

©O. S.Herasymenko<sup>2</sup>, V. I. Smolanka<sup>1,2</sup>, A. V. Smolanka<sup>1,2</sup>, O. S. Sechko<sup>1,2</sup>  
*Uzhhorod Regional Clinical Center of Neurosurgery and Neurology<sup>1</sup>*  
*Uzhhorod National University<sup>2</sup>*

## METHOD OF AUDITORY EVOKED POTENTIALS IN THE SURGICAL TREATMENT OF CEREBELLOPONTINE ANGLE TUMORS

**Summary.** This article presents a review of literature on cerebellopontine angle tumors, anatomy and physiology of the vestibular nerve, intraoperative neurophysiological monitoring and method of registration of auditory evoked potentials. In view of the development of neurosurgical equipment in our time, it becomes possible to perform surgical interventions while maintaining functionally significant structures and thus improving the patient's quality of life in the postoperative period.

**The aim of the study** – to demonstrate the effectiveness of the use and the method of intraoperative neurophysiological monitoring in the modality of the auditory evoked potentials aimed at preserving the function of cochlear nerve during surgery on the cerebellopontine angle tumors. The object of the study is the function of the cochlear nerve, and the subject of the study is the auditory evoked potentials.

**Materials and Methods.** The Auditory Evoked Potentials reflect the entire sensitive path of the vestibulocochlear nerve. Using Medtronic Xomed NIM-Eclipse intraoperative neuromonitoring system with 32-channel neurophysiological unit was performed. The impulses move through the conductive path of the auditory analyzer: the first auditory neuron – bipolar cells – spiral ganglion, second neuron – ventral and dorsal nuclei at the lateral angle of the rhomboid fossa, third auditory neuron – the lower lobes of the corpora quadrigemina, fourth auditory neuron is – the medial geniculate bodies – Heschl gyrus. On the monitor screen, we get seven waves designated by the Roman numerals I, II, III, IV, V, VI, VII. The evaluation of the data of the amplitude and latency of all the waves makes it possible to analyze the functional integrity of the leading hearing path at all its levels. With this method, the neurosurgeon gets the information on the functional status of the nerve.

**Results and Discussion.** In total, 35 (100 %) patients with cerebellopontine angle tumors underwent surgical operations in the Uzhhorod Regional Clinical Center of Neurosurgery and Neurology during the period dating from February 2016 till August 2017. Among them, 30 (85.7 %) patients lost the hearing at the preoperative stage; 5 (14.2 %) patients had subnormal hearing preserved on the affected side. The auditory evoked potentials were not registered before the beginning of the main stage in the group of patients, who lost the hearing at the preoperative stage, and the predominant diameter of the tumor was more than 25 mm. As for the patients with preserved hearing, the diameter of the tumor was less than 25 mm.

**Conclusions.** The correlation between the clinical signs at the preoperative stage (preserved hearing) and tumor size was determined. The use of this method for treating cerebellopontine angle tumors up to 25 mm in diameter is effective.

**Key words:** intraoperative neurophysiological monitoring; vestibular nerve; auditory evoked potentials; cerebellopontine angle tumors; function retention.

**INTRODUCTION** The cerebellopontine angle is a transition zone between the pontine, medulla oblongata and the cerebellum, in the middle part of which the VII (facial) and VIII (vestibulocochlear) pairs of cranial nerves pass through (Fig. 1) [1]. The cerebellopontine angle tumors make up 12–13 % of the total number of brain tumors and about 30 % of the posterior fossa tumors [2]. The most commonly encountered among these tumors is a vestibular cochlear schwannoma (neurilemoma), which makes up 85–95 % of all tumors [3]. Meningiomas, ganglion cytomas and dermoids are much less common. All these tumors have one feature – they are benign and slow growing. They grow and, as a result, push the vestibulocochlear, facial and trigeminal nerves, as well as the brainstem aside and may form adhesive changes between them [4]. The vestibulocochlear nerve is one of the first nerves affected by the vestibular schwannoma growth. Usually the first clinical sign is the loss of hearing, which is often accompanied by noise.

The vestibulocochlear nerve (VIII pair of cranial nerves) is a specific nerve that provides two types of sensitivity: vestibular sensitivity and hearing [5]. Therefore, for the given pair of cranial nerves, the method of the registration of auditory evoked potentials with the involvement of its cochlear part, responsible for hearing, is used intraoperatively (Fig. 2).

**The aim of the study** – to demonstrate the effectiveness of the use and the method of intraoperative neurophysiological monitoring in the modality of the auditory evoked potentials aimed at preserving the function of cochlear nerve during surgery on the cerebellopontine angle tumors; determine the criteria of the symptoms before using this method, depending

on the functional status of the cochlear nerve at the preoperative level and the diameter of the tumor. The object of the study is the function of the cochlear nerve, and the subject of the study is the auditory evoked potentials.

**MATERIALS AND METHODS** The Auditory Evoked Potentials reflect the entire sensitive path of the vestibulocochlear nerve. The auditory evoked potentials are also referred to as the “brainstem auditory evoked response” (BAEPs) [6].

To obtain auditory evoked potentials the following methods can be used: a special sound stimulus is embedded (through headphones in the external auditory path, separately for each auditory nerve). The sound stimulus is perceived by the hair cells (Corti's organ) and converted into impulses. Then, the impulses move through the conductive path of the auditory analyzer: the first auditory neuron is represented by bipolar cells, whose bodies form a spiral ganglion, and central processes are bound into bundles called fascicles and form a cochlear root, which is connected to the vestibular root and enters the cavity of the skull through the internal acoustic meatus. Then, the bioelectric impulses reach the second neuron located in the ventral and dorsal nuclei at the lateral angle of the rhomboid fossa. A minority of the cochlear nerve fibers that preliminarily enter the bridge-cerebellar angle end up there, and, then, the major part of fibers in the pons cerebelli passes to the opposite side to the same-type structures. The third auditory neuron is located in the dorsal and ventral nuclei on its and the opposite side, the central processes are included in the lateral lemniscus and end at the level of subcortical hearing centers, the minor part of the

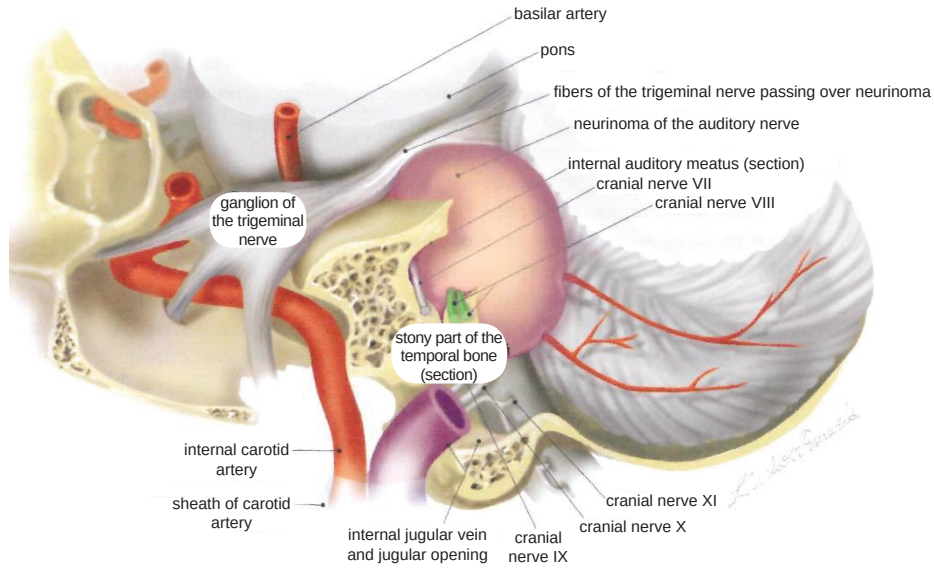


Fig.1. Bridge-cerebellum angle (schwannoma of the vestibular-cochlear nerve) [5].

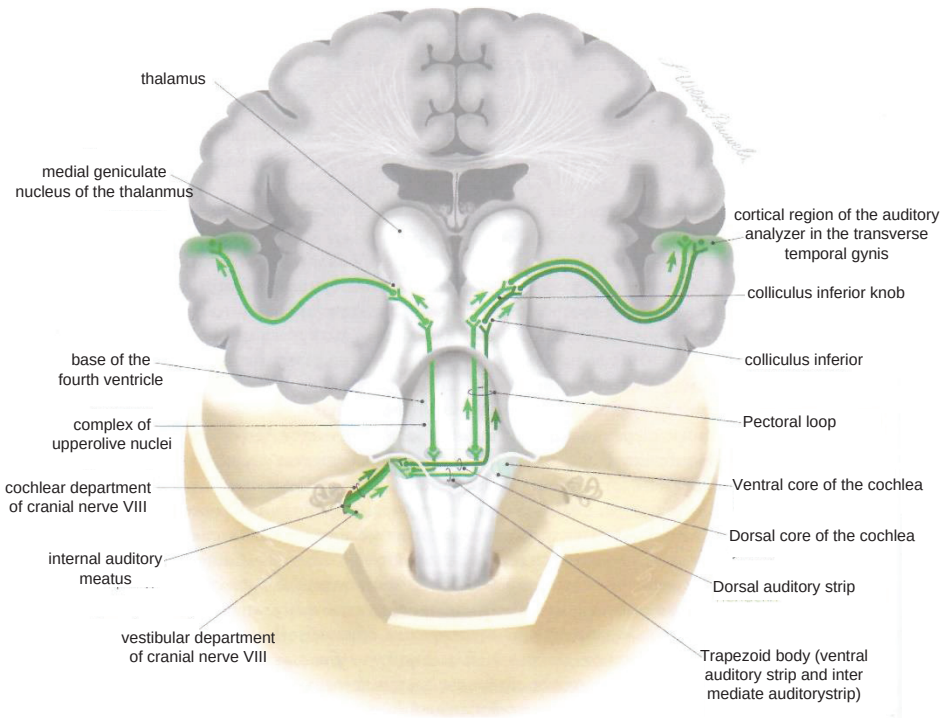


Fig. 2. Leading pathway of the cochlear part for vestibular choroidal nerve [5].

fibers is located on the lower lobes of the corpora quadrigemina, while the majority reaches the nuclei of the medial geniculate bodies in the thalamencephalon from its and the opposite side. The fourth auditory neuron is located in the medial geniculate bodies, its central processes are directed through the back parts of the internal capsule to the middle part of the superior temporal gyrus to the primary field of the auditory analyzer in the cortex – Heschl gyrus. The transformation of high frequency signals takes place on the medial surface of the temporal gyro, while the low frequency signals are transformed on the lateral surface [1, 5, 7, 8]. For further registration of signals from the brain cortex subcutaneous needle electrodes installed according to the

generally accepted international scheme 1020 (scheme of the brain cortex electrobiological activity) are used. Usually, three recording channels are used: A1, A2, and Cz. For diagnostic purposes, cup electrodes are used (Fig. 3). The adjustment range for the registration of intraoperative auditory evoked potentials is from 65 to 110 decibels (refers to the peSLPy), the speed is from 10 to 50 clicks / second, the distribution is 1000 – 2000 stimuli, a frequency – 10–40 Hz, a sensitivity – 0.1–0.2  $\mu\text{V}$  / division, LFF – 100 Hz, HFF – 3 kHz. There are three types of polarity: condensation, rarefaction, alternating. On the monitor screen, we get seven waves designated by the Roman numerals I, II, III, IV, V, VI, VII. The first wave reflects the peripheral part of the cochlear

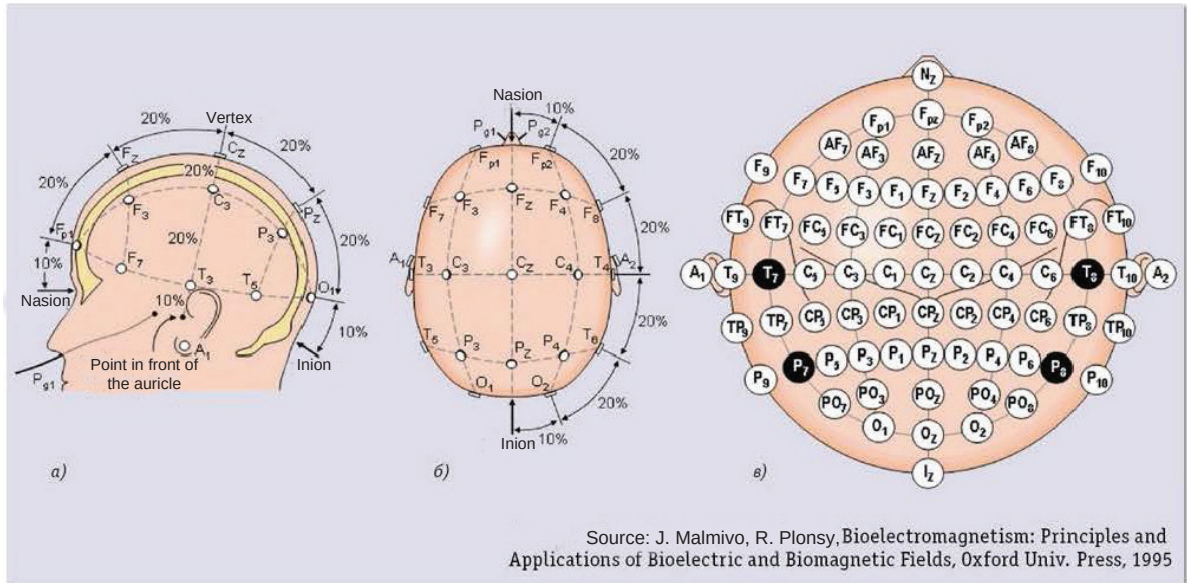


Fig. 3. Scheme of placement of electrodes of bioelectric activity of the brain 1020.

nerve, the second – part of the cochlear nerve entering the pons cerebelli, the third wave – olivary body of the brainstem, the fourth and fifth – the middle and upper parts of the pons cerebelli, the sixth – geniculate bodies and the seventh wave – the cortex. The evaluation of the data of the amplitude and latency of all the waves makes it possible to analyze the functional integrity of the leading hearing path at all its levels (Fig. 4) [9–11].

The previous researches have shown that the tumor size is a statistically significant prognostic parameter in intraoperative neurophysiological monitoring of auditory

evoked potentials concerning the preservation of hearing in the neurilemma of the cerebellopontine angle [12]. At present, the hearing conservation is of utmost importance in the removal of small neurilemmas [13–15].

**RESULTS AND DISCUSSION** During the real time operational intervention, changes in the main indicators make it possible to assess the dynamics of the functional status of the cochlear nerve, depending on the intraoperative surgical manipulations during the removal of the cerebellopontine angle tumors. With this method, the neurosurgeon gets the information on the functional status of the nerve. Thus, the

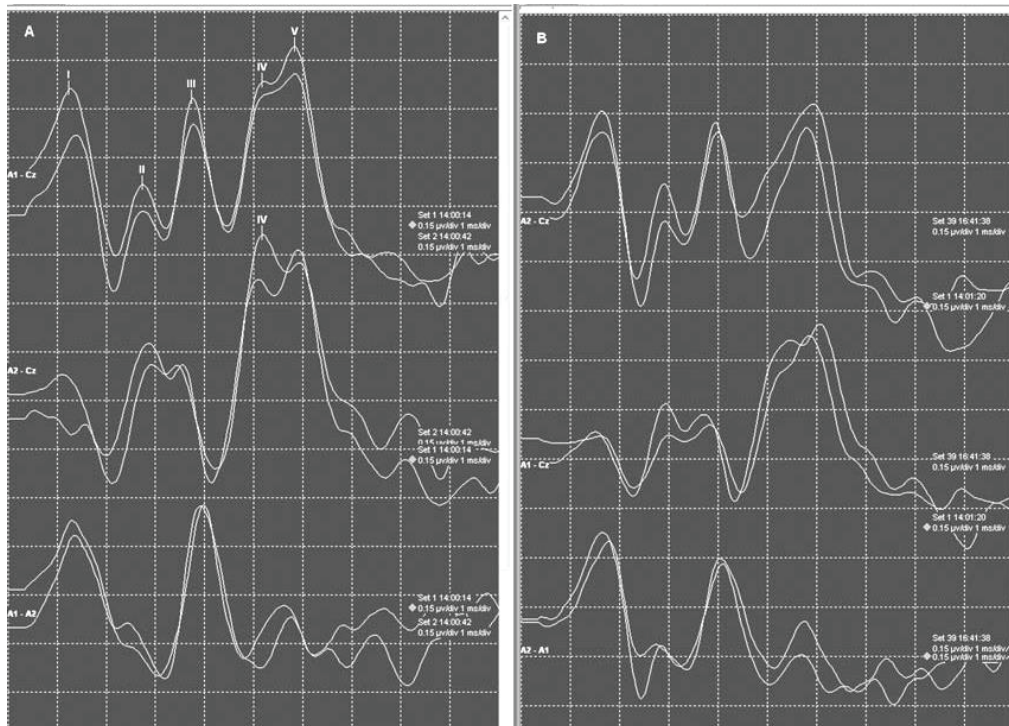


Fig. 4. Auditory evoked potentials of the I, II, III, IV, V, VII, VIII waves (system of the intraoperative neurophysiological monitoring: Medtronic Xomed NIM-Eclipse) [9].



neurosurgeon can change the tactics of the surgical treatment in order to ensure the maximum possible preservation of the nerve function, which in the future leads to a decrease in the level of postoperative neurologic impairments and reduction of risks of incapacitation of patients undergoing surgical treatment of cerebellopontine angle tumors.

In total, 35 (100 %) patients with cerebellopontine angle tumors underwent surgical operations in the Uzhhorod Regional Clinical Center of Neurosurgery and Neurology during the period dating from February 2016 till August 2017. Among them, 30 (85.7 %) patients lost the hearing at the preoperative stage; 5 (14.2 %) patients had subnormal hearing preserved on the affected side. The auditory evoked potentials were not registered before the beginning of the main stage in the group of patients, who lost the hearing at the preoperative stage, and the predominant diameter of the tumor was more than 25 mm. As for the patients with preserved hearing, the diameter of the tumor was less than

25 mm and the auditory evoked potentials were registered on the affected side with certain deviations on the I and II waves; during the surgical intervention the surgeons managed to maintain a functioning cochlear nerve.

**CONCLUSIONS** The use of intraoperative neurophysiological monitoring (of the auditory evoked potentials) for the eighth pair of cranial nerves, observance of the registration rules and correct interpretation of the obtained data is extremely important and integral part of the neurosurgery of the cerebellopontine angle. The correlation between the clinical signs at the preoperative stage (preserved hearing) and tumor size was determined. The use of this method for treating cerebellopontine angle tumors up to 25 mm in diameter is effective.

In the light of the data obtained, the further study of the auditory evoked potentials is needed and consists in the rational use of intraoperative auditory evoked potentials to prevent additional neurologic impairment in the postoperative period.

#### LIST OF LITERATURE

1. Одинак М. М. Клиническая диагностика в неврологии : руководство для врачей / М. М. Одинак, Д. Е. Дыскин. – СПб. : Спец. лит., 2007. – С. 146–160.
2. Егоров Б. Г. Невринома VIII / Б. Г. Егоров. – М. : Медгиз., 1949. – 180 с.
3. Коновалов А. Н. Опухоли головного мозга / А. Н. Коновалов, М. А. Салазкин, У. Б. Махмудов. – М. : Бином, 1975. – С. 136–141.
4. Махмудов У. Б. Хирургическое лечение невринома слухового нерва : автореф. дисс. на соискание уч. степени д-ра мед. наук : 14.01.05. – НИИИ им. Н. Н. Бурденко / У. Б. Махмудов. – М., 1981. – 21 с.
5. Черепные нервы: функция и дисфункция / Л. Уилсон-Пауелс, П. Стюарт, Э. Дж. Окессон [и др.] [пер. с англ. под ред. А. А. Скоромца]. – М. : Бином, 2013. – С. 157–183.
6. Bernard M. Electromyography and evoked potentials / M. Bernard, S. E. Abram, H. J. Waldman. – P. 202–213.
7. Dallos P. Cochlear amplification, outer hair cells and prestin / P. Dallos // *Current Opinion in Neurobiology*. – 2008. – № 18. – P. 76.
8. Nolte J. The human brain: An introduction to its functional anatomy / J. Nolte. – Philadelphia: Elsevier, 2007. – P.230
9. Mirela V. Simon. Intraoperative clinical neurophysiology / V. Simon Mirela. – NewYork: DemosMedical, 2010. – P. 37–46.
10. Aihara N. Preoperative characteristics of auditory brainstem

response in acoustic neuroma with useful hearing: importance as a preliminary investigation for intraoperative monitoring / N. Aihara, S. Murakami // *Neurol MedChir*. – 2014. – № 54. – P. 267–271.

11. Establishment of the criteria to evaluate to intraoperative changes of brainstem auditory evoked potentials during microvascular decompression and acoustic neurinoma excision / T. Sekiya, N. Shimamura, T. Hatayama [et al.]. – NCBI: PubMed. – 1996. – P. 431–436

12. Vestibular schwannoma volume as a predictor of hearing outcome after surgery / M. Gjuric, M. Z. Mitrecic, H. Greess [et al.] // *Otol. Neurotol*. – 2007. – № 6. – P. 822–827.

13. Neurotopographic considerations in the microsurgical treatment of small acoustic neurinomas / W. T. Koos, J. D. Day, C. Matula [et al.] // *Journal of Neurosurgery*. – 1998. – № 88. – P. 506–512.

14. Matthies C. Management of vestibular schwannomas (acoustic neuromas): the value of neurophysiology for evaluation and prediction of auditory function in 420 cases / C. Matthies, M. Samii // *Neurosurgery*. – 1997. – № 40. – P. 919–930.

15. Hearing preservation and intraoperative auditory brainstem response and cochlear nerve compound action potential monitoring in the removal of small acoustic neurinoma via the retrosigmoid approach / I. Yamakami, H. Yoshinori, N. Saeki [et al.] // *Journal of Neurology and Neurosurgery Psychiatry*. – 2009. – № 80. – P. 218–227.

Received 13.07.17

©О. С. Герасименко<sup>2</sup>, В. І. Смоланка<sup>1,2</sup>, А. В. Смоланка<sup>1,2</sup>, О. С. Сечко<sup>1,2</sup>

Обласний клінічний центр нейрохірургії і неврології, м. Ужгород<sup>1</sup>  
ДВНЗ “Ужгородський національний університет”<sup>2</sup>

#### МЕТОДИКА ВИКЛИКАНИХ СЛУХОВИХ ПОТЕНЦІАЛІВ ПРИ ХІРУРГІЧНОМУ ЛІКУВАННІ ПУХЛИН МОСТОМОЗОЧКОВОГО КУТА

**Резюме.** У даній статті представлено огляд літератури, що присвячений пухлинам мостомозочкового кута, анатомії та фізіології вестибулярного нерва, інтраопераційному нейрофізіологічному моніторингу та методиці реєстрації викликаних слухових потенціалів. Зважаючи на розвиток технічного обладнання в нейрохірургії у наш час, стає можливим виконувати оперативні втручання, зберігаючи функціонально значимі структури і таким чином поліпшувати якість життя пацієнта в післяопераційному періоді.

**Мета дослідження** – продемонструвати ефективність використання та методику інтраопераційного нейрофізіологічного моніторингу в модальності викликаних слухових потенціалів для збереження функції кохлеарного нерва під час оперативного втручання з приводу пухлин мостомозочкового кута. Об'єктом дослідження є функція кохлеарного нерва, а предметом дослідження виступають викликані слухові потенціали.

**Матеріали і методи.** Викликані слухові потенціали (від англ. Auditory Evoked Potentials) відображають весь чутливий шлях вестибуло-кохлеарного нерва. В нашій клініці використовували апарат Medtronic Xomed Nim Eclipse з нейрофізіологічним блоком на 32 канали. Імпульси рухаються по провідному шляху слухового аналізатора: перший нейрон – біполярні клітини – спіральний ганглії, другий нейрон – вентральні та дорзальні ядра в оливах ромбоподібної ямки, третій нейрон – нижні горбики чотиригорбкової пластинки, четвертий нейрон – медіальні колінчасті тіла – звивина Гешля. На екрані монітору ми отримуємо сім хвиль, які позначаються римськими цифрами I, II, III, IV, V, VI, VII. Оцінка даних амплітуди та латентності всіх хвиль дає можливість проаналізувати функціональну цілісність провідного шляху слуху на всіх його ланках. Дана методика дає можливість нейрохірургу володіти даними функціонального стану нерва.

**Результати досліджень та їх обговорення.** В обласному клінічному центрі нейрохірургії та неврології м. Ужгород було прооперовано за період з лютого 2016 до серпня 2017 р. 35 (100 %) пацієнтів із пухлинами мостомозочкового кута. З них у 30 (85,7 %) хворих втрачений слух на доопераційному етапі, у 5 (14,3 %) пацієнтів слух знижений, порівняно з нормою, збережений. Викликані слухові потенціали не зареєстровані на початку основного етапу в групі пацієнтів із відсутнім слухом на доопераційному рівні. При цьому розмір новоутворення складав переважно більше 25 мм. У всіх хворих із збереженим слухом діаметр новоутворення складав менше 25 мм.

**Висновки.** Визначено кореляцію між клінічними проявами на доопераційному етапі (збережений слух) та розмірами новоутворення. Використання даної методики для пухлин мостомозочкового кута діаметром до 25 мм ефективне.

**Ключові слова:** інтраопераційний нейрофізіологічний моніторинг; вестибулярний нерв; викликані слухові потенціали; пухлини мостомозочкового кута; збереження функції.

©О. С. Герасименко<sup>2</sup>, В. И. Смоланка<sup>1,2</sup>, А. В. Смоланка<sup>1,2</sup>, А. С. Сечко<sup>1,2</sup>  
Областной клинический центр нейрохирургии и неврологии, г. Ужгород<sup>1</sup>  
ГБУЗ “Ужгородский национальный университет”<sup>2</sup>

#### МЕТОДИКА ВЫЗВАННЫХ СЛУХОВЫХ ПОТЕНЦИАЛОВ ПРИ ХИРУРГИЧЕСКОМ ЛЕЧЕНИИ ОПУХОЛЕЙ МОСТОМОЗЖЕЧКОВОГО УГЛА

**Резюме.** В данной статье представлен обзор литературы, посвященной опухолям мостомозжечкового угла, анатомии и физиологии вестибулярного нерва, интраоперационному нейрофизиологическому мониторингу и методике регистрации вызванных слуховых потенциалов. Учитывая развитие технического оборудования в нейрохирургии в наше время, становится возможным выполнять оперативные вмешательства, сохраняя функционально значимые структуры и таким образом улучшать качество жизни пациента в послеоперационном периоде.

**Цель исследования** – продемонстрировать эффективность использования и методику интраоперационного нейрофизиологического мониторинга в модальности вызванных слуховых потенциалов для сохранения функции слухового нерва во время оперативного вмешательства по поводу новообразований мостомозжечкового угла. Объект данного исследования функция слухового нерва, предмет – вызванные слуховые потенциалы.

**Материалы и методы.** Вызванные слуховые потенциалы отображают весь проводящий чувствительный путь вестибулярно-кохлеарного нерва. В нашей клинике используется аппарат Medtronic Xomed Nim Eclipse с нейрофизиологическим блоком на 32 канала. Импульсы движутся по проводящему пути слухового анализатора: первый нейрон – биполярные клетки – спиральный ганглия, второй нейрон – вентральные и дорзальные ядра в углу ромбовидной ямки, третий нейрон – нижние горбки четыригорбковой пластинки, четвертый нейрон – медиальные коленчатые тела – извилины Гешля. На экране монитора мы получаем семь волн, какие обозначаются римскими цифрами I, II, III, IV, V, VI, VII. Данная методика дает возможность нейрохирургу владеть данными функционального состояния нерва во время операции.

**Результаты исследований и их обсуждение.** В областном клиническом центре нейрохирургии и неврологии г. Ужгорода было прооперировано за период с февраля 2016 по август 2017 г. 35 (100 %) пациентов с опухолями мостомозжечкового угла. С них у 30 (85,7 %) больных был потерян слух на дооперационном этапе, у 5 (14,3 %) пациентов слух сниженный в сравнении с нормой. Вызванные слуховые потенциалы не зарегистрированы до основного этапа у группе пациентов с отсутствием слуха на дооперационном уровне. При этом размер новообразований преимущественно составлял больше 25 мм. У больных с сохраненным слухом диаметр был меньше 25 мм.

**Выводы.** Определенно корреляцию между клиническими проявленными на дооперационном этапе (сохранность слуха) и размерами новообразований. Использование данной методики для хирургического лечения опухолей мостомозжечкового угла эффективно.

**Ключевые слова:** интраоперационный нейрофизиологический мониторинг; вестибулярный нерв; вызванные слуховые потенциалы; опухоли мостомозжечкового угла.