

9. Antipova, T.A. Optimizatsiya ratsionov laktiruyushchikh korov i biologicheskaya tsennost moloka dlya proizvodstva produktov detskogo pitaniya / T.A. Antipova, S.V. Felik, A.S. Myakotnykh, E.Yu. Zlobina // *Molochnoe i myasnoe skotovodstvo*. – 2011. – No. 2. – S. 27-28.

10. Sulyga, N.V. Produktivnye kachestva korov-pervotelok golshhtinskoj cherno-pestroy porody vengerskoj selektsii v adaptatsionnyy period / N.V. Sulyga, G.P. Kovaleva // *Zootekhniya*. – 2011. – No. 2. – S. 4-6.

11. Retta, K. (2016). Role of probiotics in rumen fermentation and animal performance: a review. *International Journal of Livestock Production*. 7. 24-32. DOI: 10.5897/IJLP2016.0285.

12. Shokryazdan, P., Faseleh Jahromi, M., Liang, J. B., Ho, Y. W. (2017). Probiotics: From Isolation to Application. *Journal of the American College of Nutrition*, 36 (8), 666–676. <https://doi.org/10.1080/07315724.2017.1337529>.

13. Smirnova, Yu.M. Effektivnost ispolzovaniya probiotikov v kormlenii doynnykh korov / Yu.M. Smirnova, A.S. Litonina, A.V. Platonov // *Vestnik KRASGAU*. – 2020. – No. 9 (162). – S. 145-151.

14. Ponomareva, E.A. Geneticheskiy potentsial korov-pervotelok golshhtinskoj porody raznoy sel-

ektсии / E.A. Ponomareva, O.Yu. Kutsankov // *Mir innovatsiy*. – 2017. – No. 2. – S. 68-71.

15. Lebedko, E.Ya. Geneticheskiy potentsial rekordnoy molochnoy produktivnosti korov golshhtinskoj porody / E. Ya. Lebedko, R.V. Pilipenko // *Effektivnoe zhivotnovodstvo*. – 2020. – No. 1 (158). – S. 9-13

16. Kosolapov V. M., Chuykov V. A., Khudya-kova Kh. K., Kosolapova V. G. Mineralnye elementy v kormakh i metody ikh analiza: monografiya. – Moskva: OOO "Ugreshskaya tipografiya", 2019. – 272 s.

17. Kuchinskiy, M. P. Bioelementy – faktor zdorovya i produktivnosti zhivotnykh / M. P. Kuchinskiy. – Minsk: Biznesofset, 2007. – 371 s.

18. Ekonomicheskoe obosnovanie primeneniya izvestnyakovoy muki v ratsionakh laktiruyushchikh korov / V. N. Podrez [i dr.] // *Issledovaniya molodykh uchenykh: materialy X Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii "Agrarnoe proizvodstvo i okhrana prirody"*, (g. Vitebsk, 26-27 ma-ya 2011 g.) / Vitebskaya gosudarstvennaya akademiya veterinarnoy meditsiny. – Vitebsk: VGAVM, 2011. – S. 127-128.



УДК 57.089.67

DOI: 10.53083/1996-4277-2026-259-5-51-56

М.К. Салман, Ф.В. Шакирова, Н.А. Козлов

M.K. Salman, F.V. Shakirova, N.A. Kozlov

ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНИКИ ОПЕРАТИВНОГО ЛЕЧЕНИЯ ПОЯСНИЧНО-КРЕСТЦОВОГО СТЕНОЗА У СОБАК ПРИ ПОМОЩИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИНДИВИДУАЛЬНОГО 3D-МОДЕЛИРОВАНИЯ

OPTIMIZATION OF THE SURGICAL TECHNIQUE FOR TREATING LUMBOSACRAL STENOSIS IN DOGS USING PERSONALIZED 3D MODELING

Ключевые слова: компьютерная томография, пояснично-крестцовый стеноз, хирургическое лечение, собаки, 3D-моделирование, индивидуальные направлятели, дорсальная ламинэктомия, стабилизация сегмента, транспедикулярная фиксация, гайды-направители.

Представлены 2 способа проведения дорсальной ламинэктомии и стабилизации сегмента L7-S1 (L7 – последний поясничный позвонок, S1 – 1-й крестцовый) транспедикулярной конструкцией: с использованием индивидуального 3D-моделирования и без него. Объектом исследования послужили 6 собак крупных пород (2 группы по 3 особи в каждой) воз-

растом от 6 до 13 лет с пояснично-крестцовым стенозом, не имеющих противопоказаний к проведению хирургического лечения под общей анестезией. У всех исследуемых животных отмечалась характерная клиническая картина – спонтанные боли, сложность при вставании, прогрессирующий парез тазовых конечностей (в том числе на фоне медикаментозного лечения). Окончательный диагноз всем собакам был поставлен по результатам магнитно-резонансной томографии (МРТ). Для 1-й группы животных была дополнительно выполнена компьютерная томография (КТ) пояснично-крестцового сочленения. В качестве лечения всем собакам проводилась дорсальная ламинэктомия и стабилизация сег-

мента L7-S1 транспедикулярной конструкцией. Первой группе собак операция проводилась с использованием 3D-моделируемых гайдов-направителей и имплантов для стабилизации сегмента L7-S1, 2-й группе – без использования индивидуального 3D-моделирования. Осуществлялась сравнительная оценка скорости проведения дорсальной ламинэктомии и стабилизации сегмента L7-S1 транспедикулярной конструкцией у собак 1-й и 2-й групп. В результате исследования определено, что операция по лечению пояснично-крестцового стеноза с использованием индивидуального 3D-моделирования (1-я группа собак) проводилась в среднем на 26 мин. быстрее (за счет предварительно смоделированных и напечатанных на 3D-принтере гайдов-направителей, с помощью которых, в свою очередь, проводится просверливание отверстий для будущей конструкции).

Keywords: *computed tomography, lumbosacral stenosis, surgical treatment, dogs, 3D modeling, custom guides, dorsal laminectomy, segment stabilization, transpedicular fixation, guide wires.*

Two methods of performing dorsal laminectomy and stabilization of the L7–S1 segment (L7 – the last lumbar vertebra, S1 – the first sacral vertebra) using a

transpedicular fixation system are presented: with and without patient-specific 3D modeling. The study included six large-breed dogs (two groups of three animals each), 6 to 13 year-old, diagnosed with lumbosacral stenosis and without contraindications for surgical treatment under general anesthesia. All animals exhibited a characteristic clinical presentation including spontaneous pain, difficulty rising, and progressive pelvic limb paresis, even during pharmacological therapy. The final diagnosis in all dogs was established based on magnetic resonance imaging (MRI); in addition, computed tomography (CT) of the lumbosacral junction was performed in the first group. All dogs underwent dorsal laminectomy and stabilization of the L7–S1 segment using a transpedicular fixation system. In the first group, surgery was performed with the use of 3D-printed patient-specific guide templates and implants for segment stabilization; in the second group, surgery was performed without individual 3D modeling. The duration of dorsal laminectomy and L7–S1 stabilization in two groups were compared. The results demonstrated that the surgical procedure using patient-specific 3D modeling (Group 1) was, on average, by 26 minutes shorter than the conventional technique, primarily due to the use of predesigned and 3D-printed guide templates that enabled precise drilling of screw channels for the fixation system.

Салман Мишель Карамович, аспирант, Институт «Казанская академия ветеринарной медицины имени Н.Э. Баумана», ФГБОУ ВО Казанский ГАУ, г. Казань, Российская Федерация, e-mail: salmanvet@mail.ru.

Шакирова Фаина Владимировна, д.в.н., доцент, профессор кафедры хирургии, акушерства и патологии мелких животных, Институт «Казанская академия ветеринарной медицины имени Н.Э. Баумана», ФГБОУ ВО Казанский ГАУ, г. Казань, Российская Федерация, e-mail: shakirova-fv@yandex.ru.

Козлов Николай Андреевич, д.в.н., профессор, руководитель, Ветеринарный центр «Нейровет», г. Москва, Российская Федерация, e-mail: nikvet@mail.ru.

Salman Mishel Karamovich, post-graduate student, Institute Kazan State Academy of Veterinary Medicine, Kazan State Agricultural University, Kazan, Russian Federation, e-mail: salmanvet@mail.ru.

Shakirova Faina Vladimirovna, Dr. Vet. Sci., Assoc. Prof., Institute Kazan State Academy of Veterinary Medicine, Kazan State Agricultural University, Kazan, Russian Federation, e-mail: shakirova-fv@yandex.ru.

Kozlov Nikolay Andreevich, Dr. Vet. Sci., Prof., Head, Veterinary Center “Neurovet”, Moscow, Russian Federation, e-mail: nikvet@mail.ru.

Введение

Стеноз – это локальное сужение просвета позвоночного канала, приводящее к компрессии спинного мозга и/или его корешков. Пояснично-крестцовый канал локализуется между поясничным и крестцовым отделами позвоночного столба [1]. Иными словами, пояснично-крестцовый стеноз – это локальное сужение позвоночного канала на уровне L7-S1 (L7 – последний поясничный позвонок, S1 – первый крестцовый).

На данный момент считается, что первопричиной появления пояснично-крестцового стеноза

является нестабильность между L7-S1 позвонками, которая, в свою очередь, может быть вызвана генетическими отклонениями, например, заболевание наиболее часто встречается у немецких овчарок (наследственное заболевание, породная предрасположенность).

Клиническая картина заболевания не всегда специфична, дифференциальную диагностику при подозрении на пояснично-крестцовый стеноз проводят с помощью магнитно-резонансной томографии (МРТ), где характерными признаками будут являться сужение просвета позвоноч-

ного канала с компрессией спинномозговых нервов и корешков с гиперплазией жёлтой связки дорсально и протрузией межпозвонкового диска вентрально, иногда с сопутствующим фораминальным сужением (рис. 1, 2)

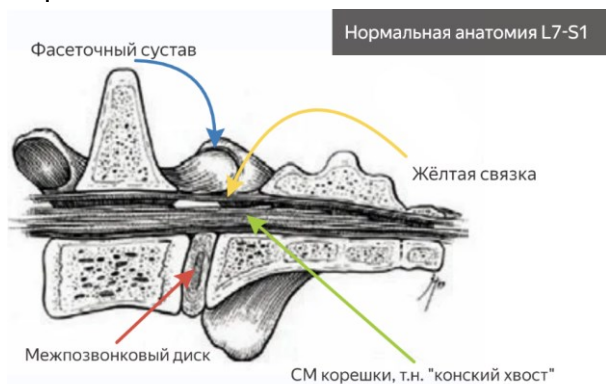


Рис. 1. Схема нормальной анатомии пояснично-крестцового отдела позвоночника (автор: Eduardo Atria Ingles)



Рис. 2. Схема анатомии пояснично-крестцового сочленения при пояснично-крестцовом стенозе (автор: Eduardo Atria Ingles)

Необходимость лечения пояснично-крестцового стеноза обусловлена осторожным прогнозом в связи с возникновением риска развития комплекса проблем: остеоартрит фасеточных суставов, прогрессирующая протрузия межпозвонкового диска (т.е. выдавливание диска в сторону корешков) вентрально (снизу) и гипертрофия желтой связки дорсально (сверху), спондилёз, спондилолистез, фораминальный стеноз, ганглионеврит и болезненность от самой нестабильности. Методы лечения пояснично-крестцового стеноза могут быть консервативными и хирургическими [1]. Хирургических методов несколько: использование кейджей для спондилодеза, трансартикулярное введение спиц, стабилизация сегмента без декомпрессии, латеральная фораминотомия, дорсальная

декомпрессия и стабилизация сегмента, дорсальная ламинэктомия и использование 3D-моделируемых гайдов-направителей и имплантов для стабилизации сегмента. Для последних необходимо дополнительное выполнение компьютерной томографии (КТ) [2, 3].

Цель исследования – определить скорость проведения дорсальной ламинэктомии и стабилизации сегмента L7-S1 транспедикулярной конструкцией с использованием индивидуально-3D-моделирования и без его использования. **Задача** исследования – установить, является ли использование 3D-моделируемых гайдов-направителей фактором, сокращающим время дорсальной ламинэктомии и стабилизации сегмента L7-S1 транспедикулярной конструкцией.

Объекты и методы

Работа выполнена на базе центра ветеринарной неврологии, нейрохирургии и травматологии «Нейровет». С использованием фотополимерного принтера anycubic photon m3 max, фотополимера Harz Labs Dental Clear Pro, программы для 3D-моделирования BonaPlanner v 1.1.0.

Объектом исследования послужили 6 собак, разного пола, имеющие клинические признаки боли, сложности при вставании, прогрессирующего пареза тазовых конечностей (3 собаки получали при этом медикаментозную терапию), с окончательным диагнозом, поставленным по результатам МРТ, – пояснично-крестцовый стеноз, не имеющих противопоказаний к операции под общей анестезией. Породы: немецкая овчарка (3 собаки), лабрадор (1 собака), метис (2 собаки). Возраст 6 лет (2 собаки), 7 лет (1 собака), 10 лет (2 собаки) и 13 лет (1 собака).

Методом исследования послужило индивидуальное 3D-моделирование, создание и использование гайдов-направителей (и, если необходимо, имплантов), напечатанных на 3D-принтере, которые переносят рассчитанную на компьютере операцию в операционную рану. В напечатанных полимерных гайдах-направителях по анатомическим ориентирам позвонков сформированы отверстия под спицу/сверло в строго заданной плоскости [4]. При дорсальной ламинэктомии и стабилизации сегмента L7-S1 транспедикулярной конструкцией такой гайд-направитель будет направлять сверло в нужном направлении [5] (рис. 3, 4).



Рис. 3. Готовые гайды-направители (собственные снимки)

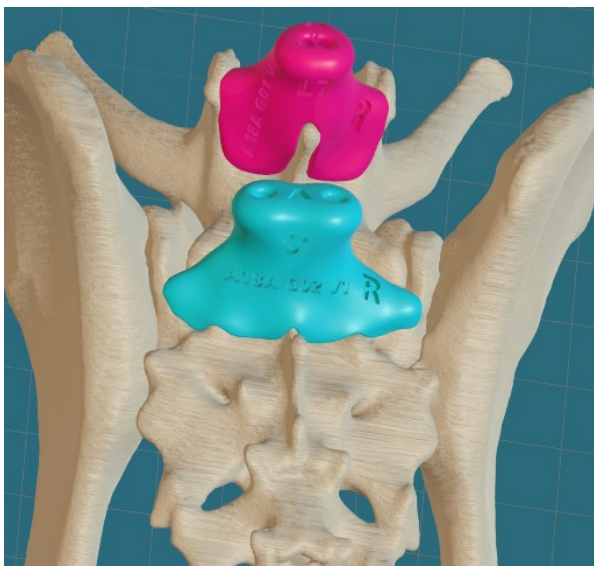


Рис. 4. Индивидуальные направители для проведения транспедикулярных винтов в 3D-редакторе (собственный снимок)

Экспериментальная часть

При выполнении хирургического лечения пояснично-крестцового стеноза проводили сравнительную оценку скорости выполнения дорсальной ламинэктомии и стабилизации сегмента L7-S1 транспедикулярной конструкцией. Сравнивали 2 техники выполнения данной операции: классическую дорсальную ламинэктомию и

стабилизацию сегмента L7-S1 транспедикулярной конструкцией и таковую с использованием 3D-моделируемых гайдов-направителей. Для этого собак с подтвержденным пояснично-крестцовым стенозом, не дающим положительной динамики на медикаментозное лечение, условно разделили на 2 группы по 3 особи в каждой. Первой группе собак при проведении дорсальной ламинэктомии и стабилизации сегмента L7-S1 транспедикулярной конструкцией применяли индивидуальное 3D-моделирование, для чего предварительно была выполнена КТ, а второй группе проводили дорсальную ламинэктомию и стабилизацию сегмента L7-S1 транспедикулярной конструкцией без применения гайдов-направителей [6, 7]. Ассистент фиксировал время начала и завершения операций (рис. 5).



Рис. 5. Использование гайдов-направителей в операционной ране (собственный снимок)

Оценку результатов проводили по каждому животному после завершения дорсальной ламинэктомии и стабилизации сегмента L7-S1 транспедикулярной конструкцией без учета выполнения предварительной КТ и других исследований. То есть учитывалось время непосредственно от этапа доступа до этапа ушивания операционной раны (табл.).

Результаты и их обсуждение

Результаты исследования, представленные в таблице, наглядно отражены на рисунке 6.

Таблица

Сравнительная оценка скорости выполнения дорсальной ламинэктомии и стабилизации сегмента L7-S1 транспедикулярной конструкцией у исследуемых собак классическим методом и с использованием индивидуального 3D-моделирования

| Время | 1-я группа собак | | | 2-я группа собак | | |
|-----------------|------------------|-------|-------|------------------|-------|-------|
| | Юки | Джек | Астра | Рекс | Джеси | Рюк |
| Начало операции | 14:00 | 10:00 | 10:10 | 10:15 | 10:00 | 15:00 |
| Конец операции | 15:25 | 11,17 | 11:30 | 11:28 | 11:50 | 16:45 |
| Кол-во часов | 1,25 | 1,17 | 1,20 | 1,43 | 1,50 | 1,45 |



Рис. 6. Сравнительная оценка скорости выполнения дорсальной ламинэктомии и стабилизации сегмента L7-S1 транспедикулярной конструкцией у исследуемых собак классическим методом и с использованием индивидуального 3D-моделирования

Исходя из полученных данных можно сделать вывод, что у животных из первой группы с дорсальной ламинэктомией и стабилизацией сегмента L7-S1 транспедикулярной конструкцией выполнялись с использованием 3D-моделируемых гайдов-направителей, операция занимала 1 ч 20 мин., а у животных из второй группы при классической дорсальной ламинэктомии и стабилизации сегмента L7-S1 транспедикулярной конструкцией – 1 ч 46 мин., что на 26 мин. дольше, чем у животных из первой группы.

Заключение

При проведении дорсальной ламинэктомии и стабилизации сегмента L7-S1 транспедикулярной конструкцией использование 3D-моделируемых гайдов-направителей и имплантов для стабилизации сегмента позволяет выполнять быстрее (в среднем, на 26 мин.), легче и менее травматично хирургическое вмешательство.

Применение оптимизированной методики хирургического лечения пояснично-крестцового стеноза у собак является значимым фактором преимуществ при проведении операции как у условно клинически здоровых животных, так и у животных, имеющих сопутствующие заболевания, при которых противопоказан длительный наркоз.

Библиографический список

1. Уланова, Н. В. Первый в РФ опыт использования системы транспедикулярной фиксации для лечения дегенеративного пояснично-крестцового стеноза и шейной спондиломиело-

патии у собак на основании серии клинических случаев / Н. В. Уланова, С. С. Горшков. – Текст: электронный // VetPharma. – 2016. – № 2 (30). – С. 48-72. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/pervyy-v-rf-opyt-ispolzovaniya-sistemy-transpedikulyarnoy-fiksatsii-dlya-lecheniya-degenerativnogo-poyasnichno-kresttsovogo-stenoza-i> (дата обращения: 23.01.2026).

2. Козлов, Н. А. Опыт лечения дегенеративного пояснично-крестцового стеноза (синдром конского хвоста) у собак / Н. А. Козлов, А. Б. Склярова. – Текст: электронный // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2018. – № 1 (159). – С. 141-144. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/opyt-lecheniya-degenerativnogo-poyasnichno-kresttsovogo-stenoza-sindrom-konskogo-hvosta-u-sobak> (дата обращения: 23.01.2026).

3. Early, P. (2017). Stiffness Comparisons of SOP Interlocking Plate Configurations in 3D Printed Canine Lumbosacral Vertebrae. *Open Access Journal of Veterinary Science & Research*. 2. 1-9. DOI: 10.23880/oajvsr-16000143.

4. Toni, C., Oxley, B., Clarke, S., Behr, S. (2021). Accuracy of Placement of Pedicle Screws in the Lumbosacral Region of Dogs Using 3D-Printed Patient-Specific Drill Guides. *Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology: V.C.O.T.* 34 (1), 53–58. <https://doi.org/10.1055/s-0040-1716840>.

5. Beer, P., Park, B. H., Steffen, F., et al. (2020). Influence of a customized three-dimensionally printed drill guide on the accuracy of pedicle screw placement in lumbosacral vertebrae:

An ex vivo study. *Veterinary Surgery: VS*, 49 (5), 977–988. <https://doi.org/10.1111/vsu.13417>.

6. Bongers, J. J., Wilkinson, N., Kurihara, M., et al. (2022). Accuracy of Lumbosacral Pedicle Screw Placement in Dogs: A Novel 3D Printed Patient-Specific Drill Guide versus Freehand Technique in Novice and Expert Surgeons. *Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology: V.C.O.T.*, 35 (6), 381–389. <https://doi.org/10.1055/s-0042-1750433>.

7. Kim J.Y., Kwak H.H., Woo H.M., Kim J. (2024). Enhancing the Accuracy of Pedicle Screw Placement Using 3D-Printed Screw-Guiding Techniques in the Lumbosacral Region for Small Breed Dogs: A Cadaveric Study. *Animals (Basel)*. 15 (1):14. DOI: 10.3390/ani15010014.

References

1. Ulanova N. V. Pervyy v RF opyt ispolzovaniya sistemy transpedikulyarnoy fiksatsii dlya lecheniya degenerativnogo poyasnichno-kresttsovogo stenoza i sheynoy spondilomielopatii u sobak na osnovanii serii klinicheskikh sluchaev / N. V. Ulanova, S. S. Gorshkov // *VetPharma*. – 2016. – No. 2 (30). – S. 48-72.

2. Kozlov, N. A. Opyt lecheniya degenerativnogo poyasnichno-kresttsovogo stenoza (sindrom konskogo khvosta) u sobak / N. A. Kozlov, A. B. Sklyarova // *Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. – 2018. – No. 1 (159). – S. 141-144.

3. Early, P. (2017). Stiffness Comparisons of SOP Interlocking Plate Configurations in 3D Printed Canine Lumbosacral Vertebrae. *Open Access Journal of Veterinary Science & Research*. 2. 1-9. DOI: 10.23880/oajvsr-16000143.

4. Toni, C., Oxley, B., Clarke, S., Behr, S. (2021). Accuracy of Placement of Pedicle Screws in the Lumbosacral Region of Dogs Using 3D-Printed Patient-Specific Drill Guides. *Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology: V.C.O.T.*, 34 (1), 53–58. <https://doi.org/10.1055/s-0040-1716840>.

5. Beer, P., Park, B. H., Steffen, F., et al. (2020). Influence of a customized three-dimensionally printed drill guide on the accuracy of pedicle screw placement in lumbosacral vertebrae: An ex vivo study. *Veterinary Surgery: VS*, 49 (5), 977–988. <https://doi.org/10.1111/vsu.13417>.

6. Bongers, J. J., Wilkinson, N., Kurihara, M., et al. (2022). Accuracy of Lumbosacral Pedicle Screw Placement in Dogs: A Novel 3D Printed Patient-Specific Drill Guide versus Freehand Technique in Novice and Expert Surgeons. *Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology: V.C.O.T.*, 35 (6), 381–389. <https://doi.org/10.1055/s-0042-1750433>.

7. Kim J.Y., Kwak H.H., Woo H.M., Kim J. (2024). Enhancing the Accuracy of Pedicle Screw Placement Using 3D-Printed Screw-Guiding Techniques in the Lumbosacral Region for Small Breed Dogs: A Cadaveric Study. *Animals (Basel)*. 15 (1):14. DOI: 10.3390/ani15010014.



УДК 576.89;591.69

DOI: 10.53083/1996-4277-2026-259-5-56-62

С.Я. Бахшалиева

S.Ya. Bakhshaliyeva

ЭПИЗООТОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ВИДОВ РОДА EIMERIA У ДОМАШНИХ КУР В САДАРАКСКОМ РАЙОНЕ (НАХЧЫВАНСКАЯ АВТОНОМНАЯ РЕСПУБЛИКА)

EPIZOOTOLOGICAL CHARACTERISTICS OF EIMERIA SPECIES IN CHICKENS IN THE SADARAK DISTRICT (NAKHCHIVAN AUTONOMOUS REPUBLIC)

Ключевые слова: *Eimeria*, домашние куры, кокцидиоз, экстенсивность инвазии, интенсивность инвазии, эпизоотологические особенности, Нахчыванская Автономная Республика, Садаракский район.

Keywords: *Eimeria*, chickens, coccidiosis, exten of invasion, intensity of invasion, epizootological characteristics, Nakhchivan Autonomous Republic, Sadarak district.