

УДК 611.72:616-073-7

**МЕЖПОПЕРЕЧНЫЕ И ТРАНСФОРАМИНАЛЬНЫЕ СВЯЗКИ:
АНАТОМИЧЕСКИЙ БАЗИС ДЛЯ ЛУЧЕВОГО ДИАГНОСТА
(обзор литературы)****А. М. Юрковский****Гомельский государственный медицинский университет**

Сложности с интерпретацией результатов радиологических исследований связочного аппарата поясничного отдела позвоночника часто возникают вследствие отсутствия необходимого уровня знаний относительно анатомо-морфологических особенностей этих структур. Учитывая дефицит именно этой важной для диагностического поиска информации, проведен анализ публикаций, посвященных клинической и лучевой анатомии межпоперечных и трансфораминальных связок.

Ключевые слова: межпоперечные и трансфораминальные связки, клиническая анатомия, лучевая диагностика.

**INTERTRANSVERSE AND TRANSFORAMINAL LIGAMENTS:
ANATOMICAL BASIS FOR A RADIOLOGIST
(literature review)****A. M. Yurkovskiy****Gomel State Medical University**

Due to the absence of necessary knowledge about anatomic morphological features of ligamentous apparatus of the lumbar spine, it is often difficult to interpret the results of radiological studies of these structures. Taking into consideration the shortage of this information and its importance for diagnostic purposes, the analysis of the publications dedicated to clinical anatomy of intertransverse and transforaminal ligaments has been carried out.

Key words: intertransverse and transforaminal ligaments, clinical anatomy, radiation diagnostics.

Введение

Возникновение синдрома боли в нижней части спины (СБНС) связывают с функциональными и дистрофическими изменениями опорно-двигательного аппарата [1, 2]. К структурам, потенциальным способным при их патологии инициировать СБНС или, как минимум, создавать предпосылки для его возникновения, относят связочный аппарат позвоночно-двигательных сегментов [1, 2, 3] и, в частности, так называемые (по N. Bogduk, 2005) «ложные» связки [3]: *ligg. intertransversaria*, *ligg. transforaminal*, *ligg. mamillo-accessory* [2].

Применительно к данным структурам L. G. F. Giles и K. P. Singer (1997) выделяют два основных механизма возникновения СБНС: воспалительный и механический [2]. При воспалительном варианте выявляемые изменения подобны тем, с которыми обычно сталкиваются при поражении связок и сухожилий добавочного скелета (т. е. скелета верхних и нижних конечностей) [3]. При механическом варианте выявляемые изменения более разнообразны: так, в одних случаях они связаны с неправильным расположением связок (как врожденного, так и приобретенного характера) [2], в других — с их оссификацией [2], в третьих — с различными аномалиями спинномозговых нервов, встречающимися, по разным данным, в 4–14 % случаев [2, 4, 5]. Причем в последнем случае признаки компрессии, как утверждают некоторые авторы, могут возникать из-за несоответствия тол-

щины нервных проводников (например, при объединенных спинномозговых нервах) размерам компартементов, через которые они проходят [2, 4, 5].

Таким образом, разнообразие структурных изменений, потенциально способных инициировать развитие СБНС, требует достаточной компетенции лучевого диагноста относительно анатомо-морфологических особенностей различных структур на уровне поясничного отдела позвоночника и, в частности, так называемых «ложных» связок. Однако при изучении публикаций, посвященных использованию лучевых методов диагностики при СБНС, обнаруживается дефицит этой информации.

Цель

Анализ и систематизация данных об анатомо-морфологических особенностях *ligg. intertransversaria*, *ligg. transforaminal*, *ligg. mamillo-accessory* на уровне поясничного отдела позвоночника.

Материал исследования

Изучены материалы по клинической и лучевой анатомии связочного аппарата поясничного отдела позвоночника, опубликованные в следующих изданиях: *Spine*; *European Spine Journal*; *Journal of Bone and Joint Surgery*; *Clinical Biomechanics*; *Journal of Anatomy*; *Annals of Surgery*; *Australian and New Zealand Journal of Surgery*; *American Journal of Roentgenology*. Кроме того, в работе использовалась информация, содержащаяся в ряде монографий.

Результаты и обсуждение

В поясничном отделе позвоночника есть связки, которые N. Bogduk (2005) предлагает называть «ложными» [3]: *ligg. intertransversaria*, *ligg. transforaminal*, *ligg. mamillo-accessory*. У этих связок есть ряд особенностей, связанных как с их топографией, так и морфологией.

Межпоперечные связки (*ligg. intetransversaria*)

По одним источникам эти структуры описываются как узкие тяжи между поперечными отростками позвонков [2], по другим — как соединительнотканые листки, располагающиеся между поперечными отростками позвонков (от каудальной поверхности вышележащего поперечного от-

ростка до краниальной поверхности нижележащего поперечного отростка) [3]. В отличие от других связок они не имеют четкой латеральной и медиальной границ [3]. Кроме того, волокна коллагена в них не упакованы также плотно и упорядоченно, как в истинных связках [3].

Латерально эти структуры продолжают одним листком в тораколумбальную фасцию, покрывающую *m. quadratus lumborum*, и другим — в апоневроз *transversus abdominis*, формирующий средний слой тораколумбальной фасции [3].

В медиальном направлении, по данным Lewin T. с соавт. (1962), межпоперечная связка расщепляется на два листка [6] (рисунок 1).

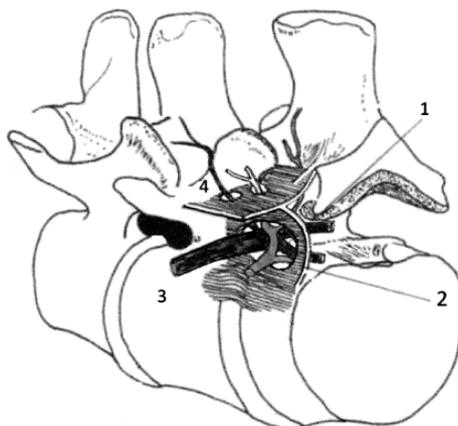


Рисунок 1 — Вентральный и дорсальный листки межпоперечной связки (по Т. Lewin с соавт., 1962):
 1 — дорсальный листок; 2 — пространство между дорсальным листком и желтой связкой;
 3 — передняя (вентральная) ветвь (*ramus anterior*) спинномозгового нерва;
 4 — медиальная ветвь (*ramus medialis*)

Дорсальный листок идет медиально и прикрепляется к латеральному краю пластинки дуги позвонка. Ниже этот листок сливается с капсулой дугоотростчатого сустава. Вентральный листок изгибается вперед и продолжается кпереди по боковой поверхности тел позвонков, сливаясь в итоге с латеральными краями передней продольной связки. Эта часть листка как раз в том месте, где она закрывает межпозвонковое отверстие, имеет две перфорации: верхнюю, через которую проходят нервы к подвздошной мышце (*m. psoas*), и нижнюю, через которую проходят передняя (вентральная) ветвь спинномозгового нерва и дорсальные ветви поясничных артерий и вен [3]. Промежутки между вентральными и дорсальными листками межпоперечной связки имеют клиновидную форму и заполнены жировой клетчаткой.

По мнению N. Bogduk (2005), эти образования являются не столько истинными связками, сколько частью сложной фасциальной системы, предназначенной для разграничения определенных паравертебральных структур [3]. Естественно, что при таком расположении (в толще тканей) попытки дифференцировать изменения этой связки от повреждений окружающих мышц выглядят как что-то нереальное [3].

Следующая группа связок — это трансфораминальные связки (*ligg. transforaminal*) или, как их называют иначе, связки, ассоциированные с межпозвонковым отверстием. Данные структуры представляют собой узкие пучки коллагеновых волокон, располагающихся в области межпозвонковых отверстий [2, 3].

Первое упоминание об этих связках, по данным С. W. Gilchrist с соавт. (2002), относится к 1832 г., когда J. M. Bourguery впервые опубликовал работу с их описанием [7]. В дальнейшем W. A. Lamson (1944) [8] и P. V. Magnuson (1944) [9] также зафиксировали наличие аналогичных структур на уровне позвоночно-двигательного сегмента LV.

Однако более обстоятельное описание трансфораминальных связок было сделано В. S. Golub и В. Silverman (1969) [10]. Данные авторы при тщательном изучении 10 позвоночных столбов отметили присутствие этих образований на различных уровнях поясничного отдела позвоночника при исследовании 9 позвоночных столбов, причем примерно в 47 % случаев эти связки имелись на всех уровнях поясничного отдела позвоночника [10]. Наиболее толстые связки определялись на уровне верхних позвоночно-двигательных сегментов, более тонкие — на уровне нижних [10, 11]. По

данным Н. S. Kuofi с соавт. (1988), связки были окружены рыхлой клетчаткой, имели гладкие контуры, сечение их чаще было округлое на уровне верхних позвоночно-двигательных сегментов и более плоское — на более низком уровне [11].

В. S. Golub и В. Silverman (1969) [10] выделили пять основных типов связок, ассоциированных с межпозвоночным отверстием (рисунок 2):

— *lig. corporotransverse superior* — связка, соединяющая более нижний заднелатеральный край тела позвонка с добавочным отростком того же самого позвонка (выявлялась примерно в 27 % [10]); поперечное сечение данной связки варьируется от округлой формы до плоской [2];

— *lig. corporotransverse inferior* — связка, толщиной от 1 до 3,5 мм [2], соединяющая более нижний заднелатеральный край тела по-

звонка с поперечным отростком нижерасположенного (выявлялась примерно в 12% [10]); поперечное сечение данной связки также варьируется от округлой формы до плоской [2];

— *lig. transforaminal superior* — прочная плоская связка толщиной от 1,5 до 2 мм [2], перебрасывающаяся через нижнюю позвоночную вырезку (выявлялась примерно в 2 % [10]);

— *lig. transforaminal inferior* — жесткая, плоская связка толщиной от 3 до 5 мм [2], перебрасывающаяся через верхнюю позвоночную вырезку (выявлялась примерно в 4 % [10]);

— *lig. mid-transforaminal* — прочная связка толщиной от 0,5 до 2 мм [2], перебрасывающаяся от заднебоковой части фиброзного кольца к суставной капсуле дуготростчатого сустава (выявлялась примерно в 2% [10]).

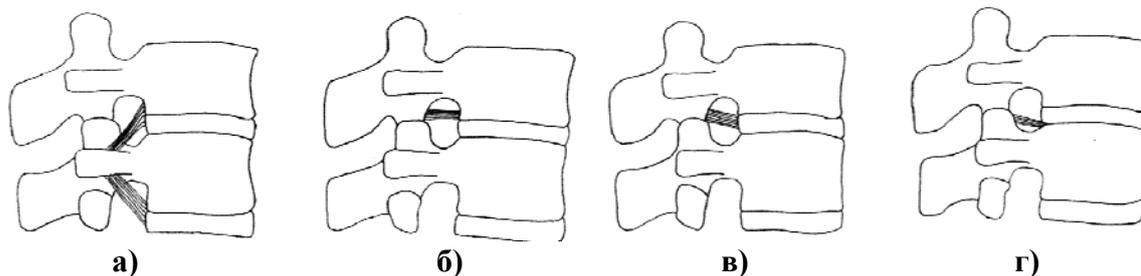


Рисунок 2 — Основные типы трансфораминальных связок (по В. S. Golub и В. Silverman, 1969): а) *lig. corporotransverse superior* и *lig. corporotransverse inferior*; б) *lig. transforaminal superior*; в) *lig. transforaminal inferior*; г) *lig. midtransforaminal* [3]

Первоначально предполагалось, что эти связки могут в определенной ситуации сдавливать спинномозговые нервы [8, 9, 10]. Однако более поздние анатомические исследования Н. S. Kuofi с соавт. (1988) этого не подтвердили. Более того, Н. S. Kuofi и соавт. (1988) пришли к выводу, что своеобразная пространственная ориен-

тация связок, ассоциированных с межпозвоночным отверстием, приводит к формированию компартементов, обеспечивающих защиту проходящих в них спинномозговых нервов и сосудов во время динамического изменения размеров межпозвоночного отверстия [7, 11, 12] (рисунок 3).

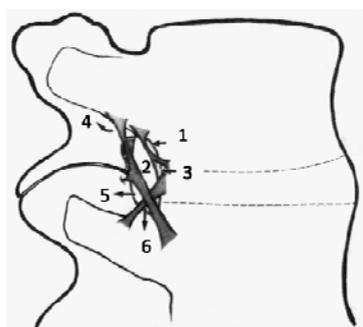


Рисунок 3 — Схема прикрепления связок, ассоциированных с межпозвоночным отверстием и формируемых ими компартементов (по Н. S. Kuofi с соавт., 1988): 1 — компартемент для спинномозговой артерии (*ramus spinalis*); 2 — компартемент для передней ветви спинномозгового нерва (*ramus anterior*); 3 — компартемент сегментарной артерии (*a. medullaris segmentalis*); 4, 5 — компартемент для медиальной и латеральной ветвей спинномозгового нерва, а также сопровождающих их сосудов; 6 — компартемент для вен

Недавно опубликованные результаты экспериментального исследования, проведенного Г. А. Крапас с соавт. (2010), также дают основание утверждать, что трансфораминальные

связки играют важную роль в профилактике тракционных повреждений спинномозговых нервов, так как обеспечивают срединное (т.е. центральное) положение нерва в межпозвон-

ковом отверстии и уменьшают продольную напряженность [13]. Однако если речь идет об уровне LV–SI, то все не так уж однозначно. Например, на этом уровне W. A. Larmon (1944) [8] выявил при аутопсии (n = 10) признаки компрессии спинномозгового нерва L5, как он полагал, аномальной связкой, соединявшей поперечные отростки LV с телом LV и SI (правда, нельзя не отметить, что в двух других случаях наличие таких же связок не сопровождалось компримированием спинномозгового нерва L5).

Получается, что вероятность такого повреждения исключить все же нельзя, особенно в случае выраженных дистрофических изменений на уровне пояснично-двигательного сегмента LV–SI или же, что реже, нарушений развития на данном уровне [2, 8, 9]. Впрочем, приходится признать и то, что пока нет достаточно аргументированных подтверждений в пользу такого предположения [3]. Во всяком случае, Н. S. Kuofi и соавт. (1988), изучавшие данный аспект проблемы (12 трупов взрослых и 2 плода в возрасте 21 и 24 недель), смогли лишь констатировать то, что связки, ассоциированные с межпозвоночным отверстием на данном уровне, не являются аномалией и иг-

рают важную роль в профилактике поврежденных нервных проводников и сосудов [12]. Что же касается возможной их роли в формировании СБНС, то однозначный ответ на этот вопрос так и не был получен.

Ligg. mamillo-accessory. Прочная связка, состоящая из переменных по толщине волокон коллагена. Соединяет сосцевидный и добавочный отростки поясничных позвонков [2, 3, 14, 15, 16]. С точки зрения N. Bogduk (1981) [14], данное образование истинной связкой не является, потому как соединяет две точки одной и той же кости (т.е. позвонка) [3, 14] и, что примечательно, структурно больше напоминает, например, сухожилие m. semispinalis, нежели связку [3, 14] (рисунок 4).

Оссификация lig. mamillo-accessory — явление далеко не редкое. По данным N. Bogduk (1981), подобные изменения наблюдаются на уровне LV в 10 % случаев [3, 14]. Впрочем, эта цифра скорее всего не отражает истинной картины хотя бы потому, что количество наблюдений у указанного автора было незначительным (n = 6), а посему есть смысл ориентироваться на данные J. Y. Maigne и R. Maigne (n = 203) [15], Ninghsia Medical College (n = 100) [16] и I. Tekdemir (n = 273), приведенные в таблице 1.

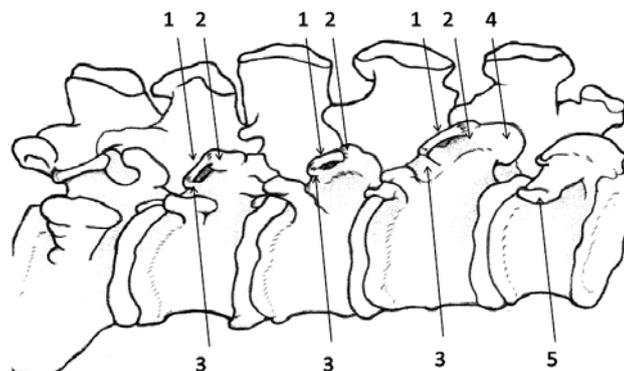


Рисунок 4 — Ligg. mamillo-accessory (по N. Bogduk, 2005):

- 1 — ligg. mamillo-accessory; 2 — сосцевидный отросток (processus mamillaris); 3 — добавочный отросток (processus accessorius); 4 — верхний суставной отросток (processus articularis); 5 — поперечный отросток (processus transverses)

Таблица 1 — Данные J. Y. Maigne и R. Maigne, Ninghsia Medical College и I. Tekdemir

Уровень поясничного отдела позвоночника	Оссификация 1/2					Оссификация 3/4					Полная оссификация (foramen mamillo-accessory)				
	количество случаев					количество случаев					количество случаев				
	левая сторона		правая сторона			левая сторона		правая сторона			левая сторона		правая сторона		
	J. Y. Maigne et al.	Ninghsia Medical College	I. Tekdemir	J. Y. Maigne et al.	Ninghsia Medical College	I. Tekdemir	J. Y. Maigne et al.	Ninghsia Medical College	I. Tekdemir	J. Y. Maigne et al.	Ninghsia Medical College	I. Tekdemir	J. Y. Maigne et al.	Ninghsia Medical College	I. Tekdemir
LI	—	100	—	—	100	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
LII	1	92	1	1	89	3	—	8	2	—	10	1	2	—	—
LIII	6	51	9	1	48	6	5	46	2	2	48	3	5	3	—
LIV	21	22	11	6	22	13	6	64	11	4	68	8	10	11	5
LV	20	23	7	12	20	6	12	50	3	11	52	4	51	27	2

Таким образом, распространенность foramen mamillo-accessory на уровне LV составляет, по одним данным, 28 % [16], по другим — от 13,5 (справа) до 26,4 % (слева) [15]; на уровне LIV — по одним данным, 10 % [16], по другим — от 4,9 (слева) до 5,4 % (справа) [15]. На других уровнях foramen mamillo-accessory либо вовсе не встречается (LI–LII), либо встречается редко, как например, на уровне LIII (от 2,4 [15] до 3 % [16, 17]).

По мнению N. Bogduk (2005), lig. mamillo-accessory не имеет никакого биомеханического значения и ее окостенение является нормальным феноменом, легко визуализируемым при помощи КТ [20] и не имеющим отношения к патологии [3]. Тем не менее нельзя не отметить, что N. Bogduk в одной из своих более ранних публикаций [12] (так же, как и ряд других авторов [2, 8, 9, 12, 18, 19]) все же высказывал предположение о том, что данная связка, возможно, имеет отношение к компрессии нервных проводников. Однако эти предположения пока не проверены клинически [3].

Визуализация неизмененных связок посредством обычной рентгенографии, в том числе и линейной томографии невозможна. Однако использование компьютерной томографии (КТ) позволяет получить изображение некоторых связок, ассоциированных с межпозвоночным отверстием, что и продемонстрировали своим экспериментальным (на трупах) исследованием (n = 15) С. Р. Church и М. Т. Buehler (1991), получив хорошо дифференцируемое изображение lig. corporotransverse на уровне LV [21]. В похожем эксперименте В. Н. Nowicki и В. М. Haughton (1992) также на секционном материале (n = 15) изучили возможности методов визуализации (оценили 114 межпозвоночных отверстий с использованием КТ и 27 межпозвоночных отверстий с использованием МРТ). Коэффициенты ослабления трансфораминальных связок при КТ оказались такими же, как у межпозвоночных дисков и желтых связок, но ниже, чем у окружающей их жировой клетчатки [22]. Использование парасагиттальных КТ-срезов позволило выявить большинство трансфораминальных связок. Столь же эффективным было применение и аксиальных срезов. При этом визуализация связок была успешной на всех уровнях поясничного отдела позвоночника. Однако следует признать, что необходима дальнейшая работа в данном направлении с целью отработки методик, пригодных для оценки состояния ложных связок не только в эксперименте, но и в клинической практике.

Выводы

1. При анализе диагностических изображений связок, ассоциированных с межпозвоночным отверстием, необходима не только оценка их анатомо-морфологических особенностей (в соответствии с существующей клас-

сификацией), но и поиск возможных аномалий спинномозговых нервов.

2. Необходимо уделять внимание структурным изменениям элементов позвоночного столба, создающим предпосылки для функциональной перегрузки позвоночно-двигательных сегментов с последующим запуском описанных выше механизмов повреждения связок.

3. Учитывая недостаточную специфичность критериев, используемых для оценки изменений связок, целесообразно сопоставление данных лучевых исследований с клиническими проявлениями.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Panjabi, M. M. A hypothesis of chronic back pain: ligament subfailure injuries lead to muscle control dysfunction / M. M. Panjabi // Eur. Spine J. — 2006. — Vol. 15. — P. 668–676.
2. Giles, L. G. F. Clinical anatomy and management of low back pain / L. G. F. Giles, K. P. Singer. Oxford. — Butterworth-Heinemann, 1997. — Vol. 1. — 411 с.
3. Bogduk, N. Clinical anatomy of the lumbar spine and sacrum / N. Bogduk. — Edinburgh.: Churchill Livingstone, 2005. — P. 39–48.
4. Kadish, L. J. Anomalies of the lumbosacral nerve roots. An anatomical investigation and myelographic study / L. J. Kadish, E. H. Simmons // J. Bone Joint Surg. (Br.). — Vol. 66-B, № 3. — P. 411–416.
5. Postacchini, F. Lumbosacral nerve-root anomalies / F. Postacchini, S. Urso, L. Ferro // J. Bone Joint Surg. Am. — 1982. — Vol. 64. — P. 721–729.
6. Lewin, T. The morphology of the lumbar synovial intervertebral joints / T. Lewin, B. Moffet, A. Viidik // Acta. Morphol. Neerland-Scand. — 1962. — Vol. 4. — P. 299–319.
7. Gilchrist, R. V. Anatomy of the Intervertebral Foramen / R. V. Gilchrist, C. W. Slipman, S. M. Bhagia // Pain Physician. — 2002. — Vol. 5, № 4. — P. 372–378.
8. Larmon, W. A. An anatomical study of the lumbosacral region in relation to low back pain and sciatica / W. A. Larmon // Ann. Surg. — 1944. — Vol. 119. — P. 892–896.
9. Magnuson, P. B. Differential diagnosis of causes of pain in the lower back accompanied by sciatic pain / P. B. Magnuson // Ann. Surg. — 1944. — Vol. 119. — P. 878–891.
10. Golub, B. S. Transforaminal ligaments of the lumbar spine / B. S. Golub, B. Silverman // J. Bone Joint Surg. — 1969. — Vol. 51A. — P. 947–956.
11. Kuofi, H. S. Ligaments associated with lumbar intervertebral foramina. 1. L1 to L4 / H. S. Kuofi, M. Badawi, J. A. Fatani // J. Anat. — 1988. — Vol. 156. — P. 177–183.
12. Kuofi, H. S. Ligaments associated with lumbar intervertebral foramina. 2. The fifth lumbar level / H. S. Kuofi, M. Badawi, J. A. Fatani // J. Anat. — 1988. — Vol. 159. — P. 1–10.
13. Lumbar extraforaminal ligaments act as a traction relief and prevent spinal nerve compression / G. A. Kraanac [et al.] // Clinical Biomechanics. — 2010. — Vol. 25, № 1. — P. 10–15.
14. Bogduk, N. The lumbar mamillo-accessory ligament. Its anatomical and neurosurgical significance / N. Bogduk // Spine. — 1981. — Vol. 6, № 2. — P. 162–167.
15. Maigne, J. Y. The lumbar mamillo-accessory foramen: a study of 203 lumbosacral spines / J. Y. Maigne, R. Maigne, H. Guerin-Surville // Surg. Radiol. Anat. — 1991. — Vol. 13. — P. 29–32.
16. Ninghsia Medical College. Anatomical observations on lumbar nerve posterior rami / Ninghsia Medical College // Chinese Med. J. (Engl.). — 1978. — Vol. 4, № 6. — P. 492–496.
17. Tekdemir, I. Frequency of occurrence of mamillo-accessory foramen in lumbar vertebrae / I. Tekdemir, M. Ersoy, A. Elhan // Turk. J. Med. Res. — 1993. — Vol. 11, № 3. — P. 112–115.
18. Bradley, K. C. The anatomy of backache / K. C. Bradley // Aust. N.Z. J. Surg. — 1974. — Vol. 44. — P. 227–232.
19. Anatomic Analysis of the Transforaminal Ligament in the Lumbar Intervertebral Foramen / J. H. Min [et al.] // Neurosurgery. — 2005. — Vol. 57, № 1. — P. 37–41.
20. Beers, G. J. Vertical foramina in the lumbosacral region: CT appearance / G. J. Beers, A. P. Carter, W. E. McNary // Am. J. Roentgenol. — 1984. — Vol. 143. — P. 1027–1029.
21. Church, C. P. Radiographic evaluation of the corporotransverse ligament at the L5 intervertebral foramen: a cadaveric study / C. P. Church, M. T. Buehler // J. Manipulative Physiol. Ther. — 1991. — Vol. 14, № 4. — P. 240–248.
22. Nowicki, B. H. Ligaments of the lumbar neural foramina: A sectional anatomic study / B. H. Nowicki, V. M. Haughton // Clinical Anatomy. — 1992. — Vol. 5, № 2. — P. 126–135.