

возрастных изменений R-R как у мальчиков, так и у девочек. При этом градиент изменения R-R интервалов у девочек был ниже этого показателя, чем у мальчиков (градиент R-R девочек – 0,05 сек, мальчиков – 0,09 сек), почти на 50%, а градиенты изменений показателей кардиоритмограммы преобладали у мальчиков. По данным специалистов, в десятилетнем возрасте наблюдается перестройка регуляции сердечной деятельности, возникает увеличение централизации управления и преобладание тонууса симпатической нервной системы [3, 4]. Это подтверждает и наше проведенное исследование. Проведенные исследования свидетельствуют о взаимосвязи физического развития и функциональных характеристик системы кровообращения у детей, родившихся и проживающих в регионе Южного Приаралья. Так, установлено, что показатель DX, отражающий активность вагусной регуляции сердца, с возрастом уменьшался как у мальчиков, так и у девочек. Это, как известно, в свою очередь, вызывает напряжение механизмов регуляции сердечно-сосудистой системы. У всех обследуемых детей рассмотренных нами возрастных групп синусовый ритм подвержен весьма значительным колебаниям. По данным наших исследований, увеличение показателей АМо, ИН, уменьшение DX указывает на гиперсимпатикотоническую реактивность в организме у обследуемых детей. Это свидетельствует о напряжении адаптационно-компенсаторных механизмов регуляции работы сердца у обследуемых детей. По-видимому, существенное значение имеет влияние таких

факторов, как физические нагрузки, психоэмоциональные воздействия на ребенка и др.

Таким образом, полученные данные согласуются с результатами исследования специалистов [5] и дают основание предполагать, что система кровообращения у детей очень чувствительно реагирует на неблагоприятные экологические факторы в Южном Приаралье, тем самым, снижая их адаптационные возможности и способствует формированию условий для развития заболеваний.

Список литературы:

1. Алексеева Т.И. Адаптивные процессы в человеческих популяциях. — М.: Изд-во МГУ, 1986. -215 с.
2. Ещанов Т.Б. Медико-экологическое районирование Республики Каракалпакстан в свете состояния здоровья матери и ребенка // Экологические факторы и здоровье матери и ребенка в регионе Аральского кризиса: Материалы междунар. семинара. – Ташкент: ФАН, 2001. - 11-14 с.
3. Гаркави, Л.Х. Гланц С. Адаптационные реакции тренировки, активации и стресса, принципы их формирования и роль в поддержании здоровья Медико-биологическая статистика / М.: Практика, 1999.-459 с.
4. Ефимова, А.А. Экология и здоровье детей // Педиатрия.- 1995. -№ 4. С. 49-50.
5. Турдымамбетов И.Р., Курбанов А.Б., Мамбетуллаева С.М. и др. Изменение природных условий Южного Приаралья и их влияние на возникновение и распространение болезней // Медицинский журнал Узбекистана. – Ташкент, 2003. - № 4. - С. 67-68.

Kazaryan K. V.

Doctor of Sciences in Biology,

L.A. Orbeli Institute of Physiology NAS RA

Piliposyan T. A.

Junior Researcher,

L.A. Orbeli Institute of Physiology NAS RA

Hunanyan N. G.

PhD in Biology, Researcher,

L.A. Orbeli Institute of Physiology NAS RA

ELECTRICAL ACTIVITY OF THE MID REGION OF UTERINE HORN IN RATS

Казарян К. В.

доктор биологических наук,

заведующая лаборатории физиологии гладких мышц,

Институт физиологии им. Л. А. Орбели НАН РА

Пилипосян Т. А.

младший научный сотрудник лаборатории физиологии гладких мышц

Институт физиологии им. Л. А. Орбели НАН РА

Унаниян Н. Г.

кандидат биологических наук,

научный сотрудник лаборатории физиологии гладких мышц,

Институт физиологии им. Л. А. Орбели НАН РА

ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ СРЕДНЕЙ ОБЛАСТИ МАТОЧНОЙ ТРУБЫ У КРЫС

Summary. Spontaneous electrical activity of the mid region of uterine horn was investigated both in norm and after transection of the cervical and ovarian areas. Analysis of the main activity characteristics of this area (the amplitude of action potentials, rise-rate, rise-time and half-width of peaks) was done. Along with the absence of any electrical activity, the both – single, randomly occurring low-amplitude action potentials and firing bursts of action potentials similar to those observed in the ovarian horn area may be registered in the mid region of uterine horn. Values of the given activity parameters exceed the values of such parameters in the ovarian horn area (up to 25%). Under these conditions, total isolation of the mid region of uterine horn leads to the inhibition of bursts and generation of individual action potentials exceeding by the values parameters of action potentials observed in the norm ($84.77 \pm 3.1 \mu\text{V}$ and $46.19 \pm 3.8 \mu\text{V}$ respectively). Isolation of the mid region did not affect the characteristics of action potentials here.

Thus, the results indicate that the electrophysiological characteristics of the activity in the mid region of uterine horn differ from the neighboring ovarian and cervical horn areas.

Аннотация: Исследована спонтанная электрическая активность средней зоны маточной трубы как в норме, так и после изоляции от цервикальной и овариальной областей. Проведен анализ основных характеристик активности данной зоны (амплитуда потенциала действия, средняя скорость нарастания пика, продолжительность нарастания пика, половина ширины). В среднем сегменте рога наряду с отсутствием какой либо электрической активности могут наблюдаться как единичные, хаотически возникающие низкоамплитудные потенциалы действия, так и сгруппированные в виде всплеск активности потенциалы действия, подобные наблюдаемым в овариальной зоне. Значения параметров данной активности превосходят по величине значения таковых, зарегистрированных из овариальной зоны (в пределах 25% для всех показателей). Полная изоляция среднего локуса рога в этих условиях приводит к подавлению всплеск активности и возникновению единичных потенциалов действия, превышающих по своим значениям показатели потенциалов действия, наблюдаемых в норме (соответственно $84.77 \pm 3.1 \mu\text{V}$ и $46.19 \pm 3.8 \mu\text{V}$). Характеристики наблюдаемых в норме потенциалов действия в среднем локусе рога после его изоляции не претерпевают определенных изменений.

Таким образом, полученные результаты свидетельствуют об обособленности электрофизиологических характеристик пейсмекерной активности среднего сегмента маточной трубы от автоматизма приграничных к нему овариальной и цервикальной областей.

Key words: uterine horn, ovarian area, mid region, bursting activity, action potential, activity parameter.

Ключевые слова: маточная труба, овариальная область, средняя зона, всплеска активности, потенциал действия, показатель активности.

Постановка проблемы. В отношении характера активности для центрального локуса миометрия маточной трубы, наблюдаемого при эстральном цикле, получены противоречивые данные. Возможно, данная особенность гладкомышечной ткани центральной зоны рога при различных фазах эстрального цикла выражается по-разному [7,16]. Так или иначе отсутствие спонтанной скоординированной активности при нормальных условиях в данной зоне не исключает наличия определенного взаимодействия последнего с ритмогенными крайними областями маточной трубы. Изучению данного вопроса а также характера электрической активности в среднем локусе рога и посвящена настоящая работа.

Анализ последних исследований. Основная функциональная роль репродуктивного органа обеспечивается и контролируется контрактурной деятельностью гладкомышечной ткани. При этом, данная механическая сократимость миометрия, аналогично другим мышечным тканям, тесно сопряжена с электрической активностью на клеточном уровне [9,24]. В связи со столь важной ролью данного процесса в литературе пристальное внимание уделяется изучению механизмов его возникновения.

Пейсмекерная активность миометрия представлена в основном в виде периодически возникающих всплеск потенциалов действия,

перемежающихся следующими после них периодами покоя [15,27]. Данный автоматизм является спонтанным миогенным процессом, контролируемым изменениями мембранного потенциала клеток гладких мышц [11,29,31].

Согласно детальному электрофизиологическому анализу пейсмекерная активность миометрия небеременной крысы представлена в определенных локальных областях. В отличие от тела матки подобной способностью характеризуются овариальная и приграничная к телу матки цервикальная зоны маточной трубы [7,19,23]. Сравнительный анализ характеристик всплеск электрической активности миометрия а также составляющих их потенциалов действия ритмогенных областей выявил значительное превосходство по величине показателей активности, характеризующих степень возбуждения овариального локуса миометрия по сравнению с цервикальной областью [1,2].

Если каждый единичный спайк способен создавать сокращение мышц, то устойчивая контрактура обеспечивается лишь всплесками электрической активности, возникающими на основе специфических пейсмекеров [21,27]. Существование локализации последних является важным фактором, определяющим направление распространения волны возбудимости в миометриальной ткани. При этом, наличие более высокочастотных пейсмекеров в овариальной зоне

рога по отношению к цервикальному локусу обеспечивает возникновение сократительной волны именно в данной области [10,12,19,25].

Согласно вышеизложенному, возникновение устойчивой контрактуры обеспечивается скоординированными между собой потенциалами действия, сгруппированными в виде всплеск активности. В то же время известно также, что последние возникают благодаря специфическим пейсмекерам, локализованным в овариальной и цервикальной областях рога [10,21,22,26].

Выделение нерешенных ранее частей общей проблемы. На сегодняшний день остается спорным вопрос относительно возможности среднего сегмента маточной трубы небеременных крыс генерировать автономные пейсмекерные сигналы. Показано, что продольно распространяющаяся контрактура изолированной маточной трубы способна распространяться от одного конца рога к другому. Однако, возникновения подобного процесса между гладкомышечными клетками среднего сегмента рога

не было обнаружено [7,19]. Приведенный факт может свидетельствовать об отсутствии в данной зоне рога пейсмекерных образований.

Формулирование целей статьи. Исходя из вышеизложенного вызывает определенный интерес проведение сравнительного анализа электрофизиологических характеристик всех выше упомянутых областей в норме.

Изложение основного материала. Работа выполнена в условиях *in situ* на самках крыс массой 200-250г. Животные анестезировались нембуталом (40-45 мг/кг) внутривенно. Эксперименты были острыми и после завершения регистрации животные забивались. 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 одновременно с поверхности разных отделов матки – овариальной, средней и цервикальной областей левого рога (рис. 1).

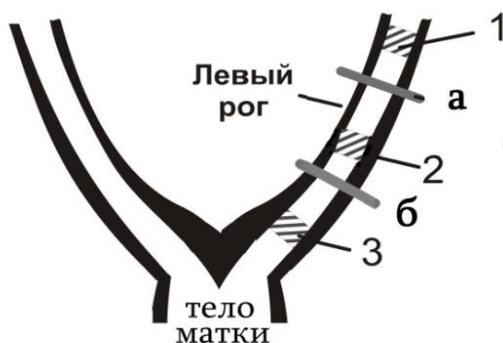


Рис.1 Схематическое изображение маточных труб.

1,2,3 – соответственно области регистрации активности из овариального, среднего и цервикального отделов левой маточной трубы;

а,б – области перерезок маточной трубы.

Спонтанная электрическая активность из описанных отделов органа отводилась биполярными электродами (межэлектродное расстояние соответствовало 2 мм). Исключение взаимосвязи между ритмогенными областями осуществлялась путем перерезки маточного рога в соответствующей области (рис. 1). После столь резкого травмирования и нарушения целостности ткани стабилизация активности, как правило, наблюдалась через 5 – 10 мин и поэтому проводился анализ тех данных, которые были зарегистрированы по истечении этого времени. Последующая регистрация еще через 15 мин позволяла проследивать дальнейшие возможные изменения в параметрах, обусловленные перестройкой механизмов ритмогенеза к условиям изоляции пейсмекерной области.

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 верхушки потенциала действия, соответствующей верхней половине его амплитуды). Все отмеченные показатели определялись путем их усреднения как в пределах одного эксперимента, так и всех экспериментов данной серии. На рисунках представлены суперпозиции двух типичных усредненных потенциалов действия. Усреднение последних также проводилось как в пределах каждого эксперимента, так и 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 [4]. В данных экспериментах проводилась одновременная регистрация с 3-ех локусов исследуемой структуры. Прибора позволяет осуществлять

достоверную регистрацию отклонений сигналов с амплитудой с точностью ≤ 0.01 мкВ. Коммуникация прибора с ЭВМ осуществлялась с использованием USB порта. Программа, обеспечивающая 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 работы с животными были проведены в соответствии с правилами «Европейской конвенции о защите животных, используемых в экспериментах» (Директива 2010/63/EU).

Спонтанная электрическая активность гладкомышечной ткани миометрия в норме представлена в виде периодически возникающих всплесков потенциалов действия в овариальной и цервикальной зонах маточных труб а также в теле

матки и наблюдается не только у беременных, но и у небеременных животных [18,27,20]. Используемая нами методика позволяла проводить одновременную регистрацию активности из показанных на рис. 1 областей маточной трубы. Если в овариальной и цервикальной локусах рога, как правило, в норме наблюдался описанный выше автоматизм с отличающимися друг от друга характеристиками [2,13,17], то в отношении среднего отдела маточной трубы представлена несколько иная картина активности. Наряду с отсутствием активности в данной зоне в 30-35% случаев из числа всех проведенных экспериментов наблюдается активность в виде разрядов всплесков (подобные случаи экспериментов в дальнейшем будем относить к “варианту А”) а также (в 20-25% случаев) возможно регистрировать единичные низкоамплитудные потенциалы действия (относящиеся к данным случаям эксперименты будем принимать за “вариант Б”) (рис.2).

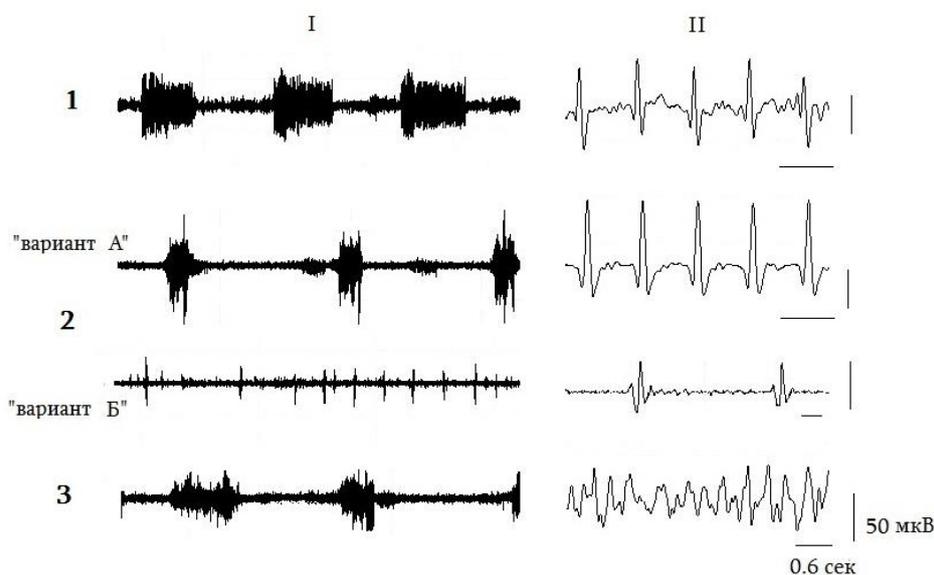


Рис.2 Спонтанная электрическая активность разных областей миометрия маточного рога. I. 1,3 – соответственно овариальная и цервикальная области, представленные на рис.1. 2 – средняя область: “вариант А” – чередующиеся всплески активности; 2 “вариант Б” – единичные потенциалы действия.

II. Развернутые формы активности представленных слева соответствующих областей. n=20

Изучение воздействия ритмогенеза приграничных к среднему сегменту рога областей проводилось путем поступенчатого отсечения маточной трубы в определенных зонах (рис.1 а,б).

Для наглядности все результаты будут представлены в процентном соотношении к норме.

На рис.3 показан сравнительный анализ характеристик потенциалов действия всплесков среднего сегмента рога по отношению к таковым овариальной зоны.

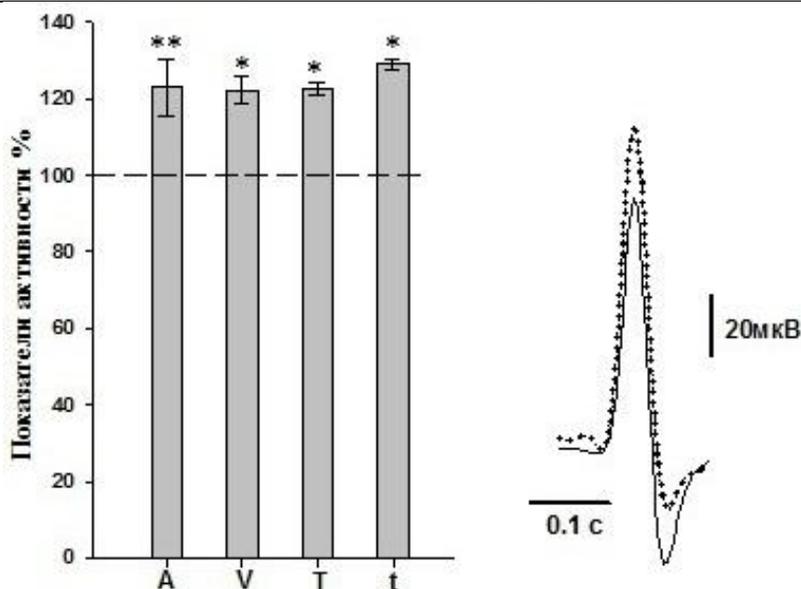


Рис.3 Процентное соотношение показателей потенциалов действия средней зоны маточной трубы по отношению к овариальной области в норме (принимается за 100%). Справа – наложение друг на друга усредненных форм потенциалов действия овариальной области (сплошной контур) и средней зоны (точечный контур). n =20.

Согласно полученным нами ранее результатам, овариальная зона рога среди всех ритмогенных областей миометрия характеризуется наличием высокоамплитудных быстрых потенциалов действия [2,13,17]. Вместе с тем, как видно из рисунка, а также табл.1 в основном все характеристики всплеск активности среднего локуса несколько превышают таковые овариальной области (амплитуда – на 23%, P<0.01; скорость

нарастания пика и продолжительность нарастания пика соответственно – на 22%, P<0.05; половина ширины - на 29%, P<0.05). Представленные на рисунке справа наложенные друг на друга единичные в развернутом виде типичные формы потенциалов действия всплеск обеих областей свидетельствуют о описанных изменениях параметров активности.

Таблица 1

Показатели спонтанных потенциалов действия различных отделов маточной трубы

| Области регистрации и количество экспериментов, n | | Амплитуда потенциалов действия (A), мкВ | Средняя скорость нарастания пика(V), мкВ/сек | Продолжительность нарастания пика(T/2), сек | Половина ширины (t), сек |
|---|-----------|---|--|---|--------------------------|
| Овариальная область, n=20 | | 103.18 ± 8.01 | 2100.43 ± 198.30 | 0.05 ± 0.00 | 0.04 ± 0,00 |
| Средняя область, n=20 | Вариант А | 126.9 ± 7.50 | 2583.53 ± 79.00 | 0.07 ± 0.00 | 0.05 ± 0.00 |
| | Вариант Б | 46.19 ± 3.80 | 705.65 ± 65.20 | 0.07 ± 0.00 | 0.06 ± 0.00 |

Изучение влияния приграничных к среднему сегменту зон миометрия нами проводилось при отделении исходно от данного локуса более дистально расположенного от него цервикального отдела (рис.1, б). Данная постановка эксперимента была применена и для “варианта А”, и для “варианта Б”. Как видно из рис.4, I, при отсечении цервикального отдела от средней зоны маточной трубы наблюдалась лишь небольшая

тенденция к уменьшению величин амплитуды и средней скорости нарастания пика потенциала действия всплеск активности (соответственно до 87.17% P<0.05 и 90% P<0.05) (“вариант А”). В отношении единичных потенциалов действия среднего локуса (рис.4, II) (“вариант Б”) отмечались лишь небольшие изменения показателей потенциалов действия (в пределах разброса).

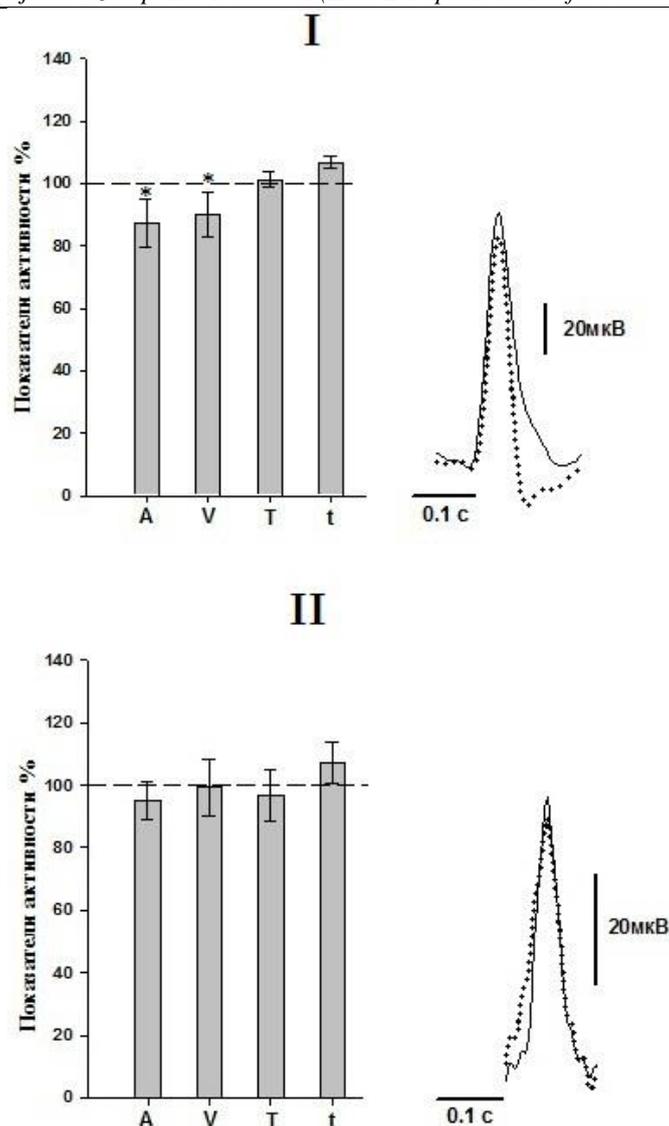


Рис.4 I.Процентное соотношение показателей потенциалов действия вспяшек средней области маточной трубы после перерезки “б” (рис.1) (“вариант А”) по отношению к значениям до перерезки (принимаются за – 100%). II. Процентное соотношение показателей единичных потенциалов действия средней области после перерезки “б” (рис.1) (“вариант Б”) по отношению к значениям до перерезки (принимается за 100%). $n=20$. Справа – наложения друг на друга усредненных форм потенциалов действия средней зоны до перерезки (сплошной контур) и после перерезки (точечный контур). $n=20$.

В следующей серии экспериментов проводилась полная изоляция среднего сегмента путем последующего отсечения от данной зоны проксимально к ней расположенной овариальной области. В экспериментах “варианта А” сразу же отмечалось исчезновение ранее наблюдаемых вспяшек активности и по истечении 5 мин. в среднем сегменте миометрия рога стали появляться относительно ритмичные высокоамплитудные

потенциалы действия. Вместе с тем в аналогичной серии экспериментов “варианта Б” наблюдаемые в норме единичные, хаотично возникающие потенциалы действия (рис.2, 2) при полной изоляции среднего локуса почти не изменяли своих характеристик, лишь несколько возрасла величина амплитуды потенциалов действия (на 10% $P<0.05$) (рис.5).

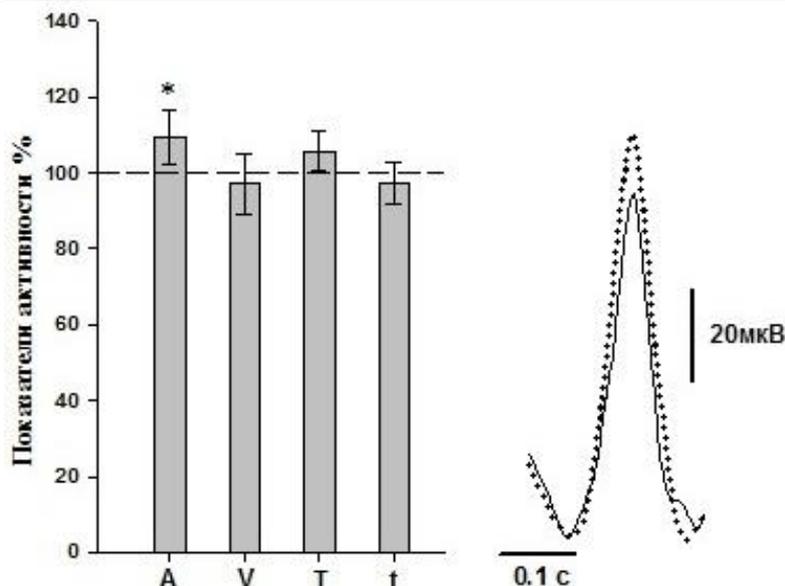


Рис. 5 Процентное соотношение показателей потенциалов действия средней зоны (“вариант Б”) после перерезки “а” (рис.1) по отношению к значениям после перерезки “б” (рис.1) (принимается за 100%).

Справа – наложение друг на друга усредненных форм потенциалов действия средней зоны после перерезки “б” (сплошной контур) и после перерезки “а” (точечный контур). $n=20$.

Выводы из данного исследования и перспективы. Таким образом, в основном изменение активности среднего сегмента рога наблюдается в экспериментах “варианта А” при изоляции данного локуса от овариальной области, являющейся, как отмечено выше, основной ритмогенной зоной миометрия.

Наблюдаемые нами вспышки активности в среднем сегменте, скорее всего, обеспечиваются волной возбуждения из овариальной зоны рога. Показанная достаточно большая разница в величинах характеристик вспышек активности средней зоны по отношению к таковым овариальной области а также появление высокоамплитудных потенциалов действия после изоляции от овариального локуса, возможно, связаны с физиологическими условиями, при которых регистрируется активность (“вариант А”). Так или иначе, показанное нами влияние окружающих средний сегмент рога областей миометрия на его электрическую активность проявилось лишь в экспериментах “варианта А”.

Ранее было показано, что в небеременной матке в норме распространение возбуждающей волны в маточном роге в связи со слабой электрической связью между клетками охватывает лишь протяженность в несколько миллиметров [14,15,23]. И поэтому, как правило, вспышки активности в этих условиях наблюдаются только в ритмогенных крайних зонах маточного рога. Вместе с тем у крыс при эстральном цикле наряду с наличием электрической активности в овариальной зоне наблюдался ритмогенез и в

середине рога [30]. Более того, блокада активности в исходно ритмогенной овариальной области в этих же условиях не влияла на данный процесс [16].

В работе нами показана возможность возникновения у небеременных крыс вспышек активности наряду с овариальной зоной также и в среднем сегменте рога («вариант А»). Наряду с этими данными в несколько меньшем процентном соотношении к описанным выше результатам (20-25% случаев) в среднем локусе миометрия наблюдались хаотически возникающие пикоподобные потенциалы, которые после полной изоляции данной зоны рога продолжали регистрироваться и, как правило, без существенных изменений характеристик.

Однако совершенно другая реакция на изоляцию средней зоны рога была отмечена при “варианте А”: сразу же после перерезки (рис.1, а) регистрируемые вспышки активности исчезают и минут через 5 наблюдается возникновение единичных потенциалов действия. Интересен тот факт, что единичные потенциалы действия в вспышках активности, регистрируемых из средней зоны до ее изоляции превосходят таковые, наблюдаемые в норме в овариальной зоне. Подобная тенденция наблюдалась и для значений амплитуд вновь возникших потенциалов действия по сравнению с величинами амплитуд потенциалов действия, наблюдаемых в средней зоне как в норме, так и после изоляции данного среднего сегмента маточной трубы (табл.2).

Показатели активности средней зоны маточной трубы

| Условия регистрации | Амплитуда потенциалов действия (А), мкВ | | | Средняя скорость нарастания пика(V), мкВ/сек | | | Продолжительность нарастания пика(T/2), сек | | | Половина ширины(t), сек | | |
|-----------------------------------|---|--------|-------|--|-------|-------|---|-------|--------|-------------------------|-------|-------|
| Вариант А перерезка II n=20 | 84.77 ± 3.10 | | | 1571.76 ± 56.90 | | | 0.06±0.00 | | | 0.05±0.00 | | |
| Вариант Б норма n=20 | 46.19 ± 3.80 | | | 705.65 ± 65.20 | | | 0.07 ± 0.00 | | | 0.06 ± 0.00 | | |
| Вариант Б перерезка II n=20 | 48.06 ± 3.10 | | | 680.44 ± 56.90 | | | 0.07 ± 0.00 | | | 0.07 ± 0.00 | | |
| Достоверность различия | (1-2) | (2-3)* | (1-3) | (1-2) | (2-3) | (1-3) | (1-2)* | (2-3) | (1-3)* | (1-2) | (2-3) | (1-3) |

Примечание. В строке «Достоверность различия» приведены уровни значимостей отличия средних значений соответствующих показателей для варианта А перерезка II и Вариант Б норма (1-2), варианта Б норма и варианта Б перерезка II (2-3) и варианта А перерезка II и варианта Б перерезка (1-3) *P<0.05

Возможно, экспериментальные животные, относящиеся к «варианту А» находились в эстральном цикле и высокие значения потенциалов действия связаны с воздействием определенных гормонов, возбуждающих миометрий и обеспечивающих реализацию эстрального цикла путем возникновения единичных контрактур на основе высокоамплитудных потенциалов действия [21]. Данная реакция электрической активности миометрия в этих условиях, как нам кажется, может быть сравнима с активацией латентных пейсмекеров гладкомышечной ткани мочеточников в экстремальных условиях для обеспечения проводимости при патологических условиях [3,28]. Регистрируемые нами хаотически возникающие потенциалы действия в средней зоне рога в норме («вариант Б»), возможно, связаны с небольшими изменениями уровня мембранного потенциала покоя которые способствуют некой вариации возбудимости гладкомышечной ткани миометрия [5,21].

Так или иначе, приведенные результаты свидетельствуют об определенной обособленности электрофизиологических характеристик миометрия среднего сегмента рога по сравнению с таковыми крайних областей органа, которая проявляется для обеспечения эстрального цикла животных. Однако, утверждение данных тезисов требует дальнейших тщательных исследований на различных экспериментальных уровнях.

Список литературы:

Казарян К.В., Филиппосян Т.А., Унанян Н.Г., Мкртчян Э.Х. 2017. «Значение овариальной области в регуляции спонтанной электрической активности ритмогенных зон миометрия». Журнал эволюционной биохимии и физиологии. Т. 53(5): 368-375.

Казарян К.В., Унанян Н.Г., Акопян Р.Р. 2010. «Характеристики электрофизиологических свойств разных отделов матки и приграничной с ней области маточной трубы у крыс». Росс. Физиол. журн. им. И.М.Сеченова. Т.96 (10) : 981-987.

Казарян К.В., Ванцян В.Ц., Симонян Л.Г. 2011. «Роль гистамина в регуляции спонтанной электрической активности мочеточника крысы и приграничной к нему зоны мочевого пузыря». Росс. Физиол. журн. им. И.М.Сеченова. Т. 97(12) : 1319-1326.

Казарян К.В., Унанян Н.Г. 2013. «Взаимосвязь электрических активностей разных областей миометрия у крыс». Рос. Физиол. журн. им. И.М.Сеченова. 99(10) : 1191-1199.

Anderson GF, Kawarabayashi T, Marshall JM. 1981. «Effect of indomethacin and aspirin on uterine activity in pregnant rats: comparison of circular and longitudinal muscle». Biol Reprod. 24(2): 359-72.

Aguilar H.N., Mitchell B.F. 2010. «Physiological pathways and molecular mechanisms regulating uterine contractility». Hum Reprod Update. Nov-Dec; 16(6) : 725-44.

Crane L.H. and Martin L. 1991. «Pace-maker Activity in the Myometrium of the Oestrous Rat: *in vivo* Studies using Video-laparascopy». Reprod. Fertil. Dev.. №3 : 519-27.

Domino M, Pawlinski B, Gajewska M, Jasinski T, Sady M, Gajewski Z. 2018. «Uterine EMG activity in the non-pregnant sow during estrous cycle». BMC Vet Res. V.14(1) : 176.

Garfield R, Sims S, Daniel E. 1977. «Gap junctions: their presence and necessity in myometrium during parturition». Science. 198 : 958-960.

Garfield R.E., Maner W.L. 2007. «Physiology and electrical activity of uterine contractions». Semin. Cell. Dev. Biol. 18(3) : 289-295.

- Huizinga JD, Robinson TL, Thomsen L. 2000. "The search for the origin of rhythmicity in intestinal contraction; from tissue to single cells". *Neurogastroenterol Motil.* 2(1) : 3-9.
- Hirst G.D.S., Ward S.M. 2003. "Interstitial cells: involvement in rhythmicity and neural control of gut smooth muscle". *J. Physiol.* V.550 : 337-346.
- Hunanyan N.G., Kazaryan K.V. 2012. "Electrophysiological characteristics of different areas of the uterus and uterine horns in rats". In: «Физиологические механизмы регуляции деятельности организма». Матер. междунауч. конф., Ереван : 329-334.
- Jung H. 1956. "Conduction and production of excitability in uterus". *Z Geburtshilfe Gynakol.* ; V. 147(1) : 51-71.
- Kao C. Y. 1989. "Electrophysiological Properties of Uterine Smooth Muscle". *Biology of the Uterus*. Springer, New York, USA : 403-454.
- Kelsi N, Dodds Vasiliki Staikopoulos Elizabeth A.H. Beckett. 2015. "Uterine Contractility in the Nonpregnant Mouse: Changes During the Estrous Cycle and Effects of Chloride Channel Blockade". *Biology of Reproduction*, V. 92(6). 141 : 1-15.
- Kao C.Y. 1959. "Long-term observations of spontaneous electrical activity of the uterine smooth muscle". *Am. J. Physiol.* V.196 (2) : 343-350.
- Lammers W. J. E. P. 2012. "The Electrical Activities of the Uterus During Pregnancy". *Reproductive Sci*, V.20 (2) : 182-189.
- Lammers WJ1, Mirghani H, Stephen B, Dhanasekaran S, Wahab A, Al Sultan MA, Abazer F. 2008. "Patterns of electrical propagation in the intact pregnant guinea pig uterus". *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol.* 294(3) : 919-28.
- Malgorzata Domino, Bartosz Pawlinski, Magdalena Gajewska, Tomasz Jasinski, Maria Sady, and Zdzislaw Gajewski. 2018. "Uterine EMG activity in the non-pregnant sow during estrous cycle". *BMC Vet Res* 14 : 176.
- Maul H., Maner W. L., Saade G.R., Garfield R.E. 2003. "The physiology of uterine contractions". *Clin. Perinatol.* V.30 : 665-676.
- Marshall JM. 1962. "Regulation of activity in uterine smooth muscle". *Physiol Rev Suppl.* 5 : 213-27.
- Mancinelli R., Guariglia L., Racanicchi C., Bertuzzi A., Salinari S., Vitelli R. 1988. "In vitro motility of non-pregnant rat uterine horns". *Q J Exp Physiol.* 73(4) : 459-69.
- Miller SM1, Garfield RE, Daniel EE. 1989. "Improved propagation in myometrium associated with gap junctions during parturition". *Am J Physiol.* 256 (1 Pt 1) : 130-141.
- Parkington H.C., Coleman H.A. 2001. "Excitability in uterine smooth muscle". *Front. Horm. Res.* V. 27 : 179-200.
- Porter, D.G., 1975. "The myometrium, The Uterus", Finn, C.A. and Porter, D.G., Eds., Elek, London : 133-238.
- Rabotti, C. M. Mischi. 2015. "Propagation of electrical activity in uterine muscle during pregnancy". *Acta Physiol (Oxf).* 213(2) : 406-416.
- Santicioli P, Maggi CA. 1998. "Myogenic and neurogenic factors in the control of pyeloureteral motility and ureteral peristalsis". *Pharmacol Rev.* 50 (4) : 683-722.
- Shmygol A, Blanks AM, Bru-Mercier G, Gullam JE, Thornton S. 2007. "Control of uterine Ca²⁺ by membrane voltage: toward understanding the excitation-contraction coupling in human myometrium". *Ann N Y Acad Sci.* Apr;1101:97-109 .
- Talo A, Kärki A.E. 1976. "Electric Activity of the Rat Myometrium In Vivo during the Estrous Cycle". *Acta physiol. Scand.*, V. 97, p. 495-500.
- Wray S. 1993. "Uterine contraction and physiological mechanisms of modulation". *Am J Physiol.* 264(1 Pt 1) : 1-18.