

УДК 611.313.06-026.565:611.716:[616.314-007.1-084
DOI <https://doi.org/10.35220/2523-420X/2025.1.26>

А. О. Мельник,

кандидат медичних наук, доцент,
заступник декана стоматологічного факультету,
доцент кафедри ортодонції та пропедевтики
ортопедичної стоматології,
Національний медичний університет
імені О. О. Богомольця,
вул. Зоологічна, 1, м. Київ, Україна, індекс 03057,
melnik.alona@gmail.com

О. А. Каниюра,

доктор медичних наук, професор,
проректор з науково-педагогічної та лікувальної
роботи,
професор кафедри ортодонції та пропедевтики
ортопедичної стоматології,
Національний медичний університет
імені О. О. Богомольця,
вул. Зоологічна, 1, м. Київ, Україна, індекс 03057,
kaniura@ukr.net

В. В. Філоненко,

кандидат медичних наук, доцент,
заступник декана стоматологічного факультету,
доцент кафедри ортодонції та пропедевтики
ортопедичної стоматології,
Національний медичний університет
імені О. О. Богомольця,
вул. Зоологічна, 1, м. Київ, Україна, індекс 03057,
valerijfilonenko@gmail.com

**АНАТОМО-ФУНКЦІОНАЛЬНІ
ОСОБЛИВОСТІ ТА ВИЗНАЧЕННЯ
ТИСКУ ЯЗИКА НА ОТОЧУЮЧІ
СТРУКТУРИ ЗУБОЩЕЛЕПНОГО
АПАРАТУ**

Порушення сили тиску язика на оточуючі структури зубощелепного апарату вважається основним фактором етіології патологічних прикусів, але деталі зв'язку залишаються до кінця не визначеними. **Мета дослідження.** Провести аналіз спеціалізованої наукової літератури для узагальнення даних про анатомо-функціональні особливості та визначення тиску язика на оточуючі структури зубощелепного апарату. **Матеріали і методи дослідження.** У статті проаналізовано і вивчено наукову вітчизняну та зарубіжну літературу, що висвітлює питання анатомо-функціональної діагностики язика. **Результати та їх обговорення.** Переважна більшість науковців схильні до думки, що незважаючи на пристосувальні властивості, язик відіграє значущу роль у процесі формування зубощелепного апарату, а взаємовідношення сил губ, щік і язика становлять особливий інтерес при пла-

нуванні ортодонтичного лікування. Для діагностики використовується безліч способів і методів. Будь-який з них має право на розгляд і використання. Заслужують на увагу дослідження сили тиску язика проведені за допомогою пристрою Iowa Oral Performance Instrument. На наш погляд, найбільш точними для збору даних є вимірювання тиску язика на передню, задню та бічні сторони порожнини рота у статичному положенні та під час ковтання з використанням електронних пристроїв, але важливим, для коректності результатів, є спосіб та місце кріплення датчиків. Їх фіксація навіть на надтонких індивідуальних накладках може спотворювати результат. Діагностика без стабільної фіксації також є не найкращим рішенням, оскільки можливий зсув датчика від вимірювальної точки. Також вагомим фактором є чутливість пристрою. **Висновок.** Сили, що діють на зубний ряд, головним чином створюються м'язами язика, губ і щік. Вони підтримують форму та стабільність зубних рядів, впливають на прорізуванням зубів. З метою раціональної діагностики та ортодонтичного лікування доцільне їх визначення та врахування кореляційних зв'язків. Використання сучасних діагностичних електронних пристроїв дозволяє визначити показники в окремих ділянках та спрогнозувати вплив тиску язика на оточуючі тканини зубощелепного апарату, а за необхідності мінімізувати негативні наслідки та запобігти формуванню стійких форм зубощелепних деформацій.

Ключові слова: зубний ряд, формування зубощелепного апарату, діагностика, сила тиску язика, зубощелепні деформації.

А. О. Melnyk,

Candidate of Medical Sciences, Associate Professor,
Deputy Dean of Dental Faculty,
Associate Professor of the Department of Orthodontics
and Propedeutics of Prosthetic Dentistry,
Bogomolets National Medical University,
1 Zoolohichna street, Kyiv, Ukraine, postal code 03057,
melnik.alona@gmail.com

О. А. Kaniura,

Doctor of Medical Sciences, Professor,
Vice-Rector for Research, Academic and Clinical Affairs,
Professor of the Department of Orthodontics
and Propedeutics of Prosthetic Dentistry,
Bogomolets National Medical University,
1 Zoolohichna street, Kyiv, Ukraine, postal code 03057,
kaniura@ukr.net

V. V. Filonenko,

Candidate of Medical Sciences, Associate Professor,
Deputy Dean of Dental Faculty,
Associate Professor of the Department of Orthodontics
and Propedeutics of Prosthetic Dentistry,
Bogomolets National Medical University,
1 Zoolohichna street, Kyiv, Ukraine, postal code 03057,
valerijfilonenko@gmail.com

ANATOMICAL AND FUNCTIONAL FEATURES AND DETERMINATION OF TONGUE PRESSURE ON THE ADJACENT STRUCTURES OF THE DENTOGNATHIC APPARATUS

Disruption of the force of tongue pressure on the surrounding structures of the dentofacial apparatus is considered a major factor in the etiology of pathological bites, but the details of the relationship not fully defined.

Purpose of the study. To analyze specialized scientific literature to summarize data on anatomical and functional features and determine the pressure of the tongue on the adjacent structures of the dentognathic apparatus.

Research materials and methods. The article analyzes and studies scientific national and foreign literature, which highlights the issues of anatomical and functional diagnostics of the tongue.

Results and their discussion. The vast majority of scientists are inclined to believe that, despite its adaptive properties, the tongue plays a significant role in the formation of the dentognathic apparatus, and the relationship between the forces of the lips, cheeks, and tongue is of particular interest when planning orthodontic treatment. For diagnosis are used many methods and techniques. The right to review and use has any of them. Deserving attention of tongue pressure studies conducted using the Iowa Oral Performance Instrument. In our view, the most accurate way to collect data is to measure the pressure of the tongue on the front, back, and sides of the oral cavity in a static position and during swallowing using electronic devices, but the method and location of attaching the sensors are important for the correctness of the results. Fixing of them even on ultra-thin individual overlays can distort the result. Diagnostics without stable fixation also isn't the best decision, as the sensor may shift from the measuring point. The sensitivity of the device is also an important factor.

Conclusion. Generated by the muscles of the tongue, lips, and cheeks the forces acting on the dentition mainly. They maintain the shape and stability of the dentition and influence teeth eruption. For the purpose of rational diagnosis and orthodontic treatment, it is advisable to define them and take into account correlations. The use of modern diagnostic electronic devices allows us to determine indicators in individual areas and predict the impact of tongue pressure on the adjacent tissues of the dentognathic apparatus, and if necessary, minimize negative consequences and prevent the formation of persistent forms of dentognathic deformations.

Key words: dentition, formation of the dentognathic apparatus, diagnostics, tongue pressure force, dentognathic deformations.

Постановка проблеми. Фізіологічний прикус в цілому визначають морфологічна і функціональна рівновага зубощелепного апарату та естетична гармонія. Важливим фактором, на якому він базується, є функція м'язів у стані відносного фізіологічного спокою та під час смоктання, жування, ковтання, дихання та мовлення. Вважається, що форма і розмір зубних рядів обу-

мовлені в першу чергу генетичною схемою росту, а потім впливом сил м'язів. У розвитку щелепних кісток суттєве значення має рівновага м'язів антагоністів та синергістів. Важливу роль у цьому відіграють м'язи язика. Функція м'язів здійснює постійний моделюючий вплив на весь жувальний апарат. Порушення міодинамічної рівноваги призводить до функціональних порушень [1–10].

Розміри, форма, розташування і рухомість язика безпосередньо впливають на розвиток зубощелепного апарату і формування зубощелепних деформацій. Збільшення або зменшення його розмірів, положення у статичі та при функції призводять до змін анатомо-топографічних співвідношень з оточуючими тканинами. Порушення сили тиску язика на оточуючі структури зубощелепного апарату вважається основним фактором етіології патологічних прикусів, але деталі зв'язку залишаються до кінця не визначеними [11–13]. Питання полягає у тому, чи впливає сила язика на ріст і розвиток зубощелепного апарату рушійним чинником, чи навпаки, провідним є механізм його адаптації до середовища, що склалося для забезпечення притаманних функцій [14].

У зв'язку зі специфікою структури органу, його діагностика є досить складною. Відомі в історичному аспекті методи лінгводіагностики [5] не дозволяють у повній мірі визначити значущість впливу, зокрема надмірного тиску язика на оточуючі тканини та спрогнозувати відхилення, що можуть бути спричинені, вивчити клініко-морфометричні характеристики зубощелепного апарату у дітей з анатомо-функціональними порушеннями язика та кореляційні зв'язки показників на етапах ортодонтичного лікування. Без досліджень, із використанням новітніх технологій не можливо скласти план спеціалізованої етапної мультидисциплінарної індивідуалізованої допомоги.

Мета дослідження. Провести аналіз спеціалізованої наукової літератури для узагальнення даних про анатомо-функціональні особливості та визначення тиску язика на оточуючі структури зубощелепного апарату.

Матеріали і методи дослідження. У статті проаналізовано і вивчено наукову вітчизняну та зарубіжну літературу, що висвітлює питання анатомо-функціональної діагностики язика.

Критерії включення наступні: якщо назва та анотація відповідали проблемі, або, якщо це неможливо встановити лише за назвою та анотацією, отримували повнотекстові версії публікацій. Вибір проводили на підставі загальних і конкретних тематичних пошуків. Загальний надав велику кількість публікацій. У більшості з них наведені

дані про «функцію язика», «міодинамічну рівновагу», «клінічне обстеження язика», «порушення прикусу». Цілеспрямований передбачав опрацювання робіт з описом методів визначення «сили тиску язика», інтерпретації отриманих даних та їх значення у розвитку тих чи інших зубощелепних деформацій.

Результати та їх обговорення. Язик – м'язовий орган, утворений складним розташуванням внутрішніх (обумовлюють форму) і зовнішніх (відповідають за переміщення в різних напрямках) м'язів [10, 15]. Розмір язика змінюється. Він росте найшвидше протягом восьми років від народження та досягає максимального розміру у віці близько 18 років [16–18]. У нормі в спокої язик зазвичай притиснутий до піднебіння на $\frac{3}{4}$ довжини його передньої поверхні і розташовується за верхніми різцями не торкаючись їх [7, 19, 20].

Язик відіграє активну роль у процесах смоктання, жування, ковтання, дихання та мовлення. Від народження і до 2–3 років у дітей спостерігається інфантильний тип ковтання, під час функції язик відштовхується від зімкнених губ. Соматичний тип формується після прорізування тимчасових зубів. При цьому під час ковтання язик має відштовхуватися від зімкнених зубних рядів, а саме піднебінної поверхні верхніх фронтальних зубів і піднебінного склепіння. Досить часто у дітей спостерігається неправильне положення язика, його низьке розташування в порожнині рота або висування вперед під час ковтання чи мовлення. За неправильного ковтання – зуби не зімкнути і язик контактує з губами та щокми. Середня кількість ковтання слини за день становить 1200–1300 (50–55 на годину, близько 1 раз в хвилину). При цьому виникає компенсаторне напруження мимічних м'язів у ділянці кутів рота, підборіддя, іноді тремтять і стуляються повіки, витягається шия і нахиляється голова. Клінічно відмічаються точкові поглиблення на шкірі в ділянці кутів рота та підборіддя, «усмоктування» губ та щік, можна помітити «поштовх» кінчиком язика з подальшим «випинанням губ» [9, 14, 16, 17, 21, 22]. Причиною різноманітних зубощелепних деформацій також є інші шкідливі дитячі мовні звички [5, 23].

Загалом виділяють декілька видів неправильного положення язика: нещільне прилягання до піднебіння, звичне розміщення між фронтальними або бічними (покриває щічні і лінгвальні горби нижніх молярів і / або премоларів) зубами, низьке та бічне положення. Відмічається, що якщо язик розміщується між бічними зубами, то в дитячому віці це призводить до проблем із про-

різуванням зубів, адже він тисне на зачатки тимчасових зубів, не даючи останнім прорізатися (в майбутньому це може привести до порушення формування коренів постійних зубів, існує ризик розсмоктування коренів, що веде до адентії) [20].

Наявність відбитків зубів на бічних поверхнях чи у фронтальній ділянці свідчить про недостатній простір для язика чи про збільшення його розмірів. При цьому можна спостерігати стале положення органа поза ротовою порожниною [16–18].

З ортодонтичної точки зору язик можна вважати фізіологічним функціональним ортодонтичним апаратом, що постійно знаходиться у порожнині рота. Зубний ряд і щелепи ростуть відповідно до того, як відбувається його взаємодія з оточуючими структурами [16–18]. Виходячи з теорії рівноваги, положення язика на піднебінні забезпечує правильний розвиток щелеп, а «висування» вперед з різною силою та тривалістю впливає на зуби та зубні ряди у сагітальній, вертикальній та трансверсальній площинах одночасно [18], і з великою вірогідністю може бути етіологічним фактором зубощелепних деформацій. Язик, що лежить на нижній щелепі надмірно її навантажує і утруднює правильну координацію рухів комплексу «язик-щелепа», може сприяти дистальному зміщенню нижньої щелепи та компресії в скронево-нижньощелепному суглобі. Численні дослідження вказують на кореляційні зв'язки між порушеннями тонусу та положення язика, короткою вуздечкою (у такому разі орган виявляється «затиснутим» в опущеному положенні), нейрогенними захворюваннями, ротовим диханням [8, 24].

Під час дихання ротом язик змінює своє положення – прилягає не до піднебінної поверхні верхніх зубів, а до нижніх. У порожнині носа, через обструкцію носових ходів, формується негативний тиск і в результаті посиленого втягування повітря та постійного тиску повітряного потоку з боку порожнини рота формуються зміни форми піднебіння і зубних дуг. Без внутрішньої підтримки верхня зубна дуга звужується з боків, подовжується і виступає у фронтальній частині [25, 26].

Структура обумовлює функцію [24], від розподілу тиску язика на оточуючі тканини залежить його форма [27]. У сучасній ортодонтичній практиці актуальними стають питання якісної та своєчасної діагностики, профілактики та корекції неправильного положення язика під час смоктання, жування, ковтання, дихання та мовлення з метою досягнення стабільної функціональної оклюзії. Для успішної діагностики важливо знати зв'язок між положенням і функцією язика та пору-

шеннями прикусу. Порушення можна запобігти або мінімізувати за допомогою ранніх втручань, наприклад міофункціональної терапії у ранньому віці [5, 16].

При об'єктивному обстеженні язика визначається: колір (зміни судинного малюнку, ділянки пігментації), зміна рельєфу (наявність афт, ерозій та ін.), форма (грибоподібний, лопатоподібний), положення (переднє, заднє, між зубними рядами), девіація, наявність або відсутність асиметрії, стан вуздечки (довжина, товщина), наявність відбитків зубів, визначається тонус (нормо-, гіпер-, гіпо-) та ступінь мобільності. Розмір можна оцінити прямим вимірюванням або шляхом вимірювання відбитка та вивчення розмірів та форми зубів, зубних дуг і апікальних базисів щелеп. Існують також цефалометричні ознаки, які допомагають діагностувати положення та розмір язика в спокої (збільшення гоніального кута та кута нахилу площини нижньої щелепи, зубоальвеолярна протрузія). Функціональний стан його м'язів має прямий кореляційний зв'язок з формою, розмірами зубних рядів і їх видом змикання, тому актуальними методами діагностики є магнітно-резонансна томографія, комп'ютерна томографія, визначення біоелектричної активності *m. sternocleidomastoideus*, *m. digastricus ven. anterior*, *m. mylohyoideus*, *m. orbicularis oris* у спокої та при вольовому стисканні. Оскільки язик здатен адаптуватися до простору, наявного в ротовій порожнині, клінічна анатомо-функціональна діагностика не завжди проста [19, 28, 29].

Смаглюк Л. В. та співавт. створили алгоритм вивчення стану та положення язика під час функцій ковтання та мовлення пацієнтів 6–9 років із зубощелепними деформаціями, що передбачає два послідовні етапи. І (статичне дослідження) – проводиться на підставі візуального аналізу оцінки стану язика у спокої та при відкриванні рота: оцінка вроджених вад розвитку, розміру та положення по відношенню до зубного ряду нижньої щелепи, визначення форми у стані спокою, оцінка рельєфу (наявність борозен на верхній поверхні та відбитків зубів), оцінка стану прикусу, форми зубних дуг та торку зубів верхньої та нижньої щелеп. ІІ (динамічне дослідження) – дослідження язика при максимальному висуванні з порожнини рота (визначення поздовжнього, трансверзального та вертикального розмірів, форми, оцінка симетричності рухів (асиметрія кінчика та його асиметричне зміщення по відношенню до серединної лінії обличчя, величина сагітальних, трансверзальних та вертикальних рухів (необмежені або обмежені в певних напрямках),

оцінка стану вуздечки, оцінка положення язика під час ковтання (клінічна (функціональна проба «ковтка води») та параклінічна (проба Френкеля, фотопалатографія, електропалатографія, рентгенкінематографія, лінгводинамометрія, електроміографія)), оцінка положення язика під час мовлення (клінічна (функціональні мовні проби) та параклінічна (фотопалатографія, електропалатографія, електроміографія, рентгенкінематографія, лінгводинамометрія)). Проведено клінічне обстеження у дітей ($n = 510$) виявлено високу поширеність зубощелепних деформацій (87,3 % випадків). Серед етіологічних чинників їх виникнення в найбільшій кількості випадків (75,1 %) відмічені порушення функцій зубощелепного апарату. Більшість складала комбінації, пов'язані із неправильним положенням язика під час ковтання та мовлення (55,4 %). При вивченні форми зубних дуг найчастіше діагностували овальну форму верхнього (54,0 %) та квадратну форму нижнього (66,0 %) зубних рядів. Визначено зміни сагітальних та трансверзальних параметрів зубних дуг, а саме: подовження переднього відрізка верхньої зубної дуги (98,0 %), вкорочення переднього відрізка нижньої зубної дуги (82,0 %), звуження верхньої зубної дуги в ділянці перших постійних молярів (92,0 %), розширення нижньої зубної дуги в ділянці перших постійних молярів (60,0 %), звуження верхньої та нижньої зубних дуг в ділянці перших тимчасових молярів (74,0 %). У результаті дослідження форми язика встановлено, що пацієнти з овальною формою склали переважну більшість (78,0 %). Доведено, що саме порушення положення язика під час ковтання та мовлення впливають на патологічні зміни прикусу та зубних дуг [30].

Біпрогнація є одним із варіантів фізіологічного прикусу, але водночас, за наявних багатофакторних етіологічних факторів, цілком може бути пов'язана з розмірами язика. Adesina B. A. та співавт. оцінили взаємозв'язок між розмірами язика і нахилом передніх зубів у пацієнтів ($n = 100$) з використанням цефалограм, у яких міжрізцевий кут був меншим / більшим або дорівнював 108° . У групі з кутом меншим 108° середні розміри язика були більшими. Між особами з біпрогнацією та нормальним міжрізцевим співвідношенням встановлені статистично значущі відмінності для товщини, довжини язика та довжини міжщелепного простору ($p < 0,05$), статистично значуща різниця в площі язика та міжщелепного простору не встановлена ($p > 0,05$) [18].

У 59,09 % пацієнтів ($n = 22$) віком від 9 до 41 року, що мали ортодонтичну патологію, при

вивченні конусно-променевої комп'ютерної томографії встановлено неправильне положення язика в спокої, що було однією з причин формування зубощелепних деформацій. При цьому правильне положення язика частіше зустрічалось у пацієнтів із деформаціями прикусу I класу (22,73 %) та II класу (18,2 %) за Енглеєм [7].

Язик є одним з найсильніших м'язів у організмі. Протягом багатьох років представники медицини та інженерії намагаються кількісно визначити силу тиску, який чинить орган у ротовій порожнині. Оцінку вищезазначеного здійснювали якісними або кількісними методами. Застосування кількісних допомагає оцінити ортофасціальну фізіологію, особливо в тих випадках, коли надмірний тиск або його дефіцит важко помітити клінічно. Загалом, сила, з якою язик при ковтанні тисне на зубні ряди, є варіабельною [31].

Asami T. та співавт. вимірювали тиск язика у дітей ($n = 209$), дослідили його зміни та з'ясували пов'язані з цим фактори. У 3-річних дітей він становив $11,8 \pm 7,7$ кПа, у 4-річних – $16,7 \pm 7,5$ кПа, у 5-річних – $22,1 \pm 9,5$ кПа, у 6-річних – $25,4 \pm 8,2$ кПа, демонстрував помірну кореляцію з віком, зростом та вагою. Майже не було кореляції між оклюзійною силою та товщиною язика [32].

За Winders у дорослих тиск язика на передні зуби становить 41–709 г/см², на тверде піднебіння – 37–240 г/см², на перші моляри – близько 264 г/см². Kydd та Todd вказують, що тиск на навколишні тканини при ковтанні по команді в 2 рази більший, ніж при мимовільному ковтанні [7, 14, 27]. В історичному аспекті відомі пристрої для визначення внутрішньоротового м'язового тиску язика – лінгводинамометри, манометри, електроміографи, фотоелектричні міодинографи та ін. [31, 33, 34]. Оскільки для переміщення зуба достатньо прикласти силу 1,7 г/см², особливу зацікавленість викликають методи визначення тиску язика на оточуючі тканини, його компенсація тиском губ та щік проведені з використанням сучасних діагностичних пристроїв.

Головко Н. В. та співавт. для визначення сили м'язового тиску язика запропонували спеціальний пристрій, що містить вимірювальний перетворювач та датчик. У якості вимірювального перетворювача використали вимірювальний міст, до (було написано ЩО) складу якого включили: тензодатчик, тензорезистори, мультиметр DT 830 В та блок живлення. Тензодатчик виконали на основі пружної пластмасової пластини, з нижньої сторони якої прикріпили вимірювальний та компенсаційний тензорезистори номіналом 350 Ом [27].

Використовуючи цей пристрій, обстежили ортодонтичних пацієнтів ($n = 135$) із I–III видами аномального прикріплення та вкороченням вуздечки язика та осіб ($n = 30$) із нормальною довжиною та правильним її прикріпленням. Дослідження показало, що з віком величина тиску язика на піднебіння при легкому дотику збільшується на 0,37 Н, при тиску з зусиллям – на 0,61 Н. Різниця у величині тиску на піднебіння при легкому дотику зі збільшенням ступеня вкорочення вуздечки збільшується, в порівнянні з особами з нормальною довжиною вуздечки з 1,26 Н при I виді аномального прикріплення та вкороченням вуздечки до 2,06 Н при III; при проведенні проби з зусиллям – з 1,79 Н до 2,90 Н. Також зі збільшенням ступеня вкорочення вуздечки язика – збільшувався тиск на передні зуби [8].

Achmad H. та співавт. проаналізували часову послідовність, максимальну величину та тривалість тиску язика та час ковтання пацієнтів дитячого віку ($n = 30$). Тиск реєстрували за допомогою системи піднебінних датчиків «tongue smart». Дослідники встановили, що максимальний тиск язика у чоловіків з деформаціями прикусу переважує над тиском у жінок [35].

Fujita Y. та співавт. визначили щелепно-лицеві морфометричні фактори, пов'язані з тиском язика дітей ($n = 56$) із деформаціями прикусу I та II класів за Енглеєм у період змінного прикусу. Тиск (кПа) визначали за допомогою спеціального манометра (JMS, Hiroshima, Japan). Жувальна здатність і тиск язика суттєво позитивно корелювали при прикусі I класу, але при прикусі II класу кореляція була відсутньою. Максимальний тиск у групі з прикусом II класу був значно нижчим, ніж у групі з прикусом I класу ($p < 0,05$); позитивно корелював із кутом нахилу різців та з силою скелетних м'язів. У групі з прикусом I класу – з кутом, що характеризує сагітальне положення нижньої щелепи відносно основи черепа та максимальною оклюзійною силою [36].

Fujita Y. та співавт. досліджували фактори, пов'язані зі слабким тиском язика, щоб з'ясувати його зв'язок із фізичними відхиленнями у осіб жіночої статі ($n = 92$) віком 10–20 років. На основі індексу Rohrer та індексу маси тіла учасники були розділені на групи з нормальною, недостатньою та надмірною вагою. Біноміальний логістичний регресійний аналіз показав, що фактори, пов'язані з низьким тиском язика, включали недостатню (odds ratio [OR] = 7.451, $p = 0.005$, 95 % confidence interval [CI] = 1.857–29.898) та надмірну вагу (OR = 18.384, $p = 0.004$, 95 % CI = 2.483–136.112) і мають низький взаємозв'язок (OR = 0.864, $p = 0.015$, 95 % CI = 0.768–0.972) [37].

Kurabeishi H. та співавт. для уточнення впливу функції язика на щелепно-лицеву морфологію у дітей ($n = 100$) виміряли тиск язика та максимальну силу змикання губ за допомогою пристрою балонного типу, а також оцінювали зв'язок між функцією колового м'яза рота і щелепно-лицевою морфологією. Максимальний тиск язика при ковтанні був значно нижчим у групі з патологією II класу за Енглеєм, сила змикання губ була значно вищою в групі з патологією III класу. Тиск при ковтанні позитивно корелював із максимальним тиском язика та об'ємом піднебіння, яке вимірювали за допомогою тривимірного оптичного сканера. Кореляції цих показників доводить важливість кількісної оцінки функцій язика [38].

Sasaki, Y. та співавт. дослідили максимальний тиск язика у дітей віком 4–6 років ($n = 477$) та вивчили його зв'язок із розвитком зубощелепних деформацій. У 53,5 % дітей діагностували патології прикусу по сагіталі, вертикалі та трансверзалі. Найпоширенішими були глибокий (19,9 %), передній відкритий (7,8 %), мезіальний (7,7 %) прикуси, скупченість зубів спостерігалась у 10,9 % дітей. Максимальний тиск язика при вимірюванні за допомогою пристрою на основі повітряної кулі був найвищим у 6-річних дітей. Середні значення у дітей віком 4–6 років знаходились у межах від $9,39 \pm 5,42$ до $18,37 \pm 6,67$ кПа. Доведений значущий вплив віку ($p < 0,001$), проте вплив статі та патології прикусу або взаємодія між цими змінними не досягли значущості. Максимальний тиск помітно збільшується з ростом дітей. Було виявлено, що положення тіла та голови впливає на положення та тиск язика. Автори мають припущення, що тиск язика є одним із етіологічних факторів зубощелепних деформацій [12].

Окремі групи науковців провели дослідження тиску язика за допомогою пристрою Iowa Oral Performance Instrument [39–42].

Так, Lee Y. S. та співавт. оцінили вплив тиску язика та губ на морфологію зубів пацієнтів ($n = 194$) з патологічними прикусами. Визначали тиск при передньому і задньому підйомі язика і тиск губ, для дослідження зв'язку між ними і цефалометричними змінними використовували статистичний аналіз. Тиск язика у жінок виявився меншим, ніж у чоловіків, статева різниця в тиску губ не спостерігалася. Група з низьким тиском при задньому підйомі язика мала коротку висоту гілки нижньої щелепи та її поворот за годинниковою стрілкою. З іншого боку, тиск губ мав значний вплив на кут верхньощелепних різців. Дослідження свідчить про можливість існування відмінностей у щелепно-лицевій морфології від-

повідно до відмінностей у силі м'язів язика та тиску губ [39].

Tsujimoto K. та співавт. проаналізували взаємозв'язок функціональних станів язика при ковтанні в осіб із скронево-нижньощелепною дисфункцією. Тиск язика вимірювали під час підйому, висування, ковтання та тесту на опір. Виявлений зв'язок між наступними функціями: під час підйому ($r = 0,741$), висування ($r = -0,366$), ковтання ($r = -0,499$). Встановлено, що чим сильніша зміна рухливості язика, тим нижчий тиск під час висування та ковтання, і тим гірше ковтання у осіб із скронево-нижньощелепною дисфункцією [40].

Зменшення сили тиску язика часто спостерігається у дітей, які дихають ротом. Azevedo N. D. проаналізували взаємозв'язок між віком і тиском язика при різних типах дихання. Середній тиск у групі дітей ($n = 40$) віком 5–12 років з ротовим диханням був нижчим, ніж у групі ($n = 20$) з носовим. Була сильна і пряма кореляція між тиском язика та віком у групі з носовим диханням. Доведено, що тип дихання впливає на тиск язика [41].

Jeong D. M. та співавт. встановили нормативні дані для здорових дорослих корейців шляхом вимірювання показників максимальної сили та витривалості язика, губ і щік, а також кореляції між цими вимірюваннями шляхом обстеження чоловіків і жінок ($n = 120$) віком 20–39, 40–59 та старше 60 років. Середня максимальна сила язика юнаків становила $46,7 \pm 10,2$ кПа, чоловіків середнього віку – $40,9 \pm 9,3$ кПа, літніх чоловіків – $35,2 \pm 9,0$ кПа; серед жінок відповідно – $32,1 \pm 7,9$ кПа, $36,9 \pm 8,6$ кПа та $34,5 \pm 6,9$ кПа. Середні показники витривалості язика юнаків становили $28,8 \pm 12,6$ с, чоловіків середнього віку – $17,0 \pm 8,5$ с, літніх чоловіків – $15,8 \pm 6,7$ с; серед жінок відповідно – $20,8 \pm 13,5$ с, $15,3 \pm 5,2$ с та $17,9 \pm 8,1$ с. Середня максимальна сила губ юнаків становила $11,6 \pm 3,0$ кПа, чоловіків середнього віку – $11,4 \pm 4,2$ кПа, літніх чоловіків – $14,5 \pm 3,9$ кПа; серед жінок відповідно – $11,4 \pm 3,8$ кПа, $11,1 \pm 5,1$ кПа та $11,7 \pm 2,6$ кПа. Середні показники витривалості губ юнаків становили $41,1 \pm 23,9$ с, чоловіків середнього віку – $24,3 \pm 10,3$ с, літніх чоловіків – $24,9 \pm 11,0$ с; серед жінок відповідно – $22,4 \pm 21,7$ с, $30,5 \pm 13,4$ с та $12,8 \pm 7,6$ с. Середня максимальна сила щік юнаків становила $24,5 \pm 4,6$ кПа, чоловіків середнього віку – $25,2 \pm 6,4$ кПа, літніх чоловіків – $22,4 \pm 5,3$ кПа; серед жінок відповідно – $20,5 \pm 4,3$ кПа, $21,2 \pm 5,5$ кПа та $18,0 \pm 4,8$ кПа. Середні показники витривалості щік юнаків становили $47,8 \pm 24,4$ с, чоловіків середнього віку – $27,3 \pm 11,3$ с, літніх чоловіків – $21,7 \pm 14,5$ с; серед

жінок відповідно – $43,9 \pm 25,0$ с, $20,0 \pm 14,6$ с та $17,2 \pm 11,4$ с [42].

Yu M. та співавт. на підставі проведеного дослідження визначили тиск язика на окремих ділянках твердого піднебіння у пацієнтів ($n = 208$) віком $25,53 \pm 0,96$ року із різними формами зубощелепних деформацій та встановили взаємозв'язок між силою тиску, видом деформацій і формою зубних дуг. Для збору даних вимірювання тиску язика на передню, задню та бічні сторони твердого піднебіння у положенні сидючи та під час ковтання використовували електронний пристрій та систему вимірювання навантаження та сили (Flexiforce B201-L; Tekscan Inc., Boston, USA). Для фіксації датчиків виготовляли індивідуальну вакуумно сформовану накладку (рис.). Датчики розміщували у чотирьох ділянках: передній – близько до піднебінної поверхні центральних різців верхньої щелепи, задній – на середині лінії останніх молярів, латеральні – на лівому та правому піднебінному ясенному краї верхніх перших молярів. Аналіз проводили за допомогою програмного забезпечення зворотного проєктування (Rapidform2006; INUS Technology Inc., Seoul, Korea). Кореляційний зв'язок між тиском язика, шириною і довжиною зубної дуги досліджували за допомогою 3D цифрового зображення верхньої щелепи. Основні результати полягали в тому, що тиск язика корелюється з шириною зубної дуги, а тривалість ковтання з вагою, індексом маси тіла і довжиною піднебіння. У стані спокою спостерігався постійний тиск язика на тверде піднебіння, що посилювався спереду назад; значно показники підвищувалися під час ковтання, особливо у жінок. Чим більша ширина зубної дуги, тим менший тиск при ковтанні в передній і бічній ділянках [43].

Ruan W. H. та співавт. за допомогою спеціально виготовленої комп'ютерної системи вимірювання мініперіоральних сил встановили можливий взаємозв'язок між прикусом III класу за Енгле



Рис. 1. Внутрішньоротове вимірювання тиску язика на індивідуальній вакуумній накладці

та періоральними силами шляхом вимірювання тиску губ і язика у дітей ($n = 31$) в стані спокою та під час ковтання. Тиск у стані спокою на губну та піднебінну поверхні верхнього лівого різця, а також на губну та лінгвальну поверхні нижнього лівого різця становив 0 г/см², 0 г/см², $0,57$ г/см² і $0,23$ г/см², а під час ковтання – $2,87$ г/см², $5,97$ г/см², $4,09$ г/см² і $7,89$ г/см² відповідно. Статистичну різницю між м'язовим тиском і статтю не встановлено. Порівняно з пацієнтами з фізіологічним прикусом діти з прикусом III класу мали менші періоральні сили. Не було виявлено суттєву різницю, щодо тиску язика в спокої між пацієнтами з прикусом III класу та фізіологічним [44].

Передній відкритий прикус може бути спричинений низкою факторів і бути наслідком багатьох функціональних і морфологічних порушень зубощелепного апарату. Формування відкритого прикусу обумовлює: спадковість, різні внутрішньоутробні патології, захворювання грудного віку (рахіт), неправильне штучне вигодовування, неправильне використання соски, тривалий період між термінами прорізування верхніх і нижніх зубів, каріозне або некаріозне ураження зубів, понадкомплектні зуби / адентія, ретеновані зуби, аномалії положення фронтальних або бічних зубів, положення вуздечки язика, дефекти зубних дуг, шкідливі звички смоктати пальці, язик та сторонні предмети, макроглосія, пошкодження зон росту верхньої / нижньої щелепи внаслідок травм, оперативних втручань або інфекційних захворювань, збережений інфантильний тип ковтання, дихальна дисфункція (розростання аденоїдів, викривлення носової перегородки), звичка дихати ротом та ін. [1–3, 5, 13]. Вторинні дисфункції можуть зберігатися після корекції аномальної функції. Постійний і легкий тиск язика на передні зуби може мати дуже значні та шкідливі наслідки. Рух вперед кінчика язика між зубами до нижньої губи під час ковтання та звуковимови є оральною звичкою, пов'язаною зі збереженням інфантильного типу ковтання, що окрім відкритого прикусу призводить до протрузії передніх зубів. У цих пацієнтів язик приймає нижнє положення в стані спокою, а кінчик торкається язичної поверхні нижніх передніх відділів замість того, щоб лежати позаду верхніх різців. Під час ковтання поштовх язика може бути простим або складним, переднім або бічним. Таким чином, вчасна зміна поведінки язика покращить стабільність лікування відкритого прикусу. [19].

Висування язика під час ковтання у пацієнтів з переднім відкритим прикусом, вказує на зміну динаміки його функції відмінної від здорових

людей. Kurihara K. та співавт. провели дослідження пацієнтів ($n = 8$) без ортодонтичної патології та із переднім відкритим прикусом ($n = 11$), з яких 8 мали шкідливу висувати язик вперед. Тиск язика під час ковтання реєструвався системою датчиків товщиною 0,1 мм (Swallow Scan; Nitta Corporation, Osaka, Japan). Вимірювання проводили у п'яти точках у передньо-середній, середній, задньо-середній, лівій та правій задньо-латеральних частинах язика. Датчики прикріплювали до слизової оболонки піднебіння. Були проаналізовані часові послідовності, максимальна величина та тривалість тиску язика, а також тиск під час ковтання. Пацієнти з переднім відкритим прикусом і висунанням язика під час ковтання продемонстрували різноманіття форм хвиль тиску і помітно слабший тиск у задньо-середній частині, ніж у здорових людей [45].

Lambrechts H. та співавт. визначили, чи існують відмінності в тиску губ і язика залежно від статі, віку, наявності зубощелепних деформацій I–III класів за Енглем та шкідливих оральних звичок. Дослідження по визначенню максимального тиску губ і язика пацієнтів ($n = 107$) віком 7–45 років проводили з використанням міометра (MFT-Products, Matzendorf, Switzerland). Статистичні докази різниці тиску язика у пацієнтів із деформаціями I–III класів (критерій Kruskal-Wallis, $p = 0,72$) та між чоловіками та жінками (U-критерій Mann-Whitney, $p = 0,063$) не були встановлені. Крім того, не були виявлені докази зв'язку між тиском язика та віком ($r = 0,08$ за Spearman, $p = 0,38$), характеристиками прикусу ($p = 0,80$) і шкідливими оральними звичками ($p = 0,42$) [46].

Valentim A. F. та співавт. оцінили вплив язика на зубні ряди в стані спокою та під час ковтання у осіб ($n = 28$) віком 19–31 рік шляхом використання датчика Flexiforce, який фіксували на піднебінній поверхні правого центрального різця верхньої щелепи. У звичному положенні сила язика на зуби становила 0,00 Н, при спрямованому ковтанні для осіб, у яких орган доторкався зубів – 0,34 Н і для осіб, у яких не доторкався – 0,08 Н [47].

Отже, переважна більшість науковців схильні до думки, що незважаючи на пристосувальні властивості, язик відіграє значущу роль у процесі формування зубощелепного апарату [1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 14], а взаємовідношення сил губ, щік і язика становлять особливий інтерес при плануванні ортодонтичного лікування [11–13].

Для діагностики використовується безліч способів і методів. Будь-який з них має право на роз-

гляд і використання. [31]. Заслужують на увагу дослідження тиску язика проведені за допомогою пристрою Iowa Oral Performance Instrument [39–42].

На наш погляд, найбільш точними є для збору даних вимірювання тиску язика на передню, задню та бічні сторони порожнини рота у статичному положенні та під час ковтання є використання електронних пристроїв [43], але важливим для коректності результатів є спосіб та місце кріплення датчиків. Їх фіксація навіть на надтонких індивідуальних накладках може спотворювати результат, а діагностика без стабільної фіксації також є не найкращим рішенням, оскільки можливий зсув датчика від вимірювальної точки. Також вагомим фактором є чутливість пристрою.

Висновок. Сили, що створюються м'язами язика, губ і щік, діють на зубні ряди, підтримують форму та стабільність прикусу, впливають на прорізуванням зубів. З метою раціональної діагностики та ортодонтичного лікування доцільне їх визначення та врахування кореляційних зв'язків. Використання сучасних діагностичних електронних пристроїв дозволяє визначити показники тиску язика на оточуючі тканини в окремих ділянках та спрогнозувати вплив на оточуючі тканини зубощелепного апарату, а за необхідності мінімізувати негативні наслідки та запобігти формуванню стійких форм зубощелепних деформацій.

Література:

1. Головка Н. В. Ортодонтія. Розвиток прикусу, діагностика зубощелепних аномалій, ортодонтичний діагноз. Полтава: ПФ «Форпіка», 2003. 296 с.
2. Ортопедична стоматологія / М. М. Рожко, та ін.; за редакцією М. М. Рожка, В. П. Неспрядька. Київ : Медицина, 2020. 720 с.
3. Філоненко В. В. Лікування аномалій положення окремо стоячих зубів та прикусу індивідуальними трейнерами : автореф. дис. ... канд. мед. наук : 14.01.22. Київ : ім. О. О. Богомольця; 2007. 19 с.
4. Slavicek R. The masticatory organ. Function and dysfunction. Klosterneuburg: Gamma Med.-wiss, 2006. 544 p.
5. Фліс П. С. Ортодонтія. Вінниця : Нова книга, 2007. 312 с.
6. Alhammadi M. S., Halboub E., Fayed M. S., Labib A., El-Saaidi C. Global distribution of malocclusion traits: a systematic review. *Dental Press J Orthod.* 2018. 23(06). 40.e1-40.e10. doi:10.1590/2177-6709.23.6.40.e1-10.onl
7. Оцінка положення язика в стані спокою в ортодонтичних пацієнтів / М. І. Саблін, Т. В. Ківа, В. І. Стебловськ та ін.; наук. керівник: Ю. К. Сокологорська-Нікіна. Тези доп. Всеукр. науково-практ. конф.

лікарів-інтернів «Актуальні питання клінічної медицини», Полтава, 2019. С. 80–81.

8. Головка Н. В., Наджиб Г. І. Тиск язика в ортодонтичних пацієнтів із I, II та III видом аномального прикріплення та вкорочення вуздечки язика. *Український стоматологічний альманах*. 2011. № 5. С. 59–61.

9. Дорошенко Н. М. Використання рухомих похилих площин при лікуванні сагітальних аномалій прикусу: автореф. дис. ... канд. мед. наук : 14.01.22. Київ : нац. мед. акад. післядиплом. освіти ім. П. Шупика; 2017. 21 с.

10. Melnyk A., Filonenko V. Clinical and phonetic features of dentognathic deformations, their orthodontic treatment. Chapter. In: Ardelean L. C., Laura-Rusu C. C., editors. Human teeth – from function to esthetics. 2023. UK: IntechOpen. P. 315–333. doi:10.5772/intechopen.109636

11. Мельник В. С., Зомбор К. В., Горзов Л. Ф. Ортодонтия : методичні рекомендації. Ужгород : ФОП Данило С. І., 2019. 128 с.

12. Sasaki Y., Otsugu M., Sasaki H., Fujikawa N., Okawa R., Kato T., Nakano K. Relationship between dental occlusion and maximum tongue pressure in preschool children aged 4–6 years. *Children*. 2022. № 9(2). P. 141. doi:10.3390/children9020141

13. Курасдова В. Д., Дмитренко М. І., Макарова О. М., Стасюк О. А. Зрозуміла ортодонтия. Полтава: Астроя, 2016. 88 с.

14. Kydd W. L., Neff C. W. Frequency of deglutition of tongue thrusters compared to a sample population of normal swallowers. *J. Dent. Res.* 1964. № 43. P. 363–369. doi:10.1177/00220345640430030701

15. Kajee Y., Pelteret J. P., Reddy B. D. The biomechanics of the human tongue. *Int. J. Numer. Methods Biomed. Eng.* 2013. № 29(4). P. 492–514. doi:10.1002/cnm.2531

16. Бойко Ю. С., Танасійчук Ю. М. Вікова фізіологія : навч. посіб. Умань : Візаві, 2021. 245 с.

17. Deshkar M., Thosar N. R., Kabra S. P., Yeluri R., Rath N. V. The influence of the tongue on the development of dental malocclusion. *Cureus*. 2024. № 16(5). e61281. doi:10.7759/cureus.61281

18. Adesina B. A., Otuyemi O. D., Kolawole K. A., Adeyemi A. T. Assessment of the impact of tongue size in patients with bimaxillary protrusion. *Int Orthod*. 2013. № 11(2). P. 221–232. doi:10.1016/j.ortho.2013.02.012

19. Ali A. A. Tongue thrust: a review. College of Dentistry, University of Baghdad. 2023. 53 p. Available at: <https://codental.uobaghdad.edu.iq/wp-content/uploads/sites/14/2023/12/Athraa-Ameer.pdf>

20. Хещуриані М. Правильне положення язика. 2024. Доступно на: <https://cis.ua/ua/articles/ortodontiya/pravilne-polozhennya-yazika/>

21. Lear Clement S. C., Flanagan Jack B., Moorrees Coenraad F. A. The frequency of “normal” swallowing in man. *Am. J. Orthod*. 1964. № 10(50). P. 787–788.

22. Gibbs C. H., Mahan P. E., Lundeen H. C., et. al. Occlusal forces during chewing and swallowing as measured by sound transmission. *J. Prosthet. Dent*. 1981. № 46(4). P. 443–449. doi:10.1016/0022-3913(81)90455-8

23. Курасдова К. Л., Бугай І. Г. Спосіб усунення шкідливої звички прокладання язика. *Клінічна стоматологія*. 2014. № 3. С. 102. Доступно на: http://nbuv.gov.ua/UJRN/klct_2014_3_92

24. Габрен Силлер О., Івановський М. Положення язика в спокої. 2025. Доступно на: <https://adentis.pl/uk/poslugi/mova-tviiy-druh/polozhennya-язика-v-sпокої/>

25. Nötzel F., Schultz C. Leitfaden der kieferorthopädischen Diagnostik: analysen und tabellen für die praxis. Köln: Dt. Zahnärzte Verlag, 2008. 159 s. doi: 10.47420/9783769137194

26. Chawla H., Suri S., Utreja A. Is tongue thrust that develops during orthodontic treatment an unrecognized potential roadblock? *J. Indian Soc. Pedod. Prev. Dent*. 2006. № 24(2). P. 80–83. doi: 10.4103/0970-4388.26021

27. Пат. 60216 Україна МПК А 61С 19/04 (2006.01) Пристрій для визначення сили м'язового тиску / Головка Н. В., Наджиб Г. І., Доценко В. І., Макаренко В. І. Заявл. 10.12.2010, Опубл. 10.06.2011, Бюл. № 11.

28. Обстеження дітей із хірургічними захворюваннями щелепно-лицевої ділянки ; навч. посібник / Л. М. Яковенко та ін.; за редакцією Л. М. Яковенко. Київ : Книга-плюс, 2022. 164 с.

29. Хірургічна стоматологія та щелепно-лицева хірургія дитячого віку ; нац. підр / Л. М. Яковенко та ін.; за редакцією Л. М. Яковенко. Київ : Медицина, 2022. 496 с.

30. Смаглюк Л. В., Трофименко М. В., Карасюнок А. Є., Воронкова Г. В. Алгоритм вивчення стану та положення язика під час функцій ковтання та мовлення. Мат. науково-практ. конф. з міжн. участю «Українська ортодонтична школа: вчора, сьогодні, завтра», присвяченої 80-річчю з дня народження проф. С. І. Дорошенка, Київ, 2016. С. 53–56.

31. Chakraborty P., Chandra P., Tandon R., Singh K., Chauhan A. Devices used for measuring tongue force: a review. *Int J Orthod Rehabil*. 2020. № 11. P. 16–20. doi:10.4103/ijor.ijor_44_19

32. Asami T., Ishizaki A., Ogawa A., Kwon H., Kasama K., Tanaka A., Hironaka S. Analysis of factors related to tongue pressure during childhood. *Dent Oral Craniofac Res*. 2017. № 3. P. 1–7. doi:10.15761/DOCR.1000S2003

33. Feldstein L. An instrument for measuring muscular forces acting on the teeth. *Am. J. Orthodontics*. 1950. № 36(11). P. 856–859. doi:10.1016/0002-9416(50)90040-6

34. Margolis H. I., Prakash P. A new instrument for recording oral muscle forces: the photoelectric myodynograph. *J Dent Res*. 1954. № 33(3). P. 425–434. doi:10.1177/00220345540330031501

35. Achmad H., Areni I. S., Sumintarti S., Ramadhany S., Ardiansya R., Edy S., Kuandinata W. Detection of lip,

tongue, masseter, and temporalis muscle contractions with electromyography tools as an early diagnostic medium for dentoalveolar malocclusion. *Eur J Dent.* 2024. doi:10.1055/s-0044-1795124

36. Fujita Y., Ohno Y., Ohno K., Takeshima T., Maki K. Differences in the factors associated with tongue pressure between children with class I and Class II malocclusions. *BMC Pediatric.* 2021. № 21(1). P. 476. doi:10.1186/s12887-021-02956-x

37. Fujita Y., Masuda S., Takeshima T., Fujimoto M. Association between low tongue pressure and physical abnormalities in adolescent and young adult women: a cross-sectional study. *Children.* 2024. № 11(12). P. 147811. doi:10.3390/children11121478

38. Kurabeishi H., Tatsuo R., Makoto N., Kazunori F. Relationship between tongue pressure and maxillofacial morphology in Japanese children based on skeletal classification. *J Oral Rehabil.* 2018. № 45(9). P. 684–691. doi:10.1111/joor.12680

39. Lee Y. S., Ryu J., Baek S. H., Lim W. H., Yang I. H., Kim T. W., Jung S. K. Comparative Analysis of the Differences in Dentofacial Morphology According to the Tongue and Lip Pressure. *Diagnostics (Basel).* 2021. № 11(3). P. 503. doi:10.3390/diagnostics11030503

40. Tsujimoto K., Takahashi K., Shibuya T., Komasa Y. Effect of body position on tongue movement during swallowing. *J Osaka Dent Univ.* 2017. № 46(1). P. 147–156. Available at: <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:68479980>

41. Azevedo N. D., Lima J. C., Furlan R. M., Motta A. R. Tongue pressure measurement in children with mouth-breathing behaviour. *J Oral Rehabil.* 2018. № 45(8). P. 612–617. doi:10.1111/joor.12653

42. Jeong D. M., Shin Y. J., Lee N. R., Lim H. K., Choung H. W., Pang K. M., Kim B. J., Kim S. M., Lee J. H. Maximal strength and endurance scores of the tongue, lip, and cheek in healthy, normal Koreans. *J Korean Assoc Oral Maxillofac Surg.* 2017. № 43(4). P. 221–228. DOI:10.5125/jkaoms.2017.43.4.221

43. Yu M., Gao X. Tongue pressure distribution of individual normal occlusions and exploration of related factors. *J Oral Rehabil.* 2019. № 46(3). P. 249–256. DOI:10.1111/joor.12741

44. Ruan W. H., Su J. M., Ye X. W. Pressure from the lips and the tongue in children with class III malocclusion. *J Zhejiang Univ Sci B.* 2007. № 8(5). P. 296–301. DOI:10.1631/jzus.2007.B0296

45. Kurihara K., Fukui T., Sakaue K., Hori K., Ono T., Saito I. The effect of tongue thrusting on tongue pressure production during swallowing in adult anterior open bite cases. *J Oral Rehabil.* 2019. № 46(10). P. 895–902. DOI:10.1111/joor.12820

46. Lambrechts H., De Baets E., Fieuws S., Willems G. Lip and tongue pressure in orthodontic patients. *Eur J Orthod.* 2010. № 32(4). P. 466–471. DOI:10.1093/ejo/cjp137

47. Valentim A. F., Furlan R. M., Perilo T. V., Motta A. R., Casas E. B. Relationship between perception of tongue position and measures of tongue force on the teeth. *CoDAS.* 2016. № 28(5). P. 546–550. DOI:10.1590/2317-1782/20162015256

References:

1. Holovko, N. V. (2003). *Ortodontia. Rozvytok prykusy, diahnozyka zuboshchelepnykh anomalii, ortodontychnyi diahnoz [Orthodontics. Development of occlusion, diagnosis of dentofacial anomalies, orthodontic diagnosis]*. Poltava: Forpika. [in Ukrainian].

2. Rozhko, M. M., Nespriadko, V. P., Paliichuk I. V. & et. al. (2020). *Ortopedychna stomatolohiia [Prosthetic dentistry]*, M. M. Rozhka, V. P. Nespriadko (Ed.). Kyiv : Medytsyna. [in Ukrainian].

3. Filonenko, V. V. (2007). Likuvannia anomalii polozhennia okremo stoiachykh zubiv ta prykusy indyvidualnykh treneramy [Treatment of anomalies of the position of single teeth and bite with individual trainers]: *Extended abstract of candidate's thesis*. Kyiv : NMU im. OO Bohomoltsia. [in Ukrainian].

4. Slavicek, R. (2006). The masticatory organ. Function and dysfunction. Klosterneuburg: Gamma Med.-wiss.

5. Flis, P. S. (2007). *Ortodontia [Orthodontics]*. Vinnytsia : Nova knyha. [in Ukrainian].

6. Alhammadi, M. S., Halboub, E., Fayed, M. S., Labib, A. & El-Saaidi C. (2018). Global distribution of malocclusion traits: a systematic review. *Dental Press J Orthod.* 23(06), 40.e1-40.e10. DOI: 10.1590/2177-6709.23.6.40.e1-10.onl

7. Sablin, M. I., Kiva, T. V., Steblovsk, V. I. & et. al. (2019). *Otsinka polozhennia yazyka v stani spokoiiu v ortodontychnykh patsientiv [Assessment of resting tongue position in orthodontic patients]*, Yu. K. Sokolohorska-Nykina (nauk. kerivnyk). Tezy dop. Vseukr. naukovo-prakt. konf. likariv-interniv "Aktualni pytannia klinichnoi medytsyny", Poltava. [in Ukrainian].

8. Holovko, N. V. & Nadzhyb, H. I. (2011). Tysk yazyka v ortodontychnykh patsientiv iz I, II ta III vydom anomalnoho prykryplennia ta vkorochennia vuzdechky yazyka [Tongue pressure in orthodontic patients with types I, II, and III anomalous attachment and shortening of the lingual frenulum]. *Ukrainskyi medychnyi chasopys – Ukrainian medical journal*, 5, 59-61. [in Ukrainian].

9. Doroshenko, N. M. (2017). Vykorystannia rukhomykh pokhylykh ploshchyn pry likuvanni sahitalnykh anomalii prykusy [The use of movable inclined planes in the treatment of sagittal malocclusion]: *Extendend abstract of candidate's thesis*. Kyiv : Nats. med. akad. pisliadyplom. osvity im. P Shupyka. [in Ukrainian].

10. Melnyk, A. & Filonenko, V. (2023). Clinical and Phonetic Features of Dentognathic Deformations, Their Orthodontic Treatment. Chapter. In: Ardelean L. C., Laura-

- Rusu C. C. (Ed.). *Human Teeth—From Function to Esthetics*. UK: IntechOpen. DOI: 10.5772/intechopen.109636.
11. Melnyk, V. S., Zombor, K. V. & Horzov, L. F. (2019). *Ortodontiia: metodychni rekomendatsii [Orthodontics: methodological guidelines]*. Uzhhorod: FOP Danylo S. I. [in Ukrainian].
12. Sasaki, Y., Otsugu, M., Sasaki, H., Fujikawa, N., Okawa, R., Kato, T. & Nakano, K. (2022). Relationship between dental occlusion and maximum tongue pressure in preschool children aged 4–6 years. *Children*, 9(2), 141. DOI: 10.3390/children9020141
13. Kuroiedova, V. D., Dmytrenko, M. I., Makarova, O. M. & Stasiuk O. A. (2016). *Zrozumila ortodontiia [Orthodontics understood]*. Poltava : Astraia. [in Ukrainian].
14. Kydd, W. L. & Neff, C. W. (1964). Frequency of deglutition of tongue thrusters compared to a sample population of normal swallowers. *J. Dent. Res*, 43, 363–369. DOI: 10.1177/00220345640430030701
15. Kajee, Y., Pelteret, J. P. & Reddy, B. D. (2013). The biomechanics of the human tongue. *Int. J. Numer. Methods Biomed. Eng*, 29(4), 492–514. DOI: 10.1002/cnm.2531
16. Boiko, Yu. S. & Tanasiichuk, Yu. M. (2021). *Vikova fiziologhiia: navch. posib. [Physiology of age: a textbook]*. Uman: Vizavi. [in Ukrainian].
17. Deshkar, M., Thosar, N. R., Kabra, S. P., Yeluri, R. & Rath, N. V. (2024). The influence of the tongue on the development of dental malocclusion. *Cureus*, 16(5), e61281. DOI: 10.7759/cureus.61281
18. Adesina, B. A., Otuyemi, O. D., Kolawole, K. A. & Adeyemi, A. T. (2013). Assessment of the impact of tongue size in patients with bimaxillary protrusion. *Int Orthod*, 11(2), 221–232. DOI:10.1016/j.ortho.2013.02.012
19. Ali, A. A. (2023). Tongue thrust: a review. College of Dentistry, University of Baghdad. Available at: <https://codental.uobaghdad.edu.iq/wp-content/uploads/sites/14/2023/12/Athraa-Ameer.pdf>
20. Khetsuriani M. (2024). *Pravylne polozhennia yazyka [Correct tongue position]*. Available at: <https://cis.ua.ua/articles/ortodontiya/pravilne-polozhennya-yazyka/> [in Ukrainian].
21. Lear Clement, S. C., Flanagan, Jack B. & Moorrees, Coenraad F. A. (1964). The frequency of “normal” swallowing in man. *Am. J. Orthod*, 10(50), 787–788.
22. Gibbs, C. H., Mahan, P. E., Lundeen, H. C. & et. al. (1981). Occlusal forces during chewing and swallowing as measured by sound transmission. *J. Prosthet. Dent*, 46(4), 443–449. DOI: 10.1016/0022-3913(81)90455-8
23. Kuroiedova, K. L. & Buhai, I. H. (2014). Sposib usunennia shkidlyvoi zvychky prokladannia yazyka. [A way to eliminate the bad habit of sticking your tongue out]. *Klinichna stomatolohiia – Clinical dentistry*, 3, 102. Available at: http://nbuv.gov.ua/UJRN/klct_2014_3_92 [in Ukrainian].
24. Habren Syller, O. & Ivanovskyi, M. (2025). Polozhennia yazyka v spokoii [Tongue position at rest]. Available at: <https://adentis.pl/uk/послуги/мова-твій-друг/положення-язика-в-споккої/> [in Ukrainian].
25. Nötzel, F. & Schultz, C. (2008). *Leitfaden der kieferorthopädischen Diagnostik: analysen und tabellen für die praxis*. Köln: Dt. Zahnärzte Verlag. DOI: 10.47420/9783769137194
26. Chawla, H. S., Suri, S., & Utreja, A. (2006). Is tongue thrust that develops during orthodontic treatment an unrecognized potential roadblock? *J. Indian Soc. Pedod. Prev. Dent*, 24(2), 80–83. DOI: 10.4103/0970-4388.26021
27. Holovko, N. V., Nadzhyb, H. I., Dotsenko, V. I. & Makarenko, V. I. *Prystii dlia vyznachennia syly miazovoho tysku [Device for determining the force of muscle pressure]*. Pat. 60216 Ukraina MPK A 61S 19/04 (2006.01), Zaiavl. 10.12.2010, Opubl. 10.06.2011, Biul. № 11. [in Ukrainian].
28. Yakovenko, L. M., Chekhova, I. L., Yefymenko, V. P. & et. al. (2022). *Obstezhennia ditei iz khirurhichnymy zakhvoriuvanniamy shchelepno-lytsevoi dilianky : navch. posibnyk [Examination of children with surgical diseases of the maxillofacial area]*, L. M. Yakovenko (Ed.). Kyiv : Knyha-plus. [in Ukrainian].
29. Yakovenko, L. M., Cherkasov, V. G., Chehova, I. L. & et. al. (2022). *Khkirhichna stomatolohiia ta shchelepno-lytseva khkirhichna dytiachoho viku : nats. pidr. [Surgical stomatology and maxillofacial surgery of childhood]*, L. M. Yakovenko (Ed.). Kyiv : Medytsyna. [in Ukrainian].
30. Smahliuk, L. V., Trofymenko, M. V., Karasiunok, A. Ie. & Voronkova, H. V. (2016). *Alhorytm vyvchennia stanu ta polozhennia yazyka pid chas funktsii kovtannia ta movlennia [Algorithm for studying the state and position of the tongue during swallowing and speech functions]*. Mat. naukovo-prakt. konf. z mizhn. uchastiu “Ukrainska ortodontychna shkola: vchora, sohodni, zavtra”, prysviachenoii 80-richchiu z dnia narodzhennia prof. S. I. Doroshenko, Kyiv. [in Ukrainian].
31. Chakraborty, P., Chandra, P., Tandon, R., Singh, K. & Chauhan, A. (2020). Devices used for measuring tongue force: a review. *Int J Orthod Rehabil*, 11, 16–20. DOI: 10.4103/ijor.ijor_44_19
32. Asami, T., Ishizaki, A., Ogawa, A., Kwon, H., Kasama, K., Tanaka, A., Hironaka, S. (2017). Analysis of factors related to tongue pressure during childhood. *Dent Oral Craniofac Res*, 1–7. DOI:10.15761/DOCR.1000S2003
33. Feldstein, L. (1950). An instrument for measuring muscular forces acting on the teeth. *Am. J. Orthodontics*, 36(11), 856–859. DOI: 10.1016/0002-9416(50)90040-6
34. Margolis, H. I. & Prakash, P. (1954). A new instrument for recording oral muscle forces: the photoelectric myodynograph. *J Dent Res*, 33(3), 425–434. DOI: 10.1177/00220345540330031501
35. Achmad, H., Areni, I. S., Sumintarti, S., Ramadhany, S., Ardiansya, R., Edy, S. & Kuandinata, W. (2024). Detection of lip, tongue, masseter, and temporalis

muscle contractions with electromyography tools as an early diagnostic medium for dentoalveolar malocclusion. *Eur J Dent*. DOI: 10.1055/s-0044-1795124

36. Fujita, Y., Ohno, Y., Ohno, K., Takeshima, T. & Maki, K. (2021). Differences in the factors associated with tongue pressure between children with class I and Class II malocclusions. *BMC Pediatric*, 21(1), 476. DOI: 10.1186/s12887-021-02956-x

37. Fujita, Y., Masuda, S., Takeshima, T. & Fujimoto, M. (2024). Association between low tongue pressure and physical abnormalities in adolescent and young adult women: a cross-sectional study. *Children*, 11(12), 147811. DOI: 10.3390/children11121478

38. Kurabeishi, H., Tatsuo, R., Makoto, N. & Kazunori F. (2018). Relationship between tongue pressure and maxillofacial morphology in Japanese children based on skeletal classification. *J Oral Rehabil*, 45(9), 684–691. DOI: 10.1111/joor.12680

39. Lee, Y. S., Ryu, J., Baek, S. H., Lim, W. H., Yang, I. H., Kim, T. W. & Jung, S. K. (2021). Comparative Analysis of the Differences in Dentofacial Morphology According to the Tongue and Lip Pressure. *Diagnostics (Basel)*, 11(3), 503. DOI: 10.3390/diagnostics11030503

40. Tsujimoto, K., Takahashi, K., Shibuya, T., & Komasa, Y. (2017). Effect of body position on tongue movement during swallowing. *J Osaka Dent Univ*, 46(1), 147–156. Available at: <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:68479980>

41. Azevedo, N. D., Lima J. C., Furlan R. M. & Motta A. R. (2018). Tongue pressure measurement in

children with mouth-breathing behaviour. *J Oral Rehabil*, 45(8), 612–617. DOI:10.1111/joor.12653

42. Jeong D. M., Shin, Y. J., Lee, N. R., Lim, H. K., Choung, H. W., Pang, K. M., Kim, B. J., Kim, S. M. & Lee, J. H. (2017). Maximal strength and endurance scores of the tongue, lip, and cheek in healthy, normal Koreans. *J Korean Assoc Oral Maxillofac Surg*, 43(4), 221–228. DOI: 10.5125/jkaoms.2017.43.4.221

43. Yu, M. & Gao, X. (2019). Tongue pressure distribution of individual normal occlusions and exploration of related factors. *J Oral Rehabil*, 46(3), 249–256. DOI: 10.1111/joor.12741

44. Ruan, W. H., Su, J. M. & Ye, X. W. (2007). Pressure from the lips and the tongue in children with class III malocclusion. *J Zhejiang Univ Sci B*, 8(5), 296–301. DOI: 10.1631/jzus.2007.B0296

45. Kurihara, K., Fukui, T., Sakaue, K., Hori, K., Ono, T. & Saito, I. (2019). The effect of tongue thrusting on tongue pressure production during swallowing in adult anterior open bite cases. *J Oral Rehabil*, 46(10), 895–902. DOI: 10.1111/joor.12820

46. Lambrechts, H., De Baets, E., Fieuws, S. & Willems G. (2010). Lip and tongue pressure in orthodontic patients. *Eur J Orthod*, 32(4), 466–471. DOI: 10.1093/ejo/cjp137

47. Valentim, A. F., Furlan, R. M., Perilo, T. V., Motta, A. R. & Casas, E. B. (2016). Relationship between perception of tongue position and measures of tongue force on the teeth. *CoDAS*, 28(5), 546–550. DOI:10.1590/2317-1782/20162015256