

УДК: 612.766:616.7/.8-053.9:636.7  
DOI:10.52419/issn2072-2419.2023.4.299

## ВЛИЯНИЕ ФИЗИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ НА ПРОЯВЛЕНИЕ ВОЗРАСТНЫХ ДЕГЕНЕРАТИВНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ НЕРВНО-МЫШЕЧНОГО АППАРАТА У СОБАК

Александрова Е.Ю. – асп. каф. патологической физиологии (ORCID 0009-0002-5469-2105); Крячко О.В. – д-р ветеринар. наук, проф., зав. каф. патологической физиологии (ORCID 0000-0002-8996-8522).

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет  
ветеринарной медицины».

\*ek.ilicheva.98@gmail.com

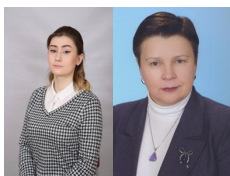
**Ключевые слова:** собаки, реабилитация, кинезиотерапия, дистрофия, дегенерация, нервно-мышечный аппарат, ЭНМГ

**Keywords:** dogs, rehabilitation, rehabilitation in dogs, kinesiotherapy, dystrophy, degeneration, neuromuscular system, ENMG.

Поступила: 06.10.2023

Принята к публикации: 17.11.2023

Опубликована онлайн: 08.12.2023



### РЕФЕРАТ

Дегенеративные изменения нервно-мышечных структур являются необратимым процессом в патогенезе возрастных изменений. К ним относится снижение доли мышечной ткани, замещение нервных структур соединительнотканнвыми элементами, развитие синоптической депрессии и снижение вследствие этого возбудимости и лабильности нервно-мышечного аппарата. Важным аспектом поддержания качества жизни собак старше 9 лет является профилактика и отсрочка необратимых дегенеративных процессов. Для этого в гуманной медицине широко распространено внедрение физической активности в протоколы профилактики и реабилитации после травм. Однако для животных нет убедительной доказательной базы эффективности физической активности в отношении предотвращения возрастных дегенеративных изменений. В ходе работы было изучено влияние физической активности на проявление дегенеративных изменений у животных в возрасте от 9 до 11 лет с помощью электрофизиологического метода исследования - электронейромиографии (ЭНМГ). Данная методика помогает оценить функциональное состояние нервно-мышечных структур с помощью графического изображения (кривой М-ответа). Полученные результаты показывают, что состояние исследуемых структур у опытной группы животных по полученным электрофизиологическим данным оцениваются как более функционально сохраненные, по сравнению с животными контрольной группы. Это объясняется тем, что кинезиотерапия положительно влияет на процессы метаболизма, протекающие на клеточном и тканевом уровнях, тем самым улучшая микроциркуляцию и иннервацию нервно-мышечных структур, а также оказывает общеукрепляющее действие на весь организм животного. Полученные результаты неоспоримо свидетельствуют о благоприятном влиянии физических нагрузок на состояние нервно-мышечного аппарата животных.

## ВВЕДЕНИЕ / INTRODUCTION

Кинезиотерапия — это один из методов реабилитации животных в ветеринарной практике. Она включает в себя комплекс упражнений, выполняемых по специальным методикам для достижения желаемого результата: снятие болевого синдрома, повышение активности животного, снятие контрактур суставов, нормализация кровоснабжения и иннервации, такие методы применяются в том числе при травмах опорно-двигательного аппарата [1]. Дистрофические изменения тканей являются необратимыми процессами, связанными с утратой ткани своей функциональной значимости [2]. При развитии дистрофических и дегенеративных изменений в нервно-мышечном аппарате крупных собак снижается их подвижность, появляются хронические заболевания опорно-двигательного аппарата, что ведет к развитию болевого синдрома и в целом ухудшению качества жизни животного [3]. Вследствие этого, профилактика дистрофических изменений нервно-мышечного аппарата у собак крупных пород представляет особый интерес.

Целью исследования было определить профилактическое влияние физической активности на проявление дегенеративных изменений нервно-мышечного аппарата у собак в возрасте 9-11 лет.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ / MATERIALS AND METHODS

В качестве объекта исследования были использованы 20 собак, которые были разделены на две группы по 10 голов в каждой. Масса животных в обеих группах была в диапазоне от 30 до 50 кг, питание собак осуществлялось промышленными рационами премиум и супер-премиум качества, домашнего содержания с ежедневным двукратным выгулом.

Животные в опытной группе тренировались по плану индивидуально подготовленных физических упражнений под руководством врача-реабилитолога в лечебно-профилактических целях, для поддержания имеющегося уровня физической подготовки и снижения дистрофических возрастных изменений. План трени-

ровок у каждой собаки отвечал принципам постепенного возрастания нагрузок, постоянства и регулярности тренировок. В него входили комплексы упражнений, направленные на аэробную нагрузку, силовые занятия и упражнения на растяжку.

Животные в контрольной группе никаким дополнительным воздействиям не подвергались. Все животные на момент исследования являлись клинически здоровыми.

Для контроля качества проведенных мероприятий использовалось электромиографическое исследование (ЭНМГ). Поверхностная, стимуляционная, чрескожная ЭНМГ путем наложения электродов на кожу регистрирует суммированные колебания потенциалов всех двигательных единиц (ДЕ), находящихся в области отведения. Измерение проводилось в области наибольшего интереса, которой соответствовали *n. tibialis* и *n. peroneus* по стандартной методике [4]. Супрамаксимальная величина импульса у животных варьировала от 15 до 30 мА. Оценка электрофизиологических критериев проводилась по следующим показателям: амплитуда и форма М-ответа, наличие блоков проведения импульса. Полученные цифровые результаты подверглись статистической обработке с помощью пакета прикладных программ Microsoft Office, достоверность различий определяли с использованием t-критерия Стьюдента.

## РЕЗУЛЬТАТЫ / RESULTS

Дистрофические изменения нервно-мышечного аппарата включают в себя атрофии мышечной ткани и нарушение деполяризации мембран нервных волокон, вследствие чего нарушается процесс передачи импульса [5]. Графическим отображением этого процесса является ЭНМГ. Возбудимость характеризует способность ткани в ответ на воздействие раздражителя переходить из состояния покоя в состояние возбуждения. Изменение этого ответа в мышечной и нервной ткани будет свидетельствовать о нарушении их функционального состояния [7].

Блок проведения импульса характери-

зуется снижением амплитуды М-ответа в проксимальных отделах конечности по сравнению с дистальными (рисунок 1). Блок проведения импульса в зависимости от степени проявления подразделяют на 2 категории. При блоке проведения 1 степени отмечается снижение амплитуды М-ответа в диапазоне от 25 до 49% в проксимальных отделах конечности, 2 степени – на 50% и более [6].

В контрольной группе животных блок проведения импульса отмечен у 8 животных из 10, причем у 3 животных из 10 наблюдался блок проведения 1 степени, у 5 животных из 10 блок проведения 2 степени. В опытной группе собак блок проведения был определен всего у 2 животных, из них у 1 животного из группы наблюдался блок проведения 1 степени и у 1 животного – блок проведения 2 степени.

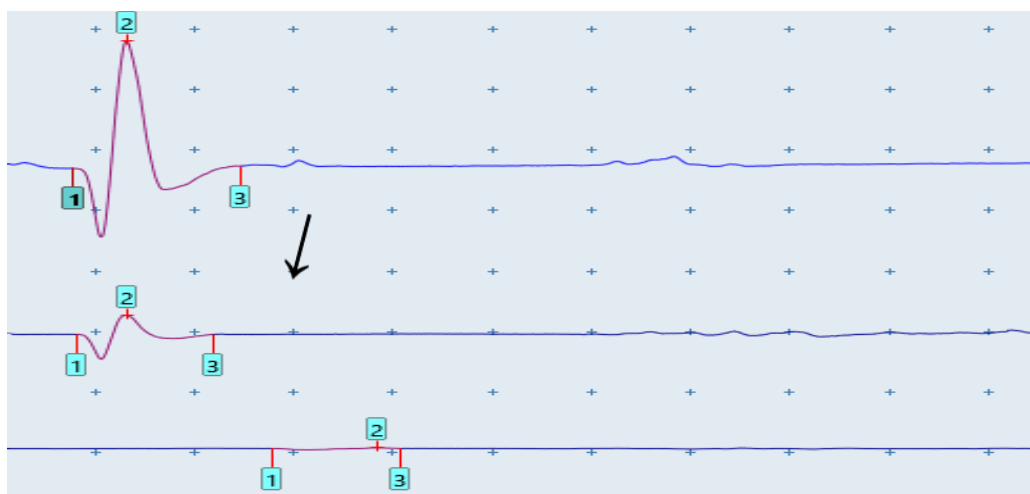


Рисунок 1 - Блок проведения импульса на кривой М-ответа у собаки из контрольной группы

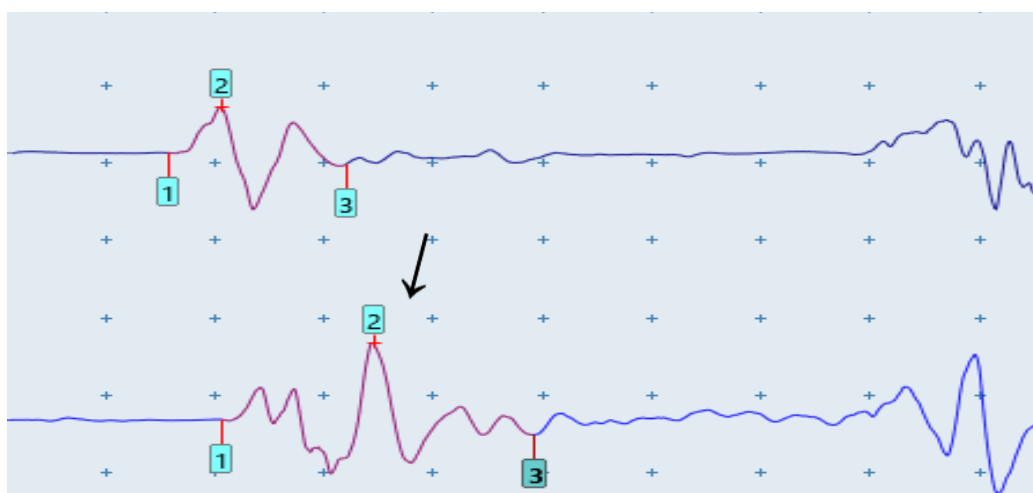


Рисунок 2 - Деформация М-ответа, полифазность у собаки из контрольной группы

Амплитуда потенциала у животных в контрольной группе для п. tibialis имела среднюю величину  $0,28 \pm 0,05$  мВ, в то время как у животных опытной группы изученный показатель составил  $3,39 \pm 0,65$  мВ, что было в 12,1 раза больше ( $0,001 < p < 0,002$ ) и соответствовало нормальным критериям потенциала [5]. Амплитуда потенциала для п. peroneus у контрольных собак колебалась в пределах  $0,45 \pm 0,03$  мВ и была в 1,9 раза меньше ( $0,002 < p < 0,01$ ), чем у животных в опытной группе -  $0,86 \pm 0,1$  мВ. Полифазность М-ответа (5 и более фаз)

отмечалась у 8 собак в контрольной группе, в опытной группе у 6 собак из 10. Однако, между группами отмечалось различие в количестве фаз М-ответа. У собак в контрольной группе количество фаз было равно 4-5, а в опытной группе животных отмечалось максимально 3 фазы кривой (рисунок 2). Такое разделение объясняется тем, что полифазность отмечается при демиелизирующих патологиях, диагностически значимым является наличие 5 и более фаз.

Полученные результаты представлены в таблице 1.

**Таблица 1 – Характеристики М-ответа у животных в зависимости от физической активности ( $M \pm m$ ,  $n=10$ )**

Группы животных	Среднее значение амплитуды п. tibialis, мВ	Среднее значение амплитуды п. peroneus, мВ	Частота встречаемости дисперсии М-ответа, голов	Частота встречаемости блока проведения импульса, голов
Опытная	$3,39 \pm 0,65^*$	$0,86 \pm 0,1^*$	6	2
Контрольная	$0,28 \pm 0,05$	$0,45 \pm 0,03$	8	8

Примечание: \* – различия статистически достоверны ( $p < 0,05$ ) при сравнении показателей опытной и контрольной групп

## ОБСУЖДЕНИЕ / DISCUSSION

М-ответ – суммарный потенциал действия (ПД) мышцы в ответ на раздражение иннервирующих ее эфферентных волокон (полностью отсутствует при атрофии мышцы, дегенерации, разрыве нерва). Амплитуда суммарного потенциала зависит от количества работающих мышечных волокон в составе двигательных единиц, синхронности рядом расположенных волокон и способности мышечных волокон к возбудимости. Следовательно, снижение амплитуды будет свидетельствовать о дистрофических процессах, протекающих в исследуемой области [5]. Оценивается также форма ПД по количеству фаз. Если отмечается наличие 5 и более фаз, то такие изменения указывают на изменения в структуре мышечного аппарата конечности и десинхронизации сокращений мышечных волокон (рисунок

2).

Полученные результаты свидетельствуют о том, что при старении организма накапливаются повреждения во всех структурах нервной системы. Это может быть связано с гибелью мотонейронов и их аксонов, вследствие этого происходит уменьшение амплитуды М-ответа, и коррелирует с выраженностью амиотрофий [5]. Такой вариант повреждений с нормальным значением скорости распространения возбуждения будет встречаться при аксональном типе поражения. Однако, при этом М-ответ будет сохранять правильную форму. Дисперсия М-ответа, выражающаяся в увеличении длительности М-ответа и появления полифазности, является признаком демиелизирующего поражения нейронов. Следственно, полифазия является графическим отображением несинхронного сокращения мышеч-

ных элементов из-за нарушения скачкообразного (сальтаторного) движения по миелиновому волокну нерва [6].

У контрольной группы животных без достаточного уровня двигательной активности наблюдали однотипные электрофизиологические нарушения нервно-мышечного аппарата, которые выражались в снижении амплитуды М-ответа, деформации М-ответа и характеризовались наличием блока проведения импульса.

У собак опытной группы изменения дегенеративного характера были выражены в меньшей степени за счет благоприятного влияния кинезиотерапии на метаболизм клеток, определяющих функциональность опорно-двигательного аппарата.

#### ВЫВОДЫ / CONCLUSION

Таким образом, в качестве критерия оценки влияния физической активности на организм животных, нами впервые было использовано ЭНМГ-исследование, которое убедительно доказывает, что двигательная активность позитивно влияет на поддержание функций нервно-мышечного аппарата, а также указывает на ее профилактическое влияние на проявление дегенеративных изменений у собак в возрасте 9-11 лет.

#### THE INFLUENCE OF PHYSICAL ACTIVITY ON THE MANIFESTATION OF AGE-RELATED DEGENERATIVE CHANGES IN THE NEUROMUSCULAR SYSTEM IN DOGS

**Aleksandrova E.Y.** – postgraduate student of the Department of Pathological Physiology (ORCID 0009-0002-5469-2105);

**Kryachko O.V.** – doctor of veterinary sciences, professor, Head of the Department of Pathological Physiology (ORCID 0000-0002-8996-8522).

St. Petersburg State University of Veterinary Medicine, Russia

\*ek.ilicheva.98@gmail.com

#### ABSTRACT

Degenerative changes in neuromuscular structures are an irreversible process in the pathogenesis of age-related changes. These

include a decrease in the proportion of muscle tissue, the replacement of nerve structures with connective tissue elements, the development of synoptic depression and a decrease in the excitability and lability of the neuromuscular apparatus as a result. An important aspect of maintaining the quality of life of dogs older than 9 years is the prevention and postponement of irreversible degenerative processes. For this purpose, the introduction of physical activity into the protocols of prevention and rehabilitation after injuries is widespread in humane medicine. However, there is no convincing evidence base for the effectiveness of physical activity in relation to the prevention of age-related degenerative changes for animals. In the course of the work, the influence of physical activity on the manifestation of degenerative changes in animals aged 9 to 11 years was studied using an electrophysiological research method - electroneuromyography (ENMG). This technique helps to assess the functional state of neuromuscular structures using a graphical image (M-response curve). The obtained results show that the condition of the studied structures in the experimental group of animals according to the obtained electrophysiological data is estimated as more functionally preserved, compared with the animals of the control group. This is due to the fact that kinesiotherapy has a positive effect on the metabolic processes occurring at the cellular and tissue levels, thereby improving microcirculation and innervation of neuromuscular structures, and also has a restorative effect on the entire animal body. The obtained results indisputably indicate the beneficial effect of physical activity on the state of the neuromuscular system of animals.

#### СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Александрова, Е. Ю. Электрофизиологические нарушения нервно-мышечных структур у собак крупных пород, выявленные при проведении электронейромиографии / Е. Ю. Александрова, О. В. Крячко // Материалы национальной научной конференции профессорско-преподавательского состава, научных

сотрудников и аспирантов СПбГУВМ, Санкт-Петербург, 30 января 2023 года / Племяшов К. В. (отв. редактор), А. А. Сухинин (редактор), Г. С. Никитин (редактор). – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины, 2023. – С. 5-7. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?selid=50271312&id=50223148>

2. Патологическая физиология животных. Общая нозология. Типовые патологические процессы / О. В. Крячко, Л. А. Лукоянова, В. Н. Гапонова [и др.]. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины, 2022. – 151 с. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=50018768>

3. Fiziopatologie: Tulburări Funcționale și Mecanisme Etiopatogene / O. V. Kryachko. – Cluj-Napoca: Risoprint, 2017. – 1000 p. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=32841527>

4. Александрова, Е. Ю. Адаптация методики проведения стимуляционной электронейромиографии по моторным волокнам у собак на примере исследования n.tibialis / Е. Ю. Александрова, О. В. Крячко // Знания молодых для развития ветеринарной медицины и АПК страны : Материалы X юбилейной международной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, посвященной году науки и технологий, Санкт-Петербург, 23–24 ноября 2021 года. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины, 2021. – С. 13-14. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=47481010>

4. Патологическая физиология органов и систем: Учебно-методическое пособие / О. В. Крячко, Л. А. Лукоянова, К. А. Анисимова [и др.]. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины, 2022. – 99 с. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=49103244>

5. Veterinary neuropathology: essentials of theory and practice / Marc Vandeveld, Robert

J. Higgins, Anna Oevermann, 2012. – 212 p.

6. Санадзе, А.Г. Клиническая электромиография для практических неврологов / А.Г. Санадзе, Л.Ф. Касаткина. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2022. – 80 с.

7. Патологическая физиология животных. Общая нозология. Типовые патологические процессы / О. В. Крячко, Л. А. Лукоянова, В. Н. Гапонова [и др.]. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины, 2022. – 151 с. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=50018768>

## REFERENCES

1. Aleksandrova, E. Y. Electrophysiological disorders of neuromuscular structures in dogs of large breeds revealed during electro-neuromyography / E. Y. Aleksandrova, O. V. Kryachko // Materials of the National scientific conference of the teaching staff, researchers and postgraduates of St. Petersburg State University of Economics, St. Petersburg, January 30 – 03, 2023 / Plemyashov K. V. (editor), A. A. Sukhinin (editor), G. S. Nikitin (editor). – St. Petersburg: St. Petersburg State University of Veterinary Medicine, 2023. – pp. 5-7. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?selid=50271312&id=50223148>

2. Pathological physiology of organs and systems: Educational and methodical manual / O. V. Kryachko, L. A. Lukoyanova, K. A. Anisimova [et al.]. – St. Petersburg: St. Petersburg State University of Veterinary Medicine, 2022. – 99 p. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=49103244>

3. Fisiopatologie: functional disorders and etiopathogenesis mechanisms / O. V. Kryachko. - Cluj-Napoca: Risoprint, 2017. - 1000 p. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=32841527>

4. Aleksandrova, E. Y. Adaptation of the method of stimulating electroneuromyography by motor fibers in dogs on the example of the study of n.tibialis / E. Y. Aleksandrova, O. V. Kryachko // Knowledge of the young for the development of veterinary



medicine and the agro-industrial complex of the country: Materials of the X anniversary International scientific conference of students, postgraduates and young scientists dedicated to the Year of Science and Technology, St. Petersburg-St. Petersburg, November 23-24, 2021. – St. Petersburg: St. Petersburg State University of Veterinary Medicine, 2021. – pp. 13-14. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=47481010>

5. Veterinary neuropathology: essentials of theory and practice / Marc Vandeveld, Robert J. Higgins, Anna Oevermann, 2012. – 212 p.

6. Sanadze, A.G. Clinical electromyography for practical neurologists / A.G. Sanadze, L.F., Kasatkina. – 3rd ed., reprint. and additional – M.: GEOTAR-Media, 2022. – 80 p.

7. Pathological Physiology of animals. General Nosology: manual [study guide] / O.V. Kryachko, L.A. Lukyanova, V.N. Gaponova, K.A. Anisimova, A.P. Shafiev; Ministry of Agriculture of the Russia Federation, FSBEI HE SPbSUV. – Saint-Petersburg: Publishing House of SPbSUV, 2023. – 87 p. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=50018768>