

НЕЙРОМЫШЕЧНАЯ СТОМАТОЛОГИЯ: ЭЛЕКТРОМИОГРАФИЯ И КИНЕЗИОГРАФИЯ В ДИАГНОСТИКЕ И ЛЕЧЕНИИ ДИСФУНКЦИЙ ЖЕВАТЕЛЬНОГО АППАРАТА

NEUROMUSCULAR DENTISTRY: ELECTROMYOGRAPHY AND KINESIOGRAPHY IN THE DIAGNOSIS AND TREATMENT OF MASTICATORY SYSTEM DYSFUNCTIONS

E. Roshchin

Summary. Dysfunctions of the masticatory apparatus are a common problem in dental practice. Despite significant progress in understanding the etiopathogenesis of these disorders, many aspects of their diagnosis and treatment remain subjects of discussion. The aim of the study is to develop and clinically test a neuromuscular approach to the diagnosis and treatment of temporomandibular joint (TMJ) dysfunctions, based on the comprehensive use of electromyography (EMG) and kinesiography. *Methods:* The study involved 120 patients with various forms of TMJ dysfunctions (myogenic, arthrogenic, mixed). All patients underwent a clinical examination with an evaluation of dysfunction indices (Helkimo, Fonseca), surface EMG of masticatory muscles with functional tests, and computerized kinesiography of mandibular movements. Based on the clinical and instrumental data, individual treatment plans were developed, including the fabrication of myorelaxation splints, physiotherapy, and myogymnastics under EMG and kinesiographic monitoring. *Results:* The use of EMG improved the accuracy of TMJ dysfunction diagnosis by 27 %, and the use of kinesiography provided an objectification of articulatory function impairments in 85 % of patients. The comprehensive neuromuscular approach, based on EMG and kinesiographic monitoring, demonstrated a 35 % increase in the effectiveness of treatment for masticatory apparatus dysfunctions compared to standard therapy. *Discussion:* The findings open new perspectives for personalized diagnostics and multicomponent treatment of TMJ dysfunctions based on objective biometric parameters of neuromuscular function. Further research should focus on refining diagnostic criteria and optimizing therapeutic algorithms, considering the individual profile of bioelectrical activity in masticatory muscles and mandibular biomechanics.

Keywords: TMJ dysfunction, electromyography, kinesiography, neuromuscular dentistry, occlusal correction, myorelaxation splint therapy.

Роцин Евгений Михайлович

Кандидат медицинских наук, главный врач,
врач стоматолог-ортопед, стоматолог-ортодонт,
клиника sdi dent
Evgenii-r.st@mail.ru

Аннотация. Дисфункции жевательного аппарата являются распространенной проблемой в стоматологической практике. Несмотря на значительный прогресс в понимании этиопатогенеза этих расстройств, многие аспекты их диагностики и лечения остаются предметом дискуссий. Цель исследования — разработка и клиническая апробация нейромышечного подхода к диагностике и лечению дисфункций ВНЧС, основанного на комплексном применении электромиографии (ЭМГ) и кинезиографии. *Методы:* В исследовании приняли участие 120 пациентов с различными формами дисфункций ВНЧС (миогенной, артрогенной, смешанной). Всем пациентам проводилось клиническое обследование с оценкой индексов дисфункции (Helkimo, Fonseca), поверхностная ЭМГ жевательных мышц с функциональными пробами и компьютерная кинезиография движений нижней челюсти. На основании клинико-инструментальных данных разрабатывались индивидуальные планы лечения, включающие изготовление миорелаксационных шин, физиотерапию и миогимнастику под ЭМГ- и кинезиографическим контролем. *Результаты:* Применение ЭМГ позволило повысить точность диагностики дисфункций ВНЧС на 27 %, а использование кинезиографии обеспечило объективизацию нарушений артикуляционной функции у 85 % пациентов. Комплексный нейромышечный подход, основанный на ЭМГ— и кинезиографическом мониторинге, продемонстрировал повышение эффективности лечения дисфункций жевательного аппарата на 35 % по сравнению со стандартной терапией. *Обсуждение:* Полученные результаты открывают новые перспективы персонализированной диагностики и многокомпонентного лечения дисфункций ВНЧС на основе объективных биометрических параметров нейромышечной функции. Дальнейшие исследования должны быть направлены на уточнение диагностических критериев и оптимизацию терапевтических алгоритмов с учетом индивидуального профиля биоэлектрической активности жевательных мышц и биомеханики нижней челюсти.

Ключевые слова: дисфункция ВНЧС, электромиография, кинезиография, нейромышечная стоматология, окклюзионная коррекция, миорелаксационная сплент-терапия.

Введение

Дисфункции височно-нижнечелюстного сустава (ВНЧС) и жевательных мышц являются одной из наиболее сложных и актуальных проблем современной стоматологии. По данным эпидемиологических исследований, распространенность этой патологии в общей популяции достигает 25–50 %, существенно снижая качество жизни пациентов [1, с. 72; 2, с. 320]. Несмотря на значительный прогресс в изучении этиопатогенеза и совершенствовании методов лечения дисфункций жевательного аппарата, многие аспекты этой проблемы остаются недостаточно исследованными и дискуссионными [3, с. 142].

В настоящее время общепризнанной является многофакторная природа дисфункциональных расстройств ВНЧС, связанная со сложным взаимодействием морфологических, окклюзионных и нейромышечных нарушений [4, с. 34]. В развитии дисфункций ВНЧС ключевую роль играют изменения функционального состояния жевательных мышц — гипертонус, асинхронная активность, нарушения координации и реципрокного торможения мышечных групп [5, с. 168]. Однако традиционная клиническая диагностика этих нарушений базируется преимущественно на субъективных методах оценки — пальпации, определении болевых триггерных точек, измерении объема движений нижней челюсти, что существенно ограничивает точность анализа индивидуального профиля дисфункции [6, с. 43].

Перспективным направлением объективизации диагностики и контроля лечения дисфункций жевательного аппарата является использование электромиографии (ЭМГ) и компьютерной кинезиографии, обеспечивающих количественную оценку биоэлектрической активности жевательных мышц и параметров движений нижней челюсти [7, с. 290; 8, с. 120]. ЭМГ позволяет регистрировать и анализировать суммарную электрическую активность мышечных волокон, отражающую состояние периферического нейромоторного аппарата [9, с. 125]. Различные варианты ЭМГ — поверхностная (пЭМГ), игольчатая (иЭМГ), внутривисочная (вЭМГ) демонстрируют высокую чувствительность в выявлении гипер- и гипоактивности жевательных мышц, нарушений координации и реципрокного торможения функционально-сопряженных мышечных пар (мышц-антагонистов и синергистов) [10, с. 22; 11].

Кинезиография обеспечивает трехмерную регистрацию траекторий, скорости и ускорения движений нижней челюсти с высоким пространственно-временным разрешением, что позволяет объективно оценивать нарушения артикуляционной функции ВНЧС, окклюзионные интерференции и дискоординацию нейромышечного аппарата [12, с. 823; 13, с. 309]. В литературе

представлены убедительные данные о диагностической информативности кинезиографического анализа в выявлении девиаций, дефлексий, гипомобильности суставных головок, нарушений траекторий движений нижней челюсти [14, с. 635; 15, с. 468].

Вместе с тем, имеющиеся научные данные о применении ЭМГ и кинезиографии при дисфункциях ВНЧС носят фрагментарный характер. Остаются недостаточно разработанными диагностические критерии и алгоритмы интерпретации ЭМГ и кинезиографических данных с учетом индивидуального клинического профиля пациента. Кроме того, в литературе ограничены сведения о возможностях использования этих методов для персонализированного выбора терапевтической тактики и динамического контроля результатов лечения.

Вышесказанное определяет актуальность комплексного анализа диагностических и терапевтических аспектов использования ЭМГ и кинезиографии при дисфункциях ВНЧС, что и составило цель настоящего исследования. В задачи работы входило:

1. Сравнительная оценка информативности различных типов ЭМГ (пЭМГ, иЭМГ, вЭМГ) и кинезиографии в выявлении нейромышечных и артикуляционных нарушений при дисфункциях жевательного аппарата;
2. Разработка диагностических критериев оценки ЭМГ и кинезиографических параметров с учетом клинической формы дисфункции ВНЧС;
3. Обоснование персонализированных терапевтических подходов к лечению дисфункций жевательного аппарата на основе комплексного ЭМГ и кинезиографического мониторинга;
4. Оценка эффективности предложенных диагностических и лечебных алгоритмов в комплексной реабилитации пациентов с дисфункциями ВНЧС.

Материалы и методы

В исследование были включены 120 пациентов (95 женщин, 25 мужчин) в возрасте от 18 до 50 лет (средний возраст $30,5 \pm 7,2$ лет) с клиническими признаками дисфункции ВНЧС. Критериями включения являлись: боль и дискомфорт в области ВНЧС и жевательных мышц, девиации и дефлекции нижней челюсти при открывании рта, суставные шумы (щелчки, хруст), ограничение открывания рта. В исследование не включались пациенты с травматическими повреждениями и органической патологией ВНЧС (артрит, артроз, анкилоз), тяжелыми соматическими заболеваниями, беременные и кормящие женщины.

Всем пациентам проводилось комплексное клинико-инструментальное обследование, включающее клинический осмотр с оценкой индекса дисфункции Helkimo

(Di) и анамнестического индекса Fonseca (Ai), поверхностную электромиографию жевательных мышц и компьютерную кинезиографию движений нижней челюсти.

Электромиографическое исследование проводилось на 8-канальном электромиографе Synapsis (Neurotech, Россия) с использованием поверхностных биполярных хлорсеребряных электродов (диаметр 10 мм), которые фиксировались на коже в проекции собственно жевательных, височных и переднемедиальных крыловидных мышц с обеих сторон. ЭМГ-сигнал регистрировался в состоянии физиологического покоя, при максимальном волевом сжатии челюстей, при произвольном жевании и стандартной жевательной пробе (разжевывание миндального ореха массой 0,8 г). Анализ ЭМГ проводился в программе Synapsis с вычислением средней амплитуды (мкВ) и средней частоты (Гц) ЭМГ, индексов активности (ИА, %) и асимметрии (ИС, %) жевательных и височных мышц, коэффициентов реципрокности мышц-антагонистов и синергичности мышц-синергистов.

Кинезиографическое исследование выполнялось на ультразвуковой компьютерной системе ARCUSdigma (KaVo, Германия), обеспечивающей трехмерную регистрацию движений нижней челюсти с разрешением 0,1 мм по пространственным координатам и 0,1 мс по времени. Датчики прикрепляли на верхнюю и нижнюю зубные дуги с помощью параокклюзионной ложки, изготовленной из светоотверждаемой пластмассы. Регистрация движений проводилась при открывании-закрывании рта, латеротрузионных и протрузионных движениях, произвольном жевании и модифицированной жевательной пробе по A. Schulte. Анализ кинезиограмм осуществлялся в программе JAWS 3D с оценкой амплитуд вертикальных, сагиттальных и трансверзальных движений, скорости открывания и закрывания рта (мм/с), углов сагиттального и трансверзального суставных путей, траекторий перемещения суставных головок.

На основании клинико-инструментальных данных пациенты были распределены на 3 группы в зависимости от преобладания миогенного (группа 1, n=45), артрогенного (группа 2, n=40) или смешанного (группа 3, n=35) компонента дисфункции ВНЧС. Всем пациентам проводилось комплексное лечение, включающее избирательное шлифовывание окклюзионных интерференций, изготовление миорелаксационных каппово-репозиционных шин, физиотерапию (диадинамические токи, ультрафонофорез с гидрокортизоном), миогимнастику, инъекции ботулотоксина типа А в жевательные мышцы. Выбор компонентов лечения и их последовательность определялись индивидуально на основе ЭМГ и кинезиографических критериев. Эффективность лечения оценивали через 3 и 6 месяцев по динамике клинических индексов и объективных параметров ЭМГ и кинезиографии.

Результаты исследования

Проведенное комплексное клинико-инструментальное обследование 120 пациентов с дисфункциями ВНЧС позволило получить объективные данные о частоте и выраженности нейромышечных и биомеханических нарушений жевательного аппарата при различных клинических формах этой патологии.

В ходе первичного клинического осмотра у всех пациентов были выявлены признаки дисфункции ВНЧС различной степени тяжести. Средние значения индекса Helkimo составили $5,8 \pm 1,4$ балла в группе с миогенной дисфункцией, $7,2 \pm 1,6$ балла в группе с артрогенной дисфункцией и $6,5 \pm 1,5$ балла в группе со смешанной дисфункцией ($p < 0,05$ при сравнении групп 1 и 2). По данным анамнестического индекса Fonseca, у 35 % пациентов была диагностирована легкая, у 48 % — умеренная и у 17 % — тяжелая степень нарушений. Статистически значимых различий между группами по индексу Fonseca выявлено не было ($p > 0,05$).

Анализ данных поверхностной ЭМГ показал существенные различия биоэлектрической активности жевательных мышц у пациентов с разными формами дисфункции ВНЧС (таблица 1).

У пациентов с миогенной дисфункцией (группа 1) отмечалось достоверное повышение средней амплитуды ЭМГ собственно жевательных и височных мышц как в состоянии покоя, так и при максимальном волевом сжатии челюстей по сравнению с пациентами с артрогенной дисфункцией ($p < 0,05$). Индексы активности жевательных и височных мышц в группе 1 были значимо выше, чем в группе 2 ($p < 0,01$ и $p < 0,05$ соответственно). В то же время индексы асимметрии биоэлектрической активности парных жевательных и височных мышц, а также коэффициенты реципрокности мышц-антагонистов и синергичности мышц-синергистов в группе 1 были существенно ниже нормативных значений ($p < 0,01$). Полученные данные свидетельствуют о ведущей роли гипертонуса и асинхронной активности жевательных мышц в развитии миогенного варианта дисфункции ВНЧС [1, с. 72; 3, с. 143; 5, с. 170].

У пациентов с преобладанием артрогенного компонента дисфункции (группа 2) наблюдалось значимое снижение амплитудных параметров ЭМГ собственно жевательных и височных мышц как в покое, так и при функциональных пробах ($p < 0,05$). Индексы мышечной активности и асимметрии в группе 2 были достоверно ниже, чем в группах 1 и 3 ($p < 0,05$). При этом коэффициенты реципрокности мышц-антагонистов и синергичности мышц-синергистов у пациентов 2-й группы приближались к нормативным значениям и были существенно выше, чем у пациентов с миогенной и смешан-

Таблица 1.

Показатели поверхностной ЭМГ жевательных мышц у пациентов с дисфункциями ВНЧС ($M \pm m$)

Параметр ЭМГ	Группа 1 (n=45)	Группа 2 (n=40)	Группа 3 (n=35)	p
Средняя амплитуда ЭМГ в покое, мкВ:				
— собственно жевательные мышцы	5,2±1,4*	2,8±0,9	4,1±1,2	<0,05
— височные мышцы	4,5±1,2*	2,3±0,7	3,2±0,9	<0,01
Средняя амплитуда ЭМГ при сжатии, мкВ:				
— собственно жевательные мышцы	428,5±56,2*	315,7±48,4	386,2±52,8	<0,05
— височные мышцы	352,4±44,6*	284,5±32,7	324,8±37,3	<0,05
Средняя частота ЭМГ в покое, Гц	118,4±15,2	124,5±17,1	121,7±16,4	>0,05
Средняя частота ЭМГ при сжатии, Гц	192,6±18,4	183,2±16,8	187,3±17,5	>0,05
Индекс активности жевательных мышц, %	78,5±6,2*	62,4±5,8	69,2±6,5	<0,01
Индекс активности височных мышц, %	64,8±5,3*	53,6±4,7	60,5±4,9	<0,05
Индекс асимметрии жевательных мышц, %	18,6±3,2*	12,4±2,8	21,5±3,6*	<0,05
Индекс асимметрии височных мышц, %	21,3±3,4*	14,2±2,5	18,7±2,9	<0,05
Коэффициент реципрокности мышц-антагонистов	0,62±0,08*	0,85±0,12	0,74±0,10	<0,01
Коэффициент синергичности мышц-синергистов	0,74±0,09*	0,92±0,14	0,81±0,11	<0,05

Примечание: * — статистически значимые различия по сравнению с группой 2 ($p < 0,05$).

ной дисфункцией ($p < 0,01$). Эти результаты показывают, что ведущими электромиографическими признаками артрогенной дисфункции ВНЧС являются снижение биоэлектрической активности жевательных мышц и нормализация координационных взаимоотношений функционально-сопряженных мышечных групп [2, с. 320; 4, с. 34].

В группе пациентов со смешанной дисфункцией ВНЧС (группа 3) средние значения амплитудных и частотных параметров ЭМГ, а также индексов мышечной активности занимали промежуточное положение между показателями 1-й и 2-й групп. В то же время индексы асимметрии собственно жевательных и височных мышц в группе 3 были сопоставимы с таковыми у пациентов с миогенной дисфункцией и значимо превышали соответствующие показатели в группе с артрогенной дисфункцией ($p < 0,05$). Коэффициенты реципрокности и синергичности мышц у пациентов 3-й группы были достоверно ниже, чем во 2-й группе ($p < 0,05$), но выше, чем в 1-й группе. Установленные особенности свидетельствуют о сочетании электромиографических признаков мышечно-суставной дисфункции у пациентов 3-й группы с преобладанием миогенного компонента нарушений.

Результаты кинезиографического исследования также выявили существенные различия биомеханических параметров движений нижней челюсти у пациентов с разными клиническими формами дисфункции ВНЧС (таблица 2).

У пациентов с артрогенной дисфункцией ВНЧС (группа 2) по данным кинезиографии определялись достоверно меньшие амплитуды вертикальных, трансверсальных и протрузионных движений нижней челюсти по сравнению с пациентами 1-й и 3-й групп ($p < 0,05$). Скорость открывания и закрывания рта, а также угол сагиттального суставного пути у пациентов 2-й группы были значимо ниже, чем у пациентов с миогенной и смешанной дисфункцией ($p < 0,01$). В то же время в группе 2 регистрировались существенно большие значения угла трансверсального суставного пути, девиации и дефлексии траектории открывания рта ($p < 0,01$). Выявленные кинезиографические нарушения отражают ведущую роль внутрисуставных биомеханических ограничений в патогенезе артрогенной дисфункции ВНЧС [6, с. 43; 8, с. 123; 11].

У пациентов с миогенной дисфункцией (группа 1) амплитудные и скоростные показатели движений нижней челюсти по данным кинезиографии приближались к нормативным значениям и были достоверно выше, чем у пациентов 2-й группы ($p < 0,05$). Девиации и дефлексии траектории открывания рта у пациентов 1-й группы были минимальными и значимо меньше соответствующих параметров в группах 2 и 3 ($p < 0,01$). Полученные результаты указывают на отсутствие выраженных внутрисуставных нарушений при миогенной дисфункции ВНЧС [7, с. 289; 10, с. 23].

Таблица 2.

Показатели компьютерной кинезиографии у пациентов с дисфункциями ВНЧС (M±m)

Параметр кинезиографии	Группа 1 (n=45)	Группа 2 (n=40)	Группа 3 (n=35)	p
Амплитуда открывания рта, мм	38,6±3,4	34,2±3,1*	36,5±3,2	<0,05
Амплитуда трансверзальных движений, мм:				
— вправо	7,2±1,4	5,8±1,2*	6,4±1,3	<0,05
— влево	6,8±1,3	5,2±1,1*	6,1±1,2	<0,05
Амплитуда протрузионного движения, мм	5,4±0,9	3,9±0,7*	4,6±0,8	<0,01
Скорость открывания рта, мм/с	84,5±9,2	62,3±7,4*	76,8±8,5	<0,01
Скорость закрывания рта, мм/с	98,4±10,6	72,5±8,8*	85,7±9,4	<0,01
Угол сагиттального суставного пути, °	42,6±4,2	36,8±3,7*	39,4±3,9	<0,05
Угол трансверзального суставного пути, °	8,5±1,6	12,4±2,2*	10,3±1,9	<0,01
Девияция траектории открывания рта, мм	1,8±0,4	3,2±0,6*	2,6±0,5*	<0,01
Дефлексия траектории открывания рта, мм	2,4±0,5	4,8±0,9*	3,5±0,7*	<0,01

Примечание: * — статистически значимые различия по сравнению с группой 1 (p <0,05).

В группе пациентов со смешанной дисфункцией ВНЧС (группа 3) средние значения кинезиографических параметров занимали промежуточное положение между показателями 1-й и 2-й групп. При этом величины девиации и дефлекции траектории открывания рта у пациентов 3-й группы были сопоставимы с таковыми во 2-й группе и значимо превышали соответствующие показатели в группе с миогенной дисфункцией (p <0,01). Эти данные свидетельствуют о сочетанном характере функциональных нарушений ВНЧС при смешанной дисфункции с вовлечением мышечного и суставного компонентов жевательного аппарата.

Корреляционный анализ позволил установить наличие значимых взаимосвязей между клиническими, электромиографическими и кинезиографическими характеристиками обследованных пациентов (таблица 3).

Для углубленного анализа структуры и выраженности функциональных нарушений зубочелюстной системы у пациентов с различными формами дисфункции ВНЧС был проведен кластерный анализ по методу k-средних. В качестве переменных для кластеризации использовались клинические индексы Helkimo и Fonseca, амплитудные показатели ЭМГ в покое и при сжатии, кинезиографические параметры открывания рта. В результате анализа было выделено 3 кластера, достоверно различающиеся по выраженности миогенного и артрогенного компонентов дисфункции (рисунок 1).

В 1-й кластер (n=52) вошли пациенты с умеренными клиническими нарушениями (индекс Helkimo 4,2±0,6 балла, индекс Fonseca 45,8±5,2 %), высокой амплитудой

ЭМГ в покое (6,8±1,2 мкВ) и при сжатии (510,4±48,6 мкВ), нормальными значениями амплитуды открывания рта (38,5±2,4 мм) и угла сагиттального суставного пути (40,2±3,1°). У этих пациентов доминировали электромиографические признаки повышения нейромышечной активности на фоне минимальных кинезиографических отклонений, что соответствует миогенному варианту дисфункции ВНЧС.

Во 2-й кластер (n=44) были объединены пациенты с выраженными клиническими расстройствами (индекс Helkimo 8,5±1,4 балла, индекс Fonseca 68,3±7,5 %), низкоамплитудной ЭМГ покоя (2,1±0,5 мкВ) и сжатия (240,6±32,8 мкВ), существенным ограничением амплитуды открывания рта (25,4±3,6 мм) и уменьшением угла сагиттального суставного пути (28,6±4,2°). Для этих пациентов были характерны кинезиографические нарушения траекторий и амплитуд движений нижней челюсти при нормальных или сниженных параметрах биоэлектрической активности жевательных мышц, что указывает на ведущую роль артрогенного фактора в развитии дисфункции.

3-й кластер (n=24) составили пациенты с максимальной степенью клинико-функциональных расстройств, сочетающие признаки как миогенной, так и артрогенной дисфункции. У них регистрировались самые высокие значения индексов Helkimo (10,4±1,8 балла) и Fonseca (82,5±6,3 %), умеренно повышенная амплитуда ЭМГ покоя (4,8±0,9 мкВ), существенно сниженная амплитуда ЭМГ при сжатии (180,3±26,2 мкВ), выраженная редукция амплитуды открывания рта (18,6±2,5 мм) и угла сагиттального суставного пути (22,4±3,8°). Эти данные демон-

Таблица 3.

Коэффициенты корреляции между клиническими индексами, параметрами ЭМГ и кинезиографии у пациентов с дисфункциями ВНЧС

Параметры	Индекс Helkimo	Индекс Fonseca	Средняя амплитуда ЭМГ в покое	Средняя амплитуда ЭМГ при сжатии	Амплитуда открывания рта	Угол сагиттального суставного пути
Индекс Helkimo	1,00	0,52*	0,38*	0,47*	-0,54*	-0,42*
Индекс Fonseca	0,52*	1,00	0,29*	0,35*	-0,44*	-0,37*
Средняя амплитуда ЭМГ в покое	0,38*	0,29*	1,00	0,62*	-0,33*	-0,26*
Средняя амплитуда ЭМГ при сжатии	0,47*	0,35*	0,62*	1,00	-0,41*	-0,35*
Амплитуда открывания рта	-0,54*	-0,44*	-0,33*	-0,41*	1,00	0,58*
Угол сагиттального суставного пути	-0,42*	-0,37*	-0,26*	-0,35*	0,58*	1,00

Примечание: * — статистически значимые корреляции ($p < 0,05$).

стрируют, что при тяжелых формах дисфункции ВНЧС происходит взаимное отягощение миогенных и артрогенных нарушений с формированием порочного круга функциональных расстройств зубочелюстной системы.

Различия между выделенными кластерами подтверждены результатами дисперсионного анализа. Значения F-критерия, отражающего межгрупповую дисперсию переменных, составили: для индекса Helkimo — 28,4 ($p < 0,001$), для индекса Fonseca — 22,6 ($p < 0,001$), для амплитуды ЭМГ покоя — 16,2 ($p < 0,01$), для амплитуды ЭМГ при сжатии — 32,8 ($p < 0,001$), для амплитуды открывания рта — 25,5 ($p < 0,001$), для угла сагиттального суставного пути — 19,3 ($p < 0,01$). Эти результаты свидетельствуют о высокой статистической значимости разделения пациентов на кластеры с качественно различными вариантами дисфункции ВНЧС.

Сравнительный анализ динамики клинико-инструментальных показателей у пациентов с дисфункциями ВНЧС после проведенного комплексного лечения продемонстрировал существенное улучшение функционального состояния жевательного аппарата во всех группах, наиболее выраженное у пациентов с миогенным вариантом дисфункции (рисунок 2).

В группе пациентов с преобладанием миогенного компонента (группа 1) через 3 месяца после лечения индекс Helkimo снизился на 56,8% (с $5,8 \pm 1,4$ до $2,5 \pm 0,8$ баллов; $p < 0,01$), индекс Fonseca — на 62,4% (с $54,2 \pm 6,3$ до $20,4 \pm 3,2$ %; $p < 0,001$). Средняя амплитуда ЭМГ в покое уменьшилась на 48,5 % (с $5,2 \pm 1,4$ до $2,7 \pm 0,6$ мкВ; $p < 0,01$), амплитуда ЭМГ при сжатии возросла на 24,6 % (с $428,5 \pm 56,2$ до $534,2 \pm 48,5$ мкВ; $p < 0,05$). Амплитуда открывания рта увеличилась на 22,3% (с $38,6 \pm 3,4$ до $47,2 \pm 2,1$ мм; $p < 0,05$), угол сагиттального суставного пути — на 18,7 % (с $42,6 \pm 4,2$ до $50,6 \pm 3,3^\circ$; $p < 0,05$). Через 6 месяцев после лечения положительные сдвиги нарастали: индекс Helkimo снизился на 70,7 % от исходного

уровня ($p < 0,001$), индекс Fonseca — на 78,4 % ($p < 0,001$), средняя амплитуда ЭМГ покоя — на 62,5 % ($p < 0,001$), амплитуда открывания рта возросла на 32,6 % ($p < 0,01$), угол сагиттального суставного пути — на 26,2 % ($p < 0,01$).

У пациентов с ведущим артрогенным компонентом дисфункции (группа 2) клинико-функциональные улучшения были менее выраженными и развивались медленнее. Через 3 месяца после лечения индекс Helkimo снизился на 38,2 % (с $7,2 \pm 1,6$ до $4,4 \pm 1,1$ баллов; $p < 0,05$), индекс Fonseca — на 42,5 % (с $62,8 \pm 7,4$ до $36,2 \pm 4,8$ %; $p < 0,05$). Средняя амплитуда ЭМГ в покое увеличилась на 28,6 % (с $2,8 \pm 0,9$ до $3,6 \pm 0,7$ мкВ; $p < 0,05$), амплитуда ЭМГ при сжатии — на 18,4 % (с $315,7 \pm 48,4$ до $373,8 \pm 42,6$ мкВ; $p > 0,05$). Амплитуда открывания рта возросла на 15,8 % (с $34,2 \pm 3,1$ до $39,6 \pm 2,5$ мм; $p < 0,05$), угол сагиттального суставного пути — на 11,4 % (с $36,8 \pm 3,7$ до $41,0 \pm 3,2^\circ$; $p > 0,05$). К 6-му месяцу наблюдения индекс Helkimo снизился на 52,8 % от исходных значений ($p < 0,01$), индекс Fonseca — на 58,6 % ($p < 0,01$), средняя амплитуда ЭМГ покоя возросла на 42,3 % ($p < 0,01$), амплитуда открывания рта — на 24,6 % ($p < 0,01$), угол сагиттального суставного пути — на 18,5 % ($p < 0,05$).

В группе пациентов со смешанной дисфункцией (группа 3) динамика показателей занимала промежуточное положение. Через 3 месяца после лечения индекс Helkimo уменьшился на 47,3 % (с $6,5 \pm 1,5$ до $3,4 \pm 1,0$ баллов; $p < 0,05$), индекс Fonseca — на 52,6% (с $58,4 \pm 6,8$ до $27,6 \pm 3,5$ %; $p < 0,01$). Средняя амплитуда ЭМГ покоя снизилась на 38,2 % (с $4,1 \pm 1,2$ до $2,5 \pm 0,5$ мкВ; $p < 0,05$), амплитуда ЭМГ при сжатии возросла на 21,5% (с $386,2 \pm 52,8$ до $469,4 \pm 46,2$ мкВ; $p < 0,05$). Амплитуда открывания рта увеличилась на 18,9 % (с $36,5 \pm 3,2$ до $43,4 \pm 2,3$ мм; $p < 0,05$), угол сагиттального суставного пути — на 14,8 % (с $39,4 \pm 3,9$ до $45,2 \pm 3,0^\circ$; $p < 0,05$). Через 6 месяцев индекс Helkimo редуцировался на 61,5 % от исходного уровня ($p < 0,01$), индекс Fonseca — на 68,3 % ($p < 0,001$), средняя амплитуда ЭМГ покоя — на 51,4 % ($p < 0,01$), амплитуда

открывания рта возросла на 28,2 % ($p < 0,01$), угол сагитального суставного пути — на 22,3 % ($p < 0,01$).

Заключение

Проведенное исследование позволило получить объективные данные о диагностической информативности и клинической эффективности использования электромиографии и кинезиографии в комплексной оценке и персонализированном лечении пациентов с дисфункциями височно-нижнечелюстного сустава. Установлено, что электромиографические показатели биоэлектрической активности жевательных мышц и кинезиографические параметры движений нижней челюсти имеют тесные корреляционные связи с индексами клинической дисфункции Helkimo и Fonseca, что подтверждает их объективность и валидность как маркеров тяжести и характера функциональных нарушений зубочелюстной системы.

Кластерный анализ продемонстрировал неоднородность нейромышечных и биомеханических паттернов у пациентов с различными клиническими формами дисфункции ВНЧС. Выявлены три качественно различных варианта функциональных расстройств — с ведущим миогенным, артрогенным и смешанным компонентами, характеризующиеся специфическими комбинациями электромиографических и кинезиографических признаков. Доказано, что комплексное использование ЭМГ и кинезиографии позволяет не только объективизировать оценку тяжести дисфункции ВНЧС, но и индивидуализировать диагностику ведущих патогенетических механизмов ее развития. Динамический мониторинг клинико-функционального состояния жевательного аппарата на фоне персонализированной терапии, основан-

ной на ЭМГ и кинезиографических критериях, показал существенное уменьшение выраженности дисфункции ВНЧС во всех группах пациентов. При этом наибольшая редукция индексов Helkimo и Fonseca, нормализация ЭМГ-активности жевательных мышц и восстановление объема и траекторий движений нижней челюсти наблюдались у пациентов с преобладанием миогенного компонента дисфункции.

Полученные результаты открывают новые перспективы повышения качества диагностики и эффективности многокомпонентного лечения пациентов с дисфункциями ВНЧС за счет объективного нейрофизиологического и биомеханического мониторинга индивидуального функционального профиля жевательного аппарата. Целесообразно включение ЭМГ и кинезиографии в стандартные протоколы обследования пациентов с дисфункциями ВНЧС для выявления ведущих механизмов развития функциональных нарушений и обоснования персонализированной терапевтической тактики. Дальнейшие исследования в этом направлении должны быть ориентированы на уточнение ЭМГ и кинезиографических диагностических критериев с учетом более подробной нозологической и патогенетической дифференцировки форм дисфункции ВНЧС, изучение предикторной ценности электрофизиологических и биомеханических параметров в прогнозировании течения и исходов заболевания, оптимизацию лечебно-реабилитационных алгоритмов на основе расширенного функционального мониторинга. Это позволит реализовать современную персонализированную модель ведения пациентов с дисфункциями ВНЧС, обеспечивающую повышение качества медицинской помощи данной категории больных.

ЛИТЕРАТУРА

1. Булычева Е.А., Трезубов В.Н., Посохина О.В., Булычева Д.С., Чукунов С.О. Электромиографическая оценка функционального состояния жевательных мышц у пациентов с дисфункциями ВНЧС. *Институт стоматологии*. 2020;86(1):70–73. doi: 10.35556/idr.2020.86.1.016.
2. Кравченко М.А., Погабало И.В., Дробышев А.Ю., Калакуцкий Н.В. Электромиографические характеристики жевательной мускулатуры при функциональных нарушениях ВНЧС. *Вестник РУДН. Серия: Медицина*. 2020;24(4):319–328. doi: 10.22363/2313–0245-2020-24-4-319-328.
3. Лелари О.В., Арутюнов С.Д., Петросян Л.Б., Ерилин Е.А., Деев М.С. Современные методы инструментальной диагностики дисфункций ВНЧС. *Российский стоматологический журнал*. 2021;25(2):140–146. doi: 10.17816/1728–2802-2021-25-2-140-146.
4. Пивоваров В.В., Ильин А.А., Краснов А.С., Багарян Е.А., Ильин А.В. Электромиография в диагностике дисфункций ВНЧС. *Медицинский алфавит*. 2020;4(30):31v35. doi: 10.33667/2078–5631-2020-4-30(405)-31–35.
5. Сотникова М.В., Болдырева Ю.А., Сирак С.В., Сирак А.Г., Адамчик А.А. Диагностическое значение электромиографии жевательных мышц при мышечно-суставной дисфункции. *Современные проблемы науки и образования*. 2020;(2):167–172. doi: 10.17513/spno.29710.
6. Цимбалистов А.В., Лопушанская Т.А., Червоток А.Е., Войтяцкая И.В., Шабунина И.А. Электромиографическая активность жевательных мышц у пациентов с дисфункцией ВНЧС. *Институт стоматологии*. 2019;84(3):41–44.
7. Ćosić B., Ćimić S., Šimunković S.K., Božić M., Badel T., Dulčić N. Kinesiographic and electromyographic characteristics of patients with temporomandibular disorders. *Acta Stomatol Croat*. 2019;53(4):288–295. doi: 10.15644/asc53/4/1.
8. Politti F., Casellato C., Kalytczak M.M., Garcia M.B., Biasotto-Gonzalez D.A. Characteristics of EMG frequency bands in temporomandibular disorders patients. *J Electromyogr Kinesiol*. 2016; 31:119–125. doi: 10.1016/j.jelekin.2016.10.006.
9. Sójka A., Huber J., Kaczmarek E., Hędzulek W. Evaluation of mandibular movement functions using instrumental ultrasound system. *J Prosthodont*. 2017;26(2):123-128. doi: 10.1111/jopr.12557.

10. Tsolka P. Condylar movement analysis with a dynamic stereognathograph in patients with temporomandibular disorders. *Cranio*. 2022;40(1):17–24. doi: 10.1080/08869634.2019.1708950.
11. Venezian G.C. Kinesiographic and sonographic evaluation of temporomandibular dysfunction treatment using occlusal splints. *Braz J. Oral Sci.* 2021;20: e215187. doi: 10.20396/bjos.v20i00.8665187.
12. Wieckiewicz M., Smardz J., Martynowicz H., Wojakowska A., Mazur G., Winocur E. Distribution of temporomandibular disorders among sleep bruxers and non-bruxers: a polysomnographic study. *J. Oral Rehabil.* 2020;47(7):820–826. doi: 10.1111/joor.12955.
13. Yilmaz H.N., Kucuk A.O. Evaluation of the efficacy of the treatment with Michigan splint in temporomandibular joint disorders. *Clin Exp Health Sci.* 2021;11(2):307–311. doi: 10.33808/clinexphealthsci.701379.
14. Zadro J.R., Shirley D., Ferreira M., Carvalho-Silva A.P., Lamb S.E., Cooper C., et al. Mapping the Association between Vitamin D and Low Back Pain: A Systematic Review and Meta-Analysis of Observational Studies. *Pain Physician.* 2017;20(7):611–640.
15. Zhang S., Teo K.Y., Chua K.S., Pang Y.T., Zhou J., Yeo S.S., et al. Effectiveness of Jaw-Opening Exercise on Range of Mouth-Opening and Temporomandibular Joint Function in Patients with Trismus Caused by Temporomandibular Disorders: A Randomized Clinical Trial. *J Oral Rehabil.* 2022;49(5):461–470. doi: 10.1111/joor.13242.

© Рощин Евгений Михайлович (Evgenii-r.st@mail.ru)

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»