

Вестибулярные вызванные миогенные потенциалы

E.S.Papathanasiou, S.S.Papacostas

Клиника Кипрского института неврологии и генетики, лаборатория нейрофизиологии, Никозия, Кипр (руководитель неврологической клиники, подразделение В — доктор медицины S.S.Papacostas)

Вестибулярные вызванные миогенные потенциалы являются простым и важным клиническим методом, применяемым в дифференциальной диагностике и при оценке последующего развития многих неврологических и отоневрологических патологических состояний. В статье уделено внимание особенностям технического исполнения данной методики и специфике ее клинического применения. Метод получил развитие спустя 60 лет после своего появления в 1935 г. Его применение позволяет диагностировать некоторые неврологические и отоневрологические заболевания, функциональные нарушения аппарата внутреннего уха, в том числе на субклинической стадии онко-отоневрологических заболеваний и болезни Меньера. Методика полезна при уточнении случайно выявленной в ходе МРТ патологии внутреннего уха. Описаны преимущества метода перед традиционными тестами, применяемыми при ЛОР-патологии, такими как калорическая проба. В статье указаны имеющиеся сложности в применении методики, необходимость ее дальнейшего развития, и в том числе работ по стандартизации данного метода.

Ключевые слова: вестибулярные вызванные миогенные потенциалы, диагностика, отоневрология, болезнь Меньера

Vestibular Evoked Myogenic Potentials

E.S.Papathanasiou, S.S.Papacostas

Neurophysiology Laboratory, Clinical Sciences, The Cyprus Institute of Neurology and Genetics, Nicosia, Cyprus (Head of department, director of Neurology Clinic B — S.S.Papacostas, MD)

Vestibular Evoked Myogenic Potentials (VEMP) are an easy-to-perform and useful method of clinical examination that can be applied for making a differential diagnosis and assessment of further development of many neurological and neuro-otological pathological states. In current article an additional attention is paid to peculiarities of performing methods and clinical implementation of this investigation. Cervical evoked potentials that are known since 1935 were developed only 60 years later and while being used as a screening method allow to diagnose some neurological and neuro-otological diseases and reveal functional disturbances of the inner ear apparatus including subclinical stages of such disorders as Meniere's Disease and neuro-otological diseases. The same method can be applied in specification of accidentally MRI-revealed pathology of inner ear. Advantages of this method over usual ENT-tests, like caloric test, are described. However, this article depicts current difficulties in method's performance and underlines the necessity of its further development, including standardization and elaboration of age reference levels and application restrictions.

Key words: vestibular evoked myogenic potentials, diagnosis, neuro-otology, Meniere's disease

Вестибулярные вызванные миогенные потенциалы (ВВМП) являются относительно новой методикой регистрации функции вестибулярных нейронов, осуществляемой посредством звуковой стимуляции. Впервые звук для стимуляции вестибулярной системы использовал G.V.Békésy [1] приблизительно в 1935 г., хотя достаточно широкого клинического применения не было получено вплоть до работ J.G.Colebatch и G.M.Halmagyi [2]. С того времени методика стала приобретать все большее распростра-

нение [3]. Принято считать, что звуковая стимуляция вестибулярной системы происходит благодаря близости мешочка к овальному окну, а также создаваемым вихревым токам в окружающей перилимфе, которые затем передаются перилимфе отолитового аппарата. Наиболее часто при записи исследуют грудиноключично-сосцевидную мышцу (ГКС). Трапециевидную мышцу также подвергают исследованию, однако гораздо реже [4].

Специфический путь, который можно проследить на записи, начинается с мешочка, затем следует нижний вестибулярный нерв, после чего возбуждение проходит через вестибулярный ядерный комплекс, медиальный вестибулоспинальный тракт, двигательные ядра грудиноключично-сосцевидной мышцы и спинальный дополнительный нерв [5, 6]. Регистрация ответа возможна только на фоне постоянного тонического напряжения ГКС, а амплитуда ВВМП возрастает наряду со степенью сокращения ГКС [7, 8].

Для корреспонденции:

Dr. Papathanasiou Eleftherios S., PhD, Neurophysiologist of the Neurophysiology Laboratory, Clinical Sciences, The Cyprus Institute of Neurology and Genetics, Nicosia, Cyprus

Address: PO Box 23462, 6 International Airport Avenue, Nicosia 1683, Cyprus

Tel: (357-22) 358-600; Fax: (357-22) 358-238

E-mail: neurophy@cing.ac.cy

Статья поступила 01.02.2012 г., принята к печати 17.04.2012 г.

При этом особое значение приобретает наблюдение за электромиографической активностью (ЭМГ). Лучшее это делать посредством записи ректифицированного среднего значения сигнала ЭМГ (рисунок). Корректируемая амплитуда ВВМП таким образом может быть получена путем расчета соотношения между текущей амплитудой ВВМП и средним ректифицированным значением ЭМГ. Получаемое значение находится в интервале 2.0–4.0. Данное соотношение снижает вариабельность результатов, полученных при исследовании физиологически нормальных добровольцев, и позволяет более четко определить границы нормы путем снижения процента ложных отрицательных результатов.

Звуковую стимуляцию используют в различных формах [9], начиная с click-стимуляции, что схоже с применением при стволовых аудиоторных вызванных потенциалах (САВП) [10]. Интенсивность сигнала, требуемая для регистрации ВВМП, должна составлять как минимум 110 дБ нормального уровня слуха. Поэтому для записи ответа ВВМП целесообразным считают применение программного обеспечения, используемого при регистрации САВП. Тем не менее необходимо применять не только частотный фильтр

(желательно для частоты 20–20 000 Гц), но также подключать усилитель. Последнее простое обстоятельство, и по нашему опыту, зачастую упускается из виду [11, 12]. Нужно помнить, что мы записываем не ответ со структур центральной нервной системы, например САВП, а периферический моторный ответ. Поэтому значения не должны превышать 2 500. В конечном итоге это выражается в виде значительного возрастания амплитуды «чистого» ВВМП, заметно выделяющегося на фоне ЭМГ-активности.

Тоновую звуковую стимуляцию также используют посредством воздушного проведения. Ее применяют преимущественно на частоте 500 Гц с продолжительностью 7 мс, что позволяет задействовать более низкую интенсивность звука, ближе к 90 дБ нормального уровня слуха [13]. Было обнаружено, что тоновая стимуляция предпочтительнее click-стимуляции, вероятно, за счет того, что звуковая волна подвергается большей фокусировке и меньшему рассеиванию.

Стимуляцию при костном проведении с источником звука, располагаемым на уровне сосцевидного отростка или лба, применяют для непосредственной стимуляции мешочка через костную ткань, минуя наружное и среднее ухо [14]. Данная техника полезна при наличии у пациента тугоухости кондуктивного характера.

Запись осуществляют с ГКС мышцы, расположенной ипсилатерально к стимулируемому уху. Регистрирующий электрод предпочтительнее всего располагать на середине ГКС, а референтный — на середине ключицы. Электрод заземления можно располагать либо на лбу, либо на груди.

У здоровых пациентов в возрасте до 60 лет ВВМП можно получать билатерально. После 60 лет регистрируемые ответы ВВМП кардинально меняют свой характер. Не все лаборатории согласны с возможностью проводить исследования ВВМП у пожилых пациентов. Большинство новых публикаций указывает на то, что ВВМП могут не регистрироваться у значительного числа лиц пожилого возраста с отсутствующей симптоматикой [10, 15, 16], в то время как в одной из публикаций утверждают наличие возможности такой регистрации [17]. Таким образом, необходимо повышенное внимание при исследовании пациентов старше 60 лет. Обязательным для каждой лаборатории является получение собственных значений и наработка опыта при работе с данной возрастной группой, что во многом обуславливает необходимость проведения дальнейших исследований.

Клиническое применение

В целом ВВМП, как и все вызванные потенциалы, могут способствовать диагностике в случае неврологических и отоневрологических состояний:

- при демонстрации ненормального функционирования сенсорной сферы, когда данные истории болезни и/или неврологического или отоневрологического исследования являются противоречивыми;

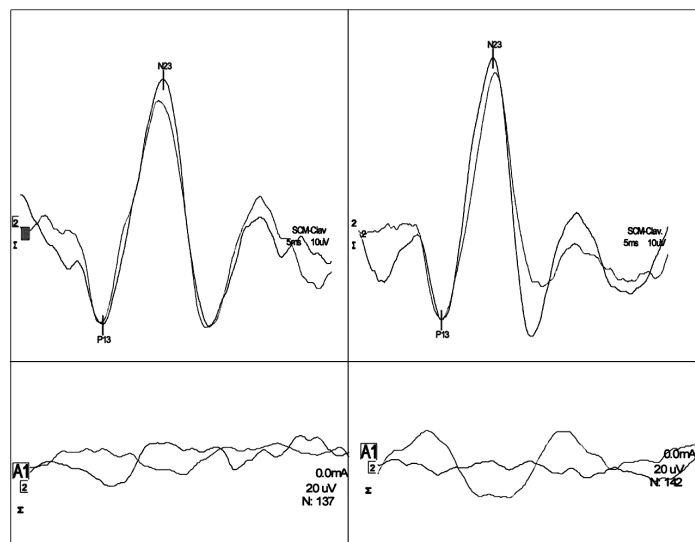


Рисунок. Примеры цервикальных вестибулярных вызванных миогенных потенциалов, полученных при исследовании физиологически здоровых добровольцев в лаборатории авторов.

Сверху — «необработанные» потенциалы, снизу — ЭМГ-сигналы, запись которых была произведена параллельно посредством тех же электродов; левая и правая половины рисунка — для левого и правого уха соответственно. Амплитуды «необработанных» ВВМП и средних ректифицированных ЭМГ-сигналов составляют: для левого уха — 165,5 мкВ (ВВМП) и 28,5 мкВ (ЭМГ), для правого уха — 180,5 мкВ (ВВМП) и 32 мкВ (ЭМГ), что в результате позволяет определить откорректированные амплитуды ВВМП на уровне 5,8 мкВ и 5,6 мкВ для левого и правого ушей соответственно. SCM-Clav — грудиноключично-сосцевидная мышца — ключица.

- при выявлении клинически непредполагаемой дисфункции сенсорной сферы, когда есть подозрение на демиелинизирующее заболевание и при наличии проявлений на уровне других отделов центральной нервной системы;
- в целях оказания помощи при определении анатомической протяженности патологического процесса;
- для объективного отслеживания изменений, происходящих у пациента с течением времени [18].

В отношении ВВМП была продемонстрирована эффективность в конкретных ситуациях при неврологических и отоневрологических дисфункциях. Регистрация ВВМП может быть полезна при оценке состояния пациентов с опухолями вестибулярного нерва в случаях, когда в распоряжении врача имеются только отличные от нормы результаты диагностического теста (сравнение с ответом на калорическую пробу и стволовые слуховые вызванные потенциалы) при преимущественном вовлечении нижнего вестибулярного нерва [11, 19, 20]. Были также установлены изменения ВВМП в значительном числе случаев доброкачественного пароксизмального головокружения у детей [21]. Регистрацию ВВМП можно применять для исключения периферической вестибулярной дисфункции при верификации изолированных МРТ-находок, являющихся единственным признаком болезни у пациента. Это полезно при обследовании пациентов при повторяющихся эпизодах головокружения с потерей равновесия, с выявляемым на МРТ переднеостровковым поражением [22].

ВВМП представляют собой ценный скрининг-тест в случае рассмотрения диагноза синдрома расщепленного верхнего канала, при котором пороговые значения, как правило, снижены на стороне поражения [23, 24]. Тем не менее следует иметь в виду, что причиной снижения порога ВВМП могут являться и другие состояния, отличные от вышеописанного синдрома [25], например хирургические свищи заднего полукружного канала [26], болезнь Меньера [27, 28], холестеатома полукружного канала с эрозией и фистуляцией [29], врожденная глухота [30], а также перилимфатический свищ [31].

При анализе пациентов с подозрением на болезнь Меньера значения ВВМП были изменены уже на ранних стадиях заболевания до появления нарушения ответа на калорические тесты [12]. ВВМП являются специфическими стимулами для раздражения мешочка, тогда как калорический тест специфичен для горизонтальных полукружных канальцев. Это подтверждают данные гистопатологических исследований, показавшие, что 100% «пораженных ушей» имеют эндолимфатическую водянку мешочка [32]. Таким образом, при помощи ВВМП становится возможным выявление отклонений на ранних стадиях болезни, что подтверждено обнаружением нарушения ответа на «асимптоматической» стороне у пациентов с болезнью Меньера с односторонним поражением [32].

В педиатрии методика тестирования с использованием ВВМП все еще находится на ранней стадии клинического применения, в мировой литературе встречается лишь несколько публикаций, посвященных этой теме. Результаты исследований у здоровых детей вариабельны и до сих пор не стандартизированы. Тем не менее получение собственных значений нормы крайне важно для любой лаборатории, стремящейся применять методику регистрации ВВМП для обследования своих пациентов. Нарушение слуха часто сопровождается нарушениями равновесия и ориентации, хотя последнюю функцию редко оценивают у грудных детей и детей младшего возраста [33]. ВВМП могут служить важным инструментом для оценки вестибулярной функции у младенцев и маленьких детей, которые имеют ограниченные возможности для вербального контакта, что заметно затрудняет применение стандартных тестов.

Заключение

Вестибулярные вызванные миогенные потенциалы — простой в применении способ оценки, показавший важность своего клинического применения в дифференциальной диагностике и оценке последующего развития многих неврологических и отоневрологических патологических состояний. На момент написания данной статьи при участии нашей лаборатории проводят подготовку документов, в которых будут изложены минимальные требования, необходимые для проведения исследования вестибулярных вызванных миогенных потенциалов. Это позволит сопоставить результаты, полученные в различных лабораториях.

Перевод В.Е.Хомутова^{1,2}, Р.А.Магомедова²; под редакцией проф. А.Б.Гехт^{1,2,3} (¹Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И.Пирогова г. Москвы; ²Городская клиническая больница № 12 г. Москвы; ³Специализированная клиническая (психоневрологическая) больница № 8 г. Москвы).

Литература

1. Békésy G.V. Über akustische Reizung des Vestibularapparates // Pflügers Arch Gesamte Physiol Menschen Tiere. 1935. №236. P.59–76.
2. Colebatch J.G., Halmagyi G.M. Vestibular evoked potentials in human neck muscles before and after unilateral vestibular deafferentation // Neurology. 1992. №42. P.1635–1636.
3. Halmagyi G.M. Vestibular evoked myogenic potentials — We live in interesting times. Clin Neurophysiol. 2010. №121. P.631–633.
4. Ferber-Viart C., Duclaux R., Colleaux B., Dubreuil C. Myogenic vestibular-evoked potentials in normal subjects: A comparison between responses obtained from sternomastoid and trapezius muscles // Acta Otolaryngol (Stockh). 1997. №117. P.472–481.
5. Welgampola M.S. Evoked potential testing in neuro-otology // Curr. Opin. Neurol. 2008. №21. P.29–35.
6. Govender S., Rosengren S.M., Colebatch J.G. Vestibular neuritis has selective effects on air- and bone-conducted cervical and ocular vestibular evoked myogenic potentials // Clin Neurophysiol. 2011. №122. P.1246–1255.

7. Welgampola M.S., Colebatch J.G. Vestibulospinal reflexes: quantitative effects of sensory feedback and postural task // *Exp Brain Res.* 2001. №139. P.345–353.
8. Karino S., Ito K., Ochiai A., Murofushi T. Independent effects of simultaneous inputs from the saccule and lateral semicircular canal. Evaluation using VEMPs // *Clin Neurophysiol.* 2005. №116. P.1707–1715.
9. Papathanasiou E., Piperidou C., Papacostas S. Vestibular evoked potentials // *Adv Clin Neurosci Rehabil.* 2004. №14. P.283–299.
10. Welgampola M.S., Colebatch J.G. Vestibulocollic reflexes: normal values and the effect of age // *Clin Neurophysiol.* 2001. №112. P.1971–1979.
11. Murofushi T., Matsuzaki M., Mizuno M. Vestibular evoked myogenic potentials in patients with acoustic neuromas // *Arch. Otolaryngol. Head Neck Surg.* 1998. №124. P.509–512.
12. Murofushi T., Nakahara H., Yoshimura E., Tsuda Y. Association of air-conducted sound oVEMP findings with cVEMP and caloric test findings in patients with unilateral peripheral vestibular disorders // *Acta Otolaryngol.* 2011. №131. P.945–950.
13. Welgampola M.S., Colebatch J.G. Characteristics of tone burst-evoked myogenic potentials in sternocleidomastoid muscles // *Otol. Neurotol.* 2001. №22. P.796–802.
14. Sheykhholesami K., Murofushi T., Kermany M.H., Kaga K. Bone-conducted evoked myogenic potentials from the sternocleidomastoid muscle // *Acta Otolaryngol.* 2000. №120. P.731–734.
15. Su H.-C., Huang T.-W., Yound Y.-H., Cheng P.-W. Aging effect on vestibular evoked myogenic potential // *Otol. Neurotol.* 2004. №25. P.977–980.
16. Akin F.W., Murnane O.D., Tampas J.W., Clinard C.G. The effect of age on the vestibular evoked myogenic potential and sternocleidomastoid muscle tonic electromyogram level // *Ear Hear.* 2011. №32. P.617–622.
17. Lee S.K., Cha C.I., Jung T.S. et al. Age-related differences in parameters of vestibular evoked myogenic potentials // *Acta Otolaryngol.* 2008. №128. P.66–72.
18. Chiappa K.H. Principles of evoked potentials // *Evoked potentials in clinical medicine* / Ed. by K.H.Chiappa. Philadelphia: Lippincott-Raven Publishers, 1997. P.1–30.
19. Matsuzaki M., Murofushi T., Mizuno M. Vestibular evoked myogenic potentials in acoustic tumor patients with normal auditory brainstem responses // *Eur Arch Otorhinolaryngol.* 1999. №256. P.1–4.
20. Colebatch J.G. Vestibular evoked potentials // *Curr. Opin. Neurol.* 2001. №14. P.21–26.
21. Chang C.-H., Young Y.-H. Caloric and vestibular evoked myogenic potential tests in evaluating children with benign paroxysmal vertigo // *Int. J. Pediatr. Otorhinolaryngol.* 2007. №71. P.495–499.
22. Papathanasiou E.S., Papacostas S.S., Charalambous M. et al. Vertigo and imbalance caused by a small lesion in the anterior insula // *Electromyogr Clin Neurophysiol.* 2006. №46. P.185–192.
23. Minor L.B., Solomon D., Zinreich J.S., Zee D.S. Sound- and/or pressure-induced vertigo due to bone dehiscence of the superior semicircular canal // *Arch. Otolaryngol. Head Neck Surg.* 1998. №124. P.249–258.
24. Brandt T., Strupp M. Clicking the eye muscles? The diagnostic value of sound-evoked vestibular reflexes // *Neurology.* 2010. №75. P.848–849.
25. Streubel S.-O., Cremer P.D., Cqrey J.P. et al. Vestibular-evoked myogenic potentials in the diagnosis of superior canal dehiscence syndrome // *Acta Otolaryngol.* 2001. №545. P.41–49.
26. Cremer P.D., Migliaccio A.A., Pohl D.V. et al. Posterior semicircular canal nystagmus is conjugate and its axis is parallel to that of the canal // *Neurology.* 2000. №54. P.2016–2020.
27. Kacker S.K., Hinchcliffe R. Unusual Tullio phenomena // *J Laryngol Otol.* 1970. №84. P.155–166.
28. Nadol J.B. Positive Hennebert's sign in Meniere's disease // *Arch. Otolaryngol. Head Neck Surg.* 1977. №103. P.524–530.
29. Yagi T., Kamura E., Shitara A. Three-dimensional analysis of pressure nystagmus in labyrinth fistulae // *Acta Otolaryngol. (Stockh).* 1999. №119. P.150–153.
30. Kwee H.L. The occurrence of the Tullio phenomenon in congenitally deaf children // *J Laryngol Otol.* 1976. №90. P.501–507.
31. Fox E.J., Balkany T.J., Arenberg I.K. The Tullio phenomenon and perilymph fistula // *Otolaryngol Head Neck Surg.* 1988. №98. P.88–89.
32. Lin M.Y., Timmer F.C.A., Oriel B.S. et al. Vestibular evoked myogenic potentials (VEMP) can detect asymptomatic saccular hydrops // *Laryngoscope.* 2006. №116. P.987–992.
33. Sheykhholesami K., Kaga K., Megerian C.A., Arnold J.E. Vestibular-evoked myogenic potentials in infancy and early childhood // *Laryngoscope.* 2005. №115. P.1440–1444.

Информация об авторе:

Dr. Papacostas Savvas S., MD, FAAN, Head of department, director of the Neurophysiology Laboratory, Clinical Sciences, The Cyprus Institute of Neurology and Genetics, Nicosia, Cyprus

Address: PO Box 234626, International Airport Avenue, Nicosia 1683, Cyprus

Tel: (357-22) 358-600; Fax: (357-22) 358-238

E-mail: neurophy@cing.ac.cy

ИЗ ЖИЗНИ УНИВЕРСИТЕТА

Победители конкурса РНИМУ им. Н.И.Пирогова на лучшие научно-исследовательские работы

Начало на стр. 24

III премия:

коллектив авторов:

Барт Борис Яковлевич, заведующий кафедрой поликлинической терапии №1 лечебного факультета ГБОУ ВПО РНИМУ им. Н.И. Пирогова;

Ларина Вера Николаевна, доцент кафедры поликлинической терапии №1 лечебного факультета ГБОУ ВПО РНИМУ им. Н.И. Пирогова;

Кульбачинская Ольга Михайловна, старший лаборант кафедры поликлинической терапии №1 лечебного факультета ГБОУ ВПО РНИМУ им. Н.И. Пирогова — за цикл научных работ «Оптимизация диагностики и тактики ведения при хронической сердечной недостаточности у больных пожилого возраста в поликлинических условиях»;

коллектив авторов:

Чугунова Ольга Леонидовна, профессор кафедры госпитальной педиатрии педиатрического факультета ГБОУ ВПО РНИМУ им. Н.И. Пирогова;

Шумихина Марина Владимировна, ассистент кафедры госпитальной педиатрии педиатрического факультета ГБОУ ВПО РНИМУ им. Н.И. Пирогова — за цикл работ «Инфаркт почки у детей с наследственной тромбофилией»;

коллектив авторов:

Поляев Юрий Александрович, заведующий отделом высокотехнологичных методов в хирургии детского возраста НИИ хирургической патологии и критических состояний детского возраста ГБОУ ВПО РНИМУ им. Н.И. Пирогова;

Гераськин Алексей Вячеславович, заведующий кафедрой детской хирургии педиатрического факультета ГБОУ ВПО РНИМУ им. Н.И. Пирогова;

Гарбузов Роман Вячеславович, научный сотрудник отдела высокотехнологичных методов в хирургии детского возраста НИИ хирургической патологии и критических состояний детского возраста ГБОУ ВПО РНИМУ им. Н.И. Пирогова — за цикл работ «Гемодинамические нарушения в тестикулярном венозном бассейне у детей. Диагностика и методы эндоваскулярной коррекции».

См. продолжение на стр. 71