



Обзорная статья

УДК 616.711.6/7-007.24-009.7(048.8)

<https://doi.org/10.18019/1028-4427-2022-28-5-726-733>

Сакрализация позвонка LV (синдром Бертолотти): обзор литературы

Евгений Геннадьевич Скрыбин

Тюменский государственный медицинский университет Минздрава России, Тюмень, Россия, skryabineg@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4128-6127>

Аннотация

Введение. Частой причиной болевого синдрома в пояснично-крестцовом отделе позвоночника у современных людей являются дисплазии и аномалии развития позвоночно-двигательных сегментов, среди которых нередко диагностируют сакрализацию позвонка LV (синдром Бертолотти). В отечественной медицинской литературе единичны публикации, посвященные этой патологии. **Материалы и методы.** Научные публикации для написания обзора литературы были получены из баз данных PubMed, eLibrary, CYBERLENINKA. В ходе написания были использованы 80 научных статей. Поиск литературных источников проводился по следующим ключевым словам: сакрализация позвонка LV, синдром Бертолотти. **Результаты и обсуждение.** В ходе исследования установлено, что частота диагностики сакрализации позвонка LV составляет от 4 до 36 % случаев. Одинаково часто она диагностируется среди лиц мужского и женского полов. Нередко эту патологию выявляют среди детей и подростков. Болевой синдром в поясничном отделе позвоночника и крестце является ведущим клиническим симптомом заболевания. Выраженность болей по визуальной аналоговой шкале, в основном, соответствует 5 баллам. Усугубляют клиническую симптоматику сопутствующие сакрализации позвонка LV другие нозологические формы вертеброгенной патологии: сколиоз, спондилолистез, спондилолиз, спондилолистез, остеохондроз в стадии секвестрации межпозвонкового диска, spina bifida posterior. Ведущим методом объективной диагностики сакрализации позвонка LV является лучевое исследование. В ходе проведения обследования пациентов используют как обзорную рентгенографию, так и компьютерную и магнитно-резонансную томографию. Случаи сакрализации позвонка LV распределяют на 7 типов, согласно классификации А.Е. Castellvi et al. (1984). Лечение вертеброгенного болевого синдрома проводят как консервативными методами (медикаментозная терапия, лечебные блокады), так и хирургическим путем (резекция поперечного отростка LV, декомпрессия стенозированных межпозвонковых отверстий, транспедикулярный спондилодез, радиочастотная абляция).

Ключевые слова: сакрализация позвонка LV, синдром Бертолотти, обзор литературы

Для цитирования: Скрыбин Е.Г. Сакрализация позвонка LV (синдром Бертолотти): обзор литературы // Гений ортопедии. 2022. Т. 28, № 5. С. 726-733. DOI: 10.18019/1028-4427-2022-28-5-726-733. EDN NGNQTZ.

Review article

Sacralization of the L5 vertebra (Bertolotti syndrome): literature review

Evgeny G. Skryabin

Tyumen State Medical University, Tyumen, Russian Federation, skryabineg@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4128-6127>

Abstract

Introduction The resultant cause of pain syndrome in the lumbosacral spine in the contemporary population are dysplasia and anomalies of the development of vertebral segments, among which the sacralization of the L5 vertebra (Bertolotti syndrome) is often diagnosed. In the domestic medical literature, few publications on this pathology have been found. **Methods** Scientific studies for this literature review were obtained from PubMed, eLIBRARY, CYBERLENINKA. Eighty scientific articles were used. The search for literature sources was carried out with the following keywords: sacralization of the L5 vertebra, Bertolotti Syndrome. **Results and discussion** In the course of the analysis, it was established that the rate of diagnosis of sacralization of the L5 vertebra ranges from 4 to 36 % of cases. It is equally detected among males and females. This pathology is frequently found in children and adolescents. Pain in the lumbar spine and sacrum is the leading clinical symptom of the disease. The severity of pain on the visual analogue scale mainly corresponds to 5 points. Scoliosis, spondylolistesis, herniated disks, spina bifida posterior may exacerbate the clinical symptoms of the associated sacralization of the L5 vertebra. During the examination of patients, plain radiography, computed tomography and magnetic resonance imaging are used. Cases of sacralization of the L5 vertebra are divided into 7 types, according to the classification of A.E. Castellvi et al. (1984). Treatment of vertebrogenic pain syndrome is carried out both conservatively (drug therapy, therapeutic blockades) and surgically (resection of the L5 transverse process, decompression of the stenotic intervertebral foramina, transpedicular fusion, radiofrequency ablation).

Keywords: sacralization, L5 vertebra, Bertolotti syndrome, literature review

For citation: Skryabin E.G. Sacralization of the L5 vertebra (Bertolotti syndrome): literature review. *Genij Ortopedii*, 2022, vol. 28, no. 5, pp. 726-733. DOI: 10.18019/1028-4427-2022-28-5-726-733.

ВВЕДЕНИЕ

Поясничный отдел позвоночника и крестец являются теми анатомическими областями тела, на дискорфорте которых пациенты различных возрастных групп предъявляют наиболее часто свои жалобы [1]. В структуре этих жалоб боли пояснично-крестцовой локализации занимают одно из первых мест по частоте [2]. В свою очередь, причиной болевого синдрома нередко выступают дисплазии и аномалии развития позвоночно-двигательных сегментов, среди которых нередко диагностируют сакрализацию позвонка LV [3, 4]. В отечественной медицинской литературе единичны публикации, посвященные именно этой патологии. Если она в статьях и упоминается, то наряду с другими дисплазиями и аномалиями развития пояснично-крестцо-

вой локализации, при этом, как правило, указывается лишь частота их диагностики. В зарубежных изданиях исследований, посвященных изучению различных аспектов сакрализации позвонка LV, опубликовано значительно больше [5, 6].

Учитывая, с одной стороны, очевидный дефицит отечественных научных публикаций, посвященных сакрализации позвонка LV, и, с другой стороны, значительную частоту диагностики этой вертебральной аномалии в популяции населения, решили провести обзор литературы на данную тему.

Цель работы – проанализировать основные отечественные и зарубежные публикации, посвященные сакрализации позвонка LV.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Научные публикации для написания обзора литературы на тему: «Сакрализация позвонка LV (синдром Бертолотти): обзор литературы» были получены в результате поиска в базе данных PubMed, электронных библиотеках eLIBRARY, CYBERLENINKA. В общей сложности были изучены и проработаны 80 научных статей, в которых

отражены самые актуальные проблемы и аспекты изучаемой темы. Отечественных литературных источников использовано 7 (8,25 %), иностранных – 73 (91,25 %). Поиск литературных источников проводился по следующим ключевым словам: сакрализация позвонка LV (sacralization LV vertebra), синдром Бертолотти (Bertolotti Syndrome).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

По определению Э.В. Ульриха с соавт., под термином «сакрализация» следует понимать «...пояснично-крестцовую дисплазию, заключающуюся в приобретении нижним поясничным позвонком признаков, характерных для крестцовых позвонков: одно- и двухсторонний синхондроз (блокирование) поперечного отростка позвонка LV с крылом подвздошной кости либо полное срастание тела LV с телом SI» [7]. Впервые эта патология была описана итальянским ученым Mario Bertolotti в 1917 году, и с того времени в англоязычной медицинской литературе этот вариант дисплазии носит его имя: «Bertolotti Syndrome» [8].

Сакрализацию позвонка LV, как и люмбализацию позвонка SI, относят к пояснично-крестцовым переходным позвонкам (Lumbosacral Transitional Vertebrae – LSTV) – дисплазиям, закладывающимся внутриутробно, как следствие воздействия на беременную женщину и плод большого количества повреждающих эндогенных и экзогенных факторов [9, 10]. Именно под действием этих факторов происходят нарушения в формировании, миграции, дифференцировке и сегментации склеротомов сомитов [11].

Если минимальная частота диагностики сакрализации позвонка LV практически всеми авторами определяется в 4 % случаев [12, 13], то максимальная частота встречаемости современными исследователями указывается различная. Так, К.Т. Ugokwe et al. приводят сведения о том, что наибольший процент выявления этой патологии среди населения составляет 8 % клинических наблюдений [14]. Примерно в два раза чаще сакрализацию диагностировали V.A. Sharma et al. и D. Ucar et al. – в 14,1 и в 17,2 % случаев соответственно [15, 16]. M. Bulut M. et al. при анализе 500 рентгенограмм пояснично-крестцового отдела позвоночника установили сакрализацию позвонка LV в 21,2 % случаев [17]. R. Ravikanth et al. диагностировали аналогичную патологию в 26,8 % наблюдений [18]. Финские авторы J. Nanhivaara et al. подвергли вертебрологическому анализу 3855 компьютерных томограмм брюшной полости пациентов, диагностировав у 29,0 % больных лучевые симптомы, указывающие на наличие сакрализации [19]. Максимальную частоту диагностики этой патологии среди пациентов с поясничной болью приводят R. Adams et al. и J. Crane et al. По мнению первой группы авторов, частота встречаемости этого варианта пояснично-крестцовой дисплазии среди населения составляет 35 % случаев [20], по мнению второй группы исследователей – до 36 % клинических наблюдений [21].

Гендерные различия в частоте выявления сакрализации, по мнению индийских авторов R. Ravikanth et al.,

изучивших 500 рентгенограмм поясничного отдела позвоночника и крестца пациентов, отсутствуют [18]. В то же самое время японские исследователи K. Sugiura et al. приводят сведения о преобладании этой патологии у лиц женского пола [10], а международная группа ученых из Мексики и США подтверждают эту информацию цифрой в 60 % в когорте пациентов с сакрализацией позвонка LV [22]. Противоположного мнения придерживаются J.M. Jancuska et al., сообщившие о том, что частота диагностики сакрализации среди мужчин достигает 28 % случаев, а среди женщин – 11 % клинических наблюдений [23].

Учитывая тот факт, что сакрализация позвонка LV является врожденной патологией, представляется естественным, что ее часто диагностируют у детей и подростков, обследуемых по поводу вертеброгенного болевого синдрома [24, 25, 26, 27]. Но, все же, основной категорией пациентов, у кого выявляют эту аномалию развития, являются люди зрелого и пожилого возраста [9, 17].

Именно болевой синдром в поясничном отделе позвоночника и крестце является ведущим клиническим симптомом сакрализации позвонка LV [28]. Боли усиливаются при длительном стоянии, поднятии и переносе тяжелых предметов, при поворотах и наклонах туловища [12, 29]. Нередко болевые ощущения сопровождаются онемением, парестезиями в пояснично-крестцовой области, болезненностью при пальпации в проекции остистых отростков нижних поясничных позвонков и по гребню крестца [30].

Появление и прогрессирование болевого синдрома у пациентов с сакрализацией обусловлено, в первую очередь, нарушением нормальной анатомии и биомеханики в пояснично-крестцовом отделе позвоночника [3, 31]. Позднее, на фоне формирующегося (или сформированного) «ложного сустава» между поперечными отростками позвонка LV и крыльями подвздошных костей (или боковыми массами крестца) развиваются явления остеохондроза, спондилоартроза и спондилеза, стеноза межпозвонкового отверстия, создаются условия для компрессии экстрафораминального отдела нервного корешка L5 [23, 32]. Аналогичные, более или менее выраженные патоморфологические изменения претерпевают и вышележащие по отношению к позвонку LV позвоночно-двигательные сегменты, что усугубляет клиническую симптоматику [5, 29].

Боль при этом может иррадиировать в одно из крестцово-подвздошных сочленений, в одну из паховых областей, в одну из нижних конечностей [21, 33]. Степень выраженности болевого синдрома, в том числе в процессе лечения и при изучении отдаленных резуль-

татов, определяют при помощи визуальной аналоговой шкалы [34, 35, 36, 37]. До начала лечебных процедур выраженность болевого синдрома по этой шкале у пациентов с сакрализацией позвонка LV соответствует, в среднем, 5,2-5,5 баллам [18, 30, 35], но может «достигать» и 8-балльного значения [6].

Следует отметить, что сакрализация позвонка LV не во всех случаях сопровождается болевым синдромом. Интересное исследование на этот счет провели турецкие авторы M. Bulut et al., изучившие 500 рентгенограмм пациентов с болью в пояснице (основная группа) и 500 рентгенограмм пациентов, не испытывающих боли в спине (контрольная группа). Оказалось, что различные типы сакрализации в основной группе были диагностированы в 21,2 % случаев, в контрольной – в 16,8 % клинических наблюдений [17]. Сведения о том, что эту патологию нередко выявляют случайно, в ходе лучевого исследования позвоночника, например, по поводу травм, сообщают и другие авторы [38, 39].

Усугубляют клиническую симптоматику у пациентов сопутствующие сакрализации позвонка LV другие нозологические формы вертеброгенной патологии, такие, например, как сколиоз [13], спондилолистез [40], остеохондроз в стадии секвестрации межпозвонкового диска [41], незаращение задней части дуг позвонков (*spina bifida posterior*) [42].

Опубликованные в литературе данные о частоте встречаемости многоплоскостной сколиотической деформации позвоночника у этой категории больных противоречивы. Одни авторы, и их большинство, информируют читателей о том, что частота диагностики сколиоза у пациентов с сакрализацией составляет 6-18 % клинических наблюдений [43, 44]. При этом A. Jain et al. сообщают, что имеют опыт консервативного и оперативного лечения 20 пациентов с синдромом Бертолотти, у всех больных, т.е. в 100 % случаев, имелись клинические и лучевые симптомы поясничного сколиоза [37].

Частота диагностики спондилолистеза позвонка LIV у пациентов с сакрализацией может достигать 60 % клинических наблюдений [45]. По данным N.H. Kim et al., степень смещения LIV позвонка при этом более выраженная, чем у пациентов, не имевших дисплазий и аномалий развития пояснично-крестцовой локализации [46]. Подтверждают данный вывод результаты исследований группы китайских ученых [47]. Интерес представляет публикация отечественных авторов, выявивших сакрализацию позвонка LV у 6,3 % детей и подростков с установленным диагнозом спондилолистеза высокой степени градации [48]. Парадоксально, но факт: применительно к такой патологии как «дегенеративный спондилолистез» большинство авторов не рассматривают сакрализацию в качестве вероятного этиологического механизма этого заболевания [49].

Учитывая то, что сакрализация часто характеризуется конкрецией позвоночно-двигательного сегмента LV-SI, представляется очевидным, что в вышерасположенных уровнях велика вероятность избыточной подвижности, приводящей, с течением времени, к формированию межпозвонковой грыжи [32, 36]. L. Jin

et al. провели целенаправленное исследование 200 пациентов с синдромом Бертолотти (основная группа) и 200 пациентов, не имевших рентгенологических симптомов этой аномалии развития (контрольная группа). Целью исследования явилось установление частоты межпозвонковых грыж в исследуемых когортах. Оказалось, что в основной группе частота диагностики межпозвонковых грыж составила 71,5 % клинических наблюдений, а в контрольной – 34,0 % случаев. При этом чаще всего страдал межпозвоночный диск LIV-LV [9]. Подтверждает этот преимущественный уровень локализации межпозвонковых грыж публикация B. Zhang et al. По данным этих китайских авторов, межпозвонковый диск LIV-LV в 81,3 % случаев поражается дегенеративным процессом с последующим формированием на этом уровне секвестрированной грыжи, в то время как межпозвонковый диск LV-SI претерпевает аналогичные изменения в 18,7 % случаев [25]. Исследованиями S.S. Ahn et al. показано, что пациенты, у которых грыжи межпозвонковых дисков формируются на фоне синдрома Бертолотти, более подвержены рецидиву грыжевых выпячиваний после проведения им микродискэктомии, чем те больные, у кого отсутствуют аномалии пояснично-крестцовой локализации [50].

Группа голландских исследователей под руководством J.L. Bron подчеркивает, что у пациентов с сакрализацией позвонка LV дегенеративные изменения межпозвонковых дисков регистрируются в более молодом возрасте, однако это различие исчезает по мере взросления больных, «маскируясь» другими инволютивными процессами в позвоночнике [51]. К ним относят стеноз позвоночного канала на поясничном уровне [52] и аномалию тропизма нижних поясничных позвоночно-двигательных сегментов [53], усугубляющих клиническую симптоматику сакрализации [54].

Многие авторы, изучающие синдром Бертолотти, указывают на то, что эта аномалия развития очень часто сочетается с дефектами задних отделов тел нижнего поясничного и верхнего крестцового позвонков – *spina bifida posterior* [55] и синдромом фиксированного спинного мозга [56]. Турецкие авторы F. Fidan et al. изучили рентгенограммы пояснично-крестцового отдела позвоночника 3132 молодых мужчин в возрасте от 17 до 22 лет, и оказалось, что у 28,3 % из них присутствовали, как указывают авторы, «бессимптомно протекающие аномалии позвоночника». В структуре этих аномалий преобладали варианты *spina bifida posterior* – 16,2 % случаев и переходные пояснично-крестцовые позвонки – 12,9 % клинических наблюдений [57]. В когорте пациентов с синдромом фиксированного спинного мозга различные типы сакрализации позвонка LV были диагностированы у 63 % больных [58].

Ведущим методом объективной диагностики сакрализации позвонка LV является лучевое исследование позвоночника и крестца [59]. В ходе проведения обследования пациентов, в зависимости от уровня учреждения, используются как обзорная рентгенография [9, 25], так и компьютерная [5, 19] и магнитно-резонансная томография [60, 61]. Эти методы лучевой диагностики используются как в изолированном виде, так и комплексно, с целью выбора подхода к планируе-

мой терапии, в том числе для выставления показаний к хирургическому лечению [28, 37].

Обзорную рентгенографию позвоночника и крестца выполняют для получения обзорной информации о состоянии этой анатомической области, при этом стандартные рентгенограммы в передне-задней проекции не всегда позволяют получить сведения о типе сакрализации позвонка LV [61, 62]. В этих случаях предпочтительнее выполнять рентгенографию пояснично-крестцового отдела позвоночника в передне-задней проекции под краниальным углом в 30° (проекция Фергюссона) [59]. Результаты мультиспиральной компьютерной томографии более наглядны, и на их основании, как правило, выносятся заключение о типе сакрализации позвонка LV [42, 62]. Применение в диагностических целях магнитно-резонансной томографии позволяет получить достоверную информацию о наличии и тяжести экстрафораминального стеноза, импиджмента и отека корешка спинномозгового нерва L5 [60], а в некоторых случаях, и корешков спинномозговых нервов L4 и S1 [63, 64].

Использование с целью диагностики синдрома Бертолотти позитронно-эмиссионной томографии также нашло отражение в единичных публикациях зарубежных авторов [65].

Диагностированные с помощью методов лучевой визуализации случаи сакрализации позвонка LV классифицируют, руководствуясь рекомендациями А.Е. Castellvi et al. Согласно классификации, разработанной этими американскими авторами в 1984 году, выделяют 7 типов (I, II, III типы в свою очередь подразделяются на подтипы «а» и «b» и IV) сакрализации позвонка LV, ориентируясь на степень и характер конкреценции поперечного отростка (отростков) этого позвонка с крылом подвздошной кости (одно- или двусторонний) или боковой массой (массами) крестца [66]. Современные авторы приводят различную частоту встречаемости типов сакрализации позвонка LV у пациентов исследуемых ими когорт. Так, J. Hanhivaara et al. информируют читателей о том, что тип I был диагностирован в 68 % случаев, тип II – в 16 %, тип III – в 13 %, тип IV – в 3 % клинических наблюдений [29]. Китайские исследователи X. Yao et al., изучавшие переходные пояснично-крестцовые позвонки у пациентов с грыжей межпозвоночных дисков и спондилолистезом, ничего не сообщают о частоте выявления типов I и IV, при этом тип II был диагностирован в 45,92 %, тип III – в 54,08 % случаев [47].

Для практических врачей безусловную ценность представляет опубликованная информация о том, что типы Ia, IIa и IIIa, т.е. случаи односторонней сакрализации, чреватые более выраженной клинической симптоматикой [13], при этом псевдоартрозы и конкреценции чаще локализуются с левой стороны [23]. Исследованиями К.А. McGratha et al. установлено, что частота диагностики левосторонних форм сакрализации позвонка LV составляет 48,03 % случаев, правосторонних – 23,54 %, двусторонних – 28,43 % клинических наблюдений [5].

Несмотря на то, что классификация А.Е. Castellvi et al. «принята» как руководство к действию всеми

заинтересованными специалистами, исследования в разработке новых опросников, шкал и классификаций продолжаются. Так, J. Knorp et al. представили разработанную ими 4-х балльную шкалу Оньюке («Onyike Grading Scale»), основанную на оценке локализации, тяжести и характеристиках боли у пациентов с сакрализацией позвонка LV, позволяющую применить алгоритм лечебных мероприятий в зависимости от количества «набранных» каждым конкретным пациентом баллов [67].

Анализ современных научных публикаций, посвященных различным аспектам сакрализации позвонка LV, показывает, что важнейшей проблемой являются ошибки, которые допускаются при постановке клинического диагноза, и связаны они, преимущественно, с неправильной нумерацией позвонков [68]. Многие авторы с сожалением констатируют, что у пациентов с люмбагией редко имеются рентгенограммы всего позвоночника, чаще всего для оценки доступны только результаты лучевого исследования поясничного отдела [69]. В этих случаях нередко возникают сложности с нумерацией позвонков, так как не всегда возможно точно дифференцировать, например, гипоплазию ребер от поперечных отростков в грудопоясничном переходе [59]. В этих случаях, в качестве ориентиров на имеющихся рентгенограммах, компьютерных и магнитно-резонансных томограммах используют такие анатомические образования как крыло подвздошной кости [70], подвздошно-поясничную связку [71], правую почечную артерию, верхнюю брыжеечную артерию, бифуркацию аорты, мозговой конус [72]. Но все перечисленные анатомические образования непостоянны, подвержены индивидуальной изменчивости, что может приводить к частым диагностическим, а затем и лечебным ошибкам [44]. В клинической практике встречаются такие ошибки с частотой от 33 [5] до 54 % [39] клинических наблюдений. По единодушному мнению всех авторов, занимающихся изучением сакрализации позвонка LV, не существует надежного способа подсчета позвонков без анализа результатов высококачественной лучевой визуализации всего позвоночного столба, начиная с уровня позвонка СII и каудально, до крестца включительно [59, 69, 70]. Именно этот, самый надежный способ подсчета количества позвонков, позволяет установить тип сакрализации позвонка LV и выработать лечебную тактику, направленную на купирование вертеброгенного болевого синдрома [38, 73].

Лечение начинают, как правило, с консервативных методов, заключающихся в назначении пациентам физиотерапевтических процедур и медикаментозной терапии анальгетиками и противовоспалительными средствами [21, 28]. При недостаточном лечебном эффекте проводят местные блокады в проекцию сочленения между поперечным отростком (отростками) позвонка LV и боковой массой (массами) крестца [35] и/или выполняют трансфораминальные эпидуральные инъекции препаратов из группы глюкокортикостероидов [34]. Клинические результаты консервативной терапии оценивают, как правило, с помощью визуальной аналоговой шкалы: снижение баллов на 50 % от исход-

ных или балл менее 3 после выполнения инъекций считают адекватным обезболиванием [37]. В ряде случаев полученный кратковременный положительный эффект от местной анестезии рассматривают как критерий для проведения оперативного вмешательства на уровне пояснично-крестцового перехода [74].

Наиболее распространенной и широко используемой операцией, удовлетворяющей пациентов, является резекция увеличенного в размерах поперечного отростка (отростков) позвонка LV из заднего доступа – псевдоартроэктомиа [6, 75]. Применяют эту операцию при сакрализации I и II типов по классификации А.Е. Castellvi et al., в том числе и у пациентов подросткового возраста [26, 27]. Бригада австралийских хирургов использовала с целью резекции поперечного отростка позвонка LV забрюшинный доступ, особо подчеркнув, что они ранее не встречали описанных в литературе подобных подходов к «ложному суставу» LV-SI [76].

Минимально инвазивная хирургия с использованием эндоскопического инструментария и интраоперационной трехмерной 3D-навигации также нашла применение в лечении клинических проявлений синдрома Бертолотти [74, 77, 78]. Преимуществом данных операций является то, что они позволяют с хорошим лечебным эффектом провести декомпрессию стенозированных межпозвонковых отверстий позвоночно-двигательного сегмента LV-SI [6, 21].

Транспедикулярный спондилодез не широко, но также используется в качестве метода оперативного вмешательства даже при типах III и IV синдрома Бертолотти [20]. В немногочисленных литературных ста-

тях на эту тему обсуждается, прежде всего, вопрос о протяженности зоны спондилодеза с целью сохранения максимально возможных движений в поясничном отделе позвоночника [73, 79].

В качестве перспективного метода малоинвазивной хирургии у пациентов с болевым синдромом, обусловленным синдромом Бертолотти, ряд авторов считает импульсивную радиочастотную абляцию «ложного сустава» LV-SI [32].

При анализе представленных в данной статье литературных источников обратили внимание на интересный факт: ни в одной из публикаций не изложены меры профилактики формирования пояснично-крестцовых переходных позвонков, в том числе и сакрализации LV. Связано это, на наш взгляд, с тем, что изучаемая аномалия развития пояснично-крестцовой локализации формируется внутриутробно, под влиянием множества известных и еще не установленных факторов. Исследователи-клиницисты, результаты исследований которых представлены в настоящей публикации, в своей работе сталкиваются с уже сформированными аномалиями, развитие которых носит проградентный характер. Предложение о проведении «профилактического рентгенологического исследования пояснично-крестцового отдела позвоночника в детском и подростковом возрасте», которое предлагается коллективом отечественных авторов [30], также не направлено на профилактику внутриутробного развития и формирования сакрализации позвонка LV у плодов и при серьезном обсуждении вызвало бы большое количество скептических вопросов и замечаний у специалистов различного профиля.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В представленном литературном обзоре, основанном на всестороннем анализе 80 современных научных статей, изложена информация, позволяющая получить сведения обо всех важнейших аспектах такой врожденной патологии пояснично-крестцового отдела позвоночника как сакрализация позвонка LV (синдром Бертолотти). В то же самое время в проанализированных литературных источниках не отражены некоторые вопросы, представляющие практический интерес. Так, например, не изучено течение сакрализации позвонка LV в динамике, в возрастном аспекте. Неясно, возможно ли, например, у пациента с сакрализацией типа IIa через несколько лет при проведении лучевого исследования констатировать

наличие этой же самой патологии, но уже типа IIIa или типа IV? Если «да», то какие факторы влияют на проградентное течение этой патологии? Представляет безусловный интерес информация о том, имеются ли клинико-лучевые параллели между степенью выраженности болевого синдрома и типом сакрализации. В литературе не представлены сведения о наличии или отсутствии семейных форм этого заболевания. Перечисленные неизученные вопросы лежат, как принято говорить, «на поверхности». Это позволяет надеяться на то, что дальнейшее изучение различных аспектов сакрализации позвонка LV (синдрома Бертолотти), в том числе и на генетическом уровне, будет продолжено.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Воробьева О.В., Морозова Т.Е., Герцог А.А. Лечение острой боли в общей врачебной практике // Медицинский совет. 2021. № 10. С. 42-50. DOI: 10.21518/2079-701X-2021-10-42-50.
2. Правдюк Н.Г., Шостак Н.А., Новикова А.В. Боль в спине у молодых: клинико-инструментальная характеристика с учетом отдаленных наблюдений // Лечебное дело. 2021. № 3. С. 81-92. DOI: 10.24412/2071-5315-2021-12363.
3. Huang Q.Q., Liu S.S., Liang G.Q. Advances in the study of anatomy and biomechanics of lumbosacral transitional vertebrae // Zhonghua Wai Ke Za Zhi. 2019. Vol. 57, No 2. P. 156-160. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0529-5815.2019.02.019.
4. Bolla S.R. Partial Lumbosacral Transitional Vertebra: A case of unilateral sacralization and its embryological and clinical implications // Kathmandu Univ. Med. J. (KUMJ). 2019. Vol. 17, No 67. P. 245-247.
5. Clinical assessment and management of Bertolotti Syndrome: a review of the literature / K. McGrath, E. Schmidt, N. Rabah, M. Abubakr, M. Steinmetz // Spine J. 2021. Vol. 21, No 8. P. 1286-1296. DOI: 10.1016/j.spinee.2021.02.023.
6. Surgical interventions for Bertolotti syndrome: case report and a review of unsatisfactory cases in the literature / C.J. Chang, Y.P. Chiu, H.R. Ji, C.H. Chu, C.D. Chiu // BMC Surg. 2022. Vol. 22, No 1. P. 36. DOI: 10.1186/s12893-022-01498-y.
7. Ульрих Э.В., Мушкин А.Ю. Вертебрология в терминах, цифрах, рисунках. СПб.: ЭЛБИ-СПб, 2002. 187 с.
8. Bertolotti M. Contributo alla conoscenza dei vizi di differenziazione regionale del rachide con speciale riguardo allo assimilazione sacrale della v. lombare // Radiol. Med. (Torino). 1917. Vol. 4. P. 113-114.

9. Role of the Lumbosacral Transition Vertebra and Vertebral Lamina in the Pathogenesis of Lumbar Disc Herniation / L. Jin, Y. Yin, W. Chen, R. Zhang, J. Guo, S. Tao, Z. Guo, Z. Hou, Y. Zhang // *Orthop. Surg.* 2021. Vol. 13, No 8. P. 2355-2362. DOI: 10.1111/os.13122.
10. Transitional vertebrae and numerical variants of the spine: prevalence and relationship to low back pain or degenerative spondylolisthesis / K. Sugiura, M. Morimoto, K. Higashino, M. Takeuchi, A. Manabe, S. Takao, T. Maeda, K. Sairyō // *Bone Joint J.* 2021. Vol. 103-B, No 7. P. 1301-1308. DOI: 10.1302/0301-620X.103B7.BJJ-2020-1760.R1.
11. Кабак С.Л., Заточная В.В., Жижко-Михасевич Н.О. Врожденные аномалии пояснично-крестцового отдела позвоночника // *Известия Национальной академии наук Беларуси. Серия медицинских наук.* 2020. Т. 17, № 4. С. 401-408. DOI: 10.29235/1814-6023-2020-17-4-401-408.
12. Mahato N.K. Complete sacralization of L5 vertebrae: traits, dimensions, and load bearing in the involved sacra // *Spine J.* 2010. Vol. 10, No 7. P. 610-615. DOI: 10.1016/j.spinee.2010.04.012.
13. Bertolotti syndrome with Articulated L5 Transverse Process Causing Intractable Back Pain: Surgical Video Showcasing a Minimally Invasive Approach for Disconnection: 2-Dimensional Operative Video / Z.D. Johnson, S.G. Aoun, V.S. Ban, T.Y. El Ahmadi, B. Kafka, C. Wolfe, O. Adogwa, C.A. Bagley, M.A. Tamimi // *Oper. Neurosurg. (Hagerstown)*. 2021. Vol. 20, No 3. P. E219-E220. DOI: 10.1093/ons/opa5343.
14. Minimally invasive surgical treatment of Bertolotti's Syndrome: case report / K.T. Ugokwe, T.L. Chen, E. Klineberg, M.P. Steinmetz // *Neurosurgery*. 2008. Vol. 62, No 5 Suppl. 2, ONSE454-ONSE456. DOI: 10.1227/01.neu.0000326034.77585.88.
15. Sharma V.A., Sharma D.K., Shukla C.K. Osteogenic study of lumbosacral transitional vertebra in central India region // *J. Anat. Soc. India*. 2011. Vol. 60, No 2. P. 212-217. DOI: 10.1016/s0003-2778(11)80030-4.
16. Retrospective cohort study of the prevalence of lumbosacral transitional vertebra in a wide and well-represented population / D. Uçar, B.Y. Uçar, Y. Coşar, K. Emrem, G. Gümüşsuyu, S. Mutlu, B. Mutlu, M.A. Caçan, Y. Mertsoy, H. Gümüş // *Arthritis*. 2013. Vol. 2013, Article No 461425. DOI: 10.1155/2013/461425.
17. Is sacralization really a cause of low back pain? / M. Bulut., B.Y. Uçar, D. Uçar, I. Azboy, A. Demirtaş, C. Alemdar, M. Gem, E. Ozkul // *ISRN Orthop.* 2013. Vol. 2013. 839013. DOI: 10.1155/2013/839013.
18. Ravikanth R., Majumdar P. Bertolotti's syndrome in low-backache population: Classification and imaging findings // *Ci Ji Yi Xue Za Zhi*. 2019. Vol. 31, No 2. P. 90-95. DOI: 10.4103/tcmj.tsmj_209_17.
19. Lumbosacral transitional vertebrae are associated with lumbar degeneration: retrospective evaluation of 3855 consecutive abdominal CT scans / J. Hanhivaara, J.H. Määttä, J. Niinimäki, M.T. Nevalainen // *Eur. Radiol.* 2020. Vol. 30, No 6. P. 3409-3416. DOI: 10.1007/s00330-020-06691-2.
20. Adams R., Herrera-Nicol S., Jenkins A.L. 3rd. Surgical Treatment of a Rare Presentation of Bertolotti's Syndrome from Castellvi Type IV Lumbosacral Transitional Vertebra: Case Report and Review of the Literature // *J. Neurol. Surg. Rep.* 2018. Vol. 79, No 3. P. e70-e74. DOI: 10.1055/s-0038-1667172.
21. A Comprehensive Update of the Treatment and Management of Bertolotti's Syndrome: A Best Practices Review / J. Crane, R. Cragon, J. O'Neill, A.A. Berger, H. Kassem, W.F. Sherman, A. Paladini, G. Varrassi, A.S. Odisho, S. Miriyala, A.D. Kaye // *Orthop. Rev. (Pavia)*. 2021. Vol. 13, No 2. P. 24980. DOI: 10.52965/001c.24980.
22. Conus Medullaris Level in Vertebral Columns with Lumbosacral Transitional Vertebra / A. Kershenovich, O.M. Macias, F. Syed, C. Davenport, G.J. Moore, J.H. Lock // *Neurosurgery*. 2016. Vol. 78, No 1. P. 62-70. DOI: 10.1227/NEU.0000000000001001.
23. Jancuska J.M., Spivak J.M., Bendo J.A. A Review of Symptomatic Lumbosacral Transitional Vertebrae: Bertolotti's Syndrome // *Int. J. Spine Surg.* 2015. Vol. 9. P. 42. DOI: 10.14444/2042.
24. Intraoperative navigation-guided resection of anomalous transverse processes in patients with Bertolotti's syndrome / H. Babu, C. Lagman, T.T. Kim, M. Grode, J.P. Johnson, D. Drazin // *Surg. Neurol. Int.* 2017. Vol. 8. P. 236. DOI: 10.4103/sni.sni_173_17.
25. Lumbosacral Transitional Vertebra: Possible Role in the Pathogenesis of Adolescent Lumbar Disc Herniation / B. Zhang, L. Wang, H. Wang, O. Cuo, X. Lu, D. Chen // *World Neurosurg.* 2017. Vol. 107. P. 983-989. DOI: 10.1016/j.wneu.2017.07.095.
26. Louie C.E., Hong J., Bauer D.F. Surgical management of Bertolotti's syndrome in two adolescents and literature review // *Surg. Neurol. Int.* 2019. Vol. 10. P. 135. DOI: 10.25259/SNI-305-2019.
27. Pediatric Back Pain Associated with Bertolotti's Syndrome: A Report of 3 Cases with Varying Treatment Strategies / S. Dhanjani, M. Altaieb, A. Margalit, V. Puvanesarajah, A. Jain // *JBJS Case Connect.* 2021. Vol. 11, No 4. DOI: 10.2106/JBJS.CC.21.00068.
28. A Rare Case of Bertolotti's Syndrome in a Young Patient: A Case Report and Literature Review / J. Kumar, S. Ali, N. Zadrán, M. Singh, Z. Ahmed // *Cureus*. 2020. Vol. 12, No 10. E10957. DOI: 10.7759/cureus.10957.
29. The Association of Lumbosacral Transitional Vertebrae with Low Back Pain and Lumbar Degenerative Findings in MRI: A Large Cohort Study / J. Hanhivaara, J.H. Määttä, J. Karppinen, J. Niinimäki, M.T. Nevalainen // *Spine (Phila Pa 1976)*. 2022. Vol. 47, No 2. P. 153-162. DOI: 10.1097/BRS.0000000000004244.
30. Юлин В.С., Шпагин М.В., Колесников М.В. Синдром Бертолотти // *Трудный пациент*. 2020. Т. 18, № 3. С. 13-16. DOI: 10.24411/2074-1995-2020-10012.
31. Bertolotti's syndrome: an underdiagnosed cause for lower back pain / F. Alonzo, A. Cobar, M. Cahueque, J.A. Prieto // *J. Surg. Case Rep.* 2018. Vol. 2018, No 10. P. rjy276. DOI: 10.1093/jscr/rjy276.
32. Extraforaminal entrapment of the fifth lumbar spinal nerve by nearthrosis in patients with lumbosacral transitional vertebrae / R. Kanematsu, J. Hanakita, T. Takahashi, M. Minami, Y. Tomita, F. Honda // *Eur. Spine J.* 2020. Vol. 29, No 9. P. 2215-2221. DOI: 10.1007/s00586-020-06460-1.
33. A case of Bertolotti's syndrome as a cause of sciatica / S. Kavtharani, S.A. Bsat, M. El Housseimy, C. Moussalem, A. Halaoui, T. Sunna // *Surg. Neurol. Int.* 2021. Vol. 12. P. 516. DOI: 10.25259/SNI_756_2021.
34. The Impact of Lumbosacral Transitional Vertebrae on Therapeutic Outcomes of Transforaminal Epidural Injection in Patients with Lumbar Disk Herniation / K.M. Son, S.M. Lee, G.W. Lee, M.H. Ahn, J.H. Son // *Pain Pract.* 2016. Vol. 16, No 6. P. 688-695. DOI: 10.1111/papr.12315.
35. Efficacy of local glucocorticoid after local anesthetic in low back pain with lumbosacral transitional vertebra: A randomized placebo-controlled double-blind trial / J. Glémarec, S. Varin, C. Cozic, G. Tanguy, C. Volteau, P. Montigny, B. Le Goff, C. Darrieurtot Laffite, Y. Maugars, G. Cormier // *Joint Bone Spine*. 2018. Vol. 85, No 3. P. 359-363. DOI: 10.1016/j.jbspin.2017.05.003.
36. Low back pain from Bertolotti's syndrome: A not-so-uncommon aetiology / R.K. Sahoo, R. Kar, R. Patel, A. Jadon // *Indian J. Anaesth.* 2020. Vol. 64, No 8. P. 729-731. DOI: 10.4103/ija.IJA_348_20.
37. Bertolotti syndrome: a diagnostic and management dilemma for pain physicians / A. Jain, A. Agarwal, S. Jain, C. Shamshery // *Korean J. Pain*. 2013. Vol. 26, No 4. P. 368-373. DOI: 10.3344/kjp.2013.26.4.368.
38. Lumbosacral Transitional Vertebrae amongst the Individuals Undergoing Magnetic Resonance Imaging of the Whole Spine in a Tertiary Care Hospital: A Descriptive Cross-sectional Study / S. Karki, R. Paudel, A. Phuyal, A. Bhandari // *JNMA J. Nepal Med. Assoc.* 2021. Vol. 59, No 242. P. 975-978. DOI: 10.31729/jnma.6336.
39. Lumbosacral Transitional Vertebrae Cause Spinal Level Misconception in Surgeries for Degenerative Lumbar Spine Disorders / T. Nakagawa, K. Hashimoto, T. Tsubakino, T. Hoshikawa, T. Inawashiro, Y. Tanaka // *Tohoku J. Exp. Med.* 2017. Vol. 242, No 3. P. 223-228. DOI: 10.1620/tjem.242.223.
40. Скрыбин Е.Г., Яковлев Е.О., Галеева О.В. Лучевая характеристика дисплазий и аномалий развития пояснично-крестцовой локализации у детей со спондилолистезом нижних поясничных позвонков // *Российский электронный журнал лучевой диагностики*. 2021. Т. 11, № 4. С. 75-83. DOI: 10.21569/2222-7415-2021-11-4-75-83.
41. Risk factors for recurrent lumbar disc herniation after discectomy / E.H. Shin, K.J. Cho, Y.T. Kim, M.H. Park // *Int. Orthop.* 2019. Vol. 43, No 4. P. 963-967. DOI: 10.1007/s00264-4201-7.
42. Association of spinal anomalies with spondylolysis and spina bifida occulta / M. Morimoto, K. Sugiura, K. Higashino, H. Manabe, F. Tezuka, K. Wada, K. Yamashita, S. Takao, K. Sairyō // *Eur. Spine J.* 2022. Vol. 31, No 4. P. 858-864. DOI: 10.1007/s00586-022-07139-5.

43. The clinical importance of lumbosacral transitional vertebra in patients with adolescent idiopathic scoliosis / C.S. Lee, J.K. Ha, D.G. Kim, C.J. Hwang, D.H. Lee, J.H. Cho // *Spine (Phila Pa 1976)*. 2015. Vol. 40, No 17. P. E964-E970. DOI: 10.1097/BRS.0000000000000945.
44. Variations in the Number of Thoracic and Lumbar Vertebrae in Patients with Adolescent Idiopathic Scoliosis: A Retrospective, Observational Study / B. Garg, N. Metha, A. Goyal, N. Rangaswamy, A. Upadhyay // *Int. J. Spine Surg.* 2021. Vol. 15, No 2. P. 359-367. DOI: 10.14444/8047.
45. Particularities of anterior fusion in L4-L5 isthmic spondylolisthesis / P.E. Moreau, C.H. Flouzat-Lachaniette, J. Lebar, G. Mirouse, A. Poignard, J. Allain // *Orthop. Traumatol. Surg. Res.* 2016. Vol. 102, No 6. P. 755-758. DOI: 10.1016/j.otsr.2016.05.006.
46. Kim N.H., Suk K.S. The role of transitional vertebrae in spondylolysis and spondylolytic spondylolisthesis // *Bull. Hosp. Jt. Dis.* 1997. Vol. 56, No 3. P. 161-166.
47. Association between lumbar sacralization and increased degree of vertebral slippage and disc degeneration in patients with L4 spondylolysis / X. Yao, R. Ding, J. Liu, S. Zhu, J. Zhuang, Z. Liu, H. Jiang, D. Qu, Q. Zhu, J. Chen // *J. Neurosurg. Spine.* 2019. P. 1-5. DOI: 10.3171/2018.11.SPINE18900.
48. Скрыбин Е.Г. Спондилолиз и спондилолизный спондилолистез нижних поясничных позвонков у детей и подростков // *Гений ортопедии*. 2017. Т. 23, № 1. С. 71-73. DOI: 10.18019/1028-4427-2017-23-1-71-73.
49. Radiographic predisposing factors for degenerative spondylolisthesis / Y. Smorgick, Y. Mirovsky, J.S. Fischgrund, K.C. Baker, Y. Gelfer, Y. Anekstein // *Orthopedics*. 2014. Vol. 37, No 3. P. e260-e264. DOI: 10.3928/01477447-20140225-58.
50. The Clinical Significance of Lumbosacral Transitional Vertebrae on the Surgical Outcomes of Lumbar Discectomy: A Retrospective Cohort Study of Young Adults / S.S. Ahn, D.K. Chin, S.H. Kim, D.W. Kim, B.H. Lee, M.G. Ku // *World Neurosurg.* 2017. Vol. 99. P. 745-750. DOI: 10.1016/j.wneu.2016.05.073.
51. Bron J.L., van Royen B.J., Wuisman P.I. The clinical significance of lumbosacral transitional anomalies // *Acta Orthop. Belg.* 2007. Vol. 73, No 6. P. 687-695.
52. Association between lumbosacral transitional vertebrae and spinal pathologies based on T2 whole-spine sagittal magnetic resonance imaging / O. Rabau, Y. Smorgick, S. Tal, E. Tamir, M. Levshin, Y. Mirovsky, Y. Anekstein // *Skeletal Radiol.* 2021. Vol. 50, No 12. P. 2503-2508. DOI: 10.1007/s00256-021-03809-5.
53. Lumbar Facet Tropism: A Comprehensive Review / F. Alonso, C.M. Kirkpatrick, W. Jeong, C. Fisahn, S. Usman, T. Rustagi, M. Loukas, J.R. Chapman, R.J. Oskouian, R.S. Tubbs // *World Neurosurg.* 2017. Vol. 102. P. 91-96. DOI: 10.1016/j.wneu.2017.02.114.
54. Can T.S., Yilmaz B.K., Ozdemir S. Sacralization may be associated with facet orientation and tropism but not degenerative changes of the lumbar vertebrae // *Pol. J. Radiol.* 2021. Vol. 86. P. e387-e393. DOI: 10.5114/pjr.2021.107726.
55. Transitional Vertebra and Spina Bifida Occulta related with Chronic Low Back Pain in a Young Patient / M. Kundi, M. Habib, S. Babar, A.K. Kundi, S. Assad, A. Sheikh // *Cureus*. 2016. Vol. 8, No 10. P. e837. DOI: 10.7759/cureus.837.
56. Tu A., Steinbok P. Occult tethered cord syndrome: a review // *Childs Nerv. Syst.* 2013. Vol. 29, No 9. P. 1635-1640. DOI: 10.1007/s00381-013-2129-1.
57. The incidence of congenital lumbosacral malformations in young male Turkish military school candidates population / F. Fidan, N. Çay, M. Asiltürk, E. Veizi // *J. Orthop. Sci.* 2021. S0949-2658 (21)00226-8. DOI: 10.1016/j.jos.2021.07.008.
58. Apaydin M. Tethered cord syndrome and transitional vertebrae // *Surg. Radiol. Anat.* 2020. Vol. 42, No 2. P. 111-119. DOI: 10.1007/s00276-019-02341-5.
59. Konin G.P., Walz D.M. Lumbosacral transitional vertebrae: classification, imaging findings and clinical relevance // *AJNR Am. J. Neuroradiol.* 2010. Vol. 31, No 10. P. 1778-1786. DOI: 10.3174/ajnr.A2036.
60. Byun W.M., Kim J.W., Lee J.K. Differentiation between symptomatic and asymptomatic extraforaminal stenosis in lumbosacral transitional vertebra: role of three-dimensional magnetic resonance lumbosacral radiculography // *Korean J. Radiol.* 2012. Vol. 13, No 4. P. 403-411. DOI: 10.3348/kjr.2012.13.4.403.
61. Interreader and intermodality reliability of standard anteroposterior radiograph and magnetic resonance imaging in detection and classification of lumbosacral transitional vertebra / N.A. Farshad-Amacker, B. Lurie, R.J. Herzog, M. Farshad // *Spine J.* 2014. Vol. 14, No 8. P. 1470-1475. DOI: 10.1016/j.spinee.2013.08.048.
62. Lumbar plain radiograph is not reliable to identify lumbosacral transitional vertebra types according to Castellvi classification principle / L. Hou, X. Bai, H. Li, T. Gao, W. Li, T. Wen, Q. He, D. Ruan, L. Shi, W. Bing // *BMC Musculoskelet. Disord.* 2020. Vol. 21, No 1. P. 333. DOI: 10.1186/s12891-020-03558-3.
63. Bezuidenhout A.F., Lotz J.W. Lumbosacral transitional vertebra and S1 radiculopathy: the value of coronal MR imaging // *Neuroradiology*. 2014. Vol. 56, No 6. P. 453-457. DOI: 10.1007/s00234-014-1361-z.
64. Decompressive L5 Transverse Processotomy for Bertolotti's Syndrome: A Preliminary Study / C.I. Ju, S.W. Kim, J.G. Kim, S.M. Lee, H. Shin, H.Y. Lee // *Pain Physician*. 2017. Vol. 20, No 6. P. E923-E932.
65. Bertolotti Syndrome Demonstrated on 18F-NaF PET/CT / S. Usmani, N. Ahmed, F. Marafi, F. Al Kandari // *Clin. Nucl. Med.* 2017. Vol. 42, No 6. P. 480-482. DOI: 10.1097/RLU.0000000000001632.
66. Castellvi A.E., Goldstein L.A., Chan D.P. Lumbosacral transitional vertebrae and their relationship with lumbar extradural defects // *Spine (Phila Pa 1976)*. 1984. Vol. 9, No 5. P. 493-495. DOI: 10.1097/00007632-198407000-00014.
67. Onyiuke Grading Scale: A clinical classification system for the diagnosis and management of Bertolotti syndrome / J. Knopf, S. Lee, K. Bulsara, I. Moss, D. Choi, H. Onyiuke // *Neurochirurgie*. 2021. Vol. 67, No 6. P. 540-546. DOI: 10.1016/j.neuchi.2021.05.002.
68. Merits of different anatomical landmarks for correct numbering of the lumbar vertebrae in lumbosacral transitional anomalies / N.A. Farshad-Amacker, A. Aichmair, R.J. Herzog, M. Farshad // *Eur. Spine J.* 2015. Vol. 24, No 3. P. 600-608. DOI: 10.1007/s00586-014-3573-7.
69. Paik N.C., Lim C.S., Jang H.S. Numeric and morphological verification of lumbosacral segments in 8280 consecutive patients // *Spine (Phila Pa 1976)*. 2013. Vol. 38, No 10. P. E573-E578. DOI: 10.1097/BRS.0b13e31828b7195.
70. Lian J., Levine N., Cho W. A review of lumbosacral transitional vertebrae and associated vertebral numeration // *Eur. Spine J.* 2018. Vol. 27, No 5. P. 995-1004. DOI: 10.1007/s00586-018-5554-8.
71. Effect of spinal segment variants on numbering vertebral levels at lumbar MR imaging / J.A. Carrino, P.D. Campbell Jr., D.C. Lin, W.B. Morrison, M.E. Schweitzer, A.E. Flanders, J. Eng, A.R. Vaccaro // *Radiology*. 2011. Vol. 259, No 1. P. 196-202. DOI: 10.1148/radiol.11081511.
72. Using MRI to evaluate anatomic significance of aortic bifurcation, right renal artery, and conus medullaris when locating lumbar vertebral segments / C.H. Lee, B.K. Seo, Y.C. Choi, H.J. Shin, J.H. Park, H.J. Jeon, K.A. Kim, C.M. Park, B.H. Kim // *AJR Am. J. Roentgenol.* 2004. Vol. 182, No 5. P. 1295-1300. DOI: 10.2214/ajr.182.5.1821295.
73. Understanding quality of life and treatment history of patients with Bertolotti syndrome compared with lumbosacral radiculopathy / J.L. Golubovsky, A. Momin, N.R. Thompson, M.P. Steinmetz // *J. Neurosurg. Spine.* 2019. P. 1-7. DOI: 10.3171/2019.2.SPINE1953.
74. Minimally Invasive Microendoscopic Resection of the Transverse Process for Treatment of Low Back Pain with Bertolotti's Syndrome / Y. Takata, T. Sakai, K. Higashino, Y. Goda, K. Mineta, K. Sugiura, K. Sairyu // *Case Rep. Orthop.* 2014. Vol. 2014. P. 613971. DOI: 10.1155/2014/613971.
75. Quality-of-life and postoperative satisfaction following pseudoarthrectomy in patients with Bertolotti syndrome / K.A. McGrath, N.R. Thompson, E. Fischer, J. Kanasz, J.L. Golubovsky, M.P. Steinmetz // *Spine J.* 2022. Vol. 22, No 8. P. 1292-1300. DOI: 10.1016/j.spinee.2022.02.010.
76. Anterior pseudoarthrectomy for symptomatic Bertolotti's syndrome / G.M. Malham, R.J. Limb, M.H. Claydon, G.A. Brazenor // *J. Clin. Neurosci.* 2013. Vol. 20, No 12. P. 1762-1766. DOI: 10.1016/j.jocn.2013.02.018.
77. How I do it? Uniportal full endoscopic pseudoarthrosis release of left L5/S1 Bertolotti's syndrome under intraoperative computer tomographic guidance in an ambulatory setting / P.H. Wu, M. Sebastian, H.S. Kim, G.T.Y. Heng // *Acta Neurochir. (Wein)*. 2021. Vol. 163, No 10. P. 2789-2795. DOI: 10.1007/s00701-021-04975-0.

78. The effectiveness of preoperative assessment using a patient-specific three-dimensional pseudoarticulation model for minimally invasive posterior resection in a patient with Bertolotti's syndrome: a case report / K. Shinonara, M. Kaneko, R. Ugawa, S. Arataki, K. Takeuchi // J. Med. Case Rep. 2021. Vol. 15, No 1. P. 68. DOI: 10.1186/s13256-020-02635-y.
79. The Impact of L5 Sacralization on Fusion Rates and Clinical Outcomes after Single-level Posterior Lumbar Interbody Fusion (PLIF) at L4-L5 Level / G.W. Lee, J.H. Shin, S.M. Ryu, M.W. Ahn // Clin. Spine Surg. 2018. Vol. 31, No 1. P. E62-E68. DOI: 10.1097/BSD.0000000000000536.
80. Pulsed Radiofrequency Treatment for Bertolotti's syndrome presenting with low back pain: report of four cases / R. Kanematsu, J. Hanakita, T. Takahashi, Y. Tomita, M. Minami // Pain Pract. 2020. Vol. 20, No 5. P. 568-570. DOI: 10.1111/papr.12877.

Статья поступила в редакцию 30.05.2022; одобрена после рецензирования 04.04.2022; принята к публикации 30.08.2022.

The article was submitted 30.05.2022; approved after reviewing 04.04.2022; accepted for publication 30.08.2022.

Информация об авторе:

Евгений Геннадьевич Скрыбин – доктор медицинских наук, профессор, <https://orcid.org/0000-0002-4128-6127>, SPIN: 4125-9422, Scopus ID: 6507261198.

Information about the author:

Evgeny G. Skryabin – Doctor of Medical Sciences, Professor, <https://orcid.org/0000-0002-4128-6127>, SPIN: 4125-9422, Scopus ID: 6507261198.

Источник финансирования и конфликт интересов. Автор статьи подтверждает отсутствие финансовой поддержки исследования и конфликта интересов, о котором необходимо сообщить.