

МОРФОСКОПИЧЕСКАЯ И МОРФОМЕТРИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКИ МЕЖПОЗВОНОЧНОГО ДИСКА L_V-S_I У ЛИЦ МОЛОДОГО И СРЕДНЕГО ВОЗРАСТА

© Приймак М.А.¹, Гайворонский А.И.², Гайворонский И.В.^{2,3,4}, Ничипорук Г.И.^{2,3},
Горячева И.А.^{2,3}, Гайворонская М.Г.^{3,4}

¹ 1586-й Военный клинический госпиталь (1586 ВКГ)

Россия, 142110, Московская область, г. Подольск, ул. Маштакова, д.4

² Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова (ВМедА)

Россия, 194044, г. Санкт-Петербург, ул. ак. Лебедева, д. 6

³ Санкт-Петербургский государственный университет (СПбГУ)

Россия, 199034, г. Санкт-Петербург, Университетская наб., д. 7-9

⁴ Научный медицинский исследовательский центр им. В.А. Алмазова (НМИЦ)

Россия, г. Санкт-Петербург, 197341, ул. Аккуратова, д. 2

Цель: изучить морфоскопические и морфометрические характеристики межпозвоночного диска L_V-S_I по данным магнитно-резонансной томографии.

Материалы и методы. Выполнен анализ магнитно-резонансных томограмм 90 пациентов (66 мужчин, 24 женщины), не имевших заболеваний поясничного отдела позвоночника. С помощью программного обеспечения для обработки изображений, создаваемых на аппарате МРТ, выполнено измерение различных морфометрических параметров межпозвоночного диска (МПД) и студенистого ядра (СЯ) на уровне L_V-S_I. Проведено сравнение полученных данных между мужчинами и женщинами, астениками, нормостениками, гиперстениками и лицами молодого (от 18 до 44 лет) и среднего возраста (от 45 до 60 лет). Дополнительно изучались морфоскопические характеристики: форма МПД и СЯ в аксиальной плоскости.

Результаты. Установлено, что в норме МПД L_V-S_I наиболее часто представлен эллиптической (54,5%) реже почкообразной (45,5%) формами; СЯ в норме имеет овальную (57,8%) и почкообразную (42,2%) формы. Показано, что у мужчин достоверно больше дорсальная высота МПД, его ширина, переднезадний размер, площадь, а также продольно-поперечный индекс СЯ. Доказано, что достоверные различия по форме МПД между астениками, нормо- и гиперстениками отсутствуют, при этом высота МПД по центру, его вентральная, дорсальная высота и наиболее латеральная высота МПД значимое больше у гиперстеников. Доказано, что почкообразная форма СЯ достоверно чаще встречалась у астеников, а овальная – у гиперстеников, при этом морфометрические параметры СЯ значимо не различались между крайними типами телосложения. Показана тенденция к снижению высоты МПД у людей среднего возраста по сравнению с молодым.

Заключение. Полученные результаты необходимы при планировании операции, а также для изготовления ригидных имплантов и искусственных дисков при эндопротезировании и межтеловом спондилодезе.

Ключевые слова: магнитно-резонансная томография; межпозвоночный диск L_V-S_I; поясничный отдел позвоночника; морфометрия; морфоскопия.

Приймак Максим Александрович – ст. ординатор нейрохирургического отделения, 1586 ВКГ, г. Подольск. ORCID iD: 0000-0003-4984-9526. E-mail: boec.87@inbox.ru

Гайворонский Алексей Иванович – д-р мед. наук, профессор, профессор кафедры нейрохирургии, ВМедА, г. Санкт-Петербург. ORCID iD: 0000-0003-1886-5486. E-mail: don-gaivoronsky@ya.ru

Гайворонский Иван Васильевич – заслуженный деятель науки РФ, д-р медицинских наук, профессор, зав. кафедрой нормальной анатомии, ВМедА, г. Санкт-Петербург; зав. кафедрой морфологии, СПбГУ, г. Санкт-Петербург; зав. кафедрой морфологии человека с курсом гистологии, цитологии, эмбриологии НМИЦ, г. Санкт-Петербург. ORCID iD: 0000-0002-7232-6419. E-mail: i.v.gaivoronsky@mail.ru

Ничипорук Геннадий Иванович – канд. мед. наук, доцент, доцент кафедры нормальной анатомии, ВМедА, г. Санкт-Петербург; доцент кафедры морфологии, СПбГУ, г. Санкт-Петербург. ORCID iD: 0000-0001-5569-7325. E-mail: nichiporuki120@mail.ru

Горячева Инга Александровна – канд. мед. наук, доцент, доцент кафедры нормальной анатомии, ВМедА, г. Санкт-Петербург; доцент кафедры морфологии, СПбГУ, г. Санкт-Петербург. ORCID iD: 0000-0003-3064-7596. E-mail: smoriarti@yandex.ru

Гайворонская Мария Георгиевна – д-р мед. наук, доцент, профессор кафедры морфологии человека с курсом гистологии, цитологии, эмбриологии, НМИЦ, г. Санкт-Петербург; профессор кафедры морфологии, СПбГУ, г. Санкт-Петербург. ORCID iD: 0000-0003-4992-9702. E-mail: solnushko12@mail.ru (автор, ответственный за переписку)

Дегенеративно-дистрофические заболевания позвоночника зачастую обусловлены повышенными физическими нагрузками, которые в наибольшей степени оказывают влияние на пояснично-крестцовый отдел. Наиболее неустойчивым к дегенеративному процессу является межпозвоночный диск (МПД) L_V-S_I, так как

основная нагрузка приходится именно на него. В своей повседневной деятельности человек сталкивается с повышенными нагрузками на позвоночник, что в результате приводит к дегенерации диска, изменению объема движений и формированию очага боли [1-3].

В диагностике дегенеративно-дистрофических заболеваний МПД магнитно-резонансная томография наиболее информативный метод исследования. При дегенерации МПД отмечается снижение интенсивности на Т2-взвешенных изображениях, где определяются зоны гиперинтенсивного сигнала, которые представлены скоплением жидкости в толще дефектов фиброзного кольца (ФК). Наличие изменения сигнала на Т1-взвешенных изображениях встречается намного реже, но также имеет место. Дефекты между фиброзной тканью МПД в радиальном направлении или между слоями волокон называют трещинами ФК. В Т2-режиме эти изменения имеют высокую интенсивность сигнала и располагаются в наружных отделах ФК [4, 5].

Изучение высоты, ширины, объёма, форм МПД по данным магнитно-резонансной томографии, широко используется при проведении клинических и биомеханических исследований позвоночника [6-8].

Известно, что эндопротезирование МПД в подавляющем большинстве случаев выполняется в молодом и среднем возрасте, так как у пациентов пожилого возраста при диагностике выявляются различные возрастные изменения (стеноз позвоночного канала, спондилоартроз, деформирующий спондилез), которые являются противопоказанием к выполнению этого оперативного вмешательства [9]. Разработкой конструкций функциональных, нефункциональных и комбинированных эндопротезов поясничных дисков путем детального изучения различных анатомо-морфометрических характеристик занимался Чертков А.К. [10]. Автор отмечает, что протезирование МПД, как правило, выполняют в сегментах L_{III}-L_{IV}, L_{IV}-L_V, L_V-S_I.

Таким образом, изучение морфометрических и морфоскопических параметров межпозвоночного диска L_V-S_I находится в сфере интересов как анатомов, так и клиницистов. При этом усредненные данные об основных параметрах данного межпозвоночного диска у лиц разного пола и возраста, типа телосложения по данным литературных источников существенно отличаются [6-8].

Цель исследования. Изучить морфоскопические и морфометрические характеристики межпозвоночного диска L_V-S_I по данным магнитно-резонансной томографии с учетом возрастных, половых и типовых особенностей взрослого человека.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследование проводилось на основании данных магнитно-резонансных томограмм поясничного отдела позвоночника 90 пациентов (66 мужчин, 24 женщин), полученных на томографе Philips Achieva с магнитной индукцией 1,5 Тл центра рентгенологии ФГКУ «1586 ВКГ» Минобороны России. Критерием включения в исследование являлось отсутствие признаков дегенеративно-дистрофического поражения, исследуемого МПД. Для систематизации пациентов по возрасту использовалась возрастная классификация ВОЗ [11]. По возрасту пациенты распределены следующим образом: молодой (от 18 до 44 лет) – n = 58, средний (от 45 до 60 лет) – n = 32. По типу телосложения: астеники (9), нормостеники (33), гиперстеники (48) (табл. 1). Анализ магнитно-резонансных томограмм осуществлялся при помощи программы Horos 1.1.6.

Таблица 1

Table 1

Распределение пациентов по полу, возрасту и типу телосложения

Distribution by gender, age and body type

Тип телосложения Body type physique	Пол Gender		Возраст Age	
	М M	Ж W	Молодой возраст Young age	Средний возраст Middle age
A / A n = 9	7	2	6	3
H / N n = 33	21	12	19	14
Г / H n = 48	38	10	33	15
Итого / Total	66	24	58	32

Примечания: здесь и далее: А – астеники; Н – нормостеники; Г – гиперстеники; М – мужчины; Ж – женщины.

Notes: here and further: A – asthenics; N – normosthenics; H – hypersthenics; M – men; W – women.

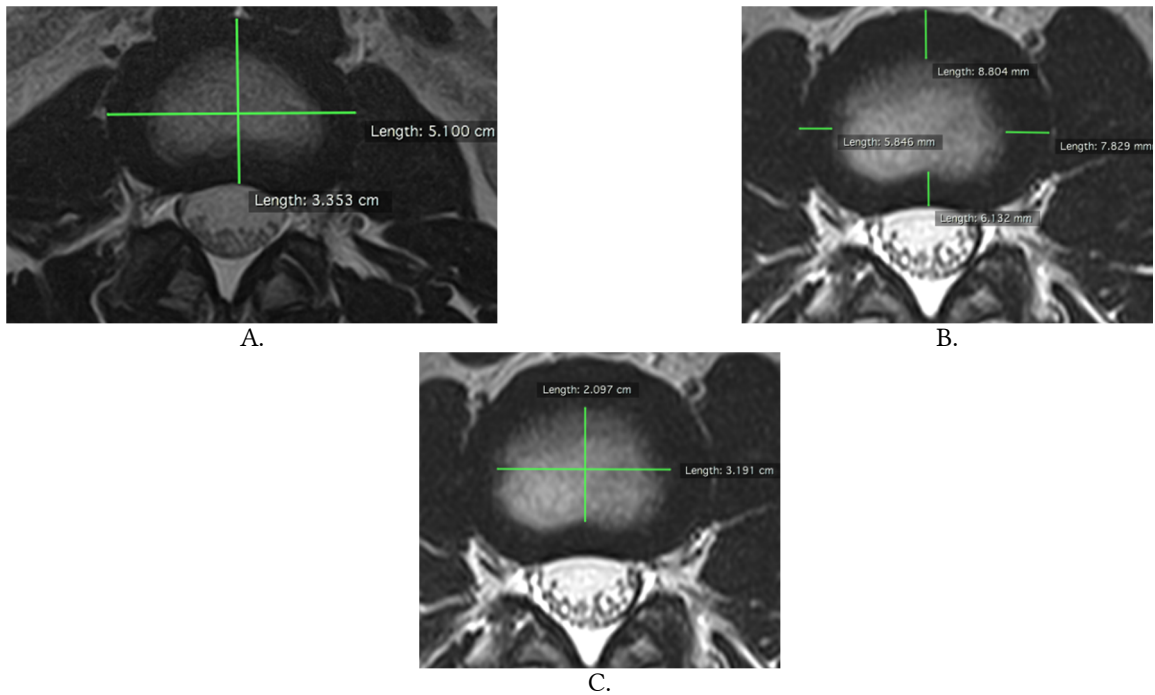


Рис. 1. Морфометрическое исследование на уровне L_5-S_1 в аксиальной плоскости: А – длина и ширина межпозвоночного диска; В – длина и ширина фиброзного кольца; С – длина и ширина студенистого ядра.

Fig. 1. Morphometric study at the level of L_5-S_1 in the axial plane: A – length and width of the intervertebral disc; B – the length and width of the fibrous ring; C – length and width of the nucleus pulposus

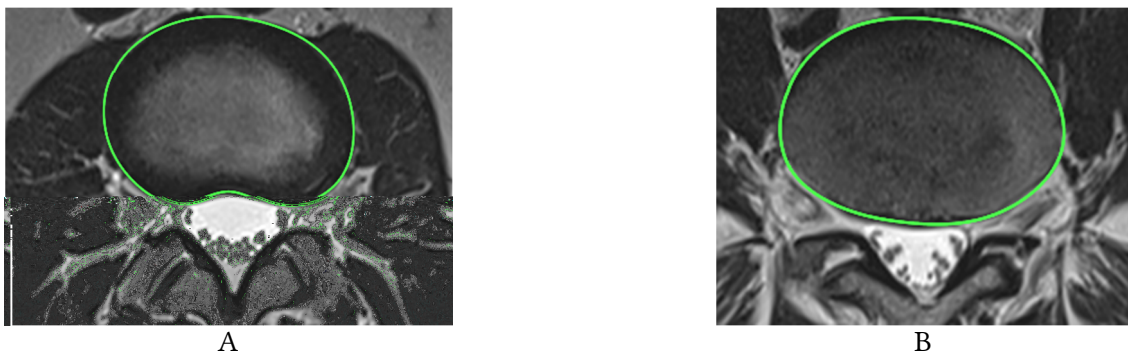


Рис. 2. Формы межпозвоночного диска L_5-S_1 : А – почкообразная; В – эллиптическая.

Fig. 2. Forms of the intervertebral disc L_5-S_1 : A – kidney-shaped; B – elliptical.

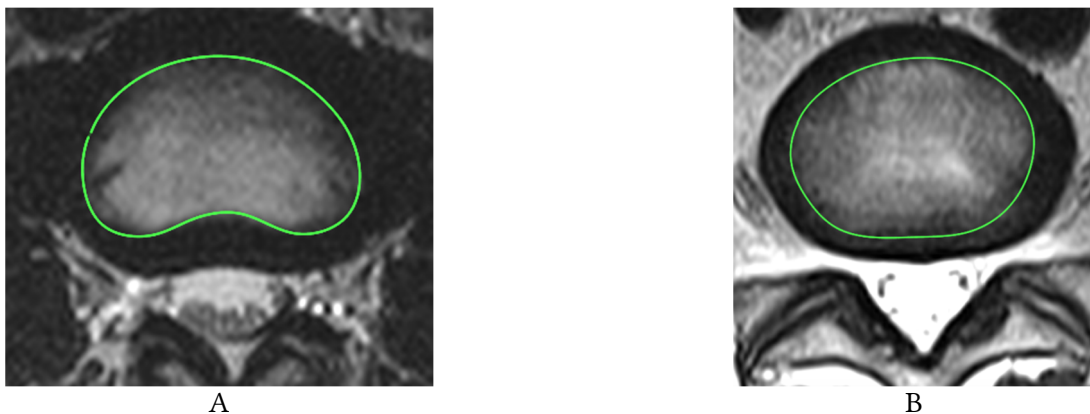


Рис. 3. Формы студенистого ядра: А – почкообразная; В – овальная.

Fig. 3. Forms of the nucleus pulposus: A – kidney-shaped; B – oval.

Конституциональный тип по данным классификации академика Черноруцкого М.В. определяли при помощи индекса Пинье. Этот показатель отражает связь между окружностью грудной клетки в фазе выдоха (ОГК, см), ростом (Р, см) и массой тела (М, кг):

$$ИП = P - (M + ОГК).$$

Если $ИП > 30$, то человек – астеник, если $30 > ИП > 10$ – нормостеник, если $ИП < 10$ – гиперстеник.

Были изучены следующие морфоскопические характеристики межпозвоночного диска – L_V-S_I : форма МПД и студенистого ядра (СЯ) в аксиальной плоскости.

В сагиттальных, коронарных и аксиальных проекциях проведена оценка ряда спондилометрических показателей данных МПД. В сагиттальной проекции изучались: высота МПД по центру, вентральная высота МПД, дорсальная высота МПД. В коронарной проекции: наиболее латеральная высота МПД справа/слева. В аксиальной проекции: ширина МПД, переднезадний размер МПД, вентральная, дорсальная, наиболее латеральная слева/справа ширина ФК, переднезадний размер, ширина СЯ (рис. 1). Рассчитывались площадь, продольно-поперечный индекс МПД и СЯ.

Выбор этих характеристик обусловлен необходимостью их подробного изучения при планировании эндопротезирования и переднего межтелового спондилодеза межпозвоночных дисков по поводу дегенеративно-дистрофических заболеваний поясничного отдела позвоночника.

Статистическая обработка результатов исследования производилась в программе StatSoft Statistica 10. Для описания параметров во всей выборке для каждого признака определялись медиана (М), межквартильный интервал (LQ; UQ) и коэффициент вариации. Выполнялась проверка признаков на нормальность распределения с помощью критерия Шапиро-Уилка. В случае нормального распределения изучаемых признаков межпозвоночных дисков на разных уровнях нижнепоясничного отдела позвоночника, использовался t-критерий Стьюдента с поправкой Бонферрони. При ненормальном распределении использовался критерий Краскела-Уоллиса. Достоверность различий определяли с помощью H-критерия Краскела – Уоллиса и последующим попарным сравнением с использованием U-критерия Манна – Уитни. Различия считали достоверными при статистической значимости $p < 0,05$. Также выполнялась оценка статистической значимости различий форм межпозвоночных дисков на разных уровнях, с использованием критерия хи-квадрат Пирсона.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

На аксиальных срезах нами были выделены две формы МПД L_V-S_I : почкообразная, эллиптическая (рис. 2). СЯ также имело две формы: почкообразную и овальную (рис. 3).

Установлено, что в норме в общей выборке МПД L_V-S_I наиболее часто представлен эллиптической (54,5%) реже почкообразной (45,5%) формами ($\chi^2=22,1$; $p=0,001$), с четкими границами. СЯ в норме имеет овальную (57,8%) и почкообразную (42,2%) формы ($\chi^2=15,3$; $p=0,001$).

Обращает на себя внимание наличие статистически значимых отличий в распределении форм МПД и СЯ L_V-S_I у мужчин и женщин. Так, на уровне сегмента L_V-S_I у мужчин чаще встречается почкообразная форма МПД (53%), тогда, как у женщин преобладает его эллиптическая форма (75%). При этом статистически достоверных различий по форме МПД у лиц с различными типами телосложения не обнаружено (таблица 2).

В распределении форм СЯ по всем указанным исследуемым группам выявлены достоверные различия. Почкообразная форма СЯ L_V-S_I преобладает у женщин (54,2%) по сравнению с мужчинами (37,8%) ($\chi^2 = 20,9$, $p = 0,001$) и астеников (66,7%) по сравнению с гиперстениками (37,5%) ($\chi^2 = 20,5$, $p = 0,001$), в то время как у мужчин и гиперстеников чаще встречается его овальная форма.

Что касается возрастных изменений формы МПД и СЯ L_V-S_I , нами установлено, что для МПД они статистически недостоверны, однако отмечена тенденция трансформации почкообразной в эллиптическую форму у МПД L_V-S_I с нечеткими контурами при появлении начальных признаков дегенерации.

При этом по форме СЯ имеются значимые возрастные особенности. Так у лиц молодого возраста достоверно чаще встречается почкообразная форма СЯ (55,2% наблюдений); у лиц среднего возраста – его овальная форма (68,7% наблюдений).

В таблице 3 представлены результаты измерений МПД L_V-S_I в зависимости от пола, типа телосложения и возраста.

В сегменте L_V-S_I дорсальная высота, переднезадний размер, ширина, площадь МПД, продольно-поперечный индекс СЯ у женщин достоверно меньше по сравнению с мужчинами. Высота МПД по центру, вентральная, дорсальная высота, наиболее латеральная высота МПД слева больше у гиперстеников по сравнению с астениками.

Установлено, что статистически значимых различий между группами, определенными

Таблица 2

Table 2

Частота встречаемости форм МПД и СЯ L_V-S_I

Frequency of occurrence of IVD and NP forms

Форма МПД и СЯ Form of IVD and NP	М М abc/% abs/%	Ж W abc/% abs/%	А A abc/% abs/%	Н N abc/% abs/%	Г H abc/% abs/%	Молодой возраст Young age abc/% abs/%	Средний возраст Middle age abc/% abs/%
Почкообразная форма МПД Kidney-shaped form of IVD	35/53	6/25	5/55.5	18/54.5	20/41.7	26/44.8	14/43.7
Эллиптическая форма МПД Elliptical form of IVD	31/47	18/75	4/45.5	15/45.4	28/58.3	32/55.2	18/56.3
Почкообразная форма СЯ Kidney-shaped form of NP	25/37.8	13/54.2	6/66.7	19/57.6	18/37.5	32/55.2	10/31.2
Овальная форма СЯ Oval form of NP	41/62.2	11/45.8	3/33.3	14/42.4	30/62.5	26/44.8	22/68.7

по возрасту, по всем изученным признакам не выявлено, однако прослеживается тенденция снижения высоты МПД у людей среднего возраста, по сравнению с молодым возрастом. Пациентов в пожилом и старческом возрасте мы не исследовали, так как в этих возрастных группах признаки дегенеративных изменений встречаются существенно чаще.

Выбор такого метода исследования, как магнитно-резонансная томография позволяет изучить состояние МПД, ФК, СЯ и других анатомических структур позвоночника, что другими методами исследования, как правило, не визуализируется. Высокая информативность и отсутствие лучевой нагрузки на пациента является преимуществом данного метода [5].

В ходе анализа магнитно-резонансных томограмм нами установлено, что МПД в аксиальной проекции может иметь различную форму – почкообразную или эллиптическую, СЯ – почкообразную и овальную формы.

Отмечено, что у лиц мужского пола показатели дорсальной высоты МПД L_V-S_I в сагиттальной проекции, ширины и переднезаднего размера в аксиальной проекции, а также площади МПД больше, чем у женского пола, что можно объяснить действием андрогенов у мужчин на все скелетные ткани.

Журкин К.И. [12] в своих исследованиях измерял высоту МПД в сагиттальной проекции только по центру, что не учитывает различие размеров МПД в других его отделах. При этом в его исследованиях так же прослеживается увеличение размеров МПД у мужчин. По данным исследований Емкужева О.Л. [13] высота тел по-

звонков, МПД также преобладает у мужчин, что, по-видимому, обусловлено более высоким ростом и андрогенным гормональным фоном.

В ходе изучения размера МПД L_V-S_I в различных возрастных группах установлено, что его высота в среднем возрасте несколько снижается по сравнению с молодым возрастом, однако эти различия не достигают статистической значимости ($p>0,05$). Можно полагать, что с возрастом уменьшаются амортизационные свойства пульпозного ядра в межпозвоночных дисках, испытывающих наибольшую нагрузку.

При анализе отечественной и зарубежной литературы нами не найдено сведений об исследовании различных параметров МПД L_V-S_I в зависимости от типа телосложения. По нашим данным, при сравнении астеников с нормостениками по большинству параметров статистически значимые различия отсутствуют, однако они выявляются при сравнении крайних групп (астеников с гиперстениками) с преобладанием высотных размеров у гиперстеников ($p<0,05$). Мы объясняем это тем, что астеники в пропорциях тела имеют длинные конечности и маленький позвоночник, а гиперстеники, напротив, более короткие конечности и относительно длинный позвоночник.

На наш взгляд, наибольшую практическую значимость данное исследование представляет для производителей эндопротезов (имплантов) МПД L_V-S_I . С учетом выявленной частоты встречаемости форм и размеров МПД медицинская промышленность может определить оптимальную потребность в выпуске различных вариантов имплантов.

Таблица 3

Table 3

Морфометрические параметры межпозвоночного диска L_V–S_IMorphometric parameters of the intervertebral disc L_V–S_I

Исследуемые параметр Researched parameter	Статистический параметр Statistical parameter	Значение параметров в исследуемых группах Parameter value in researched groups							V, %
		М M	Ж W	А A	Н N	Г H	Молодой возраст Young age	Средний возраст Middle age	
Высота МПД по центру (мм) IVD height in the center (mm)	М	10.5	10.7	10.0	9.6	12.1	10.6	9.8	18.2
	(LQ; UQ)	(9.6; 12.5)	(9.8; 11.6)	(9.7; 10.0)	(8.2; 10.7)	(10.4; 13.0)	(9.8; 11.6)	(8.9; 11.7)	
Вентральная высота МПД (мм) IVD ventral height (mm)	М	11.0	11.8	9.7	11.0	12.6	11.1	10.4	14.5
	(LQ; UQ)	(10.1; 12.6)	(9.9; 12.9)	(9.5; 11.0)	(9.5; 11.8)	(10.6; 13.2)	(10.1; 12.3)	(9.7; 11.4)	
Дорсальная высота МПД (мм) Dorsal IVD height (mm)	М	6.8	5.5	6.7	5.7	7.3	6.5	6.2	24.8
	(LQ; UQ)	(5.8; 7.6)	(5.3; 6.7)	(5.3; 6.8)	(5.2; 6.7)	(5.7; 8.9)	(5.7; 7.0)	(5.6; 9.9)	
Наиболее латеральная высота МПД слева (мм) Left most lateral IVD height (mm)	М	8.0	7.0	7.0	7.2	9.0	7.5	7.7	23.5
	(LQ; UQ)	(6.6; 10.0)	(6.3; 8.3)	(6.3; 10.0)	(5.8; 7.5)	(7.3; 10.1)	(6.6; 8.8)	(5.6; 10.1)	
Наиболее латеральная высота МПД справа (мм) Right most lateral IVD height (mm)	М	8.6 (7.1; 9.9)	8.4 (7.0; 9.0)	7.0 (6.0; 9.3)	8.1 (6.7; 8.9)	9.5 (7.4; 10.4)	8.5 (7.2; 9.3)	8.3 (6.9; 10.1)	19.1
	(LQ; UQ)								
Переднезадний размер МПД (мм) Anteroposterior IVD size (mm)	М	39.3	34.4	36.0	38.5	39.1	39.1	39.0	10.3
	(LQ; UQ)	(37.5; 41.0)	(32.0; 37.6)	(34.4; 37.5)	(33.0; 41.0)	(37.1; 40.2)	(36.6; 41.5)	(35.8; 40.2)	
Ширина МПД (мм) IVD width (mm)	М	54.7	48.6	52.7	54.2	54.3	55.1	54.3	8.3
	(LQ; UQ)	(53.5; 57.4)	(47.0; 52.7)	(47.0; 57.2)	(48.6; 55.6)	(50.4; 58.5)	(51.0; 57.2)	(49.9; 57.4)	
Продольно-поперечный индекс МПД Longitudinal-transverse IVD index	М	0.72	0.71	0.68	0.71	0.72	0.71	0.72	1.9
	(LQ; UQ)	(0.70; 0.72)	(0.68; 0.71)	(0.66; 0.73)	(0.68; 0.74)	(0.69; 0.74)	(0.70; 0.72)	(0.70; 0.72)	
Площадь МПД (см ²) IVD area (cm ²)	М	67.5	52.5	59.6	65.5	66.7	67.7	66.5	8.3
	(LQ; UQ)	(62.9; 73.9)	(47.2; 62.2)	(50.8; 67.3)	(50.4; 71.6)	(58.7; 73.8)	(58.6; 74.5)	(56.1; 72.5)	
Вентральная ширина ФК (мм) Ventral width of FC (mm)	М	5.7	6.5	5.7	6.0	5.5	6.2	5.8	11.0
	(LQ; UQ)	(5.3; 6.2)	(6.4; 6.7)	(4.2; 7.9)	(5.7; 6.3)	(4.5; 6.5)	(5.3; 6.3)	(5.6; 6.2)	
Дорсальная ширина ФК (мм) Dorsal FC width (mm)	М	6.1	8.1	6.3	7.6	5.6	5.9	7.5	25.4
	(LQ; UQ)	(4.8; 7.8)	(7.6; 8.6)	(5.4; 6.8)	(6.1; 8.6)	(3.7; 7.6)	(4.8; 7.8)	(6.8; 8.1)	

Таблица 3. Окончание

Table 3. The end

Ширина ФК наиболее латеральная слева (мм) FR width most lateral on the left (mm)	M	5.9	6.7	6.6	6.9	6.3	5.9	7.0	17.2
	(LQ; UQ)	(5.7; 8.4)	(6.6; 6.8)	(6.2; 6.9)	(5.9; 8.4)	(5.9; 6.8)	(5.7; 6.6)	(6.3; 7.8)	
Ширина ФК наиболее латеральная справа (мм) FR width most lateral on the right (mm)	M	6.1	3.4	5.4	5.7	4.1	5.2	5.6	27.9
	(LQ; UQ)	(5.0; 6.3)	(2.3; 4.5)	(4.2; 6.2)	(5.0; 6.3)	(3.8; 4.5)	(3.8; 6.1)	(4.7; 6.5)	
Переднезадний размер СЯ (мм) Anteroposterior size of the NP (mm)	M	23.1	18.3	22.8	23.0	26.4	24.4	22.1	19.0
	(LQ; UQ)	(21.3; 26.2)	(15.4; 21.2)	(21.1; 26.2)	(21.3; 24.4)	(21.2; 31.7)	(21.3; 26.2)	(21.2; 23.0)	
Ширина СЯ (мм) NP Width (mm)	M	38.5	35.1	34.6	35.4	39.1	38.5	33.8	10.5
	(LQ; UQ)	(33.5; 41.4)	(34.1; 36.2)	(32.3; 36.5)	(33.5; 38.5)	(34.1; 44.0)	(36.2; 41.4)	(33.0; 36.5)	
Продольно-поперечный индекс СЯ Longitudinal-transverse index NP	M	0.60	0.52	0.66	0.65	0.68	0.63	0.65	8.5
	(LQ; UQ)	(0.58; 0.60)	(0.45; 0.59)	(0.61; 0.70)	(0.63; 0.66)	(0.62; 0.72)	(0.61; 0.63)	(0.63; 0.65)	
Площадь СЯ (см ²) NP area (cm ²)	M	27.7	20.1	24.8	25.4	33.2	27.7	23.5	27.6
	(LQ; UQ)	(24,3; 31,7)	(17,5; 22,7)	(21,4; 30,0)	(21,7; 28,1)	(22,7; 43,8)	(26,5; 31,7)	(22,2; 26,2)	

Примечания: жирным цветом выделены значения, достоверно различающиеся между группами ($p < 0.05$).

Notes: bold color indicates values that significantly differ between groups ($p < 0.05$).

При выполнении операций на передней поверхности позвоночника в 2% случаев нейрохирурги сталкиваются с проблемой миграции эндопротеза (импланта), в замыкательные пластины [5]. Как правило, данное осложнение связано с дефектом в определении конгруэнтности между контактирующими поверхностями позвонков и имплантов, неверном подборе размера эндопротеза.

Очень важно учитывать морфометрические параметры СЯ, выполняющего амортизационную функцию. Благодаря современным возможностям 3D моделирования при создании эндопротезов, целесообразно подбирать биоматериалы, соответствующие биомеханическим свойствам студенистого ядра и фиброзного кольца. В этом плане представляется необходимым на анатомическом материале провести биометрическое исследование различных зон межпозвоночного диска.

Таким образом, в проведенном исследовании установлено, что форма и отдельные морфометрические параметры МПД и СЯ сегмента L_V-S_I имеют достоверные половые различия. Так, у мужчин превалирует почкообразная форма МПД, в то время как у женщин – эллиптическая. Также у мужчин достоверно больше дорсальная высота МПД, его ширина, передне-

задний размер и площадь, а также продольно-поперечный индекс СЯ.

При оценке влияния типа телосложения на особенности строения МПД, достоверных различий по его форме между астениками, нормо- и гиперстениками не установлено, при этом отдельные размеры (высота МПД по центру, вентральная, дорсальная высота МПД, наиболее латеральная высота МПД слева) достоверно больше у гиперстеников. Доказано, что почкообразная форма СЯ достоверно чаще встречалась у астеников, а овальная – у гиперстеников, однако морфометрические параметры СЯ значительно не различались между крайними типами телосложения.

Установлено, что статистически значимые различия между группами, определенными по возрасту, имеются только по форме студенистого ядра, по изученным морфометрическим признакам различий не выявлено.

Полученные результаты могут быть использованы при планировании операций на позвоночнике, проектировании искусственных межпозвоночных дисков, а также в качестве показателей диапазона нормы при диагностике межпозвоночного остеохондроза нижнепоясничного отдела позвоночника.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

ИСТОЧНИКИ ФИНАНСИРОВАНИЯ

Авторы заявляют об отсутствии финансирования.

СООТВЕТСТВИЕ ПРИНЦИПАМ ЭТИКИ

На проведение исследования получено разрешение независимого этического комитета при Военно-медицинской академии им. С.М. Кирова (протокол №233 от 17.03.22).

ЛИЧНЫЙ ВКЛАД АВТОРОВ

Приймак М.А. – сбор материала; Гайворонский А.И. – разработка концепции и дизайна исследования, обоснование рукописи и проверка критически важного интеллектуального содержания; Гайворонский И.В. – разработка концепции и дизайна исследования, окончательное утверждение для публикации рукописи; Ничипорук Г.И. – анализ и интерпретация данных; Горячева И.А. – сбор материала; Гайворонская М.Г. – анализ и интерпретация данных.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Pfirrmann C.W., Metzdorf A., Elfering A., Hodler J., Boos N. Effect of aging and degeneration on disc volume and shape: A quantitative study in asymptomatic volunteers. *J Orthop Res.* 2006;24(5):1086–1094. DOI: 10.1002/jor.20113.
2. Siemionow K., An H., Masuda K., Andersson G., Cs-Szabo G. The effects of age, sex, ethnicity, and spinal level on the rate of intervertebral disc degeneration: a review of 1712 intervertebral discs. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2011;36(17):1333–1339. DOI: 10.1097/BRS.0b013e3181f2a177.
3. Fehlings M.G., Tetreault L., Nater A., Choma T., Harrop J., Mroz T., Santaguida C., et al. The Aging of the Global Population: The Changing Epidemiology of Disease and Spinal Disorders. *Neurosurgery*. 2015;77Suppl4:S1–5. DOI: 10.1227/NEU.0000000000000953.
4. Росс Д.С., Мур К.Р. *Лучевая диагностика. Позвоночник*. Москва: Издательство Панфилова, 2018. 1184 с. [Ross J.S., Moore K.R. *Radiation diagnostics. Spine*. Moscow: Panfilov Publishing House, 2018. 1184 p. (in Russ.)].
5. Бывальцев В.А., Степанов И.А., Калинин А.А., Белых Е.Г. Диффузионно-взвешенная магнитно-резонансная томография в диагностике дегенерации межпозвонковых дисков пояснично-крестцового отдела позвоночника. *Вестник рентгенологии и радиологии*. 2016;97(6):357–364 [Byval'tsev V.A., Stepanov I.A., Kalinin A.A., Belykh E.G. Diffusion-weighted magnetic resonance imaging in the diagnosis of intervertebral disc degeneration in the lumbosacral spine. *Vestnik Rentgenologii i Radiologii (Russian Journal of Radiology)*. 2016;97(6):357–364 (in Russ.)]. DOI: 10.20862/0042-4676-2016-97-6-357-364. EDN: ZBCGTV.

6. Karabekir HS, Gocmen-Mas N, Edizer M, Ertekin T, Yazici C, Atamturk D. Lumbar vertebra morphometry and stereological assesment of intervertebral space volumetry: a methodological study. *Ann Anat.* 2011;193(3):231–236. DOI: 10.1016/j.aanat.2011.01.011.
7. Fylos A.H., Arvanitis D.L., Karantanas A.H., Varitimidis S.E., Hantes M., Zibis A.H. Magnetic resonance morphometry of the adult normal lumbar intervertebral space. *Surg Radiol Anat.* 2018;40(9):1055–1061. DOI: 10.1007/s00276-018-2048-7.
8. van Houwen E.B., Baron P., Veldhuizen A.G., Burgerhof J.G., van Ooijen P.M., Verkerke G.J. Geometry of the intervertebral volume and vertebral endplates of the human spine. *Ann Biomed Eng.* 2010;38(1):33–40. DOI: 10.1007/s10439-009-9827-6.
9. Ваккаро А.Р., Барон И.М. *Хирургическая анатомия. Оперативная техника*. Москва: Издательство Панфилова, 2015. 440 с. [Vaccaro A.R., Baron I.M. *Surgical anatomy. Operational technology*. Moscow: Panfilov Publishing House, 2015. 440 p. (in Russ.)].
10. Чертков А.К. *Эндопротезирование поясничных дисков нейрохирургии*. Москва: ООО «Издательство «Медицинское информационное агентство», 2011. 160 с. [Chertkov A.K. *Lumbar disc endoprosthetics neurosurgery*. M: "Publishing House" Medical Information Agency ", 2011. 160 p. (in Russ.)].
11. Усманова С.В. *Понятие о герантологии. Классификация возрастных групп*. Методическое пособие. Иркутск: ИрГУПС МК ЖТ, 2017. 30 с. [Usmanova S.V. *The concept of gerantology. Classification of age groups*. Methodical manual. Irkutsk: IrGUPS MK ZhT, 2017. 30p. (in Russ.)].
12. Журкин К.И. Топографическая и половая изменчивость высоты межпозвоночных дисков и тел позвонков поясничного отдела позвоночника без выявленных дегенеративно-дистрофических изменений и с признаками остеохондроза. *Бюллетень медицинских интернет-конференций*. 2016;6(5):712–717 [Zhurkin K.I. Topographic and sexual variability of the height of the intervertebral discs and vertebral bodies of the lumbar spine without revealed degenerative-dystrophic changes and with signs of osteochondrosis. *Byulleten' meditsinskikh internet-konferentsiy*. 2016;6(5):712–717 (in Russ.)]. EDN: XCYVZJ.
13. Емкужев О.Л., Анисимова Е.А., Шуковский В.В., Анисимов Д.И. Изменчивость абсолютных и относительных размеров тел поясничных позвонков. *Современные проблемы науки и образования*. 2015;(6):171 [Emkuzhev O.L., Anisimova E.A., Shhukovskij V.V., Anisimov D.I. Variability of the absolute and relative sizes of the bodies of the lumbar vertebrae. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya*. 2015;(6):171 (in Russ.)]. EDN: VJPROX.

Поступила в редакцию 18.08.2022

Подписана в печать 23.12.2022

Для цитирования: Приймак М.А., Гайворонский А.И., Гайворонский И.В., Ничипорук Г.И., Горячева И.А., Гайворонская М.Г. Морфоскопическая и морфометрическая характеристики межпозвоночного диска L₄-S₁ у лиц молодого и среднего возраста. *Человек и его здоровье*. 2022;25(3):82–90. DOI: 10.21626/vestnik/2022-4/10. EDN: MSZIWY

MORPHOSCOPIC AND MORPHOMETRIC CHARACTERISTICS OF THE L_V-S_I INTERVERTEBRAL DISC IN YOUNG AND MIDDLE-AGED INDIVIDUALS

© Priymak M.A.¹, Gaivoronsky A.I.², Gaivoronsky I.V.^{2,3,4}, Nichiporuk G.I.^{2,3},
Goryacheva I.A.^{3,4}, Gaivoronskaya M.G.^{2,3}

¹ 1586th Military Clinical Hospital (1586 MCH)

4, Mashtakova Str., Podolsk, Moscow region, 142110, Russian Federation

² Military Medical Academy named after S.M. Kirov (MMA)

6, Ac. Lebedev Str., St. Petersburg, 194044, Russian Federation

³ Saint Petersburg State University (SPbSU)

7-9, Universitetskaya emb., St. Petersburg, 199034, Russian Federation

⁴ Scientific Medical Research Center named after V.A. Almazov (SMRC)

2, Akkuratov St., St. Petersburg, 197341, Russian Federation

Objective: to study the morphoscopic and morphometric characteristics of the L_V-S_I intervertebral disc according to magnetic resonance imaging.

Materials and methods. The analysis of magnetic resonance imaging of 90 patients (66 men, 24 women) who did not have diseases of the lumbar spine was performed. Various morphometric parameters of the intervertebral disc (IVD) and nucleus pulposus (NP) at the L_V-S_I level were measured using software for processing images created on an MRI machine. The obtained data were compared between men and women, asthenics, normosthenics, hypersthenics and young (from 18 to 44 years old) and middle-aged (from 45 to 60 years old) people. In addition, morphoscopic characteristics were studied: the shape of the IVD and NP in the axial plane.

Results. It was found that in normal IVD L_V-S_I is most often represented by elliptical (54,5%) less often kidney-shaped (45,5%) forms. Normally, the NP has an oval (57,8%) and kidney-shaped (42,2%) shape. It was shown that in men, the dorsal height of the IVD, its width, anteroposterior size, square as well as the longitudinal-transverse index of the NP were significantly higher. It has been proven that there are no significant differences in the shape of the IVD between asthenics, normo- and hypersthenics, while the height of the IVD in the center, its ventral, dorsal heights and most lateral IVD height are significantly greater in hypersthenics. It has been proved that the kidney-shaped form of NP was significantly more common in asthenics, and the oval form – in hypersthenics, while the morphometric parameters of NP did not significantly differ between extreme body types. A tendency to a decrease in IVD height in middle-aged people compared to young people was shown.

Conclusion. The results obtained are necessary when planning the operation, as well as for the manufacture of rigid implants and artificial discs for arthroplasty and interbody fusion.

Keywords: magnetic resonance imaging; L_V-S_I intervertebral disc; lumbar spine; morphometry; morphoscopy.

Priymak Maksim A. – senior resident of the neurosurgical department, 1586 MCH, Podolsk, Russian Federation. ORCID iD: 0000-0003-4984-9526. E-mail: boec.87@inbox.ru

Gaivoronsky Aleksey I. – Dr. Sci. (Med.), Professor, Professor of the Department of Neurosurgery, MMA, St. Petersburg, Russian Federation. ORCID iD: 0000-0003-1886-5486. E-mail: don-gaivoronsky@ya.ru

Gaivoronsky Ivan V. – Honored Scientist of the Russian Federation, Dr. Sci. (Med.), Professor, Head of the Department of Normal Anatomy, MMA, St. Petersburg, Russian Federation; Head of the Department of Morphology, SPbSU, St. Petersburg, Russian Federation; Head of the Department of Human Morphology with a Course of Histology, Cytology, Embryology, SMRC, St. Petersburg, Russian Federation. ORCID iD: 0000-0002-7232-6419. E-mail: i.v.gaivoronsky@mail.ru

Nichiporuk Gennadiy I. – Cand. Sci. (Med.), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Normal Anatomy, MMA, St. Petersburg, Russian Federation; Associate Professor of the Department of Morphology, SPbSU, St. Petersburg, Russian Federation. ORCID iD: 0000-0001-5569-7325. E-mail: nichiporuki120@mail.ru

Goryacheva Inga A. – Cand. Sci. (Med.), Associate Professor, Associate Professor at the Department of Normal Anatomy, MMA, St. Petersburg, Russian Federation; Associate Professor at the Department of Morphology, SPbSU, St. Petersburg, Russian Federation. ORCID iD: 0000-0003-3064-7596. E-mail: smoriarti@yandex.ru

Gaivoronskaya Maria G. – Dr. Sci. (Med.), Associate Professor, Professor of the Department of Human Morphology with a Course of Histology, Cytology, Embryology, SMRC, St. Petersburg, Russian Federation, Professor at the Department of Morphology, SPbSU, St. Petersburg, Russian Federation. ORCID iD: 0000-0003-4992-9702. E-mail: solnushko12@mail.ru (corresponding author)

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare the absence of obvious and potential conflicts of interest related to the publication of this article.

SOURCE OF FINANCING

The authors state that there is no funding for the study.

CONFORMITY WITH THE PRINCIPLES OF ETHICS

The permission of the independent Ethical Committee at the Military Medical Academy named after S.M. Kirov was obtained for conducting the study (Protocol No 233 of 17.03.22).

AUTHORS CONTRIBUTION

Priymak M.A. – collection of material; Gaivoronsky A.I. – development of the concept and design of the study, substantiation of the manuscript and verification of critical intellectual content; Gaivoronsky I.V. – development of the concept and design of the study, final approval for the publication of the manuscript; Nichiporuk G.I. – data analysis and interpretation; Goryacheva I.A. – collection of material; Gaivoronskaya M.G. – data analysis and interpretation.

Received: 18.08.2022

Accepted: 23.12.2022

For citation: Priymak M.A., Gaivoronsky A.I., Gaivoronsky I.V., Nichiporuk G.I., Goryacheva I.A., Gaivoronskaya M.G. Morphoscopic and morphometric characteristics of the L_V-S_I intervertebral disc in young and middle-aged individuals. *Humans and their health*. 2022;25(4):82–90. DOI: 10.21626/vestnik/2022-4/10. EDN: MSZIWY