

СТОМАТОЛОГІЯ

УДК 616.724-089.23-073.97

DOI <https://doi.org/10.32689/2663-0672-2023-1-7>

Мирослав ГОНЧАРУК-ХОМИН

доктор філософії зі спеціальності «Стоматологія», завідувач кафедри терапевтичної стоматології, Державний вищий навчальний заклад «Ужгородський національний університет», вул. Університетська, 16а, м. Ужгород, Україна, індекс 88000 (myroslav.goncharuk-khomyn@uzhnu.edu.ua)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7482-3881>

Владислав ВЯТКІН

інженер з медичного обладнання, директор ТОВ «Дент Про», вул. Георгієвська, 10а, м. Харків, Україна, індекс 61010 (dentpro@yemail.com)

Марія РІВІС

кандидат медичних наук, старший викладач кафедри стоматології післядипломної освіти, Державний вищий навчальний заклад «Ужгородський національний університет», вул. Університетська, 16а, м. Ужгород, Україна, індекс 88000 (mariya.rivis@uzhnu.edu.ua)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5282-6061>

Богдан САПОВИЧ

старший викладач кафедри стоматології післядипломної освіти, Державний вищий навчальний заклад «Ужгородський національний університет», вул. Університетська, 16а, м. Ужгород, Україна, індекс 88000 (bohdan.sapovych@uzhnu.edu.ua)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3915-8329>

Myroslav GONCHARUK-KHOMYN

PhD (Dentistry), Head of Department of Restorative Dentistry, State High Educational Institution «Uzhhorod National University», 16a Universitetska st., Uzhhorod, Ukraine, postal code 88000 (myroslav.goncharuk-khomyn@uzhnu.edu.ua)

Vladyslav VYATKIN

Medical Engineer, Director of the Dent Pro company, 10a Georgievskaya Str., Kharkiv, Ukraine, postal code 61010 (dentpro@yemail.com)

Maria RIVIS

Candidate of Medical Science, Senior Lecturer at Department of Postgraduate Dental Education, State High Educational Institution «Uzhhorod National University», 16a Universitetska st., Uzhhorod, Ukraine, postal code 88000 (mariya.rivis@uzhnu.edu.ua)

Bohdan SAPOVYCH

Senior Lecturer of the Department of Postgraduate Dentistry, State High Educational Institution «Uzhhorod National University», 16a Universitetska st., Uzhhorod, Ukraine, postal code 88000 (bohdan.sapovych@uzhnu.edu.ua)

Бібліографічний опис статті: Гончарук-Хомин М., Вяткін В., Рівіс М., Сапович Б. Досвід використання методу поверхневої синхроелектроміографії (на прикладі апарату Teethan®) для різних цілей у клінічній стоматологічній практиці. *Сучасна медицина, фармація та психологічне здоров'я*. 2023. Вип. 1 (10), С. 53–63. DOI: <https://doi.org/10.32689/2663-0672-2023-1-7>

Bibliographic description of the article: Goncharuk-Khomyn M., Vyatkin V., Rivis M., Sapovych B. (2023). Dosvid vykorystannia metodu poverkhnevoi synkhroelektromiografii (na prykladi aparatu Teethan®) dlia riznykh tsilei u klinichnii stomatolohichnii praktytsi [Experience of using surface synchroelectromyography method (on the example of the Teethan® device) for various purposes in clinical dental practice]. *Suchasna medytsyna, farmatsiia ta psykholohichne zdorovia – Modern medicine, pharmacy and psychological health*, 1 (10), 53–63. DOI: <https://doi.org/10.32689/2663-0672-2023-1-7>

ДОСВІД ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДУ ПОВЕРХНЕВОЇ СИНХРОЕЛЕКТРОМІОГРАФІЇ (НА ПРИКЛАДІ АПАРАТУ TEETHAN®) ДЛЯ РІЗНИХ ЦІЛЕЙ У КЛІНІЧНІЙ СТОМАТОЛОГІЧНІЙ ПРАКТИЦІ

Анотація. Вступ. В літературі досі відмічаються неузгодженості щодо валідності та репродуктивності результатів оцінки активності жувальних м'язів, зареєстрованих методом поверхневої електроміографії. Відтак у даному науковому дослідженні систематизовано результати використання методу поверхневої синхроелектроміографії із застосуванням конкретно апарату Teethan® для різних цілей у стоматологічній практиці.

Мета. Систематизувати дані щодо можливостей використання методу поверхневої синхроелектроміографії із застосуванням апарату Teethan® для різних цілей у клінічній стоматологічній практиці.

Методи. Пошук наукових робіт, в яких було продемонстровано результати використання методу поверхневої синхроелектроміографії із застосуванням апарату Teethan®, первинно проводився у базі даних PubMed Central (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/>) та через пошукову систему Google Scholar (<https://scholar.google.com/>). З відібраних публікацій проводилась екстракція та аналіз наступних міографічних показників: POC (percentage overlap coefficient), BAR (barycenter), IMP (impact-muscular work), TORS (torsion), ASIM (asymmetry).

Результати. Проведений аналіз релевантних доказів та досягнутих результатів імплементації методу поверхневої синхроелектроміографії в стоматологічній практиці на основі доступних публікацій дозволив відокремити наступні можливості його використання в ході проведення різних стоматологічних втручань: для оцінки нейром'язового балансу після реалізації протетичних та реставраційних втручань різного обсягу; для об'єктивізації впливу фактора болю та методів його купірування на функціональні можливості нейром'язової взаємодії елементів зубо-щелепового апарату; для реєстрації індивідуальних наслідків ортодонтичних та терапевтичних втручань з впливом на та в структурі скронево-нижньощелепового суглобу; для реєстрації змін активності жувальних м'язів в ході лікування пацієнтів з різними видами порушень прикусу, зубо-щелеповими аномаліями та іншими патологіями зубо-щелепового апарату, асоційованих із функціональними та структурними змінами жувальної мускулатури; для оптимізації оклюзійних співвідношень у структурі повністю цифрових протоколів стоматологічної реабілітації з урахуванням впливу м'язового компоненту.

Висновки. Реалізація методу поверхневої синхроелектроміографії із використанням апарату Teethan® під час проведення ортопедичних та терапевтичних втручань сприяє швидшій адаптації пацієнта до змін стоматологічного статусу. Перевага методу поверхневої синхроелектроміографії із застосуванням апарату Teethan® полягає у можливості попереднього калібрування апарату з урахуванням вихідних умов кожного окремого пацієнта, відтак усі отримані результати діагностики можна інтерпретувати в якості суб'єкт-орієнтованих, а сам метод – як один із інструментів індивідуалізації протоколів стоматологічного лікування.

Ключові слова: апарат Teethan®, поверхнева синхроелектроміографія, електроміографія, бази даних.

EXPERIENCE OF USING SURFACE SYNCHROELECTROMYOGRAPHY METHOD (ON THE EXAMPLE OF THE TEETHAN® DEVICE) FOR VARIOUS PURPOSES IN CLINICAL DENTAL PRACTICE

Abstract. Introduction. There are still inconsistencies regarding the validity and reproducibility of the masticatory muscles' assessment results registered by the method of surface electromyography noted in the literature. Therefore, in this scientific study, the results of using surface synchroelectromyography method realized with specifically Teethan® device for various purposes in dental practice were systematized.

Objective. To systematize data on possibilities of using surface synchroelectromyography method realized with Teethan® device for various purposes in clinical dental practice.

Methods. Search of scientific papers which represented results of using surface synchroelectromyography method realized with Teethan® device was initially conducted within the PubMed Central database (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/>) and through the Google Scholar search engine (<https://scholar.google.com/>). The following myographic indicators were extracted and analyzed from the selected publications: POC (percentage overlap coefficient), BAR (barycenter), IMP (impact-muscular work), TORS (torsion), ASIM (asymmetry).

Results. The analysis of relevant evidences and achieved results of implementing surface synchroelectromyography method into the dental practice considering available publications, made it possible to single out the following opportunities of using this method during various dental interventions: to assess the neuromuscular balance after realization of prosthetic and restorative interventions of different amounts; to objectify the influence of the pain factor and methods of its relief on the functional capabilities of the neuromuscular interaction among the elements of the dento-alveolar system; to register individual consequences of orthodontic and therapeutic interventions which are affecting and provided within the structure of the temporomandibular joint; to register changes of masticatory muscles activities during the treatment of patients with various types of occlusion disorders, dento-maxillofacial anomalies and other pathologies of the maxillo-facial system associated with functional and structural changes within the masticatory muscles; to optimize occlusal relationships within the structure of fully digital protocols used for dental rehabilitation taking into account the influence of the muscle component.

Conclusions. Implementation of the surface synchroelectromyography method using the Teethan® device during prosthetic and restorative interventions contributes to faster adaptation of the patient to the provided dental status changes. The advantage of surface synchroelectromyography method realized with the Teethan® device based on the possibility to provide pre-use calibration of the device taking into account the initial conditions of each individual patient, so all obtained diagnostic results can be interpreted as person-oriented, and the method itself can be interpreted as one of the tools for the individualization of dental treatment protocols.

Key words: Teethan® device, surface synchroelectromyography, electromyography, databases.

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень. Електроміографія (ЕМГ) представляє собою доказово-обґрунтований метод, котрий може з достатньо високим рівнем ефективності використовуватися в ході комплексної діагностики стоматологічних пацієнтів [1, 2, 3]. Проведений огляд із супровідним мета-аналізом дозволив резюмувати, що метод електроміографії в стоматології може бути успішно імплементований в діагностичних та терапевтичних цілях, включаючи контроль активності жувальних м'язів в умовах норми та девіації таких при парафункціональних змінах, верифікацію змін м'язового компоненту у пацієнтів з порушеннями скронево-нижньощелепового суглобу та міофасціальними болями, а також моніторинг параметрів активності гомологічних та гетерологічних пар м'язів після проведених ортодонтичних та ортопедичних втручань [1].

Поверхнева електроміографія (ПЕМГ) є різновидом методу електроміографії та представляє її найменш інвазійний варіант, що може бути використаний в стоматологічній практиці [1, 4, 5]. Попередньо було відмічено, що метод поверхневої електроміографії може бути застосований для ідентифікації пацієнтів з порушеннями функції скронево-нижньощелепового суглобу, однак для вищої можливості деталізації результатів потребує купірування ефект поверхневих шумів, які формуються навколо нашкірно зафіксованих датчиків [6, 7, 8]. З іншої сторони сигнали отримані методом поверхневої електроміографії підлягають належній декомпозиції та класифікації з використанням принципів спектрального кодування для верифікації девіантних показників, характерних для пацієнтів з функціональними розладами скронево-нижньощелепового суглобу (СНЩС) [6, 7, 8]. Крім того метод поверхневої електроміографії також може бути ефективно використаний для моніторингу нормалізації симетрії активності жувальних м'язів при провадженні різних методів ортодонтичного лікування, якщо такі передбачають зміщення центру оклюзійної сили у одній із площин, особливо у випадках лікування пацієнтів з зубо-щелеповими аномаліями [9, 10]. Показники поверхневої електроміографії в комбінації із іншими параметрами, отриманими з використанням інструментальних методів діагностики, можуть бути інтерпретовані як непрямі критерії оцінки якості наявних оклюзійних контактів та їх змін в ході корекції оклюзійних співвідношень [11]. Дані електроміографії також можуть бути ефективно використані у структурі сучасних цифрових протоколів для найбільш оптимізованого позиціонування зубів при тотальній реабілітації повністю беззубих пацієнтів [12]. Крім того запропоновано використання показників поверхневої електроміографії як критеріїв оцінки ре-

зультатів лікування пацієнтів з оромандибулярною дистонією [13].

Водночас, в літературі досі відмічаються незгодженості щодо валідності та репродуктивності результатів оцінки активності жувальних м'язів, зареєстрованих методом поверхневої електроміографії. Зокрема, у систематичному огляді Szyszka-Sommerfeld L. та колег автори резюмували, що попри те, що пацієнти з дисфункціями скронево-нижньощелепового суглобу характеризуються відмінними значеннями м'язової активності в порівнянні із здоровими пацієнтами, діагностична значущість ПЕМГ на основі 14 проаналізованих досліджень залишається недостатньо встановленою [7]. У іншому систематичному огляді, зважаючи на варіативність показників ПЕМГ, було рекомендовано не використовувати даний метод для діагностики дисфункцій СНЩС, а лише для контролю прогресу лікування пацієнтів з даними порушеннями [14]. Показники активності жувальних м'язів під час функції жування визначені методом ПЕМГ продемонстрували значні діапазони варіацій, що відрізнялися у низці досліджень, на фоні дефіциту конкретного консенсусу щодо їх інтерпретації та відсутності уніфікованого стандарту порівняння [15]. Згідно даних систематичного огляду якість репрезентації результатів досліджень із використанням методу поверхневої електроміографії в стоматологічній практиці є доволі низькою через брак доступних даних щодо технічних особливостей проведення відповідних досліджень (специфікації електродів, специфікації етапів детекції та ампліфікації, специфікації етапу фільтрування, специфікації етапу ректифікації, деталізації формування досліджуваних вибірок та нормалізації умов дослідження) [16]. Крім того характеристики зареєстрованих ЕМГ-сигналів можуть залежати від стану периферичної нервової системи, анатомічних та фізіологічних характеристик досліджуваних м'язів та власне особливостей апаратури, з використанням якої проводиться обстеження [17].

Враховуючи вищенаведені факти, доцільним є розробка уніфікованого алгоритму звітування результатів досліджень, які передбачають використання методу ПЕМГ в стоматологічній практиці. Однак, перед тим важливо систематизувати уже наявні дані, отримані з використанням аналогічних чи однотипних підходів, в тому числі – і таких, які були реалізовані з використанням однотипного апаратурного забезпечення. Адже тільки після цього можливо провести їх опрацювання та порівняння із даними, отриманими в інших дослідницьких умовах, з метою формулювання резюмованих положень для подальшої уніфікації методологічного підходу. Відтак у даному науковому дослідженні систематизовано результати використання методу

поверхневої синхроелектроміографії із застосуванням апарату Teethan® для різних цілей у стоматологічній практиці.

Мета. Систематизувати дані щодо можливостей використання методу поверхневої синхроелектроміографії із застосуванням апарату Teethan® для різних цілей у клінічній стоматологічній практиці.

Матеріали та методи. Пошук наукових робіт, в яких було продемонстровано результати використання методу поверхневої синхроелектроміографії із застосуванням апарату Teethan®, первинно проводився у базі даних PubMed Central (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/>) та через пошукову систему Google Scholar (<https://scholar.google.com/>).

Пошук у базі даних PubMed Central (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/>) здійснювався з використанням наступного дескриптора: ("electromyography"[MeSH Terms] OR "electromyography"[All Fields] OR ("surface"[All Fields] AND "electromyography"[All Fields]) OR "surface electromyography"[All Fields]) AND teethan[All Fields]. За даним дескриптором пошуку було верифіковано всього 6 публікацій.

Для ідентифікації публікацій, не включених до бази даних PubMed Central, використовували Google Scholar (<https://scholar.google.com/>), пошук в якому проводився за набором наступним ключових слів «electromyography», «surface», «Teethan», «dentistry» та з врахуванням можливостей розширеного пошуку. Додатковий пошук публікацій через пошукову систему Google Scholar був обґрунтований дефіцитом наукових робіт, знайдених по сформованому дескриптору у базі даних PubMed Central, та необхідністю максимізувати первинну вибірку публікацій, які підлягали подальшому контент-аналізу.

Критеріями включення публікацій, асоційованих із метою дослідження, до вибірки робіт, які підлягали подальшому деталізованому контент-аналізу, були наступні: 1) використання методу поверхневої синхроелектроміографії з із застосуванням апарату Teethan® у проведеному дослідженні з наведенням опису протоколу реалізації дослідження; 2) використання показників поверхневої синхроелектроміографії (РОС ММ, РОС ТА, BAR, IMP, ASIM, опис котрих наведені нижче) у якості досліджуваних та/або моніторингових параметрів та наведення належної інтерпретації їх змін із відповідною аргументацією для формулювання висновків; 3) висвітлення унікальної інформації щодо змін показників поверхневої синхроелектроміографії у різних клінічних чи експериментальних умовах дослідження. Категоріями контент-аналізу виступали наступні: 1) діагностичні та терапевтичні цілі застосування методу поверхневої синхроелектроміографії та апарату Teethan® у стоматологічній практиці; 2) показники поверхневої синхроелек-

троміографії та апарату Teethan® (РОС ММ, РОС ТА, BAR, IMP, ASIM, опис котрих наведені нижче), котрі можуть бути використані у якості індикаторів наявності чи ризику розвитку певних порушень, контролю проведеного чи триваючого стоматологічного лікування, досягнення балансу чи відхилень у структурі оклюзійно-мязової взаємодії; 3) зміни індексних значень РОС ММ, РОС ТА, BAR, IMP, ASIM, характерні для різних стоматологічних патологій та порушень, або ж такі, що можуть бути використані для оцінки результатів специфічного методу лікування, чи взаємозв'язку із проведеними втручаннями лікувального спрямування.

Teethan® (BTS S.p.A., Італія) представляє собою медичний прилад для неінвазивного дослідження та отримання об'єктивної інформації про функціональний стан жувальної мускулатури до та після стоматологічних втручань. Протокол використання приладу передбачає нашкірну фіксацію чотирьох безпровідних датчиків в проекції правих та лівих жувальних та скроневих м'язів, та подальше калібрування апарату під кожного конкретного пацієнта. Після досягнутого калібрування апарату оцінка оклюзійно-мязового балансу із використанням апарату Teethan передбачає верифікацію наступних індексів:

РОС (percentage overlap coefficient) – оцінка розподілу активності в парі однойменних м'язів/превалювання одного з м'язів у гомологічній парі (РОС ММ – для жувальних м'язів, РОС ТА – для скроневих м'язів); при симетричному контакті та при відсутності суміжних патологій діапазон норми індексу РОС – $83 \leq (\%) \leq 100\%$;

BAR (barycenter) – оцінка розподілу активності між передньою та задньою групами м'язів: при превалюванні контактів на молярах бари-центр характеризуватиметься дистальним положенням (P – posterior – характерно для вищої активності жувальних м'язів в порівнянні із скроневиими), при превалюванні контактів на передніх ділянках щелеп до других премолярів – переднім положенням (A – anterior – характерно для вищої активної скроневих м'язів в порівнянні із жувальними); діапазон норми індексу BAR – $90 \leq (\%) \leq 100\%$;

TORS (torsion) – оцінка торсійного зміщення нижньої щелепи в горизонтальній площині, як результат дії сил діагональних пар м'язів (індекс є референтним, оскільки демонструє клінічно-найгірше положення щелепи в статистичних умовах); діапазон норми індексу TORS – $90 \leq (\%) \leq 100\%$;

IMP (impact-muscular work) – оцінка сумарної м'язової роботи усіх м'язів (при нормі РОС, TORS та BAR, низькі значення свідчать про надмірне збільшення вертикальної висоти зуба/прикусу, а високі – про дефіцит вертикальної висоти зуба/прикусу); діапазон норми індексу IMP – $85 \leq (\%) \leq 115\%$;

ASIM (asymmetry) – оцінка активності м'язів з лівої сторони в порівнянні з правою (позитивні значення – превалювання м'язів з правої сторони, негативні – з лівої); діапазон норми індексу ASIM – $10 \leq (\%) \leq 10\%$ [4, 18] (рис. 1).

Групування чисельних даних, а також категоризація текстових даних, як досліджуваних категорій контент-аналізу, забезпечувалася у табличному редакторі Microsoft Excel 2019 (Microsoft Office 2019, Microsoft).

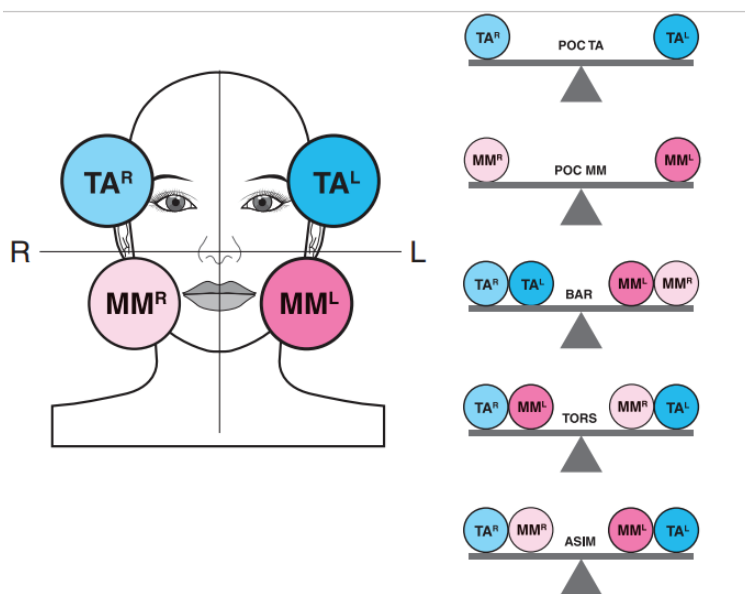


Рис. 1. Схематична репрезентація індексів, котрі можуть бути визначені з використанням апарату Teethan®

Результати та їх обговорення. В результаті проведеного пошуку та з врахуванням критеріїв включення для аналізу досліджувана вибірка була сформована із 13 цільових публікацій, в яких було наведено результати використання методу поверхневої синхроелектроміографії та апарату Teethan® у стоматологічній практиці. Аналіз досліджень, включених до цільової вибірки, з виокремленням відповідних категорій контент-аналізу наведений нижче у дескриптивній формі.

У контрольованому проспективному дослідженні Тессо S. та співавтори описали алгоритм імплементації методу поверхневої синхроелектроміографії з використанням апарату Teethan® у структуру цифрового протоколу виготовлення композитної репродукції (mock-up) майбутньої дефінітивної ортопедичної реставрації [18]. Контроль за станом жувальної мускулатури на етапі mock-up здійснювався шляхом функціоналізації та корекції композитної репродукції, виготовленої по цифровому протоколу, для досягнення нормалізованих параметрів POС TA, POС MM, BAR, TORS, IMP, ASIM [18]. При порівнянні з групою контролю, для пацієнтів котрої виготовлення композитної репродукції проводилося аналоговим шляхом, дослідникам не

вдалось зареєстрували статистичної різниці у показниках оцінки парної та перехресної активності жувальних м'язів за жодним із досліджуваних параметрів (POС TA, POС MM, BAR, TORS, IMP, ASIM), окрім індексу IMP (сумарна робота жувальних м'язів під час їх скорочення, що геометрично відповідає площі кривої електричної активності досліджуваних м'язів з врахуванням функції часу) на етапі провізорних коронок; на етапі дефінітивних коронок показники критеріїв оцінки поверхневої електроміографії були ідентичними для обох груп [18]. Очевидно, відсутність різниці при виготовленні композитної репродукції за цифровим чи аналоговим протоколами викликана тим, що у обох групах був забезпечений контроль за досягненням м'язово-збалансованої оклюзії з використанням методу поверхневої синхроелектроміографії в умовах підняття висоти прикусу на 1,5-3,5 мм, відтак даний метод можна категоризувати у якості допоміжного для оптимізації результатів комплексної стоматологічної реабілітації.

Застосування Teethan® на етапі попередньої композитної репродукції також було рекомендовано як підходу, який до обмеженої міри сприяє мінімізації частоти розвитку сколів цільнокерамічних

коронки у стоматологічних пацієнтів, особливо у випадках виготовлення ортопедичних конструкцій протяжністю в три одиниці [19]. Крім того, пацієнти, яким проводилась адаптація стоматологічних конструкцій із застосуванням методу поверхневої синхроелектроміографії, відмічали коротшу тривалість адаптації до нових коронок та вищий рівень відповідності їх суб'єктивних очікувань фактичній потребі в адаптації до змін стоматологічного статусу [19]. Проте в даному дослідженні проводився аналіз лише односторонніх дефектів і не було достатньо деталізовано первинних оклюзійних порушень та оклюзійних змін, досягнутих в результаті реабілітації, які потенційно могли повпливати на результат ортопедичного лікування пацієнтів. Відтак, застосування методу поверхневої синхроелектроміографії як методу для контролю оклюзійних співвідношень та часткової корекції дизайну ортопедичних конструкцій на проміжному етапі їх композитної репродукції є перспективним напрямком подальших досліджень, для реалізації котрих необхідно забезпечити розробку уніфікованого та репродуктивного протоколу проведення з урахуванням впливу оклюзійно-асоційованих факторів, як основних досліджуваних чинників для у структурі оклюзійно-м'язової взаємодії.

Попередньо Goncharuk-Khomyn M. та співавторами був розроблений комплексний підхід до реабілітації пацієнтів незнімними конструкціями з опорою на внутрішньоротових титанових дентальних імплантатах (алгоритм «Trident»), який передбачав використання діагностичних можливостей внутрішньоорального сканування, конусно-променевої комп'ютерної томографії та методу поверхневої синхроелектроміографії із застосуванням апарату Teethan® [20]. Запропонований підхід сприяв скороченню тривалості стоматологічного лікування, що було пов'язано із зменшенням кількості необхідних корекцій, та вираженим покращенням показників окремих доменів OHIP-EDENT, що свідчило про поліпшення якості життя реабілітованих пацієнтів [20]. Відтак розроблена методика дозволяла оптимізувати часові затрати на комплексну стоматологічну реабілітацію, характеризувалась пацієнт-орієнтованою направленістю та скорочувала термін, необхідний для адаптації пацієнтів до конструкцій з опорою на внутрішньокісткових титанових дентальних імплантатах [20]. Аналогічний тренд, але уже із скороченням тривалості періоду адаптації пацієнтів до знімних конструкцій з опорою на дентальних імплантатах, був відмічений у іншому лонгітюдному дослідженні Goncharuk-Khomyn M. та співавторів: в період першого місяця після фіксації знімних протезів пацієнти, яким попередньо проводився аналіз м'язового балансу та корекція проміжних конструкцій під контролем

апарату Teethan®, характеризувались кращими значеннями доменів опитувальника OHIP-EDENT в порівнянні з такими, оклюзійні корекції в яких проводились із застосуванням лише артикуляційного паперу [21]. У довгостроковій перспективі 1 року відмінностей між двома вищезгаданими групами виявити не вдалось, однак дослідники все ж рекомендували використовувати метод поверхневої синхроелектроміографії для контролю м'язового балансу і, відповідно, для корекції оклюзійних співвідношень при верифікації девіацій від стану м'язового еквілібріуму [21].

У низці попередніх досліджень висвітлено клінічну значущість м'язових порушень при різних патологіях прикусу, що аргументує потребу контролю та корекції таких з використанням методу поверхневої електроміографії в ході реалізації комплексного підходу до реабілітації ортодонтичних пацієнтів молодого віку [22, 23]. У представленому клінічному випадку Maddalone M. та колег було відмічено можливість застосування апарату Teethan® для контролю змін жувальної мускулатури у ортодонтичного пацієнта з перехресним прикусом, якому проводилося швидке розширення ділянки піднебіння [24]. На думку авторів, збереження відповідного м'язового балансу після досягнутого результату цільового втручання можна інтерпретувати як один з критеріїв адекватності та коректної послідовності реалізації ортодонтичного лікування, а також як критерій досягнення нейром'язового еквілібріуму, а відхилення від діапазону м'язової норми за даними поверхневої синхроелектроміографії можна розцінювати як достатню аргументацію для проведення подальших клінічних обстежень та потребу в реалізації таргетних корекційних заходів [24]. Водночас для широкого використання даного критерію у клінічній роботі, підтвердженого відповідним рівнем доказовості, існує необхідність в проведенні цільових досліджень серед специфічно-сформованих вибірок пацієнтів, які б змогли аргументувати клінічну значущість поверхневої синхроелектроміографії для ортодонтичної практики, хоча роль такої для верифікації відхилень від стану оклюзійно-нейром'язової рівноваги є очевидною.

Метод поверхневої синхроелектроміографії із застосуванням апарату Teethan® також може бути реалізований з метою оцінки ефективності лікування порушень скронево-нижньощелепового суглобу при використанні з цією метою різних функціональних апаратів [25]. Так застосування апарату Alifix® сприяло покращенню індексів РОС ТА, РОС ММ, ВАР та ТОРС у 10 пацієнтів з функціональними порушенням СНЩС; при цьому варто відмітити, що хоча чисельне зростання даних індексів і не характеризувалось достатньою статистичною значущістю, однак в усіх пацієнтів відмічався аналогічний

тренд змін – від нефізіологічних показників до діапазону таких, характерних для стану норми [25]. Позитивний досвід застосування апарату Teethan® також був відмічений при апробації підходу електропорації (транскермальної доставки) диклофенаку натрію для купірування больових відчуттів у пацієнтів з функціональними порушеннями СНЩС: апробований підхід сприяв покращенню усіх досліджуваних показників та досягненню чисельних значень діапазонів норми РОС ТА, РОС ММ та TORS [26].

Тессо S. та колегами був запропонований оригінальний підхід до корекції оклюзійної капи, виготовленої для купірування больових відчуттів, асоційованих із порушеннями скронево-нижньощелепового суглобу, під контролем методу поверхневої синхроелектроміографії із використанням апарату Teethan® для досягнення симетричного балансу активності жувальних м'язів [27]. В результаті було встановлено, що використанням методу поверхневої синхроелектроміографії для корекції оклюзійного сплїнта сприяло пришвидшенню результату повного купірування больових відчуттів та швидшій адаптації пацієнта до внутрішньоротової конструкції [27].

Використанням апарату Teethan® дозволяє проводити обрахунок не тільки індексних показників, закладених у оригінальному протоколі реалізації методу поверхневої синхроелектроміографії, запропонованого розробниками, аде й адаптованих параметрів – на зразок індексу співвідношення активності жувального м'язового до активності скроневого (ММ/ТА) у стані максимального довільного стискання зубів [28]. За даними Jankelson та колег значення ММ/ТА понад 1 свідчать про фізіологічну активність жувальних м'язів, в той час як значення менше 1 – про потенційні патологічні порушення даної активності [28]. У дослідженні типу «випадок-контроль» пацієнти дитячого віку з ювенільним ідіопатичним артритом частіше демонстрували співвідношення ММ/ТА < 1, ніж у особи у групі контролю (65,2% проти 53%) [28]. У пізнішому дослідженні було встановлено, що пацієнти з ювенільним ідіопатичним артритом характеризувались статистично значущими відхиленнями показників РОС ТА ($p = 0,011$) та ІМР ($p = 0,003$) відносно групи контролю, які потенційно можуть бути використані в якості функціональних маркерів для ранньої діагностики пацієнтів з вищезгаданою патологією [29]. Зростання індексу ІМР у пацієнтів з ідіопатичним ювенільним артритом, зареєстроване із використанням апарату Teethan®, може бути пояснене розвитком ерозії суглобових головок на фоні соматичної патології, що провокує потребу у вищій сумарній роботі м'язів для досягнення відповідного положення СНЩС в умовах максимальної інтеркуспідації [29].

З врахуванням того, що докази існуючих взаємозв'язків між постурою та оклюзією потребують подальшого уточнення та накопичення даних, зміни, що відбуваються в структурі функціональної взаємодії елементів зубо-щелепової системи при реалізації різних методів мануальної терапії також потребують відповідної об'єктивізації та деталізації з метою визначення наслідків різних остеопатичних практик на хід подальшого стоматологічного лікування [5]. Реалізація прийому тяги для збільшення обсягу рухів в ділянках шийних хребців у 90 досліджуваних пацієнтів сприяло погіршенню стану оклюзійно-м'язового балансу у 55,5% випадків та покращенню у 32,5% згідно даних, зареєстрованих з використанням апарату Teethan® [30]. У крос-секційному дослідженні, проведеному серед спортсменів з різними видами краніомандибулярних дисфункцій, лікування яких проводилося з контролем змін м'язової активності та з обов'язковим результуючим досягненням оклюзійно-м'язового балансу за даними індексів Teethan®, було встановлено, що використання такого підходу сприяло покращенню загального тонуру постури та розвитку позитивного зворотного зв'язку в формі досягнення більш якісних спортивних результатів [31]. Результати Messina G. та колег засвідчили наявність іпсилатерального зв'язку між розподілом навантаження підшовного тиску та активацією жувальних м'язів у літніх жінок; дані асоціації в подальшому можуть бути використані при формулюванні відповідних схем остеопатичного лікування пацієнтів із різними порушеннями прикусу [32].

У рандомізованому контрольованому подвійно-сліпому дослідженні Manzotti A. та співавторів (2020) також було відмічено, що остеопатичні маніпуляції доказово пов'язані зі змінами у активності жувальних м'язів, при цьому такі зміни характеризувались лише позитивним трендом та направленістю до досягнення м'язового еквілібріуму, що було підтверджено порівнянням показників Teethan® у досліджуваній, контрольній та плацебо-групах [33]. Відтак на основі даних поверхневої синхроелектроміографії автори резюмували, що остеопатичні підходи перспективно можуть бути використані у структурі комплексних протоколів лікування пацієнтів з функціональними порушенням скронево-нижньощелепового суглобу [33].

Проведений аналіз релевантних доказів та досягнутих результатів імплементації методу поверхневої синхроелектроміографії в стоматологічній практиці на основі доступних публікацій дозволив виокремити наступні можливості його використання в ході проведення різних стоматологічних втручань [34]:

для оцінки нейром'язового балансу після реалізації протетичних та реставраційних втручань різного обсягу;

для об'єктивізації впливу фактора болю та методів його купірування на функціональні можливості нейром'язової взаємодії елементів зубо-щелепового апарату;

для реєстрації індивідуальних наслідків ортодонтичних та терапевтичних втручань з впливом на та в структурі скронево-нижньощелепового суглобу;

для реєстрації змін активності жувальних м'язів в ході лікування пацієнтів з різними вида-

ми порушень прикусу, зубо-щелеповими аномаліями та іншими патологіями зубо-щелепового апарату, асоційованих із функціональними та структурними змінами жувальної мускулатури (рис. 2-3);

у структурі повністю цифрових протоколів стоматологічної реабілітації для оптимізації оклюзійних співвідношень з урахуванням впливу м'язового компонента (рис. 3).

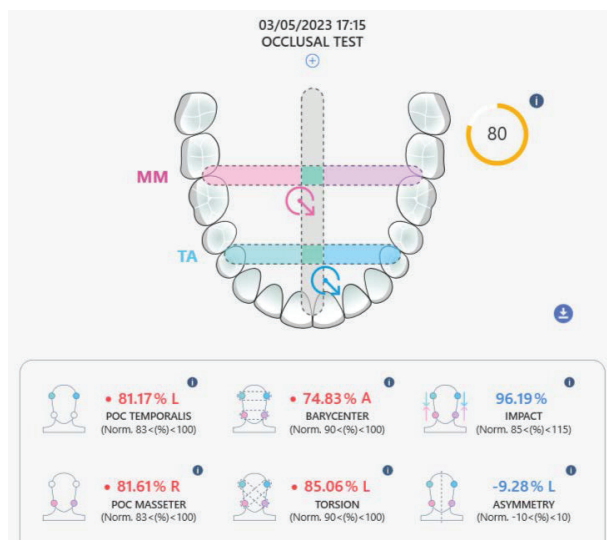


Рис. 2. Оцінка м'язової активності у пацієнта з порушенням прикусу по I класу за Angle (клінічний випадок із власної практики Гончарук-Хомин М.Ю., PhD, DDS)

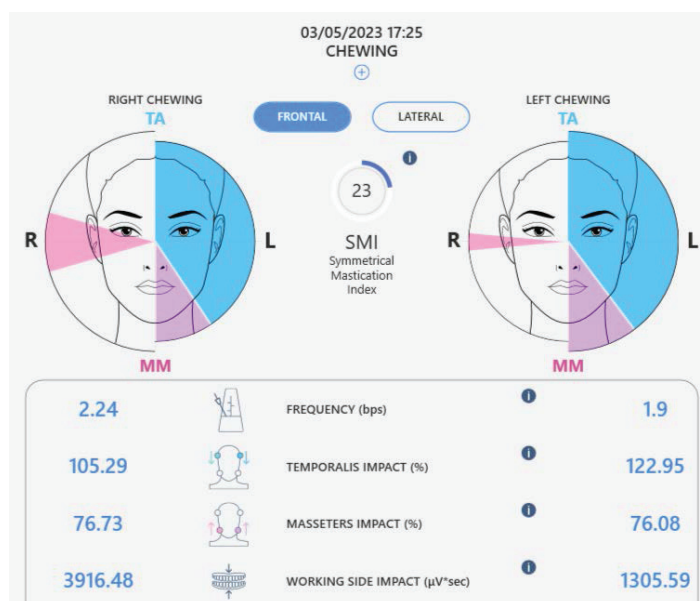


Рис. 3. Оцінка динамічної м'язової активності (тест на жування) при плануванні комплексного ортопедичного лікування пацієнта по гібридному аналогово-цифровому протоколу реабілітації (клінічний випадок із власної практики Гончарук-Хомин М.Ю., PhD, DDS)

Висновок. Метод поверхневої синхроелектроміографії може бути ефективно використаний в стоматологічній практиці з метою оцінки змін нейром'язового балансу після реалізації цільових стоматологічних маніпуляцій різного обсягу, для реєстрації індивідуальних наслідків ортодонтичних та терапевтичних втручань, з метою діагностики змін активності жувальних м'язів під час та в результаті лікування пацієнтів з різними видами порушень прикусу, зубо-щелеповими аномаліями та іншими патологіями зубо-щелепового апарату, асоційованих із функціональними та структурними змінами жувальної мускулатури. Реалізація методу поверхневої синхроелектроміографії із використанням

апарату Teethan® під час проведення ортопедичних та терапевтичних втручань сприяє швидшій адаптації пацієнта до змін стоматологічного статусу та досягненню вищого рівня відповідності між очікуваннями пацієнта та досягнутим результатом (у короткостроковій перспективі). Перевага методу поверхневої синхроелектроміографії із застосуванням апарату Teethan® полягає у можливості попереднього калібрування апарату з урахуванням вихідних умов кожного окремого пацієнта, відтак усі отримані результати діагностики можна інтерпретувати в якості суб'єкт-орієнтованих, а сам метод – як один із інструментів індивідуалізації протоколів стоматологічного лікування.

Список використаних джерел:

1. Nishi S. E., Basri R., Alam M. K. Uses of electromyography in dentistry: An overview with meta-analysis. *European journal of dentistry*. Vol. 10(03). P. 419-425.
2. EMG correlations of edentulous patients with implant overdentures and fixed dental prostheses compared to conventional complete dentures and dentates: a systematic review and meta-analysis / I. von der Gracht, A. Derks, K. Haselhuhn, S. Wolfart, *Clinical oral implants research*. 2017. Vol. 28(7). P. 765-773.
3. Is there a difference in the electromyographic activity of the masticatory muscles between individuals with temporomandibular disorder and healthy controls? A systematic review with meta-analysis / B. Massaroto Barros, D.A. Biasotto-Gonzalez, S.K. Bussadori, [et al.]. *Journal of Oral Rehabilitation*. 2020. Vol. 47(5). P. 672-682.
4. Correction of occlusion relationship during dental treatment with the use of surface synchroelectromyography method / M. Goncharuk-Khomyn, M. Slyvka, O. Bely, [et al.]. *Young Scientist*. Vol. 11 (63). P. 509-512.
5. Associations between the masticatory system and muscle activity of other body districts. A meta-analysis of surface electromyography studies / G. Perinetti, J.C. Türp, J. Primožič, [et al.]. *Journal of Electromyography and Kinesiology*. 2011. Vol. 21(6). P. 877-884.
6. Bormane D. S., Kakkeri R. B., Kakkeri R. B. Surface Electromyography Signal Classification for the Detection of Temporomandibular Joint Disorder using Spectral Mapping Method. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*. 2022. Vol. 13(8). P. 524-529.
7. Surface electromyography in the assessment of masticatory muscle activity in patients with pain-related temporomandibular disorders: a systematic review / L. Szyszka-Sommerfeld, M. Sycińska-Dziarnowska, G. Spagnuolo, K. Woźniak. *Frontiers in Neurology*. 2023. 14, 1184036.
8. Klasser G. D., Okeson J. P. The clinical usefulness of surface electromyography in the diagnosis and treatment of temporomandibular disorders. *The Journal of the American Dental Association* 2006. Vol. 137(6). P. 763-771.
9. Surface electromyography in orthodontics—a literature review / K. Woźniak, D. Piątkowska, M. Lipski, K. Mehr. *Medical science monitor: international medical journal of experimental and clinical research*. 2013. Vol. 19. P. 416.
10. Szyszka-Sommerfeld L., Lipski M., Woźniak K. Surface electromyography as a method for diagnosing muscle function in patients with congenital maxillofacial abnormalities. *Journal of Healthcare Engineering*. 2020. Vol. 2020. P. 8846920.
11. Short-term effect of orthodontic clear aligners on muscular activity and occlusal contacts: A cohort study / M. Tedpedino, P. Colasante, E. Staderini, [et al.]. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2023. Vol. S0889-5406(23)00033-1.
12. Digital optimization of teeth set-up in an edentulous patient with partial glossectomy: a case report / M. Carrière, J.B. Prudentos, A. Lecigne, [et al.]. *Journal of Prosthodontics*. 2023. Online ahead of print.
13. Im Y. G., Kim J. H., Kim B. G. Evaluation of Treatment Outcomes in Oromandibular Dystonia Using Surface Electromyography: A Case Series. 2021. *Journal of Oral Medicine and Pain*. Vol. 46(4). P. 143-149.
14. Surface electromyography for temporomandibular disorders: systematic review / A.I. Celinski, R.S. Cunali, D. Bonotto, [et al.]. *Revista Dor*. 2013. Vol. 14. P. 147-150.
15. Surface electromyography of the masseter muscle during chewing: a systematic review / G. K. B. O. Nascimento, D.A.D. Cunha, L.M.D. Lima, [et al.]. *Revista CEFAC*. 2012. Vol. 14. P. 725-731.
16. Quality of reporting masticatory muscle electromyography in 2004: a systematic review / S. Armijo-Olivo, I. Gadotti, M. Kornerup, [et al.]. *Journal of Oral Rehabilitation*. 2007. Vol. 34(6). P. 397-405.
17. Role of Electromyography in Dental Research: A Review / S.R. Patil, B.R. Doni, C. H. Patil [et al.]. *Journal of Research in Dental and Maxillofacial Sciences*. 2023. Vol. 8(1). P. 71-78.
18. Evaluation of masticatory muscle function using digital versus traditional techniques for mockup fabrication: a controlled prospective study / S. Tecco, F. Cattoni, A. Darvizeh, [et al.]. *Applied Sciences*. 2020. Vol. 10(17). P. 6013.
19. Prosthetic Treatment Optimization with the use of All-Ceramic Constructions under Synchroelectromyography Method Supervision / I. Palyvoda, R. Osnach, S. Terekhov, [et al.]. *Journal of International Dental and Medical Research*. 2021. Vol. 14(1). P. 24-32.

20. Intraoral scanning, CBCT, and surface electromyography combination: Efficiency analysis of proposed diagnostic "Tri-dent" algorithm during complex dental rehabilitation / I. Tukalo, V. Rusyn, W. Hirschowitz, M. Goncharuk-Khomyn. *Journal of Dentistry*. 2022. Vol. 121. P. 104015.
21. Does the Use of Surface Electromyography Could Improve Quality of Life among Patients Rehabilitated by Mandibular Overdentures on Different Attachments? / M. Fera, M. Goncharuk-Khomyn, O. Fera, [et al.]. *Pesquisa Brasileira em Odontopediatria e Clínica Integrada*. 2022. Vol. 22. P. e210131-e210131.
22. Surface electromyography reveal association between masticatory muscles with malocclusion class i and class iii skeletal in Javanese ethnic patient / D. Rahmawati, I.G.A.W. Ardani, T. Hamid, [et al.]. *Journal of International Dental and Medical Research*. 2021. Vol 14(4). P. 1542-1546.
23. Electromyographic Evaluations of Masticatory Muscle Activity between Patients with Skeletal Class I and III Relationships / P. Kulchutisin, T. Sowithayasakul, J. Pumklin, T. Piyapattamin. *European journal of dentistry*. 2022. Online ahead of print.
24. Electromyographic evaluation of masticatory muscles in a young patient with crossbite treated with rapid palatal expander: a case report / M. Maddalone, A. Nanussi, M. Varisco [et al.]. *Journal of Contemporary Dental Practice*. 2020. Vol. 21(11). P. 1279-1283.
25. Treatment of temporomandibular disorders of muscular origin with a silicon oral device (Alifix®): electromyographic analysis / M. Maddalone, E. Bianco, A. Nanussi [et al.], *Journal of Contemporary Dental Practice*. 2019. Vol. 20(12). P. 1367-1374.
26. Electroporation technique for joint pain—Pilot feasibility study on TMD patients / G.M. Tartaglia, A. Gizdulich, M. Faronato [et al.]. *Clinical and experimental dental research*. 2020. Vol. 6(6). P. 642-649.
27. Electromyography-Guided Adjustment of an Occlusal Appliance: Effect on Pain Perceptions Related with Temporomandibular Disorders. A Controlled Clinical Study / S. Tecco, V. Quinzi, A. Nota, [et al.]. *Diagnostics*. 2021. Vol. 11(4). P. 667.
28. Clinical and Instrumental TMJ Evaluation in Children and Adolescents with Juvenile Idiopathic Arthritis: A Case—Control Study / M. D'Attilio, B. Di Carlo, F. Caroccia, [et al.]. *Applied Sciences*. 2021. Vol. 11(12). P. 5380.
29. Electromyographic Activity of Masticatory Muscles in Subjects with Juvenile Idiopathic Arthritis: A Case—Control Study / F. Caroccia, L. Passanello, R. Pipitone, [et al.]. *Symmetry*. 2022. Vol. 14(5). P. 962.
30. Variation of Occlusal Contacts and Activity of Masticatory Muscles Relation to Increasing the Capacity of Movement of the Cervical Spine after Trust Maneuver / M. Martini, C.N. Pecora, L. Ortensi, [et al.]. *Journal of Dental Health, Oral Disorders & Therapy*. 2016. Vol. 5(3). P. 00156.
31. Experimental Analysis of the Use of Cranial Electromyography in Athletes and Clinical Implications / A.D. Inchingolo, C. Pezzolla, A. Patano, [et al.]. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2022. Vol. 19(13). P. 7975.
32. The Association between Masticatory Muscles Activation and Foot Pressure Distribution in Older Female Adults: A Cross-Sectional Study / G. Messina, A. Amato, F. Rizzo, [et al.]. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2023. Vol. 20(6). P. 5137.
33. Evaluation of the stomatognathic system before and after osteopathic manipulative treatment in 120 healthy people by using surface electromyography / A. Manzotti, C. Viganoni, D. Lauritano, [et al.]. *International journal of environmental research and public health*. 2020. Vol. 17(9). P. 3250.
34. Hugger A., Hugger S., Schindler H. J. Surface electromyography of the masticatory muscles for application in dental practice. Current evidence and future developments. *International Journal of Computerized Dentistry*. 2009. Vol. 11(2). P. 81-106.

References:

1. Nishi, S. E., Basri, R., & Alam, M. K. (2016). Uses of electromyography in dentistry: An overview with meta-analysis. *European journal of dentistry*, 10(03), 419-425.
2. von der Gracht, I., Derks, A., Haselhuhn, K., & Wolfart, S. (2017). EMG correlations of edentulous patients with implant overdentures and fixed dental prostheses compared to conventional complete dentures and dentates: a systematic review and meta-analysis. *Clinical oral implants research*, 28(7), 765-773.
3. Massaroto Barros, B., Biasotto-Gonzalez, D. A., Bussadori, S. K., Gomes, C. A. F. D. P., & Politti, F. (2020). Is there a difference in the electromyographic activity of the masticatory muscles between individuals with temporomandibular disorder and healthy controls? A systematic review with meta-analysis. *Journal of Oral Rehabilitation*, 47(5), 672-682.
4. Goncharuk-Khomyn, M., Slyvka, M., Bely, O., Foros, A., Voytovich, V., & Rusyn, V. (2018). Correction of occlusion relationship during dental treatment with the use of surface synchroelectromyography method. *Young Scientist*, 11 (63), 509-512.
5. Perinetti, G., Türp, J. C., Primožič, J., Di Lenarda, R., & Contardo, L. (2011). Associations between the masticatory system and muscle activity of other body districts. A meta-analysis of surface electromyography studies. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 21(6), 877-884.
6. Bormane, D. S., Kakkeri, R. B., & Kakkeri, R. B. (2022). Surface Electromyography Signal Classification for the Detection of Temporomandibular Joint Disorder using Spectral Mapping Method. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 13(8), 524-529.
7. Szyszka-Sommerfeld, L., Sycińska-Dziarnowska, M., Spagnuolo, G., & Woźniak, K. (2023). Surface electromyography in the assessment of masticatory muscle activity in patients with pain-related temporomandibular disorders: a systematic review. *Frontiers in Neurology*, 14, 1184036.
8. Klasser, G. D., & Okeson, J. P. (2006). The clinical usefulness of surface electromyography in the diagnosis and treatment of temporomandibular disorders. *The Journal of the American Dental Association*, 137(6), 763-771.
9. Woźniak, K., Piątkowska, D., Lipski, M., & Mehr, K. (2013). Surface electromyography in orthodontics—a literature review. *Medical science monitor: international medical journal of experimental and clinical research*, 19, 416.
10. Szyszka-Sommerfeld, L., Lipski, M., & Woźniak, K. (2020). Surface electromyography as a method for diagnosing muscle function in patients with congenital maxillofacial abnormalities. *Journal of Healthcare Engineering*, 2020, 8846920.

11. Tepedino, M., Colasante, P., Staderini, E., Masedu, F., & Ciavarella, D. (2023). Short-term effect of orthodontic clear aligners on muscular activity and occlusal contacts: A cohort study. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, S0889-5406(23)00033-1.
12. Carrière, M., Prudentos, J. B., Lecigne, A., Laran, A., Nguyen, C. T., Destruhaut, F., & Naveau, A. (2023). Digital optimization of teeth set-up in an edentulous patient with partial glossectomy: a case report. *Journal of Prosthodontics*, online ahead of print.
13. Im, Y. G., Kim, J. H., & Kim, B. G. (2021). Evaluation of Treatment Outcomes in Oromandibular Dystonia Using Surface Electromyography: A Case Series. *Journal of Oral Medicine and Pain*, 46(4), 143-149.
14. Celinski, A. I., Cunali, R. S., Bonotto, D., Farias, A. C. D., & Cunali, P. A. (2013). Surface electromyography for temporomandibular disorders: systematic review. *Revista Dor*, 14, 147-150.
15. Nascimento, G. K. B. O., Cunha, D. A. D., Lima, L. M. D., Moraes, K. J. R. D., Pernambuco, L. D. A., Régis, R. M. F. L., & Silva, H. J. D. (2012). Surface electromyography of the masseter muscle during chewing: a systematic review. *Revista CEFAC*, 14, 725-731.
16. Armijo-Olivo, S., Gadotti, I., Kornerup, M., Lagravère, M. O., & Flores-Mir, C. (2007). Quality of reporting masticatory muscle electromyography in 2004: a systematic review. *Journal of Oral Rehabilitation*, 34(6), 397-405.
17. Patil, S. R., Doni, B. R., Patil, C. H., Nawab, S. H., & Khursheed Alam, M. (2023). Role of Electromyography in Dental Research: A Review. *Journal of Research in Dental and Maxillofacial Sciences*, 8(1), 71-78.
18. Tecco, S., Cattoni, F., Darvizeh, A., Bosco, F., Sancì, V., Nota, A., ... & Gherlone, E. F. (2020). Evaluation of masticatory muscle function using digital versus traditional techniques for mockup fabrication: a controlled prospective study. *Applied Sciences*, 10(17), 6013.
19. Palyvoda, I., Osnach, R., Terekhov, S., Proshchenko, A., & Chertov, S. (2021). Prosthetic Treatment Optimization with the use of All-Ceramic Constructions under Synchroelectromyography Method Supervision. *Journal of International Dental and Medical Research*, 14(1), 24-32.
20. Tukalo, I., Rusyn, V., Hirschowitz, W., & Goncharuk-Khomyn, M. (2022). Intraoral scanning, CBCT, and surface electromyography combination: Efficiency analysis of proposed diagnostic "Trident" algorithm during complex dental rehabilitation. *Journal of Dentistry*, 121, 104015.
21. Fera, M., Goncharuk-Khomyn, M., Fera, O., Bokoch, A., Keniuk, A., & Kryvanych, A. (2022). Does the Use of Surface Electromyography Could Improve Quality of Life among Patients Rehabilitated by Mandibular Overdentures on Different Attachments?. *Pesquisa Brasileira em Odontopediatria e Clínica Integrada*, 22, e210131-e210131.
22. Rahmawati, D., Ardani, I. G. A. W., Hamid, T., Fardhani, I., Taftazani, H., Nugraha, A. P., & Kusumawardani, M. K. (2021). Surface electromyography reveal association between masticatory muscles with malocclusion class i and class iii skeletal in Javanese ethnic patient. *Journal of International Dental and Medical Research*, 14(4), 1542-1546.
23. Kulchutisin, P., Sowithayasakul, T., Pumklin, J., & Piyapattamin, T. (2022). Electromyographic Evaluations of Masticatory Muscle Activity between Patients with Skeletal Class I and III Relationships. *European journal of dentistry*, online ahead of print.
24. Maddalone, M., Nanussi, A., Varisco, M., Cortese, M., Scali, J., & Bianco, E. (2020). Electromyographic evaluation of masticatory muscles in a young patient with crossbite treated with rapid palatal expander: a case report. *Journal of Contemporary Dental Practice*, 21(11), 1279-1283.
25. Maddalone, M., Bianco, E., Nanussi, A., Costa, G., & Baldoni, M. (2019). Treatment of temporomandibular disorders of muscular origin with a silicon oral device (Alifix®): electromyographic analysis. *Journal of Contemporary Dental Practice*, 20(12), 1367-1374.
26. Tartaglia, G. M., Gizdulich, A., Farronato, M., Gupta, R. J., & Connelly, S. T. (2020). Electroporation technique for joint pain—Pilot feasibility study on TMD patients. *Clinical and experimental dental research*, 6(6), 642-649.
27. Tecco, S., Quinzi, V., Nota, A., Giovannozzi, A., Abed, M. R., & Marzo, G. (2021). Electromyography-Guided Adjustment of an Occlusal Appliance: Effect on Pain Perceptions Related with Temporomandibular Disorders. A Controlled Clinical Study. *Diagnostics*, 11(4), 667.
28. D'Attilio, M., Di Carlo, B., Carocchia, F., Moscagiuri, F., d'Angelo, D. M., Chiarelli, F., ... & Breda, L. (2021). Clinical and Instrumental TMJ Evaluation in Children and Adolescents with Juvenile Idiopathic Arthritis: A Case—Control Study. *Applied Sciences*, 11(12), 5380.
29. Carocchia, F., Passanello, L., Pipitone, R., Moscagiuri, F., Asperio, P., Lucchese, A., ... & D'Attilio, M. (2022). Electromyographic Activity of Masticatory Muscles in Subjects with Juvenile Idiopathic Arthritis: A Case—Control Study. *Symmetry*, 14(5), 962.
30. Martini, M., Pecora, C. N., Ortensi, L., Pietravalle, G., & Paolo, C. D. (2016). Variation of Occlusal Contacts and Activity of Masticatory Muscles Relation to Increasing the Capacity of Movement of the Cervical Spine after Trust Maneuver. *Journal of Dental Health, Oral Disorders & Therapy*, 5(3), 00156.
31. Inchingolo, A. D., Pezzolla, C., Patano, A., Ceci, S., Ciocia, A. M., Marinelli, G., ... & Dipalma, G. (2022). Experimental Analysis of the Use of Cranial Electromyography in Athletes and Clinical Implications. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(13), 7975.
32. Messina, G., Amato, A., Rizzo, F., Dominguez, L. J., Iovane, A., Barbagallo, M., & Proia, P. (2023). The Association between Masticatory Muscles Activation and Foot Pressure Distribution in Older Female Adults: A Cross-Sectional Study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 20(6), 5137.
33. Manzotti, A., Viganoni, C., Lauritano, D., Bernasconi, S., Paparo, A., Risso, R., & Nanussi, A. (2020). Evaluation of the stomatognathic system before and after osteopathic manipulative treatment in 120 healthy people by using surface electromyography. *International journal of environmental research and public health*, 17(9), 3250.
34. Hugger, A., Hugger, S., & Schindler, H. J. (2008). Surface electromyography of the masticatory muscles for application in dental practice. Current evidence and future developments. *International Journal of Computerized Dentistry*, 11(2), 81-106.