатой четырёхканальной электромиографии позволяет дополнить классификацию House – Brackmann и тем самым минимизировать вариабельность её результатов в отношении промежуточных степеней (II-IV) пареза лицевого нерва.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. В начале работы с бормашиной следует использовать супрамаксимальную стимуляцию лицевого нерва для определения нормальной работы системы нейромониторинга и для первичной идентификации нервной ткани. В области нижней стенки адитуса ад антрум – 3 мА, в области барабанного отдела – 2 мА, в области сосцевидного отдела (второе колено – 3 мА, тимпанальный синус – 3 мА, латеральный полукружный канал – 4 мА, задний полукружный канал – 6 мА). После появления первых ЭМГ-событий в виде «пульс»-активности силу тока уменьшаем до пороговых значений: для барабанного отдела – 0,6 мА, для сосцевидного отдела (медиальная поверхность – 1 мА, латеральная поверхность: в области латерального полукружного канала – до 1,8 мА, в области заднего полукружного канала – до 3,7 мА).

2. Появления М-ответов при пороговой силе тока от 0,7 до 0,5 мА являются критическими, так как указывают о наличии тонкой костной пластинки, покрывающей лицевой нерв.

3. Появления М-ответов при пороговой электрической стимуляции менее 0,3 мА свидетельствуют о нарушении целостности фаллопиева канала и могут сопровождаться регистрацией «всплеск»-активности при механическом раздражении лицевого нерва, что, в свою очередь, ведёт к появлению звукового оповещения, который информирует хирурга о ситуации для изменения тактики его операции, а именно к более осторожному проведению манипуляций вблизи нерва.

4. Зафиксированные М-ответы следует рассматривать в контексте происходящей операции, чтобы исключить неправильную интерпретацию данных интраоперационного мониторинга лицевого нерва, которые могут привести к

ложноположительным ответам и снижению специфичности данного метода исследования.

Список научных работ, опубликованных по теме диссертации

1. Интраоперационный мониторинг лицевого нерва при аномалии развития среднего и внутреннего уха / Х.М. Диаб, И.А. Аникин, Н.Н. Хамгушкеева, К.В. Герасимов // Рос. оторинолар. – 2012. – №5 (60). – С. 46–52.
2. Хамгушкеева, Н.Н. Стимуляционная игольчатая ЭМГ лицевого нерва при аномалии развития среднего и внутреннего уха / Н.Н. Хамгушкеева // Рос. оторинолар. – 2013. – №1 (62). – С. 216–221.
3. Аникин, И.А. Стимуляционная игольчатая ЭМГ лицевого нерва в отохирургии / И.А. Аникин, Н.Н. Хамгушкеева, Х.М. Диаб // Мат. II Петербургского форума оториноларингологов России: тез. докл. – СПб., 2013. – С. 138–139.
4. Хамгушкеева, Н.Н. Микро-топографическая особенность барабанно-сосцевидного сегментов канала лицевого нерва в отохирургии / Н.Н. Хамгушкеева, Х.М. Диаб, И.А. Аникин // Рос. оторинолар. – 2013. – №4 (65). - С. 121-124.
5. Особенности хирургического лечения мальформаций среднего уха / Х.М. Диаб, И.А. Аникин, Д.С. Кондратчиков, Н.Н. Хамгушкеева // Рос. оторинолар. – 2013. – №5 (66). – С. 25–30.
6. Хамгушкеева, Н.Н. Применение стимуляционной игольчатой электромиографии в диагностике повреждения лицевого нерва / Н.Н. Хамгушкеева, И.А. Аникин, Х.М. Диаб // Рос. оторинолар. – 2013. – №6 (67). – С. 131–136.
7. Хамгушкеева, Н.Н. Применение ЭМГ-мониторинга лицевого нерва в отохирургии / Н.Н. Хамгушкеева // Рос. оторинолар. – 2014. – №1 (68). – С. 218–222.
8. Аникин, И.А. Интраоперационный нейромониторинг в отохирургии / И.А. Аникин, Х.М. Диаб, Н.Н. Хамгушкеева // Мат. III Петербургского форума оториноларингологов России: тез. докл. – СПб., 2014. – С. 91–92.
9. Хамгушкеева, Н.Н. Использование четырехканального интраоперационного мониторинга лицевого нерва у пациентов с доброкачественными новообразованиями околоушной слюнной железы / Н.Н. Хамгушкеева, К.А. Матвеев, Х.М. Диаб // Рос. оторинолар. – 2014. – №3 (70). – С. 106–110.

10. Хамгушкеева, Н.Н. Интраоперационный нейромониторинг лицевого нерва с использованием системы NIM 3.0 / Н.Н. Хамгушкеева, И.А. Аникин, Х.М. Диаб // Технологии и клинические решения в оториноларингологии. – 2014. – №3. – С. 4–7.
11. Хамгушкеева, Н.Н. Интраоперационная идентификация лицевого нерва и мониторинг его состояния в отохирургии / Н.Н. Хамгушкеева, И.А. Аникин // Мат. IV Петербургского форума оториноларингологов России: тез. докл. – СПб., 2015. – С. 167–168.
12. Хамгушкеева, Н.Н. Эффективность применения интраоперационного мониторинга лицевого нерва и компьютерной томографии височных костей в диагностике целостности костного канала лицевого нерва / Н.Н. Хамгушкеева // Рос. оторинолар. – 2015. – №3 (76). – С. 141–145.

Список сокращения

ИМЛН – интраоперационный мониторинг лицевого нерва

ЭМГ – электромиография

ЛН – лицевой нерв

ММ – мимические мышцы

ЛПК – латеральный полукружный канал

ЗПК – задний полукружный канал

ХГСО – хронический гнойный средний отит

ХСНТ – хроническая сенсоневральная тугоухость

мА – миллиампер

КТ – компьютерная томография

Подписано в печать _____2016 г. Формат 60x84/16

Тираж 100 экз. Условный печатный лист 2,0

Заказ №

ООО «Аиб», ул. Рузовская д. 9