

©Я. В. Панасюк <https://orcid.org/0000-0002-0635-0111>
©І. Р. Мисула <https://orcid.org/0000-0001-5830-0186>
©Т. Г. Бакалюк <https://orcid.org/0000-0002-7619-0264>
©А. О. Голяченко <https://orcid.org/0000-0003-2695-0023>
©І. І. Камишна <https://orcid.org/0000-0002-4483-1856>
©Н. Р. Макачук <https://orcid.org/0000-0001-5196-1619>
©Ю. В. Завіднюк <https://orcid.org/0000-0002-4028-0743>
©Г. О. Стельмах <https://orcid.org/0000-0003-2992-3274>
©О. В. Марусяк <https://orcid.org/0009-0001-4997-4362>
©З. І. Кінах <https://orcid.org/0009-0002-6268-7680>

*Тернопільський національний медичний університет імені І. Я. Горбачевського МОЗ України,
Тернопіль, Україна*

ЕФЕКТИВНІСТЬ КОРСЕТУВАННЯ ПРИ ІДІОПАТИЧНОМУ ЮВЕНІЛЬНОМУ СКОЛІОЗІ (AIS). СИСТЕМНИЙ ОГЛЯД

РЕЗЮМЕ. Мета дослідження – здійснення системного огляду доказової бази щодо ефективності корсетної терапії у пацієнтів з ідіопатичним ювенільним сколіозом, з акцентом на уповільнення прогресування та можливість зменшення кута деформації.

Матеріал і методи. Проведено системний огляд і порівняльний аналіз наукових публікацій та літературних джерел із бази PubMed за останні 5 років, що стосуються досліджень у галузі протезування і ортезування, реабілітації, ортопедії щодо ефективності корсетування у пацієнтів із ідіопатичним ювенільним сколіозом. У процесі аналізу враховували публікації, що містять дані про динаміку прогресування викривлення хребта, потребу в хірургічному втручанні, тривалість і режим носіння корсета, а також клініко-радіологічні результати лікування. Основними критеріями включення були: дослідження з чітко визначеною популяцією пацієнтів з AIS, використанням консервативної терапії з застосуванням корсетів та наявністю контрольованих або проспективних даних.

Результати. У результаті системного огляду встановлено, що корсетна терапія, зокрема з використанням корсету Шено, є найефективнішим методом консервативного лікування ідіопатичного ювенільного сколіозу, здатним уповільнювати або зупиняти прогресування деформації хребта. Виявлено, що ефективність лікування суттєво залежить від дотримання режиму носіння, індивідуального виготовлення ортеза та комплаєнтності пацієнтів. Інші альтернативні методи – як-то фізіотерапія, електростимуляція чи застосування м'яких або нічних корсетів – не мають достатньої ефективності, порівняно з жорсткими індивідуальними ортезами. Окрему увагу привертають психологічні та соціальні аспекти тривалого носіння корсета, які можуть впливати на якість життя підлітків і залишаються важливим об'єктом для подальших досліджень.

Висновки. Корсетування за Шено при AIS – науково доведений та найефективніший метод консервативного лікування. Подальші дослідження у цій галузі дозволять ефективніше застосовувати корсетування, мінімізувати ускладнення, зменшити відсоток операцій при сколіозі та сформувані чіткі клінічні протоколи для лікування ідіопатичного ювенільного сколіозу.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ортезування і протезування; корсет Шено; реабілітація; ідіопатичний ювенільний сколіоз.

Вступ. Ідіопатичний сколіоз у підлітків (AIS) є одним із найпоширеніших типів деформацій хребта, що виявляється у віці активного росту – зазвичай між 10 та 18 роками. Захворювання часто має прогресивний характер і за відсутності своєчасного втручання може призводити до серйозних функціональних, естетичних і психологічних порушень.

Особлива актуальність проблеми зумовлена не лише значною поширеністю AIS серед дітей та підлітків, а й тим, що ефективне консервативне лікування дозволяє запобігти необхідності хірургічного втручання, що має вищі ризики у довгостроковій перспективі.

Згідно з сучасним визначенням, ідіопатичний сколіоз – це тривимірна деформація хребта, що включає викривлення у фронтальній площині (латеральне відхилення), торсію тіл хребців у горизонтальній площині, а також порушення сагітального профілю. Саме розуміння триплосинного характеру сколіозу стало основою для розробки сучасних підходів до діагностики та лікування, зокрема до використання консервативних методів, таких як корсетотерапія.

Відповідно до останніх рекомендацій SOSORT (Society on Scoliosis Orthopaedic and Rehabilitation Treatment) та SRS (Scoliosis Research Society), корсетування визнано одним із найефективніших

методів уповільнення або зупинки прогресування деформації у пацієнтів із кутот Кобба 20–45°, які перебувають у періоді росту. Особливої уваги заслуговує застосування корсета Шено (Rigo-Chêneau), який орієнтований на тривимірну корекцію деформації відповідно до класифікації патернів викривлення. Однак ефективність такого лікування суттєво залежить від точності індивідуального виготовлення, дотримання режиму носіння (≥ 13 –16 год/день) та комплаєнтності пацієнта. Саме ці чинники залишаються предметом дискусій і досліджень.

Окрему увагу дослідники приділяють питанню впливу корсетної терапії на якість життя підлітків. Тривале носіння корсета, обмеження фізичної активності та психологічний дискомфорт можуть знижувати соціальну активність і самооцінку пацієнтів. Тому актуальним залишається не лише досягнення ортопедичного результату, а й мінімізація негативного впливу лікування на психоемоційний стан і соціальну адаптацію підлітків.

Мета дослідження – здійснити систематичний огляд сучасних наукових даних щодо ефективності корсетної терапії при ідіопатичному ювенільному сколіозі, зокрема із застосуванням корсету Шено, з акцентом на вплив лікування на прогресування деформації хребта, дотримання режиму носіння та якість життя пацієнтів.

Матеріал і методи дослідження. Проведено систематичний огляд та порівняльний аналіз наукових публікацій і літературних джерел із бази PubMed за останні 5 років, що стосуються досліджень у галузі дитячої та підліткової ортопедії щодо ефективності корсетної терапії, зокрема із застосуванням корсета Шено, при ідіопатичному

ювенільному сколіозі. До аналізу включено дослідження, які оцінюють динаміку кута Кобба, комплаєнтність до лікування, а також вплив тривалого носіння корсета на якість життя пацієнтів.

Результати й обговорення. Для призначення корсета Шено, як і для будь якого лікування, потрібно чітко притримуватись показань для цього методу корекції. Згідно з останніми рекомендаціями SOSORT (2023) та SRS, показання до корсетування при ідіопатичному сколіозі сформульовані з урахуванням віку пацієнта, ступеня викривлення (кут Кобба) та ризику прогресування деформації.

Показання до призначення корсета:

1. *Вік пацієнта:* діти та підлітки, які ще не завершили ріст (стадії Risser 0–2, відкриті зони росту).

2. *Кут Кобба:*

- 20°–40° – основне вікно для корсетної терапії, якщо є ризик прогресування.

- 15°–20° – при доведеному прогресуванні ($\geq 5^\circ$ за 6 місяців) або в пацієнтів з високим ризиком прогресування.

- $>40^\circ$ – іноді корсет використовується для стабілізації деформації у пацієнтів, які відмовляються від хірургії або не є її кандидатами (мають протипоказання до оперативного втручання).

3. *Оцінка ризику прогресування (прогностичні фактори):*

- ранній вік дебюту сколіозу (до менархе в дівчат або до 11 років);

- прогресування деформації у динаміці;

- низький індекс зрілості скелета (Risser 0–1, відкрита трирадіальна хрящова зона).

У таблиці 1 наведено результати порівняння між найпопулярнішими корсетами, які застосовувались при лікуванні AIS.

Таблиця 1. Порівняльна характеристика основних типів корсетів при сколіозі

Назва корсета	Опис	Швидкість успіху
1	2	3
Milwaukee (CTLSO)	Повний торсальний ортез від таза до основи черепа. Використовується для торакальних і подвійних викривлень. Індивідуальне виготовлення. Має шийне кільце, грудні й поперекові планки, латеральні подушечки	При кривинах 20°–29° та Risser 0–1 прогресування зменшене на 28 % (40 % проти 68 %), при Risser ≥ 2 – на 10 %. Кривини 30°–39° при Risser 0–1 – на 14 %, при Risser ≥ 2 – на 21 %
Boston (TLSO)	Ригідний корсет, відкритий ззаду. Має коригуючі подушечки, розташовані по черзі. Має 15° лордоз для покращеної фіксації. Не ефективний для кривин вище T6	Для кривин 20°–49°: 49 % залишаються незмінними, 39 % – корекція на 5°–15°, 4 % – $>15^\circ$, 4 % – втрата 5°–15°, 3 % – втрата $>15^\circ$. 11 % пацієнтів потребували хірургічного втручання
Lyon	Розроблений у 1947 році. Має тазову основу з аксіальними, грудними та поперековими пластинами. Працює за принципом трикутника сил. Застосовується при кривинах 30°–50° у попереку чи нижньому грудному відділі	Загальна ефективність – 95 %, для грудних кривин – 87 %, при Risser 0 – 80 %
Chêneau	Асиметричний індивідуальний корсет. Використовується разом із методом Шрот. Коригує шляхом тиску на тіло з одного боку та створення простору з іншого. Носіння 20–23 год на день	Ефективний для всіх ступенів і вікових груп, дозволяє ротацію та рух хребта

1	2	3
Нічний та Charleston	Розроблений для нічного використання. Асиметричний, зігнутий у напрямку опуклості. Ефективний для гнучких грудопоясових кривин 25°–35° у молодих пацієнтів	При кривинах >25° і Risser 0–2: 12–17 % потребують хірургії. Boston ефективніший: 71 % проти 53 % при кривинах 25°–35°, 57 % проти 17 % при 36°–45°
Providence	Нічний ортез, що діє через латеральні сили, без згинання тіла. Три точки тиску з протилежними вивільненими зонами. Використовується для кривин до 35° з апексом нижче T9	90 % корекції основної кривини в короткий термін. Прогресія >5° – у 25 % випадків. Рекомендований для дуже гнучких кривин
SpineCor (м'який корсет)	Еластичний ортез із м'яким пластиковим поясом та ремнями, що створюють корекційні сили. Носиться 20 годин на добу. Підходить для гнучких, простих кривин у молодих дисциплінованих пацієнтів	Після 2 років: 55 % — корекція на $\geq 5^\circ$, 45 % – стабілізація або прогресія, 7 % – прогресія >5°. У порівнянні з жорсткими корсетами – менша ефективність. У пацієнтів з 20°–30° SpineCor прогресував у 31,8 %, жорсткий корсет – лише у 4,7 %.

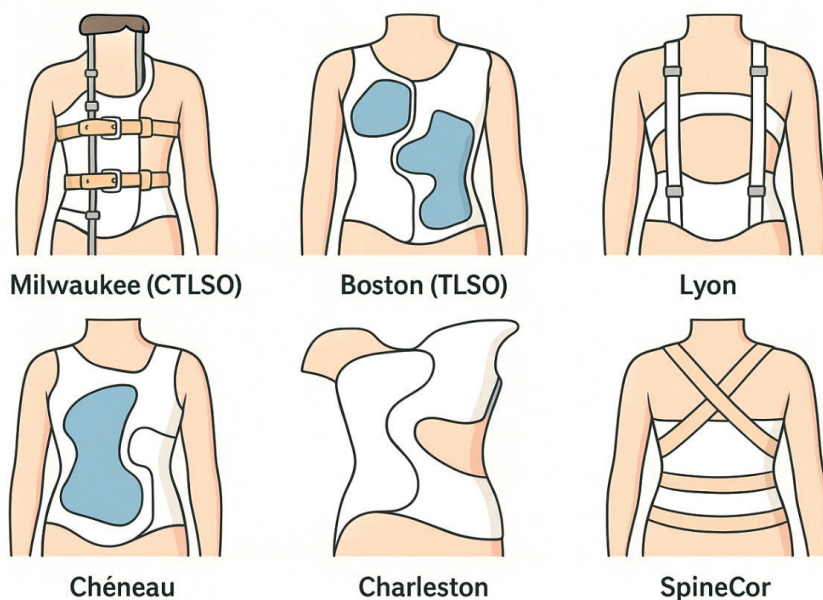


Рис 1. Схематичне зображення різних типів корсетів.

Порівняння ефективності різних типів корсетів

У статті Costa та співавт. (2021) представлено систематичний огляд і мета-аналіз, спрямовані на порівняння ефективності різних типів та концепцій ортопедичних корсетів у лікуванні підліткового ідіопатичного сколіозу (AIS). Автори аналізують вплив типу корсета, режиму носіння та ступеня скелетної зрілості на результат лікування [12, 18].

До аналізу включено 33 дослідження, з яких 16 мали середній або низький ризик систематичних похибок і були придатні для мета-аналізу. Розрізнялися три основні концепції: повночасні жорсткі корсети, жорсткі корсети для нічного використання та м'які повночасні корсети. Основним критерієм успіху лікування було прогресування кривизни $\leq 5^\circ$ за період спостереження.

Згідно з мета-аналізом, найвищу ефективність продемонстрували нічні жорсткі корсети – успішне лікування досягнуто у 78,7 % випадків (95 % CI: 72,4–85 %). Жорсткі повночасні корсети мали успішність 73,2 % (95 % CI: 60,9–85,5 %), а м'які корсети – 62,4 % (95 % CI: 55,1–69,6 %).

Серед повночасних жорстких корсетів Boston, Chéneau, Lyon та PASB продемонстрували високі рівні успішності (до 98,5 %). Водночас SpineCor – єдиний аналізований м'який корсет – показав нижчу ефективність (59–73 %). Провідні моделі нічних жорстких корсетів (Charleston, Providence) мали успішність у межах 52–89 %, хоча деякі дослідження вказували на ризик збільшення компенсаторних кривин.

Вплив скелетної зрілості оцінювали за шкалою Risser. У пацієнтів із Risser 0–2 рівень успіш-

ності сягав 71 %, що свідчить про важливість раннього втручання.

Автори підсумовують, що як нічні, так і повночасні жорсткі корсети є ефективними при належному підборі пацієнтів, а м'які корсети, хоча й зручніші, демонструють меншу ефективність. Водночас якість доказової бази залишається неоднорідною, і більшість досліджень мають середній або високий ризик упередженості.

Протипоказанням до корсетної терапії є завершення скелетного росту, наявність сколіозу понад 45° у дітей, які ще ростуть, або кривини менше 25° без ознак документованого прогресування [1, 3, 4, 20]. Ще одним протипоказанням є істинний грудний лордоз, оскільки корсети мають властивість спричиняти сплюснення грудного відділу хребта. Відсутність належної сімейної підтримки або відмова пацієнта від носіння корсета також є факторами, що унеможливають ефективне проведення ортезної терапії.

Поширеність ідіопатичного сколіозу в дівчат у сім разів вища, ніж у хлопців. Проте відповідь на лікування за допомогою корсета у дівчат є більш сприятливою, що пояснюється кращою гнучкістю хребта, коротшим періодом інтенсивного росту та меншою тривалістю лікування. Відзначається також вищий рівень дотримання режиму носіння корсета серед дівчат, порівняно з хлопцями. Соматотип тіла є прогностичним фактором ефективності ортезного лікування: надмірна маса тіла асоціюється з більшою ймовірністю прогресування викривлення та меншою успішністю терапії. У таких випадках передавання коригувальних сил через ребра та м'які тканини є менш ефективним, що обов'язково слід враховувати при ухваленні лікувального рішення [21].

Результати проспективного мультицентрового дослідження, проведеного Nachemson та співавт. у кількох країнах, засвідчили, що ефективність корсетотерапії є значно вищою, порівняно з клінічним спостереженням або поверхневою електростимуляцією [4]. Мета-аналіз 20 досліджень підтвердив ці результати: середньозважена частка успішних випадків була найнижчою при електростимуляції та спостереженні, та зростала зі збільшенням тривалості щоденного носіння корсета – 8, 16 або 23 години. Згідно з висновками цього аналізу, носіння корсета 23 години на добу було достовірно ефективнішим за інші підходи до лікування [6]. Більш того, нещодавно опублікований систематичний огляд підтвердив довготривалу ефективність ортезного лікування ідіопатичного сколіозу [22].

Втім, питання про здатність корсетної терапії знижувати ризик хірургічного втручання залишається дискусійним [23, 24]. У деяких оглядах вико-

ристовується кількість пацієнтів, які потребували операції, як індикатор неефективності ортезного лікування; згідно з ними, цей показник варіює в широкому діапазоні – від 1 до 43 % [25, 26].

Технічні аспекти виготовлення, режим носіння та ефективність корсетної терапії при ідіопатичному сколіозі

Виготовлення ортеза має відповідати визначеним критеріям, які забезпечують оптимальну корекцію деформації хребта. Насамперед вирівнюється таз з урахуванням можливої різниці в довжині ніг, щоб уникнути побічних ефектів. Корсет має щільно прилягати до клубових гребенів, оскільки саме через них досягається максимальний коригувальний ефект у сагітальній та горизонтальній площинах.

Після першого примірювання корсету обов'язково проводиться рентгенографія з корсетом для оцінки початкової корекції, яка має становити щонайменше 50 % від початкового кута за Коббом. Адаптаційний період зазвичай триває від одного до двох тижнів: пацієнт починає носити корсет по 2–4 години на добу, поступово збільшуючи тривалість. Корсет спочатку залишають вільним і поступово затягують до досягнення належного рівня фіксації. У разі виникнення болю, дискомфорту або подразнення шкіри корсет коригують. Для контролю ефективності лікування рентгенографічне обстеження слід проводити кожні 4–6 місяців без корсета. З метою точного визначення ступеня викривлення корсет знімають щонайменше за 18 годин до обстеження, щоб хребет повернувся до свого нефіксованого стану.

Прогресування кривини на $\geq 6^\circ$ під час лікування вважається негативним результатом, а необхідність хірургічного втручання – критерієм неуспішності корсетної терапії.

Численні публікації вказують на прямий зв'язок між тривалістю щоденного носіння ортеза та ефективністю лікування. Зазвичай корсет призначається на 20 годин на добу, час без корсета передбачений лише для гігієнічних процедур, занять плаванням, фізкультурою або спортом. Пацієнтів необхідно заохочувати до фізичної активності під час носіння корсета. Однак контактні види спорту під час носіння ортеза заборонені через ризик травмування інших учасників. Загальна середня тривалість активностей без корсета не має перевищувати 2–4 години на добу, аби забезпечити мінімум 20 годин носіння щодня.

Часткове носіння або використання корсета лише вночі пропонується деякими клініками, проте довготривалі дані про ефективність такого підходу відсутні. Усі наявні серії з доведеною ефективністю ортезного лікування базуються на повнодобовому носінні. Деякі короткотривалі

спостереження свідчать про можливу ефективність часткового носіння, але ці результати не порівнювалися з природним перебігом хвороби або повним носінням ортеза.

Wiley та співавт. дослідили ефективність лікування залежно від режиму носіння. Пацієнтів поділили на три групи: ті, що носили корсет менше 12 год/добу (некомплаєнтні), 12–18 год/добу (часткове носіння), та 18–23 год/добу (повне носіння). Початкові кути викривлень були подібними в усіх групах. У некомплаєнтній групі середній кут викривлення збільшився з 41,3° до 56,3°, у групі з частковим носінням — з 37,6° до 41,2°. У групі з повним носінням зафіксовано зменшення кута з 39,3° до 35,7°. Частота хірургічного втручання також значно залежала від дотримання режиму: 73 % у некомплаєнтній групі проти 9% у повністю комплаєнтній [27].

Green [28] повідомив, що носіння корсета протягом 16 год/добу є ефективним для сповільнення прогресування. У дослідженні було охоплено пацієнтів з кривинами від 23° до 49°, і лише у 9 % із них відбулося прогресування на $\geq 5^\circ$. Однак у дослідженні застосовувалися як Boston, так і Milwaukee корсети, а період спостереження був обмеженим. Emans та співавт. [29] також відзначили, що часткове носіння є таким же ефективним, як і повне, для менш виражених кривин. Allington і Bowen [30] не виявили суттєвої різниці між повним і частковим носінням Wilmington-корсета при кривинах 30°–40°, проте зафіксували, що 58 % пацієнтів зазнали прогресії на $\geq 5^\circ$. Peltonen та співавт. [11] також встановили, що ефективність 12-годинного носіння не відрізняється від 23-годинного режиму. Li та співавт. (2022) провели систематичний огляд і метааналіз щодо ефективності інтервенцій, спрямованих на покращення дотримання режиму носіння ортопедичного корсета підлітками з ідіопатичним сколіозом (AIS). Враховуючи критичну роль дотримання режиму носіння в успішності консервативного лікування, автори виявляють серйозний брак доказової бази щодо методів впливу на комплаєнс пацієнтів.

Огляд включає 6 досліджень (загалом 523 пацієнти), серед яких три РКД, одне неконтрольоване дослідження, одне когортне і одне ретроспективне контрольоване дослідження. Виявлено чотири основні типи інтервенцій: електронний моніторинг носіння (sensor monitoring), автоматично регульовані ортези, більш інтенсивна або командна медична допомога та психосоціальні втручання. З них лише три дослідження відповідали критеріям для метааналізу.

Найпереконливішим засобом виявився електронний моніторинг: метааналіз показав, що носіння корсета зростало на 2,92 год/день у групах

інтервенцій у порівнянні з контрольною (95 % ДІ [1,12; 4,22], $p=0,001$). Зокрема, моніторинг за допомогою сенсорів підвищував дотримання на 3,47 год/день. Інші підходи, зокрема командна медична допомога або автоматизовані корсети, не демонстрували статистично значущого ефекту.

Автори зазначають, що комплаєнс значно варіюється через низку факторів: фізичний дискомфорт, емоційні труднощі, зовнішній вигляд корсета, соціальну адаптацію підлітків тощо. І хоча психосоціальні інтервенції мають потенціал (наприклад, когнітивно-поведінковий підхід під час фізіотерапії), обмежена кількість досліджень не дозволяє зробити однозначні висновки. Також відзначено позитивний вплив командного підходу на якість життя пацієнтів.

Однак загальна якість включених досліджень була низькою: всі мали високий ризик систематичних похибок, короткий період спостереження (переважно менше 1,5 року), обмежені зразки, а методологічні недоліки (відсутність ІТТ-аналізу, неврахування вихідного рівня комплаєнсу) могли знижувати достовірність результатів.

У підсумку автори рекомендують впроваджувати електронний моніторинг як рутинну практику та закликають до проведення масштабних РКД з тривалішим періодом спостереження та стандартизованими методами оцінки ефективності інтервенцій.

Whitaker та співавт. (2022) представили одне з найбільших ретроспективних досліджень з оцінки результатів лікування пацієнтів із ювенільним ідіопатичним сколіозом (JIS) методом тривалого носіння корсета Boston brace до досягнення скелетної зрілості. Метою було виявити фактори ризику прогресування деформації та переходу до хірургічного втручання.

Дослідження включало 91 пацієнта віком 4–9 років на момент початку лікування. Усі діти мали первинну деформацію $\geq 20^\circ$, проходили МРТ для виключення інтраспінальних патологій, та носили корсет щонайменше 18 год/добу протягом в середньому 4,6 років. На момент завершення лікування 67 % (61/91) потребували заднього спондилодезу у віці в середньому 13,3 років. Серед них 86 % зазнали прогресування на $>10^\circ$, тоді як серед тих, хто не потребував операції ($n=30$), лише 11 % демонстрували таке прогресування.

Визначено ключові фактори ризику: більший кут Кобба на початку (OR 1.11 на кожен 1°), коморбідні стани (OR 3.44) і низька комплаєнтність (OR 6.32). Частка прогресії у пацієнтів із початковою кривизною $>30^\circ$ сягала 88 %, а всі діти з кутом $>40^\circ$ зазнали хірургічного втручання. Водночас, 43 % пацієнтів у консервативній групі мали покращення $>10^\circ$.

Дослідження виявило також високу частоту виявлення інтраспінальних змін за MPT (23 %), хоча тільки 15 % мали клінічно значущу патологію, яка не потребувала нейрохірургічного втручання. Жодна з таких аномалій не була пов'язана з вищим ризиком хірургії.

Автори підкреслюють, що хоча успішність корсетотерапії в JIS є обмеженою у випадках з вираженими деформаціями, раннє втручання, дотримання режиму носіння та регулярне спостереження здатні забезпечити стабілізацію чи навіть покращення стану у значної частини пацієнтів. Стандартні протоколи та застосування SRS/SOSORT-критеріїв дозволяють забезпечити якісне порівняння результатів у рідкісній, але клінічно значущій когорті JIS.

Кореляція гнучкості і корсетотерапії

Luо та співавт. (2023) здійснили систематичний огляд літератури з метою оцінити прогностичне значення гнучкості хребта для результатів корсетотерапії в пацієнтів з підлітковим ідіопатичним сколіозом (AIS), а також систематизувати існуючі методи її оцінки до початку лікування.

Огляд охопив 14 досліджень ($n=2261$), що використовували 9 методів оцінки гнучкості хребта, серед яких найбільш поширеним був рентген у положенні лежачи. Також застосовувалися методи з боковим згинанням, висінням, фізичне згинання з опорою (fulcrum bending) та ультразвукова візуалізація в різних положеннях (лежачи, на животі, з боковим згинанням, сидячи тощо).

Більшість досліджень вказували на помірний рівень доказовості того, що гнучкість хребта корелює з початковим кутом Кобба в корсеті та зі швидкістю його корекції. Наприклад, Cheung et al. зафіксували кореляцію $r=0.74$ між гнучкістю у положенні лежачи та корекцією в корсеті, тоді як He et al. повідомляють ще вищі значення ($r=0.87$) при використанні ультразвуку в положенні на животі. Загалом 11 досліджень виявили, що більша гнучкість хребта пов'язана з кращими результатами лікування, зокрема меншою ймовірністю прогресування деформації або потреби в хірургії.

Водночас деякі дослідження не підтвердили таких зв'язків. Зокрема, в роботах Cheung і Kuroki, хоча відзначалася вища гнучкість у пацієнтів із покращенням, після контролю за супутніми чинниками (вік, стадія Risser, тощо) значущість втрачалася. Це підкреслює складність встановлення прямого причинного зв'язку. Автори також звертають увагу на потребу в стандартизації методів вимірювання гнучкості та обґрунтовують перспективність неіонізуючих методів, зокрема ультразвукової візуалізації. Вони рекомендують майбутні порівняльні дослідження для визначення найінформативнішого положення тіла для оцінки

гнучкості, а також закликають враховувати тип корсета як фактор, що може впливати на результати лікування.

У підсумку, автори підтверджують, що гнучкість хребта є важливим, хоча й не єдиним, прогностичним фактором при плануванні корсетотерапії у підлітків з AIS, однак подальші дослідження потрібні для розробки клінічних рекомендацій.

Завершення корсетної терапії (відміна носіння ортеза)

Процес поступового припинення корсетної терапії розпочинається після досягнення пацієнтом скелетної зрілості. Це визначається за рівнем ознаки Ріссера: ≥ 3 у дівчат і ≥ 4 у хлопців, а також за наявністю менархе, що настало щонайменше рік тому, і відсутністю приросту зросту протягом останніх шести місяців. Зниження тривалості носіння корсета здійснюється поступово протягом періоду від двох до шести місяців. Після цього виконуються рентгенографічні знімки без корсета. Якщо параметри викривлення залишаються стабільними, пацієнту дозволяється перейти до нічного носіння корсета протягом ще кількох місяців, а згодом – повна відміна носіння. Контрольні рентгенограми без ортеза виконуються для підтвердження стабільності деформації.

У разі, якщо на етапі відміни корсета спостерігається прогресування залишкової кривини, це може бути показанням до хірургічного втручання. Після завершення росту скелета немає жодних доказів, що продовження носіння корсета забезпечує терапевтичну ефективність.

У публікації Swaby et al. (2024) представлено масштабний скопінг-огляд літератури щодо припинення ортопедичного лікування корсетами у підлітків із ідіопатичним сколіозом (AIS). Автори зазначають, що хоча ефективність корсетотерапії для запобігання прогресуванню деформації хребта в період росту є загальноновизнаною, питання стосовно оптимального часу та способу припинення такого лікування залишаються дискусійними.

Огляд охоплює 43 дослідження, відібрані з понад 1900 джерел. Автори аналізують критерії припинення носіння корсета, протоколи поступового зняття (weaning) та наслідки для пацієнтів після завершення лікування. Найбільш поширеним критерієм завершення є досягнення скелетної зрілості: Risser stage ≥ 4 для дівчат і ≥ 5 для хлопців, 2 роки після менархе, зупинка росту у висоту або Sanders stage 7–8. Деякі дослідження також використовують ступінь фузії дистального радіуса та ліктьової кістки (DRU).

Щодо способів припинення лікування, більшість досліджень описують поступове зменшення часу носіння корсета протягом 6–12 місяців (наприклад, зменшення на 2–4 години кожні

2–4 місяці), у той час як деякі практики передбачають негайне припинення використання корсета після досягнення відповідних критеріїв зрілості. Окремі автори рекомендують супроводжувати процес зняття корсета спеціальними вправами, що, ймовірно, зменшує ризик подальшого прогресування деформації.

У 12 дослідженнях, які фіксували раннє (1–3 роки) прогресування після завершення носіння корсета, середнє збільшення кута Кобба становило 3.8° , а в семи інших роботах було встановлено, що 34% пацієнтів зазнали погіршення на $>5^\circ$. Найбільший ризик спостерігався у пацієнтів із початковим кутом $>40^\circ$ або значним ступенем ротації хребців. Водночас стабільні кривини $<25^\circ$ у поєднанні з ознаками завершення росту можуть свідчити про можливість раннього зняття корсета без суттєвого ризику.

Автори підсумовують, що нині немає консенсусу щодо найкращого часу та способу припинення лікування. Рекомендується проведення великих проспективних когортних досліджень або навіть рандомізованих контрольованих випробувань, які дозволять чітко встановити безпечні умови припинення терапії, мінімізуючи ризик подальшого хірургічного втручання.

Ускладнення та побічні ефекти корсетної терапії при ідіопатичному сколіозі

Хоча корсетне лікування є основним методом консервативної терапії ідіопатичного сколіозу у підлітків (AIS), воно супроводжується низкою можливих ускладнень та обмежень. Найчастішими є психологічні труднощі, з якими стикаються пацієнти віком від 10 до 16 років. Необхідність носити корсет від 18 до 23 годин на добу протягом кількох років створює значний психологічний дискомфорт, пов'язаний з порушенням образу тіла, соціальними обмеженнями, видимістю ортеза під одягом та фізичним дискомфортом [9–13].

Основними проявами низької прихильності до лікування (noncompliance) є відмова від носіння ортеза, передчасне припинення використання або носіння меншої кількості годин, ніж рекомендовано. Найчастішими причинами цього є: неприємний зовнішній вигляд корсета для підлітків з високою чутливістю до зовнішності, дискомфорт у ділянці підборіддя та шиї (особливо у випадку Milwaukee-корсету), а також у пахвових чи тазових частинах при використанні TLSO (thoraco-lumbo-sacral orthosis) ортезів. Дослідження показують, що пацієнти погоджуються на носіння корсета лише у випадку, якщо це значно зменшує ризик хірургічного втручання [24]. Дані щодо комплаєнтності різняться: одні дослідження не виявляють значної різниці між Milwaukee і TLSO-

корсетами, тоді як інші демонструють значно гіршу прихильність при використанні Milwaukee-корсету [3,26].

До фізичних побічних ефектів корсетотерапії належать подразнення шкіри, тимчасове зменшення життєвої ємності легень (vital capacity), а також легка деформація грудної клітки або нижніх ребер. Подразнення шкіри виникає доволі часто, особливо в теплих кліматичних умовах або влітку через надмірне потовиділення та тепло. Рекомендується регулярна заміна бавовняної білизни для зменшення ризику подразнення. Водночас, припинення терапії через подразнення шкіри є рідкісним.

Зменшення життєвої ємності легень спостерігається переважно у пацієнтів, які використовують TLSO. Крім того, при носінні корсету в молодшому віці, коли грудна клітка ще пластична, можливе її деформування: ребра з боку опуклості викривлення можуть опускатися під впливом коригуючих сил. Зазвичай такі деформації є тимчасовими і зникають після завершення терапії. Проте, якщо корсетотерапія розпочинається у дуже ранньому віці та триває кілька років, зміни грудної клітки можуть стати незворотними [7, 14].

Інші консервативні методи лікування

Ефективність альтернативних (нехірургічних) підходів до лікування сколіозу залишається предметом дискусій у науковій спільноті. Різноманітні методи, такі як хіропрактика, остеопатія, акупунктура, мануальна терапія, фізичні вправи як самостійне лікування чи дієтичні втручання, наразі не мають переконливих доказів ефективності у зміні природного перебігу структурних деформацій хребта.

Попри певні суперечності в літературі, більшість фахівців погоджуються, що фізична терапія як монотерапія не впливає на прогресування структурного сколіозу. Водночас існує консенсус, що поєднання спеціалізованої програми фізичних вправ із корсетною терапією може бути ефективним. Комбіноване лікування, яке включає амбулаторну фізіотерапію, інтенсивну стаціонарну реабілітацію та носіння ортеза, визнане ефективним у консервативному лікуванні сколіозу, особливо в країнах Центральної Європи [18,19].

Акупунктура широко застосовується у світі для знеболення, однак її ефективність при лікуванні сколіозу наразі недостатньо вивчена. На сьогодні існує лише одне опубліковане дослідження з цього питання, тому потрібні додаткові клінічні дослідження для оцінки впливу акупунктури на структурні викривлення хребта [13].

Електростимуляція, яка спрямована на активацію м'язів шляхом імплантованих або нашкірних електродів, також не продемонструвала

здатності змінити природний перебіг ідіопатичного сколіозу. Метод передбачає електричну стимуляцію паравертебральних м'язів з опуклого боку викривлення з метою активної корекції. Проте більше половини пацієнтів, які проходили нічну електротерапію, не продемонстрували суттєвих клінічних переваг, а динаміка захворювання практично не відрізнялася від групи з природним перебігом патології [24].

Висновки. Ідіопатичний сколіоз залишається малодослідженим у контексті етіології, що обмежує можливості розробки патогенетично обґрунтованих методів профілактики та лікування. На сьогодні найбільш ефективним і науково обґрунтованим методом консервативного лікування є застосування корсету Шено, що підтверджується результатами численних клінічних досліджень з високим рівнем доказовості. Інші ортопедичні втручання, такі як фізіотерапевтичні вправи, електростимуляція чи використання альтернативних типів корсетів, не продемонстрували переконливої ефективності щодо стабілізації чи корекції деформації хребта.

Попри доведену результативність методу Шено, залишаються наукові дискусії щодо оптимальної тривалості носіння корсета, критеріїв відбору пацієнтів для такого лікування та частоти можливих ускладнень. Наявні дані свідчать про мінімальні побічні ефекти при дотриманні протоколів використання, однак потреба в подальших стандартизованих дослідженнях залишається актуальною.

Перспективи подальших досліджень. Подальші наукові дослідження у сфері консервативного лікування ідіопатичного сколіозу мають бути спрямовані на стандартизацію методології клінічних випробувань, зокрема щодо критеріїв відбору пацієнтів, режимів носіння корсетів і тривалості спостереження. Особливої уваги заслуговує вивчення впливу корсетної терапії на якість життя підлітків – з урахуванням психологічних, соціальних та функціональних аспектів.

ЛІТЕРАТУРА

1. A comparison between Boston brace and European braces in the treatment of adolescent idiopathic scoliosis (AIS) patients: a systematic review based on the standardised Scoliosis Research Society (SRS) inclusion criteria for brace treatment / Y. J. Lee et al. *Eur. Spine J.* 2024. Vol. 33, No. 2. P. 630–645. DOI: 10.1007/s00586-023-08007-6.
2. Boston vs. Providence Brace in Treatment of Adolescent Idiopathic Scoliosis / K. Luaks et al. *Stud. Health Technol. Inform.* 2021. Vol. 280. P. 179–183. DOI: 10.3233/SHIT210462.
3. Bracing for Juvenile Idiopathic Scoliosis: Retrospective Review from Bracing to Skeletal Maturity /

Перспективним напрямом є впровадження міждисциплінарного підходу із використанням сучасних технологій у процес ортезування, зокрема використання 3D-моделювання для створення індивідуалізованих корсетів, що дозволяє досягти більш точної біомеханічної корекції та підвищити комфорт пацієнтів, та поєднання цього із застосування математичного моделювання та біоінженерних алгоритмів для прогнозування ефективності корсетної терапії й визначення оптимального режиму носіння на основі індивідуальних параметрів скелетного росту та типу деформації.

Джерела фінансування. Власні кошти авторів.

Внесок авторів:

Я. В. Панасюк – формування концепції дослідження, проведено огляд літератури;

І. Р. Мисула – розробка ідеї та дизайну дослідження, формування концепції дослідження, проведення огляду літератури та написання тексту;

Т. Г. Бакалюк – проведення огляду літератури та написання тексту, формування концепції дослідження;

А. О. Голяченко – розробка ідеї та дизайну дослідження, проведення огляду літератури та написання тексту;

І. І. Камишна – проведення огляду літератури та написання тексту, формування концепції дослідження;

Н. Р. Макачук – формування концепції дослідження, виконання аналізу та обговорення результатів;

Ю. В. Завіднюк – Формування концепції дослідження, аналіз та обговорення результатів;

Г. О. Стельмах – виконання аналізу та обговорення результатів;

О. В. Марусяк – виконання аналізу та обговорення результатів дослідження.

З. І. Кінах – проведення огляду літератури та написання тексту.

Конфлікт інтересів. Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.

A. T. Whitaker et al. *Spine Deform.* 2022. Vol. 10, No. 6. P. 1349–1358. DOI: 10.1007/s43390-022-00544-2.

4. Bracing Interventions Can Help Adolescents with Idiopathic Scoliosis with Surgical Indication: A Systematic Review / F. Zaina et al. *Children (Basel)*. 2022. Vol. 9, No. 11. Article number: 1672. DOI: 10.3390/children9111672.

5. Early brace treatment for idiopathic scoliosis may change the paradigm to improve curves / K. A. Zapata et al. *Spine Deform.* 2023. Vol. 11, No. 6. P. 1381–1388. DOI: 10.1007/s43390-023-00726-6.

6. Effect of Brace Treatment on Craniovertebral to Lumbopelvic Sagittal Parameters in Adolescents with

Idiopathic Scoliosis: A Systematic Review / F. Ghorbani et al. *Asian Spine J.* 2023. Vol. 17, No. 2. P. 401–417. DOI: 10.31616/asj.2022.0011.

7. Evaluation of night-time bracing efficacy in the treatment of adolescent idiopathic scoliosis: a systematic review / A. Ruffilli et al. *Spine Deform.* 2021. Vol. 9, No. 3. P. 671–678. – DOI: 10.1007/s43390-020-00248-5.

8. Finite Element Analysis in Brace Treatment on Adolescent Idiopathic Scoliosis / W. Wei et al. *Med. Biol. Eng. Comput.* 2022. Vol. 60, No. 4. P. 907–920. DOI: 10.1007/s11517-022-02524-0.

9. Identifying predictors of brace treatment outcomes for adolescents or adults with idiopathic scoliosis: a systematic review / M. Khodaei et al. *Eur. Spine J.* 2025. Vol. 34, No. 5. P. 1827–1848. DOI: 10.1007/s00586-025-08736-w.

10. Influence of Specific Interventions on Bracing Compliance in Adolescents with Idiopathic Scoliosis – A Systematic Review of Papers Including Sensors' Monitoring / C. Cordani et al. *Sensors (Basel)*. 2023. Vol. 23, No. 17. Art. 7660. DOI: 10.3390/s23177660.

11. Is nighttime bracing effective in the treatment of adolescent idiopathic scoliosis? A meta-analysis and systematic review based on scoliosis research society guidelines / A. F. Buyuk, W. H. Truong, S. J. Morgan et al. *Spine Deform.* 2022. Vol. 10, No. 2. P. 247–256. DOI: 10.1007/s43390-021-00426-z.

12. Landauer F., Trieb K. Scoliosis: Brace treatment – from the past 50 years to the future. *Medicine (Baltimore)*. 2022. Vol. 101, No. 37. Article number: e30556. DOI: 10.1097/MD.00000000000030556.

13. Nathan P., Chou S. M., Liu G. A review on different methods of scoliosis brace fabrication. *Prosthet. Orthot.*

Int. 2023. Vol. 47, No. 4. P. 424–433. DOI: 10.1097/PXR.0000000000000195.

14. Nonoperative management of adolescent idiopathic scoliosis (AIS) using braces / T. B. Grivas et al. *Prosthet. Orthot. Int.* 2022. Vol. 46, No. 4. P. 383–391. DOI: 10.1097/PXR.0000000000000117.

15. Predictive Factors on Initial In-Brace Correction in Idiopathic Scoliosis: A Systematic Review / C. M. M. Peeters et al. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2022. Vol. 47, No. 8. P. E353–E361. DOI: 10.1097/BRS.00000000000004305.

16. Quality of life of adolescent idiopathic scoliosis patients under brace treatment: a brief communication of literature review / H. Wang et al. *Qual. Life Res.* 2021. Vol. 30, No. 3. P. 703–711. DOI: 10.1007/s11136-020-02671-7.

17. Rahimi S., Kiaghadi A., Fallahian N. Effective factors on brace compliance in idiopathic scoliosis: a literature review. *Disabil. Rehabil. Assist. Technol.* 2020. Vol. 15, No. 8. P. 917–923. DOI: 10.1080/17483107.2019.1629117.

18. Swaby L., Cui M., Cole A. Discontinuation of brace treatment in adolescent idiopathic scoliosis (AIS): a scoping review. *Spine Deform.* 2024. Vol. 12, No. 5. P. 1217–1228. DOI: 10.1007/s43390-024-00882-3.

19. The Effectiveness of Different Concepts of Bracing in Adolescent Idiopathic Scoliosis (AIS): A Systematic Review and Meta-Analysis / L. Costa et al. *J. Clin. Med.* 2021. Vol. 10, No. 10. Article number: 2145. DOI: 10.3390/jcm10102145.

20. The Efficacy of Night Bracing in the Treatment of Adolescent Idiopathic Scoliosis: A Systematic Review / T. Kuru Çolak et al. *J. Clin. Med.* 2024. Vol. 13, No. 13. Art. 3661. DOI: 10.3390/jcm13133661.

REFERENCES

1. Lee YJ, Wang WJ, Mohamad SM, Chandren J, Abd Gani SM, Chung WH, Chiu CK, et al. A comparison between Boston brace and European braces in the treatment of adolescent idiopathic scoliosis (AIS) patients: a systematic review based on the standardised Scoliosis Research Society (SRS) inclusion criteria for brace treatment. *Eur Spine J.* 2024;33(2):630–45. DOI: 10.1007/s00586-023-08007-6.

2. Luaks K, Tassone C, Liu XC, Thometz J, Escott B, Tarima S. Boston vs. Providence Brace in Treatment of Adolescent Idiopathic Scoliosis. *Stud. Health Technol. Inform.* 2021;280:179–183. DOI: 10.3233/SHTI210462.

3. Whitaker AT, Hresko MT, Miller PE, Verhofste BP, Beling A, Emans JB et al. Bracing for Juvenile Idiopathic Scoliosis: Retrospective Review from Bracing to Skeletal Maturity. *Spine Deform.* 2022;10(6):1349–1358. DOI: 10.1007/s43390-022-00544-2.

4. Zaina F, Cordani C, Donzelli S, Lazzarini SG, Arienti C, Del Furia MJ, et al. Bracing Interventions Can Help Adolescents with Idiopathic Scoliosis with Surgical Indication: A Systematic Review. *Children (Basel)*. 2022; 9(11):1672. DOI:10.3390/children9111672.

5. Zapata KA, Virostek D, Davis K, Johnson ME, Jo C-H, Owen M, et al. Early brace treatment for idiopathic scoliosis may change the paradigm to improve curves.

Spine Deform. 2023;11(6):1381–1388 DOI:10.1007/s43390-023-00726-6.

6. Ghorbani F, Faezeh Ghorbani, Ranjbar H, Kamyab M, Babaei T, Kamali M, et al. Effect of Brace Treatment on Craniovertebral to Lumbopelvic Sagittal Parameters in Adolescents with Idiopathic Scoliosis: A Systematic Review. *Asian Spine J.* 2023;17(2):401–417. DOI:10.31616/asj.2022.0011.

7. Ruffilli A, Fiore M, Barile F, Pasini S, Faldini C. Evaluation of night-time bracing efficacy in the treatment of adolescent idiopathic scoliosis: a systematic review. *Spine Deform.* 2021 May;9(3):671–678. DOI:10.1007/s43390-020-00248-5.

8. Wei W, Zhang T, Huang Z, Yang J. Finite element analysis in brace treatment on adolescent idiopathic scoliosis. *Med. Biol. Eng. Comput.* 2022 Apr;60(4):907–920. DOI:10.1007/s11517-022-02524-0.

9. Khodaei M, Parent EC, Wong J, Chan A, Coutts B, Dlikan M et al. Identifying predictors of brace treatment outcomes for adolescents or adults with idiopathic scoliosis: a systematic review. *Eur. Spine J.* 2025;34(5):1827–1848. DOI:10.1007/s00586-025-08736-w.

10. Cordani C, Malisano L, Febbo F, Giranio G, Del Furia MJ, Donzelli S, Negrini S. Influence of Specific Interventions on Bracing Compliance in Adolescents with

- Idiopathic Scoliosis – A Systematic Review of Papers Including Sensors' Monitoring. *Sensors* (Basel). 2023; 23(17):7660. DOI: 10.3390/s23177660.
11. Buyuk AF, Truong WH, Morgan SJ, Snyder AJ, Miller DJ, Nolin KK, et al. Is nighttime bracing effective in the treatment of adolescent idiopathic scoliosis? A meta-analysis and systematic review based on scoliosis research society guidelines. *Spine Deform.* 2022;10(2):247–256. DOI: 10.1007/s43390-021-00426-z.
12. Landauer F, Trieb K. Scoliosis: Brace treatment – from the past 50 years to the future. *Medicine* (Baltimore). 2022 Sep 16;101(37):e30556. DOI: 10.1097/MD.00000000000030556.
13. Nathan P, Chou SM, Liu G. A review on different methods of scoliosis brace fabrication. *Prosthet. Orthot. Int.* 2023;47(4):424–433. DOI: 10.1097/PXR.0000000000000195.
14. Grivas TB, Negrini S, Aubin C-E, Aulisa AG, Mauroy JC, Donzelli S. Nonoperative management of adolescent idiopathic scoliosis (AIS) using braces. *Prosthet. Orthot. Int.* 2022;46(4):383–391. DOI: 10.1097/PXR.0000000000000117.
15. Peeters CMM, Hasselt AJ, Wapstra FH, Jutte PC, Kempen DHR, Faber C. Predictive Factors on Initial In-Brace Correction in Idiopathic Scoliosis: A Systematic Review *Spine* (Phila Pa 1976). 2022 Apr 15;47(8):E353–E361. DOI:10.1097/BRS.0000000000004305.
16. Wang H, Tetteroo D, Arts JJC, Markopoulos P, Ito K Quality of life of adolescent idiopathic scoliosis patients under brace treatment: a brief communication of literature review. *Qual. Life Res.* 2021;30(3):703–711. DOI:10.1007/s11136-020-02671-7.
17. Rahimi S, Kiaghadi A, Fallahian N. Effective factors on brace compliance in idiopathic scoliosis: a literature review. *Disabil. Rehabil. Assist. Technol.* 2020 Nov;15(8):917–923. DOI: 10.1080/17483107.2019.1629117.
18. Swaby L, Cui M, Cole A. Discontinuation of brace treatment in adolescent idiopathic scoliosis (AIS): a scoping review. *Spine Deform.* 2024;12(5):1217–1228. DOI: 10.1007/s43390-024-00882-3.
19. Costa L, Schlosser TPC, Jimale H, Homans JF, Kruyt MC, Castelein RM. The effectiveness of different concepts of bracing in adolescent idiopathic scoliosis (AIS): a systematic review and meta-analysis. *J Clin Med.* 2021;10(10):2145. DOI:10.3390/jcm10102145.
20. Kuru Çolak T, Dereli EE, Akçay B, Apti A, Lasa Maeso S. The Efficacy of Night Bracing in the Treatment of Adolescent Idiopathic Scoliosis: A Systematic Review. *J. Clin. Med.* 2024;13(13):3661. DOI: 10.3390/jcm13133661.

**Ya. V. Panasiuk, I. R. Mysula, T. H. Bakaliuk, A. O. Golyachenko, I. I. Kamyshna,
N. R. Makarchuk, Yu. V. Zavidnyuk, H. O. Stelmakh, O. V. Marusiak, Z. I. Kinah**

Ivan Horbachevsky Ternopil National Medical University of the Ministry of Health of Ukraine, Ternopil, Ukraine

EFFECTIVENESS OF BRACING IN ADOLESCENT IDIOPATHIC SCOLIOSIS (AIS): A SYSTEMATIC REVIEW

SUMMARY. The aim – to conduct a systematic review of the evidence base regarding the effectiveness of bracing therapy in patients with adolescent idiopathic scoliosis (AIS), with a focus on slowing progression and the potential for curve reduction.

Material and Methods. A systematic review and comparative analysis of scientific publications and literature over the past five years was conducted using the PubMed database. The analysis focused on studies in the fields of prosthetics and orthotics, rehabilitation, and orthopedics that investigated the efficacy of bracing in AIS patients. Publications were included if they contained data on curve progression dynamics, surgical intervention rates, brace wear duration and protocols, and clinical or radiological treatment outcomes. Key inclusion criteria were clearly defined AIS populations, the use of conservative treatment involving bracing, and the presence of controlled or prospective data.

Results. The review confirmed that brace treatment – particularly with the Chêneau brace – is the most effective conservative intervention for adolescent idiopathic scoliosis. It has been shown to significantly slow or even halt the progression of spinal curvature. Treatment success is strongly influenced by brace wear compliance, individual customization, and patient adherence. Other methods, such as physiotherapy, electrical stimulation, or the use of soft or night-time braces, were found to be considerably less effective compared to rigid, custom-made orthoses. The psychosocial impact of long-term brace use on adolescents was also noted as a significant factor affecting quality of life and remains a priority for further research.

Conclusions. Chêneau bracing represents the most evidence-based and effective conservative treatment for AIS to date. Further research in this field may optimize bracing strategies, minimize complications, reduce the need for surgical intervention, and contribute to the development of clear clinical protocols for the non-operative management of adolescent idiopathic scoliosis.

KEY WORDS: prosthetics and orthotics; Chêneau brace; rehabilitation; adolescent idiopathic scoliosis.

Отримано 24.05.2025

Електронна адреса для листування: panasiuk@tdmu.edu.ua