

НАУЧНЫЕ ОБЗОРЫ

Обзорная статья

3.1.24. Неврология (медицинские науки)

УДК: 616.74:616-001.3.008.453.005.009.85

<https://doi.org/10.17021/2712-8164-2025-2-16-27>

МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ И ТЕРАПЕВТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ЛИЦЕВЫХ И ГЛАЗОДВИГАТЕЛЬНЫХ СИНКИНЕЗИЙ

**Константин Борисович Петров, Оксана Олеговна Евдокимова,
Наталья Васильевна Попова**

Новокузнецкий государственный институт усовершенствования врачей, Новокузнецк, Россия

Аннотация. Периферические синкинезии представляют собой непроизвольные мышечные сокращения при произвольных движениях. Чаще всего они возникают в краниофациальной области после поражения лицевого или глазодвигательных нервов (III, IV, VI, VII пары черепно-мозговых нервов), значительно ухудшая качество жизни пациентов. Анализ современной литературы (67 публикаций за 2020–2025 гг.) показывает, что их ключевой механизм – aberrantная регенерация аксонов, дополненная эфептической передачей, гипервозбудимостью ядер ствола мозга и корковой реорганизацией. Уникальность этих синкинезий обусловлена рядом анатомо-физиологических факторов: сильной разветвленностью и малой длиной пораженных нервов, устойчивостью экстраокулярных и мимических мышц к денервации и наличием у них альтернативных источников проприоцепции. Триггерные точки, являясь ранним маркером денервации при прозопапарезе, усиливают гипервозбудимость ядер ствола и требуют обязательной инактивации. Важно отметить, что истинные контрактуры мимических мышц отсутствуют, за них ошибочно принимают тонические формы синкинезий или миокимию. Рубцовая и жировая дегенерация характерны лишь для врожденных дефектов иннервации глазных мышц. Использование периферических синкинезий в методиках кинезитерапии для реабилитации периферических парезов краниофациальной мускулатуры патогенетически не обосновано.

Ключевые слова: синкинезии, мимические мышцы, экстраокулярные мышцы, жевательные мышцы, проприоцепторы, денервация, регенерация, триггерные точки

Для цитирования: Петров К. Б., Евдокимова О. О., Попова Н. В. Морфофункциональные и терапевтические аспекты лицевых и глазодвигательных синкинезий // Прикаспийский вестник медицины и фармации. 2025. Т. 6, № 2. С. 16–27. <https://doi.org/10.17021/2712-8164-2025-2-16-27>.

SCIENTIFIC REVIEWS

Review article

MORPHOFUNCTIONAL AND THERAPEUTIC ASPECTS OF FACIAL AND OCULAR MOTOR SYNKINESIA

**Konstantin B. Petrov, Oksana O. Evdokimova,
Natalia V. Popova**

Novokuznetsk State Institute of Further Training of Physicians, Novokuznetsk, Russia

Abstract. Peripheral synkinesis is involuntary muscle contractions during voluntary movements. Most often, they occur in the craniofacial region after damage to the facial or oculomotor nerves (III, IV, VI, VII pairs of cranial nerves) and significantly worsen the quality of life of patients. Analysis of modern literature (67 publications for 2020–2025) shows that their key mechanism is aberrant axonal regeneration, supplemented by ephaptic transmission, hyperexcitability of brainstem nuclei and cortical reorganization. The uniqueness of these synkinesis is due to several anatomical and physiological factors: strong branching and short length of the affected nerves, resistance of extraocular and facial muscles to denervation and the presence of alternative sources of proprioception. Trigger points, being an early marker of denervation in facial palsy, increase hyperexcitability of the nuclei of the brainstem and require mandatory inactivation.

It is important to note that true contractures of the facial muscles are absent; tonic forms of synkinesis or myokymia are mistaken for them. Cicatricial and fatty degeneration are characteristic only of congenital defects of the innervation of the eye muscles. The use of peripheral synkinesis in kinesitherapy methods for the rehabilitation of peripheral paresis of the craniofacial muscles is not pathogenetically justified.

Key words: synkinesis, facial muscles, extraocular muscles, masticatory muscles, proprioceptors, denervation, regeneration, trigger points

For citation: Petrov K. B., Evdokimova O. O., Popova N. V. Morphofunctional and therapeutic aspects of facial and ocular motor synkinesia // Caspian Journal of Medicine and Pharmacy. 2025: 6 (2): 16–27. <https://doi.org/10.17021/2712-8164-2025-2-16-27> (In Russ.)

Введение. Синкинезии представляют собой непреднамеренные мышечные сокращения, инициируемые произвольной активностью других мышечных групп [1]. Эти согласованные движения могут наблюдаться как при заболеваниях центральной [2], так и периферической нервной системы. В последнем случае они преимущественно затрагивают мускулатуру, контролируемую лицевым [3] или глазодвигательными нервами [4, 5]. Крайне редко при травме плечевого сплетения регистрируются респираторно-мануальные синкинезии [6].

Периферические синкинезии (ПС) существенно снижают качество жизни пациентов, провоцируя нарушения мимики, жевания, речи, депрессию и социальную дезадаптацию. Они развиваются у 55 % пациентов с неполным восстановлением после паралича Белла [7] и у 68,6 % больных гемифациальным спазмом [8]. Синдром Маркуса Ганна выявляется в 13 % случаев врождённого птоза [9] и у 50–60 % пациентов со страбизмом [10]. Несмотря на высокую распространённость, патогенез ПС изучен недостаточно, а стандартные терапевтические подходы (лечебная физкультура, ботулинотерапия, электростимуляция) часто демонстрируют низкую эффективность. В связи с этим исследование механизмов ПС и создание новых коррекционных методик остаются значимой медико-социальной проблемой.

При ПС мышцы классифицируются на триггерные (способные к произвольному сокращению) и синкинетические (частично или полностью парализованные) [11]. В терминологии синкинезий первым указывается триггерный, а вторым – синкинетический компонент [7].

К глазодвигательным ПС относятся:

- крыловидно-леваторная (Маркуса Ганна) – птозированное веко поднимается при открывании рта;
- тригеминально-орбикулярная (Марина – Амата) – блефароспазм при открывании и закрывании рта или улыбке;
- ректомедиально-леваторная (Фукса) – при взгляде вниз происходит поднятие птозированного века;
- инфериально-леваторная (псевдосимптом Грефе) – задержка опускания верхнего века при взгляде вниз;
- медиоректально-сфинктерная (псевдозрачок Аргайл – Робертсона) – сужение зрачка при приведении глазного яблока на фоне отсутствия его реакции на свет;
- супериорноректально-пальпебральная (ретракционный синдром Когана) – при попытке взгляда вверх чрезмерно поднимается верхнее веко [12, 13].

Основные лицевые синкинезии включают в себя:

- орбикулярно-фронтальную – при закрывании глаза наморщивается лоб;
- орбикулярно-лабиальную – при моргании углубляется носогубная складка и приподнимается верхняя губа;
- орбикулярно-платизменную – зажмуривание глаза вызывает напряжение подкожной мышцы шеи;
- орбикулярно-леваторноаурикулярную – при зажмуривании глаза приподнимается ипсилатеральное ухо;
- орбикулярно-назальную – при попытке зажмурить глаз непроизвольно двигается крыло носа;
- орбикулярно-стапедальную – при моргании наблюдается заложенность или шум в ухе;
- фронтально-назальную – поднятие брови вызывает движение крыла носа;
- фронтально-лабиальную – при наморщивании лба приподнимается угол верхней губы;
- лабиально-пальпебральную – сужение глазной щели при жевании и вытягивание губ трубочкой;
- симптом «крокодиловых слёз» – слезотечение из глаза на стороне поражения при жевании [7].

Помимо вышеперечисленных фазических вариантов ПС, при периферических невропатиях лицевого нерва встречаются и их тонические формы:

- спастическая гемифациальная контрактура – стойкое одностороннее сокращение мимических мышц с сужением глазной щели и углублением носогубной складки (сохраняется в покое и во сне) [3, 14];
- лицевая миокимия – волнообразные мышечные подёргивания (чаще век, лба, угла рта), напоминающие «мешок с червями», продолжительностью от секунд до минут [15, 16].

ПС возникают исключительно при структурных повреждениях нервных проводников: аксонотмезисе (дегенерация аксона при сохранении эндоневрия) или нейротмезисе (полный анатомический разрыв нерва) [17]. В их патогенезе участвуют несколько механизмов [18, 19]:

- аберрантная регенерация (ключевой фактор) – прораствание аксонов в смежные эндоневральные трубки с реиннервацией «чужих» мышц [7]. Развивается за 3–4 месяца, длится до 2 лет [19];
- эфалпическая передача (при демиелинизации) – перекрёстное возбуждение аксонов по типу «короткого замыкания» [1, 20];
- гипервозбудимость ядер черепно-мозговых нервов (ЧМН) – объясняет ранние ПС (4–8 недель, до начала регенерации) [1]; связана с активацией атаксических рефлексов (Вильсона, Боголепова, Давиденкова) [13, 21];
- корковая реорганизация – патологические связи фиксируются структурными перестройками моторной коры [20, 22].

Цель: на основе анализа литературных данных исследовать морфофункциональные основы периферических синкинезий, определить роль миофасциальных триггерных точек в их патогенезе, оценить потенциал применения периферических синкинезий в реабилитационной практике.

Материалы и методы. Проведен систематический анализ англоязычных публикаций (2020–2025 гг.) в базах PubMed, Web of Science, Scopus, Google Scholar. При формировании поисковых запросов применялись следующие ключевые слова в различных комбинациях: «мимические мышцы», «экстраокулярные мышцы», «жевательные мышцы», «проприоцепторы», «денервация», «синкинезии», «патогенез», «регенерация», «контрактура», «фиброз», «триггерные точки», «концевая пластинка», «гистохимия», «метаболизм». Из 203 проанализированных полнотекстовых источников (обзоры, рандомизированные контролируемые исследования, клинические случаи, монографии, экспертные блоги) отобрано 67 релевантных статей.

Особенности проприоцепции краниофациальных мышц. Проприоцепция обеспечивает восприятие положения и движения тела. В скелетных мышцах ее обеспечивают мышечные веретёна (МВ) и сухожильные органы Гольджи (СОГ).

Экстраокулярные мышцы иннервируются III, IV, VI ЧМН и обладают уникальными свойствами: высокой скоростью сокращения и устойчивостью к утомлению. Их двигательные единицы крайне малы (меньше 10 волокон) [23]. Наибольшее количество МВ (310 на одну мышцу) было обнаружено в экстраокулярных мышцах парнокопытных. У приматов и человека этот показатель равен 18–34. К тому же МВ человека мельче и морфологически проще, а СОГ вообще отсутствуют [24]. У высших млекопитающих проприоцептивную функцию в экстраокулярных мышцах выполняют палисадные окончания – миелинизированные волокна в мышечно-сухожильных переходах [25].

Мимические мышцы иннервируются лицевым нервом и на 60–100 % образованы быстрыми волокнами. МВ в большинстве мимических мышц отсутствует (исключение: щёчная мышца и подкожная мышца шеи) [26–29], а СОГ не выявлены из-за слабого развития сухожилий [30]. Проприоцепция лица осуществляется инкапсулированными тельцами (Руффины, Пачини, Меркеля) [30, 31], а вся афферентация поступает в центральную нервную систему через тройничный нерв [29].

К основным жевательным мышцам относятся: височная, жевательная и крыловидные. Они иннервируются тройничным нервом, содержат до 70 % медленных волокон [32] и богаты МВ [31, 32]. Вспомогательные жевательные мышцы (двубрюшная, шилоподъязычная и др.) контролируют открытие рта [33]; МВ в них отсутствуют у всех млекопитающих [31].

Триггерные точки краниофациальной мускулатуры. Миофасциальная триггерная точка (ТТ) – это гиперраздражимый узел диаметром 1,5–3 мм в уплотнённом мышечном пучке. Пальпация вызывает местную или отражённую боль, локальный судорожный ответ, вегетативные реакции [34–38]. Различают активные (болезненные) и латентные (инициирующие слабость или скованность мышц) ТТ [35, 37].

ТТ ассоциированы с двигательными концевыми пластинками (мионевральными синапсами) мышечных волокон [34, 39, 40]. При этом ключевую роль играют медленные волокна, подверженные большей перегрузке и метаболическому истощению [41]. Переутомление способствует избытку ацетилхолина, кальция и медиаторов воспаления, вызывая локальный ацидоз, ишемию и отек [40]. Это приводит к контрактуре отдельных участков саркомеров («узлы») и растяжению их соседей

(«тяжи») [34, 42, 43]. Периферическая и центральная сенсibilизация завершает формирование болевого синдрома [35, 36].

Новые данные указывают на наличие ТТ в интрафузальных волокнах МВ. Они способствуют сенсibilизации их афферентов (Ia, II), что снижает порог миотатического рефлекса, активирует α - и γ -мотонейроны спинного мозга и приводит к повышению тонуса заинтересованных мышц [39, 44]. Интрафузальные волокна также могут нести болевые рецепторы [42].

ТТ редко встречаются в экстраокулярных [45] и мимических мышцах [43] молодых людей, но с возрастом их нередко можно обнаружить в щёчной, подбородочной и лобной мышцах [46]. Латентные ТТ характерны для жевательных мышц клинически здоровых лиц [38, 47]. Миофасциальный болевой синдром за счёт жевательных мышц сопровождается ограничением открывания рта, щелчками и заложенностью в ухе, а также вегетативными проявлениями [48].

Реакция краниофациальных мышц на денервацию. При поражении нижнего мотонейрона экстраокулярные мышцы атрофируются медленнее других мышц. Их нервно-мышечные соединения защищены сателлитными клетками. Патоморфология минимальна [49, 50]. Очень редко, как правило, при врождённой денервации (синдромы Мёбиуса, Дуэйна, Маркуса Ганна), возможен фиброз, жировая дегенерация и контрактура [5, 12]. Длительный страбизм может вызвать контрактуру непоражённого антагониста [51].

Мимические мышцы также весьма устойчивы к денервации, что обусловлено их эмбриональным происхождением из жаберной дуги и участием в таких важных витальных функциях, как дыхание и глотание [52]. Даже при полном нарушении проводимости по моторным волокнам лицевого нерва в иннервируемой им области сохраняется сенсорно-проприоцептивный контроль со стороны интактной тригеминальной иннервации, что способствует поддержанию микроциркуляции в денервированных мимических мышцах и замедляет их фиброзное перерождение [29, 53]. Также известно, что сенсорные нервы выделяют нейротрофины (например, NGF, BDNF), которые поддерживают метаболизм мышечных волокон, препятствуя их атрофии [54].

При тяжелом аксоно- или нейротмезисе [55] дистрофические процессы в мимических мышцах хорошо визуализируются с помощью ультразвуковой диагностики и магниторезонансной томографии. Острые дегенеративные проявления наблюдаются уже через месяц после денервации, подострые – в течение 12–20 месяцев, а хронические – спустя 20 месяцев и более. Электронно-микроскопические исследования подтверждают, что реиннервация атрофированных мимических мышц возможна лишь при сохраненных концевых пластинках, которые деградируют спустя 8–9 месяцев [56]. Истинные контрактуры для них не характерны, однако возможен мышечный дисбаланс между больной и здоровой сторонами лица, а также между мимическими и жевательными мышцами. Через 10–14 дней в паретичных мимических мышцах появляются болезненные уплотнения, напоминающие ТТ [57]. Мимические мышцы длительное время сохраняют механическую возбудимость в виде миотонического спазма щеки и регистрируемой с помощью электромиографии спонтанной биоэлектрической активности [58, 59].

Несмотря на то, что при прозопопарезе жевательные мышцы не парализованы, в них с обеих сторон отмечается избыток ТТ и выраженный гипертонус [57]. Обсуждение патологических состояний, приводящих к их денервации, выходит за рамки настоящего обзора.

Результаты и их обсуждение. ПС развиваются преимущественно в краниофациальной мускулатуре (III, IV, VI, VII ЧМН) на фоне аксонального повреждения (аксоно- или нейротмезис). Их ведущий патогенетический механизм – аберрантная регенерация, дополняемая эфалтической передачей, гипервозбудимостью ядер ЧМН и корковой реорганизацией. Крайне редкая встречаемость ПС в конечностях [6, 60] объясняется особенностями их анатомии: длинные двигательные нервы иннервируют крупные функционально обособленные группы мышц с большими двигательными единицами (сотни волокон) [61], что снижает риск ошибочной реиннервации. В отличие от них, короткие нервы лица и глаз имеют высокую степень ветвления, контролируют множество мелких мышц с очень малыми двигательными единицами (менее 10 волокон) [7], риск перекрёстной реиннервации здесь значительно выше.

Известно, что денервационная атрофия развивается раньше в быстрых волокнах, чем в медленных [62]. Однако мимические и экстраокулярные мышцы приобрели эволюционную устойчивость к денервации. Их быстрые волокна атрофируются значительно позже, чем медленные волокна в конечностях. Критический период реиннервации мимических мышц (8–9 месяцев [56]), превышает таковой для конечностей (3–6 месяцев [63]).

Не последнюю роль в приобретении экстраокулярными и мимическими мышцами феноменальной денервационной устойчивости играет наличие у них альтернативных источников проприоцепции.

Отсутствие стандартных МВ и СОГ компенсировано палисадными окончаниями – в случае экстраокулярных мышц и инкапсулированными тельцами (Руффини, Пачини, Меркеля), а также свободными нервными окончаниями – в случае мимических [25, 30, 31]. Данная особенность не распространяется на жевательную мускулатуру, снабжённую кинестетическими приборами традиционного типа.

Проприоцептивная афферентация мимических мышц осуществляется через ветви тройничного нерва [29]. Благодаря этому, даже при утрате двигательного контроля вследствие поражения лицевого нерва, в них сохраняются трофика, синтез белков и частично – механическая возбудимость [64]. В результате эти мышцы редко подвергаются полному фиброзному перерождению.

Таким образом, для мимических мышц контрактуры не характерны в принципе, но возможен мышечный дисбаланс между здоровой и поражённой сторонами лица, а также между мимической и жевательной мускулатурой. В российской практике термин «контрактура» иногда некорректно применяют к тоническим формам ПС (спастическая гемифациальная контрактура, миокимия) [64].

Рубцовая и жировая дегенерация возможна лишь при длительно существующих врождённых дефектах иннервации глазных мышц. Паралитическое косоглазие в этом случае (как и при других периферических параличах) может вызвать контрактуру здорового антагониста.

ТТ представляют собой совокупность участков миофибрилл со стойко сокращёнными саркомерами. Они преобладают в постуральных мышцах, располагаются вблизи концевых пластинок как экстрафузальных, так и интрафузальных мышечных волокон. В последнем случае ТТ способны вмешиваться в работу МВ, искажая проприоцепцию. Этим, вероятно, объясняется большое количество латентных ТТ, распространённых даже у клинически здоровых индивидуумов [38, 47].

При прозопопарезе количество ТТ резко возрастает в интактных жевательных мышцах, а через 2 недели болезненные ТТ появляются и в паретичных мимических мышцах [57]. Поскольку метаболические сдвиги в зоне концевой пластинки при постуральной перегрузке и дезафферентации мышечного волокна практически идентичны [46], можно предположить, что в данном случае формируются особые «денервационные» ТТ.

Согласно исследованиям Г.А. Иваничева, афферентация из ТТ поступает преимущественно в продолговатый мозг [65]. Таким образом, возникновение денервационных ТТ запускает один из механизмов патогенеза ПС – гипервозбудимость ядер ЧМН. Это объясняет реактивное повышение тонуса жевательной мускулатуры при прозопопарезе [57].

Интakтные жевательные мышцы, вовлекаясь в дезадаптивную систему вместе с паретичными мимическими, участвуют в ПС в качестве триггерного компонента – например, при синдроме Маркуса Ганна. Наши наблюдения показывают, что при лицевой нейропатии денервационные ТТ способствуют развитию тонических синкинезий: гемифациальной контрактуры или миокимии. Инактивация этих точек в краниофациальной мускулатуре разрушает патологическую систему [57].

Двигательные синкинезии и некоторые патологические рефлексы эффективно применяются в методиках проприоцептивного нервно-мышечного облегчения для реабилитации параличей при поражениях центральной нервной системы [66, 2]. Однако такой подход оправдан только при полной плегии: как только появляются произвольные движения, синкинезии из помощника превращаются в фактор, ограничивающий моторику, и требуют подавления. Можно ли использовать ПС аналогичным образом? Нет. Центральные синкинезии (например, глобальные или имитационные) возникают в острый период инсульта на основе функциональных перестроек в мозге и часто исчезают самостоятельно. В отличие от них, ПС появляются в позднем периоде паралича краниофациальных мышц вследствие необратимых структурных изменений нервно-мышечного аппарата и не регрессируют. Их использование в кинезитерапии не только неэффективно, но и может спровоцировать активацию атавистических стволовых автоматизмов (например, окуло-мандибулярную синкинезию) [67].

Выводы:

1. Предпосылками для развития периферических синкинезий являются анатомические особенности III, IV, VI и VII пар черепно-мозговых нервов, а также иннервируемой ими краниофациальной мускулатуры: сильная разветвлённость нервов, создающая идеальные условия для аберрантной регенерации; короткие нервные стволы, способствующие быстрой реиннервации до наступления дегенерации мышц; приобретение в процессе эволюции экстраокулярными и мимическими мышцами альтернативных источников проприоцепции, делающее их более устойчивыми к денервационной атрофии.

2. В норме триггерные точки не характерны для экстраокулярных и мимических мышц. Интенсивное формирование последних при прозопопарезе – ранний маркер денервации, способный усиливать гипервозбудимость ядер продолговатого мозга и усугубить синкинезии. Их необходимо инактивировать (например, методом сухой иглы).

3. При денервации мимических мышц истинных контрактур не возникает. Иногда за них ошибочно принимают тонические синкинезии, такие как спастическая гемифациальная контрактура или миокимия.

4. Использование периферических синкинезий в восстановительном лечении не имеет патогенетического обоснования.

Раскрытие информации. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Disclosure. The authors declare that they have no competing interests.

Вклад авторов. Авторы декларируют соответствие своего авторства международным критериям ICMJE. Все авторы в равной степени участвовали в подготовке публикации: разработка концепции статьи, получение и анализ фактических данных, написание и редактирование текста статьи, проверка и утверждение текста статьи.

Authors' contribution. The authors declare the compliance of their authorship according to the international ICMJE criteria. All authors made a substantial contribution to the conception of the work, acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the work, final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the work.

Источник финансирования. Авторы декларируют отсутствие внешнего финансирования для проведения исследования и публикации статьи.

Funding source. The authors declare that there is no external funding for the exploration and analysis work.

Список источников

1. Boahene K. D. O. Etiology, Epidemiology, and Pathophysiology of Post-Facial Paralysis Synkinesis. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780323673310000026> (дата обращения: 07.11.2024).

2. Петров К. Б., Митичкина Т. В. Постинсультные синкинезии: клинико-реабилитационные аспекты. Обзор // Вестник восстановительной медицины. 2025. Т. 24, № 1. С. 75–83. doi: 10.38025/2078–1962-2025-24-1-75-83.

3. Guntinas-Lichius O., Prengel J., Cohen O., Mäkitie A. A., Vander Poorten V., Ronen O., Shaha A., Ferlito A. Pathogenesis, diagnosis and therapy of facial synkinesis: A systematic review and clinical practice recommendations by the international head and neck scientific group // Frontiers in Neurology. 2022. Vol. 13. P. 1019554. doi: 10.3389/fneur.2022.1019554.

4. Curi I., Souza-Dias C. Varied presentations of congenital ocular synkinesis: do they all fit congenital cranial dysinnervation disorder spectrum? // Arquivos Brasileiros de Oftalmologia. 2021. Vol. 84, № 4. P. 374–379. doi: 10.5935/0004-2749.20210065.

5. Jurgens J. A., Barry B. J., Chan W.-M., Engle E. C., Mackey D. A., Wentzensen I. M., Bhoj E. C., Bamshad M. J., Mefford H. C., Nickerson D. A., Shendure J., Khoury M. J., Zastrow M. S., Duncan J. L. Expanding the genetics and phenotypes of ocular congenital cranial dysinnervation disorders // Genetics in Medicine. 2025. Vol. 27 (4). P. 101216. doi: 10.1016/j.gim.2024.101216.

6. Baskar D., Vengalil S., Nashi S., Netravathi M., Taly A. B. Respiratory Shoulder Synkinesis: A Rare Case Report // Annals of Indian Academy of Neurology. 2023. Vol. 26, № 4. P. 610–611. doi: 10.4103/aian.aian_235_23.

7. Чехонацкая К. И., Завалий Л. Б., Рамазанов Г. Р., Кривошей Е. А., Чехонацкий А. В. Современный взгляд на проблему синкинезий у пациентов с невропатией лицевого нерва // Российский неврологический журнал. 2022. Т. 27, № 5. С. 14–22. doi: 10.30629/2658–7947-2022-27-5-14-22.

8. Su J., Yang M., Teng F., Zhang M., Zhang L., Wu Y. Synkinesis in primary and postparalytic hemifacial spasm: Clinical features and therapeutic outcomes of botulinum toxin A treatment // Toxicon. 2020. Vol. 184. P. 122–126. doi: 10.1016/j.toxicon.2020.06.004.

9. Rodríguez P. N., Mourelle M. M. R., Diéguez P. M. Síndrome de Marcus – Gunn. URL: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-75312020000200014&lng=es (дата обращения: 24.10.2024).

10. Vijayalakshmi A. S., Koushik T. Marcus Gunn Jaw-Winking Syndrome. URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK559058/#article-24742.s19> (дата обращения: 25.10.2024).

11. Chuang D. C.-C., Chang T. N.-J., Lu J. C.-Y. Postparalysis Facial Synkinesis: Clinical Classification and Surgical Strategies // Plastic and Reconstructive Surgery – Global Open Data Index. 2015. Vol. 3, № 3. P. e320. doi: 10.1097/GOX.0000000000000283.

12. Saldanha C., Daigavane S. Marcus Gunn Jaw-Winking Phenomenon and Monocular Elevation Deficiency in Association With Congenital Ptosis // Cureus. 2023. Vol. 15, № 1. P. e33817. doi: 10.7759/cureus.33817.

13. Петров К. Б., Ивонина Н. А., Митичкина Т. В. Двигательные автоматизмы челюстно-лицевой области: лекция // Вестник восстановительной медицины. 2022. Vol. 21, № 6. С. 145–155. doi: 10.38025/2078-1962-2022-21-6-145-155.

14. Xiang G., Sui M., Jiang N., Lu L., Zhang X., Li H., Chen M., Wang J., Liu Y. The progress in epidemiological, diagnosis and treatment of primary hemifacial spasm // Heliyon. 2024. Vol. 10, № 19. P. e38600. doi: 10.1016/j.heliyon. 2024.e38600.

15. Patel K. R., Goyal-Khonavar A., Dhawal S., Pandey A., Singh S. Myokymia of the face with hemifacial contracture as the only manifestation of pontine glioma: clinical video // *Annals of Movement Disorders*. 2025. Vol. 8, № 1. P. 65–67. doi: 10.4103/aomd.aomd_70_24.
16. Blitzer A. L., Phelps P. O. Facial spasms // *Disease-a-Month*. 2020. Vol. 66, № 10. P. 101041. doi: 10.1016/j.disamonth.2020.101041.
17. Chu E. C., Trager R. J., Chen A. T. Concurrent Bell's Palsy and Facial Pain Improving with Multimodal Chiropractic Therapy: A Case Report and Literature Review // *American Journal of Case Reports*. 2022. Vol. 23. P. e937511. doi: 10.12659/AJCR.937511.
18. Citron I., Thomson D., Pescarini E., Marca C., Gururangan R., Mosahebi A., Tollefson D., Ishii S., Ishii K., Byrne P. Descriptive Study of Facial Motor Cocontractions During Voluntary Facial Movement in a Healthy Population: A New Hypothesis Contributing to Synkinesis // *Facial Plastic Surgery & Aesthetic Medicine*. 2023. Vol. 25, № 3. P. 244–249. doi: 10.1089/fpsam.2022.0072.
19. Shokri T., Patel S., Ziai K., Ishii S., Ishii L. E. Facial synkinesis: A distressing sequela of facial palsy // *Ear, Nose & Throat Journal*. 2024. Vol. 103, № 6. P. 382–391. doi: 10.1177/01455613211054627.
20. Xinying H., Wei W., Wei D. Mechanisms and Management of Postparalysis Facial Synkinesis // *Chinese Journal of Plastic and Reconstructive Surgery*. 2021. Vol. 3, № 2. P. 89–94. doi: 10.1016/S2096-6911(21)00089-3.
21. Tsai T. I., Długaiczek J., Bardins S., Huppert D., Zwergal H., Jahn K., Dieterich M., Gürkov R., Schneider P., Schneider E. Physiological oculo-auricular-facial-mandibular synkinesis elicited in humans by gaze deviations // *Journal of Neurophysiology*. 2022. Vol. 127, № 4. P. 984–994. doi: 10.1152/jn.00199.2021.
22. Ma Z.-Z., Lu Y.-C., Wu J.-J., Xu X.-L., He J.-H., Li H.-L., Xu X.-Y., Zhang L.-J. Alteration of spatial patterns at the network-level in facial synkinesis: an independent component and connectome analysis // *Annals of Translational Medicine*. 2021. Vol. 9, № 3. P. 240. doi: 10.21037/atm-20-4865.
23. Liu J.-X., Denhag N., Domellöf F. P. Understanding the extraocular muscles: connective tissue, motor endplates and the cytoskeleton // *Biochemical Journal*. 2020. Vol. 42, № 5. P. 52–57. doi: 10.1042/BIO20200062.
24. Blumer R., Carrero-Rojas G., Calvo P. M., Lischka T., Streicher M., Sticova E., Kopp M., Klima L., Mayr M., Mayr R. Proprioceptors in extraocular muscles // *Experimental Physiology*. 2024. Vol. 109, № 1. P. 17–26. doi: 10.1113/EP090765.
25. Carrero-Rojas G., Calvo P. M., Lischka T., Streicher M., Blumer R. Eye Movements but Not Vision Drive the Development of Palisade Endings // *Investigative Ophthalmology*. 2022. Vol. 63, № 11. P. 15. doi: 10.1167/iovs.63.11.15.
26. Sun Y., Fede C., Zhao X., Petrelli L., De Caro R., Porzionato C., Macchi V., Natali A. Quantity and Distribution of Muscle Spindles in Animal and Human Muscles // *International Journal of Molecular Sciences*. 2024. Vol. 25, № 13. P. 7320. doi: 10.3390/ijms25137320.
27. Omstead K. M., Williams J., Weinberg S. M., Seegmiller R. E., Rafferty K. L., Herring S. W., Yano T., Kawai M., Abe S. Mammalian facial muscles contain muscle spindles // *The Anatomical Record*. 2023. Vol. 306, № 10. P. 2562–2571. doi: 10.1002/ar.25172.
28. Tereshenko V., Dotzauer D. C., Maierhofer U., Meng S., Schmoll M., Girsch R., Aszmann O. C. Selective Denervation of the Facial Dermato-Muscular Complex in the Rat: Experimental Model and Anatomical Basis // *Frontiers in Neuroanatomy*. 2021. Vol. 15. P. 650761. doi: 10.3389/fnana.2021.650761.
29. Cobo J. L., Solé-Magdalena A., Menéndez I., Pérez-Piñera M., Vega J. Connections between the facial and trigeminal nerves: Anatomical basis for facial muscle proprioception // *Journal of Plastic, Reconstructive & Aesthetic Surgery*. 2017. Vol. 12. P. 9–18. doi: 10.1016/j.jpra.2017.01.005.
30. Cobo J. L., Junquera S., Martín-Cruces J., Solé-Magdalena A. Proprioceptors in Cephalic Muscles. URL: <https://doi.org/10.5772/intechopen.96794> (дата обращения: 09.10.2024).
31. Bress K. S., Cascio C. J. Sensorimotor regulation of facial expression - An untouched frontier // *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*. 2024. Vol. 162. P. 105684. doi: 10.1016/j.neubiorev.2024.105684.
32. Yamada T., Sugiyama G., Mori Y. Masticatory muscle function affects the pathological conditions of dentofacial deformities // *Japanese Dental Science Review*. 2020. Vol. 56, № 1. P. 56–61. doi: 10.1016/j.jdsr.2019.12.001.
33. Kim J. H., Yoon H. J., Kim S., Lee J., Park S. The digastric muscle: Its anatomy and functions revisited // *International Journal of Morphology*. 2023. Vol. 41, № 5. P. 1501–1507. doi: 10.4067/S0717-95022023000501501.
34. Dommerholt J., Gerwin R. D. Contracture Knots vs. Trigger Points. Comment on Ball Ultrasound Confirmation of the Multiple Loci Hypothesis of the Myofascial Trigger Point and the Diagnostic Importance of Specificity in the Elicitation of the Local Twitch Response. *Diagnostics* 2022, 12, 321 // *Diagnostics*. 2022. Vol. 12, № 10. P. 2365. doi: 10.3390/diagnostics12102365.
35. Widyadharma I. The role of oxidative stress, inflammation and glial cell in pathophysiology of myofascial pain // *Advances in Psychiatry and Neurology*. 2020. Vol. 29, № 3. P. 180–186. doi: 10.5114/ppn.2020.100036.
36. Tianjun Z., Fengyan J., Yeping C., Lin S., Ming L. Advancing musculoskeletal diagnosis and therapy: a comprehensive review of trigger point theory and muscle pain patterns // *Frontiers in Medicine*. 2024. Vol. 11. doi: 10.3389/fmed.2024.1433070.
37. Baeumler P., Hupe K., Irnich D. Proposal of a diagnostic algorithm for myofascial trigger points based on a multiple correspondence analysis of cross-sectional data // *BMC Musculoskeletal Disorders*. 2024. Vol. 62. P. 2023. doi: 10.1186/s12891-023-06129-y.

38. Петров К. Б. Неспецифические рефлекторно-мышечные синдромы при патологии двигательной системы. Новокузнецк: Полиграфист, 2019. 274 с. doi: 10.35076/npk.2020.94.55.001.
39. Lin L., Shi-Xuan L., Qiangmin H., Qiufang L., Yi L., Jingzhou Z., Shaoling S., Miao Y., Zhihong C. The key role of muscle spindles in the pathogenesis of myofascial trigger points according to ramp-and-hold stretch and drug intervention in a rat model // *Frontiers in Physiology*. 2024. Vol. 15. doi: 10.3389/fphys.2024.1353407.
40. Gerwin R. D. A New Unified Theory of Trigger Point Formation: Failure of Pre- and Post-Synaptic Feedback Control Mechanisms // *International Journal of Molecular Sciences*. 2023. Vol. 24, № 9. P. 8142. doi: 10.3390/ijms24098142.
41. Blair J. Muscle Knots & Myofascial Trigger Points. URL: <https://www.lsatherapy.co.uk/muscleknotts> (дата обращения: 26.02.2025).
42. Partanen J. V., Lajunen H. R., Liljander S. K. Muscle spindles as pain receptors // *BMJ Neurology Open*. 2023. Vol. 5, № 1. P. e000420. doi: 10.1136/bmjno-2023-000420.
43. Ball A., Perreault T., Fernández-de-las-Peñas C., Martín-Sacristán D., Ortega-Santiago D., Valera-Calero J. A., Sánchez-Milar S., Plaza-Manzano G. Ultrasound Confirmation of the Multiple Loci Hypothesis of the Myofascial Trigger Point and the Diagnostic Importance of Specificity in the Elicitation of the Local Twitch Response // *Diagnostics*. 2022. Vol. 12, № 2. P. 321. doi: 10.3390/diagnostics12020321.
44. Sas D., Gaudel F., Verdier D., Monfoulet L., Benoliel M., Raboisson P., Woda A., Nargeot R., Bardeau B., Faure P. Hyperexcitability of muscle spindle afferents in jaw-closing muscles in experimental myalgia: Evidence for large primary afferents involvement in chronic pain // *Experimental Physiology*. 2024. Vol. 109. P. 100–111. doi: 10.1113/EP090769.
45. Cachinero-Torre A., Díaz-Pulido B., Asúnsolo-Del-Barco Á. Relationship of the Lateral Rectus Muscle, the Supraorbital Nerve, and Binocular Coordination with Episodic Tension-Type Headaches Frequently Associated with Visual Effort // *Pain Medicine*. 2017. Vol. 18, № 5. P. 969–979. doi: 10.1093/pm/pnw292.
46. Navarrete M. L., Torrent M. L., Issa D., Valero J., Rodríguez A. The use of myofascial techniques (dry needle) for the treatment of maintained muscle contraction in peripheral facial palsy sequelae // *Archives of Otolaryngology and Rhinology*. 2019. Vol. 5, № 3. P. 088–090. doi: 10.17352/2455-1759.000105.
47. Garrido L. C. F., Simonetti G., Saleh S. O. Anatomical Bases of the Temporal Muscle Trigger Points // *BioMed Research International*. 2024. Vol. 2024, № 1. P. 6641346. doi: 10.1155/2024/6641346.
48. Kalladka M., Young A., Khan J. Myofascial pain in temporomandibular disorders: Updates on etiopathogenesis and management // *Journal of Bodywork and Movement Therapies*. 2021. Vol. 28. P. 104–113. doi: 10.1016/j.jbmt.2021.07.015.
49. Ang L., Jianxun Y., Xuejun L., Qiang Z., Meng L., Xiaohui F., Shuang W., Jie C., Christopher K., Cheng L., Yuqing Z. Distinct transcriptomic profile of satellite cells contributes to preservation of neuromuscular junctions in extraocular muscles of ALS mice // *eLife*. 2024. Vol. 12. P. RP92644. doi: 10.7554/eLife.92644.4.
50. Titova A., Nikolaev S., Bilyalov A., Tyurin-Kuzmin M., Sheval E., Skulachev M., Skulachev V., Feniouk B. Extreme tolerance of extraocular muscles to disease and aging: why and how? // *International Journal of Molecular Sciences*. 2024. Vol. 25, № 9. P. 4985. doi: 10.3390/ijms25094985.
51. Kanukollu V. M., Sood G. Strabismus. URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK560782/> (Дата обращения: 24.04.2025).
52. Shirakawa T., Miyawaki A., Kawamoto T., Sato H., Matsumoto Y., Ageta H., Tsuchida S., Inoue T., Takeda K., Hinoi Y. Natural Compounds Attenuate Denervation – Induced Skeletal Muscle Atrophy // *International Journal of Molecular Sciences*. 2021. Vol. 22, № 15. P. 8310. doi: 10.3390/ijms22158310.
53. Pashov A. Myth: facial muscles will atrophy during Bell's palsy. URL: <https://crystal-touch.nl/can-facial-muscles-atrophy-during-bells-palsy/> (дата обращения: 28.01.2025).
54. Pandey S., Mudgal J. A Review on the Role of Endogenous Neurotrophins and Schwann Cells in Axonal Regeneration // *Journal of Neuroimmune Pharmacology*. 2022. Vol. 17, № 3–4. P. 398–408. doi: 10.1007/s11481-021-10034-3.
55. Woo S. H., Kim Y. C., Oh T. S. Facial palsy reconstruction // *Archives of Craniofacial Surgery*. 2024. Vol. 25, № 1. P. 1–10. doi: 10.7181/acfs.2023.00528.
56. Ahuja R. B., Chatterjee P., Gupta R., Aggarwal R., Kumar S., Bajaj R. A new paradigm in facial reanimation for long-standing palsies? // *Indian Journal of Plastic Surgery*. 2015. Vol. 48, № 1. P. 30–37. doi: 10.4103/0970-0358.155265.
57. Петров К. Б. Кинезитерапия при параличах мимической и языкоглоточной мускулатуры. Новокузнецк: Полиграфист, 2020. 211 с. doi: 10.35076/npk.2020.94.55.001.
58. Lysak A., Farnebo S., Geuna S., Rinklake K., Dahlin L. B. Muscle preservation in proximal nerve injuries: a current update // *Journal of Hand Surgery (European Volume)*. 2024. Vol. 49, № 6. P. 773–782. doi: 10.1177/17531934231216646.
59. Bashford J., Chan W. K., Coutinho E., Vincent A., Mallik C., Shaw C., Shinhmar S., Gorman M., Kazamel M., Manji H., Cleary S., Parton M., Palace J., Kleopa K., Farrugia M., Lunn M., Maddison P., Morrow G., Hutchinson M., Reilly M. Demystifying the spontaneous phenomena of motor hyperexcitability // *Clinical Neurophysiology*. 2021. Vol. 132, № 8. P. 1830–1844. doi: 10.1016/j.clinph.2021.03.053.

60. Aguiar P. V., Silveira F., Vaz R., Costa J., Lima M. Perineal and foot muscle synkinesis following trauma to the sacrum in an adult male -- A case of motor root ephaptic transmission? // *Clinical Neurology and Neurosurgery*. 2022. Vol. 219. P. 107340. doi: 10.1016/j.clineuro.2022.107340.
61. Duchateau J., Enoka R. M. Distribution of motor unit properties across human muscles // *Journal of Applied Physiology*. 2022. Vol. 132, № 1. P. 1–13. doi: 10.1152/japplphysiol.00290.2021.
62. Sharlo K., Tyganov S. A., Tomilovskaya E., Shenkman V., Nemirovskaya T. Effects of Various Muscle Disuse States and Countermeasures on Muscle Molecular Signaling // *International Journal of Molecular Sciences*. 2022. Vol. 23, № 1. P. 468. doi: 10.3390/ijms23010468.
63. Gordon T. Peripheral Nerve Regeneration and Muscle Reinnervation // *International Journal of Molecular Sciences*. 2020. Vol. 21, № 22. P. 8652. doi: 10.3390/ijms21228652.
64. Kröger S., Watkins B. Muscle spindle function in healthy and diseased muscle // *Skeletal Muscle*. 2021. Vol. 11. P. 3. doi: 10.1186/s13395-020-00258-x.
65. Иваничев Г. А. Миофасциальная боль. Казань: Казанская гос. мед. акад., 2007. 392 с.
66. Петров К. Б., Митичкина Т. В. Примитивные рефлексy спинально-стволового уровня и их реабилитационное значение у постинсультных больных: краткое сообщение // *Коморбидная неврология*. 2024. Vol. 1, № 2. С. 90–96. doi: 10.62505/3034-185x-2024-1-2-90-96.
67. Вайтекутис Г. В. Патологические ствольные синкинезии, вызываемые произвольными движениями глазных яблок, при органических поражениях головного мозга. URL: <http://www.mif-ua.com/archive/article/14992> (дата обращения: 30.10.2024).

References

1. Boahene K. D. O. Etiology, Epidemiology, and Pathophysiology of Post-Facial Paralysis Synkinesis. Available at: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780323673310000026> (accessed: 07.11.2024).
2. Petrov K. B., Mitichkina T. V. Post-Stroke Synkinesis: Clinical and Rehabilitation Aspects. A Review. *Vestnik vosstanovitelnoy meditsiny* = *Bulletin of Rehabilitation Medicine*. 2025; 24 (1): 75–83. doi: 10.38025/2078-1962-2025-24-1-75-83 (In Russ.).
3. Guntinas-Lichius O., Prengel J., Cohen O., Mäkitie A. A., Vander Poorten V., Ronen O., Shaha A., Ferlito A. Pathogenesis, diagnosis and therapy of facial synkinesis: A systematic review and clinical practice recommendations by the international head and neck scientific group. *Frontiers in Neurology*. 2022; 13: 1019554. doi: 10.3389/fneur.2022.1019554.
4. Curi I., Souza-Dias C. Varied presentations of congenital ocular synkinesis: do they all fit congenital cranial dysinnervation disorder spectrum? *Arquivos Brasileiros de Oftalmologia*. 2021; 84 (4): 374–379. doi: 10.5935/0004-2749.20210065.
5. Jurgens J. A., Barry B. J., Chan W. - M., Engle E. C., Mackey D. A., Wentzensen I. M., Bhoj E. C., Bamshad M. J., Mefford H. C., Nickerson D. A., Shendure J., Khoury M. J., Zastrow M. S., Duncan J. L. Expanding the genetics and phenotypes of ocular congenital cranial dysinnervation disorders. *Genetics in Medicine*. 2025; 27 (4): 101216. doi: 10.1016/j.gim.2024.101216.
6. Baskar D., Vengalil S., Nashi S., Netravathi M., Taly A. B. Respiratory Shoulder Synkinesis: A Rare Case Report. *Annals of Indian Academy of Neurology*. 2023; 26 (4): 610–611. doi: 10.4103/aian.aian_235_23.
7. Chekhonatskaya K. I., Zavaliy L. B., Ramazanov G. R., Krivoshey E. A., Chekhonatskiy A. V. Synkinesis in patients with neuropathy of the fa-cial nerve. *Rossiyskiy nevrologicheskiy zhurnal* = *Russian neurological journal*. 2022; 27 (5): 14–22. doi: 10.30629/2658-7947-2022-27-5-14-22 (In Russ.).
8. Su J., Yang M., Teng F., Zhang M., Zhang L., Wu Y. Synkinesis in primary and postparalytic hemifacial spasm: Clinical features and therapeutic outcomes of botulinum toxin A treatment. *Toxicon*. 2020; 184: 122–126. doi: 10.1016/j.toxicon.2020.06.004.
9. Rodríguez P. N., Mourelle M. M. R., Diéguez P. M. Síndrome de Marcus-Gunn. *Revista Cubana de Pediatría*. Available at: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-75312020000200014&lng=es (accessed: 24.10.2024).
10. Vijayalakshmi A. S., Koushik T. Marcus Gunn Jaw-Winking Syndrome. *StatPearls* [Internet]. 2023. Available at: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK559058/#article-24742.s19> (Accessed October 25, 2024).
11. Chuang D. C.-C., Chang T. N.-J., Lu J. C.-Y. Postparalysis Facial Synkinesis: Clinical Classification and Surgical Strategies. *Plastic and Reconstructive Surgery – Global Open Data Index*. 2015; 3 (3): e320. doi: 10.1097/GOX.0000000000000283.
12. Saldanha C., Daigavane S. Marcus Gunn Jaw-Winking Phenomenon and Monocular Elevation Deficiency in Association With Congenital Ptosis. *Cureus*. 2023; 15 (1): e33817. doi: 10.7759/cureus.33817.
13. Petrov K. B., Ivonina N. A., Mitichkina T. V. Motoric Automatismes of the Maxillofacial Region: a Lecture. *Vestnik vosstanovitelnoy meditsiny* = *Bulletin of Rehabilitation Medicine*. 2022; 21 (6): 145–155. doi: 10.38025/2078-1962-2022-21-6-145-155 (In Russ.).
14. Xiang G., Sui M., Jiang N., Lu L., Zhang X., Li H., Chen M., Wang J., Liu Y. The progress in epidemiological, diagnosis and treatment of primary hemi-facial spasm. *Heliyon*. 2024; 10 (19): e38600. doi: 10.1016/j.heliyon.2024.e38600.

15. Patel K. R., Goyal-Khonavar A., Dhawal S., Pandey A., Singh S. Myokymia of the face with hemifacial contracture as the only manifestation of pontine glioma: clinical video. *Annals of Movement Disorders*. 2025; 8 (1): 65–67. doi: 10.4103/aomd.aomd_70_24.
16. Blitzer A. L., Phelps P. O. Facial spasms. *Disease-a-Month*. 2020; 66 (10): 101041. doi: 10.1016/j.disamonth.2020.101041.
17. Chu E. C., Trager R. J., Chen A. T. Concurrent Bell's Palsy and Facial Pain Improving with Multimodal Chiropractic Therapy: A Case Report and Literature Review. *American Journal of Case Reports*. 2022; 23: e937511. doi: 10.12659/AJCR.937511.
18. Citron I., Thomson D., Pescarini E., Marca C., Gururangan R., Mosahebi A., Tollefson D., Ishii S., Ishii K., Byrne P. Descriptive Study of Facial Motor Cocontractions During Voluntary Facial Movement in a Healthy Population: A New Hypothesis Contributing to Synkinesis. *Facial Plastic Surgery & Aesthetic Medicine*. 2023; 25 (3): 244–249. doi: 10.1089/fpsam.2022.0072.
19. Shokri T., Patel S., Ziai K., Ishii S., Ishii L.E. A Facial synkinesis: A distressing sequela of facial palsy. *Ear, Nose & Throat Journal*. 2024; 103 (6): 382–391. doi: 10.1177/01455613211054627.
20. Xinying H., Wei W., Wei D. Mechanisms and Management of Postparalysis Facial Synkinesis. *Chinese Journal of Plastic and Reconstructive Surgery*. 2021; 3 (2): 89–94. doi: 10.1016/S2096-6911(21)00089-3.
21. Tsai T. I., Dlugacz J., Bardins S., Huppert D., Zwergal H., Jahn K., Dieterich M., Gürkov R., Schneider P., Schneider E. Physiological oculo-auricular-facial-mandibular synkinesis elicited in humans by gaze deviations. *Journal of Neurophysiology* 2022; 127 (4): 984–994. doi: 10.1152/jn.00199.2021.
22. Ma Z.-Z., Lu Y.-C., Wu J.-J., Xu X.-L., He J.-H., Li H.-L., Xu X.-Y., Zhang L.-J. Alteration of spatial patterns at the network-level in facial synkinesis: an independent component and connectome analysis. *Annals of Translational Medicine*. 2021; 9 (3): 240. <http://dx.doi.org/10.21037/atm-20-4865>.
23. Liu J.-X., Denhag N., Domellöf F. P. Understanding the extraocular muscles: connective tissue, motor endplates and the cytoskeleton. *Biochemical Journal*. 2020; 42 (5): 52–57. doi: 10.1042/BIO20200062.
24. Blumer R., Carrero-Rojas G., Calvo P. M., Lischka T., Streicher M., Sticova E., Kopp M., Klima L., Mayr M., Mayr R. Proprioceptors in extraocular muscles. *Experimental Physiology*. 2024; 109 (1): 17–26. doi: 10.1113/EP090765.
25. Carrero-Rojas G., Calvo P. M., Lischka T., Streicher M., Blumer R. Eye Movements But Not Vision Drive the Development of Palisade Endings. *Investigative Ophthalmology*. 2022; 63 (11): 15. doi: 10.1167/iovs.63.11.15.
26. Sun Y., Fede C., Zhao X., Petrelli L., De Caro R., Porzionato C., Macchi V., Natali A. Quantity and Distribution of Muscle Spindles in Animal and Human Muscles. *International Journal of Molecular Sciences*. 2024; 25 (13): 7320. doi: 10.3390/ijms25137320.
27. Omstead K. M., Williams J., Weinberg S. M., Seegmiller R. E., Rafferty K. L., Herring S. W., Yano T., Kawai M., Abe S. Mammalian facial muscles contain muscle spindles. *The Anatomical Record*. 2023; 306 (10): 2562–2571. doi: 10.1002/ar.25172.
28. Tereshenko V., Dotzauer D. C., Maierhofer U., Meng S., Schmoll M., Girsch R., Aszmann O. C. Selective Denervation of the Facial Dermato-Muscular Complex in the Rat: Experimental Model and Anatomical Basis. *Frontiers in Neuroanatomy*. 2021; 15: 650761. doi: 10.3389/fnana.2021.650761.
29. Cobo J. L., Solé-Magdalena A., Menéndez I., Pérez-Piñera M., Vega J. Connections between the facial and trigeminal nerves: Anatomical basis for facial muscle proprioception. *Journal of Plastic, Reconstructive & Aesthetic Surgery*. 2017; 12: 9–18. doi: 10.1016/j.jpra.2017.01.005.
30. Cobo J. L., Junquera S., Martín-Cruces J., Solé-Magdalena A. Proprioceptors in Cephalic Muscles. Proprioception: IntechOpen. URL: <https://doi.org/10.5772/intechopen.96794> (accessed: 09.10.2024).
31. Bress K. S., Cascio C. J. Sensorimotor regulation of facial expression – An untouched frontier. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*. 2024; 162: 105684. doi: 10.1016/j.neubiorev.2024.105684.
32. Yamada T., Sugiyama G., Mori Y. Masticatory muscle function affects the pathological conditions of dentofacial deformities. *Japanese Dental Science Review*. 2020; 56 (1): 56–61. doi: 10.1016/j.jdsr.2019.12.001.
33. Kim, J. H., Yoon, H. J., Kim S., Kim K., Lee J., Park S. The digastric muscle: Its anatomy and functions revisited. *International Journal of Morphology*. 2023; 41 (5): 1501–1507. doi: 10.4067/S0717-95022023000501501.
34. Dommerholt J., Gerwin R. D. Contracture Knots vs. Trigger Points. Comment on Ball Ultrasound Confirmation of the Multiple Loci Hypothesis of the Myofascial Trigger Point and the Diagnostic Importance of Specificity in the Elicitation of the Local Twitch Response. *Diagnostics* 2022, 12, 321. *Diagnostics*. 2022; 12 (10): 2365. doi: 10.3390/diagnostics12102365.
35. Widyadharma I. The role of oxidative stress, inflammation and glial cell in pathophysiology of myofascial pain. *Advances in Psychiatry and Neurology*. 2020; 29 (3): 180–186. doi: 10.5114/ppn.2020.100036.
36. Tianjun Z., Fengyan J., Yeping C., Lin S., Ming L. Advancing musculoskeletal diagnosis and therapy: a comprehensive review of trigger point theory and muscle pain patterns. *Frontiers in Medicine*. 2024; 11. doi: 10.3389/fmed.2024.1433070.
37. Baeumler P., Hupe K., Irnich D. Proposal of a diagnostic algorithm for myofascial trigger points based on a multiple correspondence analysis of cross-sectional data. *BMC Musculoskeletal Disorders*. 2024; 62 (2023). doi: 10.1186/s12891-023-06129-y.

38. Petrov K. B. Nespetsificheskie reflektorno-myshechnye sindromy pri patologii dvigatel'noy sistemy = Nonspecific reflex-muscular syndrome in pathology propulsion system. Novokuznetsk: Poly-graphist, 2019. 274 p. (In Russ.).
39. Lin L., Shi-Xuan L., Qiangmin H., Qiufang L., Yi L., Jingzhou Z., Shaoling S., Miao Y., Zhihong C. The key role of muscle spindles in the pathogenesis of myofascial trigger points according to ramp-and-hold stretch and drug intervention in a rat model. *Frontiers in Physiology*. 2024; 15. doi: 10.3389/fphys.2024.1353407.
40. Gerwin R. D. A New Unified Theory of Trigger Point Formation: Failure of Pre- and Post-Synaptic Feedback Control Mechanisms. *International Journal of Molecular Sciences*. 2023; 24 (9): 8142. doi: 10.3390/ijms24098142.
41. Blair J. Muscle Knots & Myofascial Trigger Points. URL: <https://www.lsatherapy.co.uk/muscleknotts> (accessed: 26.02.2025).
42. Partanen J. V., Lajunen H. R., Liljander S. K. Muscle spindles as pain receptors. *BMJ Neurology Open*. 2023; 5 (1): e000420. doi: 10.1136/bmjno-2023-000420.
43. Ball A., Perreault T., Fernández-de-las-Peñas C., Martín-Sacristán D., Ortega-Santiago D., Valera-Calero J. A., Sánchez-Milar S., Plaza-Manzano G. Ultrasound Confirmation of the Multiple Loci Hypothesis of the Myofascial Trigger Point and the Diagnostic Importance of Specificity in the Elicitation of the Local Twitch Response. *Diagnostics*. 2022; 12 (2): 321. doi: 10.3390/diagnostics12020321.
44. Sas D., Gaudel F., Verdier D., Monfoulet L., Benoliel M., Raboisson P., Woda A., Nargeot R., Bardeau B., Faure P. Hyperexcitability of muscle spindle afferents in jaw-closing muscles in experimental myalgia: Evidence for large primary afferents involvement in chronic pain. *Experimental Physiology*. 2024; 109: 100–111. doi: 10.1113/EP090769.
45. Cachinero-Torre A., Díaz-Pulido B., Asúnsolo-Del-Barco A. Relationship of the Lateral Rectus Muscle, the Supraorbital Nerve, and Binocular Coordination with Episodic Tension-Type Headaches Frequently Associated with Visual Effort. *Pain Medicine*. 2017; 18 (5): 969–979. doi: 10.1093/pm/pnw292.
46. Navarrete M. L., Torrent M. L., Issa D., Valero J., Rodríguez A. The use of myofascial techniques (dry needle) for the treatment of maintained muscle contraction in peripheral facial palsy sequelae. *Archives of Otolaryngology and Rhinology*. 2019; 5 (3): 088–090. doi: 10.17352/2455-1759.000105.
47. Garrido L. C. F., Simonetti G., Saleh S. O. Anatomical Bases of the Temporal Muscle Trigger Points. *BioMed Research International*. 2024; 2024 (1): 6641346. doi: 10.1155/2024/6641346.
48. Kalladka M., Young A., Khan J. Myofascial pain in temporomandibular disorders: Updates on etiopathogenesis and management. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*. 2021; 28: 104–113. doi: 10.1016/j.jbmt.2021.07.015.
49. Ang L., Jianxun Y., Xuejun L., Qiang Z., Meng L., Xiaohui F., Shuang W., Jie C., Christopher K., Cheng L., Yuqing Z. Distinct transcriptomic profile of satellite cells contributes to preservation of neuromuscular junctions in extraocular muscles of ALS mice. *eLife*. 2024; 12: RP92644. doi: 10.7554/eLife.92644.4.
50. Titova A., Nikolaev S., Bilyalov A., TyurinKuzmin M., Sheval E., Skulachev M., Skulachev V., Feniouk B. Extreme tolerance of extraocular muscles to disease and aging: why and how? *International Journal of Molecular Sciences*. 2024; 25 (9): 4985. doi: 10.3390/ijms25094985.
51. Kanukollu V. M., Sood G. Strabismus. StatPearls Publishing, 2025. URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK560782/> (accessed: 24.04.2025).
52. Shirakawa T., Miyawaki A., Kawamoto T., Sato H., Matsumoto Y., Ageta H., Tsuchida S., Inoue T., Takeda K., Hinoi Y. Natural Compounds Attenuate Denervation – Induced Skeletal Muscle Atrophy. *International Journal of Molecular Sciences*. 2021; 22 (15): 8310. doi: 10.3390/ijms22158310.
53. Pashov A. Myth: facial muscles will atrophy during Bell's palsy. URL: <https://crystal-touch.nl/can-facial-muscles-atrophy-during-bells-palsy/> (accessed: 28.01.2025).
54. Pandey S., Mudgal J. A Review on the Role of Endogenous Neurotrophins and Schwann Cells in Axonal Regeneration. *Journal of Neuroimmune Pharmacology*. 2022; 17 (3–4): 398–408. doi: 10.1007/s11481-021-10034-3.
55. Woo S. H., Kim Y. C., Oh T. S. Facial palsy reconstruction. *Archives of Craniofacial Surgery* 2024; 25(1): 1–10. doi: 10.7181/acfs.2023.00528.
56. Ahuja R. B., Chatterjee P., Gupta R., Aggarwal R., Kumar S., Bajaj R. A new paradigm in facial reanimation for long-standing palsies? *Indian Journal of Plastic Surgery*. 2015; 48 (1): 30–37. doi: 10.4103/0970-0358.155265.
57. Petrov K. B. Kineziterapiya pri paralichakh mimicheskoy i yazykoglotочноy muskulatury = Kinesitherapy for paralysis of mimic and glossopharyngeal muscles. Novokuznetsk: Poligrafist. 2020. 211 p. doi: 10.35076/npk.2020.94.55.001 (In Russ.).
58. Lysak A., Farnebo S., Geuna S., Rinklake K., Dahlin L.B. Muscle preservation in proximal nerve injuries: a current update. *Journal of Hand Surgery (European Volume)*. 2024; 49 (6): 773–782. doi: 10.1177/17531934231216646.
59. Bashford J., Chan W. K., Coutinho E., Vincent A., Mallik C., Shaw C., Shinhmar S., Gorman M., Kazamel M., Manji H., Cleary S., Parton M., Palace J., Kleopa K., Farrugia M., Lunn M., Maddison P., Morrow G., Hutchinson M., Reilly M. Demystifying the spontaneous phenomena of motor hyperexcitability. *Clinical Neurophysiology*. 2021; 132 (8): 1830–1844. doi: 10.1016/j.clinph.2021.03.053.
60. Aguiar P. V., Silveira F., Vaz R., Costa J., Lima M. Perineal and foot muscle synkinesis following trauma to the sacrum in an adult male - A case of motor root ephaptic transmission? *Clinical Neurology and Neurosurgery*. 2022; 219: 107340. doi: 10.1016/j.clineuro.2022.107340.

61. Duchateau J., Enoka R. M. Distribution of motor unit properties across human muscles. *Journal of Applied Physiology*. 2022; 132 (1): 1–13. doi: 10.1152/japplphysiol.00290.2021.
62. Sharlo K., Tyganov S. A., Tomilovskaya E., Shenkman V., Nemirovskaya T. Effects of Various Muscle Disuse States and Countermeasures on Muscle Molecular Signaling *International Journal of Molecular Sciences*. 2022; 23 (1): 468. doi: 10.3390/ijms23010468.
63. Gordon T. Peripheral Nerve Regeneration and Muscle Reinnervation. *International Journal of Molecular Sciences*. 2020; 21 (22): 8652. doi: 10.3390/ijms21228652.
64. Kröger S., Watkins B. Muscle spindle function in healthy and diseased muscle. *Skeletal Muscle*. 2021; 11: 3. doi: 10.1186/s13395-020-00258-x.
65. Ivanichev G. A. Miofascialnaya bol = Myofascial pain: monograph. Kazan: Kazan State Medical Academy; 2007: 392 p. (In Russ.).
66. Petrov K. B., Mitichkina T. V. Primitive reflexes of the spinal-stem level and their rehabilitation significance in post-stroke patients: a short report. *Komorbidnaya nevrologiya = Comorbidity Neurology*. 2024; 1 (2): 90–96. doi: 10.62505/3034-185x-2024-1-2-90-96 (In Russ.).
67. Vaitekutis G. V. Patologicheskie stvolovye sinkinezii, vyzyvaemye proizvolnymi dvizheniyami glaznykh yablok, pri organicheskikh porazheniyakh golovnogo mozga = Pathological brainstem synkinesis caused by voluntary movements of the eyeballs in organic lesions of the brain. URL: <http://www.mif-ua.com/archive/article/14992> (accessed: 30.10.2024) (In Russ.).

Информация об авторах

К. Б. Петров, доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой лечебной физкультуры и физиотерапии, Новокузнецкий государственный институт усовершенствования врачей, Новокузнецк, Россия, ORCID: 0000-0001-6246-8811, e-mail: kon3048006@yandex.ru;

О. О. Евдокимова, ассистент кафедры лечебной физкультуры и физиотерапии, Новокузнецкий государственный институт усовершенствования врачей, Новокузнецк, Россия, ORCID: 0009-0002-9871-5049, e-mail: ksuhaevd@yandex.ru;

Н. В. Попова, ассистент кафедры лечебной физкультуры и физиотерапии, Новокузнецкий государственный институт усовершенствования врачей, Новокузнецк, Россия, ORCID: 0009-0003-6063-1410, e-mail: natascha.pnv@yandex.ru.

Information about the authors

K. B. Petrov, Dr. Sci. (Med.), Professor, Head of the Department, Novokuznetsk State Institute of Further Training of Physicians, Novokuznetsk, Russia, ORCID: 0000-0001-6246-8811, e-mail: kon3048006@yandex.ru;

O. O. Evdokimova, Assistant, Novokuznetsk State Institute of Further Training of Physicians, Novokuznetsk, Russia, ORCID: 0009-0002-9871-5049, e-mail: ksuhaevd@yandex.ru;

N. V. Popova, Assistant, Novokuznetsk State Institute of Further Training of Physicians, Novokuznetsk, Russia, ORCID: 0009-0003-6063-1410, e-mail: natascha.pnv@yandex.ru.

Статья поступила в редакцию 25.06.2025; одобрена после рецензирования 15.07.2025; принята к публикации 29.07.2025.

The article was submitted 25.06.2025; approved after reviewing 15.07.2025; accepted for publication 29.07.2025.