

Берташ М. А., Дрогомирецька М. С.

Національний університет охорони здоров'я України імені П. Л. Шупика, м. Київ, Україна

Методи постурального аналізу у ортодонтичних пацієнтів (Оглядова стаття)

▷ **Анотація.** В останні десятиліття було висунуто припущення, що розлади жувальної системи, як-от неправильний прикус, можуть впливати на поставу всього тіла. Зростає кількість пацієнтів, які шукають супутнього лікування зубних аномалій і порушень постави. Метою цієї статті є аналіз методів досліджень, пов'язаних із постурою та стоматогнатичною системою. Спостереження, що жувальна система та система регуляції постави тіла пов'язані анатомічно та функціонально, призвело до висунення кількох гіпотез кореляції між оклюзійними та постуральними порушеннями. Ці аргументи набули великого суспільного впливу ще й тому, що вони широко поширюються засобами масової інформації. Як наслідок, зростає кількість пацієнтів, які шукають супутнього оклюзійного та постурального лікування. Доведено зв'язок опорно-рухового апарату та зубощелепної системи, а саме оклюзії та скронево-нижньощелепного суглоба в забезпеченні стійкості вертикальної пози людини.

Взаємозв'язок стану хребта, положення голови відносно тіла та оклюзії пояснює важливість комплексного підходу до діагностики та лікування порушень оклюзії, патології скронево-нижньощелепного суглоба.

Мета: на основі літературних джерел визначити основні методи аналізу постури та можливість їх застосування у пацієнтів із патологією прикусу.

Матеріали та методи. У ході огляду застосовано бібліосемантичний метод, що включав цілеспрямований пошук наукової літератури у міжнародній базі даних *PubMed* та мультидисциплінарному журналі *Scientific Reports*.

Результати. Проведений аналіз надав розширення знань про методи дослідження стану щелепно-лицевої області та постурального балансу, а також у розробленні та застосуванні нових методів лікування та поглибленого розуміння механізмів, застосування сучасних технологій та інтердисциплінарний підхід до розв'язання проблеми оптимізації постурального балансу в ортодонтичних пацієнтах.

Висновки. Адаптаційні властивості організму відносно постури та стоматогнатичної системи вказують на неабиякий зв'язок краніоцервікального комплексу та постуральними комплексами в цілому. Фізіологічні оклюзійні співвідношення та гармонійна оклюзія, забезпечують вагомий вплив на постуральний баланс. Розуміння даного зв'язку допоможе правильно діагностувати, досліджувати нові діагностичні методики підходу до ортодонтичних пацієнтів із порушенням постурального балансу внаслідок патології стоматогнатичної системи.

Ключові слова: ортодонтичне лікування, постаура, постуральний баланс, оклюзія.

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



Актуальність

Постурографія, клінічна оцінка функції постуральної системи, включає різні тести, зокрема рухливість, рівновагу та оцінку м'язового тону [1].

Постуральний контроль використовує центр тиску CoP (Center of Pressure) як основний параметр вимірювання [2]. CoP — це глобальний вектор сили реакції землі, який враховує коливання тіла [3].

Для дослідження кореляції між жувальною системою та положенням тіла використовують різні пристрої та процедури, такі як постуральні платформи, растрова стереографія, поверхнева електроміографія та кінезіографія.

Для оцінки постави проводять статичні та динамічні тести, причому комп'ютерна постурографія є найбільш поширеним методом. Однак деякі тести, такі як вертикальний тест Барре, пальцевий тест, тест Фукуди та краніокорпогра-

фія не використовують комп'ютерну постурографію [1].

До статичних методик контролю балансу відносять тест Ромберга, під час якого суб'єкти повинні підтримувати свій СоР у межах опорної бази протягом усього періоду оцінювання. Тест Ромберга — це неврологічний тест, за допомогою якого оцінюють статичну координацію людини, базується на принципах того, що індивід для збереження рівноваги свого тіла повинен використовувати як мінімум два з трьох елементів: *пропріорецептивну чутливість* (здатність відчувати положення свого тіла в просторі); *вестибулярну функцію* (здатність відчувати позицію своєї голови в просторі) та *зір* (за допомогою якого коригуються дії при зміні положення тіла) [4].

При оцінці проби Ромберга слід звернути увагу на ступінь стійкості (чи стоїть людина нерухомо, чи хитається), тремтіння повік та пальців (тремор), і головне, тривалість збереження рівноваги. Збереження стійкої позиції понад 15 с без тремору оцінюється як норма; невеликий тремор повік і пальців при утриманні позиції протягом 15 с — задовільно; якщо поза утримується менш ніж 15 с — незадовільно [5]. Унтербергер запропонував повторювану ходьбу на місці із зав'язаними очима в 1938 році [6]. Пізніше Фукуда трохи модифікував цей степінг-тест (відомий як степінг-тест Фукуди (Fukuda Stepping Test, FST)) та дійшов висновку, що він є чутливим для виявлення периферичних вестибулярних дефіцитів, а отже, відхилень у суб'єктивній прямолінійності. Він повідомив про граничні значення 30° (для 50 кроків) та 45° (для 100 кроків) повороту тіла, щоб дозволити відрізнити білатерально нормальну вестибулярну функцію від латералізованого периферійно-вестибулярного дефіциту [7]. Однак його цінність у точному виявленні дисбалансу вестибулярного тону біля ліжка була поставлена під сумнів, і дослідження продемонстрували обмежену чутливість та специфічність FST.

Краніокорпографія дозволяє фотографічно зобразити «радарні» моделі рухів пацієнта, коли він виконує тести стоячи (Унтербергер, Фукуда) чи крокуючи (Ромберг). Із різних параметрів, що використовуються для аналізу, широке кутове відхилення, тобто коли пацієнт відхиляється на понад 60° від сагітальної осі, вважається ознакою периферичної дисфункції, яка зазвичай стоїть на стороні відхилення. Крім того, широкі значення бічного коливання та коливання під час тестування стоячи свідчать про центральну патологію [8].

Золотим стандартом у діагностиці та спостереженні за сколіозом все ще залишається рентге-

нограма всього хребта. За даними Nash et al. пацієнти зі сколіозом проходять до 22 рентгенівських знімків усього хребта протягом 3-річного періоду лікування [9], що може призвести до 8% вищого рівня смертності від раку у пацієнтів зі сколіозом і в 4 рази вищого ризику раку молочної залози.

Інші методи постуральної оцінки, описані в літературі, це растрова стереографія [10], цифрова спінометрія [11] і мобільні додатки [12]. Krott та ін. [13] надали метааналіз 19 відповідних досліджень, що оцінюють надійність і валідність статичних растрових стереографічних вимірювань у здорових суб'єктів і пацієнтів із різними патологіями хребта. Автори порівняли результати із *золотим стандартом* методів радіологічної візуалізації, повідомляючи про високі рівні валідності в оцінці грудного кіфозу пацієнтів, кута поперекового лордозу та кута сколіозу.

Одним із перших пристроїв для оцінки хребта без опромінення став сколіометр, розроблений у 1984 році Bunnell [13]. Цей прилад можна використовувати як інструмент скринінгу, оскільки він дозволяє вимірювати асиметрію тулуба, яка корелює з величиною деформації хребта [14]. Перша система оптичного аналізу поверхні була заснована на муар-топографії, яка використовує інтерференційну картину, що проектується на спину пацієнтів. Проте цей метод є технічно складним, і кут Кобба можна оцінити лише за допомогою цієї системи. Раніше для вимірювання сколіотичних деформацій використовували рентгенографію, але через необхідну кількість рентгенівських знімків під час цієї процедури, а отже, високе радіаційне навантаження на пацієнта, популярною альтернативою стала відеорастрова стереографія [15].

Растрова стереографія — це метод дослідження, розроблений Drerup і Hierholzer (1987), який дозволяє тривимірну реконструкцію грудного та поперекового відділів хребта, починаючи з аналізу задньої поверхні. За допомогою лише одного вимірювання 3D-знімок спини пацієнта можна проаналізувати та відредагувати в цифровому вигляді. Тому це корисне доповнення для тривалого контролю пацієнтів із деформаціями хребта. Система дозволяє тривимірно реконструювати положення хребта і положення таза, починаючи з аналізу задньої поверхні під час ортостазу [16]. Ця безрадіаційна система надає інформацію, яка добре корелює в сагітальній площині з рентгенографічними даними та яку можна використовувати з часом для виконання постурального аналізу та оцінки ефектів терапії [17].

Найпопулярніший метод вивчення постурального контролю — силова платформа є широко

використовуваним інструментом для вивчення постурального контролю, що дозволяє суб'єктам займати різні стани, як-от відкриті очі (OE), закриті очі (CE), відкритий рот (OM) і закритий рот (CM) [18–20].

У більшості досліджень останніх років вимірювання постуральних параметрів в основному проводилося з використанням стабілометричних платформ [21–25].

Стабілометричні платформи корисні для оцінки балансу, оскільки вони отримують численні параметри центрів або тиску (CoP) [26] та можуть оцінювати контроль статичної рівноваги та динамічний постуральний баланс за допомогою різних змінних і методів застосування [27–28].

З іншого боку, оцінка динамічної постуральної рівноваги, яка є життєво важливою для моторного контролю, передбачає вимірювання меж стабільності (Limits of Stability, LOS), що відповідає максимальному довільному куту або відстані, на якому людина може регулювати свій CoP у заданому напрямку без втрати рівноваги [29]. Стабілометричні платформи можуть отримувати об'єктивну інформацію, пов'язану з патологіями рівноваги в клінічній практиці, для покращення якості медичної допомоги та наданого лікування.

Інші методи включали фотограмметрію [30–36] у поєднанні з різними техніками для тривимірної реконструкції хребта. Клінічна фотографія є дійсним методом для оцінки асиметрії тулуба при важкому ідіопатичному сколіозі (діапазон градусів Кобба 40–101°), і, зокрема, для вимірювання площі талії можна визначити надійні порогові значення для розрізнення різних моделей кривих за класифікацією Ленке (Lenke classification) [37].

У двох дослідженнях використовувалися програми для мобільних телефонів [38–39], які використовували клінометр для обчислення значень, отриманих під час руху тіла, і програму, яка автоматично відстежувала та обчислювала відхилення орієнтирів тіла на фронтальних і профільних фотографіях суб'єктів. Постуральна оцінка включає також візуальне спостереження або бароподометрію, яка аналізує розподіл тиску в стопах під час стояння [40–41]. Платформа тиску Zebris (Zebris Medical GmbH, Weitnau, Німеччина) дозволяє оцінювати динамічну біомеханіку під час ходи шляхом реєстрації розподілу підошовного тиску за допомогою датчиків [42]. Проте, результати дослідження [43] вказують на те, що бігова доріжка Zebris є ненадійною для вимірювання сили вертикальної реакції ґрунту (VGRF) під час ходьби, і

10-хвилинної перерви недостатньо, щоб вбудовані датчики відновили свою чутливість.

Обстеження пацієнтів статично та динамічно Bode T. та ін. [44] рекомендують за допомогою пристроїв на основі спінометрії (DIERS international, Шлангенбад, Німеччина). Апарат проектує паралельні світлові смуги на спину пацієнта, що стоїть. Спотворення растрових ліній забезпечує основу для розрахунку топографії поверхні тулуба для аналізу асиметрії поверхні та визначення кісткових орієнтирів. Система може співвідносити топографію поверхні з положенням хребта, фіксує зображення спини пацієнта, коли він ходить по біговій доріжці протягом 5 с зі швидкістю 50 кадрів за секунду. Ці зображення перетворюються на тривимірну (динамічну) реконструкцію хребта. Четвертий вимір, як впливає з назви лабораторної установки, належить до вимірювання протягом 5 с. Таким чином, цей метод діагностичного обстеження можна описати як інструмент чотиридимірної діагностики (4Dmotion® Lab).

Оскільки попит на неінвазивні методи оцінки порушень постави зростає, Roggio, Federico та ін. [45] запропонували комбінований інфрачервоний метод растрової стереографії та термографії для оцінки спини без шкідливих наслідків. Результати дослідження підкреслили можливу кореляцію між растровою стереографією та термографією, яка може прояснити основну механіку змін хребта та теплової реакції м'язів.

Метою дослідження [46] стало дослідження валідності та надійності вимірювань кута Кобба із використанням Spinal Mouse (SM) у 51 дітей 9–18 років із підлітковим ідіопатичним сколіозом (AIS). Spinal Mouse — це електронний інклінометр на колесах з акселерометром; прилад спрямовується вздовж кісткового анатомічного орієнтира, тобто остистих відростків хребців, і реєструє відстань і зміни руху та нахилу хребта. Викривлення у фронтальній площині оцінювали за допомогою SM двоє фізіотерапевтів, а результати порівнювали з радіологічними вимірюваннями. Усі вимірювання стосувалися груднопоперекового вигину, а середнє значення становило 35,08° згідно з вимірюванням кута Кобба. Авторами не виявлено статистично значущої різниці між вимірюваннями Кобба та вимірюваннями SM. Отже, SM можна використовувати для досліджень і спостереження за пацієнтами в клініці як безпечний, надійний, швидкий та простий у використанні метод без побічних ефектів, хоча це не єдиний фактор, який слід враховувати під час визначення плану лікування пацієнтів з АІС.

Спина миша (SM) і фотограмметрія (PG) є двома найбільш обговорюваними інструментами в постуральній оцінці, тому що вибір правильного інструменту також важливий, щоб уникнути помилкових або оманливих даних. Дослідження Belli, Guido і співавт. [47] мало на меті виявити найкращі моделі лінійної регресії, які б могли пов'язати аналітичні вимірювання кифозу SM з одним або кількома параметрами PG пози тіла у підлітків із кифотичною поставою. 34 підлітки зі структурним та неструктурним кифозом були проаналізовані за допомогою SM та PG у сагітальній площині в положенні стоячи та нахилі вперед, що дозволило виміряти вертикальний нахил тіла, згинання тулуба, а також крижовий нахил і положення стегна при згинанні. В обох моделях найкращим регресором був кут PG між горизонтальною лінією та лінією, що з'єднує крижову кінцеву пластину C7 остистий відросток і положення стегна PG. Кілька параметрів Spinal Mouse та фотограмметрії показали значні кореляції, особливо під час вимірювання Spinal Mouse проводилися, коли підлітки перебували в положенні нахилу вперед. Отже, фотограмметрію можна вважати хорошим методом прогнозування вигину хребта.

Висновки

Тема краніо-постуральної адаптації захопила величезну увагу лікарів-стоматологів, остеопатів та неврологів, а саме зв'язок між порушеннями в постуральній та зубощелепній системах. Адаптаційні властивості організму відносно постури та стоматогнатичної системи, вказують на неабиякий зв'язок краніо-цервікального комплексу та постуральними комплексами в цілому. Фізіологічні оклюзійні співвідношення та гармонійна оклюзія, забезпечують вагомий вплив на постуральний баланс. Розуміння даного зв'язку допоможе правильно діагностувати, досліджувати нові діагностичні методики підходу до ортодонтичних пацієнтів з порушенням постурального балансу внаслідок патології стоматогнатичної системи.

Конфлікт інтересів

Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.

Згода на публікацію

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

ПОСИЛАННЯ / REFERENCES

- Scataglini, S., & Paul, G. (Eds.). (2019). *DHM and Posturography*, Academic Press. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-816713-7.00026-X>
- Błaszczuk, J. W. (2016). The use of force-plate posturography in the assessment of postural instability. *Gait Posture*, 44, 1–6. PMID: 27004624. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2015.10.014>
- Reutimann, S., Hill-Strathy, M., Krewer, C., Bergmann, J., Müller F., Jahn, K., & Rauen, K. (2022). Influence of footwear on postural sway: A systematic review and meta-analysis on barefoot and shod bipedal static posturography in patients and healthy subjects. *Gait Posture*, 92, 302–314. PMID: 34902659. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2021.11.022>
- Maidannik, V. G., Burlai, V. G., Hnateyko, O. Z. at al. (2018). Edited by Prof. V. G. Maydannik. *Propaedeutic pediatrics: a textbook for students of higher medical schools*. 2nd ed., corrected and supplemented. Vinnitsia: Nova Knyga, P. 872. [В. Г. Майданник, В. Г. Бурлай, О. З. Гнатейко та ін. (2018). За ред. проф. В. Г. Майданника. Пропедевтична педіатрія: підручник для студ. вищ. мед. навч. закладів. 2-ге вид., випр. та допов. Вінниця: Нова Книга, 2018. 872 с]. ISBN 978-966-382-711-7.
- Bochkov, P. M. (2020). Balance function correction of preschoolers with musculoskeletal system disorders by means of adaptive physical education: abstract of dissertation ... doctor of philosophy.: 016 Special education / Bochkov Pavlo Mykolayovych; Ministry of Education and Science of Ukraine, National Pedagogical University named after M. P. Dragomanov. Kyiv. [Бочков П. М. (2020). Корекція функції рівноваги у дошкільників з порушенням опорно-рухового апарату засобами адаптивного фізичного виховання: анотація дис. ... докт. філос.: 016 Спеціальна освіта / Бочков Павло Миколайович; Міністерство освіти і науки України, Національний педагогічний університет імені М. П. Драгоманова. Київ. 7 арк.]. URL: <http://enpuir.npu.edu.ua/handle/123456789/35486>
- Unterberger, S. (1938). Neue objektiv registrierbare Vestibularis-Körperdrehreaktion, erhalten durch Treten auf der Stelle. Der „Tretversuch“. *Archiv für Ohren-, Nasen- und Kehlkopfheilkunde*, 145, 478–492. DOI: <https://doi.org/10.1007/BF01583067>
- Fukuda, T. (1959). The stepping test: two phases of the labyrinthine reflex. *Acta Otolaryngol*, 50(2), 95–108. DOI: <https://doi.org/10.3109/00016485909129172> PMID: 13636842
- Çikmaz, Selman, Uluçam, Enis, Yılmaz, Ali, Parlak, Muhammed, Karahan, Menekşe, Dönmez, Didem, & Kayatekin, Ayşe. (2020). Do anthropometric characteristics of head and neck affect the craniocorpographic balance measurement? *Anatomy*, 14, 44–48. DOI: <https://doi.org/10.2399/ana.20.025>

9. Nash, C. L. Jr., Gregg, E. C., Brown, R. H., & Pillai, K. (1979). Risks of exposure to X-rays in patients undergoing long-term treatment for scoliosis. *J Bone Joint Surg Am*, 61(3), 371–374. PMID: 429405. DOI: <https://doi.org/10.2106/00004623-197961030-00009>
10. Parrini, S., Comba, B., Rossini, G., Ravera, S., Cugliari, G., De Giorgi, I., Deregibus, A., & Castroflorio, T. (2017). Postural changes in orthodontic patients treated with clear aligners: A rasterstereographic study. *J Electromyogr Kinesiol*, 38, 44–48. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2017.11.002> PMID: 29156321.
11. Carini, F., Mazzola, M., Fici, C., Palmeri, S., Messina, M., Damiani, P., & Tomasello, G. (2017). Posture and posturology, anatomical and physiological profiles: overview and current state of art. *Acta Biomed*, 88(1), 11–16. DOI: <https://doi.org/10.23750/abm.v88i1.5309> PMID: 28467328
12. Iacob, S. M., Chisnoiu, A. M., Lascu, L. M., Berar, A. M., Studnicska, D., & Fluerașu, M. I. (2020). Is PostureScreen® Mobile app an accurate tool for dentists to evaluate the correlation between malocclusion and posture? *Cranio*, 38(4), 233–239. DOI: <https://doi.org/10.1080/08869634.2018.1512197> PMID: 30198398.
13. Michalik, R., Hamm, J., Quack, V., Eschweiler, J., Gatz, M., & Betsch, M. (2020). Dynamic spinal posture and pelvic position analysis using a rasterstereographic device. *J Orthop Surg Res*, 15(1), 389. DOI: <https://doi.org/10.1186/s13018-020-01825-0> PMID: 32900390
14. Krott, N. L., Wild, M., & Betsch, M. (2020). Meta-analysis of the validity and reliability of rasterstereographic measurements of spinal posture. *Eur Spine J*, 29(9), 2392–2401. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00586-020-06402-x>
15. Karpel, I., Ziębiński, A., Kluszczynski, M., & Feige, D. (2021). A Survey of Methods and Technologies Used for Diagnosis of Scoliosis. *Sensors (Basel)*, 21(24), 8410. DOI: <https://doi.org/10.3390/s21248410> PMID: 34960509
16. Mangone, M., Paoloni, M., Procopio, S., Venditto, T., Zucchi, B., Santilli, V., ... & Bernetti, A. (2020). Sagittal spinal alignment in patients with ankylosing spondylitis by rasterstereographic back shape analysis: An observational retrospective study. *Eur J Phys Rehabil Med*, 56(2), 191–196. DOI: <https://doi.org/10.23736/S1973-9087.20.05993-6>
17. Schroeder, J., Reer, R., & Braumann, K. M. (2015). Video raster stereography back shape reconstruction: a reliability study for sagittal, frontal, and transversal plane parameters. *European Spine Journal*, 24, 262–269. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00586-014-3664-5>
18. Nota, A., Tecco, S., Ehsani, S., Padulo, J., & Baldini, A. (2017). Postural stability in subjects with temporomandibular disorders and healthy controls: A comparative assessment. *J Electromyogr Kinesiol*, 37, 21–24. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2017.08.006> PMID: 28865312
19. Paya-Argoud, M., Tardieu, C., Cheynet, F., Raskin, A., & Borel, L. (2019). Impact of orthognathic surgery on the body posture. *Gait Posture*, 67, 25–30. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2018.09.019> PMID: 30261320
20. Kang, J. H. (2020). Effects on migraine, neck pain, and head and neck posture, of temporomandibular disorder treatment: Study of a retrospective cohort. *Arch Oral Biol*, 114, 104718. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.archoralbio.2020.104718> PMID: 32334135.
21. Cabrera-Domínguez, M. E., Domínguez-Reyes, A., Pabón-Carrascom, M., Pérez-Bellosom, A. J., Coheña-Jiménez, M., & Galán-González, A. F. (2021). Dental Malocclusion and Its Relation to the Podal System. *Front Pediatr*, 9, 654229. DOI: <https://doi.org/10.3389/fped.2021.654229> PMID: 34239846
22. Amaricai, E., Onofrei, R. R., Suci, O., Marcauteanu, C., Stoica, E. T., Negruțiu, M. L., David, V. L., & Sinescu, C. (2020). Do different dental conditions influence the static plantar pressure and stabilometry in young adults? *PLoS One*, 15(2), 0228816. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0228816> PMID: 32045439
23. Combadazou, Jean-Claude, Hennequin, Antonin, Benichou, Mathieu, Roumigué, Capucine, & Destruhaut, Florent. (2019). Stabilometry platform benefits in diagnosis and occlusal orthosis treatment of occluso-postural deficiency: preliminary study on 30 patients. *Oral Health and Care*, 4. DOI: <https://doi.org/10.15761/OHC.1000180>
24. Dias, A. A., Redinha, L. A., Silva, L. M., & Pesarat-Correia, P. C. (2018). Effects of Dental Occlusion on Body Sway, Upper Body Muscle Activity and Shooting Performance in Pistol Shooters. *Appl Bionics Biomech*, 9360103. DOI: <https://doi.org/10.1155/2018/9360103> PMID: 30140310
25. Leroux, E., Leroux, S., Maton, F., Ravalec, X., & Sorel, O. (2018). Influence of dental occlusion on the athletic performance of young elite rowers: a pilot study. *Clinics (Sao Paulo)*, 73, 453. DOI: <https://doi.org/10.6061/clinics/2017/e453> PMID: 30517283
26. Postolache, O. A., & Postolache, G. B. (2017). Development and selection of balancing devices. *IEEE Instrumentation & Measurement Magazine*, 20 (1), 38–48. DOI: <https://doi.org/10.1109/MIM.2017.7864548>
27. Ito, T., Sakai, Y., Ito, Y., Yamazaki, K., & Morita, Y. (2020). Association Between Back Muscle Strength and Proprioception or Mechanoreceptor Control Strategy in Postural Balance in Elderly Adults with Lumbar Spondylosis. *Healthcare (Basel)*, 8(1), 58. DOI: <https://doi.org/10.3390/healthcare8010058> PMID: 32164248

28. Choi, H. S., & Lee, J. H. (2020). Immediate Effect of Balance Taping Using Kinesiology Tape on Dynamic and Static Balance after Ankle Muscle Fatigue. *Healthcare (Basel)*, 8(2), 162. DOI: <https://doi.org/10.3390/healthcare8020162> PMID: 32526892
29. Ku, P. X., Abu Osman, N.A., & Wan Abas, W. A. B. (2016). The limits of stability and muscle activity in middle-aged adults during static and dynamic stance. *J Biomech*, 49(16), 3943–3948. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jbiomech.2016.11.006> PMID: 27865478.
30. Parrini, S., Comba, B., Rossini, G., Ravera, S., Cugliari, G., De Giorgi, I., Deregibus, A., & Castroflorio, T. (2017). Postural changes in orthodontic patients treated with clear aligners: A rasterstereographic study. *J Electromyogr Kinesiol*, 38, 44–48. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2017.11.002> PMID: 29156321.
31. Zheng, Q., Xie, L., Xu, J. et al. (2023). A feasibility study of applying two-dimensional photogrammetry for screening and monitoring of patients with adolescent idiopathic scoliosis in clinical practice. *Sci Rep* 13, 14273. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-023-41267-2>
32. Pojda, D., Tomaka, A. A., Luchowski, L., & Tarnawski, M. (2021). Integration and Application of Multimodal Measurement Techniques: Relevance of Photogrammetry to Orthodontics. *Sensors (Basel)*, 21(23), 8026. DOI: <https://doi.org/10.3390/s21238026> PMID: 34884030
33. März, K., Adler, W., Matta, R. E., Wolf, L., Wichmann, M., & Bergauer, B. (2017). Can different occlusal positions instantaneously impact spine and body posture?: A pilot study using rasterstereography for a three-dimensional evaluation. *J Orofac Orthop*, 78(3), 221–232. In English. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00056-016-0073-x> PMID: 27921118.
34. Dias, A., Redinha, L., Rodrigues, M. J., Silva, L., & Pezarat-Correia, P. (2022). A kinematic analysis on the immediate effects of occlusal splints in gait and running body sway patterns. *Cranio*, 40(2), 119–125. DOI: <https://doi.org/10.1080/08869634.2020.1721173> PMID: 31996119.
35. Maurer-Grubinger, C., Avaniadi, I., Adjami, F., Christian, W., Doerry, C., Fay, V., Fisch, V., Gerez, A., Goecke, J., Kaya, U., Keller, J., Krüger, D., et al. (2020). Systematic changes of the static upper body posture with a symmetric occlusion condition. *BMC Musculoskelet Disord*, 21(1), 636. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12891-020-03655-x> PMID: 32979920.
36. Eriksson, P. O., Zafar, H., & Backén, M. (2019). Instant reduction in postural sway during quiet standing by intraoral dental appliance in patients with Whiplash associated Disorders and non-trauma neck pain. *Arch Oral Biol*, 97, 109–115. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.archoralbio.2018.10.018> PMID: 30384151.
37. Bago, J., Pizones, J., Matamalas, A., & D'Agata, E. (2019). Clinical photography in severe idiopathic scoliosis candidate for surgery: is it a useful tool to differentiate among Lenke patterns? *Eur Spine J*, 28(12), 3018–3025. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00586-019-06096-w> PMID: 31396690.
38. Iacob, S. M., Chisnoiu, A. M., Lascu, L. M., Berar, A. M., Studnicska, D., & Fluerasu, M. I. (2020). Is PostureScreen® Mobile app an accurate tool for dentists to evaluate the correlation between malocclusion and posture? *Cranio*, 38(4), 233–239. DOI: <https://doi.org/10.1080/08869634.2018.1512197> PMID: 30198398.
39. Grondin, F., Hall, T., & von Piekartz, H. (2017). Does altered mandibular position and dental occlusion influence upper cervical movement: A cross-sectional study in asymptomatic people. *Musculoskelet Sci Pract*, 27, 85–90. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.math.2016.06.007> PMID: 27847242
40. Carda-Navarro, I., Lacort-Collado, L., Fernández-Ehrling, N., Lanuza-Garcia, A., Ferrer-Torregrosa, J., & Guinot-Barona, C. (2024). Relationship between Body Posture Assessed by Dynamic Baropodometry and Dental Occlusion in Patients with and without Dental Pathology. *Sensors (Basel)*, 24(6), 1921. DOI: <https://doi.org/10.3390/s24061921> PMID: 38544184.
41. De Blasiis, P., Caravaggi, P., Fullin, A., Leardini, A., Lucariello, A., Perna, A., Guerra, G., & De Luca, A. (2023). Postural stability and plantar pressure parameters in healthy subjects: variability, correlation analysis and differences under open and closed eye conditions. *Front Bioeng Biotechnol*, 11, 1198120. DOI: <https://doi.org/10.3389/fbioe.2023.1198120> PMID: 37545891.
42. Van Alsenoy, K., Thomson, A., & Burnett, A. (2019). Reliability and validity of the Zebris FDM-THQ instrumented treadmill during running trials. *Sports Biomech*, 18(5), 501–514. DOI: <https://doi.org/10.1080/14763141.2018.1452966> PMID: 29785869.
43. Pathak, P., & Ahn, J. (2021) A Pressure-Pad-Embedded Treadmill Yields Time-Dependent Errors in Estimating Ground Reaction Force during Walking. *Sensors (Basel)*, 21(16), 5511. DOI: <https://doi.org/10.3390/s21165511> PMID: 34450953
44. Bode, T., Zoroofchi, S., Vettorazzi, E., Droste, J. N., Welsch, G. H., Schwesig, R., & Marshall, R. P. (2024). Functional analysis of postural spinal and pelvic parameters using static and dynamic spinometry. *Heliyon*, 10(7), 29239. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e29239> PMID: 38633646
45. Roggio, Federico, Petrigna, Luca, Trovato, Bruno, Zanghi, Marta, Sortino, Martina, Vitale, Ermanno, Rapisarda, Lucia, Testa, Gianluca, Pavone, Vito, Pavone, Piero, Vecchio, Michele, & Musumeci, Giuseppe. (2023). Thermography and rasterstereography as a combined infrared method to assess the posture of healthy individuals. *Scientific Reports*, 13. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-023-31491-1>

46. Livanelioglu, A., Kaya, F., Nabiyev, V., Demirkiran, G., & Frat, T. (2016). The validity and reliability of "Spinal Mouse" assessment of spinal curvatures in the frontal plane in pediatric adolescent idiopathic thoraco-lumbar curves. *Eur Spine J*, 25(2), 476-482. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00586-015-3945-7> PMID: 25900295.
47. Belli, Guido, Toselli, Stefania, Mauro, Mario, Latessa, Maietta, & Russo, Luca. (2023). Relation between Photogrammetry and Spinal Mouse for Sagittal Imbalance Assessment in Adolescents with Thoracic Kyphosis. *Journal of Functional Morphology and Kinesiology*, 8, 68. DOI: <https://doi.org/10.3390/jfmk8020068>

Postural Analysis Methods in Orthodontic Patients: A Review

Bertash, M., Drohomiretska, M.

Shupyk National Healthcare University of Ukraine, Kyiv, Ukraine

Abstract. In recent decades, increasing attention has been paid to the potential influence of masticatory system disorders, such as malocclusion, on whole-body posture. The number of patients seeking simultaneous treatment for dental anomalies and postural disorders continues to rise. This review aims to analyze research methods used to assess posture in relation to the stomatognathic system. The anatomical and functional interconnection between the masticatory apparatus and postural regulation has led to several hypotheses regarding the correlation between occlusal and postural disorders. These ideas have gained wide public resonance, partly due to their dissemination in the media. Evidence supports the role of the dento-maxillary system—particularly occlusion and the temporomandibular joint—in maintaining vertical postural stability. Furthermore, the relationship between spinal alignment, head position, and occlusion underscores the importance of a comprehensive approach to diagnosing and managing occlusal disorders and temporomandibular joint pathology.

Purpose. To identify, based on published literature, the principal methods of postural analysis and evaluate their applicability in patients with occlusal pathology.

Materials and Methods. A bibliosemantic approach was employed, involving a targeted search of scientific publications in the PubMed database and the multidisciplinary journal Scientific Reports.

Results. The review expands current knowledge of methods for assessing the maxillofacial region and postural balance. It highlights advances in diagnostic techniques, the integration of modern technologies, and the value of interdisciplinary collaboration in optimizing postural balance in orthodontic patients.

Conclusions. The adaptive properties of the organism with respect to posture and the stomatognathic system demonstrate a significant connection between the cranio-cervical complex and overall postural regulation. Physiological occlusal relationships and harmonious occlusion exert a notable influence on postural balance. Recognizing this interrelationship facilitates accurate diagnosis and supports the development of innovative diagnostic and therapeutic approaches for orthodontic patients with postural disorders associated with stomatognathic pathology.

Keywords: *orthodontic treatment, posture, postural balance, occlusion.*

Берташ Максим Андрійович — аспірант кафедри ортодонції Національного університету охорони здоров'я України імені П. Л. Шупика, Київ, Україна

ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-5949-6907>

Дрогомирецька Мирослава Стефанівна — доктор медичних наук, професор, завідувач кафедри ортодонції Національного університету охорони здоров'я України імені П. Л. Шупика, Київ, Україна

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5646-8791>

Стаття: надійшла до редакції 01.11.2025 р.; прийнята до друку 17.12.2025 р.