

УДК 612.821, 616.31–007

Н.Д. Сорокина¹, Л.Р. Шахалиева¹, С.С. Перцов^{1,2},
Л.В. Польша¹, Г.В. Селицкий¹

ОЦЕНКА ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ТРИГЕМИНАЛЬНОЙ И КОХЛЕОВЕСТИБУЛЯРНОЙ СИСТЕМ ПРИ БОЛЕВОЙ ДИСФУНКЦИИ ВИСОЧНО-НИЖНЕЧЕЛЮСТНОГО СУСТАВА

¹ Московский медико-стоматологический университет им. А.И. Евдокимова,
г. Москва, Российская Федерация

² Научно-исследовательский институт нормальной физиологии им. П.К. Анохина,
г. Москва, Российская Федерация

Резюме. Одной из наиболее частых причин хронической боли в лицевой области, в том числе в звене тройничного нерва, не связанной со стоматологическими заболеваниями, является болевая дисфункция височно-нижнечелюстного сустава. В то же время, в литературе есть данные о том, что имеются взаимосвязи между болевой дисфункцией височно-нижнечелюстного сустава, аномальной окклюзией, шейно-мышечными тоническими феноменами, постуральными нарушениями, дисфункцией автономной нервной системы и кохлеовестибулярными проявлениями. При этом, нейрофизиологические показатели функциональных нарушений в челюстно-лицевой области и межсистемных взаимодействий при болевой дисфункции височно-нижнечелюстного сустава недостаточно изучены.

Цель работы — нейрофизиологическая оценка особенностей тригеминальной афферентации по показателям тригеминальных соматосенсорных вызванных потенциалов (ТСВП) и слуховой проводящей системы мозга по параметрам акустических стволовых вызванных потенциалов (АСВП) при дистальной окклюзии зубных рядов с болевой дисфункцией височно-нижнечелюстного сустава (ВНЧС) по сравнению с физиологической окклюзией у студентов 18-21 года.

Материал и методы. В основное исследование были включены 41 студент с дистальной окклюзией (21 девушка и 20 юношей), (II класс по Энглю, симметрично справа и слева у 14 человек и II класса по Энглю слева и I класса справа — у 12 человек, I класса слева и II класса справа — у 15 человек). Все респонденты с дистальной окклюзией и практически здоровые подписывали информированное согласие на участие в исследовании. Использовали комплексные ортодонтические методы обследования, субъективную степень выраженности интенсивности боли в ВНЧС, оценку автономной нервной системы (пробы и тесты), нейрофизиологические методы оценки ТСВП и АСВП.

Результаты. Обнаружены значимые отличия параметров АСВП в группе респондентов с дистальной окклюзией в виде уменьшения латентного периода I, III, V пика по сравнению с физиологической окклюзией, что коррелировало с субъективной оценкой (в баллах) кохлеовестибулярных нарушений. По данным исследования ТСВП обнаружено снижение длительности латентных периодов, что указывает на повышенную возбудимость неспецифических структур ствола мозга на медулло-понтно-мезенцефальном уровне по сравнению с группой контроля.

Выводы. Полученные результаты предполагается использовать для дифференциальной диагностики в том числе таких стоматологических заболеваний, как болевая дисфункция ВНЧС, аномалии окклюзии, сопровождающиеся болевым синдромом. Дополнительная функциональная диагностика мультимодальных ВП мозга (акустических вызванных потенциалов, тригеминальных вызванных потенциалов) можно проводить во взаимосвязи с показателями дисфункции автономной нервной системы, с параметрами выраженности клинических симптомов кохлеовестибулярных нарушений, мышечно-суставных дисфункций в челюстно-лицевой области, с показателями боли, что позволит определить тактику и эффективность последующего лечения.

Ключевые слова: коротколатентные акустические стволовые вызванные потенциалы, тригеминальные соматосенсорные вызванные потенциалы, височно-нижнечелюстной сустав, дистальная окклюзия

Конфликт интересов отсутствует.

Контактная информация автора, ответственного за переписку:

Сорокина Наталия Дмитриевна
medical-phys11@mail.ru

Дата поступления 13.02.2020 г.

Образец цитирования:

Сорокина Н.Д., Шахалиева Л.Р., Перцов С.С., Польша

Л.В., Селицкий Г.В. Оценка физиологических параметров тригеминальной и кохлеовестибулярной систем при болевой дисфункции височно-нижнечелюстного сустава. Вестник уральской медицинской академической науки. 2020, Том 17, №2, с. 110–120, DOI: 10.22138/2500-0918-2020-17-2-110-120

Как известно, ядра тригеминального комплекса связаны с кохлеарным комплексом [1]. В ряде научных работ рассматриваются центральные механизмы регуляции и особенностей изменений в афферентных системах головного мозга при нарушении функций тройничного нерва [2]. Одной из наиболее частых причин хронической боли в лицевой области, в том числе в звене тройничного нерва, не связанной со стоматологическими заболеваниями, является болевая дисфункция височно-нижнечелюстного сустава (БДВНЧС) [3, 4]. Согласно МКБ-10, к основным диагностическим критериям БДВНЧС относят самопроизвольные боли в триггерных точках жевательных мышц, чрезмерную подвижность нижней челюсти и щелканье в ВНЧС. Нарушение слуха, шум в ухе, боль внутри или иррадиирующая в близлежащие зоны возле уха, головокружения и головные боли упоминаются как возможные признаки синдрома.

В то же время, в литературе есть данные о том, что имеются взаимосвязи между дисфункцией ВНЧС, аномальной окклюзией, шейно-мышечными тоническими феноменами и кохлеовестибулярными проявлениями. При этом, окклюзионная коррекция оказывает непосредственное влияние не только на миофасциальные триггеры, но и на сам кохлеовестибулярный синдром [3].

Несмотря на наличие исследований в области анатомии и эмбриологии, доказывающие взаимосвязь дисфункций и аномалий зубочелюстной системы, цервикального сегмента позвоночного столба и периферической части слухового и вестибулярного анализаторов, эта взаимосвязь пока недостаточно исследована.

Цель исследования

Целью работы было выявление различий в особенностях тригеминальной афферентации в звене 3-й ветви тройничного нерва по показателям тригеминальных соматосенсорных вызванных потенциалов и слуховой проводящей системы мозга по параметрам акустических стволовых вызванных потенциалов при дистальной окклюзии зубных рядов с болевой дисфункцией ВНЧС по сравнению с физиологической окклюзией у студентов 18-21 года.

Материалы и методы

В работе предварительно было проведено ортодонтическое обследование 56 студентов в возрасте от 18 до 21 года, из них у 48 студентов выявлены различные виды аномалий окклюзии, у 8 студентов, ранее не получавших ортодонтического лечения, выявлена физи-

ологическая окклюзия. В основное исследование были включены 41 студент с дистальной окклюзией (21 девушка и 20 юношей), (II класс по Энглю, симметрично справа и слева у 14 человек и II класса по Энглю слева и I класса справа — у 12 человек, I класса слева и II класса справа — у 15 человек). Все респонденты с дистальной окклюзией и практически здоровые подписывали информированное согласие на участие в исследовании. Для получения объективных данных в исследовании применяли методы диагностики: клинический (опрос, осмотр лица, полости рта, клинические функциональные пробы), исследование функциональных окклюзионных контактов, определение индекса дисфункции височно-нижнечелюстного сустава; ортопантомографию проводили по стандартной методике на ортопантомографе Avantex DC; топографо-анатомические особенности строения черепа изучали по телерентгенограмме головы в боковой проекции, по стандартной методике с помощью аппарата «Ортоцеф-10». ТРГ в боковой проекции анализировали по методике, предложенной на кафедре ортодонтии и детского протезирования МГМСУ.

Для оценки поражения височно-нижнечелюстного сустава использовали аппарат для компьютерной электровибрографии ВНЧС «Bio JVA» (компания Bio Research, США). Суставные колебания регистрировали 2-мя пьезоэлектрическими датчиками (акселерометры), расположенными в сенсорных корпусах, которые накладывали на кожу в области ВНЧС. Устройство позволяет проводить быстрый сбор данных, их обработку и показ с математическим преобразованием на ПК или ноутбуке. Запись проводили в течение 10 секунд одновременно с правого и левого ВНЧС.

Оценивали болевые показатели: субъективную степень выраженности интенсивность боли в ВНЧС с помощью Визуальной Аналоговой Шкалы (ВАШ) в баллах: 1) в по ходу тройничного нерва, 2) головную боль, 3) боль в области ВНЧС, 4) в нижней челюсти, 5) иррадиирующую в области шеи и плеча. Анализировали также вегетативные симптомы (дисфункцию автономной нервной системы), кохлеовестибулярные симптомы. При вестибулярных раздражениях учитывались симптомы возникновения головокружения, тошноты, иллюзии качания, побледнения, чувства тепла. Преобладание тонуса симпатической или парасимпатической системы определяли по интегральному показателю, включающему вегетативный индекс Кердо, показатели в ортостатической пробе, данные опросника А.М. Вейна на определение вегетативной дисфункции.

Тригеминальные соматосенсорные вызванные потенциалы (ТСВП) регистрировали на приборе «НейроМВП» фирмы «Нейрософт». Наносили электрокожные раздражения прямоугольными импульсами тока. Стимулирующие электроды помещались в местах выхода нижнечелюстного нерва (III ветви тройничного нерва). Интенсивность стимуляции была в 1,5–2 раза

выше чувствительного порога, но не более 10 мА, составляла в среднем 70% от болевого порога. Исследование ТСВП у больных двух групп проводили по ответам С5, С6 с референтным электродом в Frz. При регистрации ранних (коротколатентных) ТСВП осуществляли усреднение по 64 реализациям, при эпохе анализа 200 мс, полоса пропускания усилителей нейросредителя составляла 5,3-1000 Гц. Для компенсации артефакта раздражения после предъявления половины стимулов менялась их полярность.

Регистрацию биоэлектрической активности слуховой проводящей системы мозга в ответ на звуковые стимулы — акустические стволовые вызванные потенциалы (АСВП) — проводили на приборе Нейро-МВП (Нейрософт, Россия). Регистрацию АСВП осуществляли при последовательной стимуляции короткими звуковыми щелчками каждого уха отдельно. Длительность стимуляции составляла 0,1 мс, интенсивность — 70 дБ над порогом слышимости, частота — 10 Гц, число усреднений — 4000. Активные электроды располагались на сосцевидных отростках, референтный электрод — на вертексе (Cz), электрод заземления — в области лба (Frz). При анализе результатов оценивали амплитуду и латентный период I-Y компонентов, а также межпиковые интервалы (I-III, I-V, III-V) [5].

Статистическую обработку данных проводили с помощью программы Statistica — 10.0. Для оценки статистической значимости различий в 2-х группах использовали непараметрический критерий Манна – Уитни и Вилкоксона при распределении данных, отличных от нормального; корреляционные коэффициенты определяли с помощью критерия Стьюдента.

Результаты исследования и их обсуждение

Результаты компьютерной электровибрографии ВНЧС у обследованных лиц с физиологической окклюзией свидетельствовали об отсутствии патологических признаков: показатели цифровых значений «полного интеграла» находились в пределах от 2,5 до 16,2 ПаГц, степень максимального открывания рта в контрольной группе не превышала 40–45 мм, значение «интеграла» на частоте выше 300 Гц находилось в пределах 0,5–2,6 Па Гц, что, согласно инструкции к прибору, трактуется как функциональная норма. Клинические и рентгенологические методы позволили выявить аномалии ВНЧС в группе с дистальной окклюзией только у 85% лиц, тогда как использование аппарата «Bio JVA» позволило установить у всех пациентов 1-й группы смещение суставного диска с репозицией, что соответствовало 1 и 2 стадиям американской классификации заболеваний ВНЧС.

В ходе исследования было выявлено, что практически у всех респондентов 1-й группы отмечался непароксизмальный характер невыраженных болей по ходу 3-й ветви тройничного нерва, не имеющих точной границы. У 53% респондентов из 1-й группы регистрировали жалобы на периодическую головную боль.

В 1-й группе у 82% респондентов отмечали периодические тянущие боли (по шкале ВАШ $4,7 \pm 1,9$ баллов) в области ВНЧС, отдающие в область щеки, и заушную область. У 41% респондентов отмечали щелчок, возникающий во время приема пищи и при различных движениях нижней челюсти, у 17% отмечали боль в ВНЧС без щелчков. У 29% невыраженная боль в ВНЧС irradiровала в область нижней челюсти при жевании орехов и жесткой пищи. У 5% из 1-й группы исследования отмечали наличие болей в области шеи и плеча при высокой мышечной нагрузке. Практически у всех пациентов периодически отмечалось усиление неприятных ощущений при жевании. Наличие вегетативных изменений в виде повышенной потливости и бледности кожных покровов отмечали у 24% из 1-й группы. У большинства респондентов были болезненные мышечные триггерные точки, наиболее частое расположение их было в области жевательной и височной мышц.

Шум и иногда треск в суставе, который подтверждали пальпаторно, отмечали 76% пациентов из 1-й группы. Ограничение в открытии рта, тризм встречался у 68% респондентов 1-й группы. У всех респондентов 1-й группы были обнаружены (поданным «Bio JVA») невыраженные признаки поражения височно-нижнечелюстного сустава и болевые ощущения (не было значительных нарушений костной структуры — артроза, только у 18% дегенеративные изменения).

При этом у многих респондентов отмечалась болевая дисфункция сустава с двух сторон, несмотря на различие класса по Энглю справа и слева у 78% респондентов. Характерной особенностью было также наличие периодических тянущих болей в околоушной области у 67%, которые респонденты воспринимали как заболевание уха и посещали врача-отоларинголога.

Как отмечают авторы [6], патологические движения ВНЧС нарушают взаимоотношения медиальной крыловидной мышцы и мышцы напрягающей мягкое небо, которая анатомически тесно связана с мышцей напрягающей барабанную перепонку в области крепления к хрящевой части Евстахиевой трубы. В результате развивается блок этой мышцы. Это создает картину ограничения подвижности барабанной перепонки, что может вызвать ощущение заложенности уха, гипер- или гипоакузию.

Отдельные симптомы кохлеовестибулярных нарушений отмечали в 1-й группе в среднем у 67% респондентов: чувство заложенности в ухе, головную боль, чувство прилива крови при наклоне головы, головокружение при физических нагрузках и ситуациях, вызывающих укачивание, раздражительность, чувство покалывания, пощипывания в языке после высокой жевательной нагрузки, сжатие и скрежет зубов в ситуации стресса. Отмеченные симптомы во 2-й группе студентов с физиологической окклюзией не наблюдались.

Получены и проанализированы характеристики

амплитудно-временных параметров основных компонентов тригеминальных соматосенсорных вызванных потенциалов в группе с физиологической окклюзией и в группе респондентов с дистальной окклюзией. Отмечалось достоверное повышение латентного периода при стимуляции слева и справа для компонентов N14 и P23 ($p < 0,05$). Анализ амплитуды основных компонентов ТСВП выявил тенденцию к повышению амплитуды N14 и P23 при стимуляции также, как слева, так и справа (у 41% пациентов), однако, в целом по группе эти изменения были недостоверны (см. Таблица 1).

Таблица 1.

Показатели ТСВП — латентный период (слева и справа) и амплитуда (слева и справа) в 1-й и 2-й группах респондентов; в правом столбце приведены нормативные данные;

Параметры ТСВП	1-я группа	2-я группа	Норма
ЛП N1л, мс	8,2±1,2*	5,6±0,7	5,0–7,0
ЛП N1п, мс	8,4±1,1*	5,7±0,4	5,0–7,0
ЛП P1л, мс	13,5±1,8*	8,8±0,8	8,3–10,5
ЛП P1п, мс	12,7±1,7*	9,7±0,9	8,3–10,5
ЛП N2л, мс	15,9±0,8	12±1,1	10,9–15,7
ЛП N2п, мс	16,5±0,9	12±1,3	10,9–15,7
P1-N1л, мкВ	2,8±0,7	1,9±0,7	1,12–2,7
P1-N1п, мкВ	2,7±0,6	1,8±0,8	1,12–2,7
N1-P2л, мкВ	3,5±0,9	2,8±1,1	1,19–3,45
N1-P2п, мкВ	3,4±0,8	2,9±1,4	1,19–3,45

Примечание: * — статистически значимые ($p < 0,05$) различия между 1-й и 2-й группой.

Получены значимые корреляции между выраженностью боли по шкале ВАШ и латентным периодом по параметрам ТСВП, свидетельствующих о нарастании активации в системе II-й ветви тройничного нерва ($r = -0,52$, $p < 0,05$). Укорочение латентных периодов компонентов ТВП свидетельствует об активационных изменениях в системе тройничного нерва при дисфункции ВНЧС.

Так как известно, что кохлеовестибулярные феномены могут быть вызваны нарушениями функций зубочелюстного аппарата и/или жевательными офасциальным синдромом, в том числе связанным с болевой дисфункцией ВНЧС, проанализированы корреляции между интенсивностью боли разной локализации (в баллах) и выраженностью кохлеовестибулярных нарушений (в баллах) и получены значимые корреляции по Спирмену ($r = 0,57$, $p < 0,05$).

Анализ данных АСВП показал (Таблица 2), что группа с дистальной окклюзией зубных рядов и физиологической окклюзией имеют ряд отличий. Параметры АСВП позволяют оценить состояние слухового нерва и стволовых слуховых ядер и судить о заинтересованности в патологическом процессе или дисфункции раз-

личных уровней мозгового ствола. Обычно анализируют амплитудно-временные характеристики I–V пиков АСВП. Происхождение I пика АСВП связывают с генерацией ответов в улитке и нерве, II пика в кохлеарном ядре, III пика в трапецевидном теле, ядрах верхней оливы, IV пика в ядрах латеральной петли, верхнеоливарного комплекса, V пика в нижних бугорках четверохолмия, VI пика в медиальном коленчатом теле и VII пика в дистальной части слуховой радиации. Анализ VI и VII пиков АСВП редко в научных и клинических данных практике в связи с их выраженной вариабельностью [6, 7].

Анализ ЛП показал, что в 1-й группе выявлены статистически значимые различия ЛП компонентов I, III и V пика по сравнению с контрольной группой, что может рассматриваться как гиперактивность стволовых структур. Вероятно, эти процессы являются следствием снижения контроля периферических процессов в результате повышенной возбудимости подкорковых структур и нарушением модуляции корково-подкорковых взаимоотношений.

Таблица 2

Латентный период, амплитуда пиков и межпиковые интервалы АСВП в группе респондентов с дистальной окклюзией (1-я гр.) и физиологической окклюзией (2-я гр.)

Группа	Латентный период пиков АСВП (мс)			
	I	II	III	V
1-я гр.	1,48±0,08*	2,63±0,1	3,4±0,09*	5,31±0,1*
2-я гр.	1,62±0,1	2,74±0,1	3,82±0,1	5,67±0,2
p *	p < 0,05	---	p < 0,01	p < 0,05
Группа	Амплитуда пиков АСВП (мкВ)			
	I	II	III	V
1-я гр.	0,5±0,19	0,25±0,17	0,25±0,15	0,47±0,19
2-я гр.	0,4±0,18	0,23±0,14	0,24±0,12	0,49±0,2
p *	---	---	---	---
Группа	Межпиковые интервалы АСВП (мс)			
	I-III	I-V	III-V	
1-я гр.	2,18±0,2	4,13±0,16	1,92±0,15	
2-я гр.	2,22±0,15	4,09±0,19	1,85±0,14	
p *	---	---	---	

Примечание: p* — статистическая значимость различий между 1-й и 2-й группами

Как видно, анализ межпиковых интервалов не выявил отличий от нормы, также не обнаружено значимых различий справа и слева.

Как правило, удлинение латентности и межпиковых интервалов АСВП означает демиелинизирующий процесс со снижением скорости проведения нервного импульса, а снижение амплитуды — как аксональные нарушения [7]. В нашем исследовании таких изменений не регистрировали, а наблюдали, напротив, стати-

стически значимые уменьшения латентных периодов, что указывает на повышенную возбудимость неспецифических структур ствола мозга на медулло-понтomesенцефальном уровне по сравнению с группой контроля.

Проведен корреляционный анализ между выраженностью различных симптомов в баллах и различными параметрами АСВП. Получены статистически значимые данные для параметра оценки боли и ее иррадиации (шея, нижняя челюсть, лопатка, околоушная область по шкале оценки в баллах) и уменьшением латентного периода III и V компонента АСВП ($r = -0,58$, $p < 0,05$).

Преобладание симпатической нервной системы было выявлено по интегральному показателю, включающему вегетативный индекс Кердо (16, $3 \pm 1,2$ — 1-я группа, $0,5 \pm 2,5$ — 2-я группа), показатели в ортостатической пробе (рост ЧСС на $21,3 \pm 2,9$ уд./мин. — 1-я групп, рост ЧСС — на $9,1 \pm 2,4$ уд./мин.), данные опросника А.М. Вейнана определение вегетативной дисфункции ($45,2 \pm 3,7$ — 1-я группа по сравнению с $19,8 \pm 2,4$ — контрольная группа). Возможно, напряжение, повышенная активация, стресс у испытуемых 1-й группы связан с их привычкой напрягать плечи, сжимать, скрежетать зубами ночью. У респондентов с болевой дисфункцией ВНЧС и патологической окклюзией выявленные нарушения взаимосвязаны с кохлеовестибулярными феноменами и нарушениями звена афферентации тройничного нерва. Иррадиация и миграция болевых синдромов из одних областей челюстно-лицевой области в другие связана с анастомозированием нервных волокон в околоушной области, в иннервации которой принимают участие: большой ушной нерв, малый затылочный нерв, барабанный нерв, ушно-височный нерв, узел коленца и ушной ганглий [8].

По литературным данным [1, 2, 9, 10] отмечается, что при мигрени, головной боли напряжения, тригеминальной невралгии характерна гиперактивность тригеминальной системы. Так, авторы [10] показали, что при мигрени с большой длительностью заболевания наблюдается возбудимость тригеминальной системы по данным ТСВП (рост порога раздражения и N1/P1 амплитуды). Выявленная дисфункция стволых структур мозга у этих больных свидетельствует о нарушении функции антиноцицептивной системы на супраспинальном уровне, что, в свою очередь, способствует развитию болевого синдрома. В отличие от патофизиологических механизмов, определяющих выбор преимущественной стороны боли при мигрени [4, 9], в данном исследовании были обнаружены показатели, статистически значимо не отличающиеся справа и слева, что констатирует общее повышение возбудимости тригеминальной системы, ассоциированной с ранними признаками болевой дисфункции ВНЧС, что свидетельствует, вероятно, о начальной стадии развития заболевания у исследованного контингента лиц с

дистальной окклюзией в возрасте 18–21 года. Полученные результаты предполагается использовать для функциональной дифференциальной диагностики таких стоматологических заболеваний, как болевая дисфункция ВНЧС, аномалии окклюзии, сопровождающиеся болевым синдромом.

Выводы

1. Использование аппарата «Bio JVA» позволило выявить аномалии ВНЧС в группе с дистальной окклюзией у 100% лиц, среди которых большинство составляли лица со смещением суставного диска с репозицией и только у 18% от общего числа пациентов с дистальной окклюзией выявили дегенеративные изменения в суставе.

2. Использование аппарата Bio JVA позволило выявлять функциональные нарушения в ВНЧС, которые коррелируют с нейрофизиологическими показателями функциональных изменений в сопряженных с ВНЧС физиологическими системами.

3. Получены статистически значимые различия латентных периодов I, III и V компонентов пика акустических стволых вызванных потенциалов по сравнению с контрольной группой, что означает гиперреактивность стволых структур, что связано с активацией симпатической нервной системы в группе с болевой дисфункцией ВНЧС по сравнению с контрольной группой.

4. По данным исследования ТСВП обнаружено статистически значимое уменьшение латентных периодов пиков, что указывает на повышенную возбудимость неспецифических структур ствола по сравнению с группой контроля.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сорокина Н.Д., Перцов С.С., Шахалиева Л.Р., Селицкий Г.В., Польша Л.В. Нейрофизиологические и физиологические корреляты нарушений височно-нижнечелюстного сустава и болевого синдрома в челюстно-лицевой области. *Российский журнал боли*. 17 (1): 60-67. 2019.
2. Сорокина Н.Д., Селицкий Г.В., Терменцева Е.С. Нейрофизиологические аспекты болевых синдромов челюстно-лицевой области. *Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова*. 114(4): 105-110. 2014.
3. Болдин А.В., Агасаров Л.Г., Тардов М.В. и др. Комплексный подход к лечению пациентов с кохлеовестибулярным синдромом, обусловленным миофасциальной патологией и дисфункцией височно-нижнечелюстного сустава. *Мануальная терапия*. 63 (3): 3–11. 2016.
4. Сорокина Н.Д., Селицкий Г.В., Жердева А.С. Нейрофизиологические аспекты эффективности биоуправления в терапии мигрени при эпилепсии. *Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова*. 116 (12): 39-43. 2016.
5. Торопина Г.Г. Вызванные потенциалы. Москва.

МЕДпресс-информ. 287 с. 2016.

6. Тардов, М. В., Болдин А. В. Синдром Костена или дисфункция височно-нижнечелюстного сустава? Трудный пациент. 16 (10): 43–46. 2018.

7. Paulraj M. P., Subramaniam K., Yaccob S. B., Adom A. H., Nema C. R. Auditory Evoked Potential Response and Hearing Loss: A Review. Open Biomedical Engineering Journal. 9:17-24. 2015.

8. Westersund C.D., Scholten J., Turner R.J. Relationship between craniocervical orientation and center of force of occlusion in adults. The Journal of Cranio mandibular & Sleep Practice. 35(5): 283–289. 2017.

9. Максимова М.Ю., Федин П.А., Суанова Е.Т., Тюрников В.М. Нейрофизиологические особенности атипичной лицевой боли. 7 (3): 9-16. 2013.

10. Abanoz Y., Abanoz Y., Gündüz A., Savrun F. K. Trigeminal somatosensorial evoked potentials suggest increased excitability during interictal period in patients with long disease duration in migraine. Neuroscience Letters. 612 (26): 62-65. 2016.

Авторы

Сорокина Наталия Дмитриевна
Московский медико-стоматологический университет
им. А.И. Евдокимова
Доктор биологических наук, профессор кафедры нормальной физиологии и медицинской физики лечебного факультета
РФ, 119017, г. Москва, Старомонетный переулок, д. 5
medical-phys11@mail.ru

Шахалиева Ляна Руслановна
Московский медико-стоматологический университет
им. А.И. Евдокимова
Аспирант кафедры ортодонтии стоматологического факультета
РФ, 119017, г. Москва, Старомонетный переулок, д. 5
lyankalyanka07@mail.ru

Перцов Сергей Сергеевич
Научно-исследовательский институт нормальной физиологии им. П.К. Анохина
Доктор медицинских наук, член-корреспондент РАН, профессор
Заместитель директора по научной работе, заведующий лабораторией системных механизмов эмоционального стресса ФГБНУ НИИ нормальной физиологии им. П.К. Анохина
Заведующий кафедрой нормальной физиологии и медицинской физики лечебного факультета ФГБОУ ВО МГМСУ им. А.Е. Евдокимова Минздрава России
РФ, 119017, г. Москва, Старомонетный переулок, д. 5
s.pertsov@mail.ru

Польма Людмила Владимировна
Московский медико-стоматологический университет

им. А.И. Евдокимова
Доктор медицинских наук, профессор кафедры ортодонтии стоматологического факультета
РФ, 119017, г. Москва, Старомонетный переулок, д. 5
orthomag@yandex.ru

Селицкий Геннадий Вацлавович
Московский медико-стоматологический университет
им. А.И. Евдокимова
Доктор медицинских наук, заслуженный врач РФ, профессор кафедры нервных болезней лечебного факультета
gvselitsky@mail.ru

N.D. Sorokina¹, L.R. Shahaliev¹, S.S. Pertsov^{1, 2}, L.V. Polma¹, G.V. Selitsky¹

ASSESSMENT OF PHYSIOLOGICAL PARAMETERS OF THE TRIGEMINAL AND COCHLEOVESTIBULAR SYSTEMS IN TEMPOROMANDIBULAR JOINT PAIN DYSFUNCTION

¹ Moscow State University of Medicine and Dentistry named after A.I. Evdokimov, Moscow, Russian Federation;

² P.K. Anokhin Research Institute of Normal Physiology, Moscow, Russian Federation

Abstract. One of the most common causes of chronic pain in the facial region, including in the trigeminal nerve link, which is not associated with dental diseases, is pain dysfunction of the temporomandibular joint. At the same time, there is evidence in the literature that there are relationships between pain dysfunction of the temporomandibular joint, abnormal occlusion, cervical-muscular tonic phenomena, postural disorders, dysfunction of the Autonomous nervous system and cochleovestibular manifestations. At the same time, neurophysiological indicators of functional disorders in the maxillofacial region and intersystem interactions in pain dysfunction of the temporomandibular joint are insufficiently studied.

Goal. The aim of the work is to evaluate the neurophysiological features of trigeminal afferentation in terms of trigeminal somatosensory evoked potentials (TSWP) and the auditory conducting system of the brain in terms of acoustic stem evoked potentials (ASVP) in distal occlusion of the dentition with pain dysfunction of the temporomandibular joint (TMJ) in comparison with physiological occlusion in students 18-21 years old.

Material and methods. The main study included 41 students with distal occlusion (21 girls and 20 boys), (grade II Engl, symmetrically right and left in 14 people, and grade II Engl on the left and grade I on the right in 12 people, grade I on the left and grade II on the right in 15 people). All respondents with distal occlusion and who were practically healthy signed an informed consent to participate in the study. We used complex orthodontic methods of examination, subjective degree of severity and intensity of pain in the TMJ, assessment of the Autonomous nervous system (samples and tests), and neurophysiological methods for assessing TSVP and ASVP.

Results. Significant differences in ASEP parameters were found in the group of respondents with distal occlusion in the form of a decrease in the latency period of peak I, III, and V compared to physiological occlusion, that correlated with the subjective assessment (in points) of cochleovestibular disorders. According to the TSVP study, a decrease in the duration of latent periods was found, which indicates an increased excitability of non-specific brain stem structures at the medullo-ponto-mesencephalic level compared to the control group.

Conclusions. The results obtained are supposed to be used for differential diagnostics, including such dental

diseases as TMJ pain dysfunction, occlusion abnormalities accompanied by pain syndrome. Additional functional diagnostics of multi-modal VP of the brain (acoustic evoked potentials, trigeminal evoked potentials) can be performed in conjunction with indicators of autonomic nervous system dysfunction, with parameters of severity of clinical symptoms of cochleovestibular disorders, musculoskeletal dysfunction the maxillofacial area, with indicators of pain, which will determine the tactics and effectiveness of subsequent treatment.

Keyword: short-latency acoustic stem evoked potentials, trigeminal somatosensory evoked potentials, temporomandibular joint, distal occlusion

There is no conflict of interest.

Contact details of the corresponding author:

Natalia D. Sorokina
sonata5577@mail.ru

Received 13.02.2020

For citation:

Sorokina N.D., Shahaliev L.R., Pertsov S.S., Polma L.V., Selitsky G.V. Assessment of physiological parameters of the trigeminal and cochleovestibular systems in temporomandibular joint pain dysfunction. Vestn. Ural. Med. Akad. Nauki. = Journal of Ural Medical Academic Science. 2020, Vol. 17, no. 2, pp. 110–120. DOI: 10.22138/2500-0918-2020-17-2-110-120 (In Russ)

As is known, the nuclei of the trigeminal complex are associated with the cochlear complex [1]. A number of scientific papers consider the Central mechanisms of regulation and features of changes in afferent systems of the brain in violation of the functions of the trigeminal nerve [2]. One of the most common causes of chronic pain in the facial region, including in the trigeminal nerve link, which is not associated with dental diseases, is pain dysfunction of the temporomandibular joint (PDTMJ) [3,4]. According to 10 international classification of diseases, the main diagnostic criteria for BDNF include spontaneous pain in the trigger points of the chewing muscles, excessive mobility of the lower jaw and clicking in the TMJ. Hearing loss, noise in the ear, pain inside or radiating to nearby areas near the ear, dizziness and headaches are mentioned as possible signs of the syndrome [3].

Purpose of the research

The aim of the work was to identify differences in the features of trigeminal afferentation in the link of the 3rd branch of the trigeminal nerve in terms of trigeminal somatosensory evoked potentials and the auditory conducting system of the brain in terms of acoustic stem evoked potentials in distal occlusion with the TMJ pain dysfunction of the dentition compared to physiological occlusion in students aged 18-21.

Subject and methods

In this work, an orthodontic examination was performed on 56 students aged 18 to 21 years, of which 48 students were found to have various types of occlusion abnormalities, and 8 students who had not previously received orthodontic treatment were found to have a physiological occlusion. The main study included 41 students with distal occlusion (21 girls and 20 boys), (grade II Engl, symmetrically right and left in 14 people, and grade II Engl on the left and grade I on the right in 12 people, grade I on the left and grade II on the right in 15 people). All respondents with distal occlusion and who were practically healthy signed an informed consent to participate in the study.

To obtain unbiased data the study applied diagnostic methods: clinical (survey, inspection of the face, oral cavity, clinical functional test), the study of the functional occlusal contacts index of dysfunction of the temporomandibular joint; orthopantomography was performed according to standard methods on the orthopantomograph Avantex DC; topographic and anatomical peculiarities of the skull structure was studied by teleroentgenograms of the head in lateral projection, according to the standard method using the apparatus «of Ortie-10». TRG in the lateral projection was analyzed according to the method proposed at the Department of orthodontics and children's prosthetics of MGMSU.

To assess the joint lesion, a computer-based electrovibrography device for TMJ «Bio JVA» (Bio Research, USA) was used. Articular vibrations were registered by 2 piezoelectric sensors (accelerometers) located in sensor cases, which were applied to the skin in the TMJ area. The device allows you to quickly collect data, process it, and display it with mathematical conversion on a PC or laptop. The recording was performed for 10 seconds simultaneously with the right and left TMJ.

Pain indicators were evaluated: the subjective degree of severity of the intensity of pain in the TMJ using a Visual Analog Scale (VAS) in points: 1) in the course of the trigeminal nerve, 2) headache, 3) pain in the TMJ, 4) in the lower jaw, 5) radiating in the neck and shoulder. Vegetative symptoms (dysfunction of the autonomic nervous system) and cochleovestibular symptoms were also analyzed. In case of vestibular irritations, the symptoms of dizziness, nausea, the illusion of swinging, paleness, and a feeling of warmth were taken into account. The predominance of the tone of the sympathetic or parasympathetic system was determined by an integral indicator, including the

autonomic index of Kerdo, indicators in the orthostatic test, and data from the A. M. Wayne's questionnaire for determining autonomic dysfunction.

Trigeminal somatosensory evoked potentials (TSEP) were registered on the neuro-MVP device of the Neurosoft company. Electrocutaneous stimuli were applied with rectangular current pulses. Stimulating electrodes were placed at the exit points of the mandibular nerve (III branch of the trigeminal nerve). The intensity of stimulation was 1.5–2 times higher than the sensitive threshold, but no more than 10 mA, and averaged 70% of the pain threshold. The study of TSEP in patients of two groups was performed using leads C5, C6 with a reference electrode in the Fpz. When registering early (short-latency) TSVPS, averaging was performed over 64 implementations, with an analysis epoch of 200 MS, the bandwidth of the neurotransmitter amplifiers was 5.3-1000 Hz. To compensate for the artefact of irritation, the polarity of the stimuli was changed after half of the stimuli were presented.

Registration of bioelectric activity of the auditory conducting system of the brain in response to sound stimuli-acoustic brain-stem evoked potentials (ABEP) — was performed on the Neuro-MVP device (Neurosoft, Russia). Registration of ABEP was performed with sequential stimulation with short sound clicks of each ear separately. The duration of stimulation was 0.1 MS, the intensity was 70 dB above the hearing threshold, the frequency was 10 Hz, and the number of averaging was 4000. The active electrodes were located on the mastoid processes, the reference electrode on the vertex (Cz), and the ground electrode in the forehead (Fpz). When analyzing the results, we evaluated the amplitude and latency period of the I-Y components, as well as the peak intervals (I-III, I-V, III-V) [5].

Statistical data processing was performed using the program Statistica – 10.0. To assess the statistical significance of differences in 2 groups, the nonparametric Mann-Whitney and Wilcoxon criteria were used for the distribution of data other than normal; correlation coefficients were determined using the student's criterion.

The results of the study and their discussion

The results of electropherogram TMJ patients with physiological occlusion showed no pathological signs: indicators of the digital values of «complete integral» ranged from 2.5 to 16.2 km Page, the degree of maximum opening of the mouth in the control group did not exceed 40–45 mm, the value of «integral» at a frequency above 300 Hz was the limit of 0.5–2.6 Page., according to the user to the device is interpreted as a functional norm. Clinical methods revealed TMJ abnormalities in the group with distal occlusion only in 85% of individuals, while the use of the «Bio JVA» device allowed us to determine the displacement of the articular disk with reposition in all patients of group 1, which corresponded to stages 1 and 2 of the American classification of TMJ diseases.

In the course of the study, it was revealed that almost all respondents of the 1st group had a non-paroxysmal character of unexpressed pain along the 3rd branch of the trigeminal nerve, which did not have an exact border. 53% of respondents from group 1 registered complaints of periodic headaches. In group 1, 82% of respondents reported periodic pulling pains (on a VAS scale 4.7 ± 1.9 points) in the TMJ area, giving to the cheek area, and the ear area. 41% of respondents noted a click that occurs during meals and during various movements of the lower jaw, 17% noted pain in the TMJ without clicks. In 29%, unexpressed TMJ pain radiated to the lower jaw area when chewing nuts and hard food. 5% of the 1st group of the study noted the presence of pain in the neck and shoulder area with high muscle load. Almost all patients periodically experienced an increase in unpleasant sensations when chewing. The presence of vegetative changes in the form of increased sweating and pallor of the skin was noted in 24% of the 1st group. Most of the respondents had painful muscle trigger points, the most frequent location was in the area of the chewing and temporal muscles.

Noise and sometimes cracking in the joint, which was confirmed by palpation, was noted by 76% of patients from group 1. Restriction in the opening of the mouth, trismus was found in 68% of the respondents of the 1st group. All group 1 respondents were found (according to « Bio JVA») to have undetected signs of damage to the temporomandibular joint and pain (there were no significant violations of the bone structure — arthrosis, only 18% had degenerative changes).

At the same time, many respondents had pain dysfunction of the joint on both sides, despite the difference in the class of Engle on the right and left in 78% of respondents. A characteristic feature was also the presence of periodic pulling pains in the parotid region in 67%, which respondents perceived as an ear disease and visited an otolaryngologist.

According to the authors [6], pathological movements of the TMJ violate the relationship of the medial pterygoid muscle and the muscle straining the soft palate, which is anatomically closely related to the muscle straining the eardrum in the area of attachment to the cartilage part of the Eustachian tube. As a result, a block of this muscle develops. This creates a picture of limited mobility of the eardrum, which can cause a feeling of congestion of the ear, hyper- or hypoacusia.

Individual symptoms of cochleovestibular disorders were observed in group 1 in an average of 67% of respondents: a feeling of congestion in the ear, headache, a feeling of blood rush when the head is tilted, dizziness during physical exertion and situations that cause motion sickness, irritability, tingling, tingling in the tongue after a high chewing load, clenching and gnashing of teeth in a stressful situation. The marked symptoms were not observed in the 2nd group of students with physiological occlusion.

The characteristics of the amplitude-time parameters of

the main components of trigeminal somatosensory evoked potentials in the group with physiological occlusion and in the group of respondents with distal occlusion were obtained and analyzed. There was a significant increase in the latency period during left and right stimulation for N14 and P23 components ($p < 0.05$). The analysis of the amplitude of the main components of TSEP revealed a tendency to increase the amplitude of N14 and P23 when stimulated both on the left and on the right (in 41% of patients), however, these changes were not reliable in the group as a whole (see Table 1).

Table 1

TSEP indicators-latent period (on the left and on the right) and amplitude (on the left and on the right) in the 1st and 2nd groups of respondents; in the right column are normative data

TSEP indicators	1-st group	2-d group	Control group
LP N1l, ms	$8.2 \pm 1.2^*$	5.6 ± 0.7	5.0–7.0
LP N1r, ms	$8.4 \pm 1.1^*$	5.7 ± 0.4	5.0–7.0
ЛП P1l, ms	$13.5 \pm 1.8^*$	8.8 ± 0.8	8.3–10.5
ЛП P1r, ms	$12.7 \pm 1.7^*$	9.7 ± 0.9	8.3–10.5
ЛП N2l, ms	15.9 ± 0.8	12 ± 1.1	10.9–15.7
ЛП N2r, ms	16.5 ± 0.9	12 ± 1.3	10.9–15.7
P1-N1l, mkV	2.8 ± 0.7	1.9 ± 0.7	1.12–2.7
P1-N1r, mkV	2.7 ± 0.6	1.8 ± 0.8	1.12–2.7
N1-P2l, mkV	3.5 ± 0.9	2.8 ± 1.1	1.19–3.45
N1-P2r, mkV	3.4 ± 0.8	2.9 ± 1.4	1.19–3.45

Note: * — statistically significant ($p < 0.05$) differences between group 1 and group 2.

Significant correlations were obtained between the severity of pain on the VAS scale and the latent period for the parameters of TSEP, indicating an increase in activation in the system of the II branch of the trigeminal nerve ($r = -0.52$, $p < 0.05$). Shortening of the latent periods of TVP components indicates activation changes in the trigeminal nerve system in TMJ dysfunction.

Since it is known that cochleovestibular phenomena can be caused by violations of the functions of the dental apparatus and/or chewing myofascial syndrome, including those associated with TMJ pain dysfunction, correlations between the intensity of pain of different localization (in points) and the severity of cochleovestibular disorders (in points) were analyzed and significant correlations were obtained for Spearman ($r = 0.57$, $p < 0.05$).

Analysis of the ABEP data showed (Table 2) that the group with distal occlusion of the dentition and physiological occlusion have a number of differences. ABEP parameters allow us to assess the state of the auditory nerve and auditory stem nuclei and to judge the interest in the pathological process or dysfunction of different levels of the brain stem. Usually, the amplitude-time characteristics of the I-V peaks of the ABEP are

analyzed. The origin of the I peak ABEP is associated with the generation of responses in the cochlea and the nerve, peak II in the cochlear nucleus, peak III in the trapezoid body, nuclei of the upper olive, peak IV in the nuclei of the lateral loops, varnaling complex V peak in the lower tubercles of the corpora quadrigemina, VI peak in the medial geniculate body and the VII peak in the distal part of the auditory radiation. Analysis of the VI and VII peaks of ABEP is rare in scientific and clinical data in practice due to their pronounced variability [5, 7].

The LP analysis showed that in group 1 there were statistically significant differences in the LP components of the I, III and Y peaks compared to the control group, which can be considered as hyperactivity of the stem structures. These processes are probably the result of reduced control of peripheral processes as a result of increased excitability of subcortical structures and impaired modulation of cortical-subcortical relationships.

Table 2

Latency period, peak amplitude and peak-to-peak intervals of in the group of responses with distal occlusion (1-st gr.) and physiological occlusion (2-nd gr.).

ABEP peak latency period (ms)				
Groups	I	II	III	V
1-st gr.	1.48±0.08*	2.63±0.1	3.4±0.09*	5.31±0.1*
2-nd gr.	1.62±0.1	2.74±0.1	3.82±0.1	5.67±0.2
p *	p<0.05	---	p<0.01	p<0.05
Amplitude of ABEP peaks (mk V)				
Groups	I	II	III	V
1-st gr.	0.5±0.19	0.25±0.17	0.25±0.15	0.47±0.19
2-nd gr.	0.4±0.18	0.23±0.14	0.24±0.12	0.49±0.2
p *	---	---	---	---
Peak-to-peak ABEP intervals (ms)				
Groups	I-III	I-Y	III-Y	
1-st gr.	2.18±0.2	4.13±0.16	1.92±0.15	
2-nd gr.	2.22±0.15	4.09±0.19	1.85±0.14	
p *	---	---	---	

Note: p* — statistical significance of differences between groups 1 and 2

As you can see, the analysis of peak intervals did not reveal any differences from the norm, and there were no significant differences on the right and left.

As a rule, the lengthening of the latency and inter-peak intervals of ABEP means a demyelinating process with a decrease in the speed of the nerve impulse, and a decrease in the amplitude - as axonal disorders [7]. In our study, such changes were not registered, but, on the contrary, statistically significant decreases in latent periods were observed, which indicates an increased excitability of non-specific brain stem structures at the medullo-pontomesencephalic level compared to the control group.

A correlation analysis was performed between the

severity of various symptoms in points and various parameters of ABEP. Statistically significant data were obtained for the parameter of pain assessment and its irradiation (neck, lower jaw, scapula, parotid region on the score scale) and the decrease in the latent period of the III and Y components of the ABEP ($r = -0.58, p < 0.05$).

The predominance of the sympathetic nervous system was revealed by an integral indicator including the vegetative index of Kerdo (16,3±1,2 — 1-I am a group, 0,5±2,5 — 2 group I), indicators in the orthostatic test (heart rate growth by 21.3±2.9 beats / min. — 1 group, heart rate growth — by 9.1±2.4 beats / min.), data from the A. M. Wein questionnaire for the determination of autonomic dysfunction (45, 2±3,7 — 1 group compared to 19.8±2.4 — control group). Perhaps, tension, increased activation, stress in group 1 subjects is associated with their habit of straining their shoulders, squeezing, grinding their teeth at night. In respondents with pain dysfunction of the TMJ and pathological occlusion, the detected disorders are related to cochleovestibular phenomena and violations of the trigeminal nerve afferentation link. Irradiation and migration of pain syndromes from one area of the maxillofacial region to another is associated with anastomosis of nerve fibers in the parotid region, in which innervation is involved: the large ear nerve, the small occipital nerve, the tympanic nerve, the ear-temporal nerve, the knee node and the ear ganglion [8].

According to the literature data [1, 2, 9, 10], it is noted that in migraine, tension headache, trigeminal neuralgia, hyperactivity of the trigeminal system is characteristic. Thus, the authors [10] showed that in migraines with a long duration of the disease, the excitability of the trigeminal system is observed according to TSEP data (an increase in the threshold of irritation and N1/P1 amplitude). The revealed dysfunction of brain stem structures in these patients indicates a violation of the function of the antinociceptive system at the supraspinal level, which in turn contributes to the development of pain syndrome. In contrast to the pathophysiological mechanisms that determine the choice of the predominant side of pain in migraine [4, 9], this study found indicators that do not significantly differ from the right and left, which indicates a General increase in the excitability of the trigeminal system associated with early signs of TMJ dysfunction, which probably indicates the initial stage of disease development in the studied population of individuals with distal occlusion aged 18–21 years. The obtained results are supposed to be used for functional differential diagnostics of such dental diseases as TMJ pain dysfunction, occlusion abnormalities accompanied by pain syndrome.

Conclusions

1. The use of the «Bio JVA» device made it possible to detect TMJ abnormalities in the group with distal occlusion in 100% of individuals, among which the majority were persons with dislocated articular disk with reposition, and only 18% of the total number of patients with distal

occlusion revealed degenerative changes in the joint.

2. The use of the «Bio JVA» device allowed us to identify functional disorders in the TMJ that correlate with neurophysiological indicators of functional changes in the physiological systems associated with the TMJ.

3. Statistically significant differences were obtained in the latent periods I, III and Y of the peak components of acoustic stem evoked potentials in comparison with the control group, which means hyperreactivity of stem structures, which is associated with activation of the sympathetic nervous system in the group with TMJ pain dysfunction compared to the control group.

4. According to the TSEP study, a statistically significant decrease in latent peak periods was found, which indicates an increased excitability of non-specific trunk structures in comparison with the control group.

REFERENCES

1. Sorokina N. D., Pertsov S. S., Shakhaliyeva L. R., Selitsky G. V., Polma L. V. Neurophysiological and physiological correlates of temporomandibular joint disorders and pain syndrome in maxillofacial region. *Russian journal of pain*. 17 (1): 60-67. 2019. (in Russ).
2. Sorokina N. D., Selitsky G. V., Teremenceva E.S. Neurophysiological aspects of pain syndromes of the maxillofacial region. *Journal of neurology and psychiatry named after S.S. Korsakov*. 114(4): 105-110. 2014. (in Russ).
3. Boldin A.V., Agasarov L. G., Tardov M. V. and others. Complex approach to treatment of patients with cochleovestibular syndrome caused by myofascial pathology and dysfunction of temporomandibular joint. *Manual therapy*. 63 (3): 3-11. 2016. (in Russ).
4. Sorokina N. D., Selitsky G. V., Zherdev A. S. Neurobiological aspects of the effectiveness of biofeedback in the treatment of migraine in epilepsy. *Journal of neurology and psychiatry im. S. S. Korsakov*. 116 (12): 39-43. 2016. (in Russ).
5. Toropina G. G. Evoked potentials. *Moscow. Medpress-inform*. 287 p. 2016. (in Russ).
6. Tardov M. V., Boldin A.V. Kosten's Syndrome or dysfunction of the temporomandibular joint? *Difficult patient*. 16 (10): 43-46. 2018. (in Russ).
7. Paulraj M. P., Subramaniam K., Yaccob S. B., Adom A.H., Hema C.R. Auditory Evoked Potential Response and Hearing Loss: A Review. *Open Biomedical Engineering Journal*. 9:17-24. 2015.
8. Westersund C.D., Scholten J., Turner R.J. Relationship between craniocervical orientation and center of force of occlusion in adults. *The Journal of Cranio mandibular & Sleep Practice*. 35(5): 283-289. 2017.
9. Maksimova M. Yu., Fedin P. A., Suanova E. T., Tyurnikov V. M. Neurophysiological features of atypical facial pain. 7 (3): 9-16. 2013. (in Russ).
10. Abanoz Y., Abanoz Y., Gündüz A., Savrun F. K. Trigeminal somatosensorial evoked potentials suggest increased excitability during interictal period in patients with long

disease duration in migraine. *NeuroscienceLetters*. 612 (26): 62-65. 2016.

Authors

Natalia D. Sorokina

Moscow State University of Medicine and Dentistry named after A.I. Evdokimov
Dr. Sci. (Bio.), Professor of the Department of normal physiology and medical physics
5, Staromonetny pereulok, Moscow, 119017, Russian Federation
medical-phys11@mail.ru

Liana R. Shakhaliyeva

Moscow State University of Medicine and Dentistry named after A.I. Evdokimov
Post-graduate student of the Department of orthodontics of the faculty of dentistry
5, Staromonetny pereulok, Moscow, 119017, Russian Federation
lyankalyanka07@mail.ru

Sergey S. Pertsov

P.K. Anokhin Research Institute of Normal Physiology
Dr.Sci. (Med.), Corresponding Member of RAS, Professor
Deputy Director on scientific work, head of the laboratory system mechanisms of emotional stress
Head of the Department of normal physiology and medical physics of the medical faculty of the Moscow State University of Medicine and Dentistry named after A.I. Evdokimov
5, Staromonetny pereulok, Moscow, 119017, Russian Federation
s.pertsov@mail.ru

Lyudmila V. Polma

Moscow State University of Medicine and Dentistry named after A.I. Evdokimov
Dr.Sci. (Med.), Professor of orthodontics Department, faculty of dentistry
5, Staromonetny pereulok, Moscow, 119017, Russian Federation
orthomag@yandex.ru

Gennady V. Selitsky

Moscow State University of Medicine and Dentistry named after A.I. Evdokimov
Dr.Sci. (Med.), honored doctor of the Russian Federation, Professor of the Department of nervous diseases of the medical faculty
5, Staromonetny pereulok, Moscow, 119017, Russian Federation
gvselitsky@mail.ru