

Оригинальные статьи

КРУПАТКИН А. И., КУЛЕШОВ А. А.,  
ШВЕЦ В. В., МАКАРОВ С. Н.

## Направления коррекции микроциркуляторных расстройств в спинно-мозговом корешке при грыжах МЕЖПОЗВОНКОВЫХ ДИСКОВ

*Центральный научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии  
им. Н. Н. Приорова, Москва  
e-mail: s-makarov@mail.ru*

### Реферат

В случае возникновения грыжи диска при поясничном остеохондрозе часто происходит сдавление корешка, что приводит к различным клиническим проявлениям и микроциркуляторным расстройствам. В клинической практике неврологов, нейрохирургов, травматологов-ортопедов часто используются группы препаратов, которые оказывают влияние на микроциркуляторное русло корешка. Изучение патофизиологических аспектов оказываемого этими препаратами влияния на внутрикорешковую микроциркуляцию является актуальной задачей для специалистов, сталкивающихся с этой проблемой.

Цель — интраоперационная оценка направлений фармакологической коррекции микроциркуляции в спинно-мозговом корешке до и после декомпрессии позвоночного канала при поясничном остеохондрозе. В исследовании были включены 87 пациентов с клиникой радикулопатии на фоне грыжи позвоночного диска при поясничном остеохондрозе. Всем пациентам в ходе проведения стандартной операции по удалению грыжи диска по методике Caspar производилось снятие показателей микроциркуляции непосредственно с корешка спинно-мозгового нерва с применением метода лазерной доплеровской флоуметрии на инфракрасном канале. Все пациенты были разделены на 2 группы: I группа — контрольная (56 человек — 22 женщины, 36 мужчин), которым снятие показателей МК производилось до и после декомпрессии, без введения препаратов. II группа (31 человек — 19 женщин, 12 мужчин), которым также выполнялось снятие показателей до декомпрессии, после болюсного в/в-введения одного из трех групп препаратов (венотоники (эуфиллин) — ПЭ подгруппа (14 пациентов), гормональные препараты (дексаметазон) — ПД подгруппа (11 пациентов), реологически активные препараты (реополиглюкин) — ПР подгруппа (6 пациентов), и после декомпрессии. Количественную оценку проводили по величине показателя микроциркуляции (ПМ, перфузионные единицы) и качественную — по нормированным амплитудам нейрогенного симпатического (Ан, 0,02–0,046 Гц), миогенного (Ам, 0,07–0,15 Гц), дыхательного венозного (Ад, 0,15–0,4 Гц) и кардиального (Ак, 0,8–1,6 Гц) ритмов.

Все исследуемые группы препаратов влияли на показатели ЛДФ, регистрируемые интраоперационно, но наибольшая эффективность повышения показателя микроциркуляции и перфузионного давления отмечалась в группе реологически активных веществ (реополиглюкин).

*Ключевые слова:* спинно-мозговой корешок, радикулопатия, микроваскуляризация, лазерная доплеровская флоуметрия, дексаметазон, эуфиллин, реополиглюкин, декстран.

Krupatkin A. I., Kuleshov A. A., Shvets V. V., Makarov S. N.

## Directions to correction of microvascular radicular disorders at intervertebral disc herniations

*Central Institute of Traumatology and Ortopedics named by N. Priorov, Moscow  
e-mail: s-makarov@mail.ru*

### Abstract

In case of disc herniated appearance it's often compression of radicular nerve happens, which accompanies with different clinical manifestation and microvascular disorders. In clinical practice of specialists dealing with sciatica it's common to use medications that take effect on microvascular regulation. Investigation of of pathophysiologic aspects of this effect is actual aim of number specialists facing with that question.

Purpose — intraoperative evaluation of directions to pharmacologic correction of intraradicular microcirculation before and after surgical discectomy in sciatica patients. In this study were included 87 adult people with clinical manifestation of radiculopathy. During the standart Caspar's surgical discectomy the microvasular oscillations were measured from the radicular nerve using laser Doppler flowmetry method (LDF). All the patients were divided in 2 groups: I — control group — (56 adults — 22 females and 36 males) in which measures were taken before and after discectomy, without medications injection. II group (31 adults — 19 females and 12 males) — in which oscillations were measured before decompression, after intravenous injection of one medication: IE (14 patients) — eufhyllin, IID (11 patients) — dexamethasone and IIR (6 patients) — 30 000ME dextrans (rheopolyglucine), and after discectomy.

Quantitative evaluation was assessed with microcirculation rate (MR, in perfusion units, p.u.) and qualitative evaluation with means of standardized amplitude of neurogenic sympathetic (An, 0,02–0,046Hz), myogenic (Am, 0,07–0,15Hz), respiratory venous (Ar, 0,15–0,4Hz) and cardiac (Ac, 0,8–1,6Hz) rhythms. All the investigated medications showed their intraoperative influence on microcirculation. The most effective medication increasing MR and perfusion pressure was the group of middle molecular dextrane — rheopolyglucin.

**Keywords:** nerve root, microvascularization, laser doppler flowmetry, dexamethasone, euphillin, rheopolyglucin, radicular blood flow, sciatica, radiculopathy.

## Введение

В случае появления межпозвонковой грыжи при поясничном остеохондрозе происходит сдавление корешка спинно-мозгового нерва, что ведет к нарушению функции его волокон и развитию клинических проявлений [4].

Эти нарушения обусловлены следующими факторами воздействия грыжи на корешок:

- 1) механический фактор — непосредственное сдавление структур корешка грыжей диска;
- 2) сосудистый фактор — нарушение кровоснабжения и микроциркуляции в корешке;
- 3) воспалительный фактор — при контакте пульпозного ядра с тканью корешка происходит хемоаттракция факторов воспаления, что приводит к локальной воспалительной реакции и дальнейшему усугублению микрогемодикуляции в данной зоне [4, 8, 12].

С целью устранения вышеуказанных факторов в арсенале врачей есть два основных метода, включающих консервативный подход, преимущественно направленный на 2-й и 3-й факторы, и хирургические методы, которые направлены на устранение механического фактора. В лечении больных с радикулопатией на фоне грыжи диска эти два метода применяются комбинированно — в случае неэффективности изначально проводимой консервативной терапии пациенту выполняется хирургическое вмешательство, но применяется и медикаментозная терапия, направленная на восстановление и нормализацию функции корешка [3, 6, 9, 10].

Нервный корешок имеет уникальное строение. Структурная организация его сосудистой системы во многом отличается от периферического нерва, что объясняет его особую чувствительность к внешним воздействиям [15]. Изучение вопроса восстановления микроциркуляции крови в сосудистом русле нервного корешка после удаления грыжи межпозвонкового диска является одним из ключевых в лечении больных с поясничным остеохондрозом. Существуют группы препаратов, которые оказывают свое влияние на гемодинамику в целом, и на микроциркуляцию в частности, в течение нескольких минут после внутривенного введения.

К этим препаратам, в частности, относятся венотоники (например, эуфиллин), реологически активные препараты (реополиглюкин), гормональные препараты (дексаметазон). В связи с этим имеется возможность оценить влияние этих препаратов на микроциркуляцию интраоперационно, непосредственно в момент их действия, и преимущественные направления коррекции микроциркуляции корешка. Одним из способов объективной оценки микроциркуляторного русла и факторов его регуляции является метод лазерной доплеровской флоуметрии (ЛДФ),

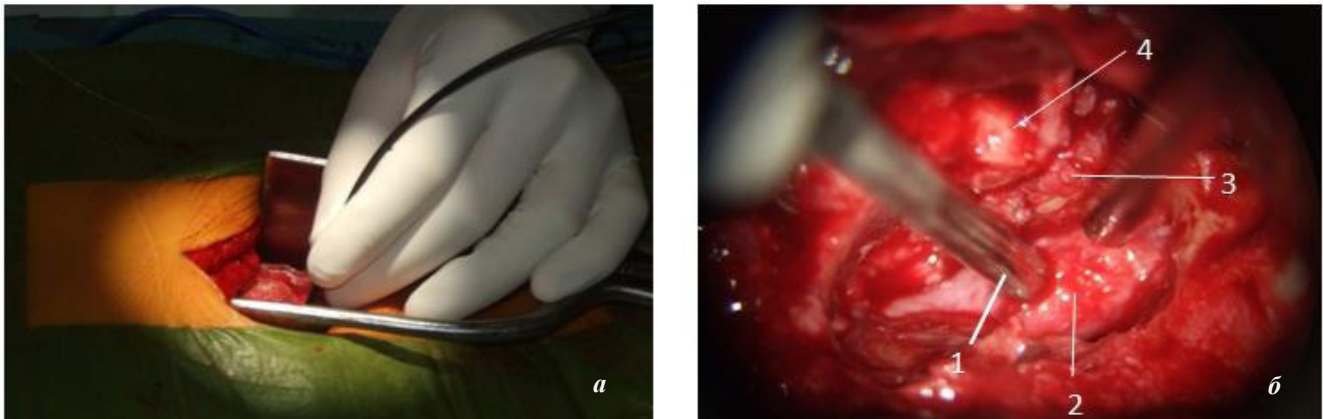
основанный на зондировании ткани лазерным излучением с последующей обработкой отраженного от ткани излучения с выделением из всего принятого диапазона сигналов доплеровского сдвига частоты, пропорционального скорости движения эритроцитов [2].

В связи с этим целью нашего исследования явилась интраоперационная оценка направлений фармакологической коррекции микроциркуляции в спинно-мозговом корешке до и после декомпрессии позвоночного канала при поясничном остеохондрозе.

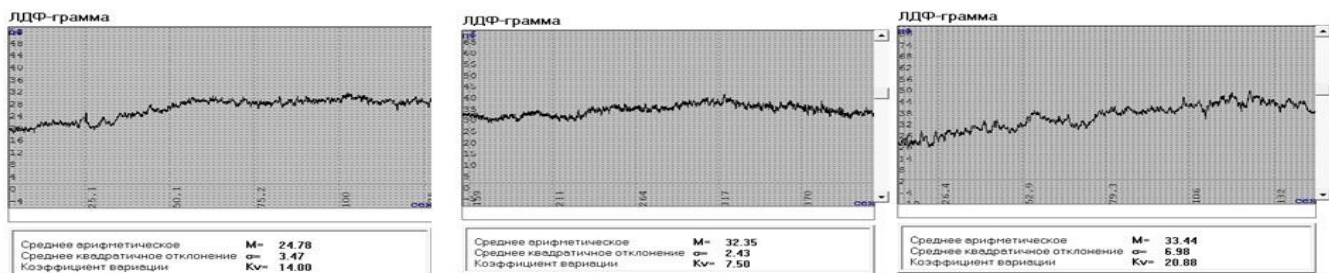
## Материал и методы исследования

В исследовании приняли участие 87 пациентов, из которых 41 — женщины, 46 — мужчины. Возраст пациентов составил 26–68 лет (средний — 48 лет). Отбирались больные с поясничным остеохондрозом и наличием грыжи диска по данным МРТ-исследования, в клинической картине которых наблюдалась радикулопатия (сенсорная, моторная, вегетативная, смешанная) и радикулоалгия, при этом срок болевого синдрома составлял от 14 дней до 6 месяцев (средний срок болевого синдрома — 74 дня). В исследование не вошли пациенты, срок болевого синдрома которых превышал 180 дней (6 месяцев), а также пациенты, у которых стеноз и компрессия невралных структур возникали не только за счет грыжи диска, но и за счет других структур позвоночника — гипертрофированной желтой связки, гипертрофированных суставных отростков, вследствие спондилолистеза (так называемые комбинированные стенозы), так как в этих случаях для визуализации корешка во время операции необходимо было сначала выполнить его декомпрессию. Также критериями исключения были пациенты, которые имели тяжелую сопутствующую патологию (сахарный диабет, эндокринные заболевания, заболевания сердечно-сосудистой системы, поливалентные аллергические реакции и т. п.).

Пациенты были разделены на 2 группы: I группа — контрольная (56 человек — 22 женщины, 36 мужчин), которым регистрация ЛДФ проводилась до и после декомпрессии, без введения препаратов. II группа (31 человек — 19 женщин, 12 мужчин), которым также выполнялась запись ЛДФ до декомпрессии после болюсного в/в-введения одного из трех групп препаратов (венотоники (эуфиллин 2,4%, раствор 10±2 мл) — ПЭ подгруппа (14 пациентов), гормональные препараты (дексаметазон 0,4 %, 1±0,4мл) — ПД подгруппа (11 пациентов), реологически активные препараты (реополиглюкин, средняя молекулярная масса 300 000 Ед., 100±30 мл) — ПР подгруппа (6 пациентов), и после декомпрессии.



**Рис. 1.** Общий вид расположения зонда ЛДФ в операционном поле (а): показано проведение регистрации показателей ЛДФ-граммы с помощью лазерного зонда (1) непосредственно с корешка (2), отсесненного грыжей диска (3), расположенной между корешком и дуральным мешком (4) (б)



**Рис. 2.** Примеры регистрируемых ЛДФ-грамм на экране персонального компьютера. По горизонтали — время (с), по вертикали — величина перфузии (пф. ед.)

Измерение показателей внутрикорешковой микроциркуляции производилось во время операции с помощью прибора ЛАКК-01 (НПО «Лазма», Россия) в инфракрасном канале записи с использованием зонда диаметром 3 мм. Запись данных в красном канале мы не производили, т.к. по данным исследований Ветрилэ С. Т. и др. [13], динамика показателей внутрикорешковой микроциркуляции в этом режиме до и после декомпрессии была незначительной. Все пациенты были информированы о данном исследовании, было получено информированное согласие. Замеры производились трехкратно: 1-й — после визуализации корешка, 2-й — после внутривенного введения одной из групп препаратов, 3-й — после удаления грыжи диска и декомпрессии корешка.

Длительность каждого замера составляла 3 минуты, при этом 2-й замер производился после объективного изменения показателей гемодинамики (повышение или снижение АД, ЧСС). В некоторых случаях 1-й и 2-й замеры производились один за другим, без паузы, с целью объективизации действия препарата. Дозировка вводимого препарата определялась из расчета минимальной терапевтической дозы, возраста и веса пациента.

В дальнейшем проводился вейвлет-анализ колебаний кровотока по общепринятой методике с последующей интерпретацией полученных результатов. Все данные вейвлет-анализа полученных кривых заносились в таблицу для каждого пациента. В дальнейшем производилось формирование сводных таблиц на основе средних арифметических по каждому из показателей. Статистический анализ проводился на основе обработки данных с применением t-критерия Стьюдента для независимых выборок.

## Результаты исследования и их обсуждение

Результаты приведены в табл. 1. В I и во II группе уровень показателя микроциркуляции (ПМ) после визуализации корешка в среднем составил  $34 \pm 2$  пф. ед.: в группе I —  $30 \pm 1$  пф. ед., во IIЭ подгруппе —  $32 \pm 3$  пф. ед., во IIД подгруппе —  $40 \pm 1$  пф. ед., в подгруппе IIР —  $32 \pm 1$  пф. ед. Во второй группе после введения препаратов отмечено повышение ПМ: во IIЭ подгруппе — до  $33 \pm 1$  пф. ед., во IIД подгруппе —  $43 \pm 3$  пф. ед., в подгруппе IIР —  $36 \pm 4$  пф. ед. После декомпрессии корешка ПМ в I группе составил  $36 \pm 6$  пф. ед. Во II группе после декомпрессии отмечено повышение ПМ: во IIЭ подгруппе — до  $40 \pm 8$  пф. ед., во IIД подгруппе —  $47 \pm 7$  пф. ед., в подгруппе IIР —  $44 \pm 12$  пф. ед.

Амплитуда колебаний сердечного пульсового диапазона (Ac) в I группе уменьшилось с 0,43 до декомпрессии до 0,31 после освобождения корешка; в группе с эуфиллином отмечено увеличение с 0,41 до 0,74, с дексаметазоном — уменьшение с 0,48 до 0,38, и в группе с реополиглукином отмечено незначительное изменение показателя с 0,34 до 0,36.

Амплитуда дыхательного диапазона регуляторных механизмов в контрольной группе уменьшилась с 0,8 до 0,54, во IIЭ группе отмечено увеличение с 0,46 до 1, в группе IIД — незначительное изменение показателя с 0,45 до 0,48 и в группе IIР — значительное уменьшение с 0,81 до 0,45.

Динамика показателя нормированной амплитуды колебаний кровотока нейрогенного симпатического генеза (An/σ) в контрольной (I) группе выросла с 0,16 до 0,23, в группе с эуфиллином (IIЭ) отмечено уменьшение этого показателя с 0,33 до 0,26, в группе с дексаметазоном (IIД) — значительное уменьшение

с 0,39 до 0,19, и в ПР группе — незначительное изменение с 0,23 до 0,28. Показатель напряженности регуляции (Kv) в контрольной группе увеличился с 4,16 до 5,72, в группе ПЭ отмечено уменьшение с 8,36 до 5,63, в ПД группе — увеличение напряженности регуляции почти в два раза — с 3,97 до 6,07 и группе ПЭ — уменьшение напряженности с 7,16 до 5,72. Динамика этого показателя в сторону увеличения свидетельствует о негативном влиянии на регуляцию микроциркуляторного русла, увеличивая разброс регулирующих факторов. Таким образом, можно сделать вывод, что препараты реополиглокин и эуфиллин, уменьшая напряженность регуляции в исследуемой зоне, оказывали положительное влияние, в отличие от дексаметазона.

До декомпрессии у большинства пациентов обеих групп выявлялся низкий артериоло-венулярный градиент перфузионного давления (показатель Ас./Ад.), в большинстве случаев менее 1. Это свидетельствовало о снижении притока крови по артериолам в микрососудистое русло и доминировании венозных дыхательных ритмов, ухудшении венозного оттока. После декомпрессии в I группе за счет снятия сдавления с венул и артериол параметр Ас./Ад возрастал в зоне корешка — у 91,4 % больных. Влияние препаратов на показатель Ас./Ад во второй группе оказалось различным: так, в подгруппе с препаратами эуфиллин и дексаметазон отмечено уменьшение этого показателя, тогда как в подгруппе

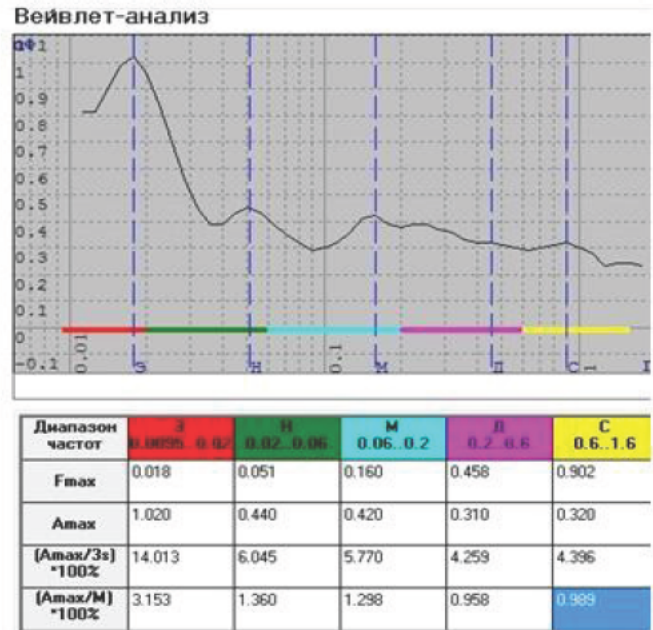


Рис. 3. Пример вейвлет-анализа колебаний кровотока. По горизонтали — частота колебаний (Гц), по вертикали — амплитуда осцилляций (пф. ед.). В данной записи преобладает эндотелиальная активность регуляции микрососудистого русла. Внизу — таблица показателей результатов вейвлет-анализа

Результаты ЛДФ-исследования микроциркуляции спинно-мозговых корешков

Таблица 1

Группа		M	Kv	Ac	Ad	Ac/Ad	An/σ
Контрольная (I)	До диск-эктоми	30±1,2	4,16±0,4	0,43±0,03	0,8±0,01	0,54±0,02	0,16±0,02
	После диск-эктоми	36±1,4	5,72±0,12	0,31±0,02*	0,54±0,02*	0,57±0,1	0,23±0,01*
Эуфиллин (ПЭ)	До диск-эктоми	32,24±2,4	8,36±1,2	0,41±0,1	0,46±0,08	0,89±0,12	0,33±0,03
	После введения	32,31±1	8,79±0,6	0,48±0,08	0,56±0,03	0,61±0,03	0,24±0,01
	После диск-эктоми	40,1±8	5,63±1,0	0,74±0,07*	1,0±0,03*	0,74±0,05	0,26±0,01*
Дексаметазон (ПД)	До диск-эктоми	40,3±1,2	3,97±0,9	0,48±0,03	0,45±0,06	1,06±0,1	0,39±0,05
	После введения	43,02±3	6,49±0,6	0,41±0,1	0,52±0,01	0,78±0,08	0,22±0,1
	После диск-эктоми	47,27±7	6,07±0,6	0,38±0,01	0,48±0,04	0,79±0,09*	0,19±0,08*
Реополиглокин (ПР)	До диск-эктоми	32,91±3,4	7,16±0,3	0,34±0,02	0,81±0,06	0,42±0,01	0,41±0,01
	После введения	35,58±4	4,43±1,1	0,38±0,09	0,45±0,05	0,84±0,1	0,32±0,03
	После диск-эктоми	44,53±12	5,72±1,0	0,36±0,01	0,45±0,04*	0,8±0,09*	0,8±0,02*

Примечание: \* — p<0,05, в остальных случаях p>0,05 по сравнению с исходными данными; M — показатель микроциркуляции (пф. ед.); Kv — напряженность регуляции; Ac — амплитуда сердечного пульсового диапазона (пф. ед.); Ad — амплитуда дыхательного веноулярного диапазона (пф. ед.); Ac/Ad — коэффициент пульсового давления; An/σ — нормированная амплитуда колебаний кровотока нейрогенного симпатического генеза.

## ОРИГИНАЛЬНЫЕ СТАТЬИ

реополиглюкина этот показатель увеличился в 2 раза (с 0,41 до 0,8). Это свидетельствует о существенном снижении сопротивления кровотоку. В настоящее время в литературе имеется достаточно много работ, направленных на исследование различных групп препаратов, применяемых при лечении радикулопатического синдрома при остеохондрозе. В основном в этих работах оценка действия препарата основана на сравнении показателей функциональных методов исследования (ЭНМГ, термография, ЛДФ нижних конечностей, стабилметрия, биомеханика ходьбы, показатели температурно-болевого чувствительности и др.) до и после проведенного курса лечения, как консервативного, так и оперативного.

Исследования, направленные на изучение действия препаратов непосредственно в точке их приложения, также присутствуют в литературе, однако не так много работ, оценивающих их действие именно на микроциркуляторное русло нервного корешка. Среди этих работ встречаются экспериментальные исследования на животных Onda et al. [13] произвели экспериментальное исследование на крысах с целью изучения влияния лидокаина в зоне воздействия пульпозного ядра на корешок. Было доказано протективное действие аппликаций лидокаина как патогенетической защиты от химических факторов пульпозного ядра по сравнению с контрольной группой (физиологический р-р). Однако в этом случае действие препарата оценивалось по данным базального кровотока кожи зоны иннервации корешка с помощью метода ЛДФ, а не в самом корешке.

В работе А. Т. Худяева и др. [5] при проведении измерений корешковой микроциркуляции до и после удаления грыжи диска в ряде случаев использовали аппликационную пробу 0,1 %-го раствора папаверина гидрохлорида в течение 1-й минуты. Авторы выполняли эту пробу с целью снятия ангиоспазма и улучшения микроциркуляторных показателей, однако отдельного сравнительного анализа действия этого препарата не проводилось.

Также зарубежными авторами подробно изучено действие простагландина E1 (ПГЕ1) на микроциркуляторное русло в корешках конского хвоста при синдроме нейрогенной перемежающейся хромоты. Было показано клиническое действие этого препарата в виде увеличения проходимого расстояния до появления слабости в нижних конечностях [11]. Другими авторами при микроскопическом исследовании был отмечен вазодилативный эффект ПГЕ1 как на артерии, так и на вены конского хвоста [14, 16, 17]. Однако учитывая выраженное общее гипотоническое действие данного препарата в условиях наркоза, от включения его в исследуемые группы нам в своей работе пришлось отказаться.

Наиболее схожим по форме к нашему исследованию была работа японских исследователей [7], в котором авторы сравнивают вазодилативный эффект ПГЕ1 и дексаметазона при внутривенном введении пациентам во время операции по декомпрессии корешка при поясничном остеохондрозе. Однако введение препаратов производилось только после удаления грыжи, в отличие от нашего исследования,

что, как объясняется в статье, связано с опасностью увеличения размеров корешка за счет увеличения кровенаполнения и риска еще большего механического напряжения в зоне диско-радикулярного конфликта. Однако мы склонны не согласиться с этим положением, так как при дооперационном введении тех или иных групп препаратов, в том числе вазодилататоров, как правило, отмечается уменьшение болевого синдрома и частичное нивелирование неврологической симптоматики, что было бы невозможно в случае реализации гипотезы японских авторов.

В связи с этим мы в своей работе вводили препарат именно до удаления грыжи диска, что давало возможность сопоставить как клиническую, так и патогенетическую эффективность препарата непосредственно в зоне его действия при сдавленном грыжей визуализированном корешке.

По результатам японских авторов, дексаметазон не оказывает быстрого эффекта как на общие показатели гемодинамики, так и на показатель микроциркуляции в корешке. Эти данные совпадают с результатами, полученными нами. Учитывая высокую эффективность при использовании дексаметазона в симптоматическом лечении корешкового болевого синдрома, а также тот факт, что его действие на кровоток внутри корешка является незначительным, можно предполагать, что эффект дексаметазона на нормализацию функции корешка является опосредованным, через другие механизмы, а не через сосудистую систему. Максимальная эффективность действия этого препарата достигается при курсовом 3–5-дневном внутривенном введении, в основном за счет противовоспалительного и мембраностабилизирующего действия.

Наибольшее ангиотропное действие, по результатам нашего исследования, показал препарат группы реологически активных веществ — реополиглюкин. Показатель микроциркуляции после его введения увеличился с 33 пф. ед. до 44 пф. ед., что в процентном соотношении составило 28 % прироста. Реополиглюкин в большей степени оказывал влияние на динамику артериоло-венулярного градиента, повысив его, в отличие от других препаратов, в два раза. Также отмечено снижение показателя напряженности регуляции микроциркуляции при введении реополиглюкина, что расценивается как положительное общее влияние на регуляторные факторы внутрикорешковой перфузии.

Влияние на микроциркуляторное русло компримированного корешка, оказываемое эуфиллином, является неоднозначным. Этот препарат показал свою эффективность в повышении показателя микроциркуляции в среднем на 20 %, при этом свое положительное влияние эуфиллин оказывал за счет увеличения амплитуды дыхательного и сердечного диапазонов регуляции микроциркуляции, т. е. за счет пассивных факторов регуляции, не оказывая существенного влияния на активные регуляторные механизмы. Однако, как и реополиглюкин, эуфиллин оказался эффективен в снижении напряженности регуляции микроциркуляции.

### Заключение

С помощью метода ЛДФ показано, что наиболее эффективным направлением интраоперационной коррекции корешковой микрогемодинамики при дискэктомии является применение реологически активных веществ (реополиглюкина) по сравнению с венотониками (эуфиллин) и глюкокортикоидными гормонами (дексаметазон). Перспективно дальней-

шее исследование сравнительной эффективности коррекции корешковой микрогемодинамики как с помощью исследуемых в данной работе групп препаратов, так и других средств, используемых в клинической практике неврологов, нейрохирургов, травматологов-ортопедов у пациентов с наличием радикулопатического вертеброгенного синдрома.

### Литература

1. Вертилэ С. Т., Крупаткин А. И., Швец В. В. Микроциркуляция нервных корешков и твердой мозговой оболочки до и после дискэктомии при поясничных болях // Вестник травматол. и ортопедии. 2006. № 3. С. 57–60.
2. Крупаткин А. И. и др. Лазерная доплеровская флоуметрия микроциркуляции крови: рук-во для врачей. М.: Медицина, 2005. С. 9–27.
3. Левин О. С. Вертеброгенная пояснично-крестцовая радикулопатия // Фарматека. 2010. № 13. С. 26–33.
4. Попелянский Я. Ю. Ортопедическая неврология (вертеброневрология). М.: МЕДпресс-информ, 2008. С. 216–233.
5. Худяев А. Т., Щурова Е. Н., Ефимов А. М. Исследование кровотока корешков конского хвоста в процессе удаления поясничной межпозвонковой грыжи диска у больных с остеохондрозом // Регионарное кровообращение и микроциркуляция. 2010. Т. 9. № 2 (34). С. 49–55.
6. Черкашов А. М., Шевелев И. Н., Коновалов Н. А. Хирургическое лечение дегенеративных заболеваний поясничного отдела позвоночника // Вертеброгенная боль в пояснице. М.: Медицина, 2008. С. 239–282.
7. Fukusaki M. Prostaglandin E1 But Not Corticosteroid Increases Nerve Root Blood Flow Velocity After Lumbar Discectomy in Surgical Patients // J. Neurosurgical Anesthesiology. 2010. № 2 (15). P. 76–81.
8. Garfin S., Rydevik B. Spinal nerve root compression // Spine. 1995. Vol. 16. P. 1810–1820.
9. Legrand E., Bouvard B. Sciatica from disk herniation: Medical treatment or surgery? // Joint Bone Spine Journal. 2007. Vol. 74 (6). P. 530–535.
10. Luijsterburg P. A. Effectiveness of conservative treatments for the lumbosacral radicular syndrome: a systematic review // Eur Spine. 2007. Vol. 16 (7). P. 881–899.
11. Murakami M., Takahashi K. Effects of intravenous lipoprostaglandin E1 on neurogenic intermittent claudication // J. Spinal. Disord. 1997. Vol. 10. P. 499–504.
12. Olmarker K. Pathogenesis of sciatic pain: Role of herniated nucleus pulposus and deformation of spinal nerve root and dorsal root ganglion // Pain. 1998. Vol. 78. P. 99–105.
13. Onda A., Yabuki S., Kikuchi S. Effects of Lidocaine on Blood Flow and Endoneurial Fluid Pressure in a Rat Model of Herniated Nucleus Pulposus // Spine. 2001. Vol. 26. P. 2186–2192.
14. Ooi Y., Mita F., Satoh Y. Myeloscopic study on lumbar spinal canal stenosis with special reference to intermittent claudication // Spine. 1990. Vol. 15. P. 544–549.
15. Parke W., Watanabe R. The intrinsic vasculature of the lumbosacral nerve roots // Spine. 1985. Vol. 10. P. 508–515.
16. Shirasaka M., Takayama B. Vasodilative effects of prostaglandin E1 derivate on arteries of nerve roots in a canine model of a chronically compressed cauda equine // BMC Musculoskeletal Disorders. 2008. Vol. 9. P. 41.
17. Yone K., Sakou T., Kawaguchi Y. The effect of Lipoprostaglandin E1 on cauda equina blood flow in patients with lumbar spinal canal stenosis: myeloscopic observation // Spinal cord. 1999. Vol. 37. P. 269–274.