

УДК 636.32/38.082.453.53

ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДОВ ЭЛЕКТРОЭЯКУЛЯЦИИ ДЛЯ ВЫСШИХ МЛЕКОПИТАЮЩИХ

Ю. А. Тихменева¹, А. М. Ермаков¹, Иг. В. Попов^{1,2}

¹Донской государственный технический университет (г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация)

²Ростовский государственный медицинский университет (г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация)

Рассмотрены этапы изучения электрофизиологических механизмов эякуляторной реакции — от высокоамплитудной электростимуляции головного мозга лабораторного животного до создания унифицированных протоколов для отдельного вида. Проанализированы фундаментальные механизмы и возможности дальнейших разработок на основе существующих знаний.

Ключевые слова: электроэякуляция, репродуктология, биология, электрофизиология, животные, человек.

PHYSIOLOGY OF APPLICATION OF THE ELECTROEJACULATION METHOD IN HIGHER MAMMALS

Ju. A. Tikhmeneva¹, A. M. Ermakov¹, Ig. V. Popov^{1,2}

¹Don State Technical University (Rostov-on-Don, Russian Federation)

²Rostov State Medical University (Rostov-on-Don, Russian Federation)

The paper considers the stages of studying the electrophysiological mechanisms of ejaculatory reaction — from high-amplitude electrical stimulation of the brain of a laboratory animal to the creation of unified protocols for a particular species. The fundamental mechanisms and possibilities of further developments based on the existing knowledge are analyzed.

Keywords: electroejaculation, fertility science, biology, electrophysiology, animals, human.

Введение. Электроэякуляция (ЭЭЯ) — процедура достижения семяизвержения для получения образцов спермы от половозрелых самцов животных и мужчин. Практическая значимость этого метода наиболее выражена в программах разведения различных видов животных, в исследовательских целях и в особенности для лечения эякуляторной дисфункции [1–3]. Цель данной работы — анализ способов решения проблемы гуманности при ЭЭЯ, а также факторов, влияющих на качество результатов этой процедуры.

Основная часть. Закономерно, что ЭЭЯ чаще применяется в сельском хозяйстве ввиду высокой потребности в увеличении поголовья продуктивных животных, поскольку позволяет получить семя самца вне репродуктивного периода [4]. Во многих случаях применение электроэякуляции является единственным возможным способом забора спермы, которая затем может быть подвергнута криоконсервации, что потенциально увеличивает шансы на спасение исчезающих видов животных и на возможное их воспроизведение в будущем при помощи генной инженерии [5].

Несмотря на явную эффективность методики возникновение болевого и дистресс-синдромов у животных во время проведения процедуры послужило основанием запрета использования ЭЭЯ в странах Евросоюза по этическим соображениям [4]. Тем не менее, при применении ЭЭЯ в практической ветеринарии других стран необходимо придерживаться принципов гуманизма ввиду возможных ноцицептивных реакций у животных, это зафиксировано в паллиативных протоколах, соответствующих нормам международного законодательства по охране животных (Всеобщая декларация прав животных).

Материалы и методы исследований. Для написания данной статьи был проведен поиск с использованием комбинаций ключевых слов и логического оператора SQL (electroejaculation AND cat AND rat AND dog AND bull AND ram) в базах данных SciVerse Scopus, The Cochrane Database, MEDLINE/PubMed Database, Embase-Elsevier, Web of Science Core Collection, eLIBRARY за период с 1930 по 2020 год. На основании данных о хронологии публикаций, актуальности содержащейся в них информации в настоящий обзор включено 65 наиболее релевантных отечественных и зарубежных научно-исследовательских работ, крупных обзоров и метаанализов, в которых обсуждаются фундаментальные, прикладные и клинические аспекты применения ЭЭЯ.

Результаты и обсуждение. ЭЭЯ является перспективным методом в ветеринарной и человеческой андрологии и репродуктологии. Вектор её развития направлен на упрощение техники процедуры, её гуманизацию и обеспечение безопасности пациента, что отображено в глобальной истории разработки — от явно опасной для животного высокочастотной процедуры электростимуляции головного мозга наука привела нас к появлению унифицированных протоколов ректальной электрической стимуляции, обеспечивающих получение максимально качественного эякулята.

Понимание исторических аспектов изучения электрофизиологических механизмов этого метода позволяет выстроить предположения по решению существующих проблем практического применения ЭЭЯ. Так, приоритетными становятся этические вопросы при использовании ЭЭЯ, в частности — решение проблемы болевых ощущений при ректальном электрическом воздействии.

Результаты работы Groh A. M. R. о первостепенном значении электростимуляционного воздействия на мышечные структуры уrogenитального тракта открывают возможности для изучения рецепторных полей тазовой мускулатуры в качестве точек экстракорпорального приложения электрического тока в обход нервных механизмов, ответственных за ноцицепцию. Помимо этого, науке известно использование электрического тока для снижения выраженности болевого синдрома — уже более 50 лет, с момента публикации фундаментальной теории электрофизиологического контроля боли под авторством Melzack R. и Wall P. D., ведутся работы по применению разных методов электростимуляции для повышения болевого порога урологических патологий, результаты которых могут стать основанием для разработки технологии безболезненной ЭЭЯ [6]. По мнению авторов, в скором времени будут разработаны протоколы ЭЭЯ, которые исключат возникновение у пациентов болевого и дистресс-синдромов, что послужит поводом для отмены запрета ЭЭЯ в европейских странах и закономерного распространения этой процедуры в сельском хозяйстве [4].

До сих пор открытым остаётся вопрос об анатомо-физиологическом обосновании применения режимов ЭЭЯ. На данный момент в мировой научной литературе отсутствуют исследования по определению зависимости параметров электростимуляции от глубины залегания уrogenитального тракта относительно электрода, введённого ректально, от наличия или отсутствия добавочных половых желёз и от продолжительности коитуса у разных видов животных. До сегодняшнего дня эти параметры подбирались эмпирически, и самым ярким примером являются Semzuc M. et al., которые методом подбора определили оптимальный режим, обеспечивающий физиологическую работу коагулирующих желёз крысы. Для чрескожной электрической обезболивающей стимуляции нервов уже давно существуют протоколы по подбору частоты импульсов и их длительности в зависимости от нервного сплетения органа-мишени, а именно его топографо-анатомического положения. Авторы считают также, что продолжительность коитуса играет немаловажную роль в определении режима ЭЭЯ, ведь, возможно, именно поэтому применение данного метода у некоторых видов животных не даёт

результатов. В связи с этим возникла необходимость проведения полномасштабного экспериментального исследования по разделению видов животных на группы в зависимости от макро- и микроморфологических особенностей их органов малого таза и длительности полового акта и по определению общих для них параметров ЭЭЯ (частота и длительность импульсов, время продолжительности процедуры) на одном аппарате с разными размерами электродов — для исключения технических погрешностей.

Кроме того, авторы считают интересным тот факт, что почти невозможно применение ЭЭЯ у собак ввиду получения дисфункционального эякулята. В работе Santos I. P. et al. продемонстрированы качественные показатели семени при использовании ЭЭЯ в определённых условиях. Это представляет определённый интерес в изучении биохимического влияния $PGF2\alpha$ на эякуляцию в организме кобелей. Вышеописанное исследование не указывает на определённые сигнальные пути воздействия $PGF2\alpha$ на электроэякуляторный каскад реакций, что диктует необходимость продолжения изучения этой проблемы. Кроме того, включение в протокол ЭЭЯ кобелей половых феромонов (метил-4-гидроксибензоата) также необходимо обосновать с точки зрения молекулярной биологии, поскольку при мастурбации их применение не подразумевается. Разработка эффективной методики ЭЭЯ кобелей моментально выведет её в выгодное положение перед альтернативными способами забора эякулята, поскольку на данный момент отсутствует решение проблемы получения генетического материала от ценного образца породы кобеля с эякуляторной и сексуальными дисфункциями, которые встречается достаточно часто в ветеринарии мелких домашних животных.

ЭЭЯ перспективна также в области ветеринарной селекции и генетики из-за относительно простого способа получения наследственного материала: её применение позволяет в короткие сроки вывести высокопродуктивную породу сельскохозяйственного животного с необходимым фенотипом и сохранить генетическое разнообразие диких животных. Из этого также вытекает очевидная необходимость применения ЭЭЯ для разведения лабораторных животных. Довольно известный факт, что в экспериментально-биологическом моделировании ветеринарной и человеческой патологии и в доклинических исследованиях особо ценится наследуемый способ инициации патологии. Наиболее ярким примером является сахарный диабет — результаты, полученные на кроликах или крысах с наследственными заболеваниями, более приближены к реальности, чем при стрептозотоциновом или аллоксановом методах, что указывает на уровень их практической значимости [4–5]. Однако использование подобных животных финансово более затратно, чем приобретение необходимых химических агентов, разрушающих поджелудочную железу. Разработка эффективной методики ЭЭЯ для этих целей потенциально сможет сделать более доступным применение лабораторных животных с наследственной патологией, что, как следствие, повысит валидность результатов экспериментальных и доклинических работ [4].

Заключение (выводы и рекомендации). В данной работе приведены история изучения ЭЭЯ, электрофизиологические механизмы эякуляторной реакции, протоколы и особенности использования этого метода на разных видах животных. Проанализированы возможности решения проблемы гуманности и этики применения ЭЭЯ и обозначены основные векторы дальнейшего изучения фундаментальных аспектов, влияющих на качество ожидаемого результата от этой процедуры.

Библиографический список

1. Otani, T. Clinical review of ejaculatory dysfunction. / T. Otani. // Reproductive Medicine Bioljgy. — 2019. — Vol.18, No.4. — pp. 331—343 [10.1002/rmb2.12289](https://doi.org/10.1002/rmb2.12289)
2. Does repeated electro-ejaculation improve sperm quality in spinal cord injured men? / S. Das, S. Dodd, B. M. Soni. // Spinal Cord. — 2007. — Vol.44, No.12. — pp.753–756. [10.1038/sj.sc.3101898](https://doi.org/10.1038/sj.sc.3101898)
3. Electroejaculation. / D. A. Ohl, J. Sønksen, N. L. Brackett, C. M. Lynne. // Current Sexual Health Reports. — 2008. — Vol.5, No.1. — pp. 3–5. [10.1007/s11930-008-0002-0](https://doi.org/10.1007/s11930-008-0002-0)
4. Sperm collection by electroejaculation in small ruminants: a review on welfare problems and alternative techniques. / S. Abril-Sánchez, A. Freitas-de-Melo, J. Giriboni. [et al.] // Animal Reproduction Science. — 2019. — Vol.205. — pp.1–9. [10.1016/j.anireprosci.2019.03.023](https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2019.03.023)
5. Is electroejaculation a safe procedure in cats? An endoscopic and histological prospective blinded study. / E. Furthner, N. Cordonnier, M. Le Dudal. // Theriogenology. — 2018. — Vol.119. — pp.69–75 [10.1016/j.theriogenology.2018.06.013](https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2018.06.013)
6. Moore. C. R. Seminal-vesicle and prostrate function as a testis-hormone indicator; the electric ejaculation test. / C. R. Moore, R. F. Gallagher. // The American Journal of Anatomy. — 2005. — Vol.45, No.1. — pp. 39–69. [10.1002/aja.1000450103](https://doi.org/10.1002/aja.1000450103)

Об авторах:

Тихменева Юлия Андреевна, студентка факультета «Биоинженерия и ветеринарная медицина» Донского государственного технического университета (344003, РФ, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1), juliya5634@gmail.com

Ермаков Алексей Михайлович, профессор кафедры «Биология и общая патология», декан факультета «Биоинженерия и ветеринарная медицина» Донского государственного технического университета (344003, РФ, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1), доктор биологических наук, профессор, amermakov@yandex.ru

Попов Игорь Витальевич, лаборант кафедры «Биология и общая патология» Донского государственного технического университета (344003, РФ, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1), студент лечебно-профилактического факультета Ростовского государственного медицинского университета (344022, РФ, г. Ростов-на-Дону, пер. Нахичеванский, 29), doc.igor.popov@gmail.com

About the Authors:

Tikhmeneva, Yuliya A., Student, Faculty of Bioengineering and Veterinary Medicine, Don State Technical University (1, Gagarin sq., Rostov-on-Don, 344003, RF), juliya5634@gmail.com

Ermakov, Aleksey M., Professor, Department of Biology and General Pathology, Dean, Faculty of Bioengineering and Veterinary Medicine, Don State Technical University (1, Gagarin sq., Rostov-on-Don, 344003, RF), Dr.Sci., Professor, amermakov@yandex.ru

Popov, Igor V., Assistant, Department of Biology and General Pathology, Don State Technical University (1, Gagarin sq., Rostov-on-Don, 344003, RF), Student, Therapeutic and Preventive Faculty, Rostov State Medical University (29, Nakhichevanskiy lane, Rostov-on-Don, 344022, RF), doc.igor.popov@gmail.com