УДК: 616.711-007.55-089.84
https://doi.org/10.31612/2616-4868.1.2026.19

ВІДНОВЛЕННЯ ПОСТУРАЛЬНОГО БАЛАНСУ ПІСЛЯ ВЕНТРАЛЬНОЇ ДИНАМІЧНОЇ КОРЕКЦІЇ (ASC/VBT) ПРИ ІДІОПАТИЧНОМУ СКОЛІОЗІ З ДЕФОРМАЦІЯМИ ТИПУ LENKE 5C І 3BN: РЕЗУЛЬТАТИ КЛІНІЧНОГО СПОСТЕРЕЖЕННЯ

Людмила Д. Кравчук[1], Яків В. Фіщенко[2], Михайло С. Черватюк[2], Дмитро В. Улещенко[2], Євгеній Е. Щегольков[2]

[1]Національний університет фізичного виховання і спорту України, м. Київ, Україна
[2]Державна установа «Інститут травматології та ортопедії Національної академії медичних наук України», м. Київ, Україна

Резюме

Вступ. На сьогодні в хірургії сколіозу особливу увагу привертають методи, що зберігають рухливість хребта, зокрема вентральна динамічна корекція (ASC) та динамічна корекція з модулюванням росту (VBT). Попри наявність невеликої кількості досліджень, присвячених ефективності вентральної динамічної корекції сколіозу (ASC/VBT), оцінка постурального балансу після даного виду хірургічного втручання залишається мало вивченою.
Мета. Оцінити динаміку відновлення постурального балансу у пацієнтів з ідіопатичним сколіозом з деформаціями типу Lenke 5C і 3BN після виконання (ASC/VBT).
Матеріали та методи. У дослідження включено 13 пацієнтів (вік 17,3 ± 6,2 років) із грудо-поперековими деформаціями типу Lenke 5C та 3BN, яким було проведено хірургічну динамічну корекцію методом вентральної динамічної корекції (ASC/VBT). Для оцінки постурального балансу застосовували програму «Ergo Therapy». Рентгенологічне та функціональне оцінювання проводилось у три часові точки: до операції, через 2 тижні та 6 місяців після оперативного втручання. Статистичний аналіз отриманих даних проводили з використанням програмного забезпечення SPSS 26.0.
Результати. У результаті клінічного спостереження встановлено, що відновлення постурального балансу після вентральної динамічної корекції (ASC/VBT) у пацієнтів з деформаціями типу Lenke 5C та 3BN має поступовий характер. У ранньому післяопераційному періоді (3 тижні) зберігалась виражена постуральна асиметрія, зокрема асиметрія плечей (3,25 ± 1,62°), лопаток (4,15 ± 1,86°) та трикутників талії (3,69 ± 1,58°). Через 3 місяці спостерігалося статистично значуще зниження цих показників (до 1,47 ± 0,94°; 2,06 ± 1,36°; 1,0 ± 0,38° відповідно; $p < 0,05$), що свідчить про активне відновлення статико-динамічної рівноваги тулуба. Через 6 місяців досягнуті зміни зберігалися, демонструючи стабілізацію постурального балансу та формування симетрії плечового поясу, лопаток і контуру талії. Найбільш виражене покращення (80-90%) відзначено у ділянці лопаток та трикутників талії, де відновлюється симетрія м'язового тонусу тулуба.
Висновки. Після ASC/VBT постуральний баланс відновлюється поступово: значуще покращення відбувається протягом перших двох місяців, тоді як у період між 2 та 6 місяцями показники стабілізуються, що свідчить про завершення м'язової адаптації.

Ключові слова: **постуральний баланс, вентральна динамічна корекція сколіозу, фотометрія, ідіопатичний сколіоз, фізична терапія**

ВСТУП

Останніми роками в хірургії сколіозу особливу увагу привертають методи, що зберігають рухливість хребта, зокрема вентральна динамічна корекція (ASC) та динамічна корекція з модулюванням росту (VBT), що є актуальними не лише для дітей і підлітків, а й для пацієнтів із завершеним ростом.

Вентральна корекція сколіозу (ASC), зазвичай, застосовується у пацієнтів старшого віку з завершеними стадіями за шкалами Ріссера та

Сандерса, а також при значному ступені деформації хребта й обмеженій мобільності кривизни [1-3].

Техніка вентральної динамічної корекції передбачає виконання передньобокового тораколюмбального доступу з подальшою міжм'язовою дисекцією, що мінімізує травматизацію паравертебральних структур.

Попри наявність невеликої кількості досліджень, присвячених ефективності вентральної динамічної корекції сколіозу (ASC/VBT), оцінка постурального балансу після даного виду хірургічного втручання залишається мало вивченою [1-5]. Більшість наявних робіт зосереджуються на рентгенологічних параметрах (кут Кобба, фронтальний та сагітальний баланс, ступінь редукції деформації), тоді як функціональні аспекти, зокрема динаміка постуральної стабільності, контроль рівноваги та просторової орієнтації тіла, вивчаються обмежено [3, 4, 5, 6].

МЕТА

Оцінити динаміку відновлення постурального балансу у пацієнтів з ідіопатичним сколіозом з деформаціями типу Lenke 5C і 3BN після виконання (ASC/VBT).

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ

Дослідження було проведено на базі відділення хірургії хребта зі спінальним (нейрохірургічним) центром ДУ «Інститут травматології та ортопедії НАМН України» протягом 2023-2025 років.

Характеристика групи обстеження. До дослідження було включено 13 пацієнтів (12 дівчат та 1 хлопець), вік пацієнтів на момент операції коливався від 12 до 30 років, середній показник становив (17,3 ± 6,2) років. Доопераційний кут Кобба по групі складав від 35,6° до 83,0°, із середнім значенням 58,6 ± 14,9°, що відповідає помірним і тяжким ступеням викривлення (табл. 1).

Критерій відбору в групу за класифікацією Lenke. У 12 (92,3 %) пацієнтів визначався тип 5C – грудо-поперекова або поперекова дуга з модифікатором C (зміщення тулуба від центральної сакральної вертикалі, нормальний сагітальний профіль). У 1 (7,7 %) пацієнта – тип 3BN, тобто подвійна дуга (double major) із поперековим модифікатором B та нормальним сагітальним профілем. Таким чином, переважна більшість пацієнтів досліджуваної вибірки мали структурну грудо-поперекову дугу за класифікацією Lenke типу 5C, що відповідає типовим показанням до виконання селективної вентральної динамічної корекції (ASC/VBT), (табл. 1).

Критерії включення:

- вік від 12 до 30 років
- тест Ріссера ≥ 3
- термін спостереження ≥ 6 місяців
- пацієнти зі сколіотичною деформацією за класифікацією Lenke тип 5 з модифікатором C або тип 3BN

Критерії виключення:

- ригідні деформації (при тракційному тесті деформація коригувалася менше 50 %),
- грудний кіфоз більше 40 °
- попередні операції на хребті в анамнезі

Таблиця 1

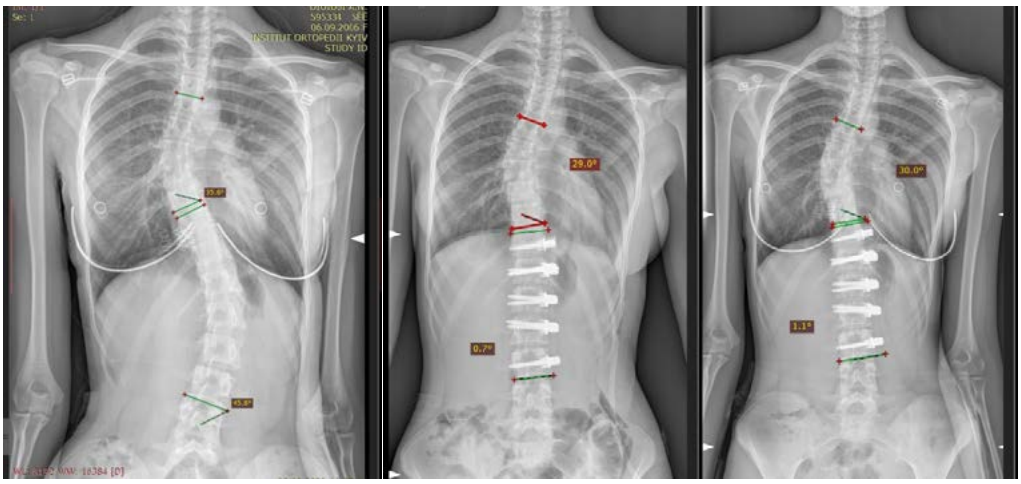
Основні демографічні та рентгенологічні характеристики пацієнтів

Показники	Min	Max	M ± SD
Вік, років	12	30	17,3 ± 6,2
Тест Ріссера	3	5	3,5 ± 1
Тип за Lenke			
5C, кіл-ть (%)	12 (92,3 %)	—	
3BN	1 (7,7 %)		
Сагітальний профіль	Норма	—	
Сторона деформації (дуга):			
Правобічна	2 (15,4 %)		
Лівобічна	10 (76,9 %)		
Комбінована (Правобічна грудна + лівобічна поперекова)	1 (7,7 %)		
До операції кут Cobb (град)	35,6	83,0	58,6 ± 14,9
2 тижні п/о кут Cobb (град).	1,0	36,8	16,9 ± 9,2
6 міс. п/о кут Cobb (град)	3,0	35,0	13,9 ± 7,1
Редукція (динаміка корекції) 2-3 тиждень, %	33	96	71,3 ± 18,7
Редукція (динаміка корекції) 6 міс., %	31	97	75,9 ± 11,4

Обстеженим пацієнтам було виконано хірургічне втручання: методом вентральної динамічної корекції (ASC) – n = 11 та динамічна корекція з модулюванням росту n=2 (VBT). Після оперативного втручання пацієнтам надавалась програма домашніх вправ (в 1-2 тиждень після операції) з подальшим відвідуванням реабілітаційного центру і заняттями з реабілітологом 1 раз на тиждень. Рентгенологічне оцінювання та оцінка постурального балансу проводились у три часові точки: до операції, через 2-3 тижні та 6 місяців після оперативного втручання.

Методи обстеження

Рентгенологічний контроль. Виконувалася стандартна рентгенографія хребта у фронтальній площині для визначення кута Кобба до та після операції. Рентгенологічне оцінювання проводилось у три часові точки: до операції, через 2 тижні та 6 місяців після оперативного втручання. Результати рентгенографії порівнювали з фотометричними показниками для встановлення взаємозв'язку між редукцією деформації та вирівнюванням симетрії тулуба.



а **б** **в**

Рисунок 1. До- та післяопераційні Ro- зображення пацієнтки, Р., 16 років (операція (ASC)).
Примітки: а – рентгенограма до операції
б – рентгенограма 2 тижні після операції
в – рентгенограма 6 міс. після операції

Фотометричний аналіз постави. Для оцінки просторової симетрії тулуба застосовувалася система «Ergo Therapy» (аналог програм PostureScreen / SAPO), яка дозволяє визначати кути нахилу анатомічних орієнтирів у фронтальній площині. Дослідження проводилось у трьох часових точках: через 2-3 тижні після операції (ранній післяопераційний період) і через 2 місяці та через 6 місяців після операції (період стабілізації м'язово-фасціального балансу).

Фотографування та маркування орієнтирів. Клінічні фото виконувалися у фронтальній площині при стандартному освітленні, відстані 2 м, висоті камери 1,2 м.

На шкірі пацієнтів маркувалися анатомічні точки:

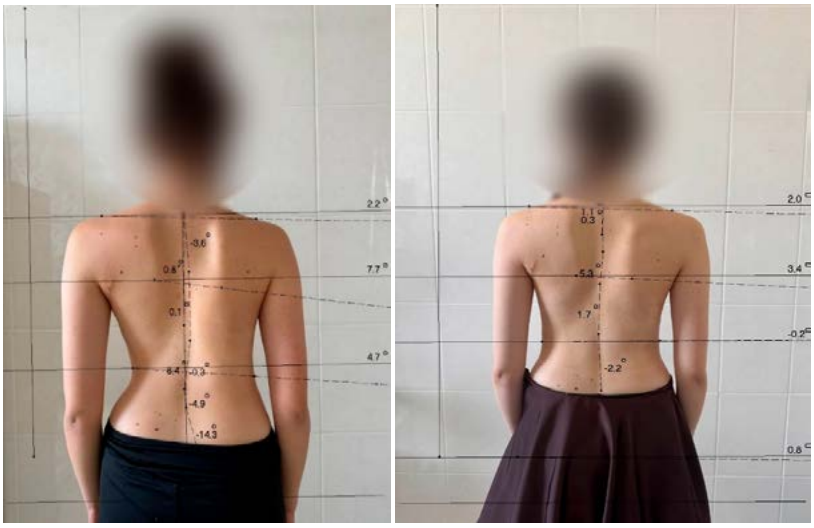
- верхівки вушних раковин;
- акроміальні відростки лопаток;
- нижній кут лопатки;
- нижні точки трикутників талії;
- нижні точки сідничних складок.

Параметри аналізу: вимірювалися кути:

- нахилу голови (вухо-вухо),
- нахилу плечей,
- асиметрія лопаток,
- асиметрія трикутників талії,
- асиметрія сідничних складок.

Окрім цього, визначалося відхилення остистих відростків від лінії відвісу у грудному та поперековому відділах (в градусах і міліметрах) (рис. 2).

Статистичний аналіз. Статистичний аналіз отриманих даних проводили з використанням програмного забезпечення SPSS 26.0. Для опису результатів використовували середнє значення (M), стандартне відхилення (SD) та 95 % довірчий інтервал (CI). Порівняння значень між двома часовими точками проводили за допомогою t-тесту для залежних вибірок (paired t-test). Рівень статистичної значущості приймався при $p < 0,05$. Кореляційний зв'язок між редукцією кута Кобба та післяопераційного дисбалансу тулуба визначався за коефіцієнтом Пірсона (r).



а **б**

Рисунок 2. Аналіз просторового положення тіла за допомогою програми «Ergo therapy».

Примітки: а – приклад аналізу фотограми пацієнтки (2 міс. після операції ASC); б – приклад аналізу фотограми пацієнтки (6 міс. після операції ASC).

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ДИСКУСІЯ

Період спостереження в дослідженні становив 6 ± 2,6 міс. Через 2 тижні після операції зафіксовано зменшення кута Кобба з 58,6 ± 14,9° до 16,9 ± 9,2°(M±SD), що свідчить про редукцію деформації приблизно на 71,3 ± 18,7 % по групі. Подальше спостереження через 6 місяців продемонструвало стабільність корекції 13,9 ± 7,1°(M±SD) без ознак статистично значущого регресу або втрати досягнутого результату, (рис. 1, рис. 2). Аналіз індивідуальних клінічних випадків не виявив рецидиву або прогресування деформації у жодного пацієнта протягом зазначеного періоду спостереження.

Водночас, відповідно до даних зарубіжних досліджень [1, 3, 4], об'єктивна оцінка втрати корекції потребує тривалішого періоду динамічного моніторингу (щонайменше 12 місяців), що визначає перспективу подальших досліджень у цьому напрямку.

За результатами фотометричного аналізу вже зазначалось, що постуральна асиметрія є типовою у ранньому післяопераційному періоді (7-30 днів) після динамічної корекції (ASC/VBT). Її поява зумовлена адаптивними реакціями організму, транзиторним м'язово-фасціальним дисбалансом і перебудовою статики тулуба після хірургічного відновлення осі хребта (табл. 2).

Таблиця 2

Динаміка постурального балансу після вентральної динамічної корекції сколіозу (ASC/VBT), результати (n = 13)

№	Показник	Через 3 тижні п/о (°)	Через 2 місяці п/о (°)	Через 6 місяців п/о (°)	p-value через 3 тижні п/о (°) та 2 місяці п/о	p-value через 2 місяці п/о (°) та 6 місяців п/о (°)
1	Кут асиметрії положення голови (град)	0,73 ± 0,63	0,38 ± 0,28	0,43 ± 0,17	p = 0,078	p = 0,54
2	Кут асиметрії плечей (град)	3,25 ± 1,62	1,47 ± 0,94	0,9 ± 0,51	p = 0,004*	p = 0,09
3	Кут асиметрії лопаток (град)	4,15 ± 1,86	2,06 ± 1,36	1,4 ± 0,81	p = 0,005*	p = 0,11
4	Кут асиметрії трикутників талії (град)	3,69 ± 1,58	1 ± 0,38	0,6 ± 0,22	p < 0,001*	p = 0,18
5	Кут асиметрії сідничних складок (град)	1,55 ± 1,44	0,57 ± 0,29	0,6 ± 0,16	p = 0,043*	p = 0,89

Примітки: * – наведено середні значення M ± SD через 2-3 тижні, через 2 міс. та через 6 міс. після операції; статистичну достовірність різниці визначено за критерієм t для залежних вибірок (paired t-test) на рівні (p < 0,05).

За результатами проведеного обстеження встановлено, що виражене зниження показників постуральної асиметрії не відбувається безпосередньо після хірургічного втручання, а спостерігається поступово – протягом перших двох місяців після операції (рис. 3).

а б в

Рисунок 3. До- та післяопераційні фотозображення пацієнта (операція ASC/ VBT).

а – фотозображення пацієнтки до операції; б – фотозображення пацієнтки після операції з транзиторним м'язово-фасціальним дисбалансом (3 тижні після операції);
в – фотозображення пацієнтки після операції (6 міс.).

Так, через 3 тижні після операції середні кути асиметрії коливались від 3,25 ± 1,62° (кут асиметрії положення плечей) до найбільш вираженого 4,15 ± 1,86° (кут асиметрії лопаток) та 3,69 ± 1,58 (кут асиметрії трикутників талії). Через 3 місяці після втручання ці показники зменшились до 1,47 ± 0,94° (p = 0,004), 2,06 ± 1,36°(p = 0,005) та 1 ± 0,38° (M ± SD) (p = 0,001), відповідно, що свідчить про поступове відновлення статико-динамічної рівноваги тулуба.

Через 6 місяців після операції спостерігалась тенденція до збереження досягнутого результату, що свідчить про стабілізацію постурального балансу. Так, кут асиметрії плечей зменшився з 1,47 ± 0,94° до 0,9 ± 0,51° (p = 0,09), що відображає тенденцію до покращення симетрії плечового поясу. Кут асиметрії лопаток знизився з 2,06 ± 1,36° до 1,4 ± 0,81° (p = 0,11); кут асиметрії трикутників талії через 2 місяці становив 1,0 ± 0,38°, а через 6 місяців – 0,6 ± 0,22° (p = 0,18), демонструючи нормалізацію симетрії контуру талії. Найбільше покращення зафіксовано у ділянці лопаток і трикутників талії (понад 80-90 %), де відновлюється симетрія м'язового тонусу тулуба.

Таким чином, у пацієнтів з корекцією сколіозу за класифікацією Lenke тип 5C та тип 3BN спостерігається відновлення постурального балансу лише через 3-6 місяців після хірургічного втручання. І, хоча операція одразу виправляє рентгенологічні параметри (кут Cobb), фотометричні/постуральні зміни (кут нахилу плечей, положення лопаток та перекос талії та тазу) вимагають часу – 3-6 місяців реабілітації та м'язової адаптації.

Важливо розуміти, що рентгенологічна корекція є миттєвою, а постуральна симетрія набувається за допомогою реабілітації (специфічні вправи, стабілізація м'язового корсету), які відіграють ключову роль у скороченні залишкової асиметрії після хірургії.

ДИСКУСІЯ

В дослідженні Paradkar R. (2025) оцінювали відмінності в реактивному балансі (PSST). Когорта складалася з 21 здорового пацієнта контрольної групи, 15 пацієнтів, які перенесли спондилодез щонайменше один рік тому, 18 пацієнтів, які перенесли VBT щонайменше один рік тому, та 25 пацієнтів зі сколіозом до операції. Це дослідження підкреслює потенційний зв'язок між сколіозом та порушенням рівноваги, про що свідчать нижчі значення PSST у пацієнтів зі сколіозом до операції порівняно зі здоровими людьми контрольної групи. Цікаво, що ні пацієнти, які перенесли спондилодез, ні пацієнти з VBT, не показали покращення результатів рівноваги після операції. Результати цього дослідження можуть підтвердити концепцію цілеспрямованого тренування рівноваги для покращення функції у пацієнтів зі сколіозом, але для з'ясування впливу сколіозу та хірургічних втручань на функціональну мобільність необхідні подальші дослідження [12].

В метааналізі Stamiris S. (2025) було відібрано 17 досліджень, що відповідали критеріям включення. VBT продемонструвала більшу здатність до згинання поперекового відділу хребта (p < 0,00001), кращий баланс плеча (p < 0,00001) та кращі результати щодо болю за шкалою SRS-22 (p = 0,02), задоволення (p = 0,03) та функції (p = 0,02) при дворічному спостереженні. VBT також мала коротший час операції (p = 0,0007), меншу крововтрату (p < 0,00001), але вищі показники ускладнень (p = 0,0002) та ревізійних

операцій ($p < 0,00001$). Не було виявлено різниці в поперековому лордозі ($p = 0,08$), грудному кіфозі ($p = 0,15$), самооцінці за шкалою SRS-22 ($p = 0,20$) та загальному ($p = 0,12$) згинанні поперекового відділу хребта вбік ($p = 0,81$), аксіальній ротації ($p = 0,43$) та тривалості перебування в лікарні ($p = 0,7$) [13].

У іншому метааналізі, проведеному Abdelaal M. (2025) було включено 10 досліджень, що охопили 1168 пацієнтів ((VBT n=573, PSF n=595 (задній спондилодез)). Через 2 роки відеомоніторинг пацієнтів (VBT) показав значно більшу основну грудну дугу викривлення (MD = 5,03°; 95 % CI: 1,87-8,20) та проксимальну грудну дугу (MD = 3,27°; 95 % CI: 1,16-5,38), але не було різниці в кутах Кобба в поперековому відділі хребта. VBT була пов'язана зі значним зменшенням грудного кіфозу (MD = – 2,68°), збільшенням нахилу T_1 (MD = 1,50°), коротшим часом операції (MD = –99,23 хв), меншою крововтратою (M MD = –405,44 мл) та коротшим перебуванням у лікарні (MD = –1,34 дня). Однак, VBT мала значно вищий рівень ревізійних операцій (ВШ = 5,54; 95 % CI: 2,81-10,94). Не було відзначено суттєвих відмінностей у доменах SRS-22, за винятком вищих балів психічного здоров'я в групі VBT (MD = 0,56; 95 % ДІ: 0,07-1,06). Автори зазначають, що VBT пропонує періопераційні переваги та порівняну рентгенографічну корекцію у окремих підлітків з ідіопатичним сколіозом.

Таким чином, отримані нами результати корелюють із даними сучасних зарубіжних досліджень. Відсутність раннього покращення балансу після VBT, описана Paradkar R. (2025), узгоджується з нашими спостереженнями: корекція деформації не дорівнює негайному нормалізуванню балансу, що підтверджує необхідність цілеспрямованих реабілітаційних втручань. Реабілітація є ключовим компонентом відновлення постурального балансу.

У пацієнтів з поперековою дугою викривлення за класифікацією Lenke тип 5C та тип 3BN при отриманні максимальної корекції за рентгенографічними показниками, спостерігається виражений постуральний дисбаланс перші 1-2 місяці після операції. Зазначені зміни мають транзиторний характер і поступово компенсуються протягом 3-6 місяців реабілітації та м'язової адаптації.

Отже, при плануванні післяопераційного ведення пацієнтів і комунікації з батьками або самими пацієнтами слід акцентувати увагу на фізіологічній відтермінованості відновлення постурального балансу, навіть за умови досягнення оптимальних рентгенологічних показників.

ВИСНОВКИ

1. Незважаючи на те, що хірургічне втручання ASC/VBT забезпечує значну та миттєву редукцію деформації за рентгенологічними показниками (кутом Cobb), клінічно значуще зменшення показників постуральної асиметрії відбувається лише протягом перших 2 місяців після операції.

2. У пацієнтів із деформаціями Lenke 5C та 3BN протягом 1-2 місяців після операції спостерігається виражена асиметрія тулуба, що зумовлено адаптивними м'язово-фасціальними реакціями та перебудовою статико-динамічної рівноваги. Найбільше покращення фіксується у перші два місяці після втручання. Кутові відхилення симетрії плечей, лопаток та трикутників талії зменшуються на 80-90 % у порівнянні з ранніми післяопераційними значеннями, що свідчить про ефективне формування нового постурального стереотипу.

3. Між 2 та 6 місяцями після ASC/VBT статистично значущих змін показників асиметрії не спостерігається ($p > 0,05$), що свідчить про закріплення досягнутого рівня симетрії та завершення основних етапів м'язової адаптації.

Перспективи подальших досліджень. Подальші дослідження доцільно спрямувати на розширення вибірки пацієнтів та збільшення тривалості спостереження для уточнення закономірностей формування постурального балансу після ASC/VBT у різних типах деформацій за Lenke. Перспективним є застосування інструментальних методів аналізу рівноваги (стабілометрія, постурографія) з метою об'єктивної оцінки статико-динамічної стабільності. Доцільним також є вивчення ролі індивідуалізованих реабілітаційних програм та специфічних м'язово-активуючих протоколів у скороченні періоду постуральної асиметрії.

ДОТРИМАННЯ ЕТИЧНИХ НОРМ

Публікація даних, одержаних в ході проведення біомедичного дослідження, проводилась відповідно до принципів біоетики та законодавчих норм та вимог щодо проведення біомедичних досліджень, а саме: Гельсінської декларації (2000), Конституції (1996) та Цивільного кодексу України (2006), Основ законодавства України про охорону здоров'я (1992), Закону України «Про інформацію» (1992) (із змінами та доповненнями, внесеними станом на 01.12.2021).

Перед початком дослідження всі учасники отримали вичерпну інформацію про мету, методи, можливі ризики та переваги участі. Участь у дослідженні ґрунтувалася на принципі поінформованої згоди, і всі респонденти підписали відповідну форму згоди перед збором даних. Учасники мали право у будь-який момент відмовитися від участі без пояснення причин. Відповідно до норм конфіденційності, усі дані були зібрані анонімно та оброблені з дотриманням чинного законодавства щодо

захисту персональних даних, включаючи Загальний регламент захисту даних (GDPR), для забезпечення захисту особистої інформації. Уся інформація використовувалася виключно в рамках цього дослідження та була узагальнена для подальшого аналізу результатів.

У цій роботі штучний інтелект не використовувався для генерації тексту, аналізу даних або створення зображень. Увесь контент підготовлено авторами, які несуть повну відповідальність за точність, оригінальність та дотримання етичних стандартів.

ФІНАНСУВАННЯ ТА КОНФЛІКТ ІНТЕРЕСІВ

Дослідження не має зовнішніх джерел фінансування. Конфлікт інтересів відсутній. Всі автори дали згоду на публікацію цього рукопису.

ВНЕСОК АВТОРІВ

Кравчук Л. Д.[B, C, D]
Фіщенко Я. В.[A, E, F]
Черватюк М. С.[A, B, D]
Улещенко Д. В.[B, C, E]
Щегольков Є. Е.[B, C, E]

REFERENCES

1. Pereverzev, V. S., Kolesov, S. V., Kazmin, A. I., & Panteleev, A. A. (2024). Comparison of long-term results of anterior surgical correction of Lenke type 5 idiopathic scoliosis using dynamic and rigid fixation in patients with complete or near-complete skeletal maturity. World Neurosurgery X, 22, 100324. https://doi.org/10.1016/j.wnsx.2024.100324
2. Hoernschemeyer, D. G., Elliott, P., Lonner, B. S., et al. (2024). Bilateral vertebral body tethering: Identifying key factors associated with successful outcomes. European Spine Journal, 33, 723-731. https://doi.org/10.1007/s00586-023-08074-9
3. Stamiris, S., Sofos, C., Sarridimitriou, A., et al. (2025). Comparative meta-analysis of vertebral body tethering and posterior spinal fusion in patients with idiopathic scoliosis: Evaluation of radiographic, perioperative, clinical, patient-reported outcomes, and complication rates. Spine Deformity, 13, 1399-1420. https://doi.org/10.1007/s43390-025-01113-z
4. Roser, M. J., Askin, G. N., Labrom, R. D., et al. (2023). Vertebral body tethering for idiopathic scoliosis: A systematic review and meta-analysis. Spine Deformity, 11, 1297-1307. https://doi.org/10.1007/s43390-023-00723-9
5. La Maida, G. A., Zottarelli, L., Mineo, G. V., & Misaggi, B. (2013). Sagittal balance in adolescent idiopathic scoliosis: Radiographic study of spino-pelvic compensation after surgery. European Spine Journal, 22(S6), S859–S867. https://doi.org/10.1007/s00586-013-3018-8
6. Eaker, L., Selverian, S. R., Hodo, L. N., et al. (2022). Post-operative tranexamic acid decreases chest tube drainage following vertebral body tethering surgery for scoliosis correction. Spine Deformity, 10(4), 811-816.
7. Mathew, S., Larson, A. N., Potter, D. D., et al. (2021). Defining the learning curve in CT-guided navigated thoracoscopic vertebral body tethering. Spine Deformity, 9(6), 1581-1589.
8. Lykissas, M. G., Jain, V. V., Nathan, S. T., et al. (2013). Mid- to long-term outcomes in adolescent idiopathic scoliosis after instrumented posterior spinal fusion: A meta-analysis. Spine, 38(2), E113–E119.
9. Newton, P. O., Parent, S., Miyanji, F., et al. (2022). Anterior vertebral body tethering compared with posterior spinal fusion for major thoracic curves: A retrospective comparison by the Harms Study Group. Journal of Bone and Joint Surgery (American), 104(24), 2170-2177.
10. Sanders, J. O., Khoury, J. G., Kishan, S., et al. (2008). Predicting scoliosis progression from skeletal maturity: A simplified classification during adolescence. Journal of Bone and Joint Surgery (American), 90(3), 540-553.
11. Baker, C. E., Milbrandt, T. A., & Noelle, L. A. (2021). Anterior vertebral body tethering for adolescent idiopathic scoliosis. Orthopedic Clinics of North America, 52, 137-147.
12. Paradkar, R., Regan, C., Bernhardt, K., Kaufman, K. R., Milbrandt, T. A., & Larson, A. N. (2025). Reactive balance in adolescent idiopathic scoliosis: A prospective motion analysis study. Journal of Clinical Medicine, 14(5), 1715. https://doi.org/10.3390/jcm14051715
13. Stamiris, S., Sofos, C., Sarridimitriou, A., et al. (2025). Comparative meta-analysis of vertebral body tethering and posterior spinal fusion in idiopathic scoliosis: Evaluation of radiographic, perioperative, clinical, and patient-reported outcomes. Spine Deformity, 13(5), 1399-1420. https://doi.org/10.1007/s43390-025-01113-z
14. Abdelaal, M., Ghandour, M., Mert, Ü., Pishnamaz, M., Knobe, M., Hildebrand, F., Sobottke, R., Kabir, K., & Mahmoud, M. A. (2025). Anterior vertebral body tethering versus posterior spinal fusion in adolescent idiopathic scoliosis: A systematic review and meta-analysis of comparative outcomes. Journal of Clinical Medicine, 14, 6707. https://doi.org/10.3390/jcm14196707

Abstract

POSTURAL BALANCE DYNAMICS AFTER ANTERIOR DYNAMIC CORRECTION (ASC/VBT) IN IDIOPATHIC SCOLIOSIS WITH LENKE 5C AND 3BN PATTERNS: OUTCOMES OF A CLINICAL OBSERVATION

Lyudmila D. Kravchuk[1], Iakiv V. Fishchenko[2], Mykhailo S. Chervatiuk[2], Dmytro V. Uleshchenko[2], Yevhenii E. Shcheholkov[2]

[1]National University of Ukraine of Physical Education and Sport of Ukraine, Kyiv, Ukraine
[2]State Institution «Institute of Traumatology and Orthopedics National Academy of Medical Sciences of Ukraine», Kyiv, Ukraine

Introduction. Currently, motion-preserving surgical techniques have gained particular attention in scoliosis correction, especially Anterior Scoliosis Correction (ASC) and Vertebral Body Tethering (VBT). Despite the growing interest, the number of studies evaluating the effectiveness of ASC/VBT remains limited, and the assessment of postural balance following these procedures is still insufficiently explored.
Aim. To assess the dynamics of postural balance restoration in patients with idiopathic scoliosis with Lenke 5C and 3BN curve types following ASC/VBT.
Materials and methods. The study included 13 patients (age 17.3 ± 6.2 years) with thoracolumbar deformities classified as Lenke 5C and 3BN who underwent anterior dynamic scoliosis correction (ASC/VBT). Postural balance was evaluated using the «Ergo Therapy» software. Radiographic assessment was performed at three time points: preoperatively, 2-3 weeks postoperatively, and 6 months after surgery. Statistical analysis was conducted using SPSS 26.0.
Results. Clinical observation demonstrated that postural balance restoration after ASC/VBT in patients with Lenke 5C and 3BN deformities occurs progressively. At 3 weeks postoperatively, pronounced postural asymmetry persisted, particularly shoulder asymmetry (3.25 ± 1.62°), scapular asymmetry (4.15 ± 1.86°), and waist triangle asymmetry (3.69 ± 1.58°). At 3 months, these parameters showed statistically significant improvement (reduced to 1.47 ± 0.94°, 2.06 ± 1.36°, and 1.0 ± 0.38°, respectively; $p < 0.05$), indicating active restoration of static and dynamic trunk equilibrium. At 6 months, the achieved improvements remained stable, reflecting consolidation of postural balance and the formation of symmetry in the shoulder girdle, scapular region, and waist contour. The most pronounced improvement (80-90%) was observed in scapular alignment and waist triangles, corresponding to normalization of trunk muscular tone.
Conclusions. Postural balance after ASC/VBT recovers progressively: the most significant improvement occurs within the first two months, while from 2 to 6 months the parameters stabilize, indicating completion of major stages of muscular adaptation.

Keywords: **postural balance, anterior dynamic scoliosis correction, photometry, idiopathic scoliosis, physical therapy**

Received: 14.11.2025
Accepted: 04.02.2026