

Научная статья

УДК618.414.1

doi: 10.28983/asj.y2022i2pp104-107

### Пьезоэлектрический способ регистрации маточных сокращений

Александр Мефодьевич Семиволос, Сергей Александрович Семиволос,  
Сергей Олегович Лощинин, Дмитрий Николаевич Токарев, Алла Владимировна Егунова

Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова,  
г. Саратов, Россия

e-mail: semivolos-am@yandex.ru

**Аннотация.** В статье представлено техническое решение датчика внутриматочного давления у коров, основанного на использовании пьезоэлектрического эффекта. Полученные результаты свидетельствуют о достаточно высокой чувствительности датчика и надежной работоспособности устройства, обеспечивающего регистрацию маточных сокращений у коров после отела. Это может быть использовано для проведения гистерографических исследований у коров в различные сроки после выведения плода, а также при разработке новых лекарственных препаратов для коррекции сократительной способности мускулатуры матки. Установлено, что через 6 ч показатели величины амплитуд сокращений матки выражены сильнее, чем через 12 ч после выведения плода.

**Ключевые слова:** пьезоэлектрический датчик; гистерография; миометрия; контракционный индекс.

**Для цитирования:** Семиволос А. М., Семиволос С. А., Лощинин С. О., Токарев Д. Н., Егунова А. В. Пьезоэлектрический способ регистрации маточных сокращений // Аграрный научный журнал. 2023. № 2. С. 104–107. <http://dx.doi.org/10.28983/asj.y2022i2pp104-107>.

#### VETERINARY MEDICINE AND ZOOTECHNICS

Original article

### Piezoelectric method of registration of uterine contractions

Alexander M. Semivolos, Sergey A. Semivolos, Sergey O. Loshchinin, Dmitry N. Tokarev, Alla V. Egunova

Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov, Saratov, Russia

e-mail: semivolos-am@yandex.ru

**Abstract.** The article presents a technical solution for the intrauterine pressure sensor in cows, based on the use of the piezoelectric effect. The results obtained indicate a sufficiently high sensitivity of the sensor and reliable performance of the device that provides registration of uterine contractions in cows after calving. This can be used to conduct hysterographic studies in cows at various times after the fetus has been bred, as well as in the development of new drugs to correct the contractility of the uterine muscles. It has been established that after 6 hours the amplitudes of uterine contractions are more pronounced than 12 hours after the fetus has been removed.

**Keywords:** piezoelectric sensor; hysterography; myometrium; contract index.

**For citation:** Semivolos A. M., Semivolos S. A., Loshchinin S. O., Tokarev D. N., Egunova A. V. Piezoelectric method of registration of uterine contractions. Agrarnyy nauchnyy zhurnal = Agrarian Scientific Journal. 2023;(2):104–107. (In Russ.). <http://dx.doi.org/10.28983/asj.y2022i2pp104-107>.

**Введение.** В этиологии возникновения ряда заболеваний матки у сельскохозяйственных животных, особенно в стадии родов, большое значение имеет состояние сократительной функции матки. Однако долгое время отсутствовали объективные способы регистрации силы маточных сокращений [3, 4, 6, 7, 8, 9]. В настоящее время имеются различные методики изучения сократимости миометрия у животных, среди которых самое широкое распространение получили методы баллонокинематографических исследований (внутренняя гистерография).

Внутренняя гистерография основана на использовании капсулы Маррея, манометра и резинового баллончика, заполняемого водой или воздухом, что позволяет изучать сокращения





матки у самок сельскохозяйственных животных. Такого рода исследования очень важны для установления этиологии и патогенеза различных заболеваний матки [2, 4]. Кроме того, невозможно разрабатывать лекарственные средства для усиления маточных сокращений у животных без подтверждения у них миотропных свойств специальными гистерографическими исследованиями.

Общепринято считать, что наиболее важным в оборудовании, обеспечивающем регистрацию сокращений матки, является датчик внутриматочного давления. К сожалению, датчики внутриматочного давления в виде резинового баллончика недостаточно точны, их показания могут существенно отличаться в зависимости от материала, из которого они изготовлены.

Разновидностью метода внутренней гистерографии можно считать фистульный способ. Сущность этого метода заключается в лапаротомии и наложении фистулы на маточный рог подопытного животного. В фистулу вводят малогабаритный баллончик и соединяют его системой трубок с пишущим рычажком, а запись маточных сокращений производится на ленте кимографа [1].

Заслуживает внимания, по мнению В. А. Чиркова [5], методика снятия биопотенциалов с помощью электродов, вживленных в стенку матки. Она является наиболее точным, но и одновременно технически сложным способом миографии.

Учитывая противоречивость полученных результатов, связанных с использованием для изучения сократительной функции матки у коров метода внутренней гистерографии общеизвестных датчиков внутриматочного давления, цель нашего исследования – разработка датчика принципиально новой конструкции, основанной на пьезоэлектрическом эффекте, для регистрации внутриматочного давления у коров.

**Методика исследований.** На первом этапе исследований была разработана принципиальная схема датчика внутриматочного давления, основанная на пьезоэлектрическом эффекте. Вторым этапом – реализация технического решения в виде экспериментального образца пьезоэлектрического датчика внутриматочного давления и других устройств, обеспечивающих регистрацию изменений давления в полости матки животных. Третий этап заключался в клинических испытаниях пьезоэлектрического датчика внутриматочного давления на коровах после самопроизвольного отделения задержавшегося последа через 6 ч ( $n = 3$ ) и 12 ч ( $n = 3$ ) после выведения плода из родополовых путей самок.

Пьезоэлектрический датчик внутриматочного давления рукой вводили через цервикальный канал в рог матки, являющийся плодовместилищем. Резиновым держателем фиксировали датчик к ножке карункула, расположенного в верхней трети длины данного рога, для удобства доступа к датчику при выполнении гистерографических исследований.

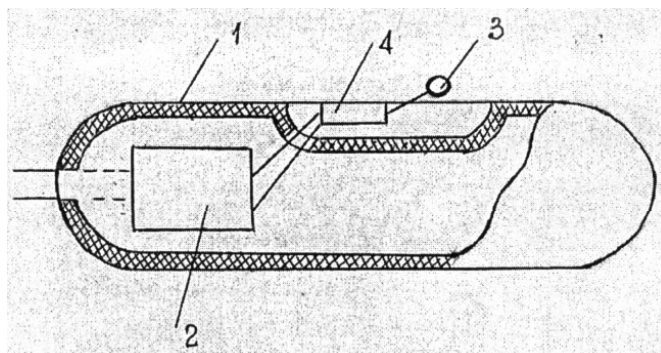
Учет гистерограмм осуществляли через 20–30 мин после исчезновения признаков беспокойства животных. Показатели сократительной функции матки во время кашля, акта мочеиспускания не принимали во внимание. Учитывали возможность регистрации частоты, продолжительности сокращений миометрия и показатели внутриматочного давления, которые необходимы при определении контракционного индекса.

**Результаты исследований.** Разработанная нами конструкция для регистрации маточных сокращений состоит из датчика давления 1 в виде металлической герметичной капсулы эллипсоидной формы с пьезодатчиком 2, расположенным внутри, чувствительной (контактной) головки 3, которая соприкасается с упругой мембраной 4, встроенной в эллипсоидное окно боковой поверхности капсулы (рис. 1).

Упругость мембраны подобрана таким образом, что позволяет регистрировать давление от нуля до максимальных значений сокращений миометрия. Поскольку сокращения мускулатуры матки могут быть очень слабыми, то для повышения чувствительности и устойчивости работы датчика внутрь капсулы помещен предварительный усилитель пьезо ЭДС-5. Усиленный сигнал через гибкий электрический кабель выводится из капсулы, поступает на основной усилитель, после чего фиксируется регистрирующим устройством на бумажной ленте.

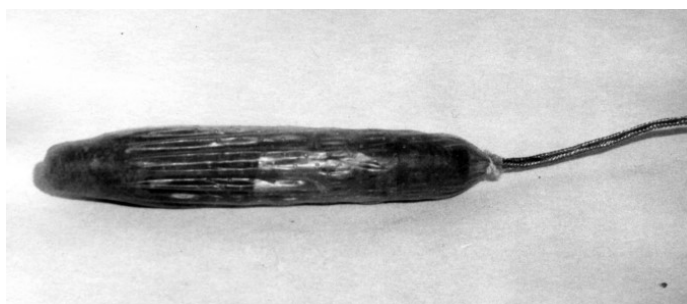
Источником питания служила аккумуляторная батарея (12 В), что в целом способствует уменьшению габаритов оборудования для выполнения гистерографических исследований непосред-

венно в производственных условиях. Возможно и использование специального устройства в виде стабилизированного источника тока (ИПС-1).



*Рис. 1. Пьезоэлектрический датчик давления.  
Принципиальная схема*

После выведения плода в полости матки остается несколько литров околоплодной жидкости, которая может оказать отрицательное воздействие на металлическую поверхность датчика и работу данного устройства. Поэтому датчик внутриматочного давления помещали в защитный резиновый мешок (рис. 2).

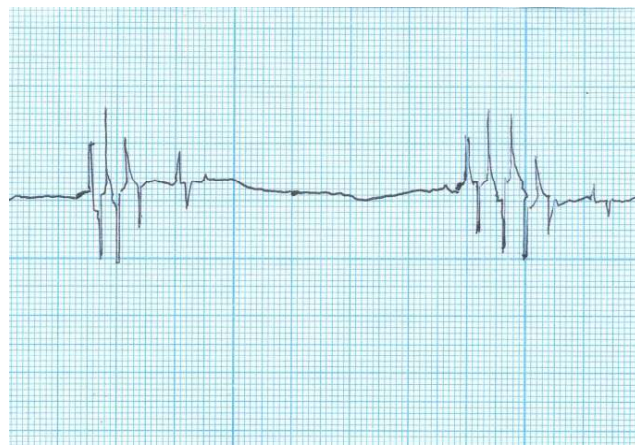


*Рис. 2. Пьезоэлектрический датчик давления.  
Общий вид*

При работе устройства формируется графическая запись, представляющая собой двухфазную кривую переменного направления. Не совсем типичная форма гистерограмм для метода внутренней гистерографии позволяет не только четко отслеживать продолжительность волн маточных сокращений и пауз между ними, но и фиксировать наиболее существенные, находящиеся в пределах чувствительности датчика пиковые фрагменты составляющих амплитуд маточных сокращений, необходимых для оценки ее контракционной активности (рис. 3, 4).



*Рис. 3. Гистерограмма коровы № 2344  
через 6 ч после выведения плода*



*Рис. 4. Гистерограмма коровы № 2344  
через 12 ч после выведения плода*



Полученные с помощью данного метода гистерограммы отличаются тем, что четко видны амплитуды сокращений матки, их количество и максимальные значения, длительность сокращений миометрия. Причем через 6 ч величины амплитуд сокращений матки выражены сильнее, чем через 12 ч после выведения плода.

**Заключение.** Результаты проведенных исследований свидетельствуют о достаточно высокой чувствительности датчика внутриматочного давления и работоспособности устройств, обеспечивающих регистрацию маточных сокращения коров после отела. Это может быть использовано для проведения гистерографических исследований у коров в различные сроки после выведения плода.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Булгаков Н. М., Зинченко А. А., Садыков Г. Г. Методика наложения фистулы на рог матки и регистрация маточных сокращений у коров // Науч. тр. Оренбургского с.-х. ин-та. 1963. Т. 13. С. 122.
2. Герман И. Г. Моторика матки у коров после родов // Ветеринария. 1965. № 9. С. 81–83.
3. Овечкин С. А., Серебряков Ю. М. Предрасполагающие и непосредственные причины задержания последа у коров // В сборнике: Инновации молодых – развитие сельского хозяйства: материалы 53-й науч. студ. конф.; Приморская государственная сельскохозяйственная академия. Уссурийск, 2017. С.100–102.
4. Серебряков Ю. М. К методике исследований сокращений матки коров // Роль аграрной науки в развитии лесного и сельского хозяйства Дальнего Востока: материалы IV Национальной (Всерос.) науч.-практ. конф. Владивосток, 2020. С. 230–232.
5. Чирков В. А. Физиологическая оценка функции миометрия коров // Науч.-техн. бюл. ВАСХНИЛ, НИИЖ Лесостепи и Полесья УССР. Харьков, 1980. № 28. С. 77–82.
6. Чирков В. А. Атония и гипотония матки у коров // Ветеринария. 1985. № 8. С. 53–56.
7. Чумаков Н. Я., Чирков В. А. Методика определения маточной подвижности у коров // Тез. докл. науч. конф. НИИ Лесостепи и Полесья УССР, 24–25 марта 1966. Харьков, 1966. С. 122–130.
8. Bassotti G., Fratin M. Of tubes and men: studing manometrically the effects of laxatives on colonic motility // Eur. J. Gastroenterol. 2001. Vol.13. № 6. P. 631–636.
- Goerg K. J., Spiker T. Effect of peppermint oil and caraway oil on gastrointestinal motility in health volunars: a pharmacodynamic study using simultaneous determination of gastric and gall-bladder emptying and oro-caecal transit time // Alim. Pharmacol. 2003. Vol.17. № 3. P. 445–451.

#### REFERENCES

1. Bulgakov N. M., Zinchenko A. A., Sadykov G. G. Method of fistula placement on the uterine horn and registration of uterine contractions in cows. *Works of the Orenburg agricultural Institute*. 1963; 13: 122. (In Russ.).
2. German I. G. Motility of the uterus in cows after childbirth. *Veterinary*. 1965; 9: 81–83. (In Russ.).
3. Ovechkin S. A., Serebryakov Yu. M. Predisposing and immediate causes of retained placenta in cows. *Innovations of the young - the development of agriculture*. Ussuriysk, 2017: 100–102. (In Russ.).
4. Serebryakov Yu. M. On the methodology for studying contractions of the uterus of cows. *The role of agrarian science in the development of forestry and agriculture of the Far East: materials of the IV National (All-Russian) scientific and practical conf.* Vladivostok, 2020: 230–232. (In Russ.).
5. Chirkov V. A. Physiological assessment of cow myometrium function. Science and Technical bul. VASKHNIL, NIIZh Forest-steppe and Polissya of the Ukrainian SSR. Kharkov, 1980; 28: 77–82. (In Russ.).
6. Chirkov V. A. Atony and hypotension of the uterus in cows. *Veterinary Medicine*. 1985; 8: 53–56. (In Russ.).
7. Chumakov N. Ya., Chirkov VA Method for determining uterine mobility in cows. *Thesis of report of scientific conf. of Research Institute of the Forest-Steppe and Polissya of the Ukrainian SSR*, March 24–25, 1966. Kharkov, 1966: 122–130. (In Russ.).
8. Bassotti G., Fratin M. Of tubes and men: studing manometrically the effects of laxatives on colonic motility. *Eur. J. Gastroenterol*. 2001; 13; 6: 631–636.
9. Goerg K. J., Spiker T. Effect of peppermint oil and caraway oil on gastrointestinal motility in health volunars: a pharmacodynamic study using simultaneous determination of gastric and gall-bladder emptying and oro-caecal transit time. *Alim. Pharmacol*. 2003; 17; 3: 445–451.

Статья поступила в редакцию 30.08.2022; одобрена после рецензирования 10.09.2022; принята к публикации 21.09.2022.  
The article was submitted 30.08.2022; approved after reviewing 10.09.2022; accepted for publication 21.09.2022.

