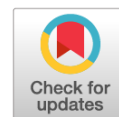


Оригинальное исследование

DOI: <https://doi.org/10.17816/PTORS678050>

EDN: EPJKBT



Переходные пояснично-крестцовые позвонки у детей, получивших переломы костей таза: частота диагностики, структура типов и подтипов заболевания

Е.Г. Скрыбин¹, А.Ю. Кривцов²¹ Тюменский государственный медицинский университет, Тюмень, Россия;² Областная клиническая больница № 2, Тюмень, Россия

АННОТАЦИЯ

Обоснование. Различные аспекты переходных пояснично-крестцовых позвонков у детей сохраняют свою актуальность по причине неизученности многих важнейших вопросов. Так, например, неизвестна частота диагностики и структура различных типов и подтипов этого заболевания среди детей. Не изучены особенности клинической симптоматики, прежде всего основного ее симптома — боли. Не разработаны эффективные и патогенетически обоснованные методы лечения и профилактики поясничной боли, связанной с переходными позвонками среди различных групп детского населения.

Цель — установить частоту и структуру переходных пояснично-крестцовых позвонков среди детей, получивших переломы костей таза.

Материалы и методы. В группе из 41 ребенка, получивших переломы костей таза в 2022–2024 гг., у 10 пациентов диагностировали переходные пояснично-крестцовые позвонки. Объем проведенного исследования был стандартным для больных травматологического профиля и в обязательном порядке включал проведение компьютерной томографии поясничного отдела позвоночника и таза. Для установления типа полученных детьми повреждений костей таза использовали классификацию Tile/AO. При оценке переломов вертлужной впадины использовали критерии классификации R. Judet и соавт. Переходные пояснично-крестцовые позвонки распределяли на типы и подтипы в соответствии с классификацией A.E. Castellvi и соавт.

Результаты. В ходе исследования установлена частота диагностики переходных позвонков: 24,4±6,7% клинических наблюдений. В структуре патологии преобладал подтип IIa заболевания: 50,0±15,8% случаев. На втором ранговом месте находились пациенты с подтипом IIIb заболевания: 30,0±14,5% больных. На долю пациентов с подтипами Ia и IIb пришлось по 10,0±9,4% клинических наблюдений. В ходе исследования установлено, что отличительной особенностью течения заболевания, в сравнении с пациентами зрелого возраста, было отсутствие основного симптома — боли, локализующейся в люмбо-сакральном переходе.

Заключение. Высокий процент частоты диагностики заболевания, протекающего до определенного времени латентно, свидетельствует о том, что необходимо целенаправленно изучать лучевую картину люмбо-сакрального перехода и при выявлении переходных позвонков информировать пациентов об их наличии с целью совместной разработки индивидуальных мер профилактики пояснично-крестцовой боли.

Ключевые слова: дети; переходные пояснично-крестцовые позвонки; частота диагностики; структура заболевания; переломы костей таза.

Как цитировать

Скрыбин Е.Г., Кривцов А.Ю. Переходные пояснично-крестцовые позвонки у детей, получивших переломы костей таза: частота диагностики, структура типов и подтипов заболевания // Ортопедия, травматология и восстановительная хирургия детского возраста. 2025. Т. 13. № 2. С. 138–144. DOI: 10.17816/PTORS678050 EDN: EPJKBT

Original Study Article

DOI: <https://doi.org/10.17816/PTORS678050>

EDN: EPJKB

Transitional Lumbosacral Vertebrae in Children with Pelvic Fractures: Frequency of Diagnosis and Distribution of Types and Subtypes

Evgeni G. Skryabin¹, Alexey Yu. Krivtsov²¹ Tyumen State Medical University, Tyumen, Russia;² Regional Clinical Hospital No. 2, Tyumen, Russia

ABSTRACT

BACKGROUND: Various aspects of transitional lumbosacral vertebrae in children remain relevant due to a lack of research on several critical issues. For instance, the frequency of diagnosis and the distribution of different types and subtypes of this condition in the pediatric population remain unknown. The clinical features, particularly pain as the main symptom, have not been sufficiently studied. Furthermore, effective and pathogenetically based approaches to the treatment and prevention of low back pain associated with transitional lumbosacral vertebrae in different pediatric groups have not yet been developed.

AIM: The study aimed to determine the prevalence and structure of transitional lumbosacral vertebrae in children with pelvic fractures.

METHODS: This study included 41 children who sustained pelvic fractures between 2022 and 2024, with transitional lumbosacral vertebrae in 10 patients. The diagnostic protocol adhered to the standard for patients with pediatric trauma and included mandatory computed tomography of the lumbar spine and pelvis. Pelvic fractures were classified according to the Tile/AO classification system. Acetabular fractures were assessed using the classification criteria proposed by Judet et al. Transitional lumbosacral vertebrae types and subtypes were categorized based on the Castellvi classification.

RESULTS: The diagnostic frequency of transitional lumbosacral vertebrae was found to be $24.4\% \pm 6.7\%$ of clinical cases. Subtype IIa was the most common, accounting for $50.0\% \pm 15.8\%$ of cases, followed by subtype IIIb, which occurred in $30.0\% \pm 14.5\%$ of patients. Subtypes Ia and Ib each represented $10.0\% \pm 9.4\%$ of the observed cases. The study revealed that, unlike in adult patients, a distinguishing feature of the condition in children was the absence of the main symptom, namely, pain in the lumbosacral junction.

CONCLUSION: The high diagnostic frequency of this condition, which often remains latent for some time, highlights the importance of targeted radiological assessment of the lumbosacral junction. Once transitional lumbosacral vertebrae are identified, patients should be informed of their presence to support the joint development of individualized strategies for preventing lumbosacral pain.

Keywords: children; transitional lumbosacral vertebrae; frequency of diagnosis; distribution of disease types; pelvic fractures.

To cite this article

Skryabin EG, Krivtsov AY. Transitional Lumbosacral Vertebrae in Children with Pelvic Fractures: Frequency of Diagnosis and Distribution of Types and Subtypes. *Pediatric Traumatology, Orthopaedics and Reconstructive Surgery*. 2025;13(2):138–144. DOI: 10.17816/PTORS678050 EDN: EPJKB

Submitted: 09.03.2025

Accepted: 25.04.2025

Published online: 19.06.2025

ОБОСНОВАНИЕ

Различные аспекты переходных пояснично-крестцовых позвонков у детей и подростков скудно освещены в современных научных публикациях. Факт того, что это врожденное заболевание, предполагает высокую вероятность его диагностики именно в детском возрасте [1]. Но этого, как правило, не происходит, и различные симптомы заболевания выявляют в ходе лучевого обследования детей по любой другой причине, чаще всего по поводу травматических повреждений позвоночника или костей таза [2]. Кроме того, нередко регистрируют случаи запоздалой диагностики переходных позвонков, обусловленные ошибками их нумерации [3] или ослаблением концентрации внимания медицинского персонала при оценке результатов лучевой визуализации [4]. Об актуальности проблемы говорят хотя бы факты того, что до сегодняшнего дня неизвестна частота встречаемости этой патологии среди различных групп детского населения [5], клинические симптомы заболевания, диагностируемые у взрослых, механистически переносят на растущих пациентов без учета анатомо-физиологических особенностей растущего позвоночника [6], не стандартизированы методы эффективного лечения, прежде всего адекватного обезболивания в случаях радикулопатии L₅ [7].

Перечисленные вопросы крайне актуальны как в научном аспекте, так и с позиций повышения качества жизни детей с переходными пояснично-крестцовыми позвонками, которые до повреждения костей таза не знали о наличии у себя врожденной патологии люмбо-сакрального перехода [8].

Цель — установить частоту и структуру переходных пояснично-крестцовых позвонков среди детей, получивших переломы костей таза.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Клиническим материалом для исследования послужили результаты динамического наблюдения за 41 ребенком в возрасте от 5 до 18 лет, получившим переломы костей таза в 2022–2024 гг. В ходе проведения комплексного обследования, в том числе применения компьютерной томографии (КТ), у 10 (24,4±6,7%) из 41 пациента были диагностированы переходные пояснично-крестцовые позвонки. Именно эти 10 пациентов и составили фокус-группу проведенного исследования. Средний возраст исследуемых больных составил 13,6±2,8 года. Среди пациентов мальчиков было 4 (40,0±15,5%), девочек — 6 (60,0±15,5%). Объем проведенного исследования стандартный для больных травматологического профиля: сбор жалоб и анамнеза, проведение клинического осмотра с привлечением смежных специалистов, комплексная лучевая диагностика, включающая в обязательном порядке проведение КТ таза.

Для установления типа полученных детьми поврежденных костей таза использовали классификацию Tile/AO [9]. При оценке переломов вертлужной впадины применяли критерии общепринятой классификации R. Judet и соавт. [10]. Переходные пояснично-крестцовые позвонки распределяли на типы и подтипы в соответствии с классификацией A.E. Castellvi и соавт. [11].

Статистическая обработка клинического материала состояла в определении относительной величины показателя в процентах (*P*) и ошибки репрезентативности полученной относительной величины ($\pm m$).

РЕЗУЛЬТАТЫ

Проведение клинико-лучевого исследования травмировавшихся детей, в первую очередь, позволило определить характер повреждений таза. Было установлено, что 8 (80±6,2%) клинических наблюдений травмы таза, в соответствии с общепринятыми классификациями, были отнесены к типу «а». У 2 (20,0±6,2%) пациентов переломы таза, а именно фрактуры вертлужной впадины, соответствовали повреждениям типа «b».

При оценке результатов лучевой визуализации таза, прежде всего 3D-томограмм, целенаправленно изучали состояние пояснично-крестцового перехода и крестца на наличие переходных пояснично-крестцовых позвонков. При их обнаружении детализировали тип и подтип аномалии с помощью послойных КТ-изображений (сканов). Результаты проведенного анализа КТ-грамм люмбо-сакрального перехода у 10 травмировавшихся с диагностированными переходными позвонками представлены в табл. 1.

Как следует из представленных в табл. 1 данных, в половине клинических наблюдений — 50,0±15,8% случаев — диагностированная патология люмбо-сакрального перехода соответствовала типу II, подтипу «а» заболевания по классификации Castellvi (рис. 1).

Представленный на рис. 1 подтип IIa характеризуют увеличенный в размерах один (левый, как в клиническом наблюдении, или правый) из поперечных отростков

Таблица 1. Частота диагностики различных типов и подтипов переходных позвонков у детей с переломами костей таза

Тип, подтип патологии		Количество случаев	
		<i>n</i>	%
I	a	1	10,0±9,4
	b	—	—
II	a	5	50,0±15,8
	b	1	10,0±9,4
III	a	—	—
	b	3	30,0±14,5
IV	—	—	—
Итого		10	100,0

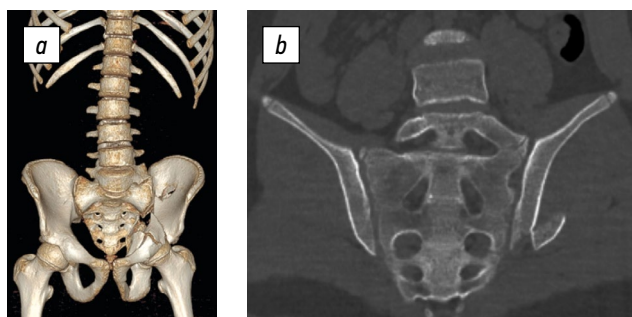


Рис. 1. 3D-реконструкция (а) и результат (b) компьютерной томографии нижнего грудного, поясничного отделов позвоночника, костей таза, тазобедренных суставов 16-летней пациентки. Повреждение подтипа IIIb левой половины таза (переломы вертлужной впадины, крыла подвздошной кости). Переходный пояснично-крестцовый позвонок, подтип IIa.

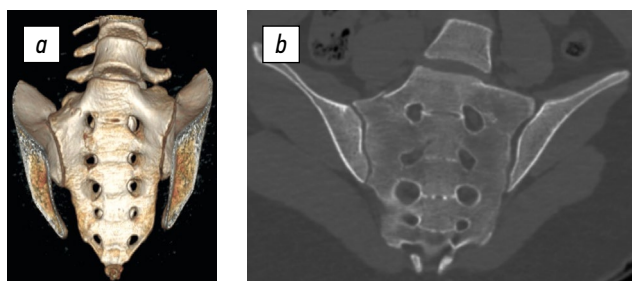


Рис. 2. 3D-реконструкция (а) и результат (b) компьютерной томографии нижнего поясничного отдела позвоночника, крестца 16-летней пациентки. Повреждение крестца типа «а» (перелом крыла справа). Переходный пояснично-крестцовый позвонок, тип III, подтип «b».

надкрестцового позвонка и его сочленение с крылом крестца посредством псевдоартрикуляции [11].

Второе ранговое место в структуре диагностированных переходных позвонков — $30,0 \pm 14,5\%$ клинических наблюдений — «занимали» случаи, соответствующие подтипу IIIb (рис. 2).

При анализе КТ-грамм, представленных на рис. 2, в первую очередь обращает на себя внимание крестец с пятью парами сакральных отверстий. Общеизвестный анатомический факт: пять крестцовых позвонков, окончательно срастаясь между собой к 22–24-летнему возрасту современного человека, образуют крестец (*sacrum*), имеющий четыре пары сакральных отверстий, и это норма [12]. Крестец с пятью парами сакральных отверстий,

выявленных с помощью 3D-реконструкции, это симптом III или IV типа переходных позвонков [11].

На долю пациентов с подтипами Ia и IIb пришлось по 10,0% клинических наблюдений. Лучевая картина этих подтипов заболевания была стандартной, и ее характеризовали гипертрофия одного из поперечных отростков надкрестцового позвонка (при подтипе Ia) и наличие двухсторонней псевдоартрикуляции между гипертрофированными поперечными отростками нижнего поясничного позвонка и крыльями крестца (при подтипе IIb).

К «педиатрической» форме повреждений относят отрывные переломы хрящевых анатомических образований таза, как, например, передние верхние подвздошные ости, передние нижние подвздошные ости [13]. В исследуемой группе детей 13-летняя девочка в результате падения с лошади получила отрывной перелом гребня правой подвздошной кости. В ходе проведения комплексного исследования у нее было подтверждено не только указанное авульсионное повреждение, но и диагностирован переходный пояснично-крестцовый позвонок (рис. 3).

На наличие переходного позвонка, в первую очередь, «указал» крестец с пятью парами сакральных отверстий (рис. 3, а–с). Дальнейшая детализация лучевой симптоматики позволила установить, что, в отличие от клинического случая, представленного на рис. 2, два краниальных позвонка разделены псевдоартрозом на уровне крыла крестца, как слева, так и справа, что позволяет отнести данное клиническое наблюдение к подтипу IIb заболевания (рис. 3, d).

Крайне важный нюанс проведенного исследования: ни один из 10 пациентов, у кого в ходе диагностики повреждений таза были диагностированы переходные позвонки, до момента получения травмы не предъявлял никаких жалоб со стороны позвоночника и крестца. Это подтвердили родители травмированных детей.

ОБСУЖДЕНИЕ

Термин «переходные пояснично-крестцовые позвонки» предложил Е. Durr более 160 лет назад. В 1860 г. в немецком журнале *Zeitschrift für rationale Medicin* он опубликовал статью, в которой был предложен этот термин,

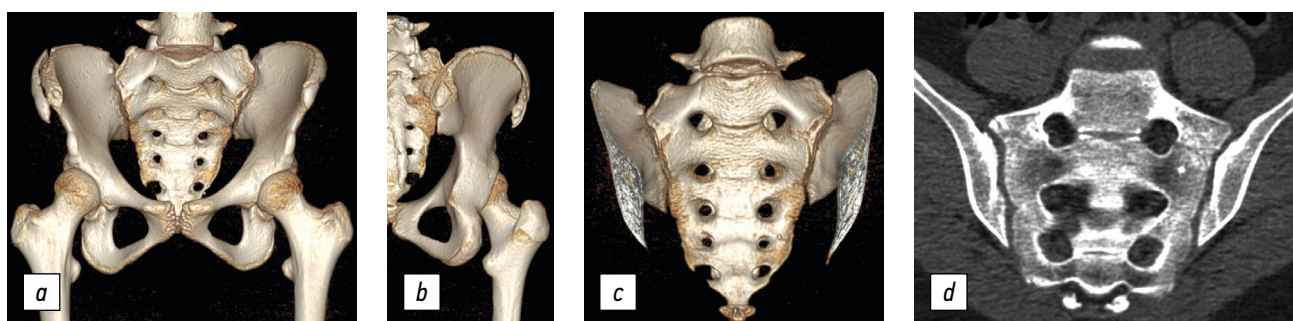


Рис. 3. 3D-реконструкция (а, b, c) и результат (d) компьютерной томографии нижнего поясничного отдела позвоночника, костей таза, тазобедренных суставов 13-летней пациентки. Отрывной перелом гребня правой подвздошной кости (а, b). Переходный пояснично-крестцовый позвонок, тип II, подтип «b» (а, c, d).

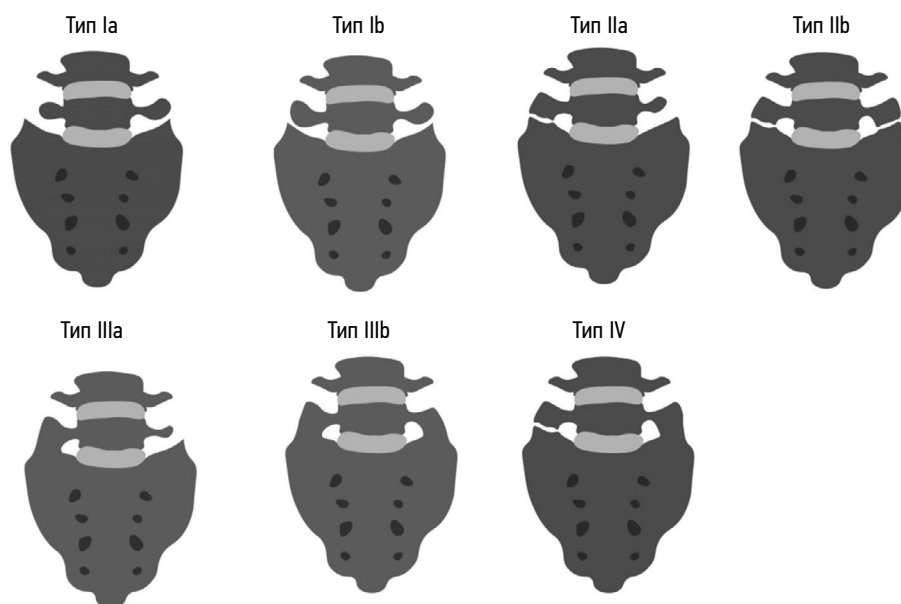


Рис. 4. Схематичное изображение различных типов и подтипов переходных пояснично-крестцовых позвонков по Castellvi.

обозначающий позвонки, «принявшие» форму и обладающие функциями двух смежных отделов позвоночника. Современное трактование переходных пояснично-крестцовых позвонков нашло свое отражение в классификации, предложенной в 1984 г. группой американских ортопедов под руководством А. Castellvi и общепризнанной, до сегодняшнего дня, всеми заинтересованными специалистами. Схематичное изображение классификации А.Е. Castellvi и соавт. [11] представлено на рис. 4.

В основу классификации положен анализ размеров поперечных отростков нижнего поясничного позвонка и характер контакта (псевдоартрокуляция или конкресценция) этих отростков (или одного отростка) с крыльями крестца с одной или с обеих сторон. Патология возникает внутриутробно, с 4-й по 6-ю недели гестационного периода [14].

Данные о частоте переходных позвонков в популяции, по данным литературы, весьма противоречивы и колеблются в диапазоне от 4 [15] до 36% [16]. Это, по мнению R. Vaidya и соавт. [17], обусловлено контингентом исследуемых, применяемыми методами лучевой визуализации и интерпретацией полученных результатов.

В настоящее время наиболее эффективный в плане объективной диагностики переходных позвонков — метод КТ. J. Hanhivaara и соавт. [18] в своей научной публикации даже применили такую терминологию, как «...превосходная диагностическая эффективность» (в статье использовано выражение: «superior diagnostic efficacy»), присущая этому методу исследования.

Как уже было отмечено в разделе «Результаты», в 50,0±6,7% клинических наблюдений у пациентов исследуемой группы диагностирован тип II, подтип «а» заболевания. Полученные данные о преобладании этой разновидности патологии согласованы с результатом ранее проведенного авторами анализа частоты встречаемости

различных типов и подтипов переходных позвонков. Этот анализ был основан на опубликованных результатах научных исследований 17 авторских коллективов стран Европы, Азии и Американского континента. В совокупности авторы этих 17 научных статей проанализировали результаты лучевой диагностики 5090 пациентов различного возраста с переходными пояснично-крестцовыми позвонками. Ранжирование типов и подтипов заболевания показало, что на первом месте по частоте диагностики находятся клинические наблюдения, соответствующие подтипу IIa — 26,9±0,6% случаев [5].

Как следует из опубликованных литературных данных, именно эта разновидность — IIa подтип — чаще всего у пациентов проявляется вертеброгенным болевым синдромом пояснично-крестцовой локализации [19]. Среднестатистическая интенсивность алгического синдрома при этом соответствует 6,0 баллам по визуальной аналоговой шкале [20]. Основная причина боли при переходных позвонках — формирующийся экстрафораминальный стеноз на уровне пояснично-крестцового отдела [21], что служит фактором высокой степени риска импиджмента корешков L₅, S₁ [22]. Кроме того, по мнению A. García López и соавт. [23], переходные позвонки придают аномальную жесткость (в статье использовано выражение «abnormal rigidity») люмбо-сакральному переходу, что отрицательным образом сказывается на рессорной функции позвоночника в целом. Перечисленные нарушения в люмбо-сакральном переходе формируются с течением времени, по мере оксификации скелета взрослеющих детей [24]. Именно этим фактом можно объяснить отсутствие поясничной боли у исследуемых в настоящей статье 10 пациентов детского возраста, несмотря на наличие у них патогномоничных лучевых симптомов переходных позвонков. Интересный факт: давая характеристику больным с переходными позвонками, A. Tsoupras и соавт. [25] даже используют

такую терминологию, как «пациенты со зрелым скелетом» (в статье использовано выражение: «skeletal immature subjects»).

Отсутствие поясничных болей среди детей и подростков с переходными позвонками подтверждает еще одно исследование, проведенное авторами настоящей статьи. Так, в группе из 19 детей, получивших неосложненные переломы поясничных позвонков, и у которых были достоверные лучевые симптомы переходных позвонков, также отсутствовали вертеброгенные боли до момента получения ими травм [26]. В то же самое время в литературных источниках опубликованы сведения о возможностях наличия поясничных болей у детей с переходными позвонками [27]. Продолжительность, интенсивность, частые рецидивы и незначительный лечебный эффект от проводимых консервативных методов лечения боли в ряде случаев может служить показанием для проведения оперативных вмешательств, как и у взрослых пациентов с аналогичной патологией [28]. Объем оперативного лечения у подростков, как правило, состоит в псевдоартрэктомии гипертрофированного поперечного отростка надкрестцового позвонка [29].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе проведенного исследования реализована поставленная цель: выявлены частота и структура переходных пояснично-крестцовых позвонков среди детей, получивших переломы костей таза. Установлено, что частота диагностики переходных позвонков в исследуемой когорте составила $24,4 \pm 6,7\%$ клинических наблюдений. В структуре патологии преобладал подтип IIa заболевания: $50,0 \pm 15,8\%$ случаев. На втором ранговом месте были пациенты с подтипом IIIb патологии: $30,0 \pm 14,5\%$ больных. На долю пациентов с подтипами Ia и Ib пришлось по $10,0 \pm 9,4\%$ клинических наблюдений. Не было зарегистрировано больных, страдающих подтипами Ib, IIIa и типом IV переходных пояснично-крестцовых позвонков. Важнейшей отличительной особенностью клинической симптоматики заболевания у детей было отсутствие ведущего симптома — боли пояснично-крестцовой локализации, при том что лучевая картина всех диагностированных подтипов идентична такой же у взрослых пациентов.

Результаты проведенного исследования подтверждают тот факт, что переходные пояснично-крестцовые

позвонки — широко распространенная патология среди современного населения, в том числе в педиатрической популяции. Тревожно высокий процент выявляемости заболевания в ходе обследования детей по поводу различных травм осевого скелета свидетельствует о том, что необходимо целенаправленно изучать лучевую картину люмбо-сакрального перехода. В случаях наличия аномалий развития пояснично-крестцовой локализации пациентов и их родителей следует информировать о наличии этой патологии, проводить разъяснительные беседы, чем это заболевание может клинически проявляться в недалеком будущем. Этот момент является крайне важным, так как велика вероятность того, что потенциальные боли, вызванные переходными позвонками, могут быть расценены как последствия переломов костей таза, что явится диагностической ошибкой и затруднит выбор рациональной лечебной тактики.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Вклад авторов. Е.Г. Скрыбин — создание концепции и дизайна исследования, набор и анализ клинического материала, написание текста статьи; А.Ю. Кривцов — набор и анализ клинического материала, написание текста статьи. Все авторы одобрили версию для публикации, а также согласились нести ответственность за все аспекты работы, гарантируя надлежащее рассмотрение и решение вопросов, связанных с точностью и добросовестностью любой ее части.

Этическая экспертиза. Исследование одобрено локальным этическим комитетом ФГБОУ ВО «Тюменский государственный медицинский университет» (протокол № 187/06.1 от 02.04.2025). Исследование и его протокол не регистрировали.

Согласие на публикацию. Авторы получили письменное информированное добровольное согласие законных представителей пациентов на публикацию персональных данных в научном журнале. Объем публикуемых данных с законными представителями пациентов согласован (результаты проведенной лучевой диагностики таза).

Источники финансирования. Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования.

Раскрытие интересов. Авторы заявляют об отсутствии отношений, деятельности и интересов за последние три года, связанных с третьими лицами (коммерческими и некоммерческими), интересы которых могут быть затронуты содержанием статьи.

Оригинальность. При создании настоящей работы авторы не использовали ранее опубликованные сведения (текст, иллюстрации, данные).

Доступ к данным. Все данные, полученные в настоящем исследовании, доступны в статье.

Генеративный искусственный интеллект. При создании настоящей статьи технологии генеративного искусственного интеллекта не использовались.

Рассмотрение и рецензирование. Настоящая работа подана в журнал в инициативном порядке и рассмотрена по обычной процедуре. В рецензировании участвовали два внутренних рецензента.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ | REFERENCES

1. Schatteman S, Jaremko J, Jans L. Et al. Update on pediatric spine imaging. *Semin Musculoskelet Radiol.* 2023;27(5):566–579. doi: 10.1055/s-0043-1771333 EDN: OPQPQQ
2. Wu W, Miller E, Hurteau-Miller J, et al. Validation of a shortened MR imaging protocol for pediatric spinal pathology. *Childs Nerv Syst.* 2023;39(11):3186–3168. doi: 10.1007/s00381-023-05940-1 EDN: GRLUPB
3. Okamoto M, Hasegawa K, Hatsushiko S, et al. Influence of lumbosacral transitional vertebrae on spinopelvic parameters using biplanar

slot scanning full body stereoradiography-analysis of 291 healthy volunteers. *J Orthop Sci.* 2022;27(4):751–759. doi: 10.1016/j.jos.2021.03.009 EDN: BCRSFI

4. Dybedokken A, Mathiesen R, Hasle H, et al. Muskuloskeletal misdiagnoses in pediatric patients with spinal tumors. *Pediatr Blood Cancer.* 2024;71(7):1024. doi: 10.1002/pbc.31024 EDN: KDZRM

5. Skryabin EG, Romanenko DA, Evstropova YuV. Lumbosacral transitional vertebrae: prevalence of various types and subtypes of pathology (literature review).

Siberian Medical Review. 2025;1:13–22. doi: 10.20333/25000136-2025-1-13-22 EDN: FUWHWO

6. Zhu T, Xu Z, Liu D, et al. Biomechanical influence of numerical variants of lumbosacral transitional vertebra with Castellvi type I on adjacent discs and facet joints based on 3D finite element analysis. *Bone Rep*. 2025;24:101831. doi: 10.1016/j.bonr.2025.101831 EDN: TMTQCN

7. Maki Y, Fukaya K. Efficacy of oblique lateral interbody fusion at L5/S1 for lumbosacral transitional vertebrae related far-out syndrome: a report of two cases. *Cureus*. 2025;17(2):79431. EDN: TGIHAW doi: 10.7759/cureus.79431

8. Zotov PB, Lyubov EB, Garagascheva EP. Quality of life in clinical practice. *Deviantology*. 2022;6(2):48–56. doi: 10.32878/devi.22-6-02(11)-48-56 EDN: APDHOB

9. Tile M. Pelvic ring fractures: should they be fixed? *J Bone Joint Surg Br*. 1988;70(1):1–12. doi: 10.1302/0301-620X.70B1.3276697

10. Judet R, Judet J, Letournel E. Fractures of the acetabulum: classification and surgical approaches for open reduction. Preliminary report. *J Bone Joint Surg Am*. 1964;46:1615–1675. doi: 10.2106/00004623-196446080-00001

11. Castellvi AE, Goldstein LA, Chan DP. Lumbosacral transitional vertebrae and their relationship with lumbar V extradural defects. *Spine (Phila Pa 1976)*. 1984;9:493–495. doi: 10.1097/00007632-198407000-00014

12. Wellik DM. Hox-genes and patterning the vertebrate body. *Curr Top Dev Biol*. 2024;9:1–27. doi: 10.1016/bs.ctdb.2024.02.011

13. Di Maria F, Testa G, Sammartino F, et al. Treatment of avulsion fractures of the pelvis in adolescents athletes: a scoping literature review. *Front Pediatr*. 2022;10:947463. doi: 10.3389/fped.2022.947463 EDN: FNLVFK

14. Vinokurova EA, Tlaschadze RR, Kolomiez EV. Intranatal fetal hypoxia: search for maternal predictors of pathology. *Yakut medical journal*. 2025;1:9–12. doi: 10.25789/YMY.2025.89.02 EDN: AQAEQF

15. Johnson ZD, Aoun SG, Ban VS, et al. Bertolotti syndrome with articulated L5 transverse process causing intractable back pain: surgical video showcasing a minimally invasive approach for disconnection: 2-dimensional operative video. *Oper Neurosurg (Hagerstown)*. 2021;20(3):E219–E220. doi: 10.1093/ons/opaa343 EDN: KVVMEF

16. Crane J, Cragon R, O'Neil J, et al. A comprehensive update of the treatment and management of bertolotti's syndrome. A best practices review. *Orthop Rev (Pavia)*. 2021;13(2):24980. doi: 10.52965/001c.24980 EDN: DFRPHM

17. Vaidya R, Bhatia M. Lumbosacral transitional vertebra in military aviation candidates: a cross-section study. *Indian J Aerosp Med*. 2021;65(1):29–32. doi: 10.25259/IJASM_50_2020 EDN: IYUOYU

18. Hanhivaara J, Maatta JH, Kinnunen P, et al. Castellvi classification of lumbosacral transitional vertebrae: comparison between conventional radiography, CT and MRI. *Acta Radiol*. 2024;65(12):1515–1520. doi: 10.1177/02841851241289355 EDN: MSNTAF

19. Kapetanakis S, Gkoumousian K, Gkantsinikoudis N, et al. Functional outcomes of microdiscectomy in Bertolotti syndrome: the relationship between lumbosacral transitional vertebrae and lumbar disc herniation: a prospective study in Greece. *Asian Spine J*. 2025;19(1):94–101. doi: 10.31616/asj.2024.0213

20. Sagtaş E, Peker H. Prevalence of lumbosacral transitional vertebra on lumbar CT and associated degenerative imaging findings in symptomatic patients. *Pam Tip Derg*. 2025;18(4):3.

21. Kajo S, Takahashi K, Tsubakino T, et al. Lumbar radiculopathy due to Bertolotti's syndrome: alternative methods to reveal the "hidden zone" – a report of two cases and review of literature. *J Orthop Sci*. 2024;29(1):366–369. doi: 10.1016/j.jos.2022.02.004 EDN: LJLJBL

22. Chen K-T, Chen C-M. Anatomy and pathology of the L5 exiting nerve in the lumbosacral spine. *J Minim Invasive Spine Surg Tech*. 2025;10(1):37–41. doi: 10.21182/jmisst.2024.01249 EDN: SPPDWZ

23. García López A, Herrero Ezquerro MT, Martínez Pérez M. Risk factor analysis of persistent back pain after microdiscectomy: a retrospective study. *Heliyon*. 2024;10(19):38549. doi: 10.1016/j.heliyon.2024.e38549 EDN: BOESIS

24. Hoffpauir LN, Olexo R, Hamric H. A case study of Bertolotti's syndrome in an adolescent patients. *Cureus*. 2025;17(2):79576. doi: 10.7759/cureus.79576

25. Tsoupras A, Dayer R, Bothorel H, et al. Sagittal balance analysis and treatment rationale for young with symptomatic lumbosacral transitional vertebrae. *Sci Rep*. 2025;15(1):10357. doi: 10.1038/s41598-025-94609-7

26. Skryabin EG, Nazarova ES, Zotov PB, et al. Lumbosacral transitional vertebra in children and adolescents with lumbar spine injury: frequency of diagnosis and features of clinical symptoms. *Genius Orthopedics*. 2023;29(1):43–48. doi: 10.18019/1028-4427-2023-29-1-43-48 EDN: MYVTUY

27. Sumarriva G, Cook B, Celestre P. Surgical resection of bertolotti syndrome. *Ochsner J*. 2022;22(1):76–79. doi: 10.31486/toj.20.0012 EDN: KBDFWS

28. Cuenca C, Bataille J, Chouilem M, et al. Bertolotti's syndrome in children: From low-back pain to surgery. A case report. *Neurochirurgie*. 2019;65(6):421–424. doi: 10.1016/j.neuchi.2019.06.004

29. Dhanjani S, Altaieb M, Marqalit A, et al. Pediatric back pain associated with Bertolotti syndrome: a report of 3 cases with varying treatment strategies. *JBJS Case Connect*. 2021;11(4):2100068. doi: 10.2106/JBJS.CC.21.00068 EDN: AQJAFV

ОБ АВТОРАХ

* **Скрябин Евгений Геннадьевич**, д-р мед. наук, профессор;
адрес: Россия, 625023, Тюмень, ул. Одесская, д. 54;
ORCID: 0000-0002-4128-6127;
eLibrary SPIN: 4125-9422;
e-mail: skryabineg@mail.ru

Кривцов Алексей Юрьевич;
ORCID: 0009-0007-2343-4791;
e-mail: krivtsov4444@gmail.com

AUTHORS INFO

* **Evgeni G. Skryabin**, MD, PhD, Dr. Sci. (Medicine), Professor;
address: 54 Odesskaya st., Tyumen, 625023, Russia;
ORCID: 0000-0002-4128-6127;
eLibrary SPIN: 4125-9422;
e-mail: skryabineg@mail.ru

Alexey Yu. Krivtsov, MD;
ORCID: 0009-0007-2343-4791;
e-mail: krivtsov4444@gmail.com

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author