

doi: 10.17116/otorino201681335-38

Использование порогов электрически вызванных коротколатентных слуховых потенциалов для настройки речевых процессоров у пациентов после кохлеарной имплантации

Д.м.н. В.Е. КУЗОВКОВ¹, врач В.Е. ГАУФМАН², к.м.н. Д.С. КЛЯЧКО¹, к.б.н. В.И. ПУДОВ¹

¹Отдел диагностики и реабилитации нарушений слуха (рук. — д.м.н. В.Е. Кузовков) Санкт-Петербургского НИИ уха, горла, носа и речи (дир. — проф. Ю.К. Янов), Санкт-Петербург, Россия, 190013; ²Краевой детский центр медицинской реабилитации, Краснодар, Россия, 350062

Цель исследования — определение порогов электрически вызванных коротколатентных слуховых потенциалов математическим методом и поиск взаимосвязи порогов электрически вызванных коротколатентных слуховых потенциалов с субъективными максимально комфортными уровнями у пациентов с кохлеарными имплантами. Регистрация электрически вызванных коротколатентных слуховых потенциалов проводилась у двух групп пациентов с различной частотой стимуляции (17 и 43 Гц). Использование математического метода линейной регрессии функции роста амплитуды пика V для определения порогов электрически вызванных коротколатентных слуховых потенциалов имеет ряд преимуществ по сравнению с визуальной детекцией порогового уровня. Для получения результатов с более высокой достоверностью необходимо использование низких частот стимуляции при регистрации электрически вызванных коротколатентных слуховых потенциалов (17 Гц). Рассчитанные пороги электрически вызванных коротколатентных слуховых потенциалов можно использовать для определения максимально комфортных уровней карт настройки речевых процессоров при невозможности зарегистрировать электрически вызванные стапедальные рефлексы и электрически вызванные суммарные потенциалы действия слухового нерва у пациентов с кохлеарными имплантами.

Ключевые слова: кохлеарная имплантация, вызванные потенциалы, реабилитация.

The use of thresholds of electrically evoked short-latent auditory potentials for the adjustment of the speech processors in the patients undergoing cochlear implantation

V.E. KUZOVKOV¹, V.E. GAUFMAN², D.S. KLYACHKO¹, V.I. PUDOV¹

¹Saint-Petersburg Research Institute of Ear, Throat, Nose and Speech, Russian Ministry of Health, Saint-Petersburg, Russia, 190013; ²Regional Children's Centre for Medical Rehabilitation, Ministry of Health of Krasnodar Region, Krasnodar, Russia, 350062

The objective of the present study was to determine the thresholds of electrically evoked short-latent auditory potentials by the mathematical method and to elucidate the relationship between these parameters and the subjective maximally comfortable levels in the patients undergoing cochlear implantation. The electrically evoked short-latent auditory potentials were recorded in two groups of patients with different stimulation frequency (17 and 43 Hz). The use of the mathematical method of linear regression of the amplitude (peak V) growth function for determining the thresholds of electrically evoked short-latent auditory potentials has a number of advantages over visual detection of the threshold level. To increase the reliability of the data obtained, low stimulation frequencies need to be used when recording electrically evoked short-latent auditory potentials (17 Hz). The calculated thresholds of electrically evoked short-latent auditory potentials can be used to estimate the subjective maximally comfortable levels for the adjustment of the speech processors when it is impossible to register electrically induced stapedial reflexes and electrically induced total action potentials of the auditory nerve in the patients having cochlear implants.

Keywords: cochlear implantation evoked potential, rehabilitation.

Послеоперационная настройка речевых процессоров является важнейшей частью длительного этапа реабилитации пациентов после кохлеарной имплантации (КИ). Основной целью настройки речевых процессоров является определение максимально комфортных уровней стимуляции. Пороговые уровни стимуляции в свою очередь устанавливаются в диапазоне 10—20% от максимально комфортных уровней. При невозможности получения субъективных ответов от пациента или недостоверности полученных ответов в связи с ранним возрастом, наличи-

ем сочетанной неврологической патологии или аномалиями развития внутреннего уха у перенесших КИ значительную роль играют объективные методы, такие как регистрация электрически вызванных стапедальных рефлексов (ЭВСР) и регистрация электрически вызванных суммарных потенциалов действия слухового нерва (ЭВСПД). Кроме этого, возможно использование электрически вызванных коротколатентных слуховых потен-

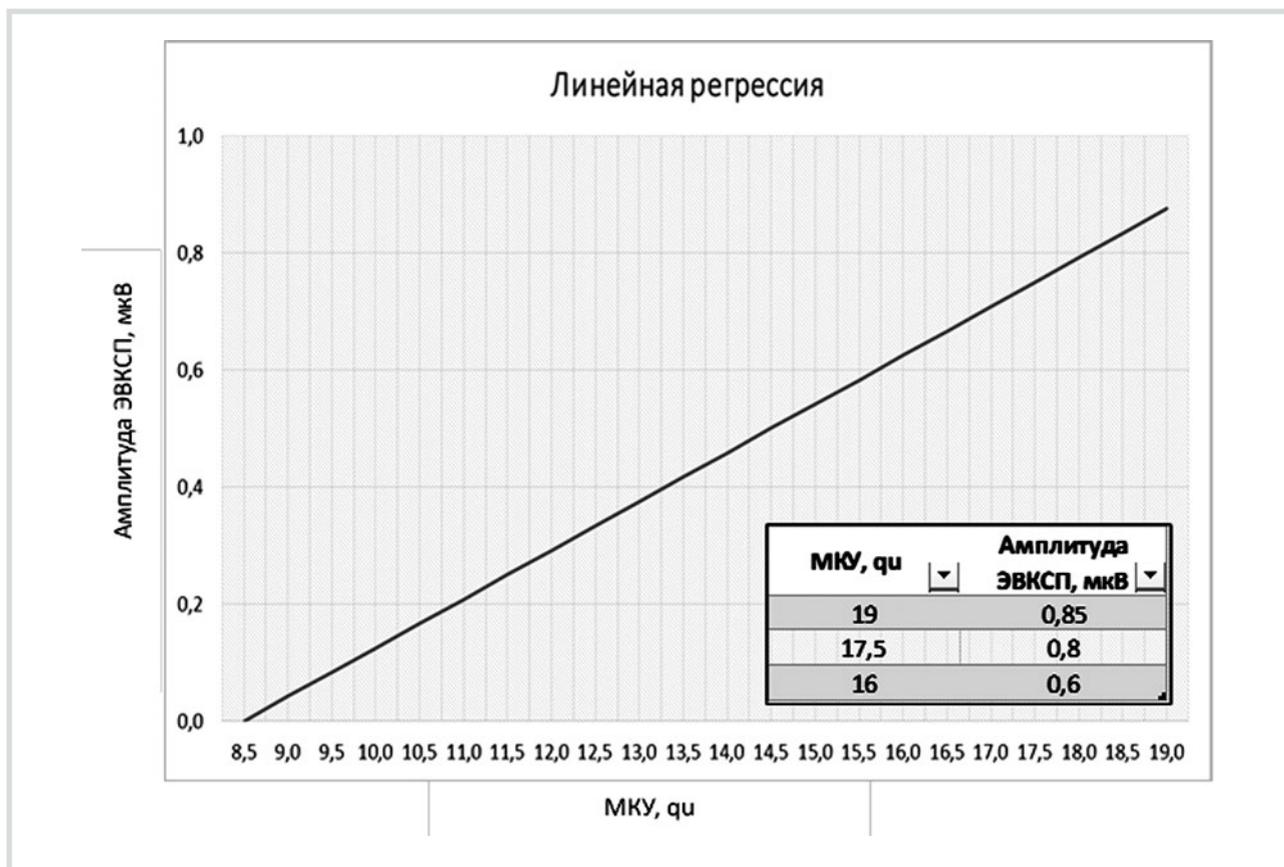


Рис. 1. Графический метод расчета порогов электрически вызванных коротколатентных слуховых потенциалов.

циалов (ЭВКСП) и электрически вызванных длиннолатентных слуховых потенциалов (ЭВДСП) [1].

Интракохлеарная электрическая стимуляция посредством электродов кохлеарного импланта при регистрации ЭВКСП позволяет получить синхронизированные ответы от слуховых проводящих путей у пациентов с тяжелыми потерями слуха, что свидетельствует о проведении возбуждения до стволовых центров слухового анализатора [2]. Методика регистрации ЭВКСП является базовым диагностическим методом при проведении стволотомозговой имплантации, но все еще не получила заслуженного места в области КИ [3]. Имеются нерешенные проблемы в клиническом применении ЭВКСП для настройки параметров речевых процессоров и верификации результатов КИ, а именно сложность в визуальном определении порога ЭВКСП и недостаточность сведений о взаимосвязи порога ЭВКСП с субъективными порогом восприятия (ПВ) и максимально комфортными уровнями (МКУ) [4–6].

Цель настоящего исследования — определение порогов ЭВКСП математическим методом и поиск взаимосвязи порогов ЭВКСП с субъективными МКУ.

Пациенты и методы

У двух групп пациентов проводилась регистрация ЭВКСП на 2, 5 и 10 электродах. Группу А составили 14

пациентов в возрасте от 4 до 25 лет с опытом ношения кохлеарного импланта от 6 мес до 4 лет. Группа Б — 12 пациентов в возрасте от 3 до 27 лет с опытом ношения от 6 мес до 5 лет. В качестве стимула были использованы 2000 двухфазных импульсов переменной полярности длительностью 30 мкс. Для группы А частота стимуляции составляла 17 Гц, для группы Б — 43 Гц. Использовался режим «eABR» программного обеспечения Maestro4 MedEl.

С целью построения функции роста амплитуды пятого пика ЭВКСП стимуляция проводилась в динамическом диапазоне с изменением уровня стимуляции на ± 10 , ± 20 и $\pm 30\%$ от субъективного МКУ или до достижения МКУ для одиночных стимулов на исследуемой частоте стимуляции. Использована градуировка уровня стимуляции в уровнях заряда (qu), позволяющая учитывать влияние как амплитуды, так и длительности стимула для сравнения с субъективными МКУ и ПВ. Для регистрации ЭВКСП программатор DIB II фирмы «MedEl» был синхронизирован с регистратором слуховых вызванных потенциалов. Параметры регистрации ЭВКСП были аналогичны характеристикам записи акустических КСВП: эпоха анализа 10 мс, частотный диапазон 100–2000 Гц, чувствительность 500 мкВ. Мы использовали двухканальную запись с традиционным расположением электродов: положительный электрод на Frz, отрицательные электроды на M1 и M2. В связи с наличием высокоамплитудного арте-

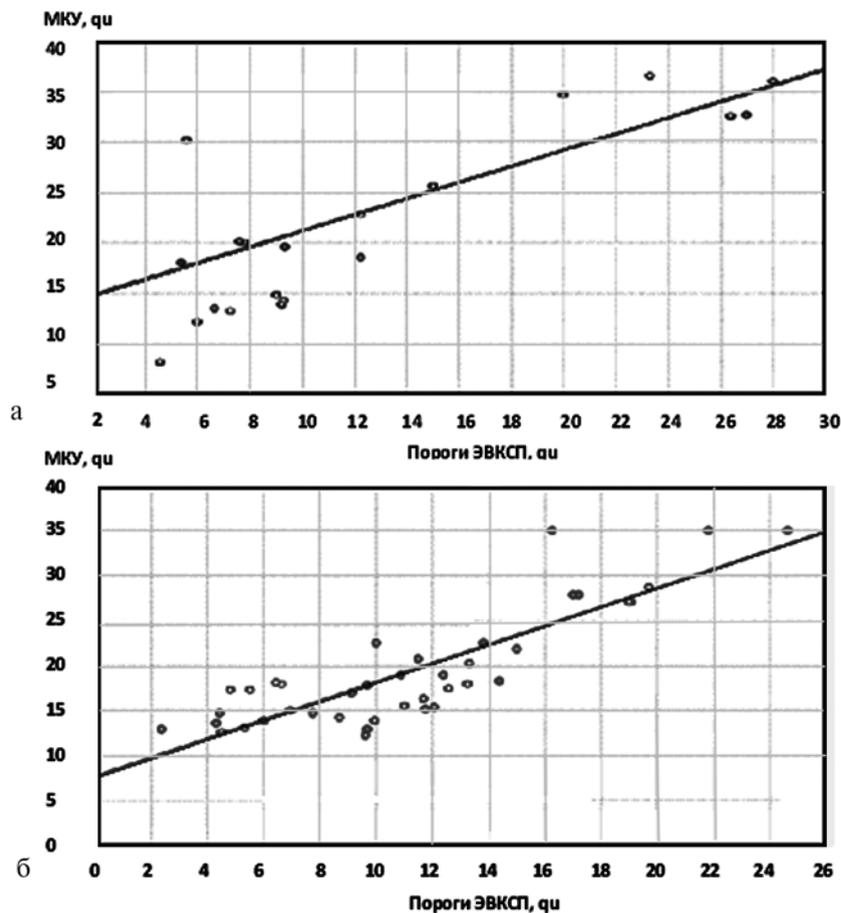


Рис. 2. Взаимосвязь порогов электрически вызванных коротколатентных слуховых потенциалов с субъективными максимальными комфортными уровнями громкости.

а — при частоте стимуляции 17 Гц (группа А); б — при частоте стимуляции 43 Гц (группа Б).

факта стимула регистрация осуществлялась с задержкой 0,5–1,5 мс.

Визуальное определение порога пика V ЭВКСП нередко затруднено из-за малой амплитуды ответа, влияния артефактов стимуляции и записи, а также крупного шага изменения уровней стимуляции. В связи с линейным ростом амплитуды пика V [7], порог ЭВКСП может быть получен двумя методами:

а) графический — построение графика функции роста амплитуды с построением прямой через точки амплитуд, при этом за порог ЭВКСП принимается пересечение прямой с нулевым уровнем амплитуды ответа (рис. 1);

б) математический — использование расчета линейной регрессии ($y=a \times x+b$) функции роста амплитуды. За рассчитанный порог ЭВКСП брался уровень стимуляции, при котором линейная функция роста амплитуды достигала нулевой амплитуды ответа.

Мы использовали математический метод расчета порога ЭВКСП на каждом из исследованных каналов. Для

выявления корреляционной зависимости порогов ЭВКСП с субъективными МКУ были использованы уровни стимуляции карт настройки речевых процессоров для соответствующих каналов, подтвержденные субъективными исследованиями и сурдопедагогической проверкой.

Результаты и обсуждение

Ответ на ЭВКСП зарегистрирован у всех пациентов. Морфология ответа КСВП представляет собой два высокоамплитудных позитивных пика — III и V, с четко выраженными негативными пиками IIIa и Va. Пики I и II попадают в зону появления артефакта стимула и отбрасываются из записи. Латентности пика V составляют от 3,25 до 4,15 мс, пика III — 1,8 до 2,2 мс и незначительно изменяются при увеличении уровня стимуляции. В связи с нестабильностью пика Va амплитуда пика V измерялась не «пик к пику», а по принципу «точка к точке». За первую точку был принят пик V, за вто-

рую точку — точка на кривой, отстоящая на 0,5 мс от пика V. При пошаговом увеличении стимуляции в динамическом диапазоне отмечается линейный рост амплитуды пика V ($p > 0,92$). У 4 пациентов группы А и 7 пациентов группы Б выявлено насыщение амплитуды ответа пика V ЭВКСП при превышении субъективного МКУ на 20—30%. Для выявления корреляционной связи между порогами ЭВКСП и субъективными МКУ определяли коэффициент линейной корреляции Пирсона.

Для пациентов группы А (частота стимуляции 17 Гц) величина коэффициента составила значение $r = 0,856$, что указывает на сильную прямую корреляционную связь. Регрессионный анализ позволил получить уравнение линейной регрессии в виде:

$$\text{МКУ}(\text{qu}) = 7,7596 + 1,0414 \times \text{порог ЭВКСП}(\text{qu}).$$

Коэффициент $R^2 = 0,732$ свидетельствует о высокой степени достоверности аппроксимации данного уравнения опытным данным (рис. 2, а).

Для пациентов группы Б (частота стимуляции 43 Гц) величина коэффициента составила $r = 0,6806$, что указывает на хорошую прямую корреляционную связь. Регрессионный анализ позволил получить уравнение линейной регрессии в виде:

$$\text{МКУ}(\text{qu}) = 13,3124 + 0,7935 \times \text{порог ЭВКСП}(\text{qu}).$$

Коэффициент $R^2 = 0,4632$ говорит об умеренной степени достоверности аппроксимации данного уравнения опытным данным (см. рис. 2, б).

Заключение

Использование заведомо надпороговых стимулов позволяет получить высокоамплитудные легко различимые пики ЭВКСП, что облегчает построение функции роста амплитуды пика V. Определение порога ЭВКСП математическим методом линейной регрессии функции роста амплитуды пика V имеет ряд преимуществ по сравнению с визуальной детекцией порогового уровня. Для получения результатов с более высокой достоверностью необходимо использование низких частот стимуляции при регистрации ЭВКСП (17 Гц). В то же время более высокие частоты стимуляции (43 Гц) значительно сокращают время исследования. Мы предполагаем, что использование рассчитанных порогов ЭВКСП можно использовать для определения МКУ карт настройки речевых процессоров у пациентов, которые испытывают затруднение в определении субъективных параметров настройки в связи с ранним возрастом или наличием сопутствующих неврологических нарушений, а также при невозможности зарегистрировать ЭВСП и ЭВСПД.

Конфликт интересов отсутствует.

ЛИТЕРАТУРА

1. James W Hall. *New Handbook for Auditory Evoked Responses*. Boston: Allyn and Bacon; 2007.
2. Гауфман В.Е. *Электрически вызванные слуховые потенциалы*. В кн.: Шубина Н.Ю., Фридман Е.Л., Комарова Т.Г., Соганов М.И., Гнездицкий В.В., Корепина О.С., Гарбарук Е.С., Гауфман В.Е. *Современные методы функциональной диагностики слуха*. Иваново: ПресСто; 2013.
3. Tavartkiladze GA, Potalova LA, Kruglov AV, Belov A. The effect of stimulation parameters on electrically evoked auditory brainstem responses (EABRs). *Acta otolaryngolog*. 2000;120(2):214-217.
4. Davids T, Valero J, Papsin BC, Harrison RV, Gordon KA. Effects of stimulus manipulation on electrophysiological responses in pediatric cochlear implant users. Part I: duration effects. *Hear Res*. 2008;244(1-2):7-14.
5. Davids T, Valero J, Papsin BC, Harrison RV, Gordon KA. Effects of stimulus manipulation on electrophysiological responses of pediatric cochlear implant users. Part II: rate effects. *Hear Res*. 2008;244(1-2):15-24.
6. Huw R Cooper, Louise C Craddock. *Cochlear Implants. A Practical Guide Second Edition*. Chichester: John Wiley & Sons; 2006.
7. Клячко Д.С., Гауфман В.Е. Категоризация громкости и функция роста амплитуды электрически вызванных коротколатентных слуховых потенциалов у пациентов после кохлеарной имплантации. *Рос оториноларингология*. 2014;1:95-98.