

ФИЗИОЛОГИЯ

УДК 612.73+612.468

К. В. Казарян, Т. А. Пилипосян, Н. Г. Унанян, Р. Г. Чибухчян

Сравнительный анализ спонтанной электрической активности маточных труб крысы

(Представлено чл.-кор. НАН РА Л. Р. Манвеляном 31/V 2021)

Ключевые слова: *миометрий, спонтанная активность, потенциал действия, маточный рог, показатель активности.*

Введение. Известно, что функциональная активность репродуктивной системы реализуется контрактурной активностью миометриальной ткани органа. Вместе с тем основой для возникновения данной деятельности матки является спонтанная электрическая активность [1, 2]. Электрическая активность миометрия представляет собой разряды всплесков пикоподобных потенциалов действия, возникающих и затухающих в определенных зонах гладкомышечной ткани [3, 4]. Показано, что миогенные по своей природе всплески активности возникают не только в теле матки, но также и в крайних (овариальная и цервикальная зоны) локусах фаллопиевых труб [5]. Будучи парным органом, репродуктивная система характеризуется определенным влиянием каждой из маточных труб на электрическую активность самого тела матки. Вместе с тем, хотя каждая из фаллопиевых труб в пределах единой репродуктивной системы характеризуется подобными физиологическими свойствами, нельзя исключить наличие определенной асимметрии между их показателями.

Согласно недавним исследованиям именно в овариальной области рога возникают электрические импульсы, распространяющиеся в каудальном направлении, которые впоследствии обеспечивают появление однонаправленной перистальтической волны [6, 7]. Более того, на изолированном миометрии беременных крыс, а также во время родов пейсмерная активность среди различных областей миометрия обеспечивается яичниковым локусом [1, 8, 9].

Исходя из вышеизложенного определенный интерес вызывает проведение сравнительного анализа характеристик потенциалов действия, существующих каждой из маточных труб всего органа.

Методика. Работа выполнена в условиях *in situ* на небеременных самках крыс массой 200-250 г. Животные анестезировались нембуталом (40-45 мг/кг) внутривенно. Вскрывалась брюшная полость и обнажался корпус матки с расположенными с двух сторон маточными трубами. Матка денервировалась перерезкой корешков нервов *plexus hypogastricus, uterinus, uterovaginalis*. Регистрация активности проводилась с поверхности овариальной области обоих рогов (рис. 1). Спонтанная электрическая активность отводилась биполярными электродами. После завершения регистрации животные усыплялись введением дополнительного количества нембутала.

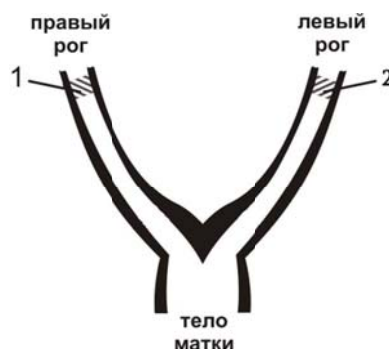


Рис 1. Схематическое изображение маточных труб: 1, 2 – соответственно области регистрации активности из овариальных отделов левой и правой маточной трубы. n=20.

Анализ результатов проводился путем определения значений следующих параметров спонтанных потенциалов действия: амплитуда (А), средняя скорость нарастания пика (V), продолжительность нарастания пика (Т) (продолжительность увеличения амплитуды потенциала действия до максимального значения), половина ширины (t) (продолжительность формирования вершины потенциала действия, соответствующей верхней половине его амплитуды), частота активности (F) (частота разрядов потенциалов действия в 1 мин), длительность вспышки (L) (усредненное значение длительности вспышки активности, наблюдаемое в течение 5 мин регистрации). Все отмеченные показатели определялись путем их усреднения в пределах всех экспериментов данной серии. На рисунках представлены суперпозиции двух типичных форм усредненных потенциалов действия. Усреднение последних также проводилось в пределах всех экспериментов данной серии.

Спонтанная электрическая активность регистрировалась на 8-канальном приборе, разработанном в Институте физиологии им. Л. А. Орбели НАН РА для оценки электрической активности гладкой мускулатуры [10]. В данных экспериментах проводилась одновременная регистрация с определенного локуса исследуемой структуры. Коммуникация прибора с ЭВМ осуществлялась с использованием USB порта. Программа, обеспечиваю-

щая регистрацию сигналов, разработана с применением пакета программ Lab View. Последующий статистический анализ зарегистрированных сигналов проводился с использованием пакетов программ Origin-8.5 и Sigma Plot 11.0. Оценка достоверности изменения полученных данных осуществлялась согласно t-критерию Стьюдента.

Все эксперименты были проведены в соответствии с «Правилами и нормами гуманного обращения с объектами исследования» (NIH publication № 85-23 revised 1985).

Результаты и их обсуждение. Пейсмекерная активность каждой из ритмогенных зон миоэпителия возникает автономно и асинхронно и в то же время между значениями показателей потенциалов действия этих локусов отмечаются определенные различия не только в отношении отдельных всплесков в целом, но и составляющих их спайков [11, 12]. Наибольшая амплитуда спайков и скорость нарастания их пиков показана для овариального локуса маточной трубы.

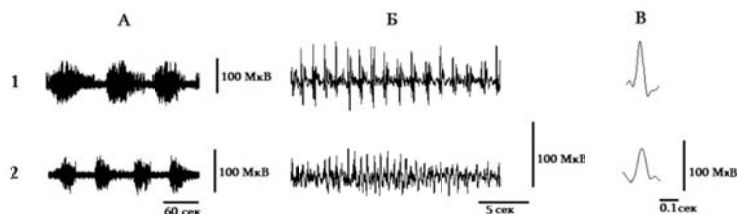


Рис. 2. Всплески электрической активности из овариальных областей рогов: А. 1, 2 – овариальные области левой и правой маточной трубы, представленные на рис. 1; Б – развернутые формы активности представленных слева соответствующих областей; В – соответственно усредненные развернутые формы потенциалов действия. $n=20$.

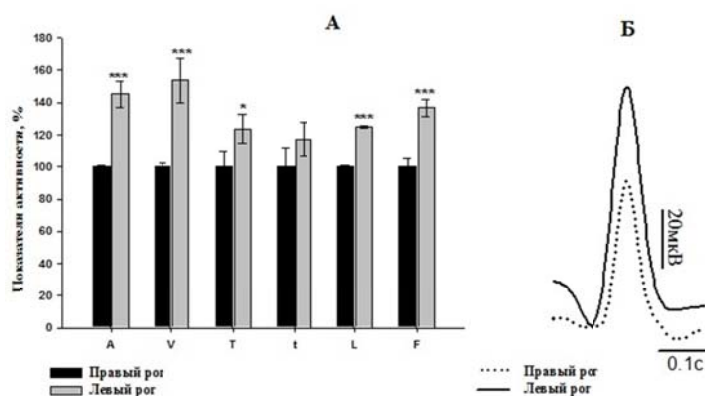


Рис. 3. А – Показатели потенциалов действия овариальной зоны левого рога по отношению к овариальной области правого рога (представлено в процентном соотношении). Контроль соответствует 100%; Б – наложение друг на друга усредненных форм единичных потенциалов действия овариальных зон из левого (сплошной контур) и правого (точечный контур) рога. $n=18$.

На рис. 2 приведен пример вспышек спонтанной электрической активности овариальных областей левого и правого рогов. В связи с идентичностью функциональной активности правого и левого рогов фаллопиевых труб нами проведены измерения значений основных параметров автоматизмов овариальных зон миометрия обоих рогов (табл. 1). В соответствии с полученными данными наблюдаются определенные различия в величинах показателей спайков того и другого рогов. Для наглядности на рис. 3 представлены результаты сравнительного анализа величин показателей всех исследуемых характеристик потенциалов действия левого рога по отношению к таковым правого (принимается за 100 %). Выявлено значительное понижение величины как амплитуды потенциала действия овариального локуса правой трубы, так и скорости нарастания ее пика (соответственно на 45.2 и 53.6%). Наряду с рассматриваемыми показателями активности подобная тенденция отмечена также для остальных четырех параметров ритмогенеза. Представленное на рис. 3 наложение друг на друга усредненных форм потенциалов действия левой маточной трубы по отношению к правой свидетельствует о приведенных выше изменениях характеристик активности.

Таблица 1

**Показатели спонтанной активности различных отделов
миометрия крысы в норме**

Области регистрации	Амплитуда потенциалов действия (A), мкВ	Средняя скорость нарастания пика (V), мкВ/с	Продолжительность нарастания пика (T), с	Половина ширины (t), с
Овариальная область левого рога	85.1±4.6	1306.5±120.0	0.07±0.01	0.07±0.01
Овариальная область правого рога	58.6±0.7	850.4±18.3	0.06±0.01	0.06±0.01

Таким образом, одна из фаллопиевых труб (в частности, левый рог), будучи парным органом, характеризуется более высокой функциональной активностью по отношению к правому рогу. Возможно, в определенных экстремальных условиях (патология правого рога, нарушение его проводимости, повреждение вышерасположенных клеток Кахаля) левая маточная труба способна компенсировать деятельность парного к нему рога в подобных ситуациях. Весьма интересен тот факт, что в недавних исследованиях [13]. аналогичные свойства были показаны также для такого

висцерального парного органа, как мочеточник. Вместе с тем утверждение данных тезисов требует дальнейших тщательных исследований.

Институт физиологии им. Л. Орбели НАН РА
e-mail: tatevikpiliposyan@gmail.com

**К. В. Казарян, Т. А. Пилипосян, Н. Г. Унанян,
Р. Г. Чибухчян**

Сравнительный анализ спонтанной электрической активности маточных труб крысы

Исследована спонтанная электрическая активность овариальной области правой и левой маточных труб небеременной крысы. Сравнительный анализ показателей данных автоматизмов выявил определенные различия в их значениях. В овариальном локусе левого рога обнаружены значительно большие величины таких параметров активности, как амплитуда потенциала действия и скорость ее нарастания. Полученные данные могут свидетельствовать о наличии высокой степени активности исследуемой зоны в левом роге по сравнению с таковой правом роге.

**Ք. Վ. Ղազարյան, Տ. Ա. Փիլիպոսյան, Ն. Գ. Հունանյան,
Ր. Գ. Չիբուխչյան**

Առնետի արգանդափողերի ինքնաբերական էլեկտրական ակտիվության համեմատական վերլուծությունը

Հետազոտվել է ոչ հղի առնետների աջ և ձախ արգանդափողերի ձվարանային շրջանների ինքնաբերական էլեկտրական ակտիվությունը: Այդ ինքնավար շրջանների ակտիվության ցուցանիշների համեմատական վերլուծությամբ, որոշակի տարբերություններ էին բացահայտվել: Ընդ որում, ձախ արգանդափողի ձվարանային շրջանում հայտնաբերվել էին ակտիվության ցուցանիշների այնպիսի բնութագրիչների նշանակալից տարբերություններ, ինչպիսիք էին գործողության պոտենցիալի ամպլիտուդան և պիկի աճման արագությունը: Ստացված տվյալները կարող են վկայել ձախ արգանդափողի հետազոտվող շրջանի ակտիվության բարձր աստիճանի մասին՝ համեմատած աջ արգանդափողի համանուն շրջանի հետ:

**K. V. Kazaryan, T. A. Piliposyan, N. G. Hunanyan,
R. G. Chibukhchyan**

Comparative Analysis of Spontaneous Electrical Activity of the Uterine Tubes in Rats

The spontaneous electrical activity of the ovarian region of the right and left uterine horns of a non-pregnant rat was investigated. A comparative analysis of the characteristics of automatisms revealed significant differences in their values. At the

same time, significantly larger parameters of activity were found in ovarian region of the left horn, such as the amplitude of action potentials and the rise rate. The obtained dates may indicate the presence of a high degree of activity in investigated zone in the left horn as compared to that in the right horn.

Литература

1. *Rabotti C., Mischi M.* – Acta Physiol (Oxf). 2015. V. 213. № 2. P. 406-416.
2. *Hutchings G., Williams O., Cretoiu D et al.* – J. Cell Mol. Med. 2009. V. 13. № 10. P. 4268-4282.
3. *Garfield R. E., Maner W. L.* – Semin Cell Dev Biol. 2007. V. 18. № 3. P. 289-295.
4. *Aguilar H. N., Mitchell B. F.* – Hum Reprod Update. 2010. V. 16. № 6. P. 725-744.
5. *Crane L. H., Martin L.* – Reprod. Fertil. Dev. 1991. № 3. P. 519-27.
6. *Казарян К. В., Унанян Н. Г., Пилипосян Т. А. и др.* – Журн. эволюционной биохимии и физиологии. 2017. Т. 53. № 5. С. 368-375.
7. *Казарян К. В., Унанян Н. Г., Мкртчян А. В.* – Журн. эволюционной биохимии и физиологии. 2020. Т. 56. № 3. С. 245-250.
8. *Lammers W. J., Arafat K., El-Kays A. et al.* – Am. J. Physiol. 1994. V. 267 (5 Pt 1). c1210–c1223.
9. *Lutton E. J., Lammers W. J. E. P., James S. et al.* – J. Physiol. 2018. V. 596. № 14. P. 2841–2852.
10. *Саркисян Р. Ш., Карамян Г. Г., Манукян А. М. и др.* Современная микро-процессорная аппаратура для проведения электрофизиологических исследований. Международная научно-техническая выставка “DigitecExpo14”, 1-3 октября, Ереван, 2014.
11. *Казарян К. В., Унанян Н. Г.* – Рос. физиол. журн. им. И. М. Сеченова. 2013. Т. 99(10). С. 1191-1199.
12. *Cavaco-Goncalves S., Marques C. C., Horta A. E. et al.* – Anim. Reprod. Sci. 2006. V. 93. P. 360-365.
13. *Казарян К. В., Чибухчян Р. Г., Мкртчян Э. Х.* – Рос. физиол. журн. им. И. М. Сеченова. 2017. Т. 103. № 8. С. 902-911.