

Мельник А. О., Канюра О. А., Копчак А. В., Біденко Н. В., Філоненко В. В.

Національний медичний університет імені О. О. Богомольця, м. Київ, Україна

Особливості м'язово-функціональної активності язика у пацієнтів дитячого віку з дистальним прикусом

▷ **Актуальність.** Оцінити силу тиску язика на оточуючі структури зубощелепного апарату є важливим завданням науковців. Сили, що створюються м'язами язика, губ і щік, діють на зубні ряди, тим самим підтримують форму та стабільність прикусу. З метою раціональної діагностики та ортодонтичного лікування доцільно встановити та врахувати їхні кореляційні зв'язки. Оскільки дистальний прикус є найпоширенішою зубощелепною деформацією, необхідно дослідити параметри м'язово-функціональної активності язика у пацієнтів із зазначеною патологією.

Мета дослідження: оцінити розподіл тиску язика на довільні ділянки порожнини рота та проаналізувати взаємозв'язки між величинами тиску у різних зонах вимірювання для виявлення функціональних м'язових особливостей язика у пацієнтів дитячого віку з дистальним прикусом.

Матеріали та методи. Предметом аналізу були результати обстеження 31 пацієнта віком від 5 до 12 років із дистальним прикусом. Вимірювання сили тиску язика (F, H) у визначених зонах верхньої та нижньої щелеп проводили із застосуванням плівкового датчика сили FlexiForce. Аналогово-цифрове перетворення сигналу датчика відбувалося із застосуванням електронного пристрою на базі модуля мікроконтролера Arduino Nano та за допомогою програмного забезпечення SerialSlot.

Результати. Аналіз тиску у момент, коли пацієнту рекомендували тиснути язиком на датчик та під час ковтання, показав значну варіабельність даних у різних зонах вимірювання. У момент, коли пацієнтам рекомендували тиснути язиком на датчик, найбільший тиск спостерігали на лінгвальну поверхню нижнього зубного ряду. Отриманий топографічний патерн розподілу максимального тиску язика охоплює фронтально-парасагітальний та бічний сегменти нижньої щелепи й може потенційно впливати на оклюзію. Виявлене підвищення тиску вздовж лінгвального контуру нижньої дуги може зображати адаптивний механізм перерозподілу м'язового навантаження, спрямований на стабілізацію нижнього зубного ряду в умовах порушеного язиково-дентального балансу у пацієнтів із дистальним прикусом. Встановлені вагомні відмінності у більшості зон вимірювання за наявності у пацієнтів протрузії або ретрузії фронтальної групи зубів як у момент, коли пацієнтам рекомендували тиснути язиком на датчик, так і під час ковтання, можуть свідчити про специфічну кінематику його рухів із відповідним потенційним впливом на оклюзію.

Висновки. Розподіл сили тиску язика у дітей із дистальним прикусом має характерні особливості, які можуть бути наслідком пристосувальних механізмів до зміненого положення щелеп, що має важливе значення для клінічної практики, оскільки може бути використано для комплексної оцінки ортодонтичного статусу пацієнтів та розроблення оптимальної стратегії лікування. Ця стратегія має враховувати стан м'язового балансу язика разом з іншими потенційними етіологічними факторами, що здатні провокувати розвиток оклюзійних порушень.

Ключові слова: сила тиску язика, ортодонтичне лікування, ковтання, коефіцієнт кореляції, протрузія, ретрузія.

Стаття опублікована на умовах відкритого доступу за ліцензією CC BY-NC
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.uk>



Актуальність

Язик є функціональним органом, який відіграє вагомую роль у процесі формування зубощелепного апарату [1–4]. Попри пристосувальні вла-

стивості одного з найсильніших м'язів організму людини, зубні ряди й щелепи отримують постійний моделювальний вплив відповідно взаємодії з ним [5–7]. Порушення функцій язика розглядаються науковцями у тісному взаємозв'язку зі

станом краніо-мандибулярних структур, постурологічними змінами та різними загально-соматичними порушеннями стану організму людини [8]. Оцінити силу тиску язика на оточуючі структури зубощелепного апарату є важливим завданням науковців. Орофасціальна фізіологія, особливо в тих випадках, коли надмірна варіабельна сила тиску помітна клінічно, вивчається за допомогою якісних або кількісних методів [4].

Сили, що створюються м'язами язика, губ і щік, діють на зубні ряди, тим самим підтримують форму та стабільність прикусу [5, 9, 10]. З метою раціональної діагностики та ортодонтичного лікування доцільно встановити та врахувати їхні кореляційні зв'язки. Використання сучасних діагностичних електронних пристроїв [11–16] дозволяє визначити показники сили тиску язика на оточуючі тканини в окремих ділянках та спрогнозувати вплив на зубощелепний апарат. Перспективою подальших досліджень у запобіганні формування стійких форм зубощелепних деформацій, з'ясуванні вагомості й частки функціонального та морфологічного компонентів у їх етіології та патогенезі є визначення м'язово-функціональної активності язика у пацієнтів дитячого віку із різними ортодонтичними патологіями. Оскільки дистальний прикус є найпоширенішою зубощелепною деформацією [17], доцільно дослідити параметри м'язово-функціональної активності язика у пацієнтів із зазначеною патологією. Важливо зокрема з'ясувати, чи впливає сила язика на ріст і розвиток зубощелепного апарату, чи навпаки, рушійним чинником є механізм адаптації органу до середовища, що склалося, для забезпечення притаманних функцій.

Мета дослідження: оцінити розподіл тиску язика на довкільні ділянки порожнини рота та проаналізувати взаємозв'язки між величинами тиску в різних зонах вимірювання для виявлення функціональних м'язових особливостей язика у пацієнтів дитячого віку з дистальним прикусом.

Матеріали та методи

Предметом аналізу були результати обстеження пацієнтів ($n = 31$) віком від 5 до 12 років із дистальним прикусом, які проходили ортодонтичне лікування з використанням знімної ортодонтичної апаратури. З них 55 % ($n = 17$) становили хлопчики (95 % ДІ 38–71 %) та 45 % ($n = 14$) дівчата (95 % ДІ 29–62 %). Найбільша кількість дітей припадала на вік 9 років — 6 (19 %), найменша — на вік 5 років — 2 (7 %).

Силу тиску язика (F , Н) на оточуючі ділянки порожнини рота верхньої та нижньої щелепи визначали на різних рівнях піднебінної та лінгваль-



Рис. 1. Вимірювання сили тиску язика (F , Н) пацієнту Р. та показники в часі на графіку програмного забезпечення SerialPlot у зоні крайової частини ясен піднебінної поверхні верхніх центральних різців.

ної поверхонь зубів за допомогою плівкового датчика сили FlexiForce з площею поверхні (S , мм²) 78,5 мм². Тиск язика (P , кПа) розраховували як співвідношення 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 тиснути язиком на датчик у таких 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 ікол (Z6), крайова частина ясен лінгвальної поверхні перших нижніх молярів (Z7) (рис. 1). Вимірювання під час ковтання проводили у зонах середньої третини піднебінної поверхні верхніх центральних різців (ZK1) та середньої третини лінгвальної поверхні нижніх центральних різців (ZK3).

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

Таблиця 1.

Результати вимірювань тиску язика (P , кПа) у дітей із дистальним прикусом

Зона вимірювання тиску	Величина тиску P , кПа		
	$M \pm SD$	Min – Max	95 % ДІ
Z1	56,1 ± 25,3	20,4 – 105,7	46,8 – 65,4
Z2	55,8 ± 21,6	29,3 – 105,1	47,8 – 63,7
Z3	69,5 ± 34,1	29,6 – 166,9	57,0 – 82,0
Z4	52,4 ± 18,9	24,8 – 86,6	45,5 – 59,4
Z5	83,0 ± 42,7	30,6 – 196,6	67,3 – 98,6
Z6	77,2 ± 38,5	21,0 – 163,2	63,1 – 91,3
Z7	84,8 ± 32,9	25,5 – 173,2	72,7 – 96,9
ZK1	8,0 ± 4,4	3,8 – 21,0	6,3 – 9,6
ZK3	9,0 ± 5,0	5,0 – 28,7	7,2 – 10,9

взаємозв'язку між змінними проводили із застосуванням непараметричного методу розрахунку коефіцієнту рангової кореляції Спірмена. Статистично значущими вважали відмінності характеристик об'єктів статистичного спостереження та/або кореляції між ними при рівні значущості $p < 0,05$.

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, а також наказу Міністерства охорони здоров'я України № 690 від 23.09.2009 р.

Результати досліджень та їх обговорення

Аналіз показників тиску язика (P , кПа) на оточуючі ділянки порожнини рота у момент, коли пацієнтам рекомендували тиснути язиком на датчик, та під час ковтання, продемонстрував значну ва-

ріабельність даних у різних зонах вимірювання (табл. 1).

У момент, коли пацієнтам рекомендували тиснути язиком на датчик, найвищі середні значення тиску серед усіх вимірювальних зон зафіксовані у крайовій частині ясен лінгвальної поверхні перших нижніх молярів (Z7) — 84,8 ± 32,9 кПа (95 % ДІ: 72,7 – 96,9). Водночас у зоні середньої третини їхньої лінгвальної поверхні (Z4) середнє значення тиску найнижче — 52,4 ± 18,9 кПа (95 % ДІ: 45,5 – 59,4). Не відрізнялися суттєвими відмінностями середні показники тиску у зонах середньої третини піднебінної поверхні (Z1) та крайової частини ясен піднебінної поверхні верхніх центральних різців (Z2) — 56,1 ± 25,3 кПа (95 % ДІ: 46,8 – 65,4) та 55,8 ± 21,6 кПа (95 % ДІ: 47,8 – 63,7) відповідно. У зоні середньої третини лінгвальної поверхні нижніх центральних різців (Z3) зафіксоване середнє значення тиску у 69,5 ± 34,1 кПа (95 % ДІ: 57,0 – 82,0) та найширший розкид значень (29,6 – 166,9). Під час ковтання у зоні ZK1 середній тиск склав 8,0 ± 4,4 кПа

Таблиця 2.

Результати вимірювань тиску язика (P , кПа) у дітей із дистальним прикусом із протрузією або ретрузією фронтальної групи зубів

Зона вимірювання тиску	Величина тиску, кПа				Значення p
	Протрузія		Ретрузія		
	$M \pm SD$	95% ДІ	$M \pm SD$	95% ДІ	
Z1	47,5 ± 21,6	38,4–56,6	85,7 ± 9,9	76,6–94,9	< 0,001*
Z2	47,1 ± 12,5	41,8–52,4	85,5 ± 20,0	66,9–104,0	0,002 *
Z3	60,3 ± 30,3	47,6–73,1	100,8 ± 28,3	74,7–127,0	0,004*
Z5	67,2 ± 29,1	54,9–79,4	137,1 ± 38,3	101,7–172,5	< 0,001*
Z6	64,7 ± 30,9	51,7–77,7	120,2 ± 30,9	91,7–148,8	< 0,001*
ZK1	6,1 ± 1,6	5,4–6,7	14,5 ± 4,9	9,9–19,0	0,004 *
ZK3	7,3 ± 2,7	6,2–8,5	14,8 ± 7,0	8,3–21,3	0,029 *

Примітка: * різниця тиску при протрузії та ретрузії є статистично значущою ($p < 0,05$).

(95 % ДІ: 6,3 – 9,6), у зоні ZK3 — $9,0 \pm 5,0$ кПа (95 % ДІ: 7,2 – 10,9). У зоні ZK1 спостерігався відносно низький розкид значень, тоді як у зоні ZK3 значення мали ширший діапазон (5,0 – 28,7 кПа). Для оцінки були використані середні значення, стандартні відхилення та 95 % довірчі інтервали, що дозволяє визначити загальні закономірності та відмінності між точками вимірювання.

Встановлено вагому відмінність показників тиску (P , кПа) язика на фронтальну групу зубів у дітей із дистальним прикусом ($n = 31$) із протрузією ($n = 24$) або ретрузією ($n = 7$) як у момент, коли пацієнтам рекомендували тиснути язиком на датчик, так і під час ковтання в більшості зон вимірювання (табл. 2).

У дітей із дистальним прикусом та ретрузією фронтальної групи зубів у всіх проаналізованих зонах вимірювань при натисканні язиком на датчик реєстрували суттєво вищі значення тиску, ніж у дітей із протрузією. Так, у зоні середньої третини піднебінної поверхні верхніх центральних різців (Z1) показники превалюють у 1,8 раза (95 % ДІ для кратності: 1,6–2,4). У зоні крайової частини ясен піднебінної поверхні верхніх центральних різців (Z2) виявлений 1,8-кратно більший тиск у дітей із ретрузією (95 % ДІ: 1,4–2,4). На рівні середньої третини лінгвальної поверхні нижніх центральних різців (Z3) показники також істотно більші ($p = 0,004$ за критерієм Манна-Уїтні), із 1,7-кратним перевищенням (95 % ДІ: 1,3–2,3). Найбільша вираженість різниць спостерігалась у зонах нижніх зубів: у зоні Z5 тиск при ретрузії перевищував значення при протрузії у 2,1 раза (95 % ДІ: 1,6–2,9), у зоні Z6 — у 1,9 раза (95 % ДІ: 1,5–2,8). Це свідчить, що при ретрузії язик чинить значно інтенсивніший тиск як на піднебінні поверхні верхніх, так і на лінгвальні поверхні нижніх фронтальних зубів.

Аналіз тиску язика під час ковтання також засвідчив суттєво вищі показники у групі з ретрузією. У зоні ZK1 середній тиск при ретрузії у 2,4 раза більший ($p = 0,004$), ніж при протрузії (95 % ДІ: 1,7–3,2). У зоні ZK3 спостерігали 2,0-кратне превалювання тиску при ретрузії (95 % ДІ: 1,3–2,9) при статистичній значущості $p = 0,029$. Це дає можливість зробити висновок, що під час ковтання, тобто в умовах фізіологічної функціональної активності, тиск язика у дітей із ретрузією залишається стабільно більшим, ніж у дітей із протрузією, з близько дворазовою кратністю підвищення, відносно вузькими 95 % довірчими інтервалами та значеннями $p < 0,05$, що підтверджує значущість виявлених відмінностей.

Діаграма розподілу результатів вимірювань тиску язика (кПа) у дітей з дистальним прикусом ($n = 31$) у момент, коли пацієнт тиснув язиком на датчик та під час ковтання (рис. 2) показує, що більшість зон мають відносно симетричний розподіл, проте деякі (особливо Z1, Z5 і Z6) демонструють значну варіабельність, що може бути пов'язано з особливостями м'язово-функціональної активності язика. Водночас такі зони, як Z2 і Z7, демонструють відносно компактні 95 % довірчі інтервали, що свідчить про більшу стабільність цих показників серед пацієнтів. Суттєві відмінності у розподілі тиску язика між різними зонами ротової порожнини також можуть свідчити про можливість адаптації органу до умов порожнини рота при дистальному прикусі.

Подальший аналіз показав, що між тиском язика при натисканні (Z1, Z3) та під час ковтання (ZK1, ZK3) існує позитивний кореляційний зв'язок. Значення коефіцієнту кореляції Спірмена між значеннями тиску ZK1 та Z1 склало 0,295, що свідчить про можливу наявність слабого зв'язку, але при цьому отримане значення не досягло достат-

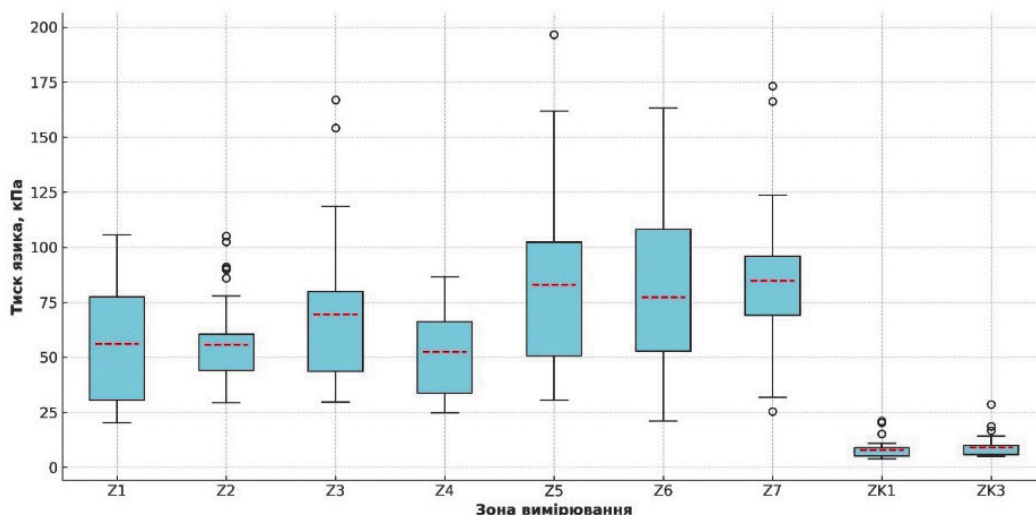


Рис. 2. Діаграма розподілу результатів вимірювань тиску язика (кПа) у дітей із дистальним прикусом ($n = 31$) у момент, коли пацієнт тиснув язиком на датчик та під час ковтання.

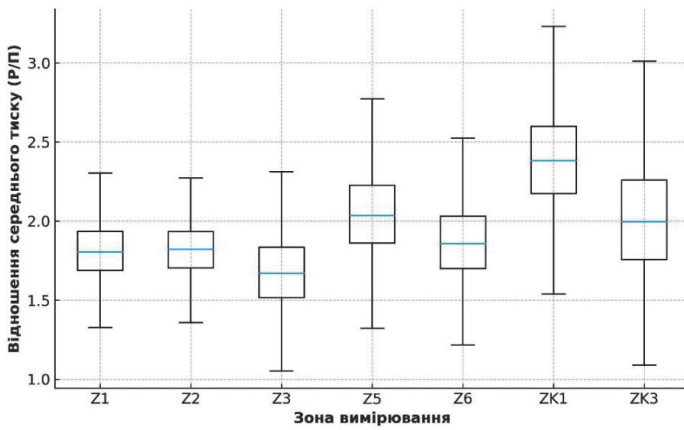


Рис. 3. Діаграма розподілу відношень середнього тиску язика при ретрузії порівняно з протрузією у різних зонах вимірювання.

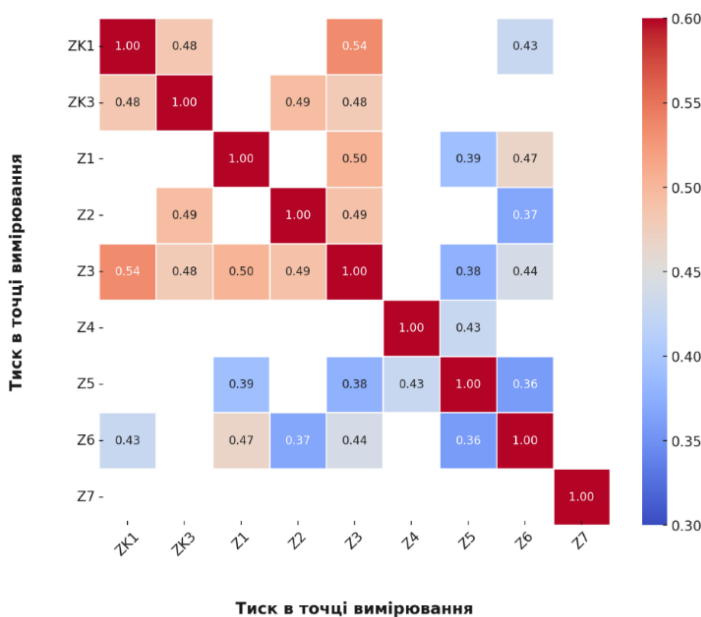


Рис. 4. Матриця коефіцієнтів кореляції Спірмена для результатів вимірювань тиску язика пацієнтів дитячого віку ($n = 31$) із дистальним прикусом у зонах Z1–Z7 у момент, коли пацієнт тиснув язиком на датчик та під час ковтання (ZK1, ZK3).

нього рівня статистичної значущості ($p = 0,1074$). На відміну від результатів для пари вибірок ZK1 та Z1, для даних тиску ZK3 та Z3 отримане значення становило 0,480, що вказує на помірний позитивний кореляційний зв'язок із високою статистичною значущістю ($p = 0,0063$). Ці результати свідчать про те, що тиск язика на нижні різці (Z3 і ZK3) має більш тісний взаємозв'язок, ніж аналогічні показники для верхніх (Z1 і ZK1). Це може вказувати на те, що м'язово-функціональна активність язика в нижній ділянці є більш стабільною при різних функціональних станах.

Діаграма розподілу відношень показників тиску (P, кПа) язика у дітей із дистальним прикусом ($n = 31$) за наявності протрузії ($n = 24$) або ретрузії ($n = 7$) фронтальної групи зубів у різних зонах вимірювання у момент, коли пацієнту рекомендували тиснути язиком на датчик та під час ковтання

також засвідчує вагому відмінність показників (рис. 3).

Аналіз кореляційних зв'язків між тиском язика на оточуючі ділянки порожнини рота у різних зонах вимірювання (Z1–Z7) показав наявність статистично значущих асоціацій у певних парах змінних (рис. 4). Результати розрахунків коефіцієнтів кореляції Спірмена дозволяють оцінити силу зв'язків між групами величин, навіть якщо їх розподіл не є нормальним. Усі наведені дані є статистично значущими ($p < 0,05$), а їхні коефіцієнти кореляції знаходяться в межах 0,3–0,6, що вказує на помірну силу зв'язку. Найвищий її рівень серед виявлених зафіксовано між тиском язика під час ковтання у піднебінній зоні верхніх центральних різців (ZK1) і тиском у момент, коли пацієнт тиснув язиком на датчик в зоні середньої третини лінгвальної поверхні нижніх центральних різців (Z3), де коефіцієнт кореляції склав 0,535 при рівні статистичної значущості $p = 0,0019$. Це означає, що чим більший тиск язика на піднебіння під час ковтання, тим вищий він у момент, коли пацієнту рекомендували тиснути язиком на датчик на нижні різці, що може свідчити про стабільний патерн навантаження у фронтальній частині ротової порожнини. Також високий рівень кореляції спостерігався між тиском язика під час ковтання у зоні нижніх різців (ZK3) і тиском у момент, коли пацієнту рекомендували тиснути язиком на датчик в крайовій частині ясен піднебінної поверхні верхніх центральних різців (Z2), де коефіцієнт кореляції склав 0,495 при рівні значущості $p = 0,0046$.

Помірні кореляції в діапазоні 0,4–0,5 спостерігалися між тиском язика під час ковтання у піднебінній зоні (ZK1) і тиском у момент, коли пацієнту рекомендували тиснути язиком на датчик в крайовій частині ясен лінгвальної поверхні нижнього ікла (Z6), де коефіцієнт кореляції становив 0,427 при $p = 0,0165$. Крім того, під час ковтання тиск язика у зоні піднебіння (ZK1) мав зв'язок із тиском у зоні нижніх різців (ZK3), де коефіцієнт кореляції становив 0,484 при $p = 0,0058$, що підтверджує єдиний механізм координації рухів язика. Помірні кореляції між ковтальним тиском та тиском у момент, коли пацієнту рекомендували тиснути язиком на датчик у ділянках іклів та молярів можуть свідчити про роль латеральних відділів язика у підтриманні балансу тисків.

Отримані результати свідчать, що у дітей із дистальним прикусом тиск язика у різних функ-

ціональних станах має значну варіабельність даних у різних зонах вимірювання. У момент, коли пацієнтам рекомендували тиснути язиком на датчик, найбільший тиск відмічали на лінгвальну поверхню нижнього зубного ряду, зокрема у зонах Z5, Z6 та Z7. Такий топографічний патерн розподілу максимального тиску язика охоплює фронтально-парасагітальний та бічний сегменти нижньої щелепи й може потенційно впливати на оклюзію. Виявлене підвищення тиску вздовж лінгвального контуру нижньої дуги може зображати адаптивний механізм перерозподілу м'язового навантаження, спрямований на стабілізацію нижнього зубного ряду в умовах порушеного язиково-дентального балансу при дистальній оклюзії. Під час ковтання, тиск язика у зонах верхніх та нижніх центральних різців (Z1 та Z3) зменшується, що може свідчити про специфічну кінематику його рухів під час ковтального рефлексу. Встановлені вагомні відмінності у більшості зон вимірювання за наявності у пацієнтів протрузії або ретрузії фронтальної групи зубів як у момент, коли пацієнтам рекомендували тиснути язиком на датчик, так і під час ковтання, можуть свідчити про специфічну кінематику його рухів із відповідним потенційним впливом на оклюзію.

Встановлені закономірності підтверджують думку українських та закордонних науковців щодо існування взаємозв'язку впливу сили язика на ріст і розвиток зубощелепного апарату [5–10, 18–20]. Зафіксовані в нашому експерименті значення максимальної сили тиску язика у момент тиснення пацієнтами на датчик та під час ковтання корелюють із результатами, отриманими іншими науковцями. Так, згідно з Martins F. A. G. та співавт. [18], максимальний тиск передньої частини язика у пацієнтів II класу за Енглем 56,5 кПа, задньої — 54,5 кПа. Rosa R.R. та співавт. [19] проаналізували зв'язок функціональних станів язика під час ковтання та виявили зв'язки у таких аспектах: рухливість, тиск при випинанні та ковтання слини; тиск при максимальному протрузійному випинанні становив 44,13 кПа, під час ковтання — 34,33 кПа.

Grabner T. M. [20], провівши фундаментальне дослідження морфології м'язів у пацієнтів I, II та III класів за Енглем, стверджував, що зміни у їхніх функціях можуть порушувати нормальну морфологію або посилювати наявну аномалію прикусу. Функція м'язів може бути адаптивною до морфогенетичного патерну. Структурна ано-

малія посилюється компенсаторною м'язовою активністю до досягнення балансу між патерном, середовищем та фізіологією. Науковець наводить середні значення максимального тиску язика у пацієнтів II класу за Енглем і протрузією верхніх різців 45,71 кПа, під час ковтання — 23,64 кПа. Зміни тиску між групами не були статистично значущими.

Отримані результати свідчать про складну взаємодію між різними ділянками ротової порожнини у підтримці стабільності положення язика, що може мати значення для оцінки функціонального стану пацієнтів з дистальним прикусом. Виявлені закономірності можуть бути корисними для подальшого аналізу взаємовпливу функціональної адаптації язика та умов дистального прикусу та ролі цих взаємозв'язків у підтриманні оклюзійного балансу. Це підтверджує, що язик діє як цілісна функціональна структура забезпечуючи стабільний розподіл навантаження як на верхній, так і на нижній зубний ряд. Висока індивідуальна мінливість значень свідчить про вагомні відмінності у механіці рухів язика, що можуть бути зумовлені як анатомічними, так і функціональними особливостями конкретних пацієнтів. Отримані дані вказують на адаптивний характер положення язика у пацієнтів із дистальним прикусом, де його роль у підтриманні рівноваги між щелепами та забезпеченні стабільності прикусу є достатньо важливою.

Висновки

Розподіл сили тиску язика у дітей з дистальним прикусом має характерні особливості, які можуть бути наслідком пристосувальних механізмів до зміненого положення щелеп, що має важливе значення для клінічної практики, оскільки може бути використано для комплексної оцінки ортодонтичного статусу пацієнтів та розробки оптимальної стратегії лікування. Ця стратегія має враховувати стан м'язового балансу язика разом із іншими потенційними етіологічними факторами, що здатні провокувати розвиток оклюзійних порушень.

Конфлікт інтересів

Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.

Згода на публікацію

Автори ознайомлені з текстом рукопису та надали згоду на його публікацію.

ПОСИЛАННЯ / REFERENCES

1. Melnyk, A. O., Kaniura, O. A., & Filonenko, V. V. (2024). Macroglossia: signs, symptoms, methods of diagnostic and treatment, influence on the formation of dentognathic deformations. *Stomatological Bulletin*, 129(4), 164–173. DOI: <https://doi.org/10.35220/2078-8916-2024-54-4.30>
2. Melnyk, A., & Filonenko, V. (2023). Clinical and Phonetic Features of Dentognathic Deformations, Their Orthodontic Treatment. In: Ardelean L.C. and Rusu L-C.C., editors. *Human Teeth – From Function to Esthetics*. UK: IntechOpen; pp. 315–333. DOI: <https://doi.org/10.5772/intechopen.109636>
3. Deshkar, M., Thosar, N. R., Kabra, S. P., Yeluri, R., & Rathi, 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>
4. Kuwajima, Y., Kim, G., Ishida, Y., Matsumoto, S., Ogawa, K., Shimpo, R., Shimpo, J., Nagasaki, H., Nagai, S., & Chen, C.-Y. (2022). Tongue pressure declines early on in patients with malocclusion. *Applied Sciences*, 12(9):4618. DOI: <https://doi.org/10.3390/app12094618>
5. Gabren Syller, A., & Iwanowski, M. (2025). Tongue resting position. URL: <https://adentis.pl/en/services/language-is-your-friend/tongue-resting-position/>
6. Kutti Sridharan G., & Rokkam, V. R. (2023). Macroglossia. StatPearls. URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK560545/>
7. Ali, A. A. (2023). Tongue thrust: a review. URL: <https://codental.uobaghdad.edu.iq/wp-content/uploads/sites/14/2023/12/Athraa-Ameer.pdf>
8. Smaglyuk, L. V., Trofymenko, M. V., & Liakhovska, A. V. (2023). Enhancing orthodontic treatment for patients with swallowing and speech disorders. *Actual Problems of the Modern Medicine: Bulletin of Ukrainian Medical Stomatological Academy*, 23(4), 312–317. DOI: <https://doi.org/10.31718/2077-1096.23.4.312>
9. Voloshina, L., Dvornyk, V., Skikevych, M., Tkachenko, P., Bilokon, S., & Avetikov, D. (2025). The influence of anatomical and physiological features of the tongue on the disturbance of articulative and oral kinetic praxis in the presence of dentofacial anomalies. *Ukrainian Dental Almanac*, (2), 40–44.. DOI: <https://doi.org/10.31718/2409-0255.2.2025.08>
10. Khetsuriani, M. (2024). Correct tongue position. [Хецуріані М. (2024). Правильне положення язика]. URL: <https://cis.ua/ua/articles/ortodontiya/pravilne-polozhennya-yazika/>
11. Achmad, H., Areni, I. S., Sumintarti, S., Ramadhany, S., Ardiansya, R., Edy, S., & Kuandinata, W. (2025). Detection of lip, tongue, masseter, and temporalis muscle contractions with electromyography tools as an early diagnostic medium for dentoalveolar malocclusion. *Eur J Dent*, 19(4), 998–1007. DOI: <https://doi.org/10.1055/s-0044-1795124>
12. 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>
13. Kurabeishi, H., Tatsuo, R., Makoto, N., & Kazunori, F. (2018). Relationship between tongue pressure and maxillofacial morphology in Japanese children based on skeletal classification. *Journal of Oral Rehabilitation*, 45(9), 684–691. DOI: <https://doi.org/10.1111/joor.12680>
14. 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*, 11(3), 503. DOI: <https://doi.org/10.3390/diagnostics11030503>
15. Tsujimoto, K., Takahashi, K., Shibuya, T., & Komasa, Y. (2012). Effect of body position on tongue movement during swallowing. *Journal of Osaka Dental University*, 46(1), 147–156. DOI: https://doi.org/10.18905/jodu.46.1_147
16. Yu, M., & Gao, X. (2019). Tongue pressure distribution of individual normal occlusions and exploration of related factors. *Journal of Oral Rehabilitation*, 46(3), 249–256. DOI: <https://doi.org/10.1111/joor.12741>
17. Doroshenko, S. I., & Savonik, S. M. (2020). The prevalence of dento-maxillary anomalies in children aged 4–17 years. *Actual Dentistry*, (5), 70. [Дорошенко С. І., Савонік С. М. (2020). Поширеність зубощелепних аномалій у дітей віком 4–17-ти років. *Сучасна стоматологія*, 5, 70]. DOI: <https://doi.org/10.33295/1992-576X-2020-5-70>
18. Martins, F. A., Motta, A. R., Neves, L. S., & Furlan, R. M. (2023). Evaluation of the maximum tongue and lip pressure in individuals with Class I, II, or III Angle malocclusions and different facial types. *CoDAS*, 35(5):e20220102. DOI: <https://doi.org/10.1590/2317-1782/20232022102>
19. Rosa, R. R., Bueno, M. D., Migliorucci, R. R., Brasolotto, A. G., Genaro, K. F., & Berretin-Felix, G. (2020). Tongue function and swallowing in individuals with temporomandibular disorders. *Journal of Applied Oral Science*, 28: e20190355. DOI: <https://doi.org/10.1590/1678-7757-2019-0355>
20. Graber, T. M. (1963). The “Three M’s”: muscles, malformation, and malocclusion. *American Journal of Orthodontics*, 49(6), 418–450. DOI: [https://doi.org/10.1016/0002-9416\(63\)90167-2](https://doi.org/10.1016/0002-9416(63)90167-2)

Features of the Muscular and Functional Activity of the Tongue in Pediatric Patients with a Distal Bite

Melnyk, A., Kaniura, O., Kopchak, A., Bidenko, N., & Filonenko, V.

Bogomolets National Medical University, Kyiv, Ukraine

Relevance. Assessing the force of tongue pressure on the surrounding structures of the dentognathic apparatus is an important task for scientists. The forces created by the muscles of the tongue, lips, and cheeks act on the dentition, supporting the shape and stability of the bite. For the purpose of rational diagnosis and orthodontic treatment, it is advisable to establish and consider their correlations. Since the distal bite is the most common dentognathic deformation, it is necessary to investigate the parameters of the tongue's muscular and functional activity in patients with this pathology.

Aim: to assess the distribution of tongue pressure in the surrounding areas of the oral cavity and analyze the relationships between pressure values in different measurement zones to identify functional muscle features of the tongue in pediatric patients with a distal bite.

Materials and methods. The subject of the analysis was the results of the examination of 31 patients aged 5 to 12 years with distal bite. Measurement of the tongue pressure force (F, H) in the specified zones of the upper and lower jaws was carried out using the FlexiForce film force sensor. Analog-to-digital conversion of the sensor signal was carried out using an electronic device based on the Arduino Nano microcontroller module and using the SerialSlot software.

Results. Analysis of pressure at the moment the patient was advised to press the tongue against the sensor and during swallowing demonstrated significant variability across measurement zones. At the moment when the patients were advised to press the tongue on the sensor, the greatest pressure was noted on the lingual surface of the lower dentition. The obtained topographic distribution of maximum tongue pressure covers the frontal-parasagittal and lateral segments of the lower jaw and may affect occlusal function. The detected increase in pressure along the lingual contour of the lower arch may reflect an adaptive mechanism that redistributes muscle load to stabilize the lower dentition in patients with a distal bite and impaired lingual-dental balance. The significant differences observed in most measurement zones in patients with protrusion or retrusion of the frontal group of teeth, both at the moment when patients were advised to press their tongue on the sensor and during swallowing, may indicate specific kinematics of their movements, with a corresponding potential impact on occlusal function.

Conclusions. The distribution of tongue pressure force in children with a distal bite has characteristic features that may be the result of adaptive mechanisms to the changed position of the jaws, which is of great importance for clinical practice, as it can be used for a comprehensive assessment of the orthodontic status of patients and the development of an optimal treatment strategy. This strategy should consider the tongue's muscle balance, along with other potential etiological factors that can contribute to the development of occlusal disorders.

Keywords: *tongue pressure force, orthodontic treatment, swallowing, correlation coefficient, protrusion, retrusion.*

Мельник Альона Олександрівна — кандидат медичних наук, доцент, заступник директора Навчально-наукового інституту стоматології, доцент кафедри ортодонції та пропедевтики ортопедичної стоматології Національного медичного університету імені О. О. Богомольця, м. Київ, Україна.

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

Канюра Олександр Андрійович — доктор медичних наук, професор, проректор з науково-педагогічної та лікувальної роботи, професор кафедри ортодонції та пропедевтики ортопедичної стоматології Національного медичного університету імені О. О. Богомольця, м. Київ, Україна.

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

Копчак Андрій Володимирович — доктор медичних наук, професор, директор Навчально-наукового інституту стоматології, професор кафедри щелепно-лицевої хірургії та сучасних стоматологічних технологій Національного медичного університету імені О. О. Богомольця, м. Київ, Україна.

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

Біденко Наталія Василівна — доктор медичних наук, професор, заступник директора Навчально-наукового інституту стоматології, професор кафедри дитячої терапевтичної стоматології та профілактики стоматологічних захворювань Національного медичного університету імені О. О. Богомольця, м. Київ, Україна.

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

Філоненко Валерій Володимирович — доктор медичних наук, професор, заступник директора Навчально-наукового інституту стоматології, доцент кафедри ортодонції та пропедевтики ортопедичної стоматології Національного медичного університету імені О. О. Богомольця, м. Київ, Україна.

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

Стаття: надійшла до редакції 17.10.2025 р.; прийнята до друку 16.10.2025 р.