

УДК 612.822.81

ИНФОРМАЦИОННАЯ ЦЕННОСТЬ НЕЙРОФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ МЕТОДОВ В ИЗУЧЕНИИ ПРОВОДЯЩИХ ПУТЕЙ И ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ГОЛОВНОГО МОЗГА У ШАХТЕРОВ

¹Макогон И.С., ²Борзунова Ю.М., ¹Гоголева О.И., ¹Гусельников С.Р.

¹ГОУ ВПО «Уральская государственная медицинская академия» Минздрава;

²ФБУН ЕМНЦ ПОЗРПП Роспотребнадзора, Екатеринбург, e-mail: irina.s.makogon@yandex.ru

Проведен анализ показателей вызванных потенциалов (соматосенсорных, когнитивных) и электроэнцефалографии у горнорабочих виброопасных профессий (168 человек) и у рабочих (130 человек), не контактирующих с вибрацией и шумом, работающих в ОАО «Североуральский бокситовый рудник». С учетом полученных данных проведена оценка общего функционального состояния головного мозга, определен уровень и степени выраженности нарушений проводящей системы методом исследования ВП и ЭЭГ у шахтеров. Выявлено нарушение проведения импульса по афферентным проводящим путям, рассогласование регуляторных механизмов центрального и периферического уровня, а также замедление нейродинамических процессов с признаками лобно-подкорковой недостаточности у горнорабочих виброопасных профессий. При исследовании латентного периода P300 отмечена тенденция к увеличению исходной латентности и уменьшению амплитуды. Относительное возрастание альфа-активности на ЭЭГ может рассматриваться как компенсаторное напряжение церебральных энергетических ресурсов, играющих защитную роль у шахтеров.

Ключевые слова: соматосенсорные вызванные потенциалы, когнитивные вызванные потенциалы, горнорабочие виброопасных профессий, электроэнцефалография

INFORMATION VALUE OF NEUROPHYSIOLOGICAL METHODS IN STUDYING OF CARRYING-OUT WAYS AND THE FUNCTIONAL CONDITION OF THE BRAIN AT MINERS

¹Makogon I.S., ²Borzunova Y.M., ¹Gogoleva O.I., ¹Guselnikov S.R.

¹Ural State Medical Academy of Ministry of Health;

²FBUN EMNC Rospotrebnadzora, Yekaterinburg, e-mail: irina.s.makogon@yandex.ru

The analysis of indicators of the caused potentials (somatosensory, cognitive) and elektroentsefalografiya at miners of vibroопасny professions (168 people) and at workers (130 people) not contacting to vibration and noise, JSC Severouralsky boksitovy rudnik is carried out. Taking into account the received data it is carried out to an assessment of the general functional condition of a brain, it is defined уровень and degrees of expressiveness of violations of carrying-out system by a research VP and EEG method at miners. Violation of carrying out an impulse on afferentny carrying-out ways, a mismatch of regulatory mechanisms of the central and peripheral level, and also delay of neurodynamic processes with signs of frontal and subcrustal insufficiency at miners of vibroопасny professions is revealed. At research of latent period P300 the tendency to increase in an initial latentnost and amplitude reduction is noted. Relative increase of alpha activity on EEG can be considered as kompensatorny tension of the cerebral energy resources playing a protective role at miners.

Keywords: the somatosensory caused potentials, the cognitive caused potentials, miners of vibroопасny professions, elektroentsefalografiya

Среди рабочих промышленных предприятий приоритетными по-прежнему остаются заболевания, обусловленные воздействием физических факторов (42,6%), среди которых наиболее часто встречается вибрационная болезнь (ВБ) [8]. Горнорабочие виброопасных профессий подвергаются комплексному воздействию неблагоприятных факторов производственной среды, таких как шум, вибрация, неблагоприятный микроклимат, тяжесть и напряженность трудового процесса, эмоциональное перенапряжение. Все вышеперечисленное относит труд шахтера к категории тяжелого (3 класс 2 ст.).

Сочетание шума и вибрации дает неблагоприятный эффект в 2,5 раза чаще, чем один шум и одна вибрация [5, 6]. Значительное физическое напряжение верхнего плечевого пояса, неблагоприятный микро-

климат способствуют формированию вертебро-базиллярной недостаточности на фоне дегенеративно-дистрофических изменений шейного отдела позвоночника [2, 4]. У полновыны стажированных горнорабочих отмечаются функциональные нарушения центральной нервной системы [2, 7]. Клинический аспект церебральных нарушений, ассоциированных с ВБ, существенно влияющих на течение основного заболевания, изучен недостаточно. Это диктует необходимость углубленного исследования центрального уровня, включая когнитивные функции, а также сегментарного, включая нижние отделы ствола мозга.

Многообразие клинических проявлений, в том числе периферического и центрального отдела нервной системы при ВБ, требуют использования новых подходов к диагностике [8, 9]. Изучение вызванных

потенциалов (ВП) при ВБ немногочисленны, поэтому остается актуальным выявление новых патогенетических механизмов в развитии ВБ, в том числе патологического влияния вибрации на центральные механизмы регуляции [9]. Объективное тестирование сенсорных функций (соматосенсорные ВП) и когнитивных функций (когнитивные ВП) необходимо для получения более точных сведений о локализации и степени выраженности патологического процесса, для изучения состояния проводящих путей [1, 9]. Оценка общего функционального состояния головного мозга с учетом индивидуальных особенностей конкретного пациента, а также выявление нарушений в его работе осуществляется путем регистрации электрической активности головного мозга – электроэнцефалографией [1].

ВП являются методом регистрации биоэлектрической активности головного мозга в ответ на стимуляцию и позволяют выявить субклиническое замедление проведения импульса, указывающее на поражение данной проводящей системы. Изучение показателей вызванной активности служит адекватным и вместе с тем методически доступным в клинических условиях тестом, характеризующим интегративный ответ нервной системы на ноцицептивную афферентацию. В настоящее время исследование когнитивных вызванных потенциалов (КВП) – методика Р300 получает всё большее распространение в клинической практике, в том числе при оценке доклинической стадии когнитивных нарушений [9]. Анализ параметров потенциала Р300 используют при различных заболеваниях нервной системы, что позволяет объективно оценить возможные нарушения в когнитивной сфере. Изучение соматосенсорных вызванных потенциалов (ССВП) позволяет фиксировать изменения латентности основных пиков и интервалов. Так, нарастание латентности пика N13 говорит о признаках дисфункции на уровне шейного утолщения спинного мозга. Увеличение интервала N9-N13, определяет нарушенное проведение в сегменте «плечевое сплетение – нижние отделы ствола мозга». Интервал N11-N13 отражает время проведения на уровне шейного отдела спинного мозга. Длительность интервала N13-N20 (время центрального проведения) характеризует состояние надсегментарного уровня.

Оценка ЭЭГ в организации интегративной деятельности мозга способствует пониманию механизмов заболевания и патологических состояний, сопровождающихся нестабильностью вегетативных реакций [1, 4].

Очевидна объективная необходимость широкого использования нейрофизиологических методов для углубленного обследования данной категории пациентов.

Цель: анализ общего функционального состояния головного мозга, определение уровня и степени выраженности нарушений проводящей системы методом исследования ВП и ЭЭГ у горнорабочих виброопасных профессий.

Материалы и методы исследования

В клинике Федерального бюджетного учреждения науки «Екатеринбургский медицинский научный центр профилактики и охраны здоровья рабочих промышленных предприятий» Роспотребнадзора было обследовано 168 горнорабочих предприятия ОАО «СУБР» г. Североуральска, средний возраст $51,0 \pm 3,8$ года, средний стаж работы $22,5 \pm 4,3$ года, контактирующих в процессе своей трудовой деятельности с локальной вибрацией, превышающей ПДУ на 6 дБ, шума – на 18–23 дБ и неблагоприятного микроклимата (температура в подземных выработках от +6 до +12°C, при ПДУ +16°C). Труд проходчиков и горнорабочих очистных забоев по тяжести трудового процесса и эмоциональной нагрузке относится к категории тяжелого. Контрольную группу составили лица, не работающие в контакте с вибрацией и шумом, сопоставимые по возрасту и стажу (130 чел.).

Изучение сенсорных функций на сегментарном и надсегментарном уровне проводилось с использованием соматосенсорных вызванных потенциалов (ССВП), анализ когнитивных процессов – с использованием методики эндогенных вызванных потенциалов – Р300 – на аппарате «Нейро-МВП» фирмы «Нейрософт» (г. Иваново). Поскольку соматосенсорная область мозга, особенно верхних конечностей, является одной из наиболее значимых и обширных функциональных зон, исследование ССВП проводилось со стимуляцией срединного нерва в области запястья. Регистрация осуществлялась с точки Эрба, с шейного отдела спинного мозга (остистый отросток – CVII) и со скальпа. Стимул электрического тока длительностью 0,2 мс; сила тока 8–11 мА, количество усреднений 700–1000, эпоха анализа 50–70 мс. При проведении ССВП анализировались основные компоненты и интервалы, характеризующие проведение импульса на определенных участках.

Методика исследования когнитивных вызванных потенциалов (КВП) основывалась на подаче в случайной последовательности серии двух стимулов, как незначимых, так и значимых, не резко отличающихся по параметрам друг от друга, на которые больной должен был реагировать нажатием соответствующей кнопки. Следствием процесса распознавания и запоминания является возникновение эндогенной волны, или, точнее, комплекса в области 300 мс. Определялись следующие параметры Р300: латентный период (ЛП, мс) и амплитуда (А, мкВ).

У всех пациентов была проведена многоканальная запись ЭЭГ. Ее осуществляли по стандартной методике с визуальной оценкой данных и их компьютерной обработкой на электроэнцефалографе-анализаторе ЭЭГА-21/26 «Энцефалан-131-03» (Россия). Определяли средние частоты (в герцах) и спектраль-

ные мощности (альфа-, бета-, тета- и дельта-ритмов в лобных, теменных, височных, затылочных областях обоих полушарий головного мозга (в мкВ в квадрате на 1 Гц)). Анализировали суммарную мощность спектра ЭЭГ в абсолютных цифрах и выраженность отдельных частотных компонентов в процентах от суммарной мощности спектра.

Для статистической обработки данных применяли компьютерную программу «Statistica 6,0» компании «StatSoft». Существенными считали различия при $p < 0,05$.

Результаты исследования и их обсуждение

Помимо характерных для клинической картины ВБ жалоб, предъявляемых пациентами основной группы на зябкость, онемение, приступы «побеления» пальцев рук, судорожные стягивания и снижение силы в кистях, больших беспокоили головная боль (60%), общая слабость (68%), раздражительность (56%), подавленность (40%), головокружение несистемного характера (51%), снижение памяти (70%), внимания (65%) и нарушение сна (65%). Эти явления сопровождалось легкими объективными неврологическими расстройствами. Так, при неврологическом осмотре симптомы орального автоматизма были выявлены у 59%, ослабление конвергенции – у 65%, сглаженность носогубных складок – 57%, тремор век – у 43% и дискоординаторные нарушения – у 40%. У пациентов контрольной группы жалобы практически отсутствовали, а неврологическая симптоматика бала выражена изолированными признаками.

При исследовании ССВП компоненты N13 и N20 были достоверно увеличены в группе горнорабочих, что свидетельствует о нарушении постсинаптической активации задних столбов спинного мозга и первичной корковой активации соматосенсорной зоны коры головного мозга ($p < 0,05$). Латентность пика N13 в группе сравнения была $12,4 \pm 0,1$ против $13,5 \pm 0,05$ мс в группе горнорабочих, а интервалов N9-N13 – $3,38 \pm 0,07$ и N11-N13 – $1,7 \pm 0,1$ мс, против $4,0 \pm 0,2$ и $2,0 \pm 0,1$ мс соответственно ($p < 0,05$), что свидетельствует о нарушении проведения импульса на уровне нижних отделов ствола мозга.

Длительность интервала N13-N20, еще обозначаемого как время центрального проведения и характеризующего состояние надсегментарного отдела, достоверно не отличалась от показателей здоровых лиц, однако при индивидуальном анализе было отмечено, что у половины обследованных горнорабочих длительность этого интервала превышала значения нормы. Достоверное увеличение ($p < 0,05$) межпикового интервала N9-N20 свидетельствовало о замедлении проведения на уровне «плечевое сплетение – корковые отделы» проекции соматосенсорной зоны головного мозга.

Показатель амплитуды P300 КВП был ниже у рабочих виброопасных профессий по сравнению с группой контроля. Достоверное увеличение латентного периода P300 в группе горнорабочих свидетельствовало о наличии когнитивных нарушений у обследованных (табл. 1).

Таблица 1

Сводная таблица показателей ССВП и КВП (M ± m)

Показатели	Горнорабочие (n = 168)	Контроль (n = 130)
пик N9 ССВП, мс	$10,0 \pm 0,19^*$	$8,60 \pm 0,08$
пик N13 ССВП, мс	$14,4 \pm 0,13^{**}$	$12,1 \pm 0,05$
пик N20 ССВП, мс	$20,2 \pm 0,26^*$	$18,0 \pm 0,33$
инт. N9-N13 ССВП, мс	$4,00 \pm 0,10^*$	$3,60 \pm 0,11$
инт. N9-N20 ССВП, мс	$9,80 \pm 0,25^*$	$9,40 \pm 0,03$
инт. N13-N20 ССВП, мс	$5,91 \pm 0,10$	$5,90 \pm 0,03$
ЛП P300, ЛП, КВП, мс	$380,0 \pm 10,0^*$	$351,0 \pm 5,0$
Ам P300, Ам, КВП, мкВ	$5,90 \pm 0,41$	$7,80 \pm 0,91$

Примечание. * при $p < 0,05$, ** при $p < 0,01$.

Параметры КВП отражают самые незначительные отклонения в функционировании различных образований головного мозга, принимающих участие в формирование когнитивного потенциала. При исследовании латентного периода P₃₀₀ отмечена тенденция к увеличению исходной латентности до $385,0 \pm 11,5$; против группы сравне-

ния – $355,0 \pm 10,4$ мс. Показатель амплитуды P₃₀₀ был достоверно снижен в группе горнорабочих виброопасных профессий – $3,5 \pm 0,5$ против $6,2 \pm 0,9$ мкВ у группы сравнения ($p < 0,05$).

Следует отметить, что образовательный уровень, негативизм и недоверие пациентов не имеют значения при исследовании ВП.

В процессе диагностики при помощи психометрических шкал данное обстоятельство приходится принимать во внимание. Исследование ВП является важным дополнительным инструментальным методом диагностики когнитивного дефицита и синдрома разобщения функциональных связей коры и подкорковых структур головного мозга.

При визуальном анализе фоновой ЭЭГ у 86% пациентов основной группы были выявлены легкие и умеренные диффузные неспецифические изменения биоэлектрической активности мозга. Отмечалась дезорганизация альфа-ритма, сглаженность зональных различий, появление вместо регулярной доминирующей активности полиритмичной полиморфной активности, возрастание бета-активности различной частоты, появление групповых всплеск низкочастотного бета-ритма, увеличение медленноволновой активности в виде одиночных и групповых дельта- и тета-волн, распространяющихся по коре. Наличие фокуса медленноволновой активности было зарегистрировано у 38% пациентов основной группы. Анализ средне- и высокоам-

плитудных ЭЭГ показал, что возрастание суммарной мощности ЭЭГ у лиц горнорабочих сопровождался ростом относительной мощности биоэлектрической активности в альфа-диапазоне частот. Так, среднее значение относительной мощности спектра альфа-активности у больных со средне- и высокоамплитудными ЭЭГ в I группе было достоверно выше, чем в группе сравнения ($p < 0,01$). В то время как относительная мощность других ритмов ЭЭГ не имела статистически значимых межгрупповых различий (табл. 2).

Увеличение дисперсии показателей спектральной мощности ЭЭГ у пациентов первой группы может свидетельствовать о том, что при хроническом эмоциональном напряжении происходят разнонаправленные изменения: в одних случаях снижение общего энергетического уровня биоэлектрической активности мозга, в других – его повышение. При этом относительное возрастание альфа-активности может быть проявлением общей тенденции к замедлению ЭЭГ, в условиях напряжения церебральных энергетических ресурсов играющей защитную роль.

Таблица 2

Относительная мощность основных частотных диапазонов спектра средне- и высокоамплитудных ЭЭГ у пациентов (в %; $M \pm m$)

Группа	Альфа-активность	Бета-активность	Тета-активность	Дельта-активность
I ($n = 168$)	47,9 ± 4,4*	19,4 ± 1,9	35,7 ± 3,6	15,3 ± 1,6
II ($n = 130$)	26,7 ± 2,4	16,7 ± 1,7	26,7 ± 2,5	10,0 ± 1,2

Примечание. * при $p < 0,01$.

Выводы

1. Полученные результаты свидетельствуют о замедлении проведения импульса по афферентным проводящим путям, раскоординации регуляторных механизмов центрального и периферического уровня, а также замедлении нейродинамических процессов с признаками лобно-подкорковой недостаточности. ВП являются информативным методом ранней диагностики сенсорных и когнитивных нарушений, использование которых можно рекомендовать в комплексном обследовании рабочих виброопасных профессий, так как позволяет выявить субклиническое замедление проведения афферентной волны возбуждения в проводящей системе.

2. Относительное возрастание альфа-активности на ЭЭГ может рассматриваться как компенсаторное напряжение церебральных энергетических ресурсов, играющей защитную роль. Отражение в показателях ЭЭГ дезорганизации основных ритмов с относительным возрастанием альфа-ак-

тивности может быть проявлением общей тенденции к замедлению ЭЭГ, в условиях напряжения церебральных энергетических ресурсов играющих защитную роль у шахтеров.

3. Очевидна объективная необходимость широкого использования нейрофизиологических методов для углубленного обследования данной категории пациентов.

Список литературы

1. Гнездицкий В.В. Обратная задача ЭЭГ и клиническая электроэнцефалография. Таганрог: Изд-во ТРТУ. – 2000. – 640 с.
2. Зарубин А.В., Шварцман Г.И. Вопросы реабилитации вертебробазиллярных нарушений при некоторых формах профессиональных заболеваний. Актуальные вопросы реабилитации и эрготерапии: Сборник материалов второй международной конференции по реабилитации и эрготерапии. – СПб.: СПбГМА им. И.И. Мечникова, 2003. – С. 10.
3. Зарубин А.В. Роль профилактики в виброопасных профессиях. Проблемы охраны здоровья населения и окружающей среды: Сборник научных трудов. – СПб.: СПбГМА им. И.И. Мечникова, 2002. – С. 96.
4. Зенков Л.Р., Ронкин М.А., Функциональная диагностика нервных болезней. – М.: Медицина, 2004. – 111 с.

5. Картапольцева Н.В. Характеристика длиннолатентных слуховых вызванных потенциалов при воздействии производственной локальной вибрации и шума на организм работающих // Медицина труда и пром. Экология. – 2009. – № 1. – С. 15–18.

6. Косарев В.В., Бабанов С.А. Профессиональные болезни. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2010. – 368 с.

7. Особенности биоэлектрической активности мозга при воздействии на организм вибрации / О.Л. Лахман, Е.В. Катаманова, Н.В. Картапольцева, Н.Г. Судакова, Д.Ж. Нурбаева // Медицина труда и промышленная экология. – 2010. – № 7. – С. 6–9.

8. Мякотных В.С., Матвейчук Н.В., Таланкина Н.З. Вызванные потенциалы мозга в ранней диагностике когнитивных нарушений у пожилых пациентов с сердечно-сосудистой патологией // Успехи геронтологии. – 2008. – Т. 21, № 2. – С. 314–317.

9. Диагностика степени выраженности вибрационной болезни с помощью вызванных потенциалов мозга: пособие для врачей / В.С. Рукавишников и др. – Ангарск, 2008 – 44 с.

4. Zenkov L.P., Ronkin M.A. Funktsionalnaya diagnostika nervnykh boleznei [Functional diagnostics of nervous diseases]. Moscow, MEDITSINA Publ., 2004, 111 p.

5. Kartapoltseva N.V. Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya. 2009, no 1, pp. 15–18.

6. Kosarev V.V., Babanov S.A. Professionalnye bolezni [Occupational diseases]. Moscow, 2010. 368 p.

7. Lakhman O.L., Katamanova E.V., Kartapoltseva N.V., Sudaikova N.G., Nurbaeva D.ZH. Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya. 2010, no. 7, pp. 6–9.

8. Myakotnykh V.S., Matveichuk N.V., Talankina N.S., Uspekhi gerontologii. Kn 21, no 2: vyzvannye potentsialy mozga v rannei diagnostike kognitivnykh narushenii u pozhylykh pacientov s serdechno-sosudistoi patologiei (The success of gerontology, Vol. 21, no. 2: Evoked potentials of the brain in the early diagnosis of cognitive impairment in elderly patients with cardio-vascular pathology), 2008, pp. 314–317.

9. Rukavishnikov V.S. Diagnostika stepeni verazhennosti vibratsionnoi bolezni s pomoschyu vyzvannykh potentsialov mozga [Diagnosis of the degree of intensity of vibration disease with the help of the induced brain potentials]. Angarsk, 2008, 44 p.

References

1. Gnezditskii V.V. Obratnaya zadacha EEG i klinicheskaya elektroentsefalografiya [The inverse problem of EEG and clinical electroencephalography]. Taganrog, Taganrogskaa Gos. Radiotekhnicheskii Univ. Publ, 2000, 640 p.

2. Zarubin A.V., Shvartsman G.I. Trudy 2 Mezhdunarodnoy Konferentsii po reabilitatsii i ergoterapii «aktualnye voprosy reabilitatsii i ergoterapii» (Proc. 2th Int. Conf. «Topical issues of rehabilitation and ergotherapy»). St. Petersburg, 2003, p. 10

3. Zarubin A.V., Rol profilaktiki v vibroopasnykh professiyakh: Problemy okhrany zdorovya naseleniya i okruzhayu shei sredy (The role of the prevention of occupational exposure vibration: the Problems of protection of health of population and environment), St. Petersburg, Sankt Peterburgskaya Med, Akademiya. Im. I.I. Mechnikova, 2002.

Рецензенты:

Липатов Г.Я., д.м.н., профессор, заведующий кафедрой гигиены и профессиональных болезней, ГБОУ ВПО УГМА Минздравсоцразвития, г. Екатеринбург;

Будкарь Г.Н., д.м.н., профессор, ведущий научный сотрудник, ФБУН «Екатеринбургский медицинский научный центр профилактики и охраны здоровья рабочих промышленных предприятий» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, г. Екатеринбург.

Работа поступила в редакцию 03.10.2012.