

**СОХРАНЕНИЕ ФУНКЦИИ СЛУХОВОГО НЕРВА В ХОДЕ ОПЕРАЦИЙ ПО УДАЛЕНИЮ
ОПУХОЛЕЙ БОКОВОЙ ЦИСТЕРНЫ МОСТА
(обзор литературы)**

А.А. КИМ, Д.А. ГУЛЯЕВ

*ФГБУ «Национальный Медицинский Исследовательский Институт им. проф. В.А. Алмазова» Минздрав
России, ул. Аккуратова, д.2, г. Санкт-Петербург, 197341, Россия*

Аннотация. Развитие революционных методов нейровизуализации, рутинное применение оптических интраоперационных систем и микрохирургической техники, совершенствование анестезиологического пособия и нейрофизиологического мониторинга позволило значительно снизить послеоперационную летальность в нейроонкологии. В настоящее время нейрохирургия и особенно хирургия основания черепа идет по пути развития функционально сберегающих технологий, обеспечивающих оптимальный уровень социальной адаптации больных. При этом сохранение функции черепных нервов является одним из ведущих факторов, определяющих качество жизни в послеоперационном периоде. В хирургии опухолей боковой цистерны моста повреждение черепных нервов достигает 60%. Наиболее часто травмируется слуховой. Также наиболее сложной задачей является сохранение слуха у больных с вестибулярными шванномами и особенно при нейрофиброматозе 2 типа. При диаметре опухоли до 1 см функция преддверно-улиткового нерва сохраняется у 57% пациентов, 2-3 см – у 33%, более 3 см – лишь у 6%. Попытки сохранить функцию слухового нерва стала основной задачей во всех методах лечения, включая хирургию и радиохирургические методы лечения, а также динамическое наблюдение (тактика «*wait and scan*»). По последним литературным данным зарубежных авторов процент сохранности слухового нерва колеблется от 20% до 83%. В настоящее время сохранение функции слухового анализатора у больных с опухолями боковой цистерны моста и особенно у пациентов с нейрофиброматозом 2 типа является сложной и актуальной проблемой. А протезирование утраченной функции – одной из современных мультидисциплинарных задач.

Ключевые слова: вестибулярная шваннома, кохлеарный нерв, слухосохраняющие операции, мостомозжечковый угол.

**HEARING PRESERVATION DURING SURGERY TO REMOVE TUMORS
OF THE CEREBELLOPONTINE ANGLE (literature review)**

A.A. KIM, D.A. GYLAEV

*Federal State Budgetary Institution “Almazov National Medical Research Centre” of the Ministry of Health of
the Russian Federation, Akkuratov Street, 2, St. Petersburg, 197341, Russia*

Abstract. The development of revolutionary methods of neuro-imaging, the routine use of optical intraoperative systems and microsurgical techniques, the improvement of anesthesia and neuro-physiological monitoring have made it possible to significantly reduce post-operative mortality in neuro-oncology. Currently, neurosurgery and especially skull base surgery are moving along the path of developing functionally saving technologies that provide an optimal level of social adaptation of patients. At the same time, the preservation of cranial nerves is one of the leading factors determining the quality of life in the postoperative period. In surgery of tumors of the lateral cistern of the bridge, cranial nerve damage reaches 60%. The most often traumatized auditory. The most difficult task is the preservation of hearing in patients with vestibular schwannomas and especially in neurofibromatosis type 2. With a tumor diameter of up to 1 cm, the function of the vestibulo-cochlear nerve remains in 57% of patients, 2-3 cm in 33%, more than 3 cm in only 6%. Attempts to maintain the function of the auditory nerve became the main task in all treatment methods, including surgery and radio-surgery methods of treatment, as well as dynamic monitoring ("wait and scan" tactics). According to the latest literary data of foreign authors, the percentage of the auditory nerve is between 20% and 83%. At present, preservation of the function of the auditory analyzer in patients with tumors of the side bridge cistern and especially in patients with type 2 neurofibromatosis is a complex and urgent problem. And prosthetics of the lost function is one of the most modern multidisciplinary tasks.

Key word: vestibular schwannoma, cochlear nerve, hearing preservation, cerebellopontine angle.

Развитие медицинских технологий значительно расширило спектр доступных хирургических вмешательств и обеспечило внедрение более инвазивных доступов при операциях на задней черепной

ямке, нередко с нарушением функции черепных нервов, особенно при тотальном удалении опухоли. В хирургии опухолей боковой цистерны моста повреждение черепных нервов достигает 40%, из них наиболее часто травмируемым является слуховой нерв. За последние 25 лет в хирургии опухолей боковой цистерны моста произошли кардинальные изменения: главным стало не продление жизни пациента, а сохранение функции черепных нервов. В последние десятилетия разработана комплексная диагностика больных с данной локализацией опухолевых процессов (КТ и МРТ), развитие оптических интраоперационных систем и микрохирургической техники, совершенствование анестезиологического пособия и нейрофизиологического контроля позволили значительно улучшить результаты оперативного лечения больных.

Наиболее частое повреждение вестибуло-кохлеарного нерва наблюдается при *вестибулярных шванномах* (ВШ). Среди первичных интракраниальных опухолей ВШ занимают 4-ое место (после глиом, менингиом и аденом гипофиза), составляя до 6-10% всех верифицированных опухолей мозга и поражая преимущественно лиц работоспособного возраста (30-60 лет), на которые приходится более 80% случаев. ВШ составляют до 90% новообразований *мостомозжечкового угла* (ММУ) [20]. Как правило, ВШ развивается из клеток верхней преддверной части преддверно-улиткового нерва в месте перехода «центрального» и «периферического» типов миелина (Зона Оберштейна-Редлиха), расположенных на расстоянии 8-12 мм от места выхода его корешка из ствола мозга, вблизи от входа во внутренний слуховой канал. В 5% наблюдений опухоли этого типа растут из улитковой части нерва. Возможность сохранения слуха значительно увеличилась в последние два десятилетия с внедрением органосохраняющих операций и радиохирургических методов лечения. Так, применение стереотаксической радиохирургии по поводу ВШ в настоящее время позволяет сохранить слух у 60-77 % пациентов. Причем, более высокой сохранности функции слухового анализатора удается достичь при вмешательствах на опухолях меньших размеров, при ранней диагностике. При диаметре опухоли до 1 см (интраканальная часть опухоли) функция преддверно-улиткового нерва сохраняется у 56,9% пациентов, от 1-9 мм. у 45,6% и от 10-19 мм. у 32,3%, менее 2 см³ у 48% и только у 25% пациентов с опухолями объемом более 2 см³ и 4 см³ [14, 15, 19]. Несмотря на повсеместное распространение и относительную доступность современных диагностических средств, в нейрохирургические клиники поступают преимущественно пациенты с вестибулярными шванномами гигантских размеров в поздних стадиях заболевания. Главными причинами является длительное бессимптомное течение заболевания опухоли, позднее обращение больного к врачу.

Классификация. На сегодня широкое распространение получила классификация ВШ по стадиям роста *W.T.Koss*, согласно которой опухоль имеет четыре стадии роста:

- 1 – опухоль размером 1-10 мм, расположена в пределах внутреннего слухового прохода;
- 2 – опухоль с продольным диаметром до 20 мм, распространяется за пределы внутреннего слухового прохода в боковую цистерну моста;
- 3 – опухоль с диаметром до 30 мм, распространяясь в боковую цистерну моста достигает ствола головного мозга;
- 4 – опухоль диаметром более 30 мм сдавливает и смещает ствол.

По распространению опухоли на 3 основные категории: оральный, каудальный и медиальный направлением роста. По характеру течения заболевания выделяют три группы вестибулярных шванном: не растущие или очень медленно растущие (менее 0,2 см. в год), медленно растущие (0,2-1 см. в год), быстро растущие (более 1 см. в год).

Существует так же анатомо-топографическая характеристика опухолей по данным МРТ (*Samii M*, 1997):

- класс T1 – интрамеатальная опухоль;
- класс T2 – интра-экстрамеатальная опухоль;
- класс T3a – опухоль заполняет боковую цистерну моста;
- класс T3b – опухоль распространяется до ствола головного мозга;
- класс T4a – опухоль вызывает компрессию ствола;
- класс T4b – опухоль грубо деформирует ствол и IV желудочек.

Менингиомы ММУ составляют самую большую группу опухолей задней черепной ямки аналогичной гистоструктуры (54-72%). Среди них выделяют менингиомы верхушки пирамиды височной кости (41,3-45,2%) и латеральных отделов задней поверхности пирамиды височной кости (28,3%). Существует классификация *Samii M.*, разделяет менингиомы боковой цистерны моста относительно расположения их матрикса к внутреннему слуховому проходу:

- Кпереди от внутреннего слухового прохода, смещая акустико-фациальную группу нервов кзади и книзу.
- Между внутренним слуховым проходом и яремным отверстием, при этом смещая VII-VIII нервы орально.
- Выше внутреннего слухового прохода, смещая VII и VIII нервы орально и вверх, особенно при опухолях больших размеров.

– Окружающие внутренний слуховой проход, при этом обрастают всю акустико-фациальную группу нервов.

По отношению к *эпидермоидным кистам* (ЭК) мостомозжечкового угла существует классификация *Samii M.* созданная им в 1996 году, которая основана на распространенности опухоли, её размерах и возможных хирургических доступах:

- ЭК только ММУ;
- ЭК с транстенториальным распространением;
- ЭК с распространением в среднюю черепную ямку;
- ЭК с распространением в большое затылочное отверстие;
- Эпидермоидные кисты с распространением как транстенториально, так и в большое затылочное отверстие.

История хирургии ВШ берет свое начало с 1894 года и связана с сэром *Charles Balance*, который успешно предпринял попытки удаления опухоли в два этапа из субокципитального доступа. С этого момента начались активные поиски наиболее рационального хирургического доступа. В 1917 году произошел прорыв хирургии невринома, благодаря впервые предпринятой попытке интракапсулярного удаления опухоли, опубликованной *H. Cushing*. Данная методика значительно снизила смертность с 80% до 20%, а затем до 10% и позволила увеличить продолжительность жизни после операции от 5 до 10 лет. Предложенный метод считали наиболее правильным до 1922 года, до тех пор, когда *W.E. Dandy* произвел тотальное удаление опухоли. Он стал основоположником нового направления, показавший возможности и преимущества радикального удаления опухоли с применением одностороннего субокципитального доступа. Так же он впервые применил разгрузочную вентрикулопункцию в сочетании с резекцией латеральных отделов полушария мозжечка, что способствовало снижению внутричерепного давления и выбухания мозжечка в операционную рану. Все это явилось поводом для многих хирургов придерживаться тотального удаления опухоли. Многими авторами обсуждался вопрос о прямой связи между радикальностью операции и продолжительностью жизни. *H. Olivecrona* считал, что тотальное удаление опухоли более эффективное, чем интракапсулярное как в плане продления сроков жизни, так и улучшения ее качества.

Самое большое количество проведенных операций с использованием интраоперационного микроскопа представлено доктором *W. House*. В 1960 году *W. House* разработал доступ через среднюю черепную ямку. С внедрением интраоперационного мониторинга в 1979 году, когда *T.E. Delgado* первым использовал интраоперационную миографию в хирургии опухолей боковой цистерны моста, увеличило шансы в сохранении функции лицевого нерва. С этого времени интраоперационный мониторинг является основным фундаментом в сохранении функции лицевого нерва.

Слухосохраняющие операции активно разрабатывались в США с 1997 года. Учитывая инфильтрацию слуховой порции нерва опухолью, многие хирурги сомневаются в возможности проведения таких операций. *M. Samii* утверждает, что субтотальное удаление ВШ следует производить в редких случаях, когда речь идет о сохранении жизни (в его наблюдениях таких случаев 1%) или по специальной договоренности с больным, у которого опухоль, вероятно, инфильтрирует слуховую порцию VIII нерва (1,1%). По словам *J.L. Kemink* и соав. (1991), с целью недопущения ухудшения неврологического статуса почти полное удаление производили у 17% больных. Следует отметить, что *R.K. Jackler* различает понятия «субтотальное удаление» и «почти полное удаление». Этими понятиями, на сегодняшний день, пользуются в ведущих клиниках США и Японии. Если в ходе операции оставляют более 4-5% от объема опухоли, то такое удаление является субтотальным, если же менее 4-5%, то почти полным. Так же *R.K. Jackler* в ходе операции предлагает ориентироваться на сохранение функции лицевого нерва и возможное сохранение слуха на стороне поражения, при этом стремиться к тотальному удалению опухоли. Если такое удаление черевато повреждением лицевого нерва, то стоит прибегнуть к почти полному удалению с оставлением фрагментов опухоли на лицевом нерве. *S. Sasaki* и соав. (1991) получили 29% рецидивов при почти полном удалении и 25% рецидивов при субтотальном удалении, поэтому авторы рекомендуют добиваться тотального удаления опухоли через нейрохирургические и отиатрические доступы. Если же часть опухоли оставлена, то необходим динамический КТ или МРТ-контроль. *S. Ohta* (1989) выполнял частичное удаление опухоли с целью сохранения акустико-фациальной группы нервов, оставляя часть опухоли во внутреннем слуховом канале. Автор утверждал, что такой ход операции не давал рецидивов от 5 до 8 лет. *D.A. Schessel* (1993) прибег к частичному удалению опухоли с целью сохранения слуха. Тиглиев Г.С. (2000) считает, что хороший функциональный результат при неполном удалении новообразования предпочтительнее, чем грубая инвалидизация после радикального тотального хирургического вмешательства.

Возможность сохранения слуха значительно возросла за последние два десятилетия и составляет от 30% до 80% у пациентов, признанных подходящими для выполнения слухосохраняющих операций. В различных работах было показано, что сохранность «полезного» слуха составила 8-57% при использовании ретросигмовидного доступа и 32-68% при применении доступа через среднюю черепную ямку [3, 5,

7, 9, 16, 17, 21]. На протяжении многих лет существовало мнение, что чем больше размер опухоли, тем труднее сохранить функцию акустико-фациальной группы нервов. Вероятнее всего она основывалась на инвазивном росте опухоли по отношению к слуховой порции вестибуло-кохлеарного и лицевого нервов. Учитывая, что ВШ – преимущественно медленно растущее доброкачественное новообразование, скорее всего приводящая к «перерастяжению» или «истончению» волокон, прежде всего слуховой порции VIII нерва.

Качество и уровень сохраненного слуха крайне важны, чтобы сделать слухосохраняющие операции доказательным лечением. Необходимо оценить какой размер опухоли, направление роста, клинические симптомы и данные аудиограммы являются основными критериями в слухосохраняющих операциях. На сегодняшний день основными альтернативными методами лечения ВШ признаны: 1) микрохирургическое удаление опухоли, 2) радиохирургические методы, 3) динамическое пристальное наблюдение с регулярными клиническими и нейровизуализационными осмотрами. Каждый выбранный метод лечения должен обосновываться на размерах опухоли и неврологическую симптоматику, а также преследовать функционально-значимую цель. Радиотерапия и динамическое наблюдение, бросают вызов хирургии и показывают высокие показатели сохранения слуха. Слухосохраняющие операции должны сочетаться с радикальной хирургией, радиотерапией и динамическим наблюдением составляя рекомендательный протокол лечения ВШ. Опыт зарубежных авторов с начала возрождения слухосохраняющих операций показывал, что в основном они были направлены на небольшие опухоли, для которых наблюдение и радиотерапия, являются наиболее актуальными. Рациональный выбор лечения может осуществляться на основе естественного течения заболевания и результатов активного лечения. Это наблюдение подтверждается сильным аргументом, спонтанным и стабильным подавлением роста в 71,1% опухолей, распространяющихся в боковую цистерну моста и в 83% локализующихся во внутреннем слуховом канале. *Стереотаксическая радиохирургия (СРХ)* доказала свою эффективность в лечении вестибулярных шванном. *L. Lunsford* (Питсбург) провел обширный и длительный анализ результатов лечения у 829 пациентов. Им приведена сводка результатов о 98% контроле росте опухоли, из них 62% опухолей уменьшены от исходного размера опухоли, 33% на прежнем уровне и 6% опухолей с отрицательной динамикой в виде увеличения размера опухоли. В университете Питсбурга, где проводились исследования за период наблюдения от 5 до 10 лет, у 51% пациентов слух не изменился по данным аудиометрии. В 1999 году *Niranjan A.* с коллегами, привел доказательный результат возможности сохранения слуха у 100% пациентов с интраканаликулярными опухолями. Безусловно острой потери слуха после СРХ не наблюдается в отличие от хирургии. В данном случае наблюдается постепенное снижение слуха на протяжении от 7 месяцев до 1 года после успешно проведенной радиотерапии. Необходимо отметить два пункта: во-первых, насколько длительно можно сохранить уровень полезного слуха; во-вторых, насколько высоких показателей в сохранении слуха можно достичь в хирургии после проведенной СРХ. Считается, что первичная операция после проведенной радиотерапии, затрудняет сохранение акустико-фациальной группы нервов от опухоли из-за постлучевых рубцов. *Lee D.J* с соавт. в 2003 году, провели анализ, исключая наличие интраоперационных рубцов, связанных с радиотерапией, а значит, сохранить анатомическую и функциональную целостность нервов и достичь возможного тотального удаления опухоли. С учетом существующих трех основных методов лечения, являющиеся альтернативными к интраканаликулярным опухолям. *Yamakami I., Uchino Y.* в 2003 году провели разбор опубликованных статей и продемонстрировали оценку исходов у больных с невринома VIII нерва: 903 пациента с динамическим наблюдением, 1475 пациентов после радиотерапии, 5005 больных после хирургического удаления. У более половины пациентов, находящихся на динамическом наблюдении отмечен рост опухоли, со средней скоростью 1,87 мм. в год, в связи с этим потребовалось хирургическое вмешательство. И треть пациентов потеряли «полезный» слух. По данным авторов у 96% пациентов проведено тотальное удаление опухоли, а уровень рецидивов составил около 2%. Оценивая положительные результаты в лечении вестибулярных шванном небольших и средних размерах после проведенной радиотерапии, она становится методом выбора альтернативного лечения и дополняет микрохирургическое удаление, а в целом способствует длительному сохранению слуха.

Нейрофиброматоз 2 типа (НФ2) – генетически обусловленное заболевание, характеризующееся развитием различных опухолей нервной системы [22]. Имеются только два полноценных эпидемиологических исследования пациентов с НФ2. Одно из них проведено в Северо-Западной Англии – *Evans D.G.*, другое в Финляндии – *Antinheimo J.*

Частота встречаемости заболевания соответствует 1:25000. По данным *W.R. Kanter, D. Evans* средний возраст пациентов больных оставляет от 20 до 25 лет. Абсолютным критерием НФ2 является наличие у пациента двусторонних вестибулярных шванном слухового нерва. Согласно данным *H. William* проявление нейрофиброматоза обычно начинается с прогрессирующего снижения слуха, сопровождающегося явлением шума в ушах и присоединяющимися координаторными нарушениями. Следует отметить особенность роста ВШ при НФ2 – их размер никак не коррелирует с уровнем снижения слуха [8]. В литературе встречаются описания случаев, когда на фоне сохраненного слуха выявляется опухоль больших

размеров (более 2,5 см). Феномен сохранности слуха при ВШ больших размеров у пациентов с НФ2 *Linthicum u Brackmann*, объясняют особенностью роста опухоли: поражение отдельных волокон нерва без компрессии всего нервного ствола (чего нет при спорадических ВШ). В связи с этим тональная аудиометрия далеко не всегда имеет 100% диагностическую ценность, чувствительность метода не более 92%, но и не менее 86%. Шкала, используемая для оценки слуховой функции, носит имена врачей (*Gardner G, Robertson J.H.*) разработавших и внедривших ее в повседневную практику. Возникающие при НФ2 опухоли чаще являются доброкачественными, но более биологически агрессивными. В настоящее время для лечения НФ2 типа используются следующие методы лечения: наблюдение, хирургическое лечение, лучевая терапия, химиотерапия. Тактика наблюдения использовалась до начала 21 века. На сегодняшний день хирургическое лечение является основным методом выбора при решении вопроса о тактике лечения. Результаты хирургического лечения ВШ с каждым годом улучшаются. В отношении пациентов с НФ2 типа с учетом патоморфологических и анатомических особенностей ставят перед хирургом ряд задач и проблем, которые остаются актуальными и по сей день. Принципиальным отличием от спорадических ВШ и ВШ при НФ2 типа является не смещение опухоли волокон слухового нерва, а распространение между ними, что вызывает интраоперационные трудности их визуализации и идентификации, что часто приводит к полной потере слуха, несмотря на его анатомическую сохранность. На сегодняшний день вся хирургия идет по пути функционально сберегающих технологий. Выбор хирургического доступа для удаления опухолей ММУ и опухолей при НФ2 типа ничем не отличаются. По данным *M. Sammi* при лечении 120 ВШ при НФ2 типа, используя стандартный ретросигмовидный доступ, у 85% удалось сохранить анатомическую целостность лицевого нерва, что привело в дальнейшем к сохранению и/или восстановлению его функции у 70% пациентов [18]. У 36 % пациентов удалось достичь сохранения слуха в послеоперационном периоде, а процент тотального удаления опухоли составил 87,5%. *D. Moffat* приводит результаты микрохирургического удаления шванном у 15 пациентов, которым была выполнена тотальная резекция опухоли с использованием транслабиринтного доступа (у 11 пациентов) и ретросигмовидного доступа у 4 пациентов. Ни у одного пациента достичь сохранения слуха не удалось, но зато без рецидивов в отдаленном периоде. Авторами *K. Doyle, C. Shelton* представлены результаты хирургического удаления опухолей только с использованием доступа через среднюю черепную ямку в 12 случаях с тотальной резекцией опухоли и в 1 случае частичное. Полезный слух удалось сохранить у 67% пациентов, а в 86% случаев удалось сохранить функцию лицевого нерва. Несмотря на усовершенствование микрохирургической техники и оптической системы, риск повреждения волокон слухового и лицевого нерва, а также других черепных нервов при манипуляциях хирурга в ране остается возможным и порой очень высок – у неопытного хирурга. Важным и ведущим звеном в лечении пациентов с опухолями боковой цистерны моста и НФ 2 типа является сохранение жизненно важных функций, функциональная сохранность черепных нервов и качества жизни пациентов. Так как основным методом лечения остается микрохирургическое удаление опухоли.

В процессе роста опухоли могут вовлекаться черепные нервы, мозжечковые артерии и ствол головного мозга. Сложности микрохирургического удаления новообразований боковой цистерны моста обусловлены несколькими критериями: многообразие анатомических вариантов расположения черепных нервов, сосудов относительно капсулы опухоли, а также размерами, направлением роста и гистологическим строением, и анатомопографическим взаимоотношением со стволом мозга. Распространяясь в латеральном направлении опухоли, как правило, расширяют внутренний слуховой проход, иногда поражая вестибулярный орган и улитку; в медиальном – сдавливая мост, продолговатый мозг и мозжечок.

Передняя нижняя мозжечковая артерия выходит из базилярной артерии на уровне моста и разделяется на две ветви: ростральную и каудальную. Ростральная ветвь, которая обычно более широкая, идет под лицевым и вестибулокохлеарным нервами, образует петлю в сторону внутреннего слухового прохода, часто (в 30-50% случаев) проникая в последний. От этой петли отходит субаркуатная артерия, которая входит в субаркуатную ямку в задней стенке внутреннего слухового прохода. Каудальная ветвь заканчивается в боковых отделах моста, под клочком. Передняя нижняя мозжечковая артерия отдает ветви к акустикофациальной группе нервов, покрывке моста, клочку, хориоидальному сплетению, петрозальной поверхности мозжечка. Эта артерия принимает участие в кровоснабжении внутрицистеральной части лицевого нерва. Выделяют следующие вены: вена понтомедулярной бороздки, церебелло-медулярная вена, вена средней ножки мозжечка, ретрооливарная, латеральная медулярная вена, церебелло-понтинная вена и поперечная вена моста. В области внутреннего слухового прохода лицевой нерв располагается впереди от вертикальной перегородки, отделяющей его от верхнего вестибулярного нерва, и над поперечной перегородкой, отделяющей лицевой и верхний вестибулярный нервы от слухового и нижнего вестибулярного нервов. Вертикальная перегородка носит название «перегородка Билла» в честь *W.B. House*, который первым обозначил её роль в идентификации лицевого нерва во внутреннем слуховом проходе.

Внутренний слуховой проход разделён на 4 части: лицевой нерв впереди и вверху, слуховой нерв впереди и внизу и сзади верхний и нижний вестибулярные нервы [12, 13]. Латерально от задней стенки

внутреннего слухового прохода располагаются задний полукружный канал и его общая ножка с верхним полукружным каналом, которые в случае слухосберегающей операции должны быть сохранены. Рядом с нижнелатеральными отделами внутреннего слухового прохода располагаются водопровод преддверия и (субдурально, на задней стенке пирамиды, нижнелатерально) эндолимфатический мешок, которые при слухосохраняющей операции также должны быть сохранены. Лицевой нерв соединяется со стволом в области латерального конца понтомедулярной щели на расстоянии 1-2 мм кпереди от VIII нерва, который прикрывает его сзади.

При больших размерах опухоль может непосредственно контактировать и с другими черепными нервами. В большинстве случаев исходный рост шванномм возникает из верхнего или нижнего вестибулярного нервов, которые располагаются сзади во внутреннем слуховом проходе, они чаще оттесняют лицевой и слуховой нервы кпереди. По мере своего роста ВШ, изначально располагаясь в пределах внутреннего слухового прохода, начинает распространяться за его пределы и, как правило, в сторону наименьшего сопротивления здоровых тканей, то есть в боковую цистерну моста.

В диагностике ВШ в последнее десятилетие достигнуты существенные успехи, однако проблема ранней диагностики заболевания не решена. Несмотря на совершенствование нейровизуализирующих методов и повышение их доступности, неотъемлемой частью диагностического комплекса при предположении о наличии ВШ, наряду с методами нейровизуализации, является комплексное отоневрологическое обследование. ВШ в I-II стадии в большинстве наблюдений первоначально диагностируют оториноларингологи и неврологи, поскольку «классическими» ранними клиническими симптомами ВШ являются односторонняя прогрессирующая сенсоневральная тугоухость (у 98% больных), шум в ушах (у 70%), вестибулярные расстройства (у 67%). Для более ранней диагностики ВШ, необходим тесный и взаимный контакт с оториноларингологами и неврологами в поликлинических условиях. Отоневрологическое исследование является неотъемлемой и составной частью комплексного обследования пациента при предположении ВШ, оно имеет решающее значение для установления диагноза и выбора тактики хирургического лечения, оценки результатов и прогноза течения заболевания. Помимо стандартной проведенной МР-томографии, проанализируем основные отоневрологические клиничко-инструментальные методы диагностики. Аудиометрическое исследование позволяет оценить функциональное состояние слуха его используют в качестве метода начального скрининга. При ВШ часто возникает нейросенсорная утрата слуха преимущественно в зоне высоких частот.

Аудиометрия (от лат. *audio* – слышу и греч. *metreo* – измеряю; синоним акуметрия, от греч. *akouo* – слышу) является наиболее простым и доступным методом исследования в поликлинических условиях. Выделяют четыре основных типа аудиограмм: плоская, восходящая, нисходящая, низкочастотная, высокочастотная, обрывистая (крутонисходящая).

В практике измеряют четыре показателя:

- 1) порог недифференцированной разборчивости речи;
- 2) порог 50 % разборчивости речи;
- 3) порог 100 % разборчивости речи;
- 4) процент разборчивости речи в пределах максимальной интенсивности аудиометра.

Полученные данные применяются в практике аудиометрии для улучшения дифференциально-топической диагностики заболеваний органа слуха.

Функциональную количественную оценку сохранности «полезного» слуха проводят по шкале *Gardner-Robertson*. Данная характеристика шкалы:

A – полезный слух градация от 0-30 дБ, разборчивость речи больше 70%.

B – годный слух градация от 31-50 дБ, разборчивость речи от 50-70%.

C – неполезный слух градация от 51-90 дБ, разборчивость речи от 10-49%.

D – глухота.

Благодаря внедренному в практику нейрофизиологического мониторинга в нейрохирургию, появилась возможность оценивать и интерпретировать функциональные показатели состояния черепных нервов на всех этапах операции. Первый интраоперационный мониторинг лицевого нерва был описан в 1898 году *Krause*. Как вспомогательный метод стимуляции лицевого нерва активно применял *H. Olivecrona* на операциях по удалению вестибулярных шванном. Начиная с 1966 года многими авторами стали разрабатывать датчики, для регистрации мышц лица. В 1979 году *T.E. Delgado* первым применил электромиографию и электростимуляцию постоянным током, для мониторинга лицевого нерва с использованием поверхностных электродов. *A. Moller* предложил игольчатые электроды для записи ЭМГ с лицевой мускулатуры и снабдил систему акустическим устройством, позволяющим осуществлять обратную связь с хирургом. *R. Prass* и соавт. описали ЭМГ при удалении опухолей.

Тиглиев Г.С. и соавт. первыми в России разработали и начали активно применять транскансулярную стимуляцию лицевого нерва. Интраоперационный мониторинг стал неотъемлемой частью операций по поводу ВШ, помимо сохранения анатомической целостности он позволяет оценить функциональное повреждение и уже интраоперационно изменять тактику вмешательства. Почти все авторы на современ-

ном этапе сообщают о 90-95% случаев сохранения анатомической целостности и о 80%-90% удовлетворительной функции лицевого нерва в послеоперационном периоде. На большой серии больных *Samii M.* и *Matthies C.* (1997) доказали возможность анатомического сохранения лицевого нерва более, чем в 93% случаев, а сохранения слуха в 39-47% случаев с минимальной летальностью, не превышающей 1%. В настоящее время наиболее распространенными и информативным методом мониторинга лицевого нерва, считается электромиография.

Неотъемлемой частью хирургии опухолей ММУ является в настоящее время интраоперационный мониторинг лицевого нерва, позволяющий идентифицировать последний на ранней стадии удаления новообразования, увеличивает шансы сохранить его за счет уменьшения риска механической травмы в процессе иссечения, а также дает хирургу возможность оценить состояние лицевой мускулатуры в конце операции.

Таким образом, мониторинг лицевого нерва позволяет снизить риск повреждения лицевого нерва, а также проследить его ход по капсуле опухоли. Некоторые хирурги предпочитают проводить диссекцию нерва стимулятором.

О мониторинге VIII нерва до конца XX века сообщений не было до введения *Jewett D. Williston J.* в 1971 г. методики регистрации акустических стволовых вызванных потенциалов.

По данным ряда авторов наиболее часто при хирургии опухолей ММУ и ствола мозга применяются коротколатентные *акустические стволовые вызванные потенциалы* (АСВП), которые отражают состояние слуховых стволовых ядер разного уровня и состояние слухового нерва [1, 2]. В норме их ответ состоит из 7 пиков, пять из которых проявляются наиболее устойчиво и воспроизводимы при повторных сериях усреднений. Наиболее адаптированной в настоящее время считается следующая классификация генераторов негативных волн АСВП: I пик – дистальная часть слухового нерва; II пик – интракраниальная, экстрамедуллярная часть слухового нерва и часть кохлеарных ядер; III пик – билатеральный верхний оливарный комплекс; IV – восходящие слуховые волокна в роstralной части моста; V пик – нижние бугры четверохолмия; VI пик – медиальное коленчатое ядро; VII пик – дистальная часть слуховой лучистости. Пики VI и VII часто не выделяются в норме и не всегда постоянны. Самыми важными в клинической практике являются пики I, III и V, причем играют роль не только абсолютные значения этих пиков, но и межпиковые интервалы. На кривой АСВП в зависимости от момента подачи стимула выделяют несколько промежутков: ответ слухового нерва и ствола мозга (0-10 мс); ранний корковый ответ (10-100 мс); поздний корковый ответ (100-1000 мс). Наиболее информативным является ранний корковый ответ, который и используется для расчетов.

По мнению *M. Samii* (1997) и *Y. Chiara et al.* (1991) активация или редукция АСВП является индикатором функционального состояния мозга. Особенное внимание с точки зрения прогноза восстановления слуха следует уделять амплитудно-временным характеристикам I и V волн. Изменения АСВП на завершающих этапах операции, свидетельствующие о дисфункции ствола и о повреждении ЧН, имеют прогностическое значение для течения послеоперационного периода и восстановления слуха.

При помощи АСВП возможно интраоперационное подтверждение сохранности функции волокон вестибулярного нерва. Однако практически не в качестве идентификации волокон слухового нерва не применим. В качестве сохранения слухового нерва записи АСВП являются не информативными.

В 1988 году *Moller* предложил интракраниальную регистрацию *потенциала действия* (ПД) слухового нерва, разработав одноразовый специальный электрод, который при фиксации на проксимальной части нерва позволял практически непрерывную функциональную оценку его состояния. Широкого применения электрода «Моллера» не получил, так как он обеспечивал возможность оперативной оценки состояния слухового нерва, но был неудобен при его идентификации, создавал технические трудности при хирургических манипуляциях, а фиксация электрода не была надежной.

В 2009 году в НИИ нейрохирургии им. акад. Бурденко Н.Н. (Москва) авторами (Щекутьев Г.А.; Шиманский В.Н.; Огурцова А.А.; Семенов М.С. [1, 2]) разработана методика, позволяющая интраоперационно идентифицировать и мониторировать состояние слухового нерва. Приведен случай успешной идентификации и сохранения функции как лицевого, так и слухового нерва у больной с опухолью VIII нерва. Электрофизиологическое исследование осуществляли на усреднителе-миографе «*Viking IVP*» фирмы *Nicolet* (США). Запись АСВП и ПД слухового нерва производили стимулом переменной полярности интенсивностью 90 дБ нПС с частотой 11 в секунду. Для подведения стимула использовали линию акустической задержки. ПД слухового нерва записывали от 2- или 4-канального электрода, располагаемых в операционной ране относительно мастоидального референта. Нулевой электрод располагали на скальпе теменной области ипсилатерально стимулируемому уху. Все скальповые усилители были игольчатыми. Полоса пропускания усилителя была от 100 до 3000 гц. Для выделения АСВП из шума необходимо не менее 2000 стимулов, для ПД – 50-100 стимулов. Эпоха анализа составляла 10 мс. Авторами впервые предложен новый метод в Российской Федерации, позволяющий интраоперационно за короткий промежуток времени, что значимо в нейрохирургических операциях, идентифицировать волокна слухового нерва. Это позволяет достигать анатомической и функциональной

сохранности волокон слухового нерва. Данная методика основана на звуковой стимуляции ипсилатерального уха и интракраниальной регистрации потенциала действия слухового нерва. Работа основана на результатах хирургического лечения у двух пациентов с ВШ диаметром 2 см (по классификации *M. Sammi T3a*). Исследование функции слуха выявило незначительное снижение показателей аудиометрии в послеоперационном периоде, что соответствует шкале *G-R I-II* степени тугоухости [19, 20].

Основоположниками мониторинга потенциала действия слухового нерва являются *Noritaka Aihara, Shingo Murakami* в 2008 году (*Nobuhiro Watanabe; Mariko Takahashi; Akira Inagaki; Motoki Tanikawa; Kazuo Yamada*; отделение нейрохирургии и оториноларингологии медицинской школы Университета Нагоя, Япония [11]). Разработали метод мониторинга слухового нерва с использованием микродиссектора и сравнили результаты с АСВП. Регистрация ПД слухового нерва записывалась при помощи прибора *Nicolet Viking Evoked Potential Unit (VIASYS)*. Стимулы, используемые для записи ПД слухового нерва и АСВП, являются короткими импульсами, подаваемыми на скорости 19,7 Гц и с амплитудой 100 дБ. При записи ПДСН изначально необходимо 100 повторений. Средняя экспозиция интраоперационного исследования АСВП и ПДСН составила 3-4 минуты и 2-5 секунд. Выделяли четыре типа форм волн ПДСН: трехфазные, двухфазные, позитивные, плоские. Микродиссектор мог иметь различную форму (шаровидную, круглую, кольцевой кюретки, скальпеля), которая выбиралась для данной ситуации в зависимости от использования. Метод использован в хирургии ВШ у 32 пациентов с сохранным слухом. Перед резекцией опухоли записанный ПДСН обычно имел форму трехфазной волны. ПДСН в периферической части нерва имеет трехфазную форму волны, а в дистальную позитивную форму. Эти данные указывают на то, что место изменения формы волны было повреждено при манипуляции. Блок проведения был смоделирован как явление, при котором волна деполяризации останавливается при достижении определенной точки, и следующая волна реполяризации также движется до достижения этой же точки. Мониторинг ПДСН позволяет определить часть нерва, которая была повреждена. При регистрации ПДСН при трехфазных и двухфазных формах волн ответа от нерва в прогностические значения сохранности слуха в послеоперационном периоде велики и составляет 91,7%, в отличие от АСВП 70,8%. В 22 случаях были записаны трехфазные и двухфазные волны ПДСН. В 4 случаях не удалось получить отчетливых сигналов. При записи плоской формы волны ответа ПДСН в послеоперационном периоде регистрирована полная потеря слуха (9 случаев глухоты), и в одном случае зафиксирована плоская форма волны ответа, является прогностически неблагоприятной в сохранении слуха в послеоперационном периоде.

Стволовой Слуховой Имплант – *Auditory Brainstem Implant (ABI)*. С начала 90-х годов нашего столетия была разработана идея стволовой имплантации. Функциональной основой теории является тонотопическая организация слуховых ядер, практически такая-же, как у сенсорного аппарата улитки (слуховой нерв играет лишь роль проводника между ними и не принимает участия в обработке звуковой информации). Поэтому структурная основа стволового и кохлеарного импланта состоит в едином принципе кодирования звуковых сигналов в электрические импульсы, разница состоит лишь в нюансах стратегии кодирования звуков и внешнем строении импланта [6, 11].

Доктора Уильям Хауз (*William House*) и Уильям Хитцельбергер (*William Hitselberger*) первыми использовали одноканальный имплант, получивший в дальнейшем название ABI, для электрической стимуляции кохлеарного ядра у пациента с НФ2 типа в 1979 году. Перед имплантацией было проведено исследование, доказывающее, что электрическая стимуляция кохлеарного ядра приводит к слуховым ощущениям. Первое устройство *ABI* состояло из пары шаровидных электродов, которые помещались в толщу кохлеарного ядра. Однако, эта пара электродов смещалась и вызывала неслуховые побочные эффекты. При операции-ревизии в 1981 году этому пациенту в латеральный карман четвертого желудочка, на поверхность кохлеарного ядра, был имплантирован электродный массив в форме весла с двумя электродами. Вплоть до 1991 года использовался этот тип электродов и все созданные в последнее время электродные массивы использовали его как прототип и имплантируются также в латеральный карман. С тех пор устройство претерпело несколько модификаций. Стали доступны системы каналов от 8 до 21 каналов, а также разработаны новые стратегии кодирования звукового сигнала, появились новые варианты электродов, такие как пенетрирующий *ABI*. *ABI* фирмы *MED-EL* был разработан и произведен в ходе сотрудничества инженеров *MED-EL* Инсбрукского университета (Австрия) и Вюрцбургского университета (Германия) на основе кохлеарного импланта *Combi 40/40+* (компания *MED-EL*, Инсбрук, Австрия). В *House Ear Institute* (Лос-Анджелес, Калифорния, США) и *Huntington Medical Research Institute* (Пасадена, Калифорния, США) в сотрудничестве с производителем, *Cochlear Corporation*, с целью улучшения точности стимуляции слуховых нейронов ствола мозга разрабатывался и проходил испытания *PABI* (пенетрирующий *ABI*), состоящий из двух электродных массивов: 12-ти-электродного поверхностного массива и 10-ти-электродного массива с игольчатыми микроэлектродами, который размещается в толще вентральной порции кохлеарного ядра. Считается, что микростимуляция с игольчатыми электродами обеспечивает активацию малых скоплений тонотопических групп нейронов в глубоких слоях с восприятием це-

лого диапазона частот (высот звука). *ABI* представляет собой модифицированный кохлеарный имплант, и предназначен для электрической стимуляции кохлеарных ядер ствола мозга пациента.

Современный стволовой имплант имеет в своем составе 21 электрод, чаще всего из платины, дискообразной формы, диаметром 0,7 мм с промежутками 1мм, вложенных в матрицу эластомера силикона. Для размещения электродной решетки некоторые авторы описывают транслабиринтный подход, но на современном этапе более распространен ретросигмоидный доступ, как менее травматичный, более быстрый и надежный. Размещается электродная решетка в латеральном кармане четвертого желудочка, где обеспечивается контакт с клетками дорзального и вентрального кохлеарных ядер. Корпус импланта закрепляется также как при кохлеарной имплантации, операция выполняется через заушный *S*-образный разрез, длиной 6-8 см. Интраоперационный электрофизиологический контроль (стволовые слуховые вызванные потенциалы) должен осуществляться особенно тщательно, его целью является обеспечение наиболее эффективного контакта электродной решетки с поверхностью ядер, по данным мировой практики варианты ее расположения варьируют практически у каждого пациента. Для предупреждения развития нежелательных общеневрологических реакций, при первом подключении рекомендуется использование анестезиологического пособия. Когда применение стволовых имплантов только начиналось, операция производилась исключительно у пациентов с *нейрофиброматозом второго типа* (НФ2), что привело к ошибочным представлениям о ее низкой эффективности. Опыт многих иностранных специалистов показал, что стволовая имплантация, при НФ2 лишь облегчает чтение с губ, давая информацию о частоте, амплитуде, временных характеристиках звука, но практически отсутствует разборчивость речи. Сравнительно недавний опыт применения *ABI* с другими причинами повреждения слухового нерва, показывает результаты, по эффективности реабилитации сравнимые с кохлеарной имплантацией. Почему *ABI* не обеспечивает достаточную разборчивость речи у пациентов с НФ2, окончательно не изучено, ответ на этот вопрос вероятно кроется в морфологии опухолевого процесса. Эксперименты на животных показали, что при этом заболевании дегенерация слухового нерва не заканчивается на уровне ядер, а также может затрагивать и клетки ядер, вышеизложенные данные получены группой ученых института Бионики уха (Калифорния, США). Витторио Колетти приводит опыт работы (1997-2006) с 80 пациентами, в возрасте от 14 мес. до 70 лет. *ABI* была выполнена у 26 пациентов с НФ2 и у 54 глухота наступила в результате неопухолевых заболеваний улитки и слухового нерва, среди пациентов данной группы разборчивость речи в среднем составила 59 %, причем они различали еще и некоторые звуки окружающей среды, при НФ2 разборчивость речи составила только 11% [4, 6]. К заболеваниям, которые могут расширить показания к *ABI* автор относит тяжелые варианты дисгенезии улитки, аплазию слухового нерва при атрезии наружного и внутреннего слухового прохода, тотальная оссификация улитки с дегенерацией спирального ганглия, двусторонний кохлеарный отосклероз, глухота аутоиммунного генеза, слуховая нейропатия, двустороннее травматическое повреждение слухового нерва. В 2005 году в Индии выполнена успешная имплантация стволового слухового импаланта, пациентке 15 лет с диагностируемыми двусторонними вестибулярными шванномами с полной двусторонней сенсоневральной тугоухостью [10].

Несмотря на более, чем 20-ти летнюю историю своего существования *ABI* на сегодняшний день находится в стадии активного изучения. Происходит постоянная коррекция аудиологических и электрофизиологических методик, критериев дифференциальной диагностики и определения показаний к операции. Технически совершенствуются и разрабатываются новые виды стволовых имплантов, стратегии кодирования речевой информации, создаются гибридные модели, также совершенствуются методики слухоречевой реабилитации. Активно совершенствуются хирургические методики и стандарты, которые позволяют максимально снизить количество осложнений, сократить длительность операции и в целом повысить ее техническую, функциональную и экономическую эффективность. В настоящее время *ABI* производится только в высоко развитых странах мира, количество пользователей стволовых имплантов достигло более 1000 человек.

Литература

1. Щекутев Г.А., Лубнин А.Ю., Баркляя Д.Е. Мониторинг коротколатентных вызванных потенциалов во время операций на стволе головного мозга // Журн. Вопр. Нейрохир. им. Н.Н. Бурденко. 1994. №4. С. 48–52.
2. Щекутев Г.А., Шиманский В.Н., Огурцова А.А., Семенов М.С. Методика идентификации слухового нерва при удалении вестибулярных шванном // Журн. Вопр. Нейрохир. им. Н.Н. Бурденко. 2009. №4. С. 10–13.
3. Briggs R.J., Luxford W.M., Atkins JS Jr., Hitselberger W.E. Translabyrinthine removal of large acoustic neuromas // Neurosurgery. 1994. №34(5). P. 785–790.
4. Colletti V. Auditory outcomes in tumor vs. nontumor patients fitted with auditory brainstem implants // Adv Oto-Rhino-Laryngol. 2006. № 64. P. 167–185.

5. Chamoun R., MacDonald J., Shelton C., Couldwell W.T. Surgical approaches for resection of vestibular schwannomas: translabyrinthine, retrosigmoid, and middle fossa approaches // *Neurosurg Focus*. 2012. №33(3). E9. DOI: 10.3171/2012.6.FOCUS 12190
6. Colletti V., Shannon R., Carner M., Veronese S., Colletti L. Outcomes in nontumor adults fitted with the auditory brainstem implant: 10 years' experience // *Otol Neurotol*. 2009. № 30. P. 614–618.
7. Darrouzet V., Martel J., Enée V., Bébéar J.P., Guérin J. Vestibular schwannoma surgery outcomes: our multidisciplinary experience in 400 cases over 17 years // *Laryngoscope*. 2004. № 114(4). P. 6818. DOI:10.1097/00005537-200404000-00016.
8. Evans D.G.R., Baser M.E., O'Reilly B. Management of the patient and family with NF2: a consensus conference statement // *Br J Neurosurg*. 2005. № 19. P. 5–12.
9. Gjurić M., Wigand M.E., Wolf S.R. Enlarged middle fossa vestibular schwannoma surgery: experience with 735 cases // *Otol Neurotol*. 2001. № 22(2). P. 223–230.
10. Mohan Kameswaran, Vasudevan M.C., Anand Kumar R.S., Jawahar Nagasundaram, Kiran Natarajan, Raghunandhan, S.: Auditory Brainstem Implantation: The first Indian experience // *Indian Journal of Otolaryngology and Head and Neck Surgery*. 2005. Vol. 57, № 1.
11. Noritaka Aihara, Shingo Murakami, Nobuhiro Watanabe, Mariko Takahashi, Akira Inagaki, Motoki Tanikawa, Kazuo Yamada. Cochlear nerve action potential monitoring with the microdissector in vestibular schwannoma surgery // *Journal of Skull Base Surgery*. 2009. Vol. 19, №5.
12. Rhoton A. The cerebellopontine angle and posterior fossa cranial nerves by the retrosigmoid approach // *Neurosurgery*. 2000. Vol. 47. P. 105–122
13. Rhoton A. Microsurgery anatomy of acoustic neurinoma // *Neurosurg clin n. am*. 2008. Vol. 19. P. 145–174.
14. Rosahl S., Bohr C., Lell M., Hamm K., Iro H. Diagnostics and therapy of vestibular schwannomas—an interdisciplinary challenge // *GMS Current Topics in Otorhinolaryngology Head and Neck Surgery*. 2017. Vol.16. P. 1–38.
15. Satar B., Yetiser S., Ozkaptan Y. Impact of tumor size on hearing outcome and facial function with the middle fossa approach for acoustic neuroma: a meta-analytic study // *Acta Otolaryngol*. 2003. № 123(4). P. 499–505.
16. Sanna M., Zini C., Mazzoni A., Gandolfi A., Pareschi R., Pasanisi E., Gamoletti R. Hearing preservation in acoustic neuroma surgery. Middle fossa versus suboccipital approach // *Am J Otol*. 1987. №8(6). P. 500–506.
17. Samii M., Gerganov V., Samii A. Improved preservation of hearing and facial nerve function in vestibular schwannoma surgery via the retrosigmoid approach in a series of 200 patients // *J Neurosurg*. 2006. №105(4). P. 527–535. DOI: 10.3171/jns.2006.105.4.527
18. Sammi M., Matthies C. *Neurosurgery*. 1997. № 40. P. 11–21.
19. Sheth S.A., Kwon C.S., Barker F.G. 2nd. The art of management decision making: from intuition to evidence-based medicine. *Otolaryngol // Clin. North. Am*. 2012. №45(2). P. 333–335. DOI: 10.1016/j. otc. 2012.01.001.
20. Tos M. What is the real incidence of vestibular schwannoma? // *Arch otolaryngol head neck surg*. 2004. Vol. 130 (2). P. 216–220.
21. Vincent C., Bonne N. X., Guérin C., Lebreton J. P., Devambeze M., Dubrulle F., Haddad E., Schapira S., Lejeune J.P., Vaneeclou F. M. Middle fossa approach for resection of vestibular schwannoma: impact of cochlear fossa extension and auditory monitoring on hearing preservation // *Otol Neurotol*. 2012. № 33(5). P. 849–852. DOI: 10.1097/MAO.0b013e318254ede3.
22. William H., Slattery I., Laurel M., Fisher PH. D.. Hearing preservation surgery for neurofibromatosis Type 2-related vestibular schwannoma in pediatric patients // *J Neurosurg (4 Suppl Pediatrics)* 2007. №106. P. 255–260.

References

1. SHCHekut'ev GA, Lubnin AYU, Barklaya DE. Monitoring korotkolatentnyh vyzvannyh potencialov vo vremya operacij na stvole golovnogo mozga [Monitoring evoked response audiometry evoked potentials during operations on the brain stem]. *ZHurn. Vopr. Nejrohir. im. N.N. Burdenko*. 1994;4:48-52. Russian.
2. SHCHekut'ev GA, SHimanskij VN, Ogurcova AA, Semenov MS. Metodika identifikacii sluhovogo nerva pri udalenii vestibulyarnyh shvannom [Method of identification of the auditory nerve in the removal of the vestibular Schwann]. *ZHurn. Vopr. Nejrohir. im. N.N. Burdenko*. 2009;4:10-3. Russian.
3. Briggs RJ, Luxford WM, Atkins JS Jr, Hitselberger WE. Translabyrinthine removal of large acoustic neuromas. *Neurosurgery*. 1994;34(5):785-90.
4. Colletti V. Auditory outcomes in tumor vs. nontumor patients fitted with auditory brainstem implants. *Adv Oto-Rhino-Laryngol*. 2006;64:167-85.
5. Chamoun R, MacDonald J, Shelton C, Couldwell WT. Surgical approaches for resection of vestibular schwannomas: translabyrinthine, retrosigmoid, and middle fossa approaches. *Neurosurg Focus*. 2012;33(3):9. DOI: 10.3171/2012.6.FOCUS 12190

6. Colletti V, Shannon R, Carner M, Veronese S, Colletti L. Outcomes in nontumor adults fitted with the auditory brainstem implant: 10 years' experience. *Otol Neurotol.* 2009;30:614-8.
7. Darrouzet V, Martel J, Enée V, Bébéar JP, Guérin J. Vestibular schwannoma surgery outcomes: our multidisciplinary experience in 400 cases over 17 years. *Laryngoscope.* 2004;114(4):6818. DOI:10.1097/00005537-200404000-00016.
8. Evans DGR, Baser ME, O'Reilly B. Management of the patient and family with NF2: a consensus conference statement. *Br J Neurosurg.* 2005;19:5-12.
9. Gjuric M, Wigand ME, Wolf SR. Enlarged middle fossa vestibular schwannoma surgery: experience with 735 cases. *Otol Neurotol.* 2001;22(2):223-30.
10. Mohan Kameswaran, Vasudevan MC, Anand Kumar RS, Jawahar Nagasundaram, Kiran Natarajan, Raghunandhan, S.: Auditory Brainstem Implantation: The first Indian experience. *Indian Journal of Otolaryngology and Head and Neck Surgery.* 2005;57(1).
11. Noritaka Aihara, Shingo Murakami, Nobuhiro Watanabe, Mariko Takahashi, Akira Inagaki, Motoki Tanikawa, Kazuo Yamada. Cochlear nerve action potential monitoring with the microdissector in vestibular schwannoma surgery. *Journal of Skull Base Surgery.* 2009;19(5).
12. Rhoton A. The cerebellopontine angle and posterior fossa cranial nerves by the retrosigmoid approach. *Neurosurgery.* 2000;47:105-22
13. Rhoton A. Microsurgery anatomy of acoustic neuroma. *Neurosurg clin n. am.* 2008;19:145-74.
14. Rosahl S, Bohr C, Lell M, Hamm K, Iro H. Diagnostics and therapy of vestibular schwannomas – an interdisciplinary challenge. *GMS Current Topics in Otorhinolaryngology Head and Neck Surgery.* 2017;16:1-38.
15. Satar B, Yetiser S, Ozkaptan Y. Impact of tumor size on hearing outcome and facial function with the middle fossa approach for acoustic neuroma: a meta-analytic study. *Acta Otolaryngol.* 2003;123(4):499-505.
16. Sanna M, Zini C, Mazzoni A, Gandolfi A, Pareschi R, Pasanisi E, Gamoletti R. Hearing preservation in acoustic neuroma surgery. Middle fossa versus suboccipital approach. *Am J Otol.* 1987;8(6):500-6.
17. Samii M, Gerganov V, Samii A. Improved preservation of hearing and facial nerve function in vestibular schwannoma surgery via the retrosigmoid approach in a series of 200 patients. *J Neurosurg.* 2006;105(4):527-35. DOI: 10.3171/jns.2006.105.4.527
18. Sammi M, Matthies C. *Neurosurgery.* 1997;40:11-21.
19. Sheth SA, Kwon CS, Barker FG. 2nd. The art of management decision making: from intuition to evidence-based medicine. *Otolaryngol. Clin. North. Am.* 2012;45(2):333-5. DOI: 10.1016/j. otc. 2012.01.001.
20. Tos M. What is the real incidence of vestibular schwannoma? *Arch otolaryngol head neck surg.* 2004;130(2):216-20.
21. Vincent C, Bonne NX, Guérin C, Lebreton JP, Devambe M, Dubrulle F, Haddad E, Schapira S, Lejeune JP, Vaneecloo FM. Middle fossa approach for resection of vestibular schwannoma: impact of cochlear fossa extension and auditory monitoring on hearing preservation. *Otol Neurotol.* 2012;33(5):849-52. DOI: 10.1097/MAO.0b013e318254ede3.
22. William H, Slattery I, Laurel M, Fisher PHD. Hearing preservation surgery for neurofibromatosis Type 2-related vestibular schwannoma in pediatric patients. *J Neurosurg (4 Suppl Pediatrics)* 2007;106:255-60.

Библиографическая ссылка:

Ким А.А., Гуляев Д.А. Сохранение функции слухового нерва в ходе операций по удалению опухолей боковой цистерны моста (обзор литературы) // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2019. №1. Публикация 1-9. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2019-1/1-9.pdf> (дата обращения: 30.01.2019). DOI: 10.24411/2075-4094-2019-16217. *

* номера страниц смотреть после выхода полной версии журнала: URL: <http://medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2019-1/e2019-1.pdf>