

К.Ю. Марцынишина¹, Г.Г. Булыщенко¹,
А.И. Гайворонский^{1,2}, Р.А. Лапшин¹,
К.В. Беляков¹, С.А. Банников¹, Д.В. Свистов¹

Пункционная радиочастотная абляция в лечении вертеброгенных болевых синдромов

¹Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова, Санкт-Петербург

²Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург

Резюме. Оценивается безопасность и эффективность пункционного радиочастотного термического и импульсного воздействия на спинномозговые нервы и их ветви в лечении пациентов, страдающих дегенеративно-дистрофическими заболеваниями позвоночника. Исследование включало клиническую и экспериментальную части. В клинической части исследования проанализированы результаты лечения 96 пациентов с дегенеративно-дистрофическими заболеваниями позвоночника. 66 пациентам были выполнены радиочастотная денервация межпозвонковых суставов и радиочастотная модуляция спинномозговых ганглиев. 30 пациентам проведено консервативное лечение. Период наблюдения составил 12 месяцев. Изучены динамика выраженности болевого синдрома по цифровой рейтинговой шкале и степень нарушения жизнедеятельности по опроснику Освестри через год после лечения. Проведен сравнительный анализ эффективности радиочастотной денервации межпозвонковых суставов и радиочастотной модуляции спинномозговых ганглиев с эффективностью консервативного лечения. В экспериментальной части исследования изучены гистологические изменения в спинномозговых нервах и их узлах после радиочастотной импульсной модуляции у 14 крыс породы стандарт. Результаты исследования показали высокую клиническую эффективность радиочастотной абляции в лечении вертеброгенных болевых синдромов и безопасность процедуры, а также ее значимое преимущество перед консервативным лечением. Так, радиочастотная денервация межпозвонковых суставов и радиочастотная импульсная модуляция чувствительных узлов спинномозговых нервов, являясь относительно безопасными процедурами, позволяют значительно улучшить качество жизни и многократно уменьшить выраженность болевого синдрома у пациентов с фасет-синдромом в шейном отделе позвоночника с 7 до 0,5 баллов, в грудном отделе – с 6,5 до 1 балла и в поясничном отделе – с 8 до 2 баллов, у пациентов с радикулопатией – с 8 до 2 баллов по цифровой рейтинговой шкале.

Ключевые слова: фасет-синдром, радикулопатия, спондилоартроз, радиочастотная денервация, абляция, радиочастотная модуляция, боль, спинномозговой ганглий.

Введение. Боль в спине является второй по частоте причиной обращения к врачу и третьей по частоте причиной госпитализации, при этом 60–80% населения испытывали ее хотя бы однажды. Одной из основных причин возникновения боли в спине являются дегенеративно-дистрофические заболевания позвоночника (ДДЗП) [6].

ДДЗП в настоящее время считаются наиболее распространенными хроническими заболеваниями, которые приводят к ортопедическим, неврологическим и висцеральным расстройствам, сопровождаются болевым синдромом и нередко становятся причиной утраты работоспособности [7]. Остеохондрозом позвоночника страдает от 30 до 87% трудоспособного населения в возрасте 30–60 лет. Заболевание формирует 20–80% случаев временной нетрудоспособности [13].

Хирургические методики лечения совершенствуются в направлении уменьшения операционной травмы. В связи с этим особенно актуальными становятся малоинвазивные хирургические техники, а также различные виды пункционных манипуляций, к которым относятся радиочастотная абляция (РЧА) нервов, иннервирующих межпозвонковые суставы,

и радиочастотная импульсная модуляция (РЧИМ) спинномозговых узлов [2]. Целями таких манипуляций являются уменьшение интенсивности болевого синдрома и улучшение качества жизни пациентов [12].

Каждый спинномозговой нерв образуется при соединении волокон от заднего и переднего корешков спинного мозга, которые направляются к межпозвонковому отверстию косо вниз к соответствующим позвонкам. Передний и задние корешки спинномозговых нервов сближаются друг с другом на уровне спинномозговых узлов, располагающихся в межпозвонковых отверстиях. В результате соединения переднего корешка и периферических отростков псевдоуниполярных клеток спинномозгового узла у наружной части межпозвонкового отверстия формируется ствол спинномозгового нерва. Спинномозговой нерв покидает позвоночник через межпозвонковое отверстие. После выхода из межпозвонкового отверстия спинномозговые нервы отдают передние, задние и менингеальные ветви. Каждая задняя ветвь, кроме задних ветвей C₁, S₂–S₅ и Co₁ спинномозговых нервов, на уровне межпозвонкового отверстия в свою очередь делится на латеральную и медиальную

ветвь. Медиальная ветвь направляется вокруг основания верхнего суставного отростка и ложится в проксимальной части кости между поперечным и верхним суставным отростком, располагаясь в фиброзно-костном тоннеле и спускаясь, таким образом, через борозду в основании поперечного отростка позвонка. Она покрыта связкой на передненижнем крае фасеточного сустава своего уровня. В этом месте от нее отходят одна или две маленькие веточки нерва к капсуле и самому фасеточному суставу. Медиальная нисходящая веточка затем идет каудальнее, пересекает дугу, разделяясь на несколько частей, иннервирует паравертебральные мышцы, фасции, межостистые связки и частично нижележащий межпозвонковый сустав (несколько тонких веточек отходит к его медиальной и задней поверхности), а также кожу паравертебральных зон [4].

Цель исследования. Оценить безопасность и эффективность пункционного радиочастотного термического и импульсного воздействия на спинномозговые нервы и их ветви в лечении пациентов, страдающих дегенеративно-дистрофическими заболеваниями позвоночника.

Материалы и методы. В исследование были включены 96 пациентов с вертеброгенными болевыми синдромами. Основную группу сформировали 66 (69%) пациентов, которым в клинике нейрохирургии Военно-медицинской академии им. С.М. Кирова в период с февраля 2016 г. по февраль 2018 г. были проведены процедуры радиочастотной денервации межпозвонковых суставов (64%, $n=42$) и радиочастотной модуляции спинномозговых ганглиев (17%, $n=11$) по поводу фасет-синдрома и радикулопатии соответственно. 13 (20%) пациентам были проведены обе манипуляции вследствие наличия одновременно фасет-синдрома и радикулопатии. Средний возраст

Таблица 1

Характеристика пациентов, перенесших хирургическое лечение

Локализация боли	Синдром	Вид манипуляции	Количество манипуляций
Шейный отдел позвоночника	Цервикалгия	РЧА	4
Грудной отдел позвоночника	Торакалгия	РЧА	6
	Торакалгия + радикулопатия	РЧА+РЧИМ	1
Поясничный отдел позвоночника	Люмбалгия	РЧА	32
	Радикулопатия	РЧИМ	11
	Люмбоишиалгия	РЧА+РЧИМ	12

пациентов основной группы составил $57,7 \pm 15,5$ года. Распределение по полу: мужчин – 29, женщин – 37. Характеристика данной группы пациентов приведена в таблице 1.

Радиочастотная абляция проводилась в условиях рентген-операционной под местной анестезией в положении больного лежа на животе. Необходимая точка воздействия – пересечение поперечного отростка и верхнего суставного отростка, где локализуется медиальная ветвь задней ветви спинномозгового нерва, иннервирующая межпозвонковый сустав (рис. 1).

Для подтверждения правильности положения кончика канюли всем пациентам были проведены последовательно 2 контрольные стимуляции: сенсорная и моторная. При получении положительного результата стимуляции осуществлялось местное обезболивание и проводилась термическая РЧА со следующими показателями: длительность воздействия – 90 с, температура – $80-90^{\circ}\text{C}$.

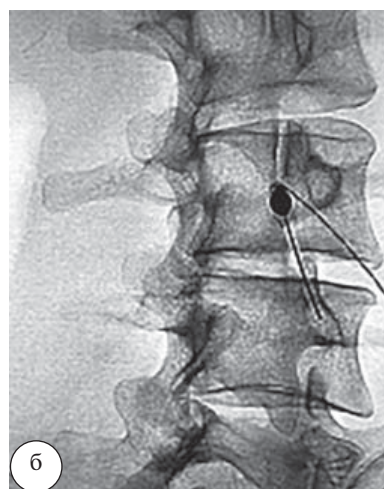
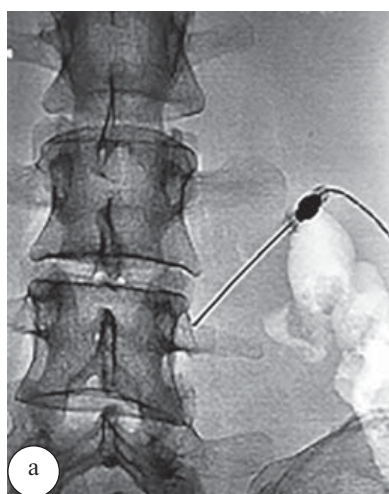


Рис. 1. Интраоперационная спондилография при радиочастотной денервации межпозвонковых суставов: а – прямая проекция; б – боковая проекция

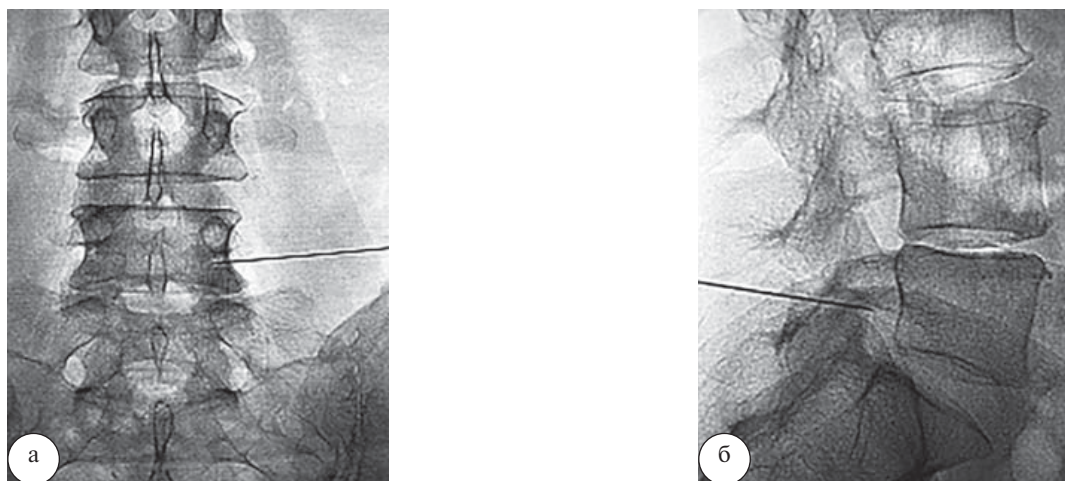


Рис. 2. Интраоперационная спондилография при радиочастотной импульсной модуляции:
а – прямая проекция; б – боковая проекция

При радиочастотной импульсной модуляции осуществлялся пункционный заднебоковой трансфораминальный доступ [1] к выходящему из межпозвонкового отверстия спинномозговому нерву [5]. Правильное позиционирование электрода подтверждалось сенсорной и моторной стимуляцией. Положительными результатами стимуляции являлись возникновение парестезий и наличие моторных ответов в соответствующих группах мышц. Далее выполнялась модуляция спинномозговых ганглиев при следующих параметрах воздействия: частота импульса – 2 Гц, ширина спектра импульса – 20 мс, максимальное напряжение – 45 В, время воздействия – 240 с (рис. 2).

Контрольной группе пациентов ($n=30$) в период с ноября 2015 г. по июнь 2017 г. проводилось консервативное лечение. Лечение по поводу фасет-синдрома получили 15 (50%) больных, по поводу радикулопатии – 15 (50%) больных. Лечение включало в себя назначение нестероидных противовоспалительных средств, ингибиторов протонной помпы, миорелаксантов, комбинированных препаратов витаминов группы В. Средний возраст пациентов контрольной группы составил $49,6 \pm 22,3$ года. Распределение по полу: мужчин – 24, женщин – 6.

Непосредственно до лечения и через год после него были проведены оценка интенсивности боли с использованием цифровой рейтинговой шкалы (numerical rating scale – NRS) и оценка качества жизни по опроснику Освестри (Oswestry Disability Index – ODI) в обеих группах. На основании полученных результатов был проведен сравнительный анализ эффективности хирургического и консервативного лечения люмбагии и поясничной радикулопатии. Период наблюдения за пациентами основной и контрольной групп составил 12 месяцев.

Для исследования гистологических изменений в спинномозговых нервах и их чувствительных узлах после проведения процедуры радиочастотной импульсной модуляции был проведен эксперимент на лабораторных животных. 14 крысам обеих полов породы стандарт была проведена процедура

радиочастотной модуляции под анестезией зоветилом (10 мг/кг массы животного) и ометаром (2 мг/кг массы животного). Радиочастотная модуляция спинномозговых ганглиев уровня L_4-L_5 была проведена с использованием радиочастотного генератора «G4» фирмы «Cosman» (Соединенные Штаты Америки – США) в течение 90 с со следующими параметрами: частота импульса – 2 Гц, ширина спектра импульса – 20 мс, максимальное напряжение – 45 В. Диапазон импеданса составлял 150–600 Ом. В зависимости от сроков дальнейшего забора гистологического материала животные были разделены на 2 группы.

Первая группа – животные, исследование спинномозговых нервов и их чувствительных узлов которых проводилось спустя 2 суток после проведения процедуры радиочастотной импульсной модуляции ($n=7$).

Вторая группа – животные, исследование спинномозговых нервов и их чувствительных узлов которых проводилось спустя 30 суток после проведения процедуры радиочастотной импульсной модуляции ($n=7$).

После выведения животных из эксперимента осуществлялись забор ткани спинномозговых нервов и их чувствительных узлов и фиксация 10% раствором формалина, после чего были изготовлены гистологические препараты (окраска гематоксилин + эозин). Микрофотографии были получены с помощью микроскопа «Zeiss Imager.A2» и камеры «AxioCamHRC», увеличение $\times 200$.

Накопление исходной информации и статистическая обработка полученных данных производились на персональном компьютере с использованием пакетов программ Microsoft Excel 2007 (Microsoft Corporation, США), IBM SPSS Statistics Version 22 (IBM Corp., США) и Statistica for Windows 10.0 (StatSoft Inc., США). При анализе данных использовались общепринятые и рекомендованные для медико-биологических исследований статистические методы.

Результаты и их обсуждение. Сравнение показателей цифровой рейтинговой шкалы и оценка качества жизни по опроснику Освестри были проведены непосредственно перед началом лечения и спустя год после него. Полученные результаты представлены в таблице 2. У 3 (5%) пациентов после хирургического лечения в течение года произошел рецидив болевого синдрома. В группе консервативного лечения медиана значений количества рецидивов в течение года составила 1 (0,5; 1,5) у всех пациентов. Осложнений и неврологического дефицита после проведения радиочастотной абляции не наблюдалось.

Таким образом, хирургическое лечение показало статистически значимое снижение выраженности болевого синдрома и улучшение качества жизни после проведенного лечения всех пациентов основной группы.

Сравнительный анализ показателей NRS и ODI выявил статистически значимые различия между результатами лечения основной и контрольной групп (табл. 3).

Так, при проведении радиочастотной денервации фасеточных суставов у пациентов, страдающих люмбалгией, через год после лечения отмечены меньшая выраженность болевого синдрома по шкале NRS (2 (0; 3)) и более выраженное улучшение качества жизни по опроснику Освестри (8 (0; 17,5)) по сравнению с пациентами, лечившимися консервативно (3 (2,5; 7) и 16 (6,5; 30,5) соответственно) ($p < 0,05$). Меньшая выраженность болевого синдрома через год после проведенного лечения отмечена в основной группе пациентов, страдающих поясничной радикулопатией. Однако по показателям нарушения жизнедеятельности обе группы пациентов, страдающих радикулопатией, оказались сопоставимы ($p > 0,05$).

Результаты нашего исследования сопоставимы с данными F.J. Falco et al. [10], систематический обзор которых доказывает значимый клинический эффект радиочастотной денервации межпозвонковых суставов в лечении фасет-синдрома в виде регресса болевого синдрома и улучшения качества жизни па-

Таблица 2

Результаты хирургического лечения

Локализация боли	Вид манипуляции	Количество манипуляций	Шкала	Средние показатели		p<
				до лечения	после лечения	
Шейный отдел позвоночника	РЧА	4	NRS	7 (6,75; 7,25)	0,5 (0; 1,25)	0,05**
			ODI	34 (31; 39)	8 (4,5; 10,5)	0,05**
Грудной отдел позвоночника	РЧА	6	NRS	6,5 (6; 7)	1 (1; 1,75)	0,05**
			ODI	39 (22,5; 37,5)	9 (8; 11,5)	0,05**
	РЧА+РЧИМ	1	NRS	6	1	
			ODI	38	6	
Поясничный отдел позвоночника	РЧА	32	NRS	8 (8; 9)	2 (0; 3)	0,05*
			ODI	38 (33; 47)	8 (0; 17,5)	0,05*
	РЧИМ	11	NRS	8 (7; 8,5)	2 (0; 4)	0,05*
			ODI	44 (33; 45)	16 (3; 28)	0,05*
	РЧА+РЧИМ	12	NRS	8 (7; 9)	2 (1; 3)	0,05*
			ODI	46 (36; 48)	8 (6; 14)	0,05*

Примечание: * – U-критерий Манна – Уитни; ** – двусторонний точный критерий Фишера.

Таблица 3

Результаты консервативного и хирургического лечения

Показатель	Основная группа	Контрольная группа	p
Люмбалгия			
NRS до лечения	8 (8; 9)	8 (7; 8)	–
NRS после лечения	2 (0; 3)	3 (2,5; 7)	<0,05*
ODI до лечения	38 (33; 47)	36 (28,5; 43)	–
ODI после лечения	8 (0; 17,5)	16 (6,5; 30,5)	<0,05*
Поясничная радикулопатия			
NRS до лечения	8 (7; 8,5)	7 (7; 8,5)	–
NRS после лечения	2 (0; 4)	4 (3; 6)	<0,05*
ODI до лечения	44 (33; 45)	36 (28; 43)	–
ODI после лечения	16 (3; 28)	17 (13; 26)	>0,05*

Примечание: * – U-критерий Манна – Уитни.

циентов в краткосрочной и долгосрочной перспективе после лечения.

Клиническая эффективность радиочастотной импульсной модуляции в лечении поясничной радикулопатии изучалась T.T. Simopoulos et al. [14]. В исследование были включены 37 пациентов. В течение 2 месяцев наблюдался максимальный положительный эффект, который проявлялся в виде выраженного регресса болевого синдрома по NRS. Вместе с тем авторы отмечают полный рецидив болевого синдрома уже через 8 месяцев после проведенного лечения. И.В. Волков и др. [3] в работе, посвященной РЧИМ, проанализировали результаты лечения 22 пациентов, у 72,7% из которых сохранялся стойкий положительный эффект спустя год после вмешательства.

При гистологическом анализе изъятых материалов (спинномозговых нервов и их чувствительных узлов крыс) на 2-е сутки после проведения радиочастотной импульсной модуляции визуализированы фрагменты чувствительных спинномозговых нервов типового строения с выраженным отеком, являющимся результатом травмирования. Дистрофических и деструктивных изменений не выявлено (рис. 3).

При гистологическом исследовании материала (спинномозговых нервов и их чувствительных узлов крыс), изъятых на 30-е сутки, изменений в нервной ткани не выявлено, что может свидетельствовать о полном ее восстановлении после воздействия радиочастотной импульсной модуляции (рис. 4).

Данные нашего эксперимента на животных подтверждают ранее опубликованные результаты W. Namann et al. [11], которые изучали изменения в спинномозговых нервах и их чувствительных узлах у лабораторных животных спустя 14 суток после проведения импульсной радиочастотной модуляции и пришли к выводу, что процедура не вызывает значительных гистологических изменений. Кроме того, в исследовании S. Erdine et al. [9] на лабораторных крысах было проведено сравнение гистологических изменений в чувствительных узлах спинномозговых нервов после воздействия непосредственно радиочастотной энергией при температуре 67°C в первой группе и импульсной радиочастотной модуляцией во второй. В результате в первой группе были выявлены дегенеративные процессы в митохондриях с признаками нарушения энергетического обмена, однако во второй группе никаких изменений выявлено не было.

Выводы

1. Радиочастотная денервация межпозвоночных суставов, являясь относительно безопасной процедурой, позволяет значимо улучшить качество жизни и многократно уменьшить выраженность болевого синдрома у пациентов с фасет-синдромом в шейном отделе позвоночника с 7 до 0,5 баллов, в грудном отделе – с 6,5 до 1 балла и в поясничном отделе – с 8 до 2 баллов по цифровой рейтинговой шкале.



Рис. 3. Чувствительный узел спинномозгового нерва спустя 2 суток после воздействия. Окр. гематоксилин + эозин, ув.×200

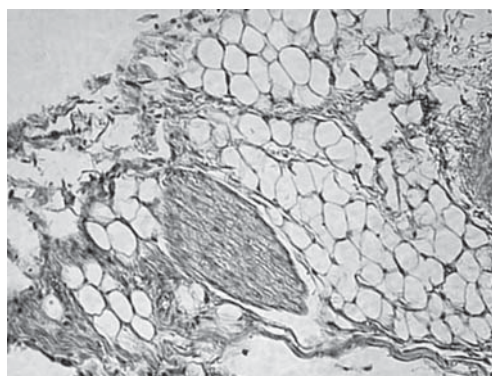


Рис. 4. Чувствительный узел спинномозгового нерва спустя 30 суток после воздействия. Окр. гематоксилин + эозин, ув.×200

2. Радиочастотная импульсная модуляция чувствительных узлов спинномозговых нервов, имея малый риск осложнений, позволяет улучшить качество жизни пациентов и выраженность болевого синдрома у пациентов с радикулопатией с 8 до 2 баллов по цифровой рейтинговой шкале.

3. Радиочастотная денервация межпозвоночных суставов и радиочастотная импульсная модуляция чувствительных узлов спинномозговых нервов имеют значимое преимущество перед консервативным лечением, так как они сопряжены с меньшим количеством рецидивов, меньшей длительностью нахождения больных в стационаре и большей выраженностью регресса болевого синдрома после проведенного лечения.

Литература

1. Булыщенко, Г.Г. Оперативные доступы к шейному, грудному и поясничному отделам позвоночника и позвоночного канала (вариант классификации) / Г.Г. Булыщенко [и др.] // Вестн. Росс. воен.-мед. акад. – 2016. – № 4 (56). – С. 186–190.
2. Волков, И.В. Диагностика и интервенционное лечение болевых синдромов после оперативных вмешательств по поводу дегенеративно-дистрофических заболеваний поясничного отдела позвоночника / И.В. Волков [и др.] // Вопр. нейрохир. им. Н.Н. Бурденко. – 2018. – Т. 82, № 5. – С. 55–61.

3. Волков, И.В. Радиочастотная импульсная абляция спинальных ганглиев в лечении послеоперационного корешкового болевого синдрома / И.В. Волков [и др.] // Гений ортопедии. – 2018. – Т. 24, № 3. – С. 349–356.
4. Гайворонский, И.В. Функциональная анатомия центральной нервной системы / И.В. Гайворонский, А.И. Гайворонский. – СПб.: СпецЛит, 2007. – С. 204–205.
5. Пат. № 179859 Российская Федерация, МПК G09B 23/28 (2006.01). Устройство для обучения врачей технике выполнения блокад спинномозговых нервов поясничного отдела / Г.Г. Булыщенко [и др.]; опубл. 28.05. 2018, Би № 16. – 1 с.
6. Поздеева, Н.А. Дегенеративно-дистрофические изменения пояснично-крестцового отдела позвоночника (распространенность, клиника, профилактика) / Н.А. Поздеева, В.А. Сорокинов // Бюлл. Вост.-Сиб. научн. центра Сиб. отдел. РАМН. – 2006. – № 4. – С 34–35.
7. Тюрников, В.М. Дегенеративно-дистрофические поражения позвоночника: диагностика, клиника и лечение / В.М. Тюрников // Росс. мед. журн. Неврология. Психиатрия. – 2008. – Т. 16, № 26. – С. 17–46.
8. Cohen, S.P. Sacroiliac joint pain: a comprehensive review of anatomy, diagnosis, and treatment / S.P. Cohen // AnesthAnalg. – 2005. – №10. – P. 1440–1453.
9. Erdine, S. Effects of pulsed versus conventional radiofrequency current on rabbit dorsal root ganglion morphology / S. Erdine [et al.] // European journal of pain. – 2005. – № 3. – P. 251–256.
10. Falco, F.J. An update of the effectiveness of therapeutic lumbar facet joint interventions / F.J. Falco [et al.] // Pain Physician. – 2012. – Vol. 15. – № 6. – P. 909–953.
11. Hamann, W. Pulsed radiofrequency applied to dorsal root ganglia causes a selective increase in ATF3 in small neurons / W. Hamann [et al.] // European journal of pain. – 2006. – № 2. – P. 171–176.
12. Jeffries, L.J. Epidemiology of adolescent spinal pain: a systematic overview of the research literature / L.J. Jeffries, S.F. Milanese, K.A. Grimmer-Somers // Spine – 2007. – № 32. – P. 2630–2637.
13. Marcia, S. Radiofrequency Treatments on the Spine / S. Marcia, L. Saba. – New York: Springer, 2017. – P. 109–218.
14. Simopoulos, T.T. Response to pulsed and continuous radiofrequency lesioning of the dorsal root ganglion and segmental nerves in patients with chronic lumbar radicular pain. / T.T. Simopoulos [et al.] // Pain Physician. – 2008. – № 11. – P. 137–144.

K.Yu. Martsynishina, G.G. Bulyschenko, A.I. Gaivoronsky, R.A. Lapshin, K.V. Belyakov, S.A. Bannikov, D.V. Svistov

Puncture radiofrequency ablation for treatment of vertebral pain syndrome

Abstract. The safety and effectiveness of puncture radiofrequency thermal and pulsed effects on the spinal nerves and their branches in the treatment of patients suffering from degenerative-dystrophic diseases of the spine are evaluated. The study included clinical and experimental parts. In the clinical part of the study, the treatment results of 96 patients with degenerative-dystrophic diseases of the spine were analyzed. 66 patients underwent radiofrequency denervation of the intervertebral joints and radiofrequency modulation of the spinal ganglia. 30 patients received conservative treatment. The observation period was 12 months. The dynamics of the severity of pain on a digital rating scale and the degree of disability according to the Oswestry questionnaire a year after treatment were studied. A comparative analysis of the effectiveness of radiofrequency denervation of the intervertebral joints and radiofrequency modulation of the spinal ganglia with the effectiveness of conservative treatment was performed. In the experimental part of the study, histological changes in the spinal nerves and their nodes after radiofrequency pulse modulation were studied in 14 rats of the standard breed. The results of the study showed the high clinical efficacy of radiofrequency ablation in the treatment of vertebrogenic pain syndromes and the safety of the procedure, as well as its significant advantage over conservative treatment. Thus, radiofrequency denervation of the intervertebral joints and radiofrequency pulse modulation of the sensitive nodes of the spinal nerves, being relatively safe procedures, can significantly improve the quality of life and significantly reduce the severity of pain in patients with facet syndrome in the cervical spine from 7 to 0,5 points, in the thoracic region – from 6,5 to 1 point and in the lumbar region – from 8 to 2 points, in patients with radiculopathy – from 8 to 2 points on a digital rating scale.

Key words: facet syndrome, radiculopathy, spondylarthrosis, radiofrequency denervation, ablation, radiofrequency modulation, pain, spinal ganglion.

Контактный телефон: +7-981-859-44-57; e-mail: vmeda-nio@mil.ru