

Міністерство охорони здоров'я України
Українська медична стоматологічна академія

Л. В. Смаглюк, А. В. Ляховська

ЕЛЕКТРОМІОГРАФІЯ В СТОМАТОЛОГІЇ

Полтава 2020

УДК 616.314-089.23:618.2-055.2

Рецензенти: доктор медичних наук, професор, Заслужений лікар України **Дрогомирецька Мирослава Стефанівна**, завідувачка кафедри ортодонції Національної медичної академії післядипломної освіти імені П. Л. Шупика; доктор медичних наук, професор **Чухрай Наталія Львівна**, завідувачка кафедри ортодонції Львівського національного медичного університету імені Данила Галицького.

Рекомендовано до друку Вченою радою Української медичної стоматологічної академії, протокол №11 від 24 червня 2020р.

Смаглюк Л. В., Ляховська А. В. «Електроміографія в стоматології». – Полтава: Поліграфічне видавництво «Астроя», 2020. – 70 с.

Невід’ємною складовою у плануванні комплексу заходів стоматологічної реабілітації є діагностика стану всієї краніо-мандибулярної системи людини, зокрема роботи м'язів. Одним із методів об'єктивного, малоінвазивного дослідження м'язів є електроміографія. На часі важливим дослідженням є розробка алгоритмів проведення, оцінки та інтерпритації даних електроміографії м'язів краніо-мандибулярної системи.

У монографії висвітлені питання виникнення та передачі біопотенціалів м'язу, клінічні особливості реєстрації електроміограми, індивідуальні особливості ЕМГ-активності м'язів краніо-мандибулярної системи в нормі і при функціональних порушеннях: дисфункції СНЩС, бруксизмі.

ЗМІСТ

Перелік умовних скорочень.....	3
Вступ.....	4
1. Фізіологія м'язів. Нервово-м'язова передача. Механізми виникнення та поширення біопотенціалу.....	7
2. Електроміографія як метод реєстрації та дослідження роботи м'язів.....	12
3. ЕМГ- активність жувальних м'язів	29
4. ЕМГ-активність м'язів краніо-мандибулярної системи.....	47
5. ЕМГ-характеристика жувальних м'язів і дисфункція СНЩС.....	52
6. Список використаної літератури.....	64

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

ЕМГ – електроміографія, електроміограма

ЗЩА – зубо-щелепні аномалії

ЗЩД – зубо-щелепна ділянка

ЗЩС – зубо-щелепна система

КМС – краніо-мандибулярна система

НМО – нейро-мязова одиниця

СНЩС – скронево-нижньощелепний суглоб

ПД – потенціал дії

ПС – потенціал спокою

РО – рухова одиниця

ЩЛД – щелепно-лицева ділянка

MD – m.masseter dextra (правий жувальний м'яз)

MS – m.masseter sinistra (лівий жувальний м'яз)

TD – m.temporalis dextra (правий скроневий м'яз)

TS – m.temporalis sinistra (лівий скроневий м'яз)

ВСТУП

Забезпечення високого рівня надання стоматологічної допомоги можливе лише за умов розуміння і об'єктивізації наявних взаємовідносин і обумовленості між всіма ланками організму людини. Тому при діагностиці та лікуванні пацієнтів великого значення набуває оцінка морфологічних та функціональних характеристик зубощелепної ділянки, зокрема, та всієї стоматогнатичної системи загалом.

Стоматогнатична система – це морфо-функціональний комплекс взаємодіючих тканин та органів порожнини рота і лицьової частини черепа, які утворюють функціональне ціле, що керується центральною нервовою системою (ЦНС). Морфологічно ця система є неоднорідною, проте через наявність взаємодіючих структур, складає єдиний комплекс. Скоординована робота всіх елементів системи забезпечує життєво-важливі функції: жування, ковтання, початкове перетравлення, формування звуків, дихання, прояви емоційного стану та забезпечення вербального зв'язку із соціумом. Зубощелепова ділянка як складова частина всієї стоматогнатичної системи людини, входить до постуральної системи цілісного організму, і відіграє у ньому важливу та значущу роль. Її головними структурними компонентами є краніо-мандибулярна (ТМЖ) та нейро-м'язова системи зубощелепної ділянки, а також оклюзія. Саме зубні ряди та їх співвідношення (оклюзія) забезпечують як статичний, так і динамічний контакт всіх компонентів. Скренево-нижньощелепний суглоб (СНЩС), м'язовий апарат (*m. temporalis*, *m. masseter*, *m. lateralis*, *medialis pterygoideus*) та зв'язки (*spheno-mandibularis*, *stylo-mandibularis*, *stylo-hyoideus*) складають краніо-мандибулярну систему, що поєднанується з шийним відділом. [28, 32, 34, 39]. Виконуючи важливі для життєдіяльності людини функції, вони можуть бути одним із індикаторів загально-соматичного здоров'я людини [17, 18, 40]. В зв'язку з цим, діагностика роботи м'язів є невід'ємною складовою у плануванні та

комплексі заходів реабілітації стоматологічних пацієнтів. Одним із методів об'єктивного, малоінвазивного дослідження м'язів є електроміографія (ЕМГ) – сучасний інструментальний високоінформативний метод функціональної діагностики м'язів, а саме реєстрації біопотенціалів м'язових волокон і активності їх рухових одиниць [3, 15, 20, 21, 26, 47, 51].

Література з функціональної діагностики в стоматологічній практиці присвячена здебільшого використанню електроміографії у вузькоспеціалізованих галузях стоматології: хірургічній, ортопедичній, терапевтичній стоматології, ортодонтії. У хірургічній стоматології проводять вивчення координації м'язів при травмах, зокрема, переломах щелеп, запальних захворюваннях щелепно-лицевої ділянки (флегмони, абсцеси, періостити, остеомієліти). Так, при переломах нижньої щелепи (особливо при переломах в ділянці кута) спостерігається зниження біоелектричної активності жувальних м'язів і поява тонічної активності скроневих м'язів, що може зберігатися впродовж довготривалого часу після закінчення лікування [16]. При запальних захворюваннях, зокрема локалізованих в субмасетеріальній, крилощелепній, підскроневій і крилопіднебінній ділянках, визначаються істотні зміни ЕМГ-активності жувальних м'язів, що проявляються значним зниженням показників активності на стороні ураження, що може бути викликано рефлекторним обмеженням скорочення м'язів і порушенням проведення нервових імпульсів, пов'язаних з набряком тканин. Також ЕМГ застосовують при ушкодженнях лицевого нерву для визначення його провідності, швидкості проведення збудження та ступеню парезу м'язів [24]. В ортопедичній стоматології за допомогою ЕМГ визначають роботу жувальних м'язів при дефектах зубного ряду, беззубих щелепах, втраті висоти прикусу і аналізують динаміку змін їх активності на етапах протезування та тотальної реабілітації ортопедичними конструкціями [1, 7, 8, 9, 11, 48]. ЕМГ є об'єктивним діагностичним критерієм оцінки адаптації до будь-яких ортопедичних конструкцій [11]. У терапевтичній

стоматології найбільш цінним застосуванням ЕМГ є порівняння ЕМГ-активності м'язів у пацієнтів із нормальним станом тканин пародонта та пародонтитом [13]. В ортодонтії дослідження м'язів та жувальних м'язів проводять при різних патологіях прикусу, незрощеннях щелепно-лицьової ділянки, контролі виконання міогімнастичних вправ [5, 6, 12, 17, 21, 23, 32, 38, 50].

Сучасний рівень наших знань щодо взаємозв'язків і взаємообумовленості всіх систем організму людини змінює і доповнює весь діагностичний і лікувальний процес в кожному конкретному випадку, віддаючи перевагу індивідуалізації і об'єктивізації всіх його етапів [17]. З цього приводу доцільно усвідомлювати важливість додаткових методів діагностики м'язів, а саме ЕМГ [13, 51]. Оцінка ЕМГ стану м'язів ЗЩД, як однієї із ланок кібернетичної системи організму людини, дозволить виявити їх розбалансування та адаптацію до структурних змін на різних рівнях: оклюзії, СНЩС, хребта. Актуальним на сьогодні залишається розробки критерії індивідуальної оцінки і характеристики параметрів ЕМГ.

1. ФІЗІОЛОГІЯ М'ЯЗІВ. НЕРВОВО-М'ЯЗОВА ПЕРЕДАЧА. МЕХАНІЗМИ ВИНИКНЕННЯ ТА ПОШИРЕННЯ БІОПОТЕНЦІАЛУ.

Переважно м'язи, задіяні у функціонуванні стоматогнатичної системи, відносять до групи скелетних м'язів. Вони мають свої характерні особливості будови та функціонування. М'язи складаються з окремих волокон, які утворюються нитками, що містять у своєму складі білки – актин та міозин. У стані спокою довші актинові нитки входять у проміжки між товщими і коротшими міозиновими нитками. Між собою нитки сполучені містками, які розташовані у кілька рядів. М'язові волокна інервуються аксонами мотонейронів спинного або довгастого мозку. Один нейрон та група м'язових волокон, яка ним знервуюється, складають рухову (РО) або нейромоторну одиницю (НМО) [13]. Тобто нейромоторна одиниця є функціональною одиницею рефлекторної або довільної активності м'язу (Рис. 1).

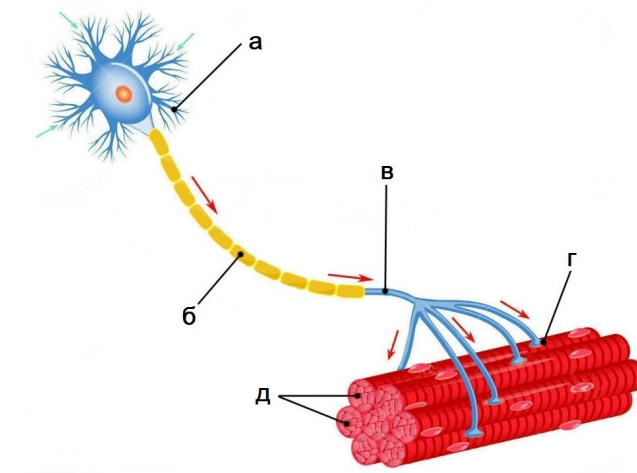


Рис. 1. Схема рухової (нейромоторної) одиниці.

а – мотонейрон; б – нервово-м'язове волокно; в – аксон (передача сигналу);
г – нервово-м'язові синапси; д – м'язові волокна.

М'язові волокна, що входять до однієї рухової одиниці збуджуються і скорочуються одночасно зі збудженням мотонейрона. Кількість м'язових волокон, що інервуються одним мотонейроном і входять до однієї РО

неоднакове для кожного м'язу, тобто кожен нейрон іннервує визначену кількість м'язових волокон. Так, у власне жувальному м'язі на один мотонейрон припадає 100 м'язових волокон, скроневому – 200, в м'язових рухові одиниці менші, тому вони включають близько 20 м'язових волокон. В невеликих м'язових рухових одиницях це співвідношення ще менше, що забезпечує високий рівень диференціації м'язових скорочень, а це, в свою чергу, – широке різноманіття м'язових обличчя.

Збудження м'язової тканини представляє собою складний специфічний процес, який забезпечується потоком імпульсів, що виникають в різних відділах нервової системи і по руховим нервам розповсюджуються по м'язових рухових одиницях. Скорочення м'язової тканини характеризується низкою фізико-хімічних і ферментативних реакцій, підсиленням обмінних процесів, підвищенням теплопродукції, зміною електричного потенціалу в збудженій ділянці м'язу. З точки зору електроміографії, практичний інтерес представляє зміна електричного потенціалу м'язового волокна [3, 12, 13].

Для кращого розуміння фізичних основ виникнення електричних потенціалів вирішальну роль відіграють зміна іонної проникності клітинних мембран. Так, усі живі клітини і нервові волокна в організмі на внутрішній та зовнішній поверхнях мають різний заряд. У стані спокою зовні мембрана має позитивний заряд, на внутрішній поверхні – негативний. Це обумовлено різницею концентрації іонів калію та натрію в клітині та міжклітинній рідині. Тобто мембрана поляризована. Різниця цих потенціалів називається мембранним *потенціалом спокою (ПС)*. Він неоднаковий у різних клітин: так, для нервової клітини він складає 60-80 мкВ, для м'язових волокон – 80-90 мкВ.

Потенціал дії (ПД) – це короткочасні високо амплітудні зміни мембранного потенціалу спокою, які виникають при збудженні рухової одиниці. Механізм утворення потенціалу дії наступний: під дією подразника (нервового імпульса) різко підвищується проникність мембрани м'язової

клітини для іонів натрію (близько в 20-ти раз більше, ніж для іонів калію). В результаті значної різниці концентрації іонів калію і натрію в цю фазу мембрана м'язової клітини стає зарядженою негативно (стадія деполяризації). Друга фаза (фаза реполяризації) обумовлена інактивацією натрій-калієвого насоса. З клітини в міжклітинний простір надходять іони калію і заряд мембрани клітини повертається. Під дією наступних нервових імпульсів цикл фаз де- і реполяризації повторюється [13]. Таким чином, різниця концентрації іонів натрію і калію в м'язовій клітині обумовлює виникнення потенціалів спокою та дії, які і є об'єктом для графічного запису за допомогою електродів та приборів-реєстраторів (рис. 2).

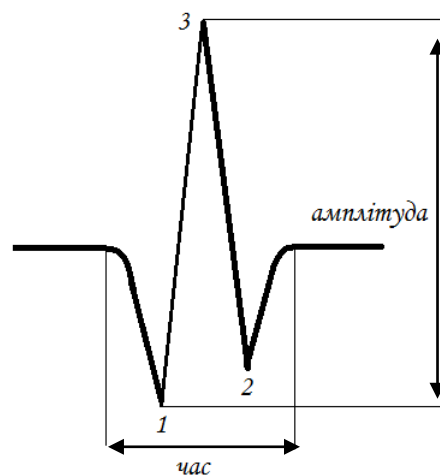


Рис. 2. Графічне зображення потенціалу рухової (нейром'язової) одиниці та принципу вимірювання: 1, 2, 3 – фази потенціалу; амплітуда від піку до піку – 900мкВ; тривалість (час) – 15 мс.

Амплітуда потенціалу дії визначається кількістю м'язових волокон, потенціали яких сумуються при активації. Час потенціалу дії також залежить від швидкості наростання крутизни кривої (процеси поляризації та деполяризації), що, в свою чергу, залежить від кількості фаз та відстані між електродом та руховою одиницею. Велике значення для реєстрації амплітуди

має відстань від активних рухових одиниць до електроду. При зміщенні електроду на 0,5 мм, максимальна амплітуда може зменшитися до 90%.

Тривалість або час потенціалу дії рухової одиниці визначається на ЕМГ як час від початку відхилення прямої (нульової лінії) і кінцеве повернення до неї. Кількість фаз у потенціалі рухової одиниці залежить від особливостей будови самої рухової одиниці, відстані електроду від зони інервації, температури шкіри та типу електродів, які використовуються для реєстрації. Площа потенціалу дії є похідною від амплітуди та часу потенціалу, відображає їх співвідношення.

В стані спокою м'яз не генерує потенціал дії, тому ЕМГ розслабленого м'язу має вигляд ізоелектричної (прямої) лінії. Цю фазу називають фазою спокою. Вона змінюється фазою активності, яка відображає збудження рухової одиниці, що реєструється електродом як сума потенціалів дії окремих м'язових волокон. Потенціал дії окремої рухової одиниці має зазвичай вигляд 2-3-х фазного коливання з амплітудою 100-3000мкВ і тривалістю 2-20мс. Для потенціалу рухових одиниць мимічних та жувальних м'язів найбільш характерними є 2-х або 3-х фазні спайки.

До електроду надходить результат електричного потенціалу, що є підсумком алгебраїчної суми потенціалів м'язових волокон, розташованих у різних ділянках м'язу. Збільшення сили скорочення м'язу виникає в результаті збільшення кількості працюючих рухових одиниць і частоти їх розрядів.

На електроміограмі цей процес відображається як збільшення частоти і амплітуди коливань, в результаті часової та просторової сумації потенціалів дії рухових одиниць (рис. 3).

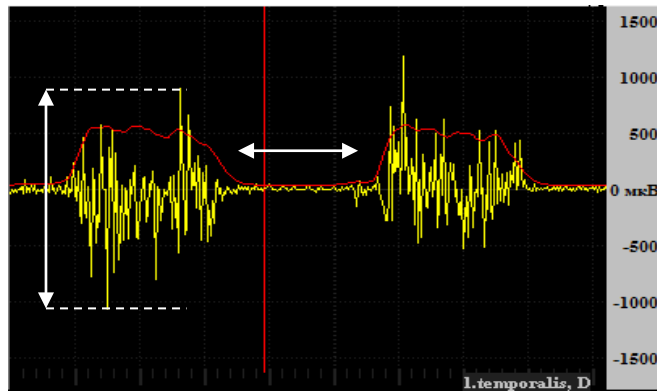


Рис. 3 Фрагмент електроміограми з реєстрацією біоелектричної активності правого скроневого м'язу під час стиснення зубів: 1 – амплітуда потенціалу дії (ПД); 2 – потенціал спокою (ПС).

Отже, за допомогою електроміографії реєструють зміну різниці потенціалів всередині або на поверхні м'язу, що виникають в результаті поширеності імпульсу по м'язовим волокнам. Зареєстровані зміни різниці потенціалів м'язів називають біоелектричною активністю м'язів (або ЕМГ-активністю), а реєстрацію цих змін – електроміограмою. Тобто електроміографія – це результат спільної роботи м'язу як джерела біопотенціалів і апаратури, яка їх реєструє.

2. ЕЛЕКТРОМІОГРАФІЯ ЯК МЕТОД РЕЄСТРАЦІЇ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ М'ЯЗІВ

У стоматології вирізняють 3 основних види ЕМГ, що, перш за все, залежить від характеру реєстрації потенціалу дії та вибраних електродів:

- 1) інтерференційна (поверхнева, сумарна, глобальна) – реєстрація активності великої кількості рухових одиниць ділянки м'язу, локалізованої поблизу електрода, сумовану у часі та просторі. Реєстрація, як правило, виконується за допомогою нашкірних електродів. ЕМГ відображає ступінь моторної інервації, опосередковано свідчить про інтенсивність скорочення окремого м'язу і дає точне уявлення про часову характеристику даних процесів;
- 2) локальна – реєстрація активності окремих рухових одиниць за допомогою голкових електродів;
- 3) стимуляційна – реєстрація електричної відповіді м'язу на стимуляцію нерву, що іннервує даний м'яз.

Для проведення електроміографії найчастіше застосовують 4-х канальні електроміографи, які складаються з 4-х канального підсилювача біопотенціалів м'язової активності, цифрового блоку та блоку управління електростимулятором, виконаних в одному корпусі. Такі прилади мають широку частотну характеристику (від 0,5 Гц до 15кГц), частоту дискретизації по кожному із каналів до 40кГц, низький рівень шумів, який не перевищує 6 мкВ, стійкість проти наведення сигналу, діапазон амплітуд вимірюваних сигналів 0,1 мкВ-200 мВ. Живлення міографа здійснюється через інтерфейс USB комп'ютера чи ноутбука або через вбудований акумулятор. Підключення програмного забезпечення електроміографа під керуванням операційної системи не нижче Windows 7 виконується через інтерфейс USB або мережу Wi-Fi. Результати проведеного дослідження на кожному

конкретному апаратові відображаються у вигляді протоколу, який може зберігатися в електронному вигляді або бути роздрукований та вкладений до медичної картки пацієнта. На рисунку 4 представлений загальний вигляд типового сучасного 4-канального електроміографа “Synapsis” фірми “Neurotech” (Росія).



Рис. 4 Загальний вигляд електроміографа Synapsis, виробник Neurotech.

Для реєстрації біоелектричної активності м'язів використовуються одно- або біполярні електроди, які з'єднуються з електроміографом 4-ма окремими дротами з окремими входами або 1 спільним входом. Також існують моделі бездротових електроміографів, тоді передача сигналу від електродів до самого приладу відбуваються за допомогою Bluetooth. Площа контакту біполярних електродів зі шкірою більша, тому, вважається, що реєстрація біопотенціалів саме за допомогою цього виду електродів більш точна. Також існують певні вимоги до накладання біполярних електродів. Так, відстань між двома електродами повинна бути завжди постійною (від 10 до 20мм), в середньому, 15 мм. Тому для жувальних м'язів може бути використана спеціальна рамка з вирізами для електродів та незмінною відстанню. Для реєстрації біопотенціалів мимічних м'язів, біполярні електроди склеюють між собою на визначеній відстані. Перед накладанням

електродів шкіру обличчя оброблюють та знежирюють 70% розчином спирту етилового, що зменшує міжелектродний опір.

При виконанні ЕМГ дослідження пацієнту необхідно забезпечити спокійну атмосферу без подразнюючих факторів, які можуть впливати на результати дослідження, зручне положення тіла. Найкращим положенням для реєстрації біопотенціалів м'язів стоматогнатичної системи є положення пацієнта сидячи, причому ноги повинні стояти на жорсткій опорі (підлозі) всією поверхнею стопи, руки спокійно лежати на стегнах. Руки та ноги не повинні бути схрещені між собою. Також важливим є позиція голови під час проведення міографії – голову пацієнт тримає рівно, не опираючись на підголовник, не запрокидуючи дозаду, не нахиляючи вперед. Природного положення голови можливо досягти, якщо попросити пацієнта дивитися прямо перед собою [45, 47].

Перед проведенням дослідження необхідно пояснити пацієнту мету ЕМГ, розказати про порядок проведення процедури, попередити про відсутність больових відчуттів. Розуміння та позитивне ставлення пацієнта до дослідження забезпечить його правильне виконання та взаємодію з лікарем.

Важливо перед початком роботи з електроміографом і записом біопотенціалів м'язів забезпечити усунення всіх факторів, які можуть провокувати спотворення отриманих результатів за рахунок високої чутливості апарату. Перш за все, необхідно виключити наводки від електричної мережі. Цього можливо досягти за умови підключення комп'ютера чи ноутбука тільки через мережевий фільтр; заземлення досліджуваного – для цього використовують додатковий електрод на зап'ястя пацієнта. Також ми рекомендуємо накладати даний електрод на визначене місце у всіх пацієнтів: на внутрішню поверхню зап'ястка правої руки. Підвищують точність показників, що реєструються, використання гелів з низьким опором, обробка шкіри спиртом, накладання

електродів на ділянки шкіри без волосяного покрову (що здебільшого стосується чоловіків: допускаються до проведення дослідження чоловіки без бороди). Для отримання якісної електроміограми (без наявності артефактів) кріплення повинно бути надійним та міцним, забезпечуючи щільний контакт зі шкірою досліджуваної ділянки.

Електроди можуть виготовляються з різних металів: сталі, срібла, олова чи латуні і бути різноманітними за формою: у вигляді пластинок прямокутної, овальної або круглої (найчастіше) форми площею від 1 до 50 мм². Стартовий набір електродів входить у комплект міографа. Для реєстрації біопотенціалу з кожного м'язу використовується 2 стандартних електроди, або одноразовий електрод (з нанесеним електропровідним гелем та фіксуючою стрічкою по колу), який приєднується до спеціального перехідника (адаптера) для підключення до електроміографа (рис. 5, 6).



Рис. 5 Адаптер одноразового електроду для реєстрації м'язової біоелектричної активності.



Рис. 6 Нашкірні біполярні відвідні електроди для реєстрації м'язової біоелектричної активності.

Також великого значення набувають місця розташування електродів. Електроди повинні накладатися на ділянку шкіри у проекції моторних точок м'язу (рис. 7). Ці точки визначаються пальпаторно у ділянці з найвищою біоелектричною активністю, тобто найбільшого напруження м'язів при стисканні зубів. Так, за допомогою поверхневої електроміографії можливо зареєструвати біопотенціали жувальних (власне жувального, скроневого), мимічних (колового м'язу рота, підборідного), надпід'язикових м'язів та м'язів шиї (грудино-ключично-сосцеподібного).

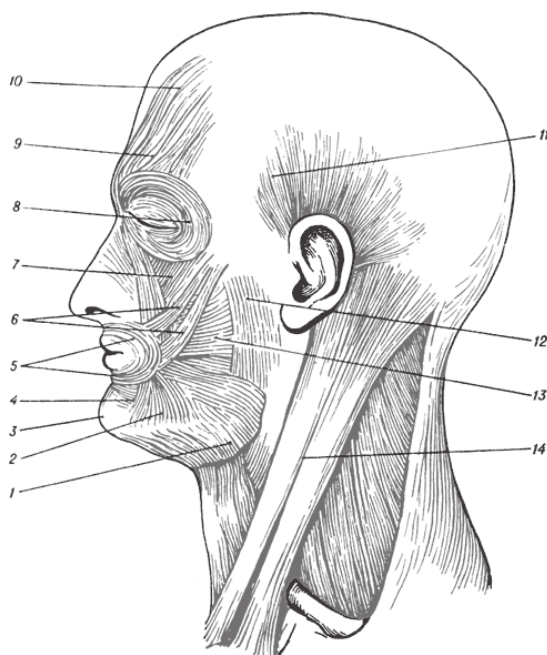


Рис. 7 Схема розміщення моторних точок м'язів обличчя та шиї (по Altenburger, 1937): 1 – широка підшкірний м'яз; 2 – м'яз, що опускає кут рота; 3 – підборідний м'яз; 4- м'яз, що опускає нижню губу; 5 – коловий м'яз рота; 6 – виличні м'язи; 7 – м'яз, що підіймає верхню губу; 8 – коловий м'яз ока; 9 – м'яз, що зморщує брову; 10 – лобний м'яз; 11 – скроневий м'яз; 12 – жувальний м'яз; 13 – м'яз сміху; 14 – грудино-ключично-сосцевидний м'яз.

Для накладання електродів на жувальні м'язи просимо пацієнта зімкнути зуби та накладаємо електрод на найбільш активну точку м'язу. Моторні точки лицьової мускулатури зазвичай співпадають з місцем найбільшої випуклості м'язу при максимальній напрузі. Для визначення місця накладання електроду на поверхневі волокна жувального м'язу (*m. masseter*), пальпацію проводимо у ділянці 3 см вище і попереду кута нижньої щелепи паралельно у нижній третині уявної лінії, яка з'єднує кут нижньої щелепи та зовнішній кут ока тієї ж сторони обличчя. Для передньої частини скроневого м'язу (*m. Temporalis frontal part*) – пальпацію проводимо вздовж переднього краю м'язу паралельно лобно-скроневому шву (рис. 8).

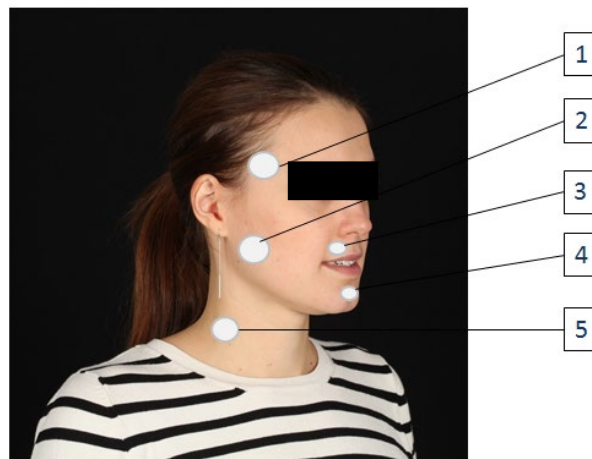


Рис. 8 Схематичне зображення місць фіксації нашкірних електродів при реєстрації біопотенціалів 1) скроневого м'язу, 2 – жувального м'язу, 3 – колового м'язу рота, 4 – підборідного м'язу, 5 – грудино-ключично-сосцеподібного м'язу.

Для накладання електродів у ділянці мимічних м'язів, а саме колового м'язу рота (*m. orbicularis oris*) рекомендуємо орієнтуватися на анатомічні утворення, що дасть змогу уникнути похибки при реєстрації показників, пов'язаної з відстанню до рухової одиниці м'язу. Це є важливим при порівнянні ЕМГ-активності у однієї ж тієї людини через певний проміжок часу. Так, на коловий м'яз рота електрод накладаємо на шкірну частину

верхньої губи в проекції зовнішньої частини крила носу, при використанні біполярних електродів, електроди можуть бути накладені в цих точках по обидві сторони: зліва та справа від фільтруму. Фіксація електродів на підборідньому м'язі (*m. mentalis*) здійснюється у проекції шкірної точки P_g (погоніон, яка визначається як найбільш попереду розташована точка підборіддя на серединній лінії обличчя).

Грудино-ключично-сосцеподібний м'яз (*m. sterno-cleido-mastoideus*) пальпуємо посередині між сосцеподібним виростком та внутрішнім краєм ключиці при повороті голови в сторону, протилежній тій, де проводиться фіксація нашкірних електродів.

До м'язів шиї також належать групи надпід'язикових та підпід'язикових м'язів. Надпід'язикові м'язи лежать вище під'язикової кістки, але нижче нижньої щелепи і приймають участь у ковтанні та жуванні за рахунок функції опускання нижньої щелепи. До цієї групи м'язів належать 4 м'язи: двочеревцевий (*m. digastricus*), шило-під'язиковий (*m. stylohyoideus*), щелепно-під'язиковий (*m. mylohyoideus*) та підборідно-під'язиковий (*m. geniohyoideus*). Пацієнта просять запрокинути голову назад та фіксують електроди нижче кістки нижньої щелепи по лінії для реєстрації ЕМГ-активності щелепно-під'язикового та підборідно-під'язикового м'язів, зліва й справа – для двочеревцевого м'язу. Проте дана методика є недосконалою, особливо при проведенні її у дітей, оскільки площа самих м'язів є досить маленькою та зареєструвати різницю біопотенціалів рухових одиниць виключно для вибраного м'язу є досить складно.

До групи підпід'язикових м'язів належать грудино-під'язиковий (*m. sternohyoideus*), щито-під'язиковий (*m. thyrohyoideus*), грудино-щитоподібний (*m. sternothyroideus*), лопатко-під'язиковий (*m. omohyoideus*) та м'яз, що підіймає щитоподібну залозу (*m. levator glandulae thyroidea*). Їх основною функцією є утримання під'язикової кістки, що дає можливість додаткової функції, а саме опускання нижньої щелепи. Тому, як правило,

реєстрацію біоелектричної активності даних м'язів, через їх анатомічні особливості розміщення та опосередковану функцію для рухів нижньої щелепи, не проводять.

Оскільки параметри ЕМГ залежать від методичних умов, тобто міжелектродної відстані, якості прилягання електроду до шкіри, їх розташуванню і міжелектродному простору, тому при проведенні повторних досліджень важливою умовою є накладання електродів на ті ж точки, координати яких відмічають на схемі обличчя за допомогою прозорої плівки, яку зберігають у медичній картці пацієнта або чітко по анатомічним орієнтирам.

У науковій літературі зустрічаються дані про порівняння показників ЕМГ-активності жувальних м'язів (власне жувального та скроневого) в осіб залежності від позиції тіла та голови [28-31, 49]. Так, встановлено, що ЕМГ-активність була вищою при положенні пацієнта з максимально розташованою головою вперед (витагнутою шиєю), при чому спина обстежуваного у всіх позиціях тіла дотикалася до спинки стільця, у порівнянні з природньою позицією голови (визначалася за паралельністю площини підлоги та франкфуртської горизонталі). На думку авторів, такі зміни у біоелектричній активності м'язів можуть пояснюватися зміною співвідношенні компонентів суглобу, тоді як голівка займає більш дистальне положення у суглобовій ямці [30, 49]. Проте, різниці у показниках між положенням з природньою позицією голови та найбільш вертикальною позицією не було знайдено [31]. Різниці показників ЕМГ-активності передньої частини скроневого м'язів не встановлено. Тому у своїх дослідженнях ми використовуємо вертикальну позицію тіла, що є комфортною для пацієнта.

У випадку, якщо електроміографи мають чотири відведення, це означає можливість реєстрації імпульсів тільки чотирьох м'язів одночасно. За необхідності, спочатку виконують реєстрацію біоелектричної активності

жувальних м'язів, потім електроди перефіксують і реєструють активність м'язів та м'язів шиї у тих самих функціональних пробах. При цьому чітко слідкують за збігом номерів відведення, вказаних на вікні запису електроміограми у комп'ютерній програмі та електродах.

Для визначення роботи м'язів ЩЛД, діагностики порушень у їх роботі застосовують різноманітні функціональні проби:

- максимальне напруження м'язу: для жувальних м'язів досягається за рахунок стискання зубів з максимальною силою; або стиснення площадок пластин боковою групою зубів;
- фізіологічного спокою;
- жувальне навантаження – стиснення пацієнтом площадок-пластин гнатодинамометра протягом визначеного часу, як приклад, 1 хв. Максимальне зусилля, вироблене при надавлюванні на накусочні площадки, що і є силою максимального стиснення, вимірюють у кг по шкалі гнатодинамометра і одночасно реєструють ЕМГ;
- рухи нижньої щелепи – запис ЕМГ здійснюється під час рухів нижньої щелепи вперед і повернення назад (проба протрузія), зміщення нижньої щелепи в ліву (медіотрузія вліво), праву (медіотрузія вправо) сторони, відкривання та закривання рота;
- природне жування – це проби на жування стандартної кількості хліба, лісного горіха (800 мг), жувальної гумки;
- ковтання слини («сухе» ковтання), води, вимова окремих звуків, як правило, губних («у», «о», «і») або язикових («д», «т», «н», «р», «л»).

Проба максимального двостороннього стиснення зубів наразі є оптимальним діагностичним критерієм при виконанні електроміографії, використовується у переважній більшості протоколів обстеження та рекомендована великою кількістю практичних лікарів і науковців [27, 50]. Тому реєстрація біоелектричної активності м'язів у такий спосіб є

стандартизацією електроміографії. Також необхідно зазначити, що у літературі зустрічаються деякі варіації виконання даної проби. Найчастіше протягом реєстрації біоелектричної активності м'язів пацієнт міцно стискає зуби у звичній оклюзії (динамічне стиснення: чергування періодів спокою та напруження протягом часу запису, або постійне стискання зубів) [2, 43, 45, 47]. У деяких дослідженнях зазначено, що між жувальними зубами пацієнту прокладають ватні валики, які він стискає, розвиваючи максимальне напруження у м'язах [42]. Для деяких сучасних електроміографів (Easymo, виробник 3 Technology S.r.l., Італія, Telemo 2400GT, виробник Telemetry EMG system, США) в протокол дослідження введена обов'язкова початкова проба стискання зубів з прокладеними між ними стандартними валиками протягом 5 або 10 секунд, яка є виключає фактор впливу оклюзії на запис показників м'язової активності. Наступною пробою є стиснення зубів у звичній оклюзії пацієнта. Всі показники при стисненні зубів розраховуються, як частка від значень ЕМГ-активності м'язів у першій пробі, тобто стиснення зубів на валиках (це означає, що проба є референтною). Проте наявність ватних, навіть стандартних за розмірами, валиків між зубами є фактором похибки дослідження, тому, як правило, максимальне стиснення зубів пацієнт виконує у звичній оклюзії, що надає інформацію про вплив оклюзійних контактів та співвідношення елементів СНЩС на стан м'язової активності. Існують результати досліджень, проте на думку деяких науковців [30], їх кількості недостатньо, в яких вивчалось взаємовідношення прикусу та ЕМГ-активності жувальних м'язів. Так, у літературі немає однозначної думки щодо кореляційних взаємозв'язків між зубним, скелетним класом аномалії прикусу та роботою жувальних м'язів [4, 22, 27, 35, 36, 38]. Встановлено превалювання показників ЕМГ-активності скроневих м'язів та збільшення їх асиметричної роботи [4, 19, 27], власне жувальних м'язів [23] у пацієнтів із дистальним прикусом та зміненим вертикальним співвідношенням щелеп (глибокий, відкритий прикус) [27]. Також у пацієнтів

із перехресним прикусом визначалося погіршення значень індексу симетрії власне жувального м'язів з лівої та правої сторін [12], проте представлені дані потребують подальшого аналізу та вивчення з урахуванням сторони з нормальним та порушеним трансверзальним співвідношенням зубних рядів. В той же час, деякими науковцями встановлений чіткий взаємозв'язок між типом обличчя та активністю жувальних м'язів: у людей з широким обличчям максимальна та середня амплітуда біопотенціалів є вищою, у доліхоцефалів, навпаки, нижчою [37, 50]. Автори роблять висновок про вплив правильних оклюзійних контактів на стан симетрії м'язової активності всієї стоматогнатичної системи. Статистично достовірного взаємозв'язку між статтю обстежених пацієнтів та біоелектричною активністю жувальних м'язів у наукових роботах не встановлено [50], що підтверджується і результатами нашого дослідження. Також визначено, що у людей, незалежно від їхньої статі, які займаються професійно спортом, показники активності власне жувальних м'язів при максимальному стисканні зубів є достовірно вищими за такі ж значення у людей-неспортсменів.

Сучасні міографи працюють з програмним забезпеченням персонального комп'ютера, тому приєднуються до нього і живляться через USB-кабель, або за допомогою Bluetooth з'єднання і містять акумулятор. В будь-якому випадку рекомендації щодо підключення персонального комп'ютера до електричної сітки через мережевий фільтр. При використанні міографі Synapsis фірми Neurotech перед початком роботи необхідно вибрати чутливість приладу для реєстрації м'язової активності (зазвичай, 100-500 мкВ/с).

Після реєстрації електроміограми, важливо провести інтерпретацію та оцінку отриманих даних. При аналізі поверхневої електроміограми визначають наступні параметри:

- 1) амплітуду, тривалість та час біоелектричної активності протягом функціональних проб;

- 2) співвідношення активності симетричних м'язів;
- 3) розподіл активності (або пропорційна частка роботи) м'язів при виконанні певної функціональної проби.

Якісний аналіз ЕМГ полягає в описі характеру електроміографічної кривої: характер наростання та спад біоелектричної активності м'язу (різкий, поступовий), кількість фаз активності, наявність додаткових сплесків (інтерференцій) під час фази спокою чи дії.

Кількісно при аналізі ЕМГ описують тривалість фаз активності та спокою, часові інтервали між початком фази активності у різних м'язах, зокрема в пробах жування та ковтання.

Ще одним параметром, що характеризує м'язову роботу на електроміограмі є насиченість, тобто частота реєстрації коливань. В нормі (при відсутності порушень функціонування нейро-м'язового апарату) частота коливань ЕМГ при інтенсивних скороченнях доволі висока, близько 100 коливань за секунду (кол/с) і майже не зв'язана з силою скорочення м'язу. В такому випадку електроміограма виглядає насиченою (рис. 9, а) і частоту не аналізують. При слабких скороченнях м'язу ЕМГ має вигляд ненасиченої (рис. 9, б), у ній розрізняють окремі коливання і підраховують їх частоту. Такий вигляд кривої пов'язаний зі збудженням невеликої кількості рухових одиниць (наприклад, при парезах лицьового нерву і ураженні мотонейронів). В таких випадках частоту коливань підраховують за кількістю вершин, що звернені в одну сторону (наприклад, угору) за вибраний проміжок часу.

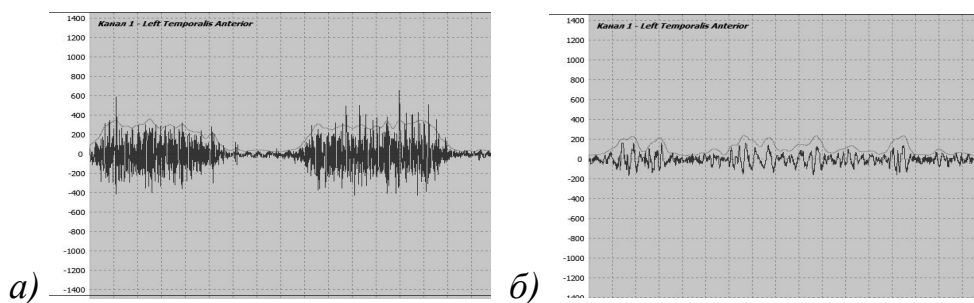


Рис. 9 Фрагменти запису ЕМГ лівого скроневого м'язу пацієнтки М., 33 роки при стисканні зубів: а) насичена електроміограма; б) ненасичена електроміограма з низькою частотою коливань.

Силу скорочення та інтенсивність процесу збудження м'язу найкраще характеризують такі параметри електроміограми як амплітуда та частота. Амплітуда активності, зареєстрована на електроміограмі, прямо пропорційна силі скорочення м'язу. Проте, необхідно відмітити, що це твердження є справедливим тільки для конкретного м'язу певної людини при незмінних умовах виконання електроміографії. Амплітуди скорочення м'язів однойменних м'язів у різних людей в схожих умовах реєстрації при максимальному напруженні м'язів та в інших функціональних пробах можуть значно відрізнятись. Значення амплітуди залежить, перш за все, від фізіологічних причин (індивідуальній варіації кількості рухових одиниць у м'язі, кількісного складу самої рухової одиниці) і анатомічних особливостей (глибини залягання м'язу, його просторового розміщення, товщини шкіри, через яку реєструють біопотенціали) [3, 13, 30, 51]. Саме тому у здорових людей діапазон максимальної та середньої амплітуди біопотенціалів сильно відрізняються. Наприклад, при максимальному стисненні зубів жувальні м'язи можуть розвивати максимальну амплітуду біопотенціалу від 500 до 1200 мкВ (у дорослих).

Щодо біоелектричної активності м'язів у спокої в положенні сидячи думки науковців неоднозначні. Деякі науковці стверджують про відсутність ЕМГ-активності м'язів у фізіологічному спокої, що на електроміограмі відображено у вигляді прямої лінії [26, 48]. Проте, більшість дослідників вважає, що активність жувальних м'язів в спокої є мінімальною – до 10 мкВ, і може пояснюватися певним навантаженням під дією ваги нижньої щелепи або навіть чутливістю самого прибору до зовнішніх подразників. Це пояснює той факт, що абсолютно пряму лінію активності м'язу в стані спокою на електроміограмі отримати вкрай важко. У літературі є поодинокі висновки про наявність у стані фізіологічного спокою активності тільки скроневих м'язів, з огляду на те, що саме вони відіграють основну роль у забезпеченні

позиції «відпочинку» нижньої щелепи [41]. Поява сплесків біоелектричної активності в спокої є ознакою патології у функціонуванні стоматогнатичної системи.

В зв'язку з вище викладеним, при аналізі електроміографії орієнтуються не тільки на кількісні значення амплітуди, а велику увагу приділяють оцінці асиметрії активності однойменних м'язів. В нормі симетричні (однойменні) м'язи отримують однакову іннервацію, тому повинні мати майже однакову амплітуду, що, звісно, залежить від робочої сторони жування людини. Асиметрія біоелектричної активності жувальних м'язів може спостерігатися при запальних захворюваннях щелепно-лицевої ділянки, травмах, дисфункції СНЩС, аномаліях прикусу, дефектах зубного ряду, адентіях.

З огляду на це, актуальним є розрахунок пропорцій (індексів) співвідношення одних показників до інших, що забезпечує більш просту та зрозумілу оцінку м'язової роботи для кожного конкретного пацієнта. Так, відомий спосіб обробки даних електроміографічного дослідження жувальних м'язів, що ґрунтується на визначенні індексів, запропонованих Naieje (1989) та проаналізованих Ferrario (1993) [26, 48]. Це спосіб, який включає оцінку сумарної м'язової роботи скроневих та власне жувальних м'язів та їх взаємне співвідношення (Ferrario V. F., 1993) за наступними формулами:

$$AS_{MM} = (MM_R - MM_L) / (MM_R + MM_L) \%$$

$$AS_{TA} = (TA_R - TA_L) / (TA_R + TA_L) \%,$$

де MM_R – середня амплітуда потенціалу правого власне жувального м'язу;

MM_L – середня амплітуда потенціалу лівого власне жувального м'язу;

TA_R – середня амплітуда потенціалу передньої частини скроневого м'язу справа;

TA_L – середня амплітуда потенціалу передньої частини скроневого м'язу зліва;

AS_{MM} – індекс симетрії власне жувальних м'язів;

AS_{TA} – індекс симетрії скроневих м'язів.

Значення даних індексів може коливатися від (– 100%) до 100%: індекс від (– 100%) до 0 означають превалювання ЕМГ-активності м'язу лівої сторони, позитивні значення – індекс від 0 до 100 % – правої сторони.

Також відомий асиметрії сумарної м'язової роботи (AS_{tot}), що вказує на підвищення сумарної активності скроневих або жувальних м'язів.

$$AS_{tot} = (MM_R + TA_R - MM_L - TA_L) / (MM_R + TA_R + MM_L + TA_L) \times 100\%$$

Отримані значення даного показника також можуть коливатися у межах від (– 100%) до 100%. Позитивне значення даного індексу означає превалювання активності жувального м'язу, негативне – скроневого. З огляду на вектор дії м'язів, може утворюватися пара сили з латеральним компонентом дії на нижню щелепу. Тобто, вектор дії передньої групи скроневого м'язу скерований назад і вгору, тоді як вектор для жувального м'язу – вгору і вперед, тому при превалюванні сумарної активності скроневих чи жувальних м'язів, це може чинити негативний вплив і відхиляти нижню щелепу в сторону. Так, у літературі є дані, що вказують на наявність оклюзійних проблем в ділянці фронтальних зубів при підвищеній активності скроневих м'язів у пробах на рівномірну активність скроневих і жувальних м'язів (проба стискання зубів), та у ділянці бокової групи зубів – при збільшеній активності жувальних м'язів [22, 26, 27], що схематично показано на рис. 10.

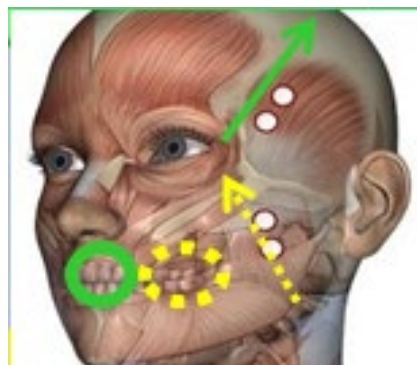


Рис. 10 Схематичне зображення векторів дії передньої частини скроневого м'язу і поверхневої частини жувального м'язу та їх взаємозв'язок з функціонуванням передньої та бокової груп зубів.

Наразі по завершенню виконання електроміографії комп'ютерне забезпечення сучасних апаратів має можливість представити протокол дослідження, в якому вказані основні показники біоелектричної активності досліджуваних м'язів: максимальна амплітуда, середня амплітуда, площа рухових одиниць, що генерують потенціал дії та індекси співвідношення активності роботи м'язів між собою, розраховані на основі даних показників. Приклад протоколу, одержаного у пробі бруксизм (максимальне двостороннє стиснення зубів) на апараті Synapsis фірми Neurotech представлено на рис.11.

Нейротех								
Кафедра ортодонції Навроцького, 7								
Фамилия, Имя, Отчество: <u>Іванова Наталя Іванівна</u> Диагноз на направления: <u>аномалійний нейтральний прикус. Скупченість зубів н/щ II-ступеня.</u> Возраст: <u>17</u> Пол: <u>Ж</u>								
Поверхностная ЭМГ								
14.05.2015 Методика: <u>НАПРЯЖЕНИЕ</u> Проба: <u>Н Бруксизм</u>								
Номер-канала	1.temporalis, D	2.masseter, D	3.temporalis, S	4.masseter, S	Td/Md	Ts/Ms	Td/Ts	Md/Ms
Макс. ампл. (мкВ)	1073	1229	1120	1736	92	76	52	43
Ср. ампл. (мкВ)	175	297	207	447	96	78	69	56
Площадь (мкВ*мс)	382,48	402,85	479,12	535,53	96	73	71	54
ИСВМ, %				104	L -> R			
ИСЖМ, %				118	L -> R			
ТОРС, %				8	TdMs -> TsMd			
ИССО, %				28	M -> T			
Суммарный потенциал, мВ				1,58				

Рис. 11 Приклад протоколу реєстрації електроміографії пацієнтки Н., 17 років. Несиметрична робота жувальних м'язів. ІСЖМ (індекс симетрії жувальних м'язів) = 118% (при нормі 100%±10), за рахунок підвищеної максимальної амплітуди правого жувального м'язу.

Деякі протоколи електроміограм побудовані на графічному зображенні визначених індексів без представлення в цифровому значенні показників ЕМГ-активності м'язів. Це, в свою чергу, забезпечує візуальне сприйняття результатів дослідження пацієнтом та спрощує процес комунікації у ланці лікар-пацієнт на етапі діагностики та в динаміці спостереження.

3. БІОЕЛЕКТРИЧНА АКТИВНІСТЬ ЖУВАЛЬНИХ М'ЯЗІВ

Для вивчення нормальних значень показників біоелектричної активності жувальних м'язів нами було проведено клінічне обстеження та електроміографію жувальних м'язів 30 особам, серед яких жінок було 13 (43,3%), чоловіків – 17 (56,7%). Середній вік обстежених склав $23,4 \pm 2,1$ роки. Клінічне обстеження всіх пацієнтів проведено згідно стандартного алгоритму обстеження ортодонтичного пацієнта (згідно з формою ортодонтичної картки № 043-1/о, затвердженої наказом МОЗ України від 29.05.2013). Всі обстежені були без хронічної соматичної патології, ортодонтичного лікування в анамнезі, морфологічних, функціональних та естетичних порушень зубо-щелепної ділянки. Поверхневу електроміографію виконували за стандартним алгоритмом з дотриманням рекомендацій на апараті. Біоелектричну активність поверхневої частини власне жувального та передньої частини скроневого м'язу реєстрували у пробах напруження:

- 1) стискання зубів з лівої сторони;
- 2) стискання зубів з правої сторони;
- 3) висунення нижньої щелепи вперед та повернення її у вихідне положення;
- 4) відкривання та закривання роту;
- 5) зміщення нижньої щелепи в ліву сторону і повернення її у вихідне положення;
- 6) зміщення нижньої щелепи в праву сторону і повернення її у вихідне положення;
- 7) максимальне двостороннє стиснення зубів у положенні центральної оклюзії;

- 8) зміщення нижньої щелепи назад та повернення її у вихідне положення;

та пробах довільного жування (протягом 30 с кожна проба):

- 9) жування з лівої сторони;
 10) жування з правої сторони;
 11) двостороннє жування.

Для уникнення ефекту перевтоми, було дозволено 3 хвилини відпочинку між кожною пробою.

Проба стиснення зубів з лівої сторони. Для проведення даних проб стискання зубів з різних сторін на жувальній поверхні молярів розміщували половину стандартного ватного валику та просили пацієнта стискати валик з відповідної сторони. У даній пробі пропорційна частка роботи скроневого і жувального м'язу окремо для лівої та правої сторін була майже однакова у всіх пацієнтів (26 осіб – 86,7%), тоді як у 4 (13,3%) осіб спостерігалось підвищена ЕМГ-активність жувального м'язу, у порівнянні зі скроневим, що було характерним для робочої сторони. У всіх обстежених визначалась достовірно вища ($p < 0,01$) ЕМГ-активність м'язів робочої сторони (зліва), ніж балансуєної (правої). Середні значення показників біоелектричної активності жувальних м'язів обстежених у даній пробі наведені у таблиці 1.

Таблиця 1

Результати ЕМГ жувальних м'язів у пробі стиснення зубів зліва ($M \pm m$)

Показники	Жувальні м'язи			
	M.temporalis dextra	M.temporalis sinistra	M.masseter dextra	M.masseter sinistra
Макс. ампл., мкВ	608,16±54,5 3	934,28±55,59	685,16±46,77	965,68±43,40
Середня ампл.,	143,64±9,15	188,76±10,01	173,56±11,98	202,28±11,15

мкВ				
Поверхня , мкВ*мс	152,63±12,4 5	202,61±15,55	184,31±13,19	216,83±16,75

Приклади фрагментів електроміограм пацієнтів представлені на рисунках 12, 13.

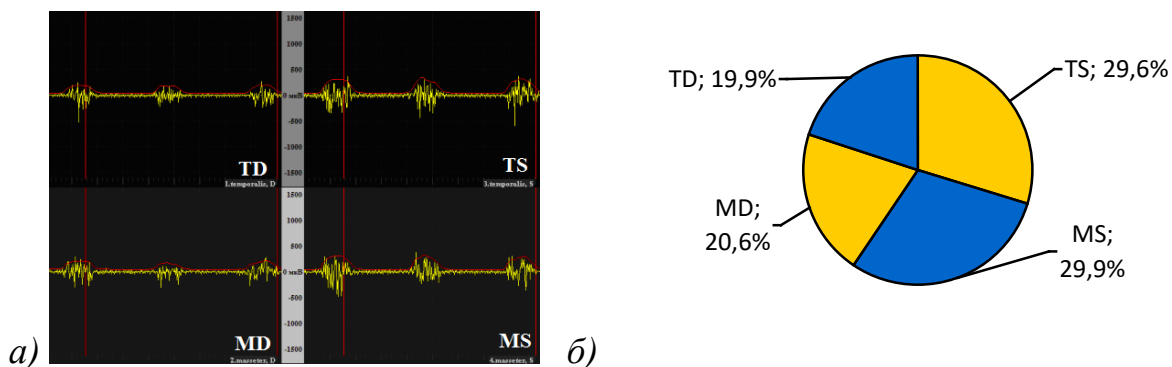


Рис. 12 а) фрагмент електроміограми пацієнта В., 25 років у пробі стиснення зубів з лівої сторони. Переважання амплітуди активності скроневих і жувальних м'язів на робочій стороні (зліва, TS, MS) у порівнянні з балансуючою (справа, TD, MD). Активність скроневих і жувальних м'язів однойменної сторони достовірно не відрізняються; б) графічне зображення пропорційної частки роботи кожного м'язу.

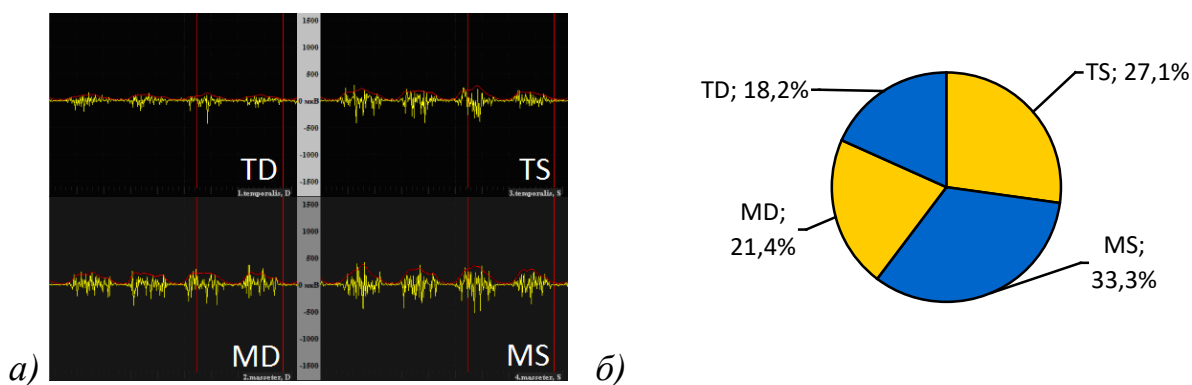


Рис. 13 а) фрагмент електроміограми пацієнтки С., 24 років у пробі стиснення зубів з лівої сторони. Переважання амплітуди активності скроневих і жувальних м'язів на робочій стороні (зліва, TS, MS) у порівнянні з балансуючою (справа, TD, MD). Вища активність жувального м'язу, у

порівнянні зі скронеvim; б) графічне зображення пропорційної частки роботи кожного м'язу.

Проба стиснення зубів з правої сторони. У всіх обстежених було діагностовано превалювання показників ЕМГ-активності м'язів робочої (правої) сторони у порівнянні із балансувальною (лівою) стороною. Необхідно відмітити, що у даній пробі середні значення максимальної амплітуди та площі рухових одиниць були дещо вищими, як на правій, так лівій стороні, ніж у попередній пробі (стиснення зубів зліва), що підтверджується статистично ($p < 0,05$) і наведено у таблиці 2. Така особливість м'язової активності може пояснюватися тим, що у дослідженні здебільшого брали участь особи із ведучою правою стороною.

Таблиця 2

Результати ЕМГ жувальних м'язів у пробі стиснення зубів справа ($M \pm m$)

Показники	Жувальні м'язи			
	M.temporalis dextra (TD)	M.temporalis sinistra (TS)	M.masseter dextra (MD)	M.masseter sinistra (MS)
Макс. ампл., мкВ	933,28±31,47	679,28±37,65	1022,72±31,48	732,72±31,48
Середня ампл., мкВ	189,56±7,55	142,4±7,2	223,00±8,45	182,92±8,23
Поверхня, мкВ*мс	215,48±12,06	173,06±10,49	236,84±11,02	174,51±10,46

Приклад електроміограми у даній пробі представлено на рисунку 14.

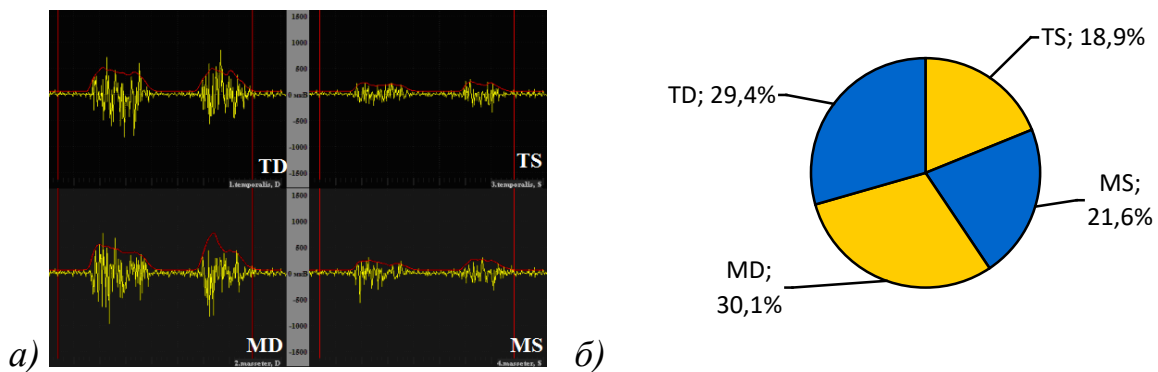


Рис. 14 а) фрагмент електроміограми пацієнта Д., 22 років у пробі стиснення зубів з правої сторони. Переважання амплітуди активності скроневих і жувальних м'язів на робочій стороні (справа, TD, MD) у порівнянні з балансуючою (зліва, TS, MS); б) графічне зображення пропорційної частки роботи кожного м'язу.

Проба протрузії (висування нижньої щелепи вперед та повернення її у вихідне положення). У цій пробі спостерігалось зменшення цифрових значень основних показників ЕМГ-активності м'язів: максимальної, середньої амплітуди і поверхні рухових одиниць, порівняно з попередніми пробами стиснення зубів, в яких м'язи розвивали значну активність. Нами відмічена симетрична діяльність скроневих і жувальних м'язів з лівої та правої сторін, тобто показники ЕМГ-активності однойменних м'язів достовірно не відрізнялися між собою ($p > 0,05$). Це підтверджується індексом симетрії скроневих м'язів та індексом симетрії жувальних м'язів, що становили у середньому $97,45\% \pm 3,42$ і $104,67\% \pm 5,43$ відповідно.

Також при реєстрації ЕМГ встановлені вищі значення середньої, максимальної амплітуди і поверхні активності жувальних м'язів у порівнянні зі скроневиими ($p < 0,01$). Результати ЕМГ жувальних м'язів у пробі зміщення нижньої щелепи вперед наведені у таблиці 3.

Таблиця 3

Результати ЕМГ жувальних м'язів у пробі протрузії ($M \pm m$)

Показники	Жувальні м'язи			
	M.temporalis dextra	M.temporalis sinistra	M.masseter dextra	M.masseter sinistra
Макс. ампл., мкВ	294,64±22,02	306,76±22,48	485,4±24,48	469,24±24,91
Середня ампл., мкВ	100,41±4,23	108,42±4,97	123,23±5,6	117,62±5,9
Поверхня, мкВ*мс	82,6±4,87	82,78±5,78	98,91±6,75	95,73±7,44

Для підтвердження отриманих результатів наводимо фрагмент запису ЕМГ у пробі висунення нижньої щелепи вперед та повернення її у вихідне положення на рисунку 15.

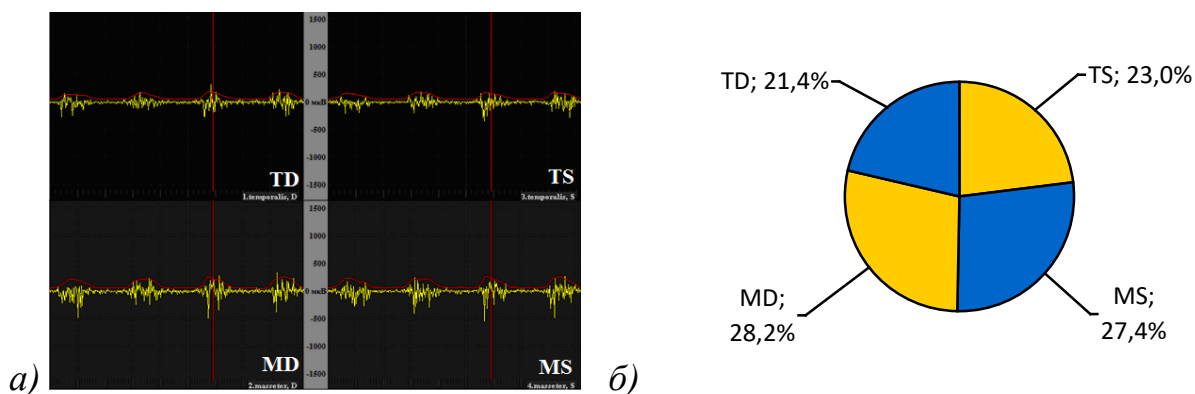


Рис. 15 а) фрагмент електроміограми пацієнтки О., 25 років у пробі протрузії. Симетрична активність скроневого (TS, TD) та жувального м'язу (MS, MD) з лівої та правої сторін. Збільшена пропорційна частка роботи жувальних м'язів, у порівнянні зі скроневиими; б) графічне зображення пропорційної частки роботи кожного м'язу.

Проба відкривання та закривання рота. Для виконання даної проби пацієнтів просили широко відкривати рот та закривати до точки контакту верхніх та нижніх зубів.

Результати досліджень ЕМГ-активності жувальних м'язів у пробі відкривання і закривання рота представлені у таблиці 4.

Таблиця 4

Результати ЕМГ жувальних м'язів у пробі відкривання рота (M±m)

Показники	Жувальні м'язи			
	M.temporalis dextra	M.temporalis sinistra	M.masseter dextra	M.masseter sinistra
Макс.ампл., мкВ	317,60±21,32	337,20±22,62	395,12±24,68	376,24±24,93
Середня ампл., мкВ	91,76±3,58	97,72±3,67	111,40±3,52	99,72±3,22
Поверхня, мкВ*мс	81,91±4,59	86,02±4,30	96,32±4,51	87,74±4,72

У заданій пробі у всіх осіб спостерігалось незначне збільшення ЕМГ-активності власне жувальних м'язів у порівнянні зі скроневими ($p>0,05$). У 25 (83,3%) пацієнтів визначалася симетрична функціональна активність скроневих і жувальних м'язів, тобто показники максимальної, середньої амплітуди і поверхні рухових одиниць були майже однаковими і достовірно не відрізнялися з правої та лівої сторін ($p>0,05$). У 2 (6,7%) осіб спостерігалася несиметрична активність скроневих м'язів, у 3 (10,0%) – жувальних м'язів.

На рисунку 15 наводимо запис ЕМГ у пробі відкривання та закривання рота.

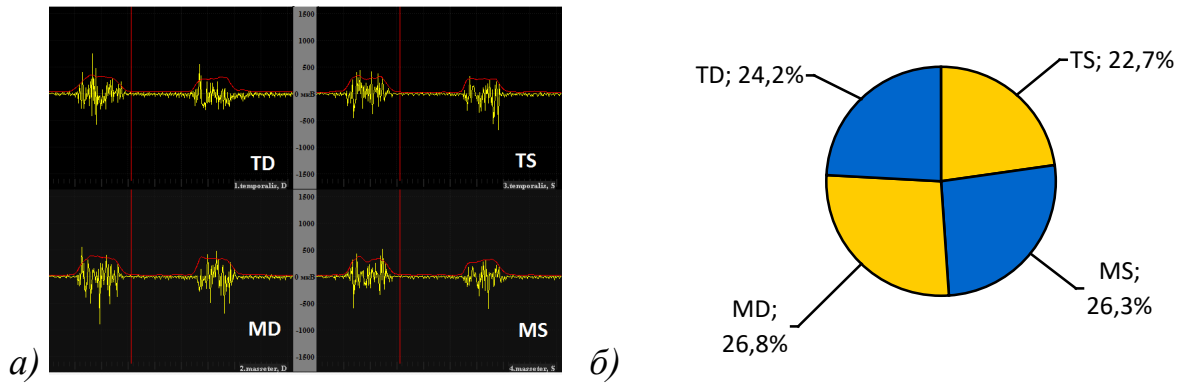


Рис. 15 а) фрагмент електроміограми пацієнтки Т., 28 років у пробі відкривання та закривання рота. Симетрична активність скроневого (TS, TD) та жувального м'язів (MS, MD) з лівої та правої сторін; б) графічне зображення пропорційної частки роботи кожного м'язу.

Проба зміщення нижньої щелепи в сторону. У даній пробі пацієнт зміщував нижню щелепу максимально в сторону (проба 1 – у праву сторону, проба 2 – в ліву), при цьому широко не відкриваючи рот, та повертав у положення центральної оклюзії. Рух відбувався по ікловій направляючій без оклюзійних перешкод (інтерференцій) на робочій чи балансуєчій сторонах. Виконуючи даний рух, спостерігалася асиметрична робота жувальних м'язів, що відповідає фізіологічній нормі. Так, при зміщенні нижньої щелепи в сторону було важливим оцінка перехресного співвідношення м'язів, тобто суми амплітуди біопотенціалів правого скроневого (TD) і лівого жувального (MS) м'язів проти лівого скроневого (TS) і правого жувального (MD) м'язів. У цій пробі аналізували індекс TORS (потенціал зміщення нижньої щелепи в сторону).

В обстежених осіб спостерігалася наступна інтерпретація індексу: $TD+MS > TS+MD$ (у пробі зміщення нижньої щелепи вправо), що означає превалювання активності правого скроневого і лівого жувального м'язів, порівняно з лівим скронеvim та правим жувальними м'язами відповідно та навпаки у пробі зміщення нижньої щелепи вліво: $TS+MD > TD+MS$. Саме достовірно вища ЕМГ-активність скроневого м'язу на робочій стороні (для

показників максимальної ($p < 0,01$), середньої амплітуди ($p < 0,05$) і поверхні активності ($p < 0,05$) та жувального на балансуєчій відповідає даному руху нижньої щелепи та відображає момент скручування в сторону.

Середні значення основних показників приклади отриманої реєстрації ЕМГ-активності жувальних м'язів у пробах зміщення нижньої щелепи в праву та ліву сторони розглянуті у таблицях 5, 6, рисунках 16, 17.

Таблиця 5

Результати ЕМГ жувальних м'язів у пробі зміщення нижньої щелепи у праву сторону ($M \pm m$)

Показники	Жувальні м'язи			
	M. temporalis dextra	M. temporalis sinistra	M. masseter dextra	M. masseter sinistra
Макс. ампл., мкВ	377,84±20,21	274,60±15,19	288,68±19,12	384,12±25,46
Середня ампл., мкВ	119,40±3,86	94,28±4,35	99,28±5,13	115,24±4,86
Поверхня, мкВ*мс	88,74±2,68	79,57±2,52	84,90±3,07	94,41±3,90

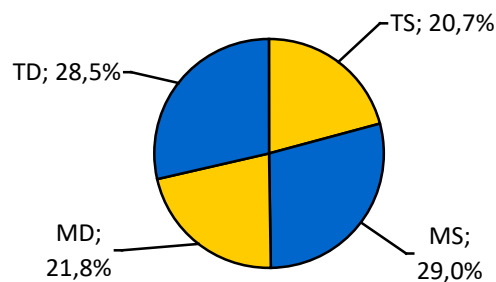
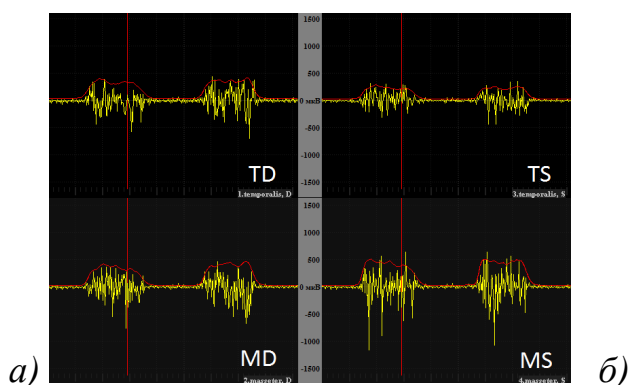


Рис. 16 а) фрагмент електроміограми пацієнта С., 27 років у пробі зміщення нижньої щелепи у праву сторону; б) графічне зображення пропорційної частки роботи кожного м'язу. Збільшення пропорційної частки роботи правого скроневого (TD) та лівого жувального м'язів (MS).

Таблиця 6

Результати ЕМГ жувальних м'язів у пробі зміщення нижньої щелепи в ліву сторону ($M \pm m$)

Показники	Жувальні м'язи			
	M. temporalis dextra	M. temporalis sinistra	M. masseter dextra	M. masseter sinistra
Макс. ампл., мкВ	283,81±7,76	354,52±24,26	450,68±32,9	325,44±19,72
Середня ампл., мкВ	95,64±3,94	105,64±4,94	119,24±6,18	100,81±4,48
Поверхня, мкВ*мс	84,66±4,77	97,69±5,42	108,51±6,23	88,07±4,35

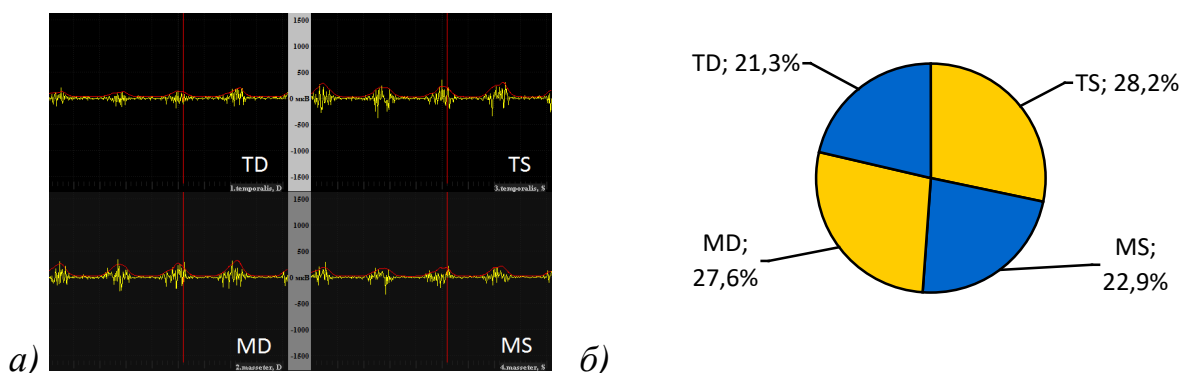


Рис. 17 а) фрагмент електроміограми пацієнта С., 27 років у пробі зміщення нижньої щелепи у ліву сторону; б) графічне зображення

пропорційної частки роботи кожного м'язу. Збільшення пропорційної частки роботи лівого скроневого (TS) та правого жувального м'язів (MD).

Проба максимального двостороннього стиснення зубів. В обстежених пацієнтів у даній пробі максимального стиснення зубів спостерігали рівномірну функціональну активність жувальних м'язів з правої та лівої сторін (табл. 7). Це підтверджується тим, що статистично значимої різниці між показниками максимальної, середньої амплітуди і поверхні скорочень жувальних м'язів з правої і лівої сторін не встановлено ($p > 0,05$). У 10 (33,3%) пацієнтів показники ЕМГ-активності жувальних м'язів були достовірно вищими, ніж скроневих ($p < 0,01$). Приклади запису електроміограм у цій пробі наводимо на рисунках 17, 18.

Таблиця 7

Результати ЕМГ жувальних м'язів у пробі максимального двостороннього стиснення зубів (M±m)

Показники	Жувальні м'язи			
	M. temporalis dextra	M. temporalis sinistra	M. masseter dextra	M. masseter sinistra
Макс. ампл., мкВ	967,32±31,5 7	962,24± 45,67	1072,44± 30,03	1052,84± 30,77
Середня ампл., мкВ	288,04±9,23	289,80± 8,93	312,76± 7,92	323,60± 9,12
Поверхня, мкВ*мс	212,76±12,1 0	215,21± 13,02	236,25± 13,03	226,50± 13,89

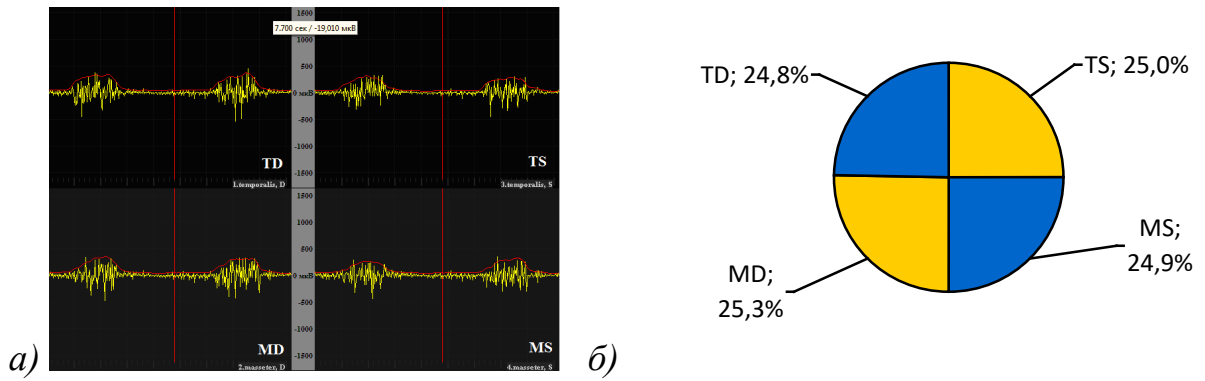


Рис. 17 а) фрагмент електроміограми пацієнта К., 26 років у пробі максимального двостороннього стиснення зубів. Симетрична та рівномірна активність скроневих та жувальних м'язів з лівої та правої сторін; б) графічне зображення пропорційної частки роботи кожного м'язу; індекс симетрії скроневих м'язів = 102%, жувальних м'язів = 97%, індекс TORS = 101%, індекс сумарної м'язової роботи ASSYM = 96% (рівномірна частка ЕМГ-активності скроневих та жувальних м'язів).

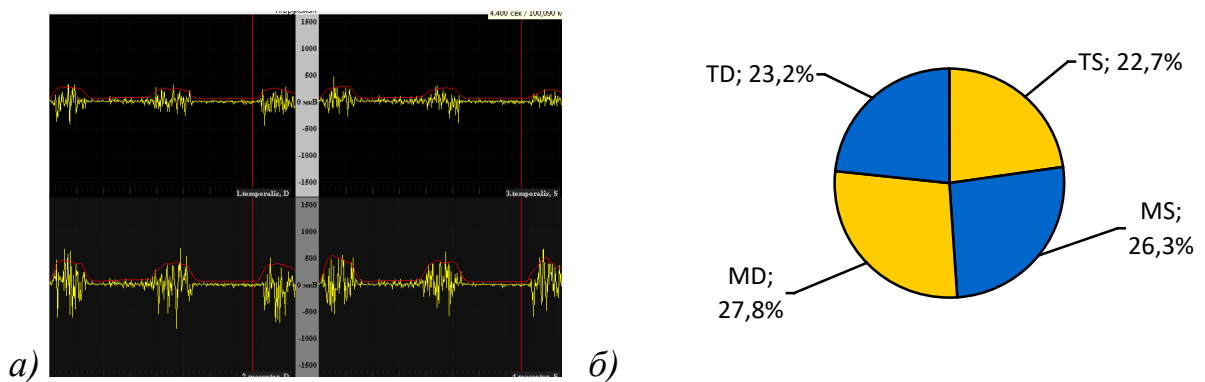


Рис. 18 а) фрагмент електроміограми пацієнта С., 27 років у пробі максимального двостороннього стиснення зубів. Симетрична та рівномірна активність скроневих та жувальних м'язів з лівої та правої сторін; б) графічне зображення пропорційної частки роботи кожного м'язу; індекс симетрії скроневих м'язів = 98%, жувальних м'язів = 97%, індекс TORS = 92%, індекс сумарної м'язової роботи ASSYM = 67% (превалювання пропорційної частки роботи власне жувальних м'язів).

Проба зміщення нижньої щелепи назад (ретрузія). При виконанні даної проби в обстежених спостерігалася симетричність біоелектричної активності жувальних м'язів. Так, нами не встановлено достовірної різниці у показниках ЕМГ-активності (максимальна і середня амплітуда, поверхня скорочень) як скроневих, так і жувальних м'язів з лівої і правої сторін ($p>0,05$). ЕМГ-активність скроневих м'язів була дещо більшою ($p<0,05$), ніж жувальних м'язів у більшості спостережень (22 – 73,3%), в інших випадках (8 – 26,3%) різниця була статистично не достовірна ($p>0,05$). Такий розподіл м'язової активності між скроневи́ми та жувальними м'язами може пояснюватися вектором дії рухових одиниць передньої частини скроневого м'язу (вверх і назад), що приймають активну участь у даному русі нижньої щелепи.

Результати ЕМГ у пробі ретрузія представлені у таблиці 8, фрагмент запису електроміограми – на рисунку 19.

Таблиця 8

Результати ЕМГ жувальних м'язів у пробі ретрузія ($M\pm m$)

Показники	Жувальні м'язи			
	M.temporalis dextra	M.temporalis sinistra	M.masseter dextra	M.masseter sinistra
Макс. ампл., мкВ	340,84±21,99	346,64±22,20	302,48±16,54	305,08±16,15
Середня ампл., мкВ	100,04±3,98	104,40±4,76	86,52±3,26	93,32±3,98
Поверхня, мкВ*мс	87,77±5,85	81,64±4,50	69,33±5,72	73,99±4,74

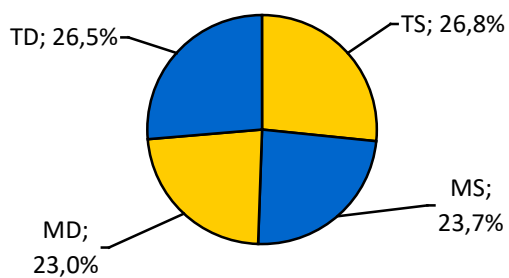
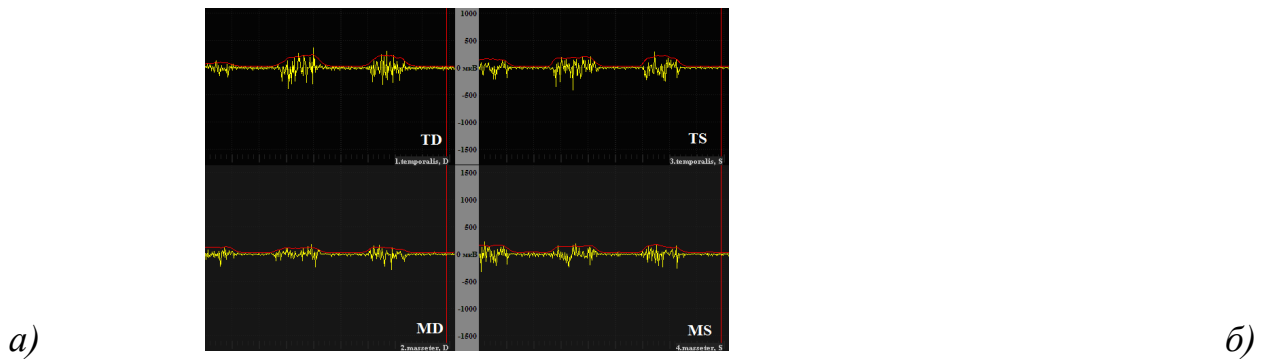


Рис. 19 а) фрагмент електроміограми пацієнтки В., 28 років у пробі зміщення нижньої щелепи назад (ретрузія). Симетрична та рівномірна активність скроневих та жувальних м'язів з лівої та правої сторін, індекс симетрії скроневих м'язів = 104%, жувальних м'язів = 102%, індекс TORS = 106%; б) графічне зображення пропорційної частки роботи кожного м'язу, індекс сумарної м'язової роботи ASSYM = 114% (превалювання пропорційної частки роботи скроневих м'язів над власне жувальними).

Проба двостороннього жування. Запис різниці біоелектричних потенціалів під час виконання функції, а саме жування (жувальна проба), називають ще функціональної електроміографією. На відміну від методик визначення жувальної ефективності, при функціональній електроміографії не враховується ступінь подрібнення продукту. Сумарна ЕМГ реєструється від початку жування протягом певного обмеженого періоду часу або до появи ковтального рефлексу. Середня тривалість такого одного жувального періоду у дорослих близько 20 секунд. У жувальній пробі застосовують зазвичай 800 мг лісного горіху (згідно з пробою І. С. Рубінова, 1957), можливо використання 1 ядра фундука, 10 очищених кедрових горішків [2], шматочка

житнього хліба 1м³ [Яценко]. При аналізі функціональної ЕМГ, крім основних показників, також оцінюють наступні параметри: T_A – час жувальної хвилі, T_п – час спокою; коефіцієнт біоелектричної активності м'язу K (за В. І. Георгієвим, 1968) = T_a/T_п (співвідношення часу активності до часу спокою), частоту жування (співвідношення кількості фаз активності до часу жування) [Тлустенко]. В нормі коефіцієнт K повинен дорівнювати 1, що вказує на пропорційність періодів активності та спокою та фізіологічну м'язову активність.

У нашому дослідженні дану пробу проводили за допомогою ½ стандартних ватних валиків, які розміщували на жувальних поверхнях зубів рівномірно з лівої та правої сторін і пацієнт виконував жувальні рухи впродовж 30 секунд. В обстежених нами осіб спостерігали незначну різницю показників ЕМГ-активності з лівої або правої сторони, проте це достовірно не впливало на симетрію роботи скроневих і жувальних м'язів. Періоди активності та покою були рівномірними, що підтверджувалося середнім значенням коефіцієнта $K=1,06\pm 0,28$. Основні дані, що характеризують біоелектричну активність жувальних м'язів у пробі жування наведені у таблиці 9.

У кожного м'язу може визначатися певна кількість активних фаз, тобто кількість активних фаз (жувків) жувального м'язу з правої або лівої сторін може бути різною. У нашому дослідженні не спостерігалось статистично значимої різниці у частоті активних фаз для кожного м'язу, що такою характеризує фізіологічний процес жування та рівномірний розподіл м'язової роботи. Приклад запису електроміографії при двосторонньому жуванні представлений рисунку 20.

Таблиця 9

Результати ЕМГ жувальних м'язів у пробі двостороннього жування (M±m)

Показники	Жувальні м'язи			
	m.temporalis dextra	m.temporalis sinistra	m.masseter dextra	m.masseter sinistra
Макс. ампл., мкВ	545,67±25,45	537,39±22,86	623,87±28,64	607,43±28,05
Середня ампл., мкВ	118,45±6,78	121,43±7,12	154,65±9,87	148,47±9,23
Поверхня, мкВ*мс	94,34±5,67	96,02±6,24	108,67±7,89	100,76±7,12
К (T _a / T _п)	1,08±0,25	1,0±0,18	1,10±0,34	1,06±0,33
Частота, N _{жувків} /с	1,21±0,18	1,14±0,25	1,06±0,19	1,14±0,25

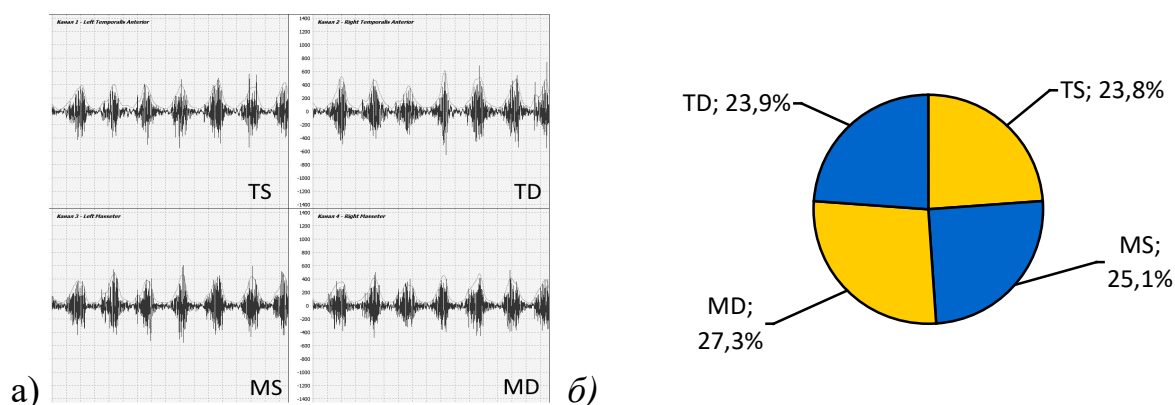


Рис. 20 а) фрагмент електроміограми пацієнтки В., 28 років у пробі двостороннього жування. Фази активності чергуються з фазами спокою. $K_{TD}=0,9$, $K_{TS}=0,93$, $K_{MD}=1,1$, $K_{MS}=1,02$. Симетрична активність скроневих та жувальних м'язів з лівої та правої сторін; б) графічне зображення пропорційної частки роботи кожного м'язу, незначне збільшення пропорційної частки роботи власне жувальних м'язів над скроневими.

Проба одностороннього жування. При жуванні на лівій або правій стороні в обстежених осіб визначалося підвищення показників ЕМГ-активності м'язів на робочій стороні, порівняно з балансуєючою. Причому, нами відмічена збільшена пропорційна частка м'язової роботи жувального м'язу, ніж скроневого, що було характерно для робочої сторони. Співвідношення фаз активності до фаз покою (коефіцієнт К) визначався у межах норми для кожного м'язу, проте звертає увагу, що його значення було дещо менше, ніж у пробі двостороннього жування ($p > 0,05$). Частота активних фаз була майже однаковою для кожного жувального м'язу. Середні значення основних показників ЕМГ-активності жувальних м'язів у пробах жування з правої сторони, лівої сторін наведені у таблицях 10, 11 відповідно.

Таблиця 10

Результати ЕМГ жувальних м'язів у пробі жування справа ($M \pm m$)

Показники	Жувальні м'язи			
	m.temporalis dextra	m.temporalis sinistra	m.masseter dextra	m.masseter sinistra
Макс. ампл., мкВ	554,63±23,11	446,34±19,65	707,34±31,87	482,31±25,43
Середня ампл., мкВ	119,43±6,32	93,27±5,46	144,58±12,33	98,55±6,78
Поверхня, мкВ*мс	95,03±6,34	83,24±4,58	106,55±7,11	88,76±5,77
К (T_a / T_p)	0,94±0,15	0,89±0,18	0,97±0,44	0,94±0,14
Частота, $N_{\text{жувків}}/с$	1,06±0,25	1,05±0,22	1,05±0,22	1,05±0,22

Таблиця 11

Результати ЕМГ жувальних м'язів у пробі жування зліва ($M \pm m$)

Показники	Жувальні м'язи
-----------	----------------

	m.temporalis dextra	m.temporalis sinistra	m.masseter dextra	m.masseter sinistra
Макс. ампл., мкВ	422,13±17,65	572,31±24,88	438,95±19,28	694,54±30,21
Середня ампл., мкВ	89,76±5,23	97,35±7,21	90,54±5,04	101,34±8,92
Поверхня, мкВ*мс	82,14±4,33	97,83±5,61	81,23±4,28	99,64±6,27
К (T _a / T _п)	0,95±0,15	0,92±0,17	1,01±0,24	1,01±0,23
Частота, N _{жувків} /с	1,06±0,27	1,08±0,26	1,06±0,24	1,08±0,26

Щодо вигляду ізоелектричної кривої, нормальні потенціали дії чергувалися з потенціалами покою без спонтанної активності. Потенціали покою жувальних м'язів на електроміограмі характеризувалися незначною (мінімальною) ЕМГ-активністю. Електроміограма фази активності (потенціали дії) мала насичений характер огинаючої форми: поступове наростанням ЕМГ-активності, досягненням максимальних показників, спад та нерізкий перехід у фазу покою. Характерною рисою було наявність нормальних потенціалів дії, які виникають при напруженні м'язів, що і відрізняє їх від спонтанної активності і мали зазвичай 2-3 фази. Потенціали дії, які складаються з 4 і більше фаз, називають поліфазними, при напруженні м'язів в нормі вони зустрічаються з частотою до 20%. Максимальна амплітуда скорочень м'язів у даній пробі не перевищувала 1000 мкВ. Доречно не лише оцінювати кількісний показник тривалості фаз активності та покою, а й їхнє співвідношення між собою (коефіцієнт К). Приклади запису електроміограм у пробах одностороннього жування представлені на рисунках 21, 22.

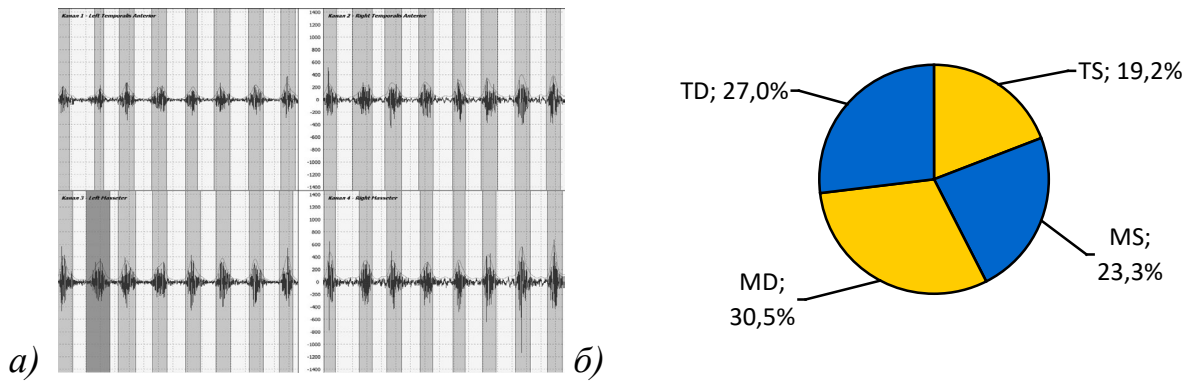


Рис. 21 а) фрагмент електроміограми пацієнтки С., 24 років у пробі жування з правої сторони. Фази активності чергуються з фазами спокою. $K_{TD}=0,93$, $K_{TS}=0,95$, $K_{MD}=1,01$, $K_{MS}=1,97$, підвищена активність скроневого та жувального м'язів робочої сторони (справа); б) графічне зображення пропорційної частки роботи кожного м'язу.

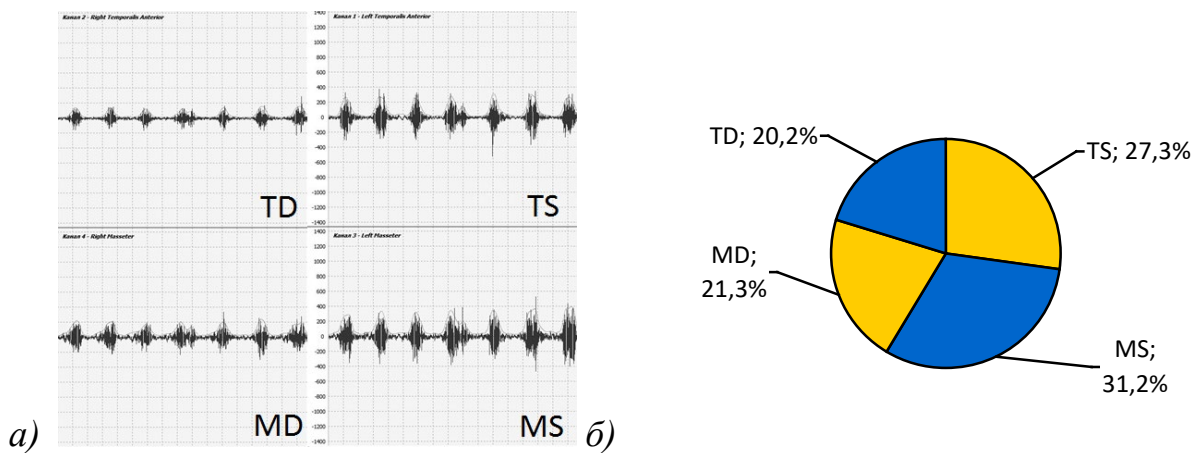


Рис. 22 а) фрагмент електроміограми пацієнтки С., 24 років у пробі жування з лівої сторони. Фази активності чергуються з фазами спокою. $K_{TD}=0,93$, $K_{TS}=0,95$, $K_{MD}=0,99$, $K_{MS}=1,02$, підвищена активність скроневого та жувального м'язів робочої сторони (зліва); б) графічне зображення пропорційної частки роботи кожного м'язу.

Отже, за результатами нашого дослідження визначені наступні критерії, що характеризують нормальну ЕМГ-активність жувальних м'язів:

- 1) симетрична активність однойменних м'язів з лівої та правої сторін у пробах максимального стиснення зубів, висунення нижньої щелепи вперед, зміщення назад, відкривання і закривання рота;

- 2) підвищена активність м'язів робочої сторони порівняно з балансуючою у пробах змикання зубів справа та зліва;
- 3) збільшення частки сумарної активності жувальних м'язів, ніж скроневих у пробах зміщення нижньої щелепи вперед; збільшення частки сумарної активності скроневих м'язів, ніж жувальних у пробах зміщення нижньої щелепи назад;
- 4) превалювання сумарної активності правого скроневого та лівого жувального м'язів над сумарною активністю лівого скроневого та правого жувального м'язами у пробі зміщення нижньої щелепи вправо; лівого скроневого та правого жувального м'язів над правим скроневим та лівим жувальним м'язами – при зміщенні нижньої щелепи вліво.
- 5) чергування 2-х, 3-х фазних потенціалів дії насиченого характеру з потенціалами спокою без спонтанної активності у пробах жування, значення коефіцієнту К (співвідношення часу фаз активності і спокою) – в межах норми;
- 6) симетрична активність м'язів лівої та правої сторін, рівномірний розподіл ЕМГ-активності між скроневими та власне жувальними м'язами у пробах двостороннього жування;
- 7) підвищення показників ЕМГ-активності на робочій стороні в порівнянні із балансуючою, збільшена пропорційна частка м'язової роботи жувального м'язу, ніж скроневого на робочій стороні у пробах одностороннього жування (зліва, справа).

4. ЕМГ-АКТИВНІСТЬ М'ЯЗІВ КРАНІО-МАНДИБУЛЯРНОЇ СИСТЕМИ

Компоненти краніо-мандибулярної ділянки, зокрема м'язи, забезпечують функції зубо-щелепного апарату. Крім того, вони входять до складу опорно-рухового апарату людини, утворюючи єдину функціональну систему. В такій системі існує тісний взаємозв'язок між різними групами м'язів і, відповідно, пропорційний розподіл м'язової роботи між цими групами та окремими м'язами [6, 17, 20, 39, 44]. Для вивчення особливостей нормальних показників біоелектричної активності м'язів краніо-мандибулярної системи та перерозподіл їх м'язової роботи у навантаженні нами проведено поверхневу ЕМГ у наступних пробах:

- максимальне двостороннє стиснення зубів;
- зміщення нижньої щелепи вперед (протрузія);
- ковтання води;
- ковтання слини («сухе» ковтання).

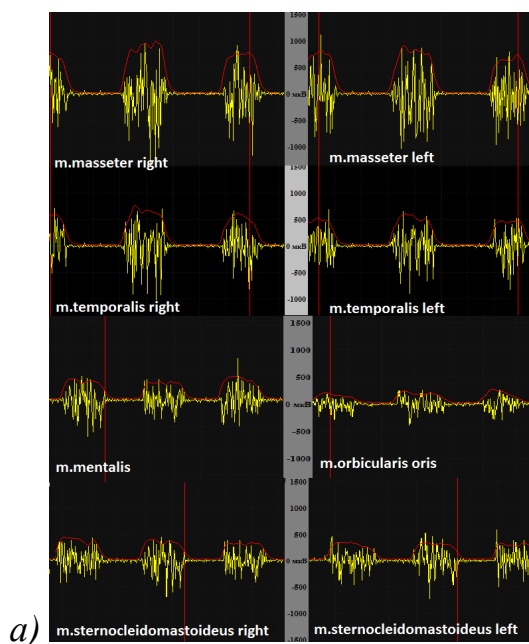
Нами визначено, що у кожній пробі характеристика біоелектричної активності м'язів була неоднаковою. Результати ЕМГ-активності м'язів при проведенні діагностичних проб представлені в таблиці 12.

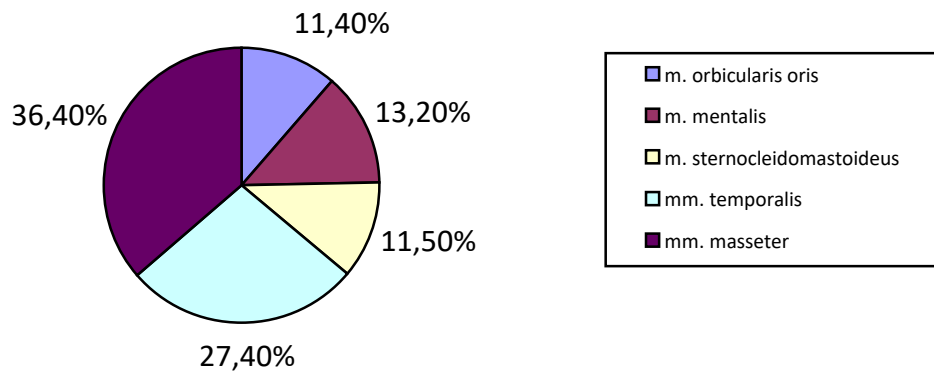
**ЕМГ- активність жувальних, м'ічних та грудино-ключично-
сосцеподібного м'язів**

Досліджувані м'язи		Показники максимальної амплітуди скорочень							
		Максимальне двостороннє стискання зубів		зміщення нижньої щелепи вперед (протрузія)		ковтання води		ковтання слини («сухе» ковтання)	
		μV	%	μV	%	μV	%	μV	%
<i>m. masseter</i>	Left	1636,2 5 ±36,45	36, 4	594,0 9 ±17,4 3	21, 1	366,5 ±9,55	16, 9	565,0 ±12,77	23, 7
	Right	1722,2 5 ±38,92		630,0 ±18,7 6		416,7 5 11,39		575,25 ±12,85	
<i>m. temporalis</i>	Left	1335,7 5 ±26,54	27, 4	379,7 5 ±13,2 8	17, 5	392,7 5 ±10,0 4	27, 3	530,5 ±12,04	21, 2
	Right	1474,0 ±28,71		413,5 ±15,4 4		349,2 5 ±8,76		441,5 ±11,14	
<i>m. orbicularis oris</i>		839,5 ±15,34	11, 4	350,5 3 ±9,54	15, 2	625,0 ±13,4 5	20, 8	498,75 ±11,69	18, 2
<i>m. mentalis</i>		999,75 ±20,06	13, 2	661,0 ±20,5	28, 9	628,5 ±13,9	27, 3	557,0 ±12,54	21, 5

				1		8			
<i>m. sternocleidomastoideus</i>	Left	838,25 ±16,23	11, 5	393,0 ±13,0 8	17, 3	443,2 5 ±11,3 4	19, 0	384,25 ±8,54	15, 5
	Rig ht	898,02 ±17,65		430,6 5 ±16,7 5		414,4 ±10,8 4		423,87 ±10,74	

У пробі максимального стискання зубів найвища ЕМГ-активність зареєстрована у власне жувальних м'язів, найменша – у грудино-ключично-сосцеподібних м'язів ($p < 0,05$) і колового м'язу рота ($p < 0,05$), що продемонстровано на рисунку 23.

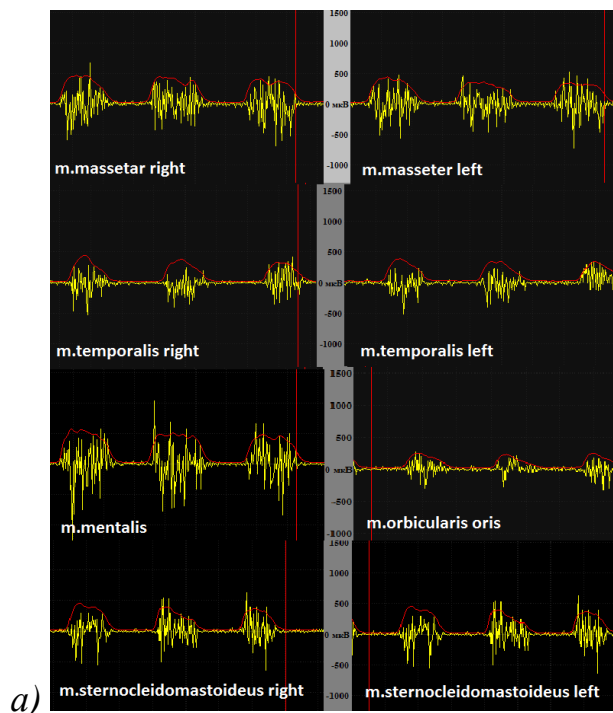


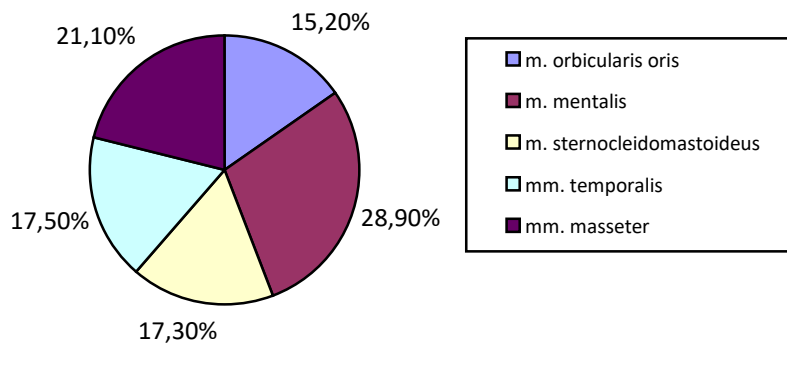


б)

Рис. 23 а) фрагмент електроміограми пацієнтки К., 25 років у пробі максимального стискання зубів; б) графічне зображення розподілу м'язової активності.

У пробі рухів нижньої щелепи вперед найвищі показники ЕМГ-активності визначалися для підборідного та власне жувальних м'язів. Показники скроневих м'язів та грудино-ключично-сосцеподібних м'язів у даній пробі майже не відрізнялися між собою (у середньому для скроневих м'язів – $396,62 \pm 1436$ мкВ, $p > 0,05$, грудино-ключично-сосцеподібних м'язів – $411,82 \pm 14,92$ мкВ, $p > 0,05$). Приклад електроміограми у даній пробі наведено на рисунку 24.



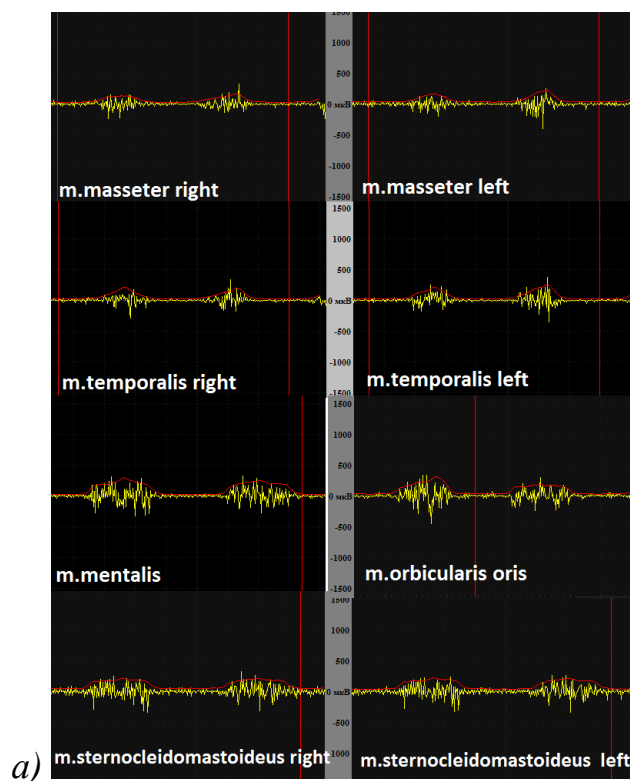


б)

Рис. 24 а) фрагмент електроміограми пацієнтки К., 25 років у пробі протрузії (зміщення нижньої щелепи вперед); б) графічне зображення розподілу м'язової активності.

При реєстрації біопотенціалів при ковтанні води найвища ЕМГ-активність спостерігалася у колового та підборідного м'язів, на другому місці – активність грудино-ключично-сосцеподібних м'язів, що підтверджено статистично ($p < 0,05$).

Показники максимальної амплітуди скорочень скроневого і жувального м'язів були найнижчими і не відрізнялися між собою ($p > 0,05$). Приклад електроміограми у даній пробі наведено на рисунку 25.



а)

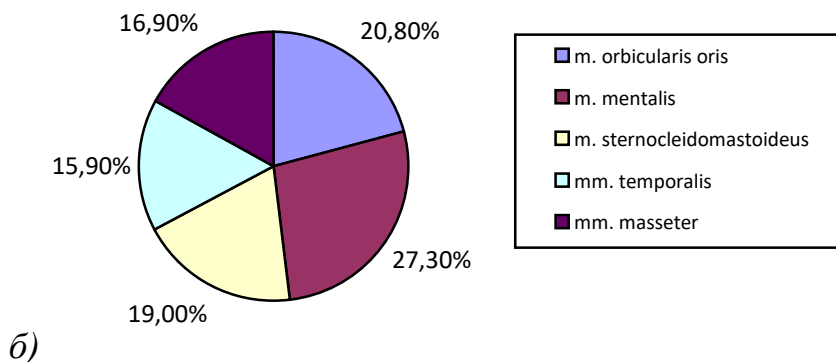


Рис. 25 Фрагмент електроміограми та графічне зображення розподілу м'язової активності у пробі ковтка води пацієнта В., 22 роки.

У пробі «сухого» ковтання найвища ЕМГ-активність зареєстрована у колового м'язу рота та власне жувальних м'язів, тоді як показники скроневих, грудино-ключично-сосцеподібних та підборідного м'язів були на одному рівні і статистично не відрізнялися між собою ($p > 0,05$).

Нами також досліджена симетричність активності скорочень однойменних м'язів з лівої та правої сторін (власне жувального, скроневого та грудино-ключично-сосцеподібних). В обстежених, у яких визначалася асиметрична робота скроневих і жувальних м'язів, також спостерігалася асиметрична робота грудино-ключично-сосцеподібних м'язів, причому сторона з підвищеною ЕМГ-активністю була протилежна до сторони з підвищеними показниками ЕМГ-активності скроневого та жувального м'язу (що можна охарактеризувати терміном «перехресна» активність).

Результати проведеного дослідження доводять участь мимічних м'язів та м'язів шиї у стисканні зубів, рухах нижньої щелепи, ковтанні. Встановлено, що показники ЕМГ-активності колового м'язу рота та їх зміна під час стискання зубів, зміщення нижньої щелепи вперед та ковтання корелює зі значеннями ЕМГ-активності грудино-ключично-сосцеподібних м'язів. Отримані дані вказують на функціональну єдність нейромускулярної складової стоматогнатичної системи і необхідність вивчення роботи цих

м'язів у осіб із порушенням функцій зубощелепної ділянки, особливо тих, що пов'язані із рухами нижньої щелепи та язика.

5. ЕМГ-ХАРАКТЕРИСТИКА ЖУВАЛЬНИХ М'ЯЗІВ ПРИ ДИСФУНКЦІЇ СНЩС

Термін дисфункція СНЩС (або скронево-нижньощелепні розлади) об'єднує в себе всі порушення жувальної системи. За думкою Манфредіні та ряду авторів, дисфункція СНЩС є об'єднаним терміном, що включає в себе групу станів, які характеризуються ураженням структур СНЩС чи порушенням функціонування жувальної мускулатури. Дисфункція СНЩС є поліетіологічним захворюванням, що пов'язано із тісним та складним взаємозв'язком у функціонуванні всіх компонентів стоматогнатичної системи. У літературі зустрічається чимала кількість класифікацій скронево-нижньощелепних розладів, які здебільшого базуються на клінічних проявах характерних симптомів даного захворювання. Для встановлення ЕМГ характеристики м'язів при дисфункції СНЩС, нами проведено дослідження, в якому взяло участь 25 осіб із клінічним проявами м'язово-суглобової дисфункції СНЩС різного ступеню важкості без оклюзійних змін. Всім пацієнтам проведено клінічне обстеження та виконана поверхнева ЕМГ жувальних м'язів. На основі проведеного дослідження, нами визначено певні особливості роботи м'язів при дисфункції СНЩС. Нижче ми наводимо

приклади записів електроміограм у різноманітних пробах напруження, що стали підставою для характеристики патологічної активності жувальних м'язів.

Так, характерної рисою м'язової роботи при дисфункції СНЩС було підвищені показники ЕМГ-активності жувальних м'язів, нерівномірний розподіл пропорційної частки роботи кожного м'язу та несиметрична робота однойменних м'язів з правої та лівої сторін.

Так, у пробах на односторонню активність м'язів (тобто стиснення з лівої та правої сторін) спостерігалися підвищені кількісні значення максимальної, середньої амплітуди та площі скорочень скроневих та жувальних м'язів, як на робочій, так і балансуєчій сторонах і в більшості спостережень достовірно перевищували нормальні показники ($p < 0,05$). Також визначено, що показники ЕМГ-активності м'язів балансуєчої сторони були на рівні з показниками робочої сторони або навіть перевищували їх. Це було характерно для скроневих і жувальних м'язів. Також спостерігали нерівномірний розподіл частки м'язової роботи, тобто ЕМГ-активність скроневих м'язів була достовірно вищою ($p < 0,05$) за ЕМГ-активність жувальних м'язів у 16 (64,0%) осіб. Наводимо приклади порушеної роботи м'язів на прикладі електроміограм у пацієнтів з дисфункцією СНЩС на рисунках 26, 27.

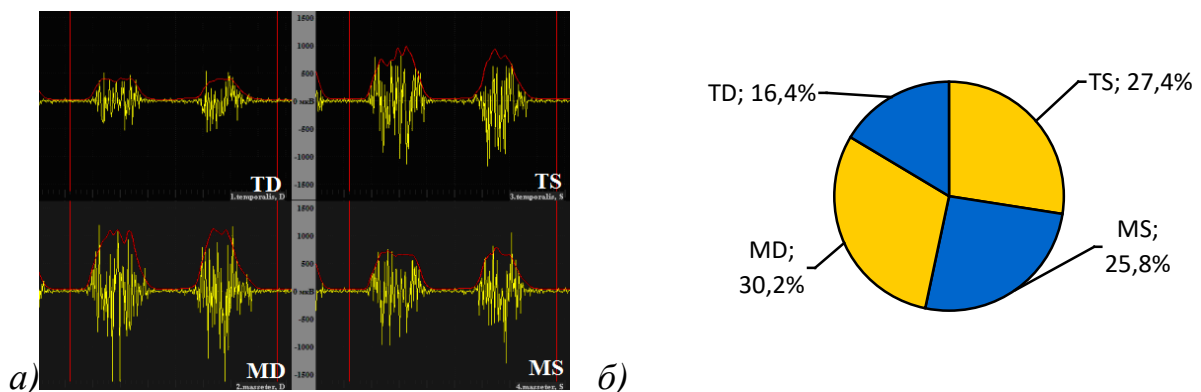


Рис. 26 а) фрагмент електроміограми пацієнта Т., 27 років у пробі стиснення зубів з правої сторони. Підвищена амплітуда скорочень м'язів. Збільшення активності лівого скроневого м'язу на балансуєчій стороні

(зліва, TS) у порівнянні з жувальним м'язом однойменної сторони (MS) та робочою стороною (TD); б) графічне зображення пропорційної частки роботи кожного м'язу. Значне превалювання пропорційної частки м'язової роботи жувального м'язу робочої сторони (справа, MD) над скроневим (TD).

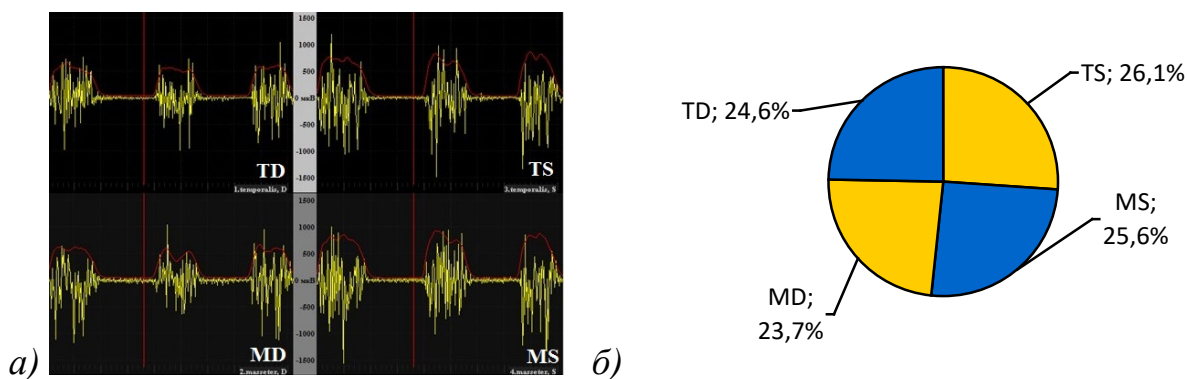


Рис. 27 а) фрагмент електроміограми пацієнта Т., 27 років у пробі стиснення зубів з лівої сторони. Підвищена амплітуда скорочень м'язів; б) графічне зображення пропорційної частки роботи кожного м'язу. Підвищена ЕМГ-активність м'язів з балансуєчої сторони (справа).

При рухах нижньої щелепи вперед, як правило, у всіх обстежених із дисфункцією СНЩС амплітуда ЕМГ-активності зменшувалася, частки роботи кожного м'язу ставили більш рівномірними. Проте у 9 (36,0%) пацієнтів спостерігалися додаткові «всплески» активності. Так, порушена робота м'язу може характеризуватися появою спонтанної активності – так званих потенціалів фібриляцій і фаскуляцій, які відображають спонтанні скорочення окремих рухових одиниць і короткотривалі у часі. Так, наявність поодиноких спонтанних скорочень здебільшого не має клінічного значення, проте їх ритмічний характер свідчить про патологічне функціонування м'язів при висуванні нижньої щелепи вперед, що продемонстровано на рисунку 28.

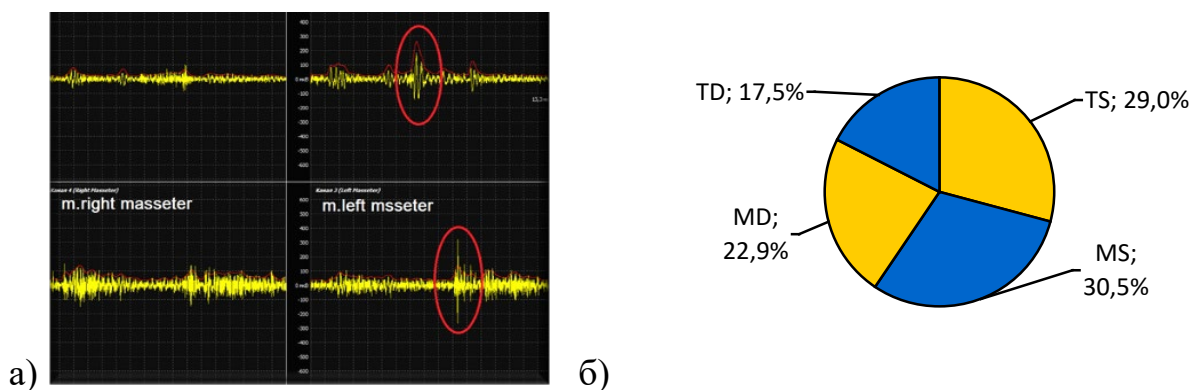


Рис. 28 а) фрагмент електроміограми пацієнтки М., 26 років у пробі протрузії нижньої щелепи. Дисбаланс роботи жувальних м'язів. Підвищена активність лівого власне жувального м'язу; б) графічне зображення пропорційної частки роботи кожного м'язу. Патологічні додаткові «всплески» активності скроневого та жувального м'язів зліва, що свідчить про оклюзійні інтерференції (перешкоди) при висуванні нижньої щелепи вперед.

У пацієнтів із дисфункцією СНЩС відмічався дисбаланс роботи м'язів у пробі максимального двостороннього стиснення зубів, що був виражений у їх збільшеній та несиметричній біоелектричній активності. Показники біоелектричної активності скроневих і власне жувальних м'язів були достовірно вищими, порівняно з нормальними показниками ($p < 0,01$). Несиметрична активність підтверджується статистично значимою різницею у середніх значеннях показників активності власне жувальних і скроневих м'язів з лівої і правої сторін ($p < 0,05$), значною відмінністю значень індексів асиметрії скроневих, жувальних м'язів від нормальних показників. У 20 (80%) обстежених індекс потенціалу бокового зміщення (скручення) нижньої щелепи (торсіонний індекс, TORS) достовірно відрізнявся від норми, що підтверджує асиметрію м'язової роботи з різних сторін.

Для підтвердження виявлених порушень функціонування жувальних м'язів наводимо запис ЕМГ на рисунку 29.

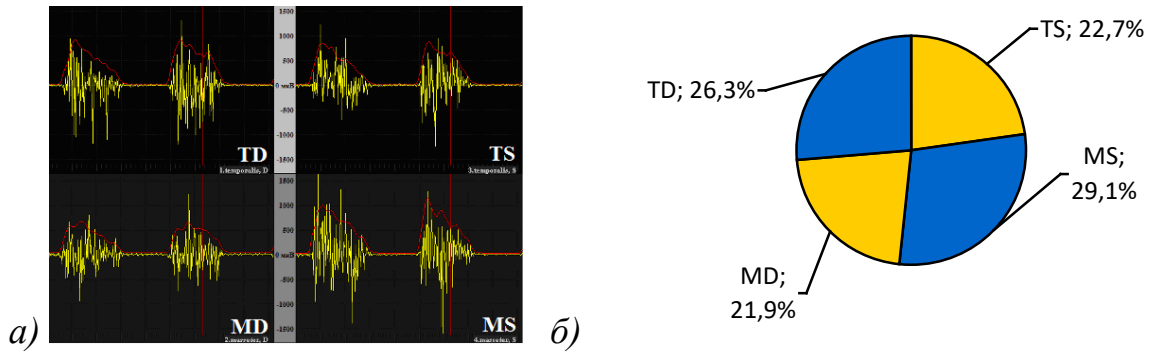


Рис. 29 а) фрагмент електроміограми пацієнтки Ю., 28 років у пробі максимального двостороннього стиснення зубів. Дисбаланс роботи м'язів. Підвищена та несиметрична робота скроневих і жувальних м'язів. Індекс симетрії скроневих м'язів = 123%, жувальних м'язів = 81%, індекс TORS = 136%; б) графічне зображення пропорційної частки роботи кожного м'язу. Збільшена частка роботи правого скроневого (TD) та лівого жувального (MS) м'язів.

З огляду на велику різноманітність м'язових порушень при дисфункції СНЦС для об'єктивного, достовірного та швидкого способу обробки даних ЕМГ нами запропоновано визначення індексів співвідношення максимальної та середньої амплітуди скорочення м'язів за формулами:

$$ITA_R = A_{MAX}TA_R / A_{av}TA_R$$

$$ITA_L = A_{MAX}TA_L / A_{av}TA_L$$

$$IMM_R = A_{MAX}MM_R / A_{av}MM_R$$

$$IMM_L = A_{MAX}MM_L / A_{av}MM_L,$$

де ITA_R , ITA_L , IMM_R , IMM_L – індекс оптимальної ЕМГ-активності правого та лівого скроневого м'язів, правого та лівого власне жувального м'язів відповідно;

$A_{MAX}TA_R$, $A_{MAX}TA_L$ – максимальна амплітуда скорочення правого та лівого скроневого м'язів відповідно;

$A_{av}TA_R$, $A_{av}TA_L$ – середня амплітуда скорочення правого та лівого скроневого м'язів відповідно;

$A_{MAX}MM_R$, $A_{MAX}MM_L$ – максимальна амплітуда потенціалу правого власне жувального м'язу;

$A_{av}MM_R$, $A_{av}MM_L$ – середня амплітуда потенціалу правого власне жувального м'язу.

Вагомою перевагою індексу є те, що він дозволяє встановити ефективність роботи для кожного м'язу окремо і визначити режим його роботи, що є дуже важливим показником у виборі тактики та контролю на всіх етапах стоматологічної реабілітації пацієнта.

За результатами наших досліджень, нормальне значення даного індексу складає від 4 до 7 і свідчить про оптимальну ЕМГ-активності жувальних м'язів у кожному конкретному клінічному випадку. Це вказує на оптимальне співвідношення фази покою з мінімальною м'язовою активністю та фази активності, в якій максимальна амплітуда не перевищує 1200мкВ. При дисфункції СНЩС визначається дисбаланс роботи м'язів, що проявляється не тільки порушенням їх симетричної та пропорційної роботи, а й підвищенням значення даного індексу, що, в свою чергу, вказує на наявність спонтанних скорочень на фазах роботи м'язів.

У пацієнтів ознаки порушення м'язової роботи визначалися і в пробах жування. Так, при двосторонньому жування визначалася такі зміни: підвищення максимальної амплітуди скорочень скроневих і жувальних м'язів, збільшена біоелектрична активність у фазі покою, поява неритмічних спонтанних потенціалів фібриляцій (всплесків) у фазі активності і покою, несиметричний розподіл ЕМГ-активності між скроневиими та жувальними м'язами правої та лівої сторін; зміна значень коефіцієнту К (співвідношення часу фази активності до фази покою). Підвищення ЕМГ-активності скроневого м'язу порівняно з жувальним може свідчити про недостатність вертикальної висоти прикусу, перевантаження фронтальних зубів, та диско-з'язкового апарату СНЩС, зміну траєкторії рухів нижньої щелепи та

положення центрального співвідношення, що стає підставою клінічних проявів дисфункції СНЩС. У більшості пацієнтів (16 осіб – 64%) спостерігалось зменшення коефіцієнту К, що в середньому становило $0,71 \pm 0,15$, і свідчить про збільшення тривалості фази активності та зменшення часу фази покою, тоді як в інших пацієнтів (9 – 36%) відмічене значне підвищення даного показника, який в середньому склав $1,61 \pm 0,34$. Приклади записів ЕМГ у пацієнтів із дисфункцією СНЩС у пробах жування продемонстровані на рисунках 30, 31, 32.

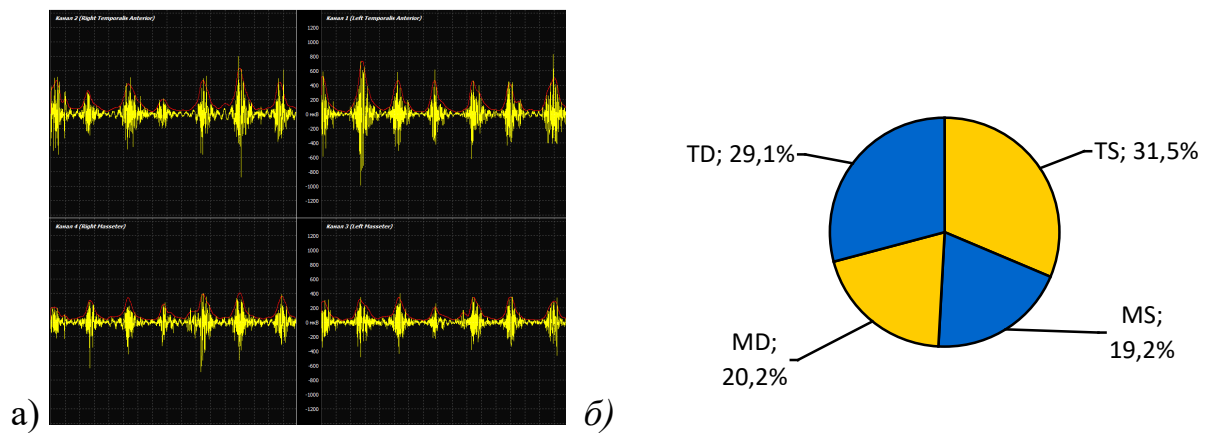


Рис. 30 а) фрагмент електроміограми пацієнтки Л., 29 років у пробі двостороннього жування. Збільшена ЕМГ-активність м'язів у стані спокою. Різниця коефіцієнту К для різних м'язів. $K_{TD}=0,94$, $K_{TS}=0,74$, $K_{MD}=0,82$, $K_{MS}=1,24$; б) графічне зображення пропорційної частки роботи кожного м'язу, збільшена пропорційної частка роботи скроневих м'язів над жувальними.

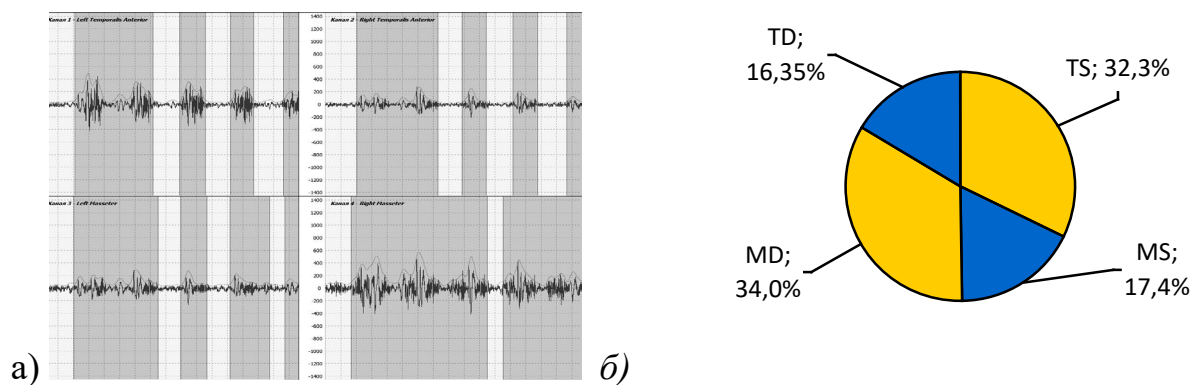


Рис. 31 а) фрагмент електроміограми пацієнтки Л., 29 років у пробі жування з правої сторони. Підвищена ЕМГ-активність скроневого м'язу балансуєвої сторони (зліва, TS). Наявність ненасичених ділянок скорочень правого скроневого, жувальних м'язів. Різниця коефіцієнту К м'язів: $K_{TD}=1,38$, $K_{TS}=0,39$, $K_{MD}=1,95$, $K_{MS}=1,45$; б) графічне зображення пропорційної частки роботи кожного м'язу.

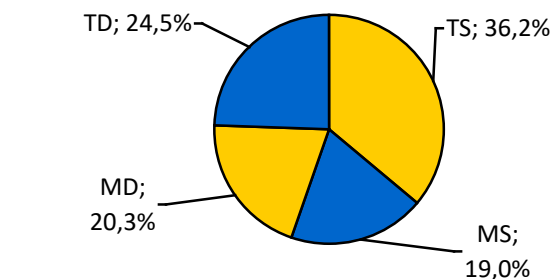
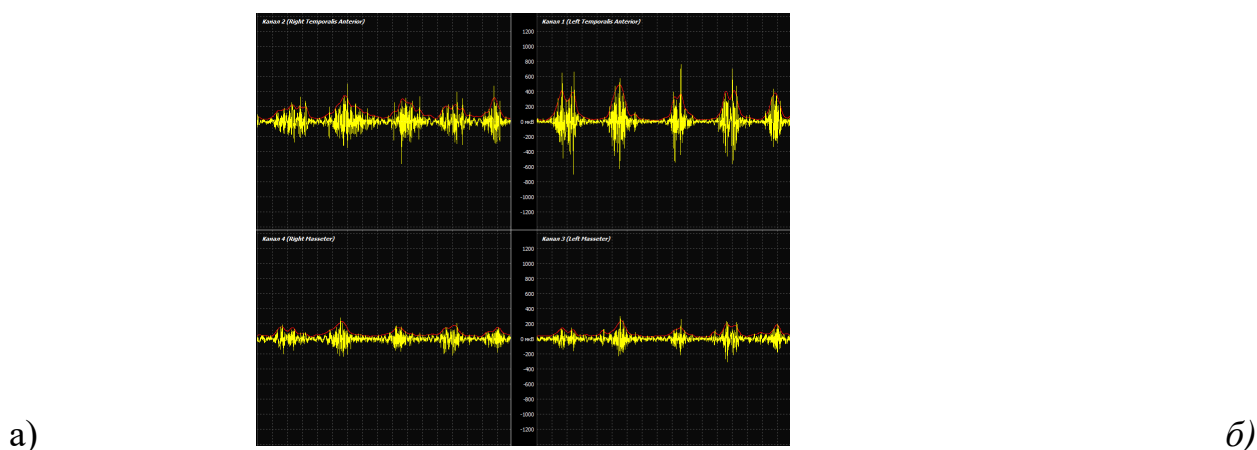


Рис. 32 а) фрагмент електроміограми пацієнтки Л., 29 років у пробі жування з лівої сторони. Підвищена ЕМГ-активність лівого скроневого м'язу. Збільшення коефіцієнту К м'язів балансуєвої сторони (справа, MD, TD): $K_{TD}=1,81$, $K_{TS}=0,93$, $K_{MD}=1,17$, $K_{MS}=1,0$; б) графічне зображення пропорційної частки роботи кожного м'язу, збільшена пропорційної частка роботи скроневого м'язів над жувальними.

Одним із функціональних порушень зубо-щелепної системи як етіологічний фактор дисфункції є бруксизм. Бруксизм часто визначають як

парафункцію жувальних та м'язів. Парафункцією називають підвищену недоцільну активність, напруження або навіть спазм жувальних та м'язів, а також м'язів язика.

За даними сучасної літератури, поширеність бруксизму зростає як серед дітей, підлітків, так і дорослих. Хоча деякі дослідники вказують на більшу поширеність даної патології серед осіб підліткового віку (близько 20-22%) порівняно із дорослими (6-8%). За даними інших авторів, у близько 75% дорослих пацієнтів діагностовані парафункції м'язів щелепно-лицьової ділянки.

Щодо поширеності бруксизму серед чоловіків та жінок, у літературі немає однозначної думки [1, 14, 21, 27]. Встановлено, що частіше дисфункція СНЩС, що супроводжується бруксизмом та значним стиранням зубів, виникає у осіб, чия професія пов'язана з психоемоційним, фізичним перенавантаженням, стресовими ситуаціями, спортом [9, 27, 30, 38, 40].

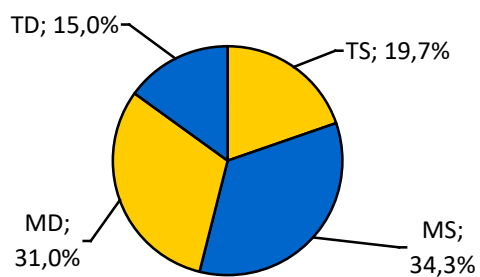
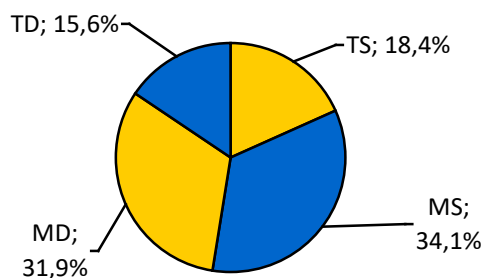
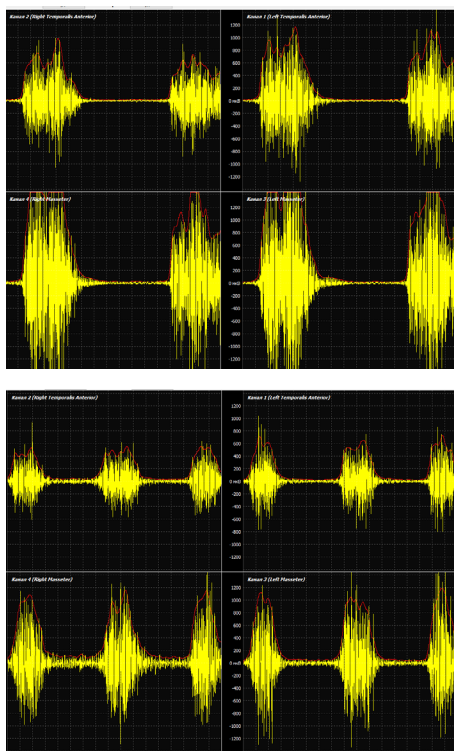
Нами були вивчені і встановлені деякі особливості ЕМГ-активності жувальних м'язів пацієнтів, у яких спостерігалися клінічні ознаки бруксизму (патологічне стирання твердих тканин зубів компенсованого характеру, або з гіперестезією, біль, почуття напруги та незручності в ділянці жувальних м'язів). Так, визначені наступні ознаки:

- достовірно вищі значення максимальної, середньої амплітуди, площі скорочень, які в 2,3-3,5 рази перевищують нормальні значення. Здебільшого, ЕМГ-активність жувальних м'язів була більшою за скроневі.
- Наявність патологічних ритмічних піків активності у фазі покою.

На рисунках 33-34 та 35-36 наводимо клінічні приклади з прикладами електроміограм пацієнтів із клінічними проявами бруксизму.



Рис. 35 Фото прикусу пацієнта К., 42 років. Патологічне стирання зубів. Бруксизм. Вигляд прикусу: а) спереду; б) справа; в) зліва; г) рух нижньої щелепи вліво.



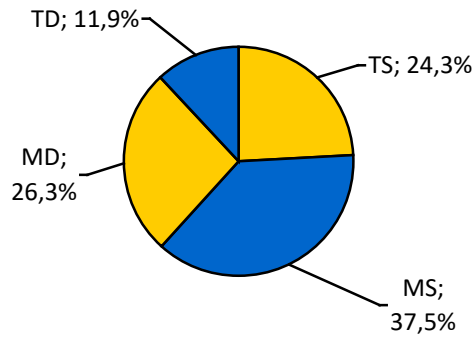
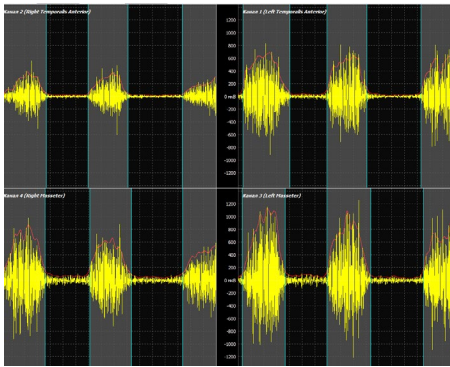
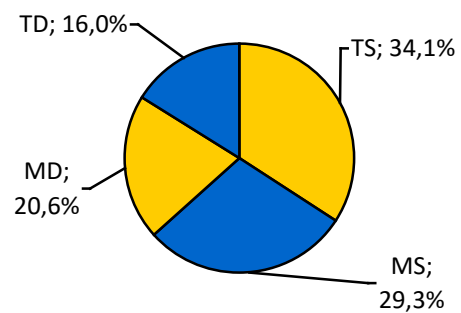
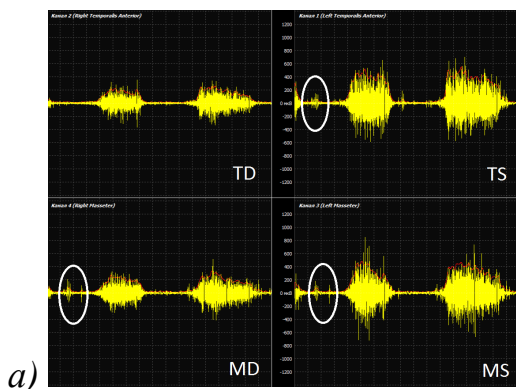


Рис. 30 Фрагмент запису електроміограми пацієнта Б., 33 років у пробах а) двостороннього стискання зубів б) стискання зубів з правої сторони; в) стискання зубів з лівої сторони. Дисбаланс роботи м'язів. Значно підвищена ЕМГ-активність жувальних м'язів. Збільшена пропорційна частка ЕМГ-активності лівого скроневого та жувального м'язів. Збільшена ЕМГ-активність м'язів балансууючої сторони при стисканні зубів справа.



Рис. 35 Фото прикусу пацієнта В., 30 років. Патологічне стирання зубів. Бруксизм. Вигляд прикусу: а) спереду; б) справа; в) зліва.



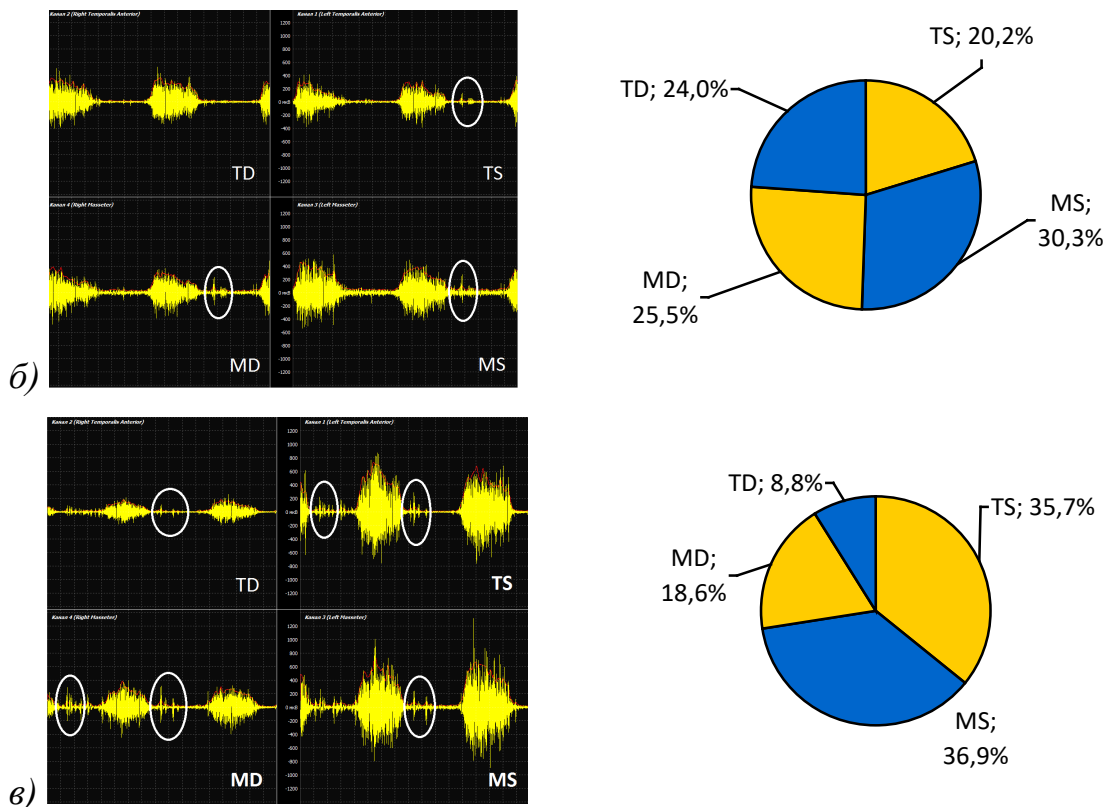


Рис. 36 Фрагмент запису електроміограми пацієнта В., 30 років у пробах а) двостороннього стискання зубів б) стискання зубів з правої сторони; в) стискання зубів з лівої сторони Дисбаланс роботи м'язів. Несиметрична робота жувальних м'язів, підвищена ЕМГ-активність лівого скроневого м'язу. Наявність ритмічних потенціалів фібриляції у фазі покою.

ВИСНОВКИ

1. Зубощелепова ділянка, зокрема її компоненти: краніо-мандибулярна (ТМЖ) та нейро-м'язова системи, а також оклюзія, виконують важливі для життєдіяльності людини функції, і є одним із індикаторів загально-соматичного здоров'я людини.
2. Сучасним об'єктивним, малоінвазивним високоінформативним методом функціональної діагностики м'язів, зокрема зубо-щелепної ділянки, і реєстрації біопотенціалів м'язових волокон і активності їх рухових одиниць є електроміографія.
3. Основні параметрами, які використовують для інтерпретації даних після реєстрації електроміограми: амплітуда, тривалість та час

біоелектричної активності; співвідношення активності симетричних м'язів; розподіл активності (або пропорційна частка роботи).

4. Нормальна робота жувальних м'язів характеризується симетричною і рівномірною ЕМГ-активністю однойменних м'язів з лівої та правої сторін.
5. Характерними особливостями м'язової роботи при дисфункції СНЩС є підвищені показники ЕМГ-активності жувальних м'язів, нерівномірний розподіл пропорційної частки роботи кожного м'язу та несиметрична робота однойменних м'язів з правої та лівої сторін.

Все вищевикладене доводить та наголошує важливість динамічного індивідуального спостереження за функціональним станом і перебудовою роботи м'язів краніо-мандибулярної системи.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Біда В. О., Струк В. І. Зміни функціонального стану жувальних м'язів у осіб з патологічним стиранням зубів різного ступеня тяжкості порівняно з нормою. Сучасна стоматологія. 2018; №4: 72-75.
2. Белоусова М. А. et al. Применение мягкой жевательной пробы при электромиографии жевательных мышц. Вестник современной клинической медицины, 2014, 7.2: 56-60.

3. Георгиев В. И. Значение электромиографического метода исследования для оценки функционального состояния жевательных мышц человека // Основные стоматологические заболевания. - Харьков, 1971. - С. 190-192.
4. Герасимова Л. П., Якупов Б. Р. Электромиографическое исследование функционального состояния собственно жевательной и височной мышц при мышечно-суставной дисфункции височно-нижнечелюстного сустава, связанной с окклюзионными нарушениями // Вестник РУДН. Серия: Медицина. 2014.
5. Дрогомирецька М. С., Білоус М. К., Лазарев І. К. Динаміка змін стану опорно-рухового апарату в осіб із трансверзальними аномаліями оклюзії в процесі комплексного лікування. Вісник стоматології, 2016, 3 (96): 78-81.
6. Дрогомирецькая М.С., Салама Ахмат Салех Халяф, Белоус М.К., Якимец А.В., & Острянюк В.И. Морфофункциональная оценка опорно-двигательного аппарата у детей с миофункциональными нарушениями зубочелюстной системы. Вестник стоматологии, 2016; 3 (96): 50-55.
7. Запара, П. С. Порівняльна оцінка якості відновлення жувальної ефективності при лікуванні пацієнтів знімними ортопедичними конструкціями, виготовленими за різними лабораторними технологіями, на підставі даних електроміографічного дослідження. 2019; №2 (99): 50-54.
8. Илик Р Р., Сіренко О. Ф., Павленко М. О. Электромиографическая оценка функциональной активности жевательных мышц у пациентов при выраженной атрофии альвеолярных отростков челюстей с зубными протезами на имплантатах." Запорожский медицинский журнал. 2018; 4: DOI: <https://doi.org/10.14739/2310-1210.2018.4.135823>.
9. Король М. Д., Нідзельський М. Я., Король Д. М., Ткаченко І. М., Писаренко О. А.. Функціональна активність власне жувальних м'язів при інтактних зубних рядах, а також при дефектах і деформаціях зубних рядів. Вісник проблем біології і медицини. 2017, vol. 2, no. 3, 2; 189-192.

10. Костюк Т.М. Електроміографічне дослідження роботи жувальних м'язів при дисфункційних розладах скронево-нижньощелепного суглоба. Актуальні проблеми сучасної медицини: Вісник української медичної стоматологічної академії. 2018; vol. 18, no. 3 (63): 212-219.
11. Кузь В. С., Дворник В. М., Кузь Г. М., Баля Г. М. та ін. Дослідження функціонального стану власне жувальних м'язів у пацієнтів із повною втратою зубів за даними поверхневої електроміографії в клініці ортопедичної стоматології. Український стоматологічний альманах. 2019; (3): 40-48.
12. Николаев А.В., Попов С.А. Стандартизированные показатели функциональной активности жевательных мышц у пациентов с трансверзальными аномалиями челюстей. Вестник Северо-Западного государственного медицинского университета им. И.И. Мечникова. 2019; Т. 11, №4: С. 55-58. doi: 10.17816/mechnikov201911455-58.
13. Прохончуков А. А., Логинова Н. К., Жижина Н. А. Функциональная диагностика в стоматологической практике. – М.: Медицина, 1980, 272 с.
14. Рибалов О. В., Семененко Ю. І., Яценко П. І., Яценко О. І., Іваницька О. С. Показники біоелектричної активності власне жувальних м'язів із різною м'язовою масою в чоловіків. Український стоматологічний альманах. 2016; vol. 2, no. 3: 55-57.
15. Семененко Ю. І., Семененко І. П., Дворник В. М., Поліщук Т. В. Послідовність діагностичного процесу під час дослідження власне жувальних і скроневих м'язів у пацієнтів з інтактними зубними рядами. Український стоматологічний альманах. 2016; vol. 2, no. 3: 58-61.
16. Скрипа, О. Л. Параметри електроміографії у хворих з переломами нижньої щелепи різної локалізації при дисфункції скронево-нижньощелепного суглобу. Український журнал медицини, біології та спорту. 2019; 4, № 5: 286-294.
17. Смаглюк Л.В., Воронкова А.В., Карасюнок А.Є., Ляховська А. В., Смаглюк В. І. Взаємозв'язок між зубощелепними аномаліями і

загальносоматичним станом людини (огляд літератури). Український стоматологічний альманах. 2019; 4: 45-51.

18. Смаглюк Л.В., Воронкова А.В., Карасюнок А.Є., Ляховська А. В., Соловей К.О. Interdisciplinary approach to diagnostics of malocclusion (review). *Wiadomosci Lekarskie*. 2019; Т. LXXII. 5 cz I: 918-922.

19. Смаглюк Л.В., Ляховська А. В. EMG-characteristic of masticatory muscles in patients with Class II malocclusion and temporomandibular disorders. *Wiadomosci Lekarskie*. 2019; Т. LXXII. 5 cz II: 1043-1047.

20. Смаглюк Л.В., Смаглюк В.І., Ляховська А. В., Трофименко М. В. EMG-activity of muscles of the cranio-mandibular system during functions of the dento-facial region. *Світ Медицини та Біології*. 2020; 1 (71): 128-132.

21. Смаглюк Л. В., Соловей К. О., Ляховська А. В. ЕМГ-активність жувальних м'язів у пацієнтів на початку стадії ретенції. *Буковинський медичний вісник*. 2017; Т. 21, №3 (83): 91–97.

22. Глушенко, В. П., et al. Электромиографическая характеристика функционального состояния собственно-жевательных и височных мышц (часть 3). *Врач-аспирант*, 2013; 59.4: 85-90.

23. Худорошков, Ю. Г.; Карагозян, Я. С. Оценка функционального состояния жевательных мышц у пациентов с постоянным прикусом в норме и с нарушениями окклюзии. *Современные проблемы науки и образования*, 2016; 4: 86-88.

24. Цымбалюк Я.В., Третьяк І.Б., Гацкий А.А., Лузан Б.Н., Петрив Т.И., and Цымбалюк В.И. Дифференцированные методы хирургического лечения больных с последствиями повреждений лицевого нерва. *Травма*. 2019; vol. 20, no. 6: 45-52.

25. Яценко П. И., Рыбалов О. В., Яценко О. И. Электромиографические характеристики височных и жевательных мышц у больных компрессионно-дислокационной дисфункцией височно-нижнечелюстных суставов различной степени тяжести. *Wiadomosci Lekarskie*. 2018; Т. LXXI, 3, cz II: 663–670.

26. Adhikari H, Kapoor A, Prakash U, Srivastava A. Electromyographic pattern of masticatory muscles in altered dentition. Part II. *J Conserv Dent*. 2011;14(2):120–127. doi:10.4103/0972-0707.82607.
27. Anterior Temporal and Suprahyoid EMG Activity During Jaw Clenching and Tooth Grinding / K. Aldana, R. Miralles, A. Fuentes [et al.] // *Cranio*. – 2011. – Vol. 29. – Is.4. – P. 261–269.
28. Cuccia A, Caradonna C. The relationship between the stomatognathic system and body posture. *Clinics (Sao Paulo)*. 2009; 64(1): 61–66. doi:10.1590/s1807-59322009000100011.
29. Doerry C, Fisch V, Schamberger S, et al. Association between constitution, medical history, axiography and postural control in women aged between 21 to 30 years. *Sci Rep*. 2019; 9(1): 20051. Published 2019 Dec 27. doi:10.1038/s41598-019-56681-8.
30. Ferrario V. F. The influence of occlusion on jaw and neck muscle activity: a surface EMG study in healthy young adults. / V. F. Ferrario, G. M. Tartaglia, A. Galletta etc. // *J Oral Rehabil*. – 2006. – 33(5). – 341-348.
31. Gadotti I, Hicks K, Koscs E, Lynn B, Estrazulas J, Civitella F. Electromyography of the masticatory muscles during chewing in different head and neck postures - A pilot study. *J Oral Biol Craniofac Res*. 2020 Apr-Jun; 10(2): 23-27.
32. Greven M, Landry A, Carmignani A. Comprehensive dental diagnosis and treatment planning for occlusal rehabilitation: a perspective. *Cranio*. 2016;34(4):215-217. DOI:10.1080/08869634.2016.1186880.
33. Julià-Sánchez S, Álvarez-Herms J, Cirer-Sastre R, Corbi F, Burtscher M. The Influence of Dental Occlusion on Dynamic Balance and Muscular Tone. *Front Physiol*. 2020; 10: 16-26. Published 2020 Jan 31. doi:10.3389/fphys.2019.01626.
34. Kiss G, PácZ M, Kiss P. Craniomandibular disorder/dysfunction. Characteristics and disorders of the masticatory organ. *Orv Hetil*. 2015 Jan 25;156(4):122-34. doi: 10.1556/OH.2015.30073.

35. Manfredini D, Lombardo L, Siciliani G. Dental Angle class asymmetry and temporomandibular disorders. *J Orofac Orthop.* 2017 May;78(3):253-258. doi: 10.1007/s00056-016-0079-4.
36. Manfredini, D., Lombardo, L. , & Siciliani, G. (2017a). Temporomandibular disorders and dental occlusion. A systematic review of association studies: End of an era? *Journal of Oral Rehabilitation*, 44, 908–923.
37. Manfredini D., Peretta R., Guarda-Nardini L., Ferronato G. Predictive value of combined clinically diagnosed bruxism and occlusal features for TMJ pain. *Cranio.* 2010 Apr;28(2):105-13.
38. Martis, Yu M.; Plavutska I. R. Порівняльний аналіз електроміографічної активності жувальних м'язів у осіб з ортодонтичною патологією та осіб з ортогнатичним прикусом. *Clinical Dentistry*, 2016; 3: 56-61.
39. Mendes da Silva J, Pérola Dos Anjos Braga Pires C, Angélica Mendes RL, Palinkas M, de Luca Canto G, Batista de Vasconcelos P, Valéria Rancan S, Semprini M, Siéssere S, Regalo SC. Influence of mandibular tori on stomatognathic system function. *Cranio.* 2017 Jan;35(1):30-37. doi: 10.1080/08869634.2015.1122417.
40. Murakami K, Hirano H, Watanabe Y, Edahiro A, Ohara Y, Yoshida H, Kim H, Takagi D, Hironaka S. Relationship between swallowing function and the skeletal muscle mass of older adults requiring long-term care. *Geriatr Gerontol Int.* 2015;15(10):1185–1192.
41. Murray G.M., Peck C.C. (2018) Physiology of the Masticatory System. In: Gremillion H., Klasser G. (eds) *Temporomandibular Disorders*. Springer, Cham
42. Musto F, Rosati R, Sforza C, Toma M, Dellavia C. Standardised surface electromyography allows effective submental muscles assessment. *J Electromyogr Kinesiol.* 2017 Jun; 34:1-5. doi: 10.1016/j.jelekin.2017.02.008.
43. Pisarevskiy YL, Naidanova IS, Marchenko MV, Pisarevskiy IY. Electromyography characteristics of the motor unit action potential of the lateral pterygoid muscle and bioelectrical activity of masticatory muscles during splint

therapy for pain temporomandibular joint dysfunction. *Stomatologija*, 2019; 98(6): 72-78. doi: 10.17116/stomat20199806172.

44. Poorjavad M, Talebian S, Ansari NN, Soleymani Z. Surface electromyographic assessment of swallowing function. *Iran J Med Sci*. 2017;42(2):194–200.

45. Sforza C, Montagna S, Rosati R, DE Menezes M. Immediate effect of an elastomeric oral appliance on the neuromuscular coordination of masticatory muscles: a pilot study in healthy subjects. *J Oral Rehabil*. 2010 Nov; 37(11):840-7.

46. Stepp CE. Surface electromyography for speech and swallowing systems: measurement, analysis, and interpretation. *J Speech Lang Hear Res*. 2012;55(4):1232–1246.

47. Tartaglia GM, Lodetti G, Paiva G, De Felicio CM, Sforza C. Surface electromyographic assessment of patients with long lasting temporomandibular joint disorder pain. *J Electromyogr Kinesiol*. 2011 Aug;21(4):659-64.

48. de Rossi M, Palinkas M, de Lima-Lucas B, et al. Masticatory muscle activity evaluation by electromyography in subjects with zygomatic implants. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*. 2017;22(3):e392–e397. Published 2017 May 1. doi:10.4317/medoral.21659

49. Visscher C.M., Huddleston Slater J.J., Lobbezoo F., Naeije M. Kinematics of the human mandible for different head postures. *J Oral Rehabil*. 2000; 27(4): 299–305.

50. Vozzi F, Favero L, Peretta R, Guarda-Nardini L, Cocilovo F, Manfredini D. Indexes of jaw muscle function in asymptomatic individuals with different occlusal features. *Clin Exp Dent Res*. 2018 Nov 28; 4(6): 263-267. doi:10.1002/cre2.140.

51. Using of modern methods of diagnostics in the practice of oral surgery : text-book [for english-speaking students of higher education institutions of the Ministry of health of Ukraine] / D. S. Avetikov, M. G. Skikevich, K. P. Lokes, O. M. Bojchenko. — Poltava, 2018. – 122 p.