

УДК 611.813.3-018.822

Анишкявичюс М., аспирант

Малашко В.В., доктор ветеринарных наук, профессор

УО «Гродненский государственный аграрный университет», г. Гродно

**ВЛИЯНИЕ МЕЖПОЗВОНОЧНЫХ ГРЫЖ НА СТРУКТУРУ  
НЕЙРОНОВ СПИННОМОЗГОВЫХ ГАНГЛИЕВ СОБАК****Резюме**

*Изучены структурные изменения в спинномозговых ганглиях собак при межпозвоночной грыже. Наблюдается редукция капилляров, деструкция эндоплазматической сети, аппарата Гольджи, снижение активности АХЭ, разрушение ядрышка. По структурным характеристикам выделено три типа глиоцитов в спинномозговых ганглиях.*

**Summary**

*Changes in spinal ganglia in canine intervertebral hernia have been studied. There is a reduction of capillaries, destruction of the endoplasmic reticulum, the Golgi apparatus, a decrease in AChE activity, and destruction of the nucleolus that can be observed. Three types of glial cells in the spinal ganglia were identified according to their structural characteristics.*

*Поступила в редакцию 02.10.2020 г.*

**ВВЕДЕНИЕ**

Межпозвоночные диски являются своего рода гибкими амортизационными подушками, которые убирают излишки механического напряжения и отвечают за сгибание шеи, выгибание спины. Диски, в отличие от позвонков, гибкие и мягкие, но с возрастом они теряют часть своих свойств. В итоге может возникать смещение межпозвоночных дисков или их вещество может попадать в полость позвоночного канала, что приводит к компрессии спинного мозга. Межпозвоночная грыжа может возникнуть у любого животного, но чаще у собак пород такса, ши-тцу, французский бульдог, корги, бигль, спаниель.

К группе риска возникновения межпозвоночных грыж относятся собаки возраста от трех до семи лет. Согласно классификации А.И. Осна [2, 3] различают 4 стадии формирования грыж межпозвоночных дисков: 1) протрузия – выпячивание в позвоночный канал элементов фиброзного кольца межпозвоночного диска без нарушения его целостности; 2) пролапс – выпячивание элементов поврежденного пульпозного ядра через разрывы фиброзного коль-

ца под заднюю продольную связку с компрессией содержимого позвоночного канала; 3) экструзия – смещение поврежденного пульпозного ядра в позвоночный канал с разрывом задней продольной связки и компрессией нервно-сосудистых образований спинного мозга; 4) секвестрация – разрыв фиброзного кольца межпозвоночного диска, выход элементов пульпозного ядра в позвоночный канал без сохранения их связи с внутридискковой частью и изолированное их перемещение по каналу. Дегенеративно-дистрофические изменения позвоночника, осложненные корешковым синдромом на фоне грыж межпозвоночных дисков, составляют 71–80 % всех заболеваний периферической нервной системы.

Значительные нарушения взаимоотношений между телами позвонков, дисками и межпозвоночными суставами приводят к уменьшению размеров межпозвоночного отверстия с последующими структурными и функциональными нарушениями заложенных там нервных и сосудистых образований [4, 5, 6, 7]. Самым распространенным местом образования грыжи типа I у крупных пород собак является

пространство между L1 и L2. Грыжи дисков каудальнее межпозвоночного пространства L3-4 встречаются реже. Грыжи вызывают компрессионную миелопатию, поражающую двигательные нейроны пояснично-крестцового утолщения, формирующие пояснично-крестцовое сплетение [13]. Частота синдрома восходящего/нисходящего ишемического некроза спинного мозга у собак и острым поражением межпозвоночного диска в грудино-поясничном отделе и полной потерей чувствительности может достигать 10 %.

У собак часто диагностируется дегенеративный пояснично-крестцовый стеноз. Патология представляет собой синдром статической или динамической компрессии корешков спинного мозга в результате дегенеративно-дистрофических изменений межпозвоночного диска, суставных фасеток, аномалии развития позвонков, связочного аппарата на уровне сегмента L7-S1. Это заболевание является многофакторным у собак, как правило, крупных пород, особенно у немецких овчарок [1, 8, 14, 15].

Степень неврологических расстройств зависит от способности животного к самостоятельному передвижению, состояния рефлексов, наличия или отсутствия болевой реакции. По состоянию рефлексов можно выделить снижение рефлекторной активности, гиперрефлексию или же нормальное состояние. Исходя из этого, можно определить предполагаемый уровень поражения спинного мозга: I стадия – боль в спинной области без пареза; II стадия – парапарез с сохраненной подвижностью (слабая, средняя, сильная степень); III стадия – парапарез без подвижности; VI стадия – параплегия; Va стадия – параплегия с потерей поверхностной болевой чувствительности; Vб стадия – параплегия с потерей глубокой болевой чувствительности; Vв стадия – параплегия с признаками прогрессирующей миеломалации [12, 16].

В ветеринарной вертебрологии, несмотря на совершенствование методических и операционных подходов, остаются неизученными процессы, происходящие в организме животных при различной лока-

лизации межпозвоночных грыж в позвоночном столбе. Отсутствуют комплексные исследования по морфологическим изменениям в периферической нервной системе, гематологическим, биохимическим и иммунологическим процессам при межпозвоночных грыжах до операции и в послеоперационный период. Практически не освещен в научной литературе сравнительный анализ реакции организма домашних животных в зависимости от степени поражений спинного мозга и спинномозговых нервов [9, 10, 11].

**Цель исследований** – определить структурно-функциональные изменения в спинномозговых ганглиях собак при грыжах межпозвоночных дисков.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Послеоперационные биоптаты спинномозговых ганглиев собак фиксировали в 10%-ном нейтральном забуференном формалине. Время фиксации составляло 2–3 часа. Гистохимическую реакцию на щелочную фосфатазу (ЩФ, КФ 3.1.1.1) определяли по методу Г. Гомори. В качестве субстрата применяли β-глицерофосфат натрия. Срок инкубации для ЩФ составлял 1–1,5 часа. Для оценки специфичности гистохимической реакции ставили контроль без β-глицерофосфата в инкубационной среде. Кровеносные сосуды также выявляли с помощью гистохимической реакции на ЩФ по методу Гомори, т.к. фермент локализуется в эндотелии кровеносных сосудов.

Холинэргические структуры изучали путем выявления ацетилхолинэстеразы (АХЭ, КФ 3.1.1.7) с помощью тиохолинового метода М.Д. Карновского – Л.А. Рутс в модификации А. Эль-Бадави и Е. Шенка. Оптимальное время инкубации гистосрезов составляло 1,5 часа. В результате реакции в местах локализации специфического и неспецифического фермента выпадал осадок сульфида меди от желтого до коричневого цвета. Для идентификации специфической (истинной) и неспецифической (ложной) холинэстераз использовали два субстрата: ацетил- и бутирилтиохо-

линийодид. Количественную оценку активности АХЭ проводили с помощью сканирующего микроскопа – фотометра MPV-2 фирмы «Leitz» (Германия) в монохроматическом свете с длиной волны 480 нм при измерительном окуляре 6,3, объективе 25, размере зонда на плоскости препарата 4×4 мм в 100–150 точках микрообъекта, взятых произвольно, а также с помощью компьютерной системы «Биоскан».

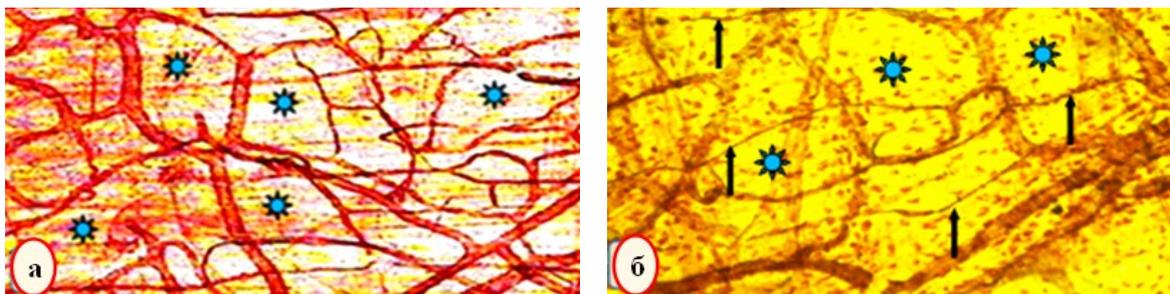
Для электронно-микроскопического исследования биоматериал (спинномозговые ганглии) фиксировали методом погружения в охлажденный 2,5%-ный раствор глутарового альдегида, приготовленный на фосфатном буфере (рН 7,3) в течение 1,5 часов. В последующем ткани помещали в 1%-ный раствор четырехоксида осмия на 2 часа при температуре +4 °С.

После завершения альдегид-осмиевой фиксации биоматериал дегидрировали в спиртах возрастающей концентрации и заключали в аралдит. Срезы готовили на ультратоме марки LKB (Швеция), контрастировали цитратом свинца по E.S. Reynolds [1963] и просматривали с помощью трансмиссионного электронного микроскопа JEM-100CX фирмы «JEOL» (Япония).

### РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В настоящее время сформирована концепция метаболического контроля кислородного обеспечения нормального функционирования организма. В связи с этим совместный эффект вовлечения капилля-

ров в процесс ауторегуляции кровотока обеспечивает надежность защиты от тканевой гипоксии спинномозговые ганглии при межпозвоночных грыжах. Если у интактных животных капилляры располагались от тел нейронов в среднем в радиусе 10–15 мкм, то при патологии это расстояние увеличивалось до 20–25 мкм. Развивающаяся тканевая гипоксия приводит к существенным изменениям состояния нейронов, в частности к инициации апоптоза, явлениям хроматолиза, разрушению ядерного аппарата. Первыми на редукцию кровообращения реагируют мелкие и средние нейроны, которые находятся в худших условиях васкуляризации по сравнению с крупными нейронами. В связи с этим изменяются морфометрические параметры сосудов, как показал индекс Керногана (отношение площади сосуда к площади его просвета). Индекс Керногана у интактных животных колебался в пределах от  $3,77 \pm 0,07$  до  $4,72 \pm 0,09$ , при межпозвоночной грыже –  $1,86 \pm 0,06$ – $2,92 \pm 0,08$ . Эти показатели свидетельствуют о спазме сосудов, когда диаметр микроциркуляторного русла уменьшается на 38,1–50,70 % ( $P < 0,05$ ). В результате редукции капиллярного русла, а в ряде случаев разрыва микрососудов образуются большие аваскулярные территории (рисунок 1). Наблюдается переполнение веноулярного русла, нарушается сетевидная конфигурация капиллярной сети. Бессосудистые территории занимают площадь от  $94,20 \pm 1,50$  мкм<sup>3</sup> до  $122,90 \pm 1,78$  мкм<sup>3</sup>.



а, б – редукция капиллярной сети, разрушение сетевидной структуры, большие бессосудистые пространства (значки) в грудном спинномозговом ганглии при межпозвоночной грыже

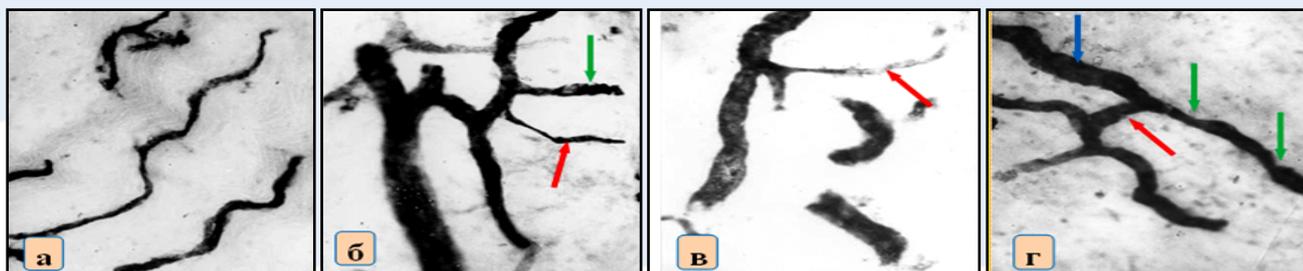
**Рисунок 1. – Микроциркуляторное русло в грудном спинномозговом ганглии при межпозвоночной грыже. Метод М. Бильшовского – Гросс в модификации В.В. Малашко. Микрофото. Биоскан. Ув.: а, б ×280**

В последнее время широко применяются цитохимические методы исследования для расшифровки процессов метаболизма, функционирования биосинтетических путей, мобилизации и передачи энергии, транспорта многих веществ из клетки в клетку. Щелочная фосфатаза считается одним из наиболее распространенных ферментов, играющих важную роль в переносе ионов через клеточные мембраны, в образовании фибриллярных белков, обеспечивает образование неорганического фосфата.

Было проведено дифференцированное определение активности щелочной фосфатазы в трех отделах позвоночного столба собак при межпозвоночной грыже.

В шейном отделе максимальная энзиматическая активность доходила до  $2,34 \pm 0,05$  отн. ед. оп. пл., минимальная – до  $1,65 \pm 0,03$  отн. ед. оп. пл., в грудном отделе активность фермента колебалась в пределах  $1,14 \pm 0,04 - 0,96 \pm 0,03$  отн. ед. оп. пл. и в поясничном отделе –  $1,31 \pm 0,05 - 0,67 \pm 0,02$  отн. ед. оп. пл.

Повышение активности щелочной фосфатазы у животных при межпозвоночной грыже по сравнению с интактными собаками свидетельствует в пользу активации лизосом, что служит одной из возможных причин повреждения митохондрий нейронов. Формируются разнообразные морфологические модуляции микрососудов спинномозговых ганглиев (рисунок 2).



**а** – формирование змеевидных сосудов в спинномозговых ганглиях грудного отдела при грыже; **б** – разная морфологическая структура сосудов, отходящих от одного крупного ствола: сосуд, имеющий гармошковидные складки (зеленая стрелка) и сосуд с резким спазмом (красная стрелка) при грыже в спинномозговых ганглиях поясничного отдела; **в** – высокая активность фермента в месте бифуркации и резкие структурно-гистохимические перестройки в отходящей ветви (красная стрелка) в спинномозговых ганглиях грудного отдела при грыже; **г** – высокая активность фермента в артериоло-венулярном анастомозе (красная стрелка), формирование в венуле аневризм (синяя стрелка) и спазмированных участков (зеленые стрелки) при грыже в спинномозговых ганглиях шейного отдела

**Рисунок 2. – Морфология микроциркуляторного русла и активность щелочной фосфатазы в спинномозговых ганглиях при межпозвоночной грыже. Метод Гомори. Микрофото. Биоскан. Ув.: а ×140, б, в, г ×280**

В связи со спазмом сосуды приобретают змеевидные контуры (рисунок 2 а).

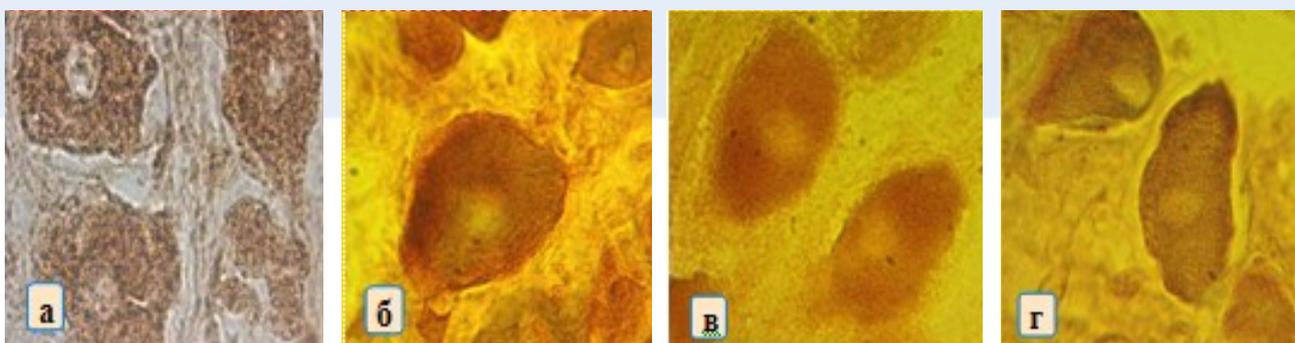
Иногда от одного и того же сосуда отходят две ветви, по структуре не похожие друг на друга. Одна имеет на всем протяжении практически одинаковый диаметр, другая же, наоборот, имеет резкие перепады в размерах (рисунок 2 б). Высокая активность щелочной фосфатазы отмечается в месте бифуркации сосудов, но одни из

ветвей резко контрастирует на фоне других сосудов. В таких структурах происходит резкий спад активности фермента и наступает фрагментация стенок микрососуда (рисунок 2 в). В то же время стенка венулы может формировать расширения, вызванные застойным процессом, которые спровоцированы спазмами в нескольких участках сосуда (рисунок 2 г).

На ультраструктурном уровне ис-

следованы изменения в ядерном аппарате нейронов спинномозговых ганглиев при межпозвоночных грыжах у собак. В ядрышках нейронов диагностировали следующие изменения: 1) сегрегация ядрышка, выражающаяся в обособлении гранулярной и фибриллярной зон; 2) дегрануляция – исчезновение из ядрышка гранулярного компонента, по сути дела, это конечная степень сегрегации; 3) фрагментация – распад всей структуры ядрышка на отдельные плотные агрегаты; 4) гипертрофия ядрышка; 5) формирование микросферулы – это электронно-плотные структуры, появляющиеся в результате процессов, приводящих к частичному или полному торможению синтеза РНК.

Изучение активности ацетилхолинэстеразы (АХЭ) в спинномозговых ганглиях при межпозвоночных грыжах базировалась на том, что роль энзима не ограничивается участием в синаптической передаче нервных импульсов. Он также выполняет немедиаторную функцию, участвует в регуляции внутриклеточного обмена, воздействует на проницаемость мембран, регулирует ионные сдвиги, в частности ионов натрия и калия. В среднем при межпозвоночной грыже нейронов с высокой активностью АХЭ была в пределах 27,97 %, (в норме 40,80 %), со средней степенью активности – 37,50 % (в норме 32,40 %) и с низкой активностью – 25,33 % (в норме 21,20 %) (рисунок 3).



**а, б** – активность АХЭ и структура осадка в нейронах грудных спинномозговых ганглиев у интактных животных; **в, г** – активность АХЭ и структура осадка в грудных спинномозговых ганглиях при межпозвоночной грыже

**Рисунок 3. – Активность АХЭ и структура продукта реакции в грудных спинномозговых ганглиях. Метод М. Д. Карновского – Л. А. Рутс в модификации А. Эль-Бадави и Е. Шенка. Микротофо. Биоскан. Ув.: а, б, в, г ×280**

Ультраструктурные изменения митохондрий в нейронах сопровождались резким набуханием с деструкцией крист. В митохондриях крупных размеров (более 10 мкм) появляются облаковидные участки уплотнения, миелиноподобные концентрические мембранные пластины чаще концентрируются вокруг митохондрий. Митохондрии с уплотненным матриксом, разрушенными кристами свидетельствуют о снижении энергообеспечения нейрона. Отдельно был произведен анализ митохон-

дрий, у которых наблюдалась различная степень деструкции крист как основного энергетического компонента органеллы. В шейных спинномозговых ганглиях нейронов подобной категории насчитывалось 27,60 %, в нейронах грудного отдела – 14,80 % и в нейронах спинномозговых ганглиев поясничного отдела – 6,20 %. В таблице представлены наиболее часто встречающиеся ультраструктурные нарушения митохондрий нейронов спинномозговых ганглиев при межпозвоночной грыже.

Таблица. – Изменения ультраструктур митохондрий нейронов спинномозговых ганглиев при межпозвоночной грыже (% к общему числу митохондрий)

Ультраструктурные изменения митохондрий	Локализация межпозвоночной грыжи		
	шейный отдел	грудной отдел	поясничный отдел
Неизмененные митохондрии	46,14	52,38	53,55
Умеренно набухшие	26,57	24,87	23,51
Резко набухшие и с деструкцией крист	13,27	11,03	11,58
Начальные этапы деструкции и миелинизации мембран	9,55	8,34	7,42
Миелиноподобные и остаточные тельца	4,47	3,38	3,94

Из анализа данных таблицы видно, что в шейных спинномозговых ганглиях меньше всего было неизмененных митохондрий – 46,14 %, в грудных и поясничных узлах – 52,38 % и 53,55 % соответственно. Число умеренно набухших митохондрий в вышеперечисленных ганглиях составляло 26,57 %, 24,87 % и 23,51 % соответственно. При патологии в нейронах спинномозговых ганглиев реакция аппарата Гольджи сопровождалась набуханием цистерн, в ряде случаев – уменьшением количества простых и окаймленных (клатриновых) пузырьков. В крупных нейронах выявлялась гиперплазия аппарата Гольджи за счет удлинения его профилей, обусловленная неспецифической реакцией за счет изменения перекисного окисления липидов мембран, и миелиноподобные тельца.

В условиях патологического процесса гранулярная эндоплазматическая сеть была сформирована из разрозненных единичных коротких канальцев и часто без рибосом. В 45–65 % случаев наблюдается уменьшение протяженности, дегрануляция и вакуолизация гранулярной эндоплазматической сети. В цитоплазме нейронов, чаще в перинуклеарной зоне, встречаются бесструктурные участки, образованные, вероятно, в результате лизиса дегранулированных мембран. Отмечается фрагментация каналов эндоплазматической сети, центральная полость которой местами имеет варикозности различной величины, отдельные его фрагменты имеют вид вакуолей. Между каналами сети наблюдается невысокая плотность как свободных, так и связанных в розетки рибосом. Во всех слу-

чаях основным патологическим признаком является вакуолизация гранулярной эндоплазматической сети с возникновением в ней очагов деструкции.

Зафиксировано увеличение содержания аутофагических вакуолей в нейронах. Возможно, это проявление реконструктивной функции лизосом, которая реализуется в экстремальных условиях при дефиците энергетических субстратов и пластического материала в клетке. В дальнейшем продукты лизосомального гидролиза могут быть использованы в процессе глюконеогенеза как дополнительный источник энергии. Такой путь получения энергии характерен для процессов «срочной адаптации» в условиях развития патологического процесса.

Впервые удалось выделить три типа глиоцитов в зависимости от ультраструктуры и локализации в спинномозговом ганглии. I тип глиоцитов имеет округлое или продолговато-овальное ядро диаметром 3,5–10 мкм. Гетерохроматин в больших количествах концентрируется в кариоплазме или же около кариолеммы. Цитоплазма светлая, содержит мало оргanelл, большинство из них находится недалеко от ядра. Назначение этих глиоцитов заключается в том, что они окутывают аксон и формируют капсулу вокруг нейронов. У данного типа клеток сильно развит отростковый аппарат. Они также изолируют аксоны от интерстиция. II тип глиоцитов имеет существенные отличия от глиоцитов I типа по форме, структуре ядра и цитоплазмы. Ядро неравномерно, кариолемма образует глубокие инвагина-

ции, диаметр ядра составляет 5–8 мкм. Ядро делится глубокими ячеистыми перетяжками. Хроматин распределен дисперсно и рыхло, скопления его у кариолеммы незначительные. Узкий ободок цитоплазмы занимают многочисленные органеллы. Этот тип глиоцитов преимущественно образует капсулу вокруг нейронов. III тип глиоцитов имеет лопастную форму ядра, а инвагинации, в отличие от II типа, более многочисленные, но неглубокие. Распределение хроматина рыхлое, скопления на кариолемме незначительные. По структуре хроматина напоминают ядро нейрона, хотя гетерохроматина на ядерной оболочке несколько больше, чем у нейрона. Цитоплазма имеет небольшой участок, но образует очень мощные пальцевидные выросты (отростки). Данный тип глиоцитов локализуется в области перикарионов в центральных участках нейропиля.

Проведен анализ содержания трех типов глиоцитов в спинномозговых ганглиях у интактных собак и при межпозвоночной грыже. Глиоцитов I типа у животных с межпозвоночной грыжей было 26,17 %, а у интактных животных – 41,74 %, глиоцитов II типа содержалось 18,90 % и

30,26 % соответственно. Более высокий процент при межпозвоночной грыже приходится на клетки III типа, которых было 54,93 % против 28,0 % без повреждения межпозвоночного диска. Именно этот тип глиоцитов формирует капсулу вокруг дегенеративно-дистрофических нейронов.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При межпозвоночных грыжах у собак в спинномозговых ганглиях диаметр микроциркуляторного русла уменьшается на 38,1–50,70 %, происходит редукция капилляров, бессосудистые территории занимают площадь в пределах  $94,20 \pm 1,50$ – $122,90 \pm 1,78$  мкм<sup>3</sup>. Активность АХЭ в нейронах снижается на 25,33–37,50 %, количество измененных митохондрий достигает 23,51–26,57 % по отношению к интактным животным. Гранулярная эндоплазматическая сеть нейронов при межпозвоночной грыже сформирована из разрозненных единичных коротких канальцев, в 45–65 % случаев наблюдается уменьшение протяженности, дегрануляция и вакуолизация сети. Ядрышки нейронов подвергаются сегрегации, дегрануляции, фрагментации и гипертрофии.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Глуценко, А. В. Эндоскопические методы лечения грыж межпозвоночных дисков на пояснично-крестцовом уровне / А. В. Глуценко, В. И. Матвеев, В. М. Ланецкая // III съезд нейрохирургов России : тез. докл. – СПб., 2002. – С. 608.
2. Осна, А. И. Диагностическая пункция и дерезепция диска / А. И. Осна // Основные принципы и задачи пункционного лечения остеохондроза позвоночника : сб. науч. тр. – Л., 1975. – С. 12–19.
3. Осна, А. И. Остеохондроз позвоночника / А. И. Осна. – Новокузнецк : Здоровье, 1973. – 117 с.
4. Павлова, В. Н. Некоторые морфофункциональные аспекты современной артрологии / В. Н. Павлова // Архив анатомии, гистологии, эмбриологии. – 1989. – Т. 97, № 7. – С. 5–11.
5. Павлова, В. Н. Проблемы и перспективы современной хондрологии / В. Н. Павлова, Г. Г. Павлов // Ревматология. – 1984. – Ч. 1, № 3. – С. 4–10.
6. Павлова, В. Н. Хрящ / В. Н. Павлова, Т. Н. Копьева, Л. И. Слуцкий. – М. : Медицина, 1988. – 184 с.
7. Толпекин, Е. Л. Отдаленные результаты микродискэктомии при грыжах поясничных межпозвоночных дисков / Е. Л. Толпекин, Ф. В. Олешкевич // Нейрохирургия. – 2006. – № 3. – С. 33–39.
8. Цивьян, Я. Л. Патология дегенерирующего межпозвоночного диска / Я. Л. Цивьян, А. А. Бурхун. – Новосибирск : Наука, 1988. – 215 с.
9. Cerillo, A. Paravertebral retropleuric microsurgery approach to the treatment of thoracic disc herniation. Personal experience and consideration of unsatisfactory results / A. Cerillo, B. Carangelo, M. C. Bruno // J. Neurosurg. Sci. – 2002. – Vol. 46. – P. 135–142.
10. Chambers, T. J. The pathology of the osteoclast / T. J. Chambers // J. Clin. Pathol. – 1985. – Vol. 38. – P. 241–252.
11. Chi, J. H. The Mini-Open transpedicular thoracic discectomy: surgical technique and assessment / J. H. Chi, S. S. Dhall, A. S. Kanter // Neurosurg Focus. – 2008. – Vol. 25, № 2. – P. 15–19.

12. Corpins, E. M. *Thoracic disc herniation and acute myelopathy: clinical presentation, neuroimaging findings, surgical considerations, and outcome* / E. M. Corpins, M. L. Janssen // *J. Neurosurg. Spine.* – 2011. – Vol. 14, № 4. – P. 520–528.
13. Cudia, S. P. *Thoracolumbar intervertebral disk disease in large, nonchondrodystrophic dogs* / S. P. Cuida, J. M. Duval // *J. Am. Anim. Hosp. Assoc.* – 1997. – Vol. 33, № 5. – P. 456–460.
14. Meij, B. P. *Degenerative lumbosacral stenosis in dogs* / B. P. Meij, N. Bergknut // *Vet. Clin. North Am Small Anim. Pract.* – 2010. – Vol. 40, № 5. – P. 983–1009.
15. Pacisewski, T. *The surgical and medical perioperative complications of anterior spinal fusion surgery in the thoracic and lumbar spine in adults: A review of 1223 procedures* / T. Pacisewski, R. B. Winter // *Spine.* – 1995. – Vol. 20. – P. 1592–1599.
16. Perez-Cruet, M. J. *Thoracic microendoscopic discectomy* / M. J. Perez-Cruet, B. S. Kim, F. Sandhu // *J. Neurosurg. Spine.* – 2004. – Vol. 1, № 1. – P. 58–63.

УДК 616.83-006:616.831-005.98-076.4

Латвис В., аспирант

Малашко В.В., доктор ветеринарных наук, профессор

УО «Гродненский государственный аграрный университет», г. Гродно

## МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ В СТРУКТУРАХ ГОЛОВНОГО МОЗГА СОБАК ПРИ ОНКОЛОГИЧЕСКОМ ПРОЦЕССЕ

### Резюме

При опухолях головного мозга собак патологические процессы в нервных структурах сопровождаются деструкцией дендритов, снижением количества синаптических везикул в аксонных терминалах при астроцитоме на 29,06 % и олигодендроглиоме – на 28,13 %. На основании ультраструктурных характеристик синаптических элементов определено два типа изменений синаптического аппарата в нейронах коры головного мозга.

### Summary

In canine brain tumors pathological processes in nervous structures are accompanied by the destruction of dendrites and activation of pinocytosis process in neuroglial cells. The number of synaptic vesicles in axonal terminals in astrocytoma has been found to be reduced by 29,06 percent, in oligodendroglioma – by 28,13 compared with the physiological norm. On the basis of ultrastructural characteristics, two types of changes in the synaptic apparatus in cerebral cortex neurons have been identified.

Поступила в редакцию 22.09.2020 г.

### ВВЕДЕНИЕ

Проблема взаимосвязи структуры и функции нейрона является одной из важнейших в современной нейробиологии. Наиболее существенное теоретическое и прикладное значение имеет вопрос функциональных перестроек в структуре ЦНС при различных патологических состояниях [3, 7, 8, 13]. В связи с этим онкологические заболевания представляют актуальную медицинскую и ветеринарную проблему в нейрохирургии, онкологии и диагностике. Опухоли головного мозга, в частности у че-

ловека, составляют 85–90 % всех опухолей ЦНС и характеризуются широким спектром генетических нарушений, которые проявляются утратой или приобретением генетического материала с последующим туморогенезом. В процессе прогрессирования опухоли активируются различные сигнальные пути. Прежде всего это каскады, связанные с рецепторами фактора роста (эпидермального – EGF, тромбоцитарного – PDGF, сосудистого – VEGF и др.). Они вызывают многочисленные эффекты, направленные на усиление пролиферации,