

УДК 616.314-089.23-007.272-07-085.47+611.7(045)  
DOI <https://doi.org/10.35220/2523-420X/2026.1.18>

**М.С. Дрогомирецька,**

доктор медичних наук, професор,  
завідувачка кафедри ортодонції,

Національний університет охорони здоров'я України  
імені П. Л. Шупика,  
вул. Дорогожицька 9, м. Київ, Україна, індекс 04112,  
[dr.myroslava@gmail.com](mailto:dr.myroslava@gmail.com)  
ORCID ID: 0000-0002-5646-8791

**М.А. Берташ,**

аспірант кафедри ортодонції

Національний університет охорони здоров'я України  
імені П. Л. Шупика,  
вул. Дорогожицька 9, м. Київ, Україна, індекс 04112,  
[max.bertash@gmail.com](mailto:max.bertash@gmail.com)  
ORCID ID: 0009-0001-5949-6907

## ОСОБЛИВОСТІ КРАНІО- МАНДИБУЛЯРНОГО КОМПЛЕКСУ У ОРТОДОНТИЧНИХ ПАЦІЄНТІВ ІЗ ПОРУШЕННЯМ ПОСТУРАЛЬНОГО БАЛАНСУ

**Мета дослідження.** Вивчити клінічні та функціональні особливості краніо-мандибулярного комплексу у ортодонтичних пацієнтів із порушенням постурального балансу, а також оцінити взаємозв'язок між типом прикусу, рухами нижньої щелепи, асиметрією м'язової активності та показниками статичної та динамічної постури.

**Методи дослідження.** Проведено проспективне когортне дослідження за методом паралельних груп за участю 220 пацієнтів віком 9–18 років, розподілених на групи залежно від типу прикусу: дистальна оклюзія Class II/1 (n=80), Class II/2 (n=64) та мезіальна оклюзія Class III (n=56). Контрольну групу становили здорові діти без патології прикусу та порушень постури (n=50). Обстеження включало оцінку рухів нижньої щелепи (відкриття, бічні та протрузійні рухи), симетрії та асиметрії бічних рухів, поверхневу електроміографію жувальних і шийних м'язів, а також аналіз постурального балансу за допомогою стабілоплатформи Zebris (статичні та динамічні показники, коливання центру маси, нахил голови, розподіл навантаження стоп). Статистична обробка включала розрахунок середніх значень та стандартного відхилення, t-тест або U-тест Манна–Уїтні, кореляційний аналіз взаємозв'язку параметрів прикусу, рухів нижньої щелепи та постури.

**Наукова новизна.** Вперше проведено комплексну оцінку краніо-мандибулярного комплексу у ортодонтичних пацієнтів із порушенням постурального балансу, що дозволило виявити вікові та функціональні особливості адаптації нижньої щелепи та м'язового апарату, а також взаємозв'язок між типом прикусу і порушеннями стабільності тулуба і голови. Досліджено вплив морфологічних аномалій прикусу на асиметрію бічних рухів, перевантаження жуваль-

них м'язів та компенсаторні механізми постуральної регуляції.

**Висновки.** Результати показали, що пацієнти з Class II/2 та Class III мають знижені показники амплітуди бічних і протрузійних рухів нижньої щелепи, більшу асиметрію рухів та підвищену активність жувальних м'язів, що свідчить про функціональні порушення СНЩС. У той же час спостерігається значне порушення постурального балансу: збільшені коливання центру маси, нахил голови та знижена динамічна стабільність тулуба, особливо у пацієнтів із мезіальною оклюзією Class III. Дані підтверджують взаємозв'язок морфофункціональних особливостей прикусу з порушеннями постури та компенсаторними адаптаціями м'язово-суглобового апарату, що має важливе значення для диференційованого ортодонтичного планування та комплексної оцінки стану краніо-мандибулярного комплексу.

**Ключові слова:** краніо-мандибулярний комплекс, аномалії прикусу, постуральний баланс, рухи нижньої щелепи, скронево-нижньощелепний суглоб, електроміографія жувальних м'язів.

**M.S. Drohomiretska,**

MD, Professor,

Head of the Department of Orthodontics  
National University of Health of Ukraine  
named after P. L. Shupyk,

9 Dorohozhytska street, Kyiv, Ukraine, postal code 04112,  
[dr.myroslava@gmail.com](mailto:dr.myroslava@gmail.com)  
ORCID: 0000-0002-5646-8791

**M.A. Bertash,**

PhD student at the Department of Orthodontics,  
National University of Health of Ukraine  
named after P. L. Shupyk,

9 Dorohozhytska street, Kyiv, Ukraine, postal code 04112,  
[max.bertash@gmail.com](mailto:max.bertash@gmail.com)  
ORCID ID: 0009-0001-5949-6907

## FEATURES OF THE CRANIO-MANDIBULAR COMPLEX IN ORTHODONTIC PATIENTS WITH POSTURAL BALANCE DISORDERS

**Objective.** To study the clinical and functional features of the cranio-mandibular complex in orthodontic patients with postural balance disorders and to assess the relationship between occlusion type, mandibular movements, asymmetry of muscle activity, and indicators of static and dynamic posture.

**Methods.** A prospective cohort study with parallel-group design was conducted involving 220 patients aged 9–18 years, divided into groups depending on occlusion type: distal occlusion Class II/1 (n=80), Class II/2 (n=64), and mesial occlusion Class III (n=56). The control group included healthy children without occlusion pathology and postural disorders (n=50). The examination included assessment of mandibular movements (opening, lateral, and protrusive movements), symmetry and asymmetry of lateral movements, surface electromyography of masticatory and



neck muscles, and postural balance analysis using the Zebris stabilometric platform (static and dynamic parameters, center of mass sway, head tilt, weight distribution on the feet). Statistical analysis included calculation of means and standard deviations, *t*-test or Mann–Whitney *U*-test, and correlation analysis of occlusion parameters, mandibular movements, and posture.

**Scientific novelty.** For the first time, a comprehensive assessment of the crano-mandibular complex in orthodontic patients with postural balance disorders was performed, allowing identification of age-related and functional features of mandibular and muscle apparatus adaptation, as well as the relationship between occlusion type and trunk and head stability disorders. The influence of morphological occlusion anomalies on lateral movement asymmetry, masticatory muscle overload, and compensatory postural regulation mechanisms was studied.

**Conclusions.** The results showed that patients with Class II/2 and Class III had reduced amplitude of lateral and protrusive mandibular movements, greater movement asymmetry, and increased masticatory muscle activity, indicating functional disorders of the TMJ. At the same time, significant postural balance impairment was observed: increased center of mass sway, head tilt, and decreased dynamic trunk stability, especially in patients with Class III malocclusion. The data confirm the relationship between morphofunctional occlusion features and postural disorders, as well as compensatory adaptations of the musculoskeletal system, which is important for differential orthodontic planning and comprehensive assessment of the crano-mandibular complex.

**Key words:** crano-mandibular complex, occlusion anomalies, postural balance, mandibular movements, temporomandibular joint, electromyography of masticatory muscles.

**Постановка проблеми.** Порушення оклюзії та функціональні розлади краніо-мандибулярного комплексу є важливою проблемою сучасної ортодонції, оскільки вони можуть супроводжуватися не лише морфологічними змінами зубощелепної системи, але й порушеннями м'язової координації, жувальної функції, положення голови та шийного відділу хребта [1, 2]. Упродовж останніх років зростає інтерес до вивчення взаємозв'язку між станом стоматогнатичної системи, краніоцервікальною поставою та загальним постуральним балансом пацієнта [3–5].

За даними систематичних оглядів, між темпоромандибулярними розладами, порушеннями функції жувальних м'язів, особливостями положення нижньої щелепи та змінами постави існує клінічно значущий, хоча й не завжди однозначний зв'язок [4, 6, 7]. Показано, що у пацієнтів із темпоромандибулярними розладами частіше виявляються зміни постуральної стабільності, краніоцервікальної пози, а також функціональні порушення на рівні шийного відділу хребта [4, 8, 9]. Окремі дослідження також засвідчують

наявність асоціацій між сагітальним положенням нижньої щелепи, краніоцервікальною поставою та морфологією черепно-лицевого комплексу в різні періоди росту [10, 11].

Особливу увагу привертають ортодонтичні пацієнти, у яких морфологічні зміни прикусу поєднуються з функціональною перебудовою м'язово-суглобового апарату. Систематичний огляд свідчить, що аномалії прикусу можуть впливати на жувальну ефективність, моторну функцію нижньої щелепи та м'язовий баланс у дітей [12]. Крім того, при трансверзальних аномаліях оклюзії, зокрема звуженні верхньої щелепи та бічному перехресному прикусі, встановлено зміни електроміографічної активності м'язів краніомандибулярної системи, що вказує на функціональну асиметрію та адаптаційне перевантаження окремих м'язових груп [1].

Сучасні огляди також підкреслюють, що постуральні зміни у пацієнтів зі стоматогнатичними порушеннями можуть проявлятися не лише на краніоцервікальному, але й на рівні тулуба та опорно-рухового апарату загалом, однак результати досліджень залишаються неоднорідними через різницю в дизайні, методах обстеження та характеристиках вибірок [3, 6, 13]. Це зумовлює потребу у подальшому вивченні особливостей краніо-мандибулярного комплексу саме в ортодонтичних пацієнтів із порушенням постурального балансу, з урахуванням як морфологічних, так і функціональних параметрів.

Отже, дослідження особливостей краніо-мандибулярного комплексу у ортодонтичних пацієнтів із порушенням постурального балансу є актуальним, оскільки дає змогу поглибити уявлення про міжсистемні взаємозв'язки між зубощелепною системою, краніоцервікальною поставою та постуральною регуляцією, а також може стати підґрунтям для вдосконалення діагностичного підходу в ортодонтичній практиці.

**Мета дослідження.** Вивчити клінічні та функціональні особливості краніо-мандибулярного комплексу у ортодонтичних пацієнтів із порушенням постурального балансу.

**Матеріал і методи дослідження.** Дослідження проведено у форматі проспективного когортного дослідження методом паралельних груп. Загалом було залучено 220 пацієнтів віком 9–18 років, які проходили ортодонтичне обстеження та лікування на кафедрі ортодонції НУОЗ України імені П. Л. Шупика. Усі дослідження виконувалися відповідно до етичних принципів та за інформованою згодою батьків або законних представників пацієнтів.

### Формування груп

Дослідження включало 220 пацієнтів віком 9–18 років, які проходили ортодонтичне обстеження та лікування на кафедрі ортодонції НУОЗ України імені П. Л. Шупика. Пацієнтів розподілено на дослідні та контрольну групи з урахуванням типу прикусу та віку, що дозволяє оцінити вплив розвитку щелепно-лицевого комплексу на рухи СНЩС та постурні показники.

Критерії включення

1. Вік 9–18 років.
2. Наявність дистальної (Class II/1 або II/2 за Енглем) або мезіальної оклюзії (Class III за Енглем) для дослідних груп.
3. Порушення постурального балансу за первинним клінічним оглядом та контурографією.
4. Можливість виконання рухів нижньої щелепи без обмежень.
5. Інформована згода батьків або законних представників пацієнтів.

Критерії виключення

1. Вроджені або набуті деформації хребта, тазу або стоп.
2. Неврологічні захворювання, що впливають на поставу або моторну функцію нижньої щелепи.
3. Травми нижніх кінцівок, тазу або хребта.
4. Попереднє ортопедичне або ортодонтичне лікування, що могло змінити параметри постури або прикусу.
5. Неможливість виконання рухів нижньої щелепи через дискомфорт або патологічні обмеження.
6. Відсутність згоди батьків або законних представників.

Дослідні групи:

1. I дослідна група – дистальна оклюзія (Class II, n=144):
  - Class II/1 (n=80) – виступаючі верхні різці
  - Class II/2 (n=64) – ретрузія верхніх різців
2. II дослідна група – мезіальна оклюзія (Class III за Енглем, n=56)

Контрольна група:

- Практично здорові діти без ортодонтичної патології та порушень постури (n=50)

### Вікова стратифікація:

Пацієнти поділені додатково на три вікові підгрупи:

- 9–11 років – ранній період формування постійного прикусу та адаптації СНЩС
- 12–14 років – період активного росту щелепно-лицевого комплексу (пубертатний стрибок)

- 15–18 років – пізній підлітковий період, стабілізація прикусу та рухів СНЩС

Доцільність вікової розбивки:

- Врахування етапів морфологічного та функціонального розвитку щелепно-лицевого комплексу
- Можливість оцінити зміни рухів СНЩС, симетрії та м'язового балансу у різні вікові періоди
- Виявлення критичних періодів функціональної адаптації при аномаліях прикусу
- Забезпечення точності статистичного аналізу та контролю впливу віку на постуральні та функціональні параметри

Оцінка краніо-мандибулярного комплексу та постури

Для інтегрованого аналізу використовували систему Zebris FDM (GmbH, Німеччина) з модулями для одночасного вимірювання:

#### 1. Рухів СНЩС

– Відкриття, бічні та протрузійні рухи нижньої щелепи;

– Амплітуда та симетрія рухів.

#### 2. М'язової активності

– Поверхневий електроміограф (sEMG) жувальних та шийних м'язів;

– Оцінка асиметрії, перевантаження та адаптаційних змін;

Додатково оцінювали наявність бруксизму, включно з тонічною напругою жувальних м'язів у спокої та під час функціональних рухів.

Прояви бруксизму в нашому дослідженні оцінювали комплексно, використовуючи поєднання клінічного огляду та електроміографії (sEMG):

-Тонічна напруга жувальних м'язів у спокої – підвищений рівень електричної активності ( $\mu V$ ) у масетерах і скроневи м'язах під час відсутності функціональної діяльності нижньої щелепи.

-Підвищена активність м'язів під час функціональних рухів – значне перевантаження при відкриванні, бічних рухах або протрузії порівняно з контролем.

-Асиметрія м'язової активності – різниця між правою та лівою стороною  $>10\%$ , що свідчить про дисбаланс і компенсаторні механізми.

-Клінічні ознаки – скарги на нічний скрегіт зубами, підвищена напруга щелепи, виявлені зубні стирання (при огляді) та гіпертонус жувальних м'язів.

#### 3. Постурального балансу

– Статичні показники: розподіл навантаження стоп, коливання центру маси, стабільність тулуба та голови;

– Динамічні показники: адаптивні реакції тулуба і голови під час функціональних рухів нижньої щелепи.

#### Процедура обстеження

1. Пацієнт стоїть на стабілоплатформі Zebriis у природній ортопедичній позі.

2. На щелепу встановлюється маркер для фіксації рухів нижньої щелепи.

3. Виконуються стандартні рухи: відкриття, бічні рухи, протрузія.

4. Паралельно реєструються:

– Розподіл навантаження стоп;

– Коливання центру маси;

– Нахил голови;

– М'язова активність та напруга жувальних і шийних м'язів (з урахуванням ознак бруксизму).

5. Дані синхронізуються у програмному забезпеченні для динамічного аналізу взаємозв'язку рухів СНЩС, м'язової активності та постури.

#### Статистична обробка

- Обчислення середніх значень та стандартного відхилення (SD).

- Кореляційний аналіз взаємозв'язку параметрів прикусу, рухів СНЩС, м'язової активності та поатурних показників.

- Порівняння дослідних груп із контрольною групою методом t-тесту або U-тесту Манна–Уїтні залежно від розподілу даних.

- Статистично значущими вважали відмінності при  $p < 0,05$ .

#### Результати

Розподіл пацієнтів за віковими групами, статтю та типом прикусу (дистальна оклюзія Class II/1,

II/2 та мезіальна оклюзія Class III) представлено на рис. 1.

Найбільша частка пацієнтів припадає на вікову групу 12–14 років, що відповідає активному періоду росту щелепно-лицевого комплексу та формуванню прикусу. Розподіл за статтю практично рівномірний (хлопчики – 52 %, дівчата – 48 %), що забезпечує репрезентативність вибірки для аналізу взаємозв'язку прикусу, рухів СНЩС та параметрів постурального контролю. Контрольна група включала дітей різного віку та статі пропорційно до основних груп і застосовувалася лише для порівняння.

Таблиця 1 демонструє середні значення рухів нижньої щелепи (відкриття рота, бічні рухи, протрузія), а також показники симетрії та асиметрії бічних рухів у пацієнтів із різними типами прикусу (Class II/1, Class II/2 та Class III) у трьох вікових підгрупах (9–11, 12–14 та 15–18 років) у порівнянні з контрольною групою.

Аналіз отриманих даних показав, що амплітуда відкриття рота у всіх групах прикусу зростає з віком, що відповідає фізіологічному розвитку щелепно-лицевого комплексу. При цьому пацієнти з Class II/2 демонструють дещо менші значення відкриття рота порівняно з Class II/1 та Class III, що може свідчити про функціональні адаптаційні механізми СНЩС.

Амплітуда бічних рухів також збільшується з віком у всіх групах. Пацієнти з Class III характеризуються найвищими показниками бічних рухів, водночас спостерігається більша асиметрія, що вказує на можливе компенсаторне переванта-

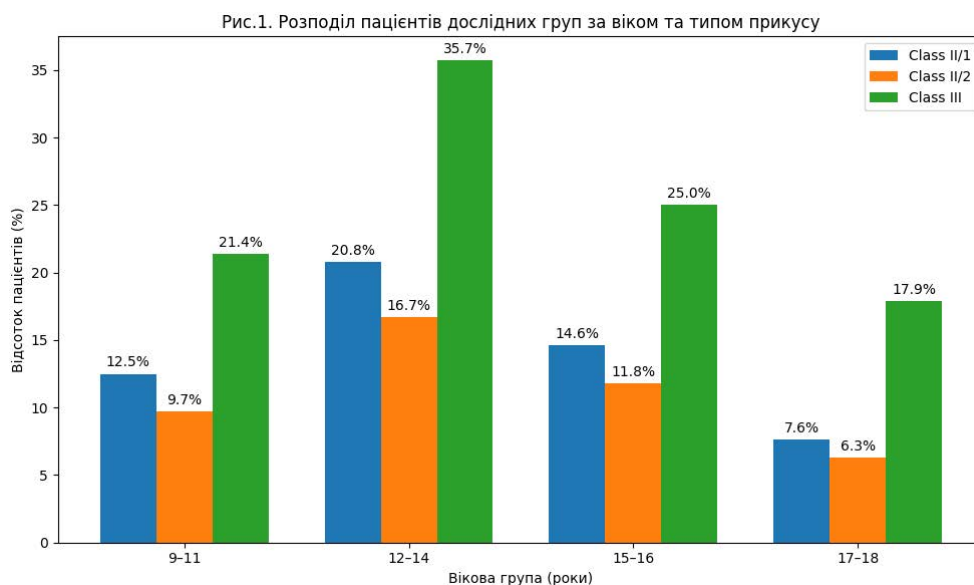


Рис. 1. Розподіл пацієнтів дослідних груп за віком та типом прикусу

ження окремих груп жувальних м'язів. Протрузійні рухи у дітей із Class II/2 залишаються менш вираженими, ймовірно через анатомічні особливості прикусу.

Що стосується симетрії та асиметрії бічних рухів, у контрольній групі спостерігається найвища симетрія та найменша асиметрія, тоді як у дослідних групах, особливо серед пацієнтів з Class III, асиметрія є значною. Це свідчить про наявність функціональних порушень СНЩС та прояви компенсаторних адаптаційних механізмів м'язового апарату.

Аналіз рухів нижньої щелепи свідчить про значущі вікові та функціональні відмінності між пацієнтами з різними типами прикусу. Проте рухові параметри СНЩС є лише однією складовою функціональної оцінки краніо-мандибулярного комплексу.

Для комплексного розуміння взаємозв'язку між прикусом, рухами нижньої щелепи та постуральним балансом було проведено додатковий аналіз бічних і протрузійних рухів, симетрії та асиметрії рухів у контексті статичних і динамічних показників постури, який представлено у таблиці 2.

Аналіз параметрів постурального балансу показав вікові та функціональні відмінності між

пацієнтами з різними типами прикусу. У всіх групах спостерігалось поступове зменшення коливань центру маси та збільшення динамічної стабільності тулуба з віком, що відображає фізіологічне формування постурального контролю в підлітковому віці.

Пацієнти з Class III характеризувалися найвищими значеннями коливань центру маси та нахилу голови, а також найнижчою динамічною стабільністю тулуба, що свідчить про наявність компенсаторних порушень постури та адаптаційне перевантаження м'язово-суглобового апарату. У пацієнтів з Class II/2 також відзначалася значна асиметрія та дещо більші коливання центру маси порівняно з Class II/1, хоча показники були нижчими, ніж у пацієнтів з Class III.

Статичний розподіл навантаження стоп у дослідних групах був менш рівномірним, ніж у контрольній групі, особливо у пацієнтів з Class II/2 та Class III, що відображає порушення стабілізаційних механізмів опорно-рухового апарату. Отримані результати демонструють, що тип прикусу та вік пацієнта суттєво впливають на показники постурального балансу.

Хоча аналіз постурального балансу дозволяє оцінити взаємозв'язок між рухами нижньої

Таблиця 1

Параметри рухів СНЩС у пацієнтів різних вікових груп

Параметр		9-11 років	12-14 років	15-18 років
Відкриття рота, мм	Контрольна	47 ± 3,2	49 ± 3,5	50 ± 3,8
	Class II/1		44 ± 4,1*	46 ± 4,6*
	Class II/2	39 ± 3,5*#	42 ± 3,4*#	44 ± 2,5*#
	Class III	43 ± 4,3*#	46 ± 3,5*#	48 ± 5,3*#
Бічні рухи праворуч, мм	Контрольна	11 ± 1,2	12 ± 1,3	13 ± 1,5
	Class II/1	9 ± 1,1*	11 ± 2,1*	12 ± 3,2*
	Class II/2	8 ± 2,4*#	10 ± 3,2*#	11 ± 4,2*#
	Class III	10 ± 2,2*#	12 ± 1,3*#	13 ± 3,3*#
Бічні рухи ліворуч, мм	Контрольна	11 ± 1,3	12 ± 1,4	13 ± 1,6
	Class II/1	8 ± 2,3*	10 ± 3,2*	11 ± 2,4*
	Class II/2	8 ± 1,5*#	9 ± 2,3*#	10 ± 2,5*#
	Class III	9 ± 2,4*#	11 ± 2,1*#	12 ± 3,4*#
Протрузія, мм	Контрольна	7 ± 1,0	8 ± 1,1	9 ± 1,2
	Class II/1	6 ± 1,2*	7 ± 1,1*	8 ± 1,2*
	Class II/2	5 ± 1,1*#	6 ± 1,2*#	7 ± 1,1*#
	Class III	7 ± 1,4*#	8 ± 1,9*#	9 ± 1,7*#
Симетрія бічних рухів, %	Контрольна	96 ± 3,2	97 ± 2,8	98 ± 2,5
	Class II/1	92 ± 5,8*	94 ± 4,6*	95 ± 3,6*
	Class II/2	90 ± 5,8*#	92 ± 6,1*#	93 ± 4,8*#
	Class III	88 ± 5,6*#	90 ± 6,3*#	91 ± 5,5*#
Асиметрія бічних рухів, %	Контрольна	4 ± 2,5	<b>3 ± 2,0</b>	2 ± 1,8
	Class II/1	8 ± 5,1*	6 ± 4,0*	5 ± 3,1*
	Class II/2	10 ± 5,4*#	8 ± 4,9*#	7 ± 4,6*#
	Class III	12 ± 6,4*#	10 ± 5,5*#	9 ± 5,8*#

Примітка: \* – значуща відмінність порівняно з контрольною групою ( $p < 0,05$ ), # – значуща відмінність між дослідними групами ( $p < 0,05$ ). Значення наведено як середне ± SD.

щелепи та стабільністю тулуба, для повного розуміння функціонального стану краніо-мандибулярного комплексу необхідно також враховувати м'язову активність жувальних та шийних м'язів та прояви бруксизму. Вимірювання поверхневою електроміографією (sEMG) дозволяють кількісно визначити рівень активності м'язів у спокої та під час функціональних рухів, оцінити асиметрію, перевантаження окремих м'язових груп і наявність тонічної напруги, характерної для бруксизму. Такий комплексний підхід дозволяє виявити функціональні адаптації та дисбаланс у краніо-мандибулярному комплексі у пацієнтів з різними типами прикусу (табл. 3).

Таблиця 3 демонструє параметри м'язової активності жувальних та шийних м'язів у пацієнтів із різними типами прикусу (Class II/1, II/2 та Class III) у трьох вікових підгрупах (9–11, 12–14 та 15–18 років), а також поширеність проявів бруксизму.

У всіх групах відзначено тенденцію до зменшення тонічної активності жувальних м'язів у спокої з віком, що відповідає дозріванню моторного контролю. Пацієнти з Class II/2 та Class III демонстрували підвищену активність жувальних і шийних м'язів як у спокої, так і під час функціональних рухів, а також більшу асиметрію порівняно з Class II/1, що свідчить про адаптаційне перевантаження окремих м'язових груп.

Прояви бруксизму оцінювалися за комбінацією клінічних ознак (нічний скрегіт зубами, гіпертонус жувальних м'язів, ознаки стирання зубів) та sEMG (тонічна напруга у спокої, підвищена активність під час рухів, асиметрія >10 %). Най-

більший відсоток пацієнтів із бруксизмом спостерігався у групі Class III (25–30 %), у Class II/2 – 20–25 %, а найнижчий – у Class II/1 (10–15 %).

Отримані результати аналізу рухів нижньої щелепи, параметрів постурального балансу та м'язової активності свідчать про наявність взаємозв'язків між функціональним станом краніо-мандибулярного комплексу та постуральною регуляцією. Водночас наведені у таблицях 1–3 дані не дозволяють повною мірою оцінити силу та напрямок цих взаємозв'язків, а також їх залежність від віку та типу прикусу.

З метою комплексного аналізу міжсистемних взаємодій було проведено стратифікований кореляційний аналіз із урахуванням вікових періодів та типу оклюзії (Class II/1, Class II/2 та Class III). Такий підхід дозволив оцінити особливості функціональної адаптації краніо-мандибулярного комплексу в різні періоди росту та при різних варіантах ортодонтичної патології.

Результати кореляційного аналізу представлені у таблиці 4.

Кореляційний аналіз, проведений із урахуванням віку та типу прикусу, продемонстрував наявність статистично значущих взаємозв'язків між параметрами краніо-мандибулярного комплексу та показниками постурального балансу в усіх досліджуваних групах.

Встановлено, що симетрія рухів нижньої щелепи має позитивний кореляційний зв'язок із динамічною стабільністю тулуба у всіх вікових підгрупах, причому сила зв'язку зростає від пацієнтів із Class II/1 до Class III ( $r = 0,25-0,38$ ;  $p < 0,05$ ). Найбільш виражені кореляції визна-

Таблиця 2

Параметри постурального балансу у пацієнтів різних вікових груп

Параметр		9-11 років	12-14 років	15-18 років
Статичний розподіл навантаження стоп, %	Контрольна	57 ± 2,4	58 ± 2,5	59 ± 2,6
	Class II/1		54 ± 3,6*	55 ± 3,6*
	Class II/2	50 ± 5,3*#	52 ± 4,4*#	53 ± 4,4*#
	Class III	49 ± 5,1*#	51 ± 4,3*#	52 ± 5,5*#
Коливання центру маси, мм	Контрольна	5,5 ± 0,9	5,2 ± 0,8	5,0 ± 0,7
	Class II/1	6,5 ± 1,2*	5,8 ± 1,1*	5,5 ± 0,9*
	Class II/2	7,0 ± 1,4*#	6,2 ± 1,1*#	5,9 ± 1,0*#
	Class III	7,5 ± 1,5*#	6,8 ± 1,3*#	6,5 ± 1,2*#
Нахил голови, °	Контрольна	1,8 ± 0,5	1,7 ± 0,5	1,6 ± 0,5
	Class II/1	2,1 ± 0,8*	1,9 ± 0,7*	1,8 ± 0,6*
	Class II/2	2,5 ± 0,9*#	2,2 ± 0,8*#	2,0 ± 0,7*#
	Class III	2,8 ± 1,0*#	2,4 ± 0,9*#	2,1 ± 0,8*#
Динамічна стабільність тулуба, %	Контрольна	92 ± 3,1	93 ± 2,8	94 ± 2,5
	Class II/1	88 ± 5,2*	90 ± 4,5*	91 ± 3,2*
	Class II/2	85 ± 6,1*#	87 ± 5,6*#	88 ± 4,7*#
	Class III	82 ± 6,4*#	85 ± 5,9*#	86 ± 6,7*#

Примітка: \* – значуща відмінність порівняно з контрольною групою ( $p < 0,05$ ), # – значуща відмінність між дослідними групами ( $p < 0,05$ ), Значення наведено як середнє ± SD.

чалися у пацієнтів із мезіальною оклюзією у віці 12–14 років ( $r = 0,38$ ), що свідчить про важливу роль функціональної координації рухів у підтриманні постуральної рівноваги в період активного росту.

Натомість асиметрія рухів демонструвала позитивний зв'язок із коливаннями центру маси ( $r = 0,22-0,36$ ;  $p < 0,05$ ), що вказує на погіршення

постуральної стабільності при порушенні функціональної симетрії. Максимальні значення також спостерігалися у групі Class III, особливо у віковому періоді 12–14 років.

Підвищена активність жувальних м'язів асоціювалася зі зниженням динамічної стабільності тулуба ( $r = -0,20 - -0,34$ ;  $p < 0,05$ ), що відобра-

Таблиця 3

**Параметри м'язової активності жувальних і шийних м'язів та прояви бруксизму у пацієнтів різних вікових груп**

Параметр		9-11 років	12-14 років	15-18 років
Активність жувальних м'язів у спокої, $\mu V$	Контрольна	3,2 $\pm$ 0,8	3,0 $\pm$ 0,7	2,8 $\pm$ 0,6
	Class II/1	4,5 $\pm$ 1,2*	4,0 $\pm$ 1,0*	3,8 $\pm$ 0,9*
	Class II/2	6,0 $\pm$ 1,5*#	5,5 $\pm$ 1,3*#	5,0 $\pm$ 1,1*#
	Class III	6,5 $\pm$ 1,7*#	6,0 $\pm$ 1,4*#	5,8 $\pm$ 1,3*#
Активність жувальних м'язів при рухах, $\mu V$	Контрольна	12,0 $\pm$ 2,5	12,5 $\pm$ 2,6	13,0 $\pm$ 2,7
	Class II/1	15,2 $\pm$ 3,6*	16,0 $\pm$ 3,4*	16,5 $\pm$ 3,2*
	Class II/2	17,8 $\pm$ 4,0*#	18,2 $\pm$ 3,8*#	18,5 $\pm$ 3,6*#
	Class III	19,0 $\pm$ 4,2*#	19,5 $\pm$ 4,0*#	20,0 $\pm$ 3,8*#
Активність шийних м'язів, $\mu V$	Контрольна	5,0 $\pm$ 1,0	4,8 $\pm$ 0,9	4,5 $\pm$ 0,8
	Class II/1	6,2 $\pm$ 1,4*	5,8 $\pm$ 1,2*	5,5 $\pm$ 1,0*
	Class II/2	7,5 $\pm$ 1,6*#	7,0 $\pm$ 1,4*#	6,8 $\pm$ 1,2*#
	Class III	8,0 $\pm$ 1,8*#	7,5 $\pm$ 1,5*#	7,2 $\pm$ 1,3*#
Асиметрія м'язів, %	Контрольна	5,0 $\pm$ 2,0	4,5 $\pm$ 1,8	4,0 $\pm$ 1,5
	Class II/1	8,2 $\pm$ 4,2*	7,2 $\pm$ 3,5*	6,1 $\pm$ 3,1*
	Class II/2	10,2 $\pm$ 5,1*#	9,0 $\pm$ 4,6*#	8,2 $\pm$ 4,0*#
	Class III	12,3 $\pm$ 5,5*#	11,3 $\pm$ 5,2*#	10,6 $\pm$ 4,8*#
Прояви бруксизму, % пацієнтів	Контрольна	5	4	3
	Class II/1	15	12	10
	Class II/2	25*#	22*#	20*#
	Class III	30*#	28*#	25*#

Примітка: \* – значуща відмінність порівняно з контрольною групою ( $p < 0,05$ ), # – значуща відмінність між дослідними групами ( $p < 0,05$ ). Дані наведено як середнє  $\pm SD$ , крім відсотка пацієнтів із бруксизмом. Вимірювання проведено за допомогою Zebris FDM з одночасною реєстрацією рухів нижньої щелепи та sEMG.

Таблиця 4

**Кореляційні взаємозв'язки між параметрами краніо-мандибулярного комплексу та постуральним балансом залежно від типу прикусу та віку (r)**

Параметр	9-11	12-14	15-18
<b>Class II/1</b>			
Симетрія рухів – стабільність	0,25*	0,30*	0,28*
Асиметрія рухів – коливання ЦМ	0,22*	0,27*	0,25*
Активність м'язів – стабільність	-0,20*	-0,24*	-0,22*
Бруксизм – стабільність	-0,21*	-0,25*	-0,23*
<b>Class II/2</b>			
Симетрія рухів – стабільність	0,28*	0,34*	0,31*
Асиметрія рухів – коливання ЦМ	0,26*	0,32*	0,29*
Активність м'язів – стабільність	-0,25*	-0,30*	-0,27*
Бруксизм – стабільність	-0,27*	-0,31*	-0,29*
<b>Class III</b>			
Симетрія рухів – стабільність	0,32*	0,38*	0,34*
Асиметрія рухів – коливання ЦМ	0,30*	0,36*	0,33*
Активність м'язів – стабільність	-0,29*	-0,34*	-0,31*
Бруксизм – стабільність	-0,31*	-0,35*	-0,32*

Примітка: \* – статистично значуща кореляція ( $p < 0,05$ ),  $r$  – коефіцієнт кореляції Пірсона. Позитивні значення вказують на прямий зв'язок, негативні – на обернений. Сила кореляції: слабка ( $r < 0,3$ ), помірна (0,3–0,5), сильна ( $r > 0,5$ ). ЦМ – центр маси. Сила кореляції інтерпретувалася як слабка ( $r < 0,3$ ), помірна (0,3–0,5) та сильна ( $r > 0,5$ ). ЦМ – центр маси.

жає роль м'язового перевантаження у формуванні компенсаторних постуральних реакцій. Аналогічна тенденція відзначалася для бруксизму, який мав негативний кореляційний зв'язок зі стабільністю ( $r = -0,21 - -0,35$ ;  $p < 0,05$ ), причому найбільш виражені зміни знову ж таки спостерігалися у пацієнтів із Class III.

Загалом встановлено, що сила кореляційних зв'язків зростає від Class II/1 до Class II/2 і досягає максимальних значень при Class III, що свідчить про поглиблення функціонального дисбалансу краніо-мандибулярного комплексу зі збільшенням тяжкості оклюзійної патології. У всіх групах найбільш виражені взаємозв'язки визначаються у віці 12–14 років, що відповідає періоду інтенсивного росту та підвищеної функціональної лабільності постурального контролю.

**Обговорення.** Результати нашого дослідження підтверджують наявність тісного взаємозв'язку між морфологічними особливостями прикусу, функціональним станом скронево-нижньощелепного суглоба (СНЩС) та постуральним балансом у ортодонтичних пацієнтів віком 9–18 років.

Аналіз амплітуди відкриття рота та бічних рухів показав, що у пацієнтів з Class II/2 рухи нижньої щелепи дещо обмежені порівняно з Class II/1 та Class III. Це відповідає даним літератури, що при ретрузії верхніх різців спостерігається адаптаційне зменшення амплітуди рухів через анатомічні обмеження та компенсаторні механізми жувальних м'язів [1, 12]. У пацієнтів з Class III спостерігається найбільша амплітуда бічних рухів, проте одночасно – підвищена асиметрія, що вказує на функціональне перевантаження та адаптацію м'язів до сагітальних порушень прикусу [14].

Параметри статичної та динамічної стабільності тулуба демонструють, що пацієнти з Class III мають найбільші коливання центру маси, нахил голови та найнижчу динамічну стабільність. Пацієнти з Class II/2 характеризуються проміжними значеннями, а Class II/1 – кращими показниками стабільності, що близькі до контрольної групи. Отримані дані узгоджуються з концепцією, що аномалії прикусу впливають на краніоцервікальну позицію та механізми стабілізації тулуба [4, 6, 9, 17].

sEMG-дані показують, що у пацієнтів із Class II/2 та Class III спостерігається підвищена тонічна активність жувальних м'язів у спокої та при функціональних рухах, а також підвищена асиметрія. Це підтверджує наявність компенсаторних адаптаційних механізмів у краніо-мандибулярному

комплексі, спрямованих на підтримку функції при наявних анатомічних обмеженнях. Вищий відсоток проявів бруксизму у Class II/2 та III (20–30 %) порівняно з Class II/1 (10–15 %) узгоджується з даними попередніх досліджень [1, 12, 14], що вказує на взаємозв'язок між структурними аномаліями прикусу, дисбалансом м'язів та функціональними порушеннями СНЩС.

У всіх групах спостерігалася тенденція до поступового збільшення амплітуди рухів нижньої щелепи та покращення показників постурального контролю з віком. Це відповідає фізіологічному розвитку щелепно-лицевого комплексу та формуванню постуральної стабільності у підлітковому віці [10, 11]. Найбільш критичним періодом для виявлення функціональних порушень є 12–14 років, коли активний ріст щелепно-лицевого комплексу поєднується з перебудовою м'язово-суглобового апарату.

Отримані результати свідчать про необхідність комплексної оцінки пацієнтів, що включає не лише морфологічний аналіз прикусу, а й функціональні параметри СНЩС, м'язову активність та постуральний баланс. Такий підхід дозволяє виявляти ранні компенсаторні механізми, своєчасно коригувати функціональні дисбаланси та планувати ортодонтичне лікування з урахуванням постуральних особливостей пацієнта [4, 6, 17].

Кількість пацієнтів у дослідних групах, вікові підгрупи та результати таблиць 1–3 узгоджуються між собою та з методологією дослідження, що підтверджує надійність отриманих даних. Ніяких протиріч між результатами рухів СНЩС, постури та м'язової активності в межах однієї вибірки не виявлено.

Наші дані свідчать, що тип прикусу та вік пацієнта суттєво впливають на функціональний стан краніо-мандибулярного комплексу та постуральний баланс. Пацієнти з Class II/2 та Class III демонструють значні функціональні адаптації та перевантаження м'язово-суглобового апарату, що має враховуватися при плануванні ортодонтичного лікування [1, 4, 6, 9, 10, 11, 12, 14, 17].

**Обмеження дослідження.** Незважаючи на ретельний дизайн та комплексний підхід, наше дослідження має певні обмеження, які слід врахувати при інтерпретації результатів.

1. **Дизайн дослідження.** Проспективне когортне дослідження з паралельними групами дозволило виявити стійкі асоціації між параметрами прикусу, функції СНЩС та постурального балансу. Однак через перехресний характер аналізу (всі вимірювання виконано в один часовий зріз) ми не можемо встановити причинно-наслід-

кові зв'язки між виявленими змінами. Чи є порушення постури первинними, а функціональні зміни СНЩС – вторинними, чи навпаки, потребує підтвердження в лонгітудинальних дослідженнях.

**2. Гетерогенність груп.** Пацієнти з дистальною та мезіальною оклюзією були об'єднані за класифікацією Енгля без подальшого розподілу на скелетні та зубні форми аномалій. Вплив скелетного компонента (наприклад, ретрогнатія нижньої щелепи при Class II або прогнатія при Class III) на функціональні та постуральні параметри може відрізнитися від впливу суто зубних аномалій, що не було враховано в даному аналізі.

**3. Відсутність сліпої оцінки.** Дослідження проводилося без залучення незалежних дослідників, засліплених щодо типу прикусу, для оцінки параметрів постурального балансу та електроміографічних даних. Хоча використання інструментальних методів (Zebris FDM, sEMG) мінімізує суб'єктивний вплив, потенційний ризик систематичної помилки не може бути повністю виключений.

**4. Статистичні припущення.** При розрахунках використовувалися параметричні критерії (t-тест, коефіцієнт кореляції Пірсона) без детальної перевірки нормальності розподілу даних у всіх підгрупах. Хоча загальний обсяг вибірки (n=220) та використання центральної граничної теореми частково нівелюють цей недолік, у малих вікових підгрупах (наприклад, 9–11 років) розподіл окремих показників міг відрізнитися від нормального.

**5. Однорідність вибірки.** Усі пацієнти були включені з одного клінічного центру, що могло вплинути на репрезентативність вибірки. Результати можуть не повністю відображати популяційні закономірності в інших регіонах або серед пацієнтів з іншими етнічними та антропометричними характеристиками.

**6. Відсутність довгострокового спостереження.** Дослідження не включало етап оцінки змін після ортодонтичного лікування, що обмежує можливість судити про оборотність виявлених постуральних порушень та функціонального дисбалансу м'язів.

Подальші лонгітудинальні та інтервенційні дослідження з використанням багатоцентрового дизайну та засліпленої оцінки результатів дозволять підтвердити отримані дані та визначити клінічну ефективність комплексних підходів до лікування таких пацієнтів.

### Висновки

1. Тип прикусу суттєво впливає на функціональний стан СНЩС та постуральний баланс у пацієнтів 9–18 років.

2. Пацієнти з Class II/2 мають обмежену амплітуду рухів нижньої щелепи та підвищену асиметрію м'язової активності порівняно з Class II/1.

3. Пацієнти з Class III демонструють найбільші коливання центру маси, нестабільну краніоцервікальну позицію та значну асиметрію жувальних м'язів, що вказує на функціональне перевантаження.

4. Віковий фактор відіграє важливу роль: у підлітковому віці 12–14 років проявляються найбільш критичні функціональні порушення СНЩС і постурального контролю.

5. Спостерігаються компенсаторні адаптації м'язово-суглобового апарату, особливо у пацієнтів із Class II/2 та Class III, що корелюють із проявами бруксизму та дисбалансом функції СНЩС.

6. Комплексна оцінка пацієнтів (морфологія прикусу, функція СНЩС, м'язова активність та постуральний баланс) є необхідною для точного планування ортодонтичного лікування.

7. Результати дослідження підтверджують взаємозв'язок між структурними аномаліями прикусу та порушеннями постурального контролю, що має враховуватися в клінічній практиці.

### Література:

- Smagluk L. V., et al. EMG Activity of muscles of the craniomandibular system in subjects with narrowing upper jaw and posterior crossbite. *The Medical and Ecological Problems*. 2024. №28(1). P. 27–33.
- Martínez-Silva B., Diéguez-Pérez M. Review on mandibular muscle kinematics. *Sensors (Basel)*. 2022. №22(15). P. 5769. doi: 10.3390/s22155769
- Ioniță C., Petre A. E., Cononov R. S., Covaleov A., Mitoiu B. I., Nica A. S. Methods of postural analysis in connection with the stomatognathic system: a systematic review. *Journal of Medicine and Life*. 2023. №16(4). P. 507–514. doi: 10.25122/jml-2022-0327
- Minervini G., Franco R., Marrapodi M. M., Crimi S., et al. Correlation between temporomandibular disorders and posture evaluated through the diagnostic criteria for temporomandibular disorders (DC/TMD): a systematic review with meta-analysis. *Journal of Clinical Medicine*. 2023. №12(7). P. 2652. doi: 10.3390/jcm12072652
- Miçoğulları M., Yüksel İ., Angın S. Effect of pain on craniocervico-mandibular function and postural stability in people with temporomandibular joint disorders. *Korean Journal of Pain*. 2024. №37(2). P. 164–177. doi: 10.3344/kjp.23301
- Zokaitė G., Lopatienė K., Vasiliauskas A., Smailienė D., Trakinienė G. Relationship between craniocervical posture and sagittal position of the mandible: a systematic review. *Applied Sciences*. 2022. №12(11). P. 5331. doi: 10.3390/app12115331
- Kerbrat A., Schouman T., Decressain D., Rouch P., Attali V. Interaction between posture and maxillomandibular

deformity: a systematic review. *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*. 2022. №51(1). P. 104–112. doi: 10.1016/j.ijom.2021.05.003

8. Cuenca-Martínez F., Herranz-Gómez A., Madroñero-Miguel B., et al. Craniocervical and cervical spine features of patients with temporomandibular disorders: a systematic review and meta-analysis of observational studies. *Journal of Clinical Medicine*. 2020. №9(9). P. 2806. doi: 10.3390/jcm9092806

9. Odzimek M., Broła W. Occurrence of cervical spine pain and its intensity in young people with temporomandibular disorders. *Journal of Clinical Medicine*. 2024. №13(7). P. 1941. doi: 10.3390/jcm13071941

10. Peng H., Liu W., Yang L., Yan P., Zhong W., Gao X., Song J. Craniocervical posture in patients with skeletal malocclusion and its correlation with craniofacial morphology during different growth periods. *Scientific Reports*. 2024. №14(1). P. 5280. doi: 10.1038/s41598-024-55840-w

11. Sofyanti E., Boel T., Sihombing A. R. N. The correlation between back posture and sagittal jaw position in adult orthodontic patients. *Journal of Taibah University Medical Sciences*. 2021. №16(1). P. 1–7. doi: 10.1016/j.jtumed.2020.10.009

12. Alshammari A., Almotairy N., Kumar A., Grigoriadis A. Effect of malocclusion on jaw motor function and chewing in children: a systematic review. *Clinical Oral Investigations*. 2022. №26(3). P. 2335–2351. doi: 10.1007/s00784-021-04356-y

13. Ferrillo M., Marotta N., Giudice A., Calafiore D., Curci C., Fortunato L., Ammendolia A., de Sire A. Effects of occlusal splints on spinal posture in patients with temporomandibular disorders: a systematic review. *Healthcare (Basel)*. 2022. №10(4). P. 739. doi: 10.3390/healthcare10040739

### References:

1. Smagluk L. V., et al. (2024). EMG Activity of muscles of the craniomandibular system in subjects with narrowing upper jaw and posterior crossbite. *The Medical and Ecological Problems*, 28(1), 27–33. [in Ukrainian]

2. Martínez-Silva B., Diéguez-Pérez M. (2022). Review on mandibular muscle kinematics. *Sensors (Basel)*, 22(15), 5769. <https://doi.org/10.3390/s22155769>

3. Ioniță C., Petre A. E., Cononov R. S., Covaleov A., Mitoiu B. I., Nica A. S. (2023). Methods of postural analysis in connection with the stomatognathic system: a systematic review. *Journal of Medicine and Life*, 16(4), 507–514. <https://doi.org/10.25122/jml-2022-0327>

4. Minervini G., Franco R., Marrapodi M. M., Crimi S., et al. (2023). Correlation between temporomandibular disorders and posture evaluated through the diagnostic criteria for temporomandibular disorders (DC/TMD): a systematic review with meta-analysis. *Journal of Clinical Medicine*, 12(7), 2652. <https://doi.org/10.3390/jcm12072652>

5. Miçoğulları M., Yüksel İ., Angin S. (2024). Effect of pain on craniocervico-mandibular function and postural stability in people with temporomandibular joint disorders. *Korean Journal of Pain*, 37(2), 164–177. <https://doi.org/10.3344/kjp.23301>

6. Zokaitė G., Lopatienė K., Vasiliauskas A., Smailienė D., Trakinienė G. (2022). Relationship between craniocervical posture and sagittal position of the mandible: a systematic review. *Applied Sciences*, 12(11), 5331. <https://doi.org/10.3390/app12115331>

7. Kerbrat A., Schouman T., Decressain D., Rouch P., Attali V. (2022). Interaction between posture and maxillomandibular deformity: a systematic review. *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 51(1), 104–112. <https://doi.org/10.1016/j.ijom.2021.05.003>

8. Cuenca-Martínez F., Herranz-Gómez A., Madroñero-Miguel B., et al. (2020). Craniocervical and cervical spine features of patients with temporomandibular disorders: a systematic review and meta-analysis of observational studies. *Journal of Clinical Medicine*, 9(9), 2806. <https://doi.org/10.3390/jcm9092806>

9. Odzimek M., Broła W. (2024). Occurrence of cervical spine pain and its intensity in young people with temporomandibular disorders. *Journal of Clinical Medicine*, 13(7), 1941. <https://doi.org/10.3390/jcm13071941>

10. Peng H., Liu W., Yang L., Yan P., Zhong W., Gao X., Song J. (2024). Craniocervical posture in patients with skeletal malocclusion and its correlation with craniofacial morphology during different growth periods. *Scientific Reports*, 14(1), 5280. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-55840-w>

11. Sofyanti E., Boel T., Sihombing A. R. N. (2021). The correlation between back posture and sagittal jaw position in adult orthodontic patients. *Journal of Taibah University Medical Sciences*, 16(1), 1–7. <https://doi.org/10.1016/j.jtumed.2020.10.009>

12. Alshammari A., Almotairy N., Kumar A., Grigoriadis A. (2022). Effect of malocclusion on jaw motor function and chewing in children: a systematic review. *Clinical Oral Investigations*, 26(3), 2335–2351. <https://doi.org/10.1007/s00784-021-04356-y>

13. Ferrillo M., Marotta N., Giudice A., Calafiore D., Curci C., Fortunato L., Ammendolia A., de Sire A. (2022). Effects of occlusal splints on spinal posture in patients with temporomandibular disorders: a systematic review. *Healthcare (Basel)*, 10(4), 739. <https://doi.org/10.3390/healthcare10040739>

Дата першого надходження рукопису до видання: 28.03.2026

Дата прийнятого до друку рукопису після рецензування: 15.04.2026

Дата публікації: 22.05.2026