



**Асист. Р. Р. Абдуллаєв**

Харківський національний медичний університет  
Кафедра рентгенології та радіології

## Сучасне розуміння етіопатогенезу підліткового сколіозу і дегенеративної хвороби дисків

Підлітковий ідіопатичний сколіоз — це складне тривимірне структурне захворювання хребта, яке спостерігається у дітей віком від 10 років до досягнення скелетної зрілості. За даними асоціації дослідників сколіозу, діагноз підлітковий ідіопатичний сколіоз підтверджується кутом Кобба  $10^\circ$  або більше і супроводжується ротацією хребців [1–3]. За даними Weinstein S. та співавт. (2019) серед дітей у віковому діапазоні 10–16 років підлітковий ідіопатичний сколіоз становить 1–3% та характеризується деформацією хребетного стовпа та болями у спині, а також формуванням психосоціальних проблем [4]. Етіологія підліткового ідіопатичного сколіозу залишається значною мірою невідомою. Однак, кілька досліджень показують можливу роль генетики, естрогену, кальмодуліну, мелатоніну, вітаміну D та низької мінеральної щільності кісткової тканини. Крім того, дослідження показують, що темпи прогресування підліткового ідіопатичного сколіозу найбільш високі у пацієнтів, які переживають пубертатний стрибок зростання [5–12].

Найвищі показники початку та прогресування ідіопатичного сколіозу у підлітків спостерігаються серед дітей, які переживають стрибок росту в період статевого дозрівання. У дівчаток з тяжким підлітковим ідіопатичним сколіозом спостерігалася затримка менархе зі швидшими темпами росту скелета у віці від 12 до 16 років. Kaced et al. (2017) виявили, що дівчатка з підлітковим ідіопатичним сколіозом, як правило, вищі та мають більшу вагу, ніж здорові жінки контрольної групи. Після статевого дозрівання у дівчаток-підлітків з ідіопатичним сколіозом спостерігався значно більший скоригований зріст, розмах рук та різні сегменти тіла, а також значна кореляція між антропометричними параметрами та тяжкістю викривлення [13].

На думку деяких дослідників у формуванні підліткового ідіопатичного сколіозу певну роль грає асинхронне нейро-кісткове зростання хребта та спинного мозку. Анатомічні та МРТ дослідження підтверджують той факт, що у пацієнтів із підлітковим ідіопатичним сколіозом, грудний відділ хребта довші спереду, ніж ззаду. Це з вторинним збільшенням висоти передніх міжхребцевих дисків. Поздовжнє зростання тіл хребців у пацієнтів з підлітковим ідіопатичним сколіозом непропорційне і швидше, ніж у контрольній групі відповідного віку, і переважно відбувається шляхом ендохондральної осифікації [14–16].

Ідіопатичний сколіоз нерідко асоціюється з розвитком дегенеративної хвороби дисків [17, 18]. Остання характеризується як структурними ушкодженнями, і супутніми запальними змінами в міжхребцевих дисках [19]. Хоча точна причина дегенеративного захворювання диска залишається неясною та наразі є предметом активних досліджень, переважаючі теорії припускають складну взаємодію між «заклинюванням» диска, нерівномірним навантаженням на диск та структурними аномаліями як первинними та вторинними факторами, що сприяють розвитку [20, 21]. Дегенеративне захворювання міжхребцевих дисків може сприяти прогресуванню болю в попереку та формуванню гриж міжхребцевих дисків. У раніше проведених досліджень було показано, що частота прихованої дегенеративної хвороби дисків виявлених за допомогою МРТ серед пацієнтів з гострим ішемічним інсультом у поєднанні з вираженим сколіозом варіювалася від 0 до 11,9% [22].

У раніше проведених дослідженнях була спроба кількісної оцінки частоти прихованого дегенеративного захворювання міжхребцевих дисків у пацієнтів з підлітковим ідіопатичним сколіозом, яким не проводилося хірургічне втручання або проводи-

лася консервативна терапія. У цих роботах частота дегенеративного захворювання міжхребцевих дисків варіювалася від 0 до 11,9% [23–25]. Крім того, ці дослідження, як правило, охоплюють пацієнтів, спеціально відібраних для МРТ, обмежені малим розміром вибірки та неоднорідністю наборів даних та не передбачають детального аналізу характеру змін міжхребцевих дисків. У цих дослідженнях не враховувалися клінічні симптоми, характер скарг пацієнтів, а також їх зв'язок із ступенем дегенеративних змін у міжхребцевих дисках.

Boylan Connor та співавт. (2024) опубліковано дані про частоту та тяжкість дегенеративного захворювання міжхребцевих дисків, виявленого рентгенологічно, у невибіркової популяції підлітків з ідіопатичним сколіозом, яким не проводилося хірургічне втручання. Ними також вивчено взаємозв'язок між наявністю та тяжкістю рентгенологічно підтвердженої дегенеративної хвороби дисків та клінічними симптомами [26]. Серед обстежених зі сколіозом 78,4% становили дівчатка, а 21,6% — хлопчики. Дегенеративна хвороба серед поперекових міжхребцевих дисків найчастіше рееструвалася на рівні L5/S1 (5,7%), потім L4/L5 (2,5%), L2/L3 (1,0%), L3/L4 (0,8%) і L1/L2 (0,7%), відповідно.

Підлітковий ідіопатичний сколіоз — поширене захворювання хребта, яке вражає переважно підлітків у період активного розвитку [27–30]. Для нього характерне бічне ротаційне викривлення хребта, зазвичай у формі літери S або C. Симптоми підліткового ідіопатичного сколіозу можуть відрізнятися в залежності від ступеня викривлення: від легкого болю в спині до помітних змін постави. Раннє виявлення та лікування вкрай важливі для запобігання подальшому прогресу викривлення та мінімізації можливих ускладнень [31–34]. За даними Wollschläger L. M. et al. (2021), у поперекових міжхребцевих дисках у підлітків зі сколіозом відбувається виснаження композиційних протеогліканів, що передують структурним змінам і (поки що) не виявляється морфологічно [35].

Дегенеративні зміни диска можуть бути тісно пов'язані з віковими фізіологічними змінами, ніж з патологічними змінами у безсимптомних людей. Через етнічні та расові відмінності у способі життя існує думка, що поширеність дегенерації диска у здоровій популяції в різних регіонах світу відрізняється [36, 37]. Результати МРТ дослідження Chadha M. та співавт. (2022) 250 поперекових дисків у 50 безсимптомних пацієнтів віком 15–30 років виявили дегенерацію дисків у 56%. З 50 безсимптомних людей у 13 осіб була поразка одного рівня, у 12 осіб — два рівні, а у 3 — навіть усі п'ять рівнів. У 20,8% із 250 поперекових дисків, оцінених за допомогою МРТ у безсимптомних молодих людей, була дегенерація диска. Поширеність дегенерації диска була найвищою на L4–L5 (38%), за нею слідував L5–S1 (30%) [38].

Має важливе значення вивчення, які типи дегенеративних змін у поперековому відділі хребта можуть бути виявлені на МРТ у пацієнтів з ідіопатичним

сколіозом підліткового віку, які не перенесли хірургічного втручання. За результатами досліджень Akazawa T. та співавт. (2018) МРТ не виявила значних відмінностей у відсотковому співвідношенні пацієнтів з дегенерацією міжхребцевого диска 4 або 5 ступеня за Пфінманном в одному або кількох хребтно-рухових сегментах. У групі зі сколіозом спостерігалось значно більше пацієнтів (56%) із змінами в одному або кількох сегментах порівняно з контрольною групою (8%,  $p < 0,001$ ). Порогове значення поперекової дуги, розраховане з урахуванням наявності чи відсутності змін за шкалою Modic становило  $39,5^\circ$  [39].

За даними Nohara A. та співавт. (2018) МРТ виявила наявність дегенеративної хвороби дисків у 62,7% пацієнтів, які потребують хірургічного лікування з приводу сколіозу, причому найбільша частота дегенеративних змін спостерігалася у хребцях L5/S. У групі з легким сколіозом дегенеративна хвороба спостерігалася у 47,7%, з більш високою частотою у хребцях L4/5 та L5/S. У групі з тяжким сколіозом дегенеративна хвороба найчастіше зустрічалася у хребцях L3/4 та L4/5, де дегенерація дисків спостерігалася у 81,8% [40]. В даний час велика кількість дослідників вважає, що найоптимальнішим рівнем спондилезу при тяжкому сколіозі є L3 або L4, в окремих випадках L5 [41–44]. Розвиток дегенеративного захворювання міжхребцевих дисків на фоні сколіозу, що потребує спондилезу, може тривати понад 10 років [45].

Результати досліджень Ruffilli A. та співавт. (2024) показують, що вибір рівня спондилезу L3 замість L4 не запобігає дегенерації диска у дистальних незрощених сегментах у довгостроковій перспективі. Поточні критерії вибору L3 замість L4 як рівень спондилезу при сколіозі такі:

- L3 досягає центральної крижової вертикальної лінії на рентгенограмах з вигином у бік увігнутості поперекової дуги.
- L3 демонструє ротацію хребців по Нешу-Мо  $< 2^\circ$  на рентгенограмах з вигином у бік опуклості поперекової дуги.
- Клиновидність міжхребцевого диска L3–L4 стає нейтральною на рентгенограмі із вигином у бік увігнутості.
- Хребець L4 має коронарний нахил  $< 20^\circ$  [46].

Якщо підлітковий ідіопатичний сколіоз виявлено на ранніх стадіях, неоперативне лікування за допомогою корсетів може призвести до запобігання прогресуванню викривлення та необхідності хірургічного втручання [47–49]. Високий ступінь підліткового ідіопатичного сколіозу потребує хірургічної корекції у вигляді спондилезу. Спондилез робить вибір рівнів спондилезу більш критичним при жертвуванні високомобільних рівнів, таких як поперековий відділ хребта, оскільки спондилез має тенденцію рухатися як єдине ціле, що призводить до підвищеного навантаження на неспонсовані області та, зрештою, до ранніх дегенеративних змін. Цілі хірургічної корекції підліткового ідіопатичного сколіозу — мінімізувати ризик майбутнього прогресування

деформації, оптимізувати баланс хребта як у фронтальній, так і в сагітальній площині та спондилодез на мінімально можливій кількості рівнів руху [50–55].

Рентгенологічна оцінка ступеня сколіозу перед передопераційним плануванням спондилодезу включає: кут Кобба, ротація та трансляція апікальних хребців, фронтальне та сагітальне вирівнювання, грудний кіфоз, поперековий лордоз, нахил крижів, нахил тазу. Рентгенологічні параметри інструментального спондилодезу оцінювалися у низці досліджень [56–59]. Рентгеноанатомічні характеристики поперекових сегментів у пацієнтів з остеохондрозом хребта з порушенням рухового стереотипу характеризуються значним переважанням структурної асиметрії LIII, LIV та LV хребців: асиметричне значення суглобових (77,5%, 85,0%, 70,0% відповідно) та поперечних (51,3%, 46,4%, 76,3% відповідно) відростків, переривчастість суглобових фасій (72,5%, 81,3%, 57,5% відповідно), аномалії тропізму (47,5%, 55,0%, 52,5% відповідно), ротація остистих

відростків (67,5%, 63,8%, 33,8% відповідно). Диспластичні та дегенеративні деформації поперекових сегментів, що візуалізуються на рентгенографії та магнітно-резонансній томографії у пацієнтів з остеохондрозом хребців з порушенням рухового стереотипу, можуть посилювати розвиток больових синдромів хребців [60].

Найбільш поширеним методом діагностики сколіозу є рентгенографія. Однак вона не дозволяє безпосередньо візуалізувати міжхребцеві диски, які нерідко піддаються дегенеративним змінам у підлітків зі сколіозом (Рис. 1). Роль МРТ у діагностиці остеохондрозу загальновідома, проте метод є дорогим, що обмежує його широке застосування в дитячому віці [61]. Результати недавніх досліджень показують, що ультрасонографія може візуалізувати поперекові міжхребцеві диски не гірше, ніж МРТ [62, 63]. Сонографія може показати внутрішню структуру міжхребцевого диска з кращою деталізацією (Рис. 2).

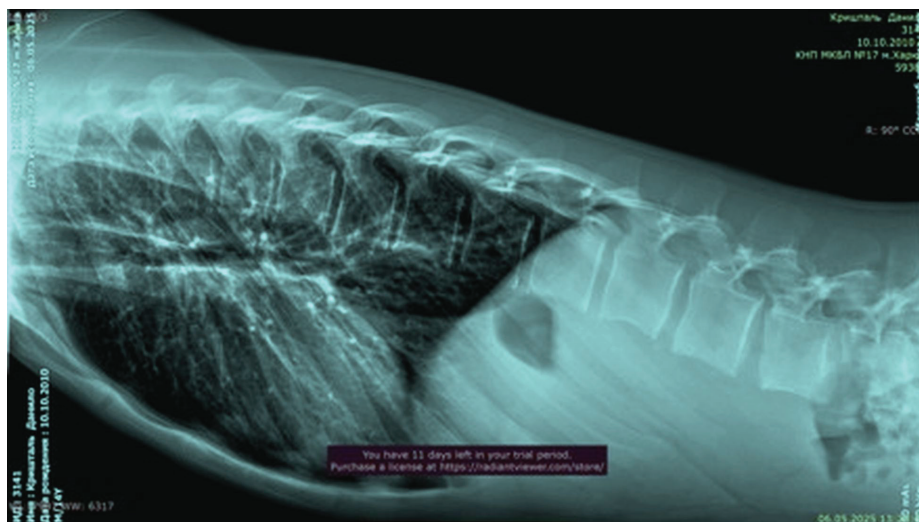
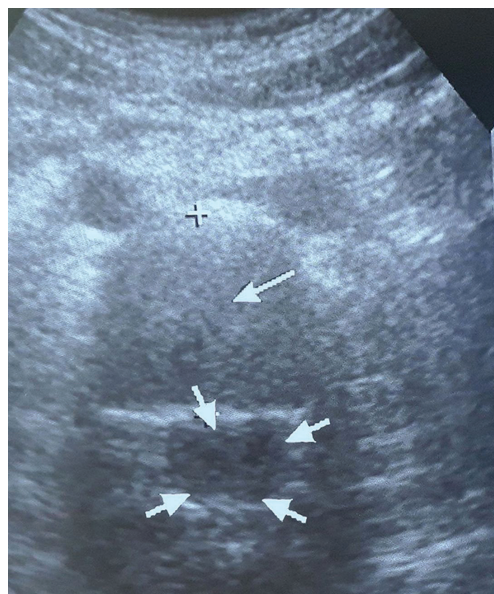


Рис. 1. Візуалізується лівобічна сколіотична деформація з вершиною на рівні L3–L4 величиною 6–7 градусів. Мінімальна ротація хребців на висоті деформації. С-подібний лівобічний поперековий сколіоз 1 ступеня. Початкові прояви поперекового диспластичного остеохондрозу



A



B

Рис. 2. Ехограми поперекових міжхребцевих дисків. А. Візуалізація незміненого міжхребцевого диска L4–L5 (верхня довга стрілка) та каналу хребта (короткі стрілки). В. Верхня довга стрілка показує гіперехогенне включення поблизу фіброзного кільця та випинання останнього у бік хребетного каналу, трохи зменшеного в переднезадньому розмірі

## Список використаної літератури

- Choudhry M, Ahmad Z, Verma R. Adolescent idiopathic scoliosis. *Open Orthop J*. 2016;10(1):143–154. doi: 10.2174/1874325001610010143.
- Wong E., Altaf F., Oh L.J., Gray R.J. Adult Degenerative Lumbar Scoliosis. *Orthopedics*. 2017;40(6):e930-939. Doi:10.3928/01477447-20170606-02. PMID: 28598493.
- Negrini S, Donzelli S, Aulisa A, Czaprowski D, Schreiber S, de Mauroy J et al. (2018) 2016 SOSORT guidelines: orthopaedic and rehabilitation treatment of idiopathic scoliosis during growth. *Scoliosis Spinal Disorders* 13(1)
- Weinstein S (2019) The natural history of adolescent idiopathic scoliosis. *J Pediatr Orthop* 39(Supplement 1):S44–S46. <https://doi.org/10.1097/BPO.0000000000001350>.
- Grauers A, Einarsdottir E, Gerdhem P (2016) Genetics and pathogenesis of idiopathic scoliosis. *Scoliosis and Spinal Disorders* 11(1)
- Yip B, Yu F, Wang Z, Hung V, Lam T, Ng B et al. (2016) Prognostic Value of Bone Mineral Density on Curve Progression: A Longitudinal Cohort Study of 513 Girls with Adolescent Idiopathic Scoliosis. *Scientific Reports*. 19 (6)
- Balioglu M, Aydin C, Kargin D, Albayrak A, Atici Y, Tas S, et al. Vitamin-D measurement in patients with adolescent idiopathic scoliosis. *J Pediatr Orthop B*. 2016;26(1):48–52. doi: 10.1097/BPB.0000000000000320.
- Hampton M, Evans O, Armstrong S, Naylor B, Breakwell L, Cole A, et al. Prevalence and significance of vitamin D deficiency in patients with adolescent idiopathic scoliosis requiring corrective surgery. *Spine J*. 2016;16(4):S105. doi: 10.14444/8189.
- Zheng Shuhui, Zhou Hang, Gao Bo, Li Yongyong, Liao Zhiheng, Zhou Taifeng, Lian Chengjie, Wu Zizhao, Su Deying, Wang Tingting, Su Peiqiang, Xu Caixia. Estrogen promotes the onset and development of idiopathic scoliosis via disproportionate endochondral ossification of the anterior and posterior column in a bipedal rat model. *Experimental & Molecular Medicine*. 2018;50(11):1–11. doi: 10.1038/s12276-018-0161-7.
- Kikanloo S, Tarpada S, Cho W. Etiology of adolescent idiopathic scoliosis: a literature review. *Asian Spine J*. 2019;13(3):519–526. doi: 10.31616/asj.2018.0096.
- Perez-Machado G, Berenguer-Pascual E, Bovea-Marco M. et al. From genetics to epigenetics to unravel the etiology of adolescent idiopathic scoliosis. *Bone*. 2020;140:115563. <https://doi.org/10.1016/j.bone.2020.115563>.
- Addai D., Zarkos J., Bowey A.J. Current concepts in the diagnosis and management of adolescent idiopathic scoliosis. *Childs Nerv Syst* 2020 Apr 21;36(6):1111–1119. doi: 10.1007/s00381-020-04608-4
- Kaced H, Hanene B, Haddouche A. Abnormal skeletal growth patterns in adolescent idiopathic scoliosis. *Med Technol J*. 2017;1(4):80–90.
- Fadzan M, Bettany-Saltikov J. Etiological theories of adolescent idiopathic scoliosis: past and present. *Open Orthop J*. 2017;11(1):1466–1489. doi: 10.2174/1874325001711011466.
- Brink R, Schlösser T, van Stralen M, Vincken K, Kruyt M, Hui S, Viergever MA, Chu WCW, Cheng JCY, Castelein RM. Anterior-posterior length discrepancy of the spinal column in adolescent idiopathic scoliosis — a 3D CT study. *Spine J*. 2018;18(12):2259–2265. doi: 10.1016/j.spinee.2018.05.005.
- Zaydman AM, Strokova EL, Pahomova NY, et al. Etiopathogenesis of adolescent idiopathic scoliosis: Review of the literature and new epigenetic hypothesis on altered neural crest cells migration in early embryogenesis as the key event. *Med Hypotheses*. 2021;151:110585.
- Matthew M. P. Newton Ede, Simon W. Jones. Adolescent idiopathic scoliosis: evidence for intrinsic factors driving aetiology and progression. *International Orthopaedics (SICOT)* (2016) 40:2075–2080 DOI 10.1007/s00264-016-3132-4.
- Sung S, Chae HW, Lee HS, Kim S, Kwon JW, Bin LS, Moon SH, Lee HM, Lee BH (2021) Incidence and surgery rate of idiopathic scoliosis: a nationwide database study. *Int J Environ Res Public Health* 18:8152. <https://doi.org/10.3390/ijerph18158152>.
- Kos N, Gradisnik L, Velnar T (2019) A brief review of the degenerative intervertebral disc disease. *Med Arch* 73(6):421. <https://doi.org/10.5455/medarh.2019.73.421-424>.
- Newton Ede M, Jones S (2016) Adolescent idiopathic scoliosis: evidence for intrinsic factors driving aetiology and progression. *Int Orthop* 40(10):2075–2080. <https://doi.org/10.1007/s00264-016-3132-4>.
- Kim W., Porrino J.A., Hood K.A., Chadaz T.S., Klauser A.S., Taljanovic M.S. Clinical Evaluation, Imaging, and Management of Adolescent Idiopathic and Adult Degenerative Scoliosis. *Current Probl Radiol*. 2019; 48(4):402-414. DOI: 10.1067/j.cpradiol.2018.08.006.
- Nv A., Rajasekaran S, KS S, et al (2018) Factors that influence neurological deficit and recovery in lumbar disc prolapse—a narrative review. *Int Orthop* 43(4):947–955. <https://doi.org/10.1007/s00264-018-4242-y>.
- Jones M, Badreddine I, Mehta J et al (2017) The rate of disc degeneration on MRI in preoperative adolescent idiopathic scoliosis. *Spine J* 17(11):S332. <https://doi.org/10.1016/j.spinee.2017.10.051>.
- Ghandhari H, Ameri E, Nikouei F et al (2018) Long-term outcome of posterior spinal fusion for the correction of adolescent idiopathic scoliosis. *Scoliosis Spinal Disord*. <https://doi.org/10.1186/s13013-018-0157-z>.
- Akazawa T, Umehara T, Iinuma M et al (2020) Spinal alignments of residual lumbar curve affect disc degeneration after spinal fusion in patients with adolescent idiopathic scoliosis: follow-up after 5 or more years. *Spine Surg Relat Res* 4(1):50–56. <https://doi.org/10.22603/ssrr.2019-0048>.
- Boylan C, Thimmaiah R, McKay G, Gardner A, Newton Ede M, Mehta J, Spilsbury J, Marks D, Jones M. Does intervertebral disc degeneration in adolescent idiopathic scoliosis correlate with patient reported pain scores? A review of 968 cases. *European Spine Journal* (2024) 33:687–694 <https://doi.org/10.1007/s00586-023-08082-9>.
- Akazawa T, Kotani T, Sakuma T et al (2017) Spinal fusion on adolescent idiopathic scoliosis patients with the level of L4 or lower can increase lumbar disc degeneration with sagittal imbalance 35 years after surgery. *Spine Surg Relat Res* 1(2):72–77. <https://doi.org/10.22603/ssrr.1.2016-0017>.
- Lonner B, Ren Y, Upasani V et al (2018) Disc degeneration in unfused caudal motion segments ten years following surgery for adolescent idiopathic scoliosis. *Spine Deform* 6(6):684–690. <https://doi.org/10.1016/j.jspd.2018.03.013>.
- Голенищева Л.В., Пустовойт Б.А. Фізична терапія при сколіотичній хворобі I ступеня на поліклінічному етапі. Фізична реабілітація та рекреаційно-оздоровчі технології. 2020. №5(2).С.18–24.
- Ткач О.Ф., Коноплицький В.С., Коробко Ю.Є. Порушення постави в дітей. Сучасні погляди на класифікацію,

- діагностування, лікування та реабілітацію. Хірургія дитячого віку (Україна). 2024. 4(85): 111–122. doi: 10.15574/PS.2024.4(85).111122.
31. Oetgen ME, Heyer JH, Kelly SM. Scoliosis Screening. *J Am Acad Orthop Surg*. 2021;29(9):370–9. <https://doi.org/10.5435/JAAOS-D-20-00356>.
  32. Усова О.В., Мельничук В.О., Касарда О.З., Бояркевич А.О., Бірук В.П. Фізична терапія підлітків з вегетативними дисфункціями і сколіозом. *rd th dv l dr s f*. 2021. 31. С.281.
  33. Давибіда Н. О., Попович Д. В., Безпалова Н. М., Довгань О. М., Коваль В. Б., Вайда О. В., Черній Ю. М. Масаж та лікувальна фізична культура як засоби фізичної реабілітації при різновидах сколіозу в дорослих та дітей з порушеннями опорно-рухового апарату. Здобутки клінічної і експериментальної медицини. 2019. № 2. С. 119–12.
  34. Mick Perez-Cruet and Lee-Onn Chieng. *Adult and Pediatric Spinal Deformities — Recent Advances and Evolution of Technologies. Adolescent Idiopathic Scoliosis*. 2024. doi: 10.5772/intechopen.1004030.
  35. Wollschläger L. M., Nebelung S., Schleich C., Müller-Lutz A., Radke K.L., Frenken M., Boshheidgen M., Prost M., Antoch G., Konieczny M.R., Abrar D.B. Evaluating Lumbar Intervertebral Disc Degeneration on a Compositional Level Using Chemical Exchange Saturation Transfer: Preliminary Results in Patients with Adolescent Idiopathic Scoliosis. *Diagnostics* 2021, 11(6), 934; <https://doi.org/10.3390/diagnostics11060934>.
  36. Wang B, Shi Y, Chen B, Shao Z, Chen L, Lin J, Huang C, Yan Y, Wang X. No evidence of a correlation between lumbar spinal subtypes and intervertebral disc degeneration among asymptomatic middle-aged and aged patients. *Experimental and Therapeutic Medicine*. 2020;20(4):2993–3000. doi: 10.3892/etm.2020.9055.
  37. Chen SQ, Li QB, Huang YY, Guo AN, Zhang RF, Ye PP, Yan ZH, He JW. Different spinal subtypes with varying characteristics of lumbar disc degeneration at specific level with age: A study based on an asymptomatic population. *Journal of Orthopaedic Surgery and Research*. 2020;15(1):3. doi: 10.1186/s13018-019-1537-7.
  38. Chadha M., Srivastava A., Kumar V., Tandon A. Disc Degeneration in Lumbar Spine of Asymptomatic Young Adults: A Descriptive Cross-Sectional Study. *Indian J Orthop*. 2022 Mar 20;56(6):1083–1089. doi: 10.1007/s43465-022-00619-2
  39. Akazawa T., Watanabe K., Matsumoto M., Tsuji T., Kawakami N., Kotani T., Sakuma T., Yamamoto T. et al. Modic changes and disc degeneration in adolescent idiopathic scoliosis patients who reach middle age without surgery: Can residual deformity cause lumbar spine degeneration? Japan Spinal Deformity Institute study group. *Journal of Orthopaedic Science*. 2018. Vol. 23, Issue 6, P. 884–888.
  40. Nohara A., Kawakami N., Tsuji T., Ohara T., Saito T., Kawakami K. Intervertebral Disc Degeneration During Postoperative Follow-up More Than 10 Years After Corrective Surgery in Idiopathic Scoliosis: Comparison Between Patients With and Without Surgery. *Spina (Phila Pa 1976)*. 2018, 15;43(4):255–261. DOI: 10.1097/BRS.0000000000002319.
  41. Qin X, He Z, Yin R, Qiu Y, Zhu Z (2019) Where to stop distally in Lenke modifier C AIS with lumbar curve more than 60°: L3 or L4? *Clin Neurol Neurosurg* 178:77–81. <https://doi.org/10.1016/j.clineuro.2019.02.005>
  42. Zhuang Q, Zhang J, Wang S, Yang Y, Lin G (2021) How to select the lowest instrumented vertebra in Lenke type 5 adolescent idiopathic scoliosis patients? *Spine J* 21:141–149. <https://doi.org/10.1016/j.spinee.2020.08.006>
  43. Shao X, Sui W, Deng Y, Yang J, Chen J, Yang J (2022) How to select the lowest instrumented vertebra in Lenke 5/6 adolescent idiopathic scoliosis patients with derotation technique. *Eur Spine J* 31:996–1005. <https://doi.org/10.1007/s00586-021-07040-7>
  44. Shah SA, Henstenburg JM, Newton PO, Parent S (2023) Updated criteria for fusion level selection in adolescent idiopathic scoliosis including use of three-dimensional analysis. *J Am Acad Orthop Surg* 31:E298–E307. <https://doi.org/10.5435/JAAOS-D-21-01175>.
  45. Asai T, Sakuma E, Mizutani T, Ishizaka Y, Ori K, Ueki T (2022) Sex- and age-related differences in spinal degeneration: an anatomical and magnetic resonance imaging study of the human spine. *Prog Rehabil Med* 7:20220011. <https://doi.org/10.2490/prm.20220011>
  46. Ruffilli A., Traversari M., Manzetti M., Zielli S.O., Mazzotti A. Comparable rates of lumbar disc degeneration at long term following adolescent idiopathic scoliosis spinal fusion extended to L3 or L4: systematic review and meta analysis. *Spine Deformity* (2024) 12:877–901. <https://doi.org/10.1007/s43390-024-00849-4>
  47. Zhang Y, Liang J, Xu N, et al. 3D-printed brace in the treatment of adolescent idiopathic scoliosis: a study protocol of a prospective randomised controlled trial. *BMJ open*. 2020;10(11):e038373. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2020-038373>.
  48. Luaks K, Tassone C, Liu XC, et al. Boston vs. Providence brace in treatment of Adolescent Idiopathic Scoliosis. *Stud Health Technol Inform*. 2021;280:179–83. <https://doi.org/10.3233/SHTI210462>.
  49. Jinnah A.H., Lynch K.A., Wood T.R., Hughes M.S. Adolescent Idiopathic Scoliosis: Advances in Diagnosis and Management. *Current Reviews in Musculoskeletal Medicine* (2025) 18:54–60. <https://doi.org/10.1007/s12178-024-09939-2>.
  50. Kelly J, Shah N, Freetly T, Dekis J, Hariri O, Walker S et al. (2018) Treatment of adolescent idiopathic scoliosis and evaluation of the adolescent patient. *Current Orthopaedic Practice* 29(5):424–429.
  51. Tambe A, Panikkar S, Millner P, Tsirikos A. Current concepts in the surgical management of adolescent idiopathic scoliosis. *Bone Joint J*. 2018;100-B(4):415–424. doi: 10.1302/0301-620X.100B4.BJJ-2017-0846.R2.
  52. Cheung ZB, Selverian S, Cho BH, et al. Idiopathic Scoliosis in Children and Adolescents: Emerging Techniques in Surgical Treatment. *World Neurosurg*. 2019;130:e737–42. <https://doi.org/10.1016/j.wneu.2019.06.207>.
  53. Sarwahi V, Galina JM, Hasan S, et al. Minimally Invasive Versus Standard Surgery in Idiopathic Scoliosis Patients: A Comparative Study. *Spine*. 2021;46(19):1326–35. <https://doi.org/10.1097/BRS.0000000000004011>.
  54. Sung S, Chae HW, Lee HS, Kim S, Kwon JW, Bin LS, Moon SH, Lee HM, Lee BH (2021) Incidence and surgery rate of idiopathic scoliosis: a nationwide database study. *Int J Environ Res Public Health* 18:8152. <https://doi.org/10.3390/ijerph18158152>.
  55. Mistovich RJ, Blumenschein LA, Glotzbecker MP (2023) Surgical level selection in adolescent idiopathic scoliosis: an evidence based approach. *J Am Acad Orthop Surg* 31:373–381. <https://doi.org/10.5435/JAAOS-D-22-00547>
  56. Bagheri A, Liu X, Tassone C, Thometz J, Tarima S. Reliability of three-dimensional spinal modeling of patients with idiopathic scoliosis using EOS system. *Spine Deformity*. 2018;6(3):207–212. doi: 10.1016/j.jspd.2017.09.055.
  57. Lau L, Hung A, Chau W, Hu Z, Kumar A, Lam T, Chu WCW, Cheng JCY. Sequential spine-hand radiography for assessing

- skeletal maturity with low radiation EOS imaging system for bracing treatment recommendation in adolescent idiopathic scoliosis: a feasibility and validity study. *J Child Orthop.* 2019;13(4):385–392. doi: 10.1302/1863-2548.13.190007.
58. Chiu CK, Tan CS, Chung WH, Mohamad SM, Kwan MK, Chan CYW (2021) Mid-long-term outcome and degeneration of the remaining unfused lumbar intervertebral disc in adolescent idiopathic scoliosis patients who had posterior spinal fusion surgery. *Eur Spine J* 30:1978–1987. <https://doi.org/10.1007/s00586-021-06874-5>.
59. Jakkepally S, Viswanathan VK, Shetty AP, Hajare S, Kanna RM, Rajasekaran S (2022) The analysis of progression of disc degeneration in distal unfused segments and evaluation of long-term functional outcome in adolescent idiopathic scoliosis patients undergoing long-segment instrumented fusion. *Spine Deform* 10:343–350. <https://doi.org/10.1007/s43390-021-00428-x>
60. Gresko, I. (2019). Evaluation of structural changes in the spinal segment in patients with lumbar osteochondrosis with impaired movement patterns using the methods of radiation diagnosis. *Acta Medica Leopoliensia*, 25(1), 49–55. <https://doi.org/10.25040/aml2019.01.049>
61. Winn N., Balain B., Lalam R. Sonographic Assessment of Human Lumbar Intervertebral Disks: A Cadaveric Study. *Journal of diagnostic medical sonography.* 2021. Volume 37, Issue 5. Pages 427–439. <https://doi.org/10.1177/87564793211008342>
62. Abdullaiev R.Ya, Mammadov I.G., Abdullaiev R.R. The Role of B-mode Ultrasonography in the Anatomical Evaluation of the Lumbar Intervertebral Discs in Adolescents. *EC Orthopaedics.* 2018; 9.3: 115–121.
63. Ro. R. Abdullaiev, I. A. Voronzhev, R. Ya. Abdullaiev, F. I. Kulikova, A. G. Kyrychenko, N. S. Lysenko, T. A. Dudnik, A.V. Vlasenko, A. G. Sirko, N. V. Tomakh, O. V. Hubaryk. Radiological diagnosis of lumbar osteochondrosis in young people. *Azerbaijan medical journal (ATJ)*, 2025, №2, 102–109.

## Сучасне розуміння етіопатогенезу підліткового сколіозу і дегенеративної хвороби дисків

Асист. Р.Р. Абдуллаєв

Харківський національний медичний університет

Кафедра рентгенології та радіології

Результати проведених досліджень в останні роки показують, що серед дітей віком від 10 років поширеність сколіозу варіює в межах 1-3%. Він характеризується різним ступенем деформацією хребетного стовпа та хронічними болями у спині. Темпи прогресування підліткового ідопатичного сколіозу найвищі у пацієнтів, які переживають пубертатний стрибок зростання. Ідіопатичний сколіоз нерідко асоціюється із розвитком дегенеративної хвороби дисків. Остання характеризується як структурними ушкодженнями, так і супутніми запальними змінами міжхребцевих дисків. Найбільш поширеним методом діагностики сколіозу є рентгенографія. Однак вона не дозволяє безпосередньо візуалізувати міжхребцеві диски, які нерідко піддаються дегенеративним змінам у підлітків зі сколіозом. Роль МРТ у діагностиці остеохондрозу загальновідома, проте метод є дорогим, що обмежує його широке застосування в дитячому віці. Ультрасонографія є альтернативним методом дослідження міжхребцевих дисків.

**Ключові слова:** підлітковий ідіопатичний сколіоз, дитячий остеохондроз, дегенеративна хвороба міжхребцевих дисків, рентгенографія, ультрасонографія, поперековий спонділолістез, магнітно-резонансна томографія.

## Current understanding of the etiopathogenesis of adolescent scoliosis and degenerative disc disease

Assist. R.R. Abdullaiev

Kharkiv National Medical University

Department of radiography and radiology

Recent studies show that the prevalence of scoliosis among children over 10 years of age ranges from 1–3%. It is characterized by varying degrees of spinal deformity and chronic back pain. The rate of progression of adolescent idiopathic scoliosis is highest in patients experiencing a pubertal growth spurt. Idiopathic scoliosis is often associated with the development of degenerative disc disease. The latter is characterized by both structural damage and concomitant inflammatory changes in the intervertebral discs. The most common method for diagnosing scoliosis is radiography. However, it does not directly visualize the intervertebral discs, which often undergo degenerative changes in adolescents with scoliosis. The role of MRI in diagnosing osteochondrosis is well known, but its expense limits its widespread use in childhood. Ultrasonography is an alternative method for examining intervertebral discs.

**Key words:** adolescent idiopathic scoliosis, pediatric osteochondrosis, degenerative disc disease, radiography, ultrasonography, lumbar spondylolisthesis, magnetic resonance imaging.

Контактна інформація: Абдуллаєв Роман Різванович —  
асистент кафедри рентгенології та радіології  
Харківського національного медичного університету,  
м. Харків, вул. Міхновського 42.  
Тел.: +38 096 095 08 72, Email: rizvanabdullaiev@gmail.com

Стаття надійшла до редакції 07.12.2025 р.