



УДК 616.311.2-002.44-085.849.19-053.6

DOI <https://doi.org/10.11603/2311-9624.2026.1.16343>

А. О. Мельник

ORCID <https://orcid.org/0000-0001-9397-5445>

О. А. Канюра

ORCID <https://orcid.org/0000-0002-6926-6283>

А. В. Копчак

ORCID <https://orcid.org/0000-0002-3272-4658>

Н. В. Біденко

ORCID <https://orcid.org/0000-0003-1132-2446>

В. В. Філоненко

ORCID <https://orcid.org/0000-0003-1060-9058>

Є. В. Цвела

ORCID <https://orcid.org/0009-0009-4080-0161>

Національний медичний університет імені О. О. Богомольця

ВАРІАЦІЇ ТИСКУ ЯЗИКА У РІЗНИХ ЗОНАХ ПІДНЕБІННОЇ ТА ЛІНГВАЛЬНОЇ ПОВЕРХОНЬ ЗУБНИХ РЯДІВ У ПАЦІЄНТІВ ДИТЯЧОГО ВІКУ В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД ОРТОДОНТИЧНОГО СТАТУСУ

A. O. Melnyk, O. A. Kaniura, A. V. Kopchak, N. V. Bidenko, V. V. Filonenko, Ye. V. Tsviela

Bogomolets National Medical University

VARIATIONS IN TONGUE PRESSURE IN DIFFERENT AREAS OF THE PALATAL AND LINGUAL SURFACES OF THE DENTITION IN PEDIATRIC PATIENTS DEPENDING ON ORTHODONTIC STATUS

ІНФОРМАЦІЯ

Електронна адреса
для листування:
valeriifilonenko@gmail.com

Надійшла до редакції:
24.02.2026
Схвалено до друку: 20.03.2026
Опубліковано: 12.05.2026



Стаття поширюється на умовах
ліцензії відкритого доступу
(CC BY 4.0)

АНОТАЦІЯ

Тиск язика на оточуючі тканини зубощелепного апарату підтримує форму та стабільність прикусу, але при порушеннях міодинамічної рівноваги може бути одним із етіологічних факторів зубощелепних деформацій. Мета дослідження – провести порівняння особливостей м'язово-функціональної активності язика у пацієнтів дитячого віку без компонентів симптомокомплексу деформацій зубощелепного апарату по сагіталі, вертикалі, трансверзалі та з дистальним, мезіальним і відкритим прикусами.

Матеріали та методи. Предметом аналізу були результати обстеження пацієнтів (n = 103) віком від 5 до 12 років: без компонентів симптомокомплексу деформацій зубощелепного апарату по сагіталі, вертикалі та трансверзалі (n = 34), які звертались до клініки зі скаргами на наявні аномалії форми, прорізування та кількості зубів, каріозні / некаріозні ураження, а також з дистальним (n = 31), мезіальним (n = 12)

Ключові слова: пацієнти дитячого віку, дистальний прикус, відкритий прикус, мезіальний прикус, деформації зубощелепного апарату.

та відкритим ($n = 26$) прикусами, які проходили лікування з використанням знімної ортодонтичної апаратури.

Результати дослідження та їх обговорення. Виявили міжгрупові відмінності тиску язика (кПа) на оточуючі ділянки ротової порожнини верхньої та нижньої щелепи на різних рівнях піднебінної та лінгвальної поверхнях зубів як для окремих зон, так і для інтегрального усередненого показника. Найбільш характерною і статистично значущою ознакою для фронтальної зони верхньої щелепи є більші значення тиску у пацієнтів із відкритим прикусом порівняно з нормотиповим патерном, визначеним для пацієнтів без компонентів симптомокомплексу деформацій зубощелепного апарату по сагіталі, вертикалі та трансверзалі. Для фронтальної зони нижньої щелепи – із мезіальним та відкритим прикусами. Для іклово-молярного сегменту нижньої щелепи характерним є зниження інтегрального периферичного тиску язика у пацієнтів із дистальним прикусом, тоді як при мезіальному та відкритому – зміни мають загалом менш виражений характер і можуть проявлятися переважно на рівні окремих зон.

Висновки. Узагальнення отриманих результатів свідчить, що різні типи прикусу асоціюються з відмінними анатомо-функціональними патернами розподілу тиску язика між фронтальними та периферичними зонами.

INFORMATION

Email address
for correspondence:
valeriifilonenko@gmail.com

Received: 24.02.2026
Accepted: 20.03.2026
Published: 12.05.2026

Key words: pediatric patients,
distal bite, open bite, mesial bite,
dentognathic deformations.

ABSTRACT

The pressure of the tongue on the surrounding tissues of the dentognathic apparatus maintains the shape and stability of the bite, but in case of disturbances in myodynamic balance it can be one of the etiological factors of dentognathic deformations.

The **aim** of the study – to compare the features of the muscle and functional activity of the tongue in pediatric patients without components of the symptom complex deformations of dentognathic apparatus in the sagittal, vertical, transverse planes and with distal, mesial and open bites.

Materials and methods. The subject of the analysis was the results of the examination of patients ($n = 103$) aged 5 to 12 years: without components of the symptom complex deformations of dentognathic apparatus in the sagittal, vertical, transverse planes ($n = 34$), who came to the clinic with complaints of existing anomalies of the shape, eruption and number of teeth, carious / non-carious lesions, as well as with distal ($n = 31$), mesial ($n = 12$) and open ($n = 26$) bites, who underwent treatment using removable orthodontic appliances.

Results and discussion. Intergroup differences were identified in tongue pressure (kPa) on the surrounding areas of the oral cavity of the upper and lower jaws at different levels of the palatal and lingual surfaces of the teeth for separate zones and the integral averaged indicator. The most characteristic and statistically significant feature for the frontal zone of the upper jaw is higher pressure values in patients with open bite compared to the normotypical pattern determined for patients without components of the symptom complex deformations of dentognathic apparatus in the sagittal, vertical, transverse planes. For the frontal zone of the lower jaw – with mesial and open bites. For the canine-molar segment of the lower jaw, a decrease in the integral peripheral pressure of the tongue in patients with distal bite is characteristic, while in mesial and open bites, the changes are generally less pronounced and may manifest mainly at the level of separate zones.

Conclusions. The generalization of the obtained results shows that different types of bites are associated with different anatomical and functional patterns of tongue pressure distribution between the frontal and peripheral zones.

Вступ. Тиск язика на оточуючі тканини зубощелепного апарату (ЗЩА) підтримує форму та стабільність прикусу, але при порушеннях міодинамічної рівноваги може бути одним із етіологічних факторів зубощелепних деформацій (ЗЩД) [1]. З метою раціональної діагностики та ортодонтичного лікування доцільним є визначення такого тиску, врахування кореляційних зв'язків, прогнозування впливу, а за необхідності – мінімізація негативних наслідків для запобігання формування стійких форм ЗЩД [2].

Протягом багатьох років представники медицини та інженерії намагаються кількісно визначити силу тиску язика [3] та встановити – чи є вона рушійним чинником змін росту і розвитку ЗЩА, чи навпаки, провідним є механізм адаптації органу до середовища, що склалося для забезпечення притаманних функцій [1]. Переважна більшість науковців схильні до думки, що, незважаючи на пристосувальні властивості, язик відіграє значну роль у процесі формування ЗЩА [1–18], хоча деталі зв'язку залишаються не визначеними до кінця.

Мета дослідження – провести порівняння особливостей м'язово-функціональної активності язика у пацієнтів дитячого віку без компонентів симптомокомплексу деформацій зубощелепного апарату по сагіталі, вертикалі, трансверсалі та з дистальним, мезіальним і відкритим прикусами.

Методи дослідження. Предметом аналізу були результати обстеження пацієнтів ($n = 103$) віком від 5 до 12 років: без компонентів симптомокомплексу деформацій ЗЩА по сагіталі, вертикалі та трансверсалі ($n=34$), які звертались до клініки зі скаргами на наявні аномалії форми, прорізування та кількості зубів, каріозні / некаріозні ураження, а також з дистальним ($n = 31$), мезіальним ($n=12$) та відкритим ($n=26$) прикусами, які проходили лікування з використанням знімної ортодонтичної апаратури.

Силу тиску язика (F , Н) на оточуючі ділянки ротової порожнини верхньої та нижньої щелеп визначали на різних рівнях піднебінної та лінгвальної поверхонь зубів за допомогою плівкового датчика сили FlexiForce з площею поверхні (S , мм^2) $78,5 \text{ мм}^2$. Тиск язика (P , кПа) розраховували як відношення визначеної сили тиску до площі поверхні датчика. Аналого-цифрове перетворення сигналу датчика проводили за допомогою електронного пристрою на базі модуля мікроконтролера Arduino Nano та програмного забезпечення SerialSlot.

Силу тиску (F , Н) визначали в момент, коли пацієнтам рекомендували цілеспрямовано тиснути язиком на датчик у наступних зонах: середня третина піднебінної поверхні верхніх центральних різців (Z1), крайова частина ясен піднебінної поверхні верхніх центральних різців (Z2), середня третина лінгвальної поверхні

нижніх центральних різців (Z3), середня третина лінгвальної поверхні перших нижніх молярів (Z4), крайова частина ясен лінгвальної поверхні нижніх центральних різців (Z5), крайова частина ясен лінгвальної поверхні нижніх іклів (Z6), крайова частина ясен лінгвальної поверхні перших нижніх молярів (Z7). Для подальшого аналізу провели агрегацію зон вимірювання тиску язика у три анатомо-функціональні групи з метою забезпечення редукції розмірності масиву порівняння та оптимізації наступної інтерпретації результатів. У першу групу виокремили фронтальну зону верхньої щелепи (ФЗВЩ): Z1 та Z2. У другу – фронтальну зону нижньої щелепи (ФЗНЩ): Z3 та Z5. У третю – іклово-молярні сегменти нижньої щелепи (ІМСНЩ): Z4, Z7 та Z6.

Статистичний аналіз щодо об'єктів вибірки здійснювали за допомогою спеціалізованого програмного забезпечення MedStat v. 5.2 (Free Software Licence, Україна) та EZR on R commander v. 1.64 (Free Statistical Software, Jichi Medical University, Japan). Розраховані показники центральних тенденцій для досліджуваних груп представили відповідно інтервальної оцінки (95 % ДІ або Q1–Q3). Дослідження кореляційного взаємозв'язку між змінними провели непараметричним методом розрахунку коефіцієнту рангової кореляції Спірмена. Статистично значущими вважали відмінності характеристик об'єктів спостереження та/або кореляції між ними при рівні значущості $p < 0,05$.

Середнє значення тиску (P , кПа) для групи ФЗВЩ розраховували у зонах $\langle Z1, Z2 \rangle = (Z1 + Z2)/2$, для групи ФЗНЩ – у зонах $\langle Z3, Z5 \rangle = (Z3 + Z5)/2$, для групи ІМСНЩ – у зонах $\langle Z4, Z6, Z7 \rangle = (Z4 + Z6 + Z7)/3$ для кожного пацієнта. $\langle Z1, Z2 \rangle$, $\langle Z3, Z5 \rangle$ та $\langle Z4, Z6, Z7 \rangle$ – інтегральні усереднені показники розраховані, як середні значення зон. Потім виконували узагальнення по кожній групі прикусів із подальшим міжгруповим порівнянням. Позначення $r_{д/н}$, $r_{м/н}$ та $r_{в/н}$ відображають статистичну значущість відмінностей показників у групах пацієнтів при проведенні попарних порівнянь відповідно дистального ($r_{д/н}$), мезіального ($r_{м/н}$) та відкритого ($r_{в/н}$) прикусів із групою без компонентів симптомокомплексу деформацій ЗЩА по сагіталі, вертикалі та трансверсалі з використанням t -критерію Велча із поправкою Холма для множинних порівнянь.

Дослідження провели відповідно до етичних стандартів Гельсінської декларації Всесвітньої медичної асоціації про етичні принципи проведення наукових медичних досліджень за участю людини, директиви Європейського товариства 86/609 про участь людей у медико-біологічних дослідженнях, наказу Міністерства охорони здоров'я України № 690 від 23.09.2009 р. Дослідження схвалене Комісією з питань біоетичної експертизи та етики наукових досліджень

НМУ імені О. О. Богомольця (протокол № 172 від 22.05.2023 р.).

Результати дослідження та їх обговорення. У ФЗВЩ виявили міжгрупові відмінності тиску язика (кПа) як для окремих зон (Z1, Z2), так і для інтегрального усередненого показника $\langle Z1, Z2 \rangle$ (таблиця 1). Найвищі значення зареєстрували у групі пацієнтів із відкритим прикусом, що суттєво перевищували відповідні показники у групі без компонентів симптомокомплексу деформацій ЗЩА по сагіталі, вертикалі та трансверзалі. Зокрема, у зоні Z1 тиск становив $96,7 \pm 24,2$ кПа проти $54,0 \pm 14,7$ кПа у групі без компонентів симптомокомплексу деформацій ЗЩА по сагіталі, вертикалі, трансверзалі ($p_{в/н} < 0,001$), у зоні Z2 – $79,7 \pm 14,2$ кПа проти $46,1 \pm 12,4$ кПа ($p_{в/н} < 0,001$), а інтегральний показник $\langle Z1, Z2 \rangle$ – $88,2 \pm 15,5$ кПа проти $50,0 \pm 7,8$ кПа ($p_{в/н} < 0,001$). Такий профіль може свідчити про домінування фронтального верхньощелепного компонента тиску язика при відкритому прикусі, що узгоджується з функціональною адаптацією язика у фронтальній ділянці за умов порушеного переднього змикання.

При дистальному та мезіальному прикусах загальні відмінності мають менш виражений характер. У групі пацієнтів із дистальним прикусом середній тиск у зоні Z2 був статистично значуще вищим ($p_{д/н} = 0,033$) порівняно з нормотиповим патерном, визначеним для пацієнтів без компонентів симптомокомплексу деформацій ЗЩА по сагіталі, вертикалі та трансверзалі ($55,8 \pm 21,6$ кПа проти $46,1 \pm 12,4$ кПа), тоді як для Z1 та інтегрального показника $\langle Z1, Z2 \rangle$ статистично переконливих відмінностей не виявили ($p_{д/н} > 0,05$). Це може відображати локальні зміни параметрів контакту язика з крайовою ділянкою ясен піднебінної поверхні верхніх центральних різців при дистальному прикусі, проте без стійкого підвищення тиску в усьому фронтальному сегменті верхньої щелепи. Для групи пацієнтів

із мезіальним прикусом спостерігали тенденцію до дещо більших значень тиску для Z1, Z2 та $\langle Z1, Z2 \rangle$ порівняно з нормотиповим патерном, однак після корекції на множинні порівняння ці відмінності не досягали статистичної значущості ($p_{м/н} > 0,05$).

У сукупності отримані результати вказують, що найбільш характерною і статистично значущою ознакою для ФЗВЩ є більші значення тиску язика у пацієнтів із відкритим прикусом порівняно з нормотиповим патерном, визначеним для пацієнтів без компонентів симптомокомплексу деформацій ЗЩА по сагіталі, вертикалі та трансверзалі.

На рис. 1 наведено діаграму розподілу інтегрального показника тиску язика $\langle Z1, Z2 \rangle$ у ФЗВЩ груп пацієнтів дитячого віку із різними типами прикусу. Боксплоти відображають показники центральної тенденції тиску, міжквартильний інтервал та діапазон значень у групах пацієнтів.

Розподіл значень $\langle Z1, Z2 \rangle$ певною мірою відрізняється між групами прикусів. Найвищі рівні тиску спостерігаються у групі із відкритим прикусом, що проявляється зміщенням медіани та міжквартильного інтервалу у бік більших значень порівняно з пацієнтами без компонентів симптомокомплексу деформацій ЗЩА по сагіталі, вертикалі, трансверзалі та дистальним і мезіальним прикусом. Представлені результати свідчать, що відкритий прикус ймовірно асоціюється з більш вираженим підвищенням тиску язика у ФЗВЩ, що може відображати специфічний фронтальний патерн взаємодії язика з оточуючими структурами ротової порожнини у цієї групи пацієнтів.

У ФЗНЩ також виявили міжгрупові відмінності тиску язика (кПа) як для окремих зон (Z3, Z5), так і для інтегрального усередненого показника $\langle Z3, Z5 \rangle$ (таблиця 2). Найвищі середні значення зареєстрували у групах пацієнтів із мезіальним прикусом для зони Z5 ($104,7 \pm 31,9$ кПа) та

Таблиця 1

Величина тиску язика у ФЗВЩ для зон Z1 і Z2 та інтегрального показника $\langle Z1, Z2 \rangle$, розрахованого як середнє значення обох зон, у групах пацієнтів дитячого віку із різними типами прикусу

Зона вимірювання тиску	Величина тиску язика ($M \pm SD$), кПа				p
	без ЗЩД (n = 34)	дистальний (n = 31)	мезіальний (n = 12)	відкритий (n = 26)	
Z1	$54,0 \pm 14,7$	$56,1 \pm 25,3$	$67,5 \pm 24,1$	$96,7 \pm 24,2$	$p_{д/н} = 0,686$ $p_{м/н} = 0,089$ $p_{в/н} < 0,001^*$
Z2	$46,1 \pm 12,4$	$55,8 \pm 21,6$	$59,8 \pm 24,9$	$79,7 \pm 14,2$	$p_{д/н} = 0,033^*$ $p_{м/н} = 0,091$ $p_{в/н} < 0,001^*$
$\langle Z1, Z2 \rangle$	$50,0 \pm 7,8$	$56,0 \pm 21,6$	$63,6 \pm 23,5$	$88,2 \pm 15,5$	$p_{д/н} = 0,158$ $p_{м/н} = 0,073$ $p_{в/н} < 0,001^*$

Примітка: * – статистично значущі відмінності ($p < 0,05$).

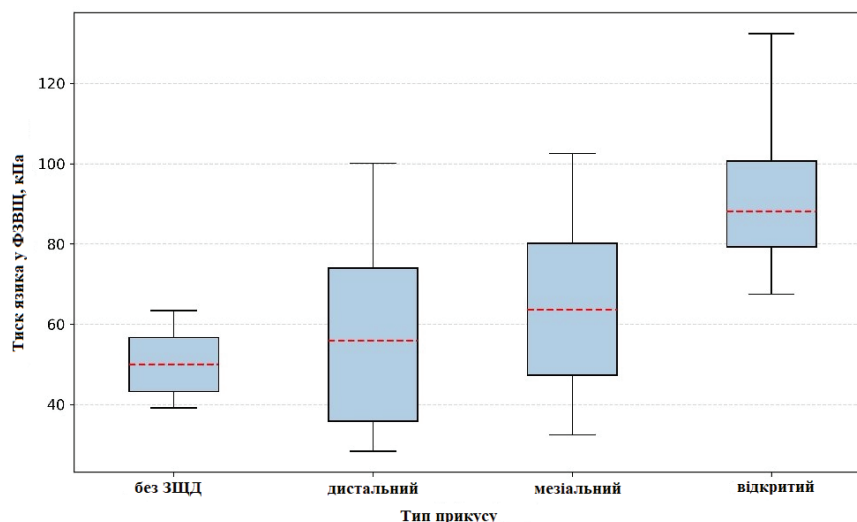


Рис. 1. Діаграма розподілу інтегрального показника тиску язика $\langle Z1, Z2 \rangle$ у ФЗВЩ груп пацієнтів дитячого віку із різними типами прикусу

відкритим – для зони Z3 ($101,6 \pm 22,4$ кПа), що суттєво перевищують відповідні показники групи без компонентів симптомокомплексу деформацій ЗЩА по сагіталі, вертикалі та трансверзалі. Статистично значуще підвищення тиску язика порівняно з нормотиповим патерном встановили для групи пацієнтів із мезіальним прикусом у зоні Z3 – $96,4 \pm 17,7$ кПа проти $70,7 \pm 28,6$ кПа ($p_{м/н} = 0,002$) та зоні Z5 – $104,7 \pm 31,9$ кПа проти $65,5 \pm 28,4$ кПа ($p_{м/н} = 0,004$), для групи пацієнтів із відкритим прикусом у зоні Z3 – $101,6 \pm 22,4$ кПа проти $70,7 \pm 28,6$ кПа ($p_{в/н} < 0,001$) та зоні Z5 – $80,3 \pm 15,7$ кПа проти $65,5 \pm 28,4$ кПа ($p_{в/н} = 0,027$). Інтегральний показник $\langle Z3, Z5 \rangle$ мав максимальні значення у групах мезіального ($100,5 \pm 18,4$ кПа) та відкритого ($90,9 \pm 12,5$ кПа) прикусів, що істотно перевищувало нормотиповий рівень ($68,1 \pm 18,6$ кПа; $p_{м/н} < 0,001$, $p_{в/н} < 0,001$). Це вказує на домінування фронтального нижньощелепного компонента тиску язика переважно при

мезіальному та відкритому прикусах, що узгоджується з функціональною адаптацією язика у фронтальній ділянці до змінених оклюзійних взаємовідношень.

У групі пацієнтів із дистальним прикусом статистично переконливих відмінностей від нормотипового патерну, визначеного у пацієнтів без компонентів симптомокомплексу деформацій ЗЩА по сагіталі, вертикалі, трансверзалі, не виявили. Зокрема, для зони Z3 показники становили $69,5 \pm 34,1$ кПа проти $70,7 \pm 28,6$ кПа ($p_{д/н} = 0,881$), для Z5 – $82,9 \pm 42,7$ кПа проти $65,5 \pm 28,4$ кПа ($p_{д/н} = 0,061$), а для інтегрального показника $\langle Z3, Z5 \rangle$ – $76,2 \pm 34,6$ кПа проти $68,1 \pm 18,6$ кПа ($p_{д/н} = 0,251$). Загалом при дистальному прикусі істотного зсуву тиску язика у ФЗНЩ не встановлено, хоча для зони Z5 відзначалась тенденція до підвищення тиску, проте ця відмінність не досягала статистичної значущості після застосування корекції на множинні порівняння.

Таблиця 2

Величина тиску язика у ФЗНЩ для зон Z3 і Z5 та інтегрального показника $\langle Z3, Z5 \rangle$, розрахованого як середнє значення обох зон, у групах пацієнтів дитячого віку із різними типами прикусу

Зона вимірювання тиску	Величина тиску язика ($M \pm SD$), кПа				p
	без ЗЩД (n = 34)	дистальний (n = 31)	мезіальний (n = 12)	відкритий (n = 26)	
Z3	$70,7 \pm 28,6$	$69,5 \pm 34,1$	$96,4 \pm 17,7$	$101,6 \pm 22,4$	$p_{д/н} = 0,881$ $p_{м/н} = 0,002^*$ $p_{в/н} < 0,001^*$
Z5	$65,5 \pm 28,4$	$82,9 \pm 42,7$	$104,7 \pm 31,9$	$80,3 \pm 15,7$	$p_{д/н} = 0,061$ $p_{м/н} = 0,004^*$ $p_{в/н} = 0,027^*$
$\langle Z3, Z5 \rangle$	$68,1 \pm 18,6$	$76,2 \pm 34,6$	$100,5 \pm 18,4$	$90,9 \pm 12,5$	$p_{д/н} = 0,251$ $p_{м/н} < 0,001^*$ $p_{в/н} < 0,001^*$

Примітка: * – статистично значущі відмінності ($p < 0,05$).

У сукупності отримані результати аналізу вказують, що найбільш характерною і статистично значущою ознакою для ФЗНЩ є більші значення тиску язика у пацієнтів із мезіальним та відкритим прикусом, тоді як при дистальному – відмінності від нормотипових значень не мають переконливого характеру. Такий профіль може відображати функціональну адаптацію язика у фронтальній ділянці за умов порушених вертикальних та сагітальних оклюзійних взаємовідношень.

На рис. 2 наведена діаграма розподілу інтегрального показника тиску язика $\langle Z3, Z5 \rangle$ у ФЗНЩ груп пацієнтів дитячого віку із різними типами прикусу. Боксплоти відображають показники центральної тенденції тиску, міжквартильний інтервал та діапазон значень у групах пацієнтів.

Розподіл значень $\langle Z3, Z5 \rangle$ для ФЗНЩ суттєво відрізняється між групами прикусу. Найвищі рівні тиску язика спостерігаються у групах пацієнтів із мезіальним та відкритим прикусом, що проявляється зміщенням медіани та міжквартильного інтервалу у бік більших значень порівняно з пацієнтами без компонентів симптомокомплексу деформацій ЗЩА по сагіталі, вертикалі, трансверзалі та дистальним прикусом. Для дистального прикусу характерна більша варіабельність показників. Представлені результати свідчать, що мезіальний та відкритий прикуси, ймовірно, асоціюються з більш вираженим підвищенням тиску язика у ФЗНЩ, що може відображати специфічний фронтальний нижньощелепний патерн взаємодії язика з оточуючими структурами ротової порожнини у цих групах пацієнтів.

У ІМСНЩ виявили міжгрупові відмінності тиску язика (кПа) як для окремих зон (Z4, Z6, Z7), так і для інтегрального усередненого показника

$\langle Z4, Z6, Z7 \rangle$ (таблиця 3). Найвищі значення реєстрували у групі пацієнтів без компонентів симптомокомплексу деформацій ЗЩА по сагіталі, вертикалі та трансверзалі (Z4 – 103.5 ± 45.3 кПа, Z6 – 78.7 ± 18.0 кПа, Z7 – 92.5 ± 40.8 кПа, $\langle Z4, Z6, Z7 \rangle$ – 91.6 ± 19.2 кПа). Найбільш виражене зниження показників – у групі пацієнтів із дистальним прикусом, насамперед за рахунок суттєво нижчого тиску в зоні Z4 (52.4 ± 18.9 кПа, $p_{д/н} < 0.001$) та зниження інтегрального показника $\langle Z4, Z6, Z7 \rangle$ (71.5 ± 24.0 кПа, $p_{д/н} = 0.001$). Це свідчить про зменшення периферичного іклово-молярного компоненту тиску язика при дистальному прикусі.

Для пацієнтів із мезіальним та відкритим прикусом інтегральний показник $\langle Z4, Z6, Z7 \rangle$ не відрізнявся статистично значуще від показника пацієнтів без компонентів симптомокомплексу деформацій ЗЩА по сагіталі, вертикалі, трансверзалі (відповідно 87.0 ± 18.1 кПа, $p_{м/н} = 0.464$ та 83.9 ± 14.1 кПа, $p_{в/н} = 0.159$). Для пацієнтів із мезіальним – відмітили підвищення тиску в зоні Z6 (97.0 ± 10.9 кПа, $p_{м/н} = 0.002$), із відкритим – статистично значуще зниження відзначили у зоні Z4 (78.1 ± 28.5 кПа, $p_{в/н} = 0.010$). Не виявили статистично значущих відмінностей при дистальному, мезіальному та відкритому прикусах для зони Z7 ($p_{д/н} = 0.400$; $p_{м/н} = 0.757$; $p_{в/н} = 0.462$). Це може свідчити про переважно локальне зниження периферичного компонента тиску язика у ділянці першого нижнього моляра при відкритому прикусі без стійкого зсуву інтегрального показника.

У сукупності отримані результати аналізу вказують, що найбільш характерною і статистично значущою ознакою для ІМСНЩ є зниження інтегрального периферичного тиску язика у пацієнтів із дистальним прикусом, тоді як при мезіальному та відкритому – зміни

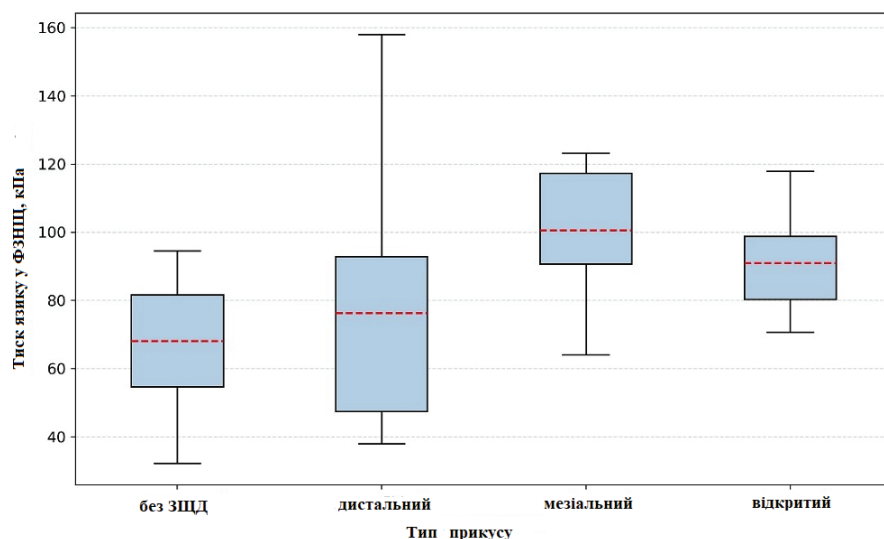


Рис. 2. Діаграма розподілу інтегрального показника тиску язика $\langle Z3, Z5 \rangle$ у ФЗНЩ груп пацієнтів дитячого віку із різними типами прикусу

Таблиця 3

Величина тиску язика у ІМСНЦ для зон Z4, Z6 і Z7 та інтегрального показника ⟨Z4, Z6, Z7⟩, розрахованого як середнє значення трьох зон, у групах пацієнтів дитячого віку із різними типами прикусу

Зона вимірювання тиску	Тиск язика у групах із різними типами прикусу (M ± SD), кПа				p
	без ЗПД (n = 34)	дистальний (n = 31)	мезіальний (n = 12)	відкритий (n = 26)	
Z4	103,5 ± 45,3	52,4 ± 18,9	68,0 ± 29,6	78,1 ± 28,5	$p_{д/н} < 0,001^*$ $p_{м/н} = 0,009^*$ $p_{в/н} = 0,010^*$
Z6	78,7 ± 18,0	77,2 ± 38,4	97,0 ± 10,9	87,0 ± 21,1	$p_{д/н} = 0,850$ $p_{м/н} < 0,001^*$ $p_{в/н} = 0,228$
Z7	92,5 ± 40,8	84,8 ± 32,9	95,9 ± 27,5	86,7 ± 19,0	$p_{д/н} = 0,400$ $p_{м/н} = 0,757$ $p_{в/н} = 0,462$
⟨Z4, Z6, Z7⟩	91,6 ± 19,2	71,5 ± 24,0	87,0 ± 18,1	83,9 ± 14,1	$p_{д/н} < 0,001^*$ $p_{м/н} = 0,464$ $p_{в/н} = 0,159$

Примітка: * – виявлено статистично значущі відмінності ($p < 0,05$).

інтегрального показника мають загалом менш виражений характер і можуть проявлятися переважно на рівні окремих зон.

На рис. 3 наведено діаграму розподілу інтегрального показника тиску язика ⟨Z4, Z6, Z7⟩ у ІМСНЦ груп пацієнтів дитячого віку із різними типами прикусу. Боксплоти відображають показники центральної тенденції тиску, міжквартильний інтервал та діапазон значень у групах пацієнтів.

Розподіл значень ⟨Z4, Z6, Z7⟩ для ІМСНЦ має помірний характер, міжквартильні інтервали значною мірою перекриваються у групах пацієнтів без компонентів симптомокомплексу деформацій ЗПД по сагіталі, вертикалі, трансверзалі, з мезіальним та відкритим прикусами.

Водночас для дистального прикусу спостерігається більш виразне зміщення показників центральної тенденції у бік нижчих рівнів. Загалом слід відмітити переважно невеликі відмінності периферичного тиску язика між групами порівняння з тенденцією до зниження при дистальному прикусі. Це може відображати менш виражену участь язика у формуванні іклово-молярного компоненту тиску при дистальному прикусі, тоді як при мезіальному та відкритому – зміни інтегрального показника є менш однозначними і можуть проявлятися переважно на рівні окремих зон.

У звичних умовах функції жування, смоктання, ковтання та мовлення не потребують максимальної сили тиску язика. Наше дослідження,

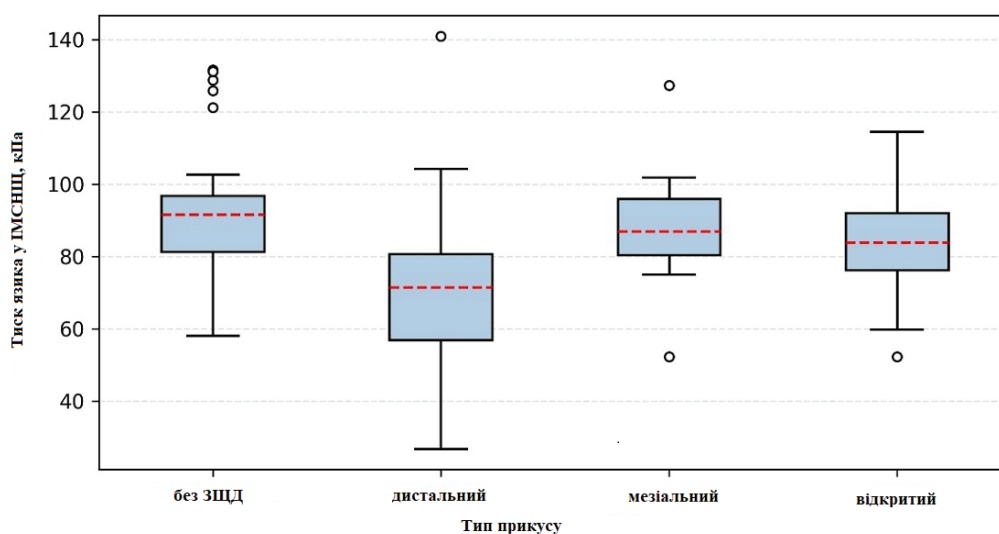


Рис. 3. Діаграма розподілу інтегрального показника тиску язика ⟨Z4, Z6, Z7⟩ у ІМСНЦ груп пацієнтів дитячого віку із різними типами прикусу

а також дослідження інших науковців, по встановленню його максимальних значень [1; 16–18] дозволяють виявити функціональний резерв органу, а також спрогнозувати ймовірні деформації за умови м'язових парафункцій та впливу на оточуючі ділянки ЗЩА у стані постійного емоційного та функціонального перенавантаження. Так, Ichikawa M. та співавт. [16] у віковому аспекті надають наступні максимальні показники тиску язика: 6 років – $27,15 \pm 4,80$ кПа, 7 років – $32,46 \pm 4,09$ кПа, 8 років – $32,10 \pm 7,57$ кПа, 9 років – $35,33 \pm 7,24$ кПа, 10 років – $32,82 \pm 6,77$ кПа.

Sasaki, Y. та співавт. [1] 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 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. Максимальний тиск помітно збільшується з ростом дітей. Автори мають припущення, що тиск язика є одним із етіологічних факторів зубощелепних деформацій.

Fujita Y. та співавт. [17] визначили щелепно-лицеві морфометричні фактори, пов'язані з тиском язика дітей ($n = 56$) із деформаціями прикусу I та II класів за Енглею у період змінного прикусу. 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. Lambrechts H. та співавт. [18] навпаки, не встановили різниці тиску язика у пацієнтів із деформаціями I–III класів ($n = 107$) віком 7–45 років (критерій Kruskal-Wallis, $p = 0,72$) та між чоловіками та жінками (U-критерій Mann-Whitney, $p = 0,063$) залежно від віку ($r = 0,08$

за Spearman, $p = 0,38$) і шкідливих оральних звичок ($p = 0,42$).

Отже, різні автори представляють різні числові значення тиску язика, що може бути пов'язано з відмінностями методів визначення та застосованої апаратури, проте, як і в нашому дослідженні, більшість доводить наявність зв'язку між тиском та щелепно-лицевими морфометричними факторами і зубощелепними деформаціями.

На наш погляд, із урахуванням високої розбіжності даних, отриманих при визначенні сили тиску язика у власних дослідженнях та наведених у вітчизняних та зарубіжних літературних джерелах необхідна стандартизація методів по визначенню тиску язика, а перспективою подальших досліджень є встановлення варіацій тиску язика у різних зонах піднебінної та лінгвальної поверхонь зубних рядів у пацієнтів дитячого віку без та з наявними компонентами симптомокомплексу деформацій зубощелепного апарату по сагіталі, вертикалі та трансверзалі під час ковтання.

Висновки. Порівняння варіацій тиску язика у різних зонах піднебінної та лінгвальної поверхонь зубних рядів у пацієнтів дитячого віку з дистальним, мезіальним та відкритим прикусами, а також з нормотиповим патерном, визначенням у групі пацієнтів без компонентів симптомокомплексу деформацій ЗЩА по сагіталі, вертикалі, трансверзалі, дозволяє окреслити найбільш характерні профілі змін тиску язика при різних типах прикусу. Узагальнення отриманих результатів свідчить, що різні типи прикусу асоціюються з відмінними анатомо-функціональними патернами розподілу тиску язика між фронтальними та периферичними зонами. Зіставлення варіацій тиску для визначених анатомо-функціональних груп відносно нормотипового патерну може бути ефективним засобом для виявлення відповідних особливостей та опису характерних профілів змін тиску язика при різних типах прикусу.

Конфлікт інтересів: відсутній.

Список літератури

1. Sasaki Y., Otsugu M., Sasaki H. et al. Relationship between dental occlusion and maximum tongue pressure in preschool children aged 4-6 years. *Children*. 2022. № 9(2). P. 141. DOI: <https://doi.org/10.3390/children9020141>.
2. Мельник А. О., Канюра О. А., Філоненко В. В. Анатомо-функціональні особливості та визначення тиску язика на оточуючі структури зубощелепного апарату. *Інновації в стоматології*. 2025. № 1. С. 154–165. DOI: <https://doi.org/10.35220/2523-420X/2025.1.26>.
3. Chakraborty P., Chandra P., Tandon R. et al. Devices used for measuring tongue force: a review. *Int J Orthod Rehabil*. 2020. № 11. P. 16–20. DOI: https://doi.org/10.4103/ijor.ijor_44_19
4. Slavicek R. The masticatory organ. Function and dysfunction. *Klosterneuburg : Gamma Med-wiss*, 2006. 544 p.
5. Alhammad M. S., Halboub E., Fayed M. S. et al. Global distribution of malocclusion traits: a systematic review. *Dental Press J Orthod*. 2018. № 23(06). P. 40.e1-40.e10. DOI: <https://doi.org/10.1590/2177-6709.23.6.40.e1-10.onl>.
6. 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.
7. 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: <https://doi.org/10.1002/cnm.2531>.
8. Deshkar M., Thosar N. R., Kabra S. P. et al. The influence of the tongue on the development of dental malocclusion. *Cureus*. 2024. № 16(5). P. e61281. DOI: <https://doi.org/10.7759/cureus.61281>.

9. Asami T., Ishizaki A., Ogawa A. et al. Analysis of factors related to tongue pressure during childhood. *Dent Oral Craniofac Res.* 2017. № 3. P. 1–7. DOI: <https://doi.org/10.15761/DOCR.1000S2003>.
10. 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: <https://doi.org/10.3390/children11121478>.
11. Kurabeishi H., Tatsuo R., Makoto N. et al. Relationship between tongue pressure and maxillofacial morphology in Japanese children based on skeletal classification. *J Oral Rehabil.* 2018. № 45(9). P. 684–691. DOI: <https://doi.org/10.1111/joor.12680>.
12. Lee Y. S., Ryu J., Baek S. H. et al. Comparative Analysis of the Differences in Dentofacial Morphology According to the Tongue and Lip Pressure. *Diagnostics (Basel).* 2021. № 11(3). P. 503. DOI: <https://doi.org/10.3390/diagnostics11030503>.
13. 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: <https://doi.org/10.1111/joor.12653>.
14. 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: <https://doi.org/10.1631/jzus.2007.B0296>.
15. Valentim A. F., Furlan R. M., Perilo T. V. et al. Relationship between perception of tongue position and measures of tongue force on the teeth. *CoDAS.* 2016. № 28(5). P. 546–550. DOI: <https://doi.org/10.1590/2317-1782/20162015256>.
16. Ichikawa M., Fujita Y., Hamaguchi A. et al. Association of tongue pressure with masticatory performance and dental conditions in Japanese children. *Pediatric dental journal.* 2016. № 26(2). P. 51–59. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.pdj.2015.12.003>.
17. Fujita Y., Ohno Y., Ohno K. et al. 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: <https://doi.org/10.1186/s12887-021-02956-x>.
18. 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: <https://doi.org/10.1093/ejo/cjp137>.

References

1. 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: <https://doi.org/10.3390/children9020141>.
2. Melnyk, A. O., Kaniura, O. A., & Filonenko, V. V. (2025). Anatomo-funktsionalni osoblyvosti ta vyznachennia tysku yazyka na otouchuiuchi struktury zuboshchelepnogo aparatu [Anatomical and functional features and determination of tongue pressure on the adjacent structures of the dentognathic apparatus]. *Innovatsii v stomatologii – Innovations in Stomatology*, 1, 154–165. DOI: <https://doi.org/10.35220/2523-420X/2025.1.26> [in Ukrainian].
3. 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: https://doi.org/10.4103/ijor.ijor_44_19.
4. Slavicek, R. (2006). The masticatory organ. Function and dysfunction. *Klosterneuburg: Gamma Med.-wiss*, 544 p.
5. 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: <https://doi.org/10.1590/2177-6709.23.6.40.e1-10.onl>
6. Holovko, N. V. & Nadzhyb, H. I. (2011). Tysk yazyka v ortodontychnykh patsientiv iz I, II ta III vydom anomalnoho prykriplennia 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].
7. 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: <https://doi.org/10.1002/cnm.2531>
8. 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: <https://doi.org/10.7759/cureus.61281>
9. 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*, 3, 1–7. DOI: <https://doi.org/10.15761/DOCR.1000S2003>
10. 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: <https://doi.org/10.3390/children11121478>.
11. 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: <https://doi.org/10.1111/joor.12680>.
12. 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: <https://doi.org/10.3390/diagnostics11030503>.
13. 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: <https://doi.org/10.1111/joor.12653>.
14. 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: <https://doi.org/10.1631/jzus.2007.B0296>.
15. 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: <https://doi.org/10.1590/2317-1782/20162015256>.
16. Ichikawa, M., Fujita, Y., Hamaguchi, A., Chaweewannakorn, W., & Maki, K. (2016). Association of tongue pressure with masticatory performance and dental conditions in Japanese children. *Pediatric dental journal*, 26(2), 51–59. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.pdj.2015.12.003>
17. 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: <https://doi.org/10.1186/s12887-021-02956-x>.
18. 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: <https://doi.org/10.1093/ejo/cjp137>.