Нейрофизиологическая оценка афферентно-эфферентного взаимодействия в тригемино-цервикальной системе при вторичных головных болях

Е.А. КУЗНЕЦОВА*, Э.З. ЯКУПОВ

Neurophysiological assessment of afferent-efferent interaction in the trigeminal-cervical system in patients with secondary headaches

E.A. KUZNETSOVA, E.Z. YAKUPOV

Кафедра неврологии, нейрохирургии и медицинской генетики Казанского государственного медицинского университета

Проведена нейрофизиологическая оценка функционального состояния тригемино-цервикальной системы и изучены особенности афферентно-эфферентного взаимодействия при наиболее частых вариантах вторичных головных болей: хронических посттравматических, цервикогенных, сосудистого характера, болевой дисфункции височно-нижнечелюстного сустава. По результатам проведенных нейрофизиологических исследований (соматосенсорные, тригеминальные вызванные потенциалы, мигательный рефлекс, стимуляционная электромиография жевательных мышц) установлено, что при вторичных головных болях функциональное состояние тригеминальной системы изменяется менее значительно, чем при первичных. При большинстве вторичных ГБ активность тригеминальной системы и жевательной мускулатуры определяется функциональным состоянием спинально-стволовых структур.

Ключевые слова: *тригемино-цервикальная система, соматосенсорные вызванные потенциалы, тригеминальные вызванные потенциалы, мигательный рефлекс, стимуляционная электромиография жевательных мышц, хронические головные боли, посттравматические головные боли, цервикогенная головная боль, сосудистая головная боль, болевая дисфункция височно-нижнечелюстного сустава.*

We carried out the neurophysiological assessment of functional state of the trigeminal-cervical system and studied peculiarities of afferent-efferent interaction in patients with the most frequent variants of secondary headaches: chronic posttraumatic headaches, cervicogenic headaches, vascular headaches and painful dysfunction of temporomandibular articulation. According to the results of neurophysiological studies (somatosensory, trigeminal evoked potentials, blink reflex and stimulation EMG of masticatory muscles), the functional activity of the trigeminal system in patients with secondary headaches changes less significantly compared to patients with primary headaches. In most secondary headaches, the reflex activity of the trigeminal system and the EMG activity of masticatory muscles are determined by the functional state of spinal and brainstem structures.

Key words: *trigeminal-cervical system, somatosensory evoked potentials, trigeminal evoked potentials, blink reflex, stimulation electromyography of masticatory muscles, chronic headache, posttraumatic headache, cervicogenic headache, vascular headache, painful dysfunction of temporomandibular articulation.*

Основная афферентная система головы, воспринимающая ноцицептивную импульсацию от различных структур краниофациальной области — тригеминоваскулярная, функциональное состояние которой является определяющим при хронизации головной боли (ГБ) [7, 9, 15]. Результаты работ разных авторов [6, 8, 13, 16, 17] свидетельствуют о повышении рефлекторной активности тригеминальной системы при первичных головных болях (ГБ). Установлено, что в основе патогенеза хронической ГБ напряжения лежит феномен центральной сенситизации на уровне ядер тройничного нерва и задних рогов шейного отдела спинного мозга, объединяемых в тригемино-цервикальный комплекс [6, 7, 16]. Гиперактивность тригеминальной ноцицептивной системы выявляется также при мигрени и кластерной ГБ не только во время приступа боли, но и в межприступном периоде [17, 19, 20, 23, 24].

Большинство нейрофизиологических исследований, проведенных в данной области разными авторами, посвящены изучению первичных ГБ, в то время как роль и функциональное состояние тригеминальной системы при вторичных ГБ остаются недостаточно изученными [2, 11, 19, 21].

Цель данного исследования — нейрофизиологическая оценка функционального состояния тригеминоцервикальной системы и изучение особенностей афферентно-эфферентного взаимодействия при различных вариантах вторичных ГБ.

© Е.А. Кузнецова, Э.З. Якупов, 2011

Zh Nevrol Psikhiatr Im SS Korsakova 2011;111:10:54

*e-mail: kkatrine@yandex.ru

Материал и методы

Были обследованы 45 пациентов с цервикогенными ГБ (средний возраст — 42,1±18,0 лет), 47 — с хронической посттравматической ГБ (45,2±22,5 года), 69 — с ГБ преимущественно сосудистого характера на фоне затруднения венозного оттока из полости черепа и умеренной внутричерепной гипертензии (64,9±8,9 года) и 10 — с болевой дисфункцией височно-нижнечелюстного сустава (54,0±12,6 года). В исследование были включены пациенты без неврологической симптоматики или с наличием микроочаговых знаков. Критериями исключения были хронические заболевания внутренних органов в стадии суб- или декомпенсации, опухоли головного и спинного мозга, перенесенные инсульты в анамнезе, психические заболевания. Контрольную группу составили 46 здоровых добровольцев в возрасте 14—62 лет.

Для оценки функционального состояния тригеминально-цервикальной системы проводили нейрофизиологические исследования, включавшие регистрацию коротколатентных соматосенсорных вызванных потенциалов (ССВП), тригеминальных вызванных потенциалов (ТВП), мигательного рефлекса (МР) и стимуляционную электромиографию (ЭМГ) жевательных мышц [4, 5, 10, 12, 14].

При исследовании ССВП проводили стимуляцию срединного нерва в области запястья с частотой стимуляции 5 Гц. Использовали 4-канальную запись с расположением активных электродов в точке Эрба на стороне стимуляции, на уровне остистого отростка VII шейного позвонка, на скальпе — в точках C3 и C4 в соответствии с международной схемой «10—20». Референтные электроды располагали в контралатеральной точке Эрба и точке Cz, заземляющий — Fpz. Интенсивность стимуляции — чуть выше двигательного порога большого пальца кисти. Число усреднений — 700. Эпоха анализа — 50 мс. Импеданс — не более 5 кОм [3—5]. Оценивали значения латентных периодов (ЛП) всех пиков ССВП, все межпиковые интервалы (МПИ), а также амплитуды P8-N9 и N20-P23.

При исследовании ТВП проводили стимуляцию симметрично в точках выхода II и III ветвей тройничного нерва с частотой 5 Гц. Использовали 2-канальную запись с расположением активных электродов в точках C3 и C4 международной схемы «10—20». Референтный электрод располагали в точке Cz, заземляющий — Fpz. Интенсивность стимуляции — чуть выше чувствительного порога, но не более 10 мА. Использовали прямоугольные импульсы длительностью 100 мкс. Число усреднений — 300. Эпоха анализа — 50 мс. Импеданс — не более 5 кОм [12]. Оценивали ЛП пиков N1, P1 и N2 при стимуляции II и III ветвей тройничного нерва с обеих сторон.

МР исследовали по стандартной методике. Проводили стимуляцию I ветви тройничного нерва в области *incisura supraorbitalis* одиночными прямоугольными стимулами длительностью 50 мкс и отведение с круговой мышцы глаза. Оценивались значения латентных периодов и длительности раннего и позднего компонентов при ипси- и контралатеральной регистрации.

При проведении ЭМГ жевательных мышц осуществляли стимуляцию в области *foramen mentale* одиночными прямоугольными стимулами длительностью 50 мкс и отведение с *m. masseter* и *m. temporalis* симметрично с обеих сторон. Оценивали латентный период, длительность, амплитуду и площадь М-ответа.

Статистическую обработку полученных данных проводили с помощью программы Microsoft Excel и статистической программы для определения достоверности различий средних величин. Для исследования корреляций исследуемых показателей использовали коэффициент корреляции Пирсона (r).

Результаты

Цервикогенная ГБ

При статистическом анализе показателей ССВП выявлено увеличение МПИ N9-N13 ($p<0,05$), N9-N11 ($p<0,001$) по сравнению с контрольной группой, т.е. замедление проведения соматосенсорной афферентной импульсации на уровне шейного отдела спинного мозга — ствола мозга (рис. 1).

При анализе показателей ТВП достоверных различий по сравнению с контрольной группой не было выявлено.

По данным исследования МР, по сравнению с контрольной группой у больных отмечено уменьшение ЛП R1-компонента рефлекса ($p<0,05$), уменьшение ЛП R2-компонента ипси- и контралатерально ($p<0,001$ и $p<0,01$ соответственно).

При анализе параметров М-ответов жевательных мышц различий по сравнению с контрольной группой не выявлено.

При проведении корреляционного анализа изучаемых показателей получены следующие результаты. Обнаружена умеренная прямая корреляционная связь между значениями МПИ N9-N13, N11-N13 ССВП и ЛП R2-компонента МР при ипси- и контралатеральной регистрации ($r=0,31—0,36$), т.е. по мере увеличения МПИ ССВП отмечается тенденция к увеличению ЛП позднего компонента МР. Выявлена средней силы обратная корреляционная связь между значениями ЛП N2 ТВП и ЛП R1 МР ($r=-0,68$). Получены средняя ($r=0,61$) и умеренная ($r=0,46$) прямые корреляционные связи между значениями МПИ P23-N30 и ЛП N30 ССВП соответственно и ЛП N2 ТВП, т.е. по мере увеличения ЛП и МПИ ССВП коркового уровня наблюдается увеличение ЛП корковых компонентов ТВП. Имеется слабая корреляционная связь между ЛП ТВП при стимуляции *ramus mandibularis* и ЛП М-ответа с *m. masseter*. Также обнаружено отсутствие корреляции между показателями МР и параметрами М-ответа жевательных мышц.

Таким образом, в основе афферентно-эфферентного взаимодействия при хронической цервикогенной ГБ лежит дисфункция спинально-стволового уровня, которая ведет к дефициту восходящего афферентного потока, недостаточной активации супрасегментарных структур и,

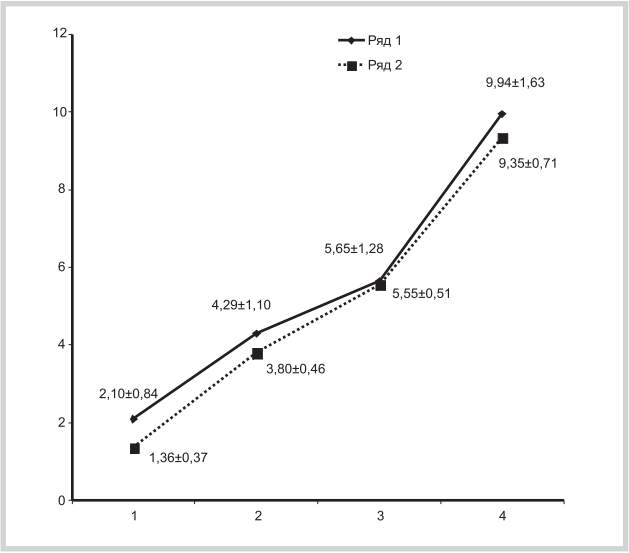


Рис. 1. **Показатели соматосенсорных вызванных потенциалов у пациентов с цервикогенными головными болями и здоровых добровольцев.**

Ряд 1 — пациенты с цервикогенными ГБ, ряд 2 — здоровые. По оси абсцисс — межпиковые интервалы ССВП: 1 — N9-N11, 2 — N9-N13, 3 — N13-N20, 4 — N9-N20. По оси ординат — длительность МПИ, мс.

как следствие, снижению нисходящего тормозного контроля, что проявляется повышением полисинаптической рефлекторной возбудимости (регистрируется гипервозбудимый вариант МР). Функциональное состояние тригеминальной системы при этом типе ГБ изменяется незначительно.

Хроническая посттравматическая ГБ

Наблюдается тенденция к увеличению ЛП ССВП — N20, P23, N30, МПИ N20-P23, а также ЛП ТВП, однако достоверных различий по сравнению с контрольной группой не выявлено.

При анализе показателей МР выявлено уменьшение ЛП R2-компонента рефлекса ипсилатерально (p<0,001).

При анализе параметров М-ответа жевательных мышц различий по сравнению с контрольной группой не выявлено.

При проведении корреляционного анализа изучаемых показателей получены следующие результаты. Выявлена умеренная прямая корреляционная связь между значениями МПИ N9-N13, N9-N11 ССВП и ЛП R2-компонента МР при ипси- и контралатеральной регистрации (r=0,33—0,49). Получены умеренная (r=0,35) и средней силы (r=0,56) прямые корреляционные связи между значениями МПИ P23-N30 ССВП и ЛП N30 соответственно и ЛП N2 ТВП. Обнаружены отсутствие или слабая корреляционная связь между значениями ЛП ТВП и ЛП R1 МР, а также ЛП ТВП и параметрами М-ответа жевательных мышц. Также выявлена умеренная обратная корреляционная связь между ЛП R2 МР и ЛП М-ответа *m. masseter* (r=–0,37).

Полученные результаты указывают на преобладание при хронической посттравматической ГБ нарушений проведения афферентной импульсации на уровне соматосенсорной зоны коры головного мозга и отсутствие влияния супраспинальных и корковых структур на функциональное состояние тригеминальной системы.

ГБ преимущественно сосудистого характера

По данным ССВП, у больных по сравнению со здоровыми добровольцами были выявлены увеличение ЛП N20 (p<0,05), P23 (p<0,05), МПИ N13-N20 (p<0,01), N9-N20 (p<0,05), тенденция к увеличению МПИ N20-P23 и уменьшение амплитуды P8-N9 (p<0,05), т.е. преобладали нарушения на уровне соматосенсорной зоны коры (рис. 2).

При анализе показателей ТВП наблюдалась тенденция к увеличению ЛП поздних компонентов, однако достоверных различий по сравнению с контрольной группой выявлено не было.

По данным МР, у больных по сравнению с контрольной группой отмечалось уменьшение ЛП R2 ипси- и контралатерально (p<0,001 и p<0,05 соответственно).

При анализе параметров М-ответа жевательных мышц была выявлена тенденция к увеличению ЛП и уменьшению амплитуды М-ответа.

При проведении корреляционного анализа изучаемых показателей получены следующие результаты. Выявлена прямая корреляционная связь между значениями МПИ N9-N13, N11-N13 и ЛП R2 МР при ипси- и контралатеральной регистрации: r=0,68 для МПИ N9-N13 и ЛП R2 ипсилатерально, r=0,70 для МПИ N9-N13 и ЛП R2 контралатерально, r=0,42 для МПИ N11-N13 и ЛП R2 ипсилатерально, r=0,51 для МПИ N11-N13 и ЛП R2 контралатерально. Получены слабая и умеренная корреляционные связи между значениями МПИ N13-P18 и ЛП R2 МР при ипси- и контралатеральной регистрации: r=–0,28 и r=–0,41 соответственно. Обнаружено отсутствие связи между показателями ССВП коркового уровня и N2 ТВП. Выявлена умеренная корреляционная связь между параметрами М-ответа жевательных мышц и ЛП N1 ТВП, а также ЛП R2-компонента МР: r=0,30 для ЛП N1 ТВП и ЛП М-ответа *m. masseter*; r=–0,30 для ЛП R2 МР при ипсилатеральной регистрации и амплитудой М-ответа *m. masseter*, т.е. по мере увеличения ЛП N1 ТВП наблюдалось увеличение ЛП М-ответа жевательной мышцы и по мере увеличения ЛП R2 МР — снижение амплитуды М-ответа.

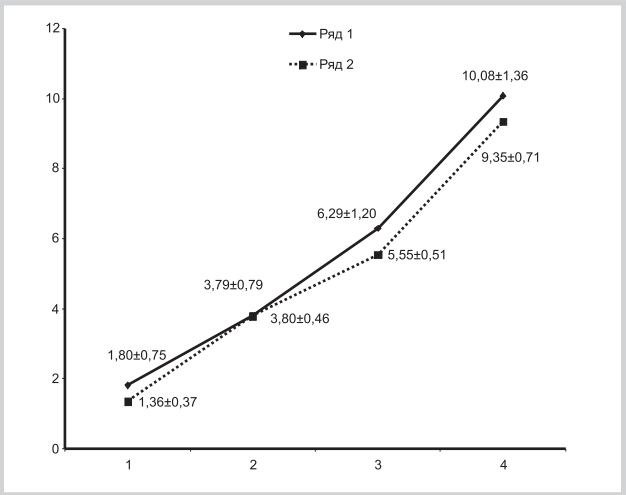


Рис. 2. **Показатели соматосенсорных вызванных потенциалов у пациентов с сосудистыми головными болями и здоровых добровольцев.**

Ряд 1 — пациенты с сосудистыми ГБ, ряд 2 — здоровые.

Таким образом, рефлекторная активность тригеминальной системы и ЭМГ-активность жевательных мышц у пациентов с ГБ преимущественно сосудистого характера определяется функциональным состоянием спинально-стволовых структур. При наличии дисфункции спинально-стволовых структур и замедлении проведения афферентной импульсации наблюдается снижение рефлекторной активности тригеминальной системы и жевательных мышц. У пациентов с повышенной рефлекторной возбудимостью ствола мозга отмечается увеличение рефлекторной активности тригеминальной системы и соответствующих эфферентных структур.

Болевая дисфункция височно-нижнечелюстного сустава

По данным ССВП различий по сравнению с контрольной группой не выявлено.

При анализе показателей ТВП отмечена тенденция к уменьшению ЛП на стороне боли, однако достоверных различий по сравнению с контрольной группой также не выявлено.

По данным исследования МР, отмечено уменьшение ЛП R1-компонента (p<0,05), уменьшение ЛП R2-компонента ипси- и контралатерально (p<0,0001).

При анализе параметров ЭМГ жевательных мышц выявлялась асимметрия М-ответа по амплитуде со снижением ее на стороне боли, а также достоверное (p<0,05) уменьшение амплитуды и площади М-ответа *m. masseter* по сравнению с контролем (рис. 3).

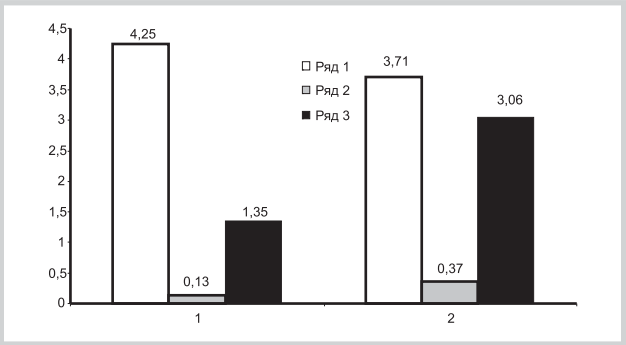


Рис. 3. **Параметры М-ответа *m. masseter* у пациентов с болевой дисфункцией височно-нижнечелюстного сустава и здоровых добровольцев.**

1 — пациенты с ДВНЧС; 2 — здоровые.
Ряд 1 — латентный период М-ответа, мс; ряд 2 — амплитуда М-ответа, мВ; ряд 3 — площадь М-ответа, мВ^2.

При проведении корреляционного анализа изучаемых показателей были получены следующие результаты. Корреляции между МПИ ССВП и ЛП R2 МР при ипси- и контралатеральной регистрации отсутствовали. Выявлялись умеренная и сильная прямые корреляционные связи между N20, N20-P23 ССВП и N2 ТВП (r=0,49 и r=0,78 соответственно). Обнаружена сильная корреляционная связь между ЛП N1 ТВП и ЛП М-ответа *m. masseter* (r=0,83), а также ЛП R2 МР при ипсилатеральной регистрации и амплитудой М-ответа (r=–0,91), т.е. при увеличении ЛП N1 ТВП наблюдается увеличение ЛП М-ответа *m. masseter*, а при увеличении ЛП R2 МР ипсилатерально — снижение амплитуды М-ответа.

Таким образом, у пациентов с болевой дисфункцией височно-нижнечелюстного сустава преобладают изменения функционального состояния периферического нейромоторного аппарата, асимметрия ЭМГ-активности жевательной мускулатуры и повышение рефлекторной активности на уровне ядер тройничного нерва, в то время как функциональная активность вышележащих структур, включая соматосенсорную зону коры головного мозга, остается нормальной.

Обсуждение

На основании полученных данных и результатов предыдущих исследований [1, 18, 22] можно сделать следующие заключения. При вторичных ГБ функциональное состояние тригеминальной системы изменяется менее значительно, чем при первичных (мигрень и головная боль напряжения), и, очевидно, играет меньшую роль в процессе хронизации боли. При большинстве вторичных ГБ рефлекторная активность тригеминальной системы и ЭМГ-активность жевательной мускулатуры определяется функциональным состоянием спинально-стволовых структур. При наличии дисфункции спинально-стволовых структур и замедлении проведения афферентной импульсации наблюдается снижение рефлекторной активности тригеминальной системы. У пациентов с повышенной рефлекторной возбудимостью ствола мозга отмечается увеличение рефлекторной активности тригеминальной системы и соответствующих эфферентных структур.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Алексеев В.В., Кисель С.А., Яхно Н.Н. и др.* Цервикогенная головная боль: клиническая характеристика, критерии диагноза. Боль 2004; 2: 3: 20—27.
2. *Алексеев В.В., Шехтер А.И., Скоробогатых К.В., Шашкова Е.В.* Головные боли при интракраниальной венозной дисфункции. Боль 2008; 3: 20: 15—21.
3. *Гимранов Р.Ф., Щекутьев Г.А., Шабалов В.А., Колыванов М.В.* Моторные ответы при транскраниальной магнитной стимуляции и соматосенсорные вызванные потенциалы у больных с болевыми синдромами. Вопросы нейрохирургии 2001; 4: 19—22.
4. *Гнездицкий В.В.* Вызванные потенциалы мозга в клинической практике. М: МЕДпресс-информ 2003; 264.
5. *Зенков Л.Р., Ронкин М.А.* Функциональная диагностика нервных болезней (Руководство для врачей). 3-е изд., перераб. и доп. М: МЕДпресс-информ 2004; 488.
6. *Исмагилов М.Ф., Якупова А.А.* Клинико-электромиографическая характеристика головной боли напряжения. Казанский медицинский журнал 1992; 92: 1: 44—46.
7. *Кукушкин М.Л., Хитров Н.К.* Общая патология боли. М: Медицина 2004; 144.
8. *Матхаликов Р.А., Скоробогатых К.В.* Некоторые аспекты диагностики и патогенеза кластерной головной боли: обозрение по материалам журнала «Cephalalgia» за 2004 г. Боль 2005; 2: 7: 59—62.
9. *Решетняк В.К., Кукушкин М.Л.* Боль: физиологические и патофизиологические аспекты. Актуальные проблемы патофизиологии: Избранные лекции. Под ред. Б.Б. Мороза. М: Медицина 2001; 354—389.
10. *Торопина Г.Г.* Соматосенсорные вызванные потенциалы в исследовании болевых синдромов. Боль 2005; 1: 6: 2—8.
11. *Ayzenberg I., Obermann M., Nyhuis P. et al.* Central sensitization of the trigeminal and somatic nociceptive systems in medication overuse headache mainly involves cerebral supraspinal structures. Cephalalgia 2006; 26: 9: 1106—1114.
12. *Dalessio D.J., Mclsaac H., Aung M., Polish J.* Noninvasive trigeminal evoked potentials: normative data and application to neuralgia patients. Headache 1990; 30: 11: 696—700.
13. *Di Clemente L., Coppola G., Magis D. et al.* Nociceptive blink reflex and visual evoked potential habituations are correlated in migraine. Headache 2005; 45: 10: 1388—1413.
14. *Firenze C., Del Gatto F., Mazzotta G., Gallai V.* Somatosensory evoked potential study in headache patients. Cephalalgia 1988; 8: 3: 157—162.
15. *Jaaskelainen S.K., Forssell H., Tenovuo O.* Electrophysiological testing of the trigeminofacial system: aid in the diagnosis of atypical facial pain. Pain 1999; 80: 1—2: 191—200.
16. *Nardone R., Tezzon F.* The trigemino-cervical reflex in tension-type headache. Eur J Neurol 2003; 10: 3: 307—312.
17. *Nardone R., Ausserer H., Bratti A. et al.* Trigemino-cervical reflex abnormalities in patients with migraine and cluster headache. Headache 2008; 48: 4: 578—585.
18. *Rossi P., Serrao M., Perrotta A. et al.* Neurophysiological approach to central pain modulation in primary headaches. J of Headache and Pain 2005; 6: 4: 191—194.
19. *Sand T., Zwart J.A.* The blink reflex in chronic tension-type headache, migraine and cervicogenic headache. Cephalalgia 1994; 14: 447—450.
20. *Serrao M., Perrotta A., Bartolo M. et al.* Enhanced trigemino-cervical spinal reflex recovery cycle in pain-free migraineurs. Headache 2005; 45: 8: 1061—1068.
21. *Soustiel J.F., Hafner H., Chistyakov A.V. et al.* Trigeminal and auditory evoked responses in minor head injuries and post-concussion syndrome. Brain Inj 1995; 9: 8: 805—813.
22. *Treede R.D.* Neurophysiological studies of pain pathways in peripheral and central nervous system. J Neurol 2003; 250: 10: 1152—1161.
23. *Truini A., Barbanti P., Galeotti F. et al.* Trigeminal sensory pathway function in patient with SUNCT. Clin Neurophysiol 2006; 117: 8: 1821—1825.
24. *van Vliet J.A., Vein A.A., Cessie S.L. et al.* Impairment of trigeminal sensory pathways in cluster headache. Cephalgia 2003; 23: 6: 414—419.