

Влияние анемизации на характеристики электрической активности дистальной области мочеточника крыс

(сообщение 2)

Л.Г.Симонян, В.Ц.Ванцян, Н.Н.Мелконян, К.В.Казарян

*Лаборатория физиологии гладкой мускулатуры
Института физиологии им. Л.А.Орбели НАН РА
0028, Ереван, ул. Бр. Орбели, 22*

Ключевые слова: мочеточник, пиелоуретеральное соустье, околопузырная зона, спонтанная активность, артерия Renalis, автоматизм, ритмогенез

Характерной особенностью гладкомышечной ткани мочеточника является наличие в околопочечной области (зона пиелоуретерального соустья) медленноволнового высокоавтономного автоматизма, обеспечивающего возникновение и распространение электрических спайковых волн возбуждения до самого мочевого пузыря [1,7,11].

Последующее детальное топографическое изучение остальных отделов органа выявило наличие ритмогенеза, отличного от описанного, в области, приграничной к мочевому пузырю [4,5]. При этом в данной зоне наряду со спайковой активностью обнаружены также медленноволновые электрические колебания непосредственно в соустье соединения мочеточника с мочевым пузырем. Сравнительный анализ частотных характеристик обоих типов данной автономной пейсмекерной активности с таковой верхнего почечного автоматизма показал значительную разницу в их ритмике [5]. Известно, что главная функция пиелоуретерального комплекса заключается в проталкивании мочи из почки к мочевому пузырю. Именно данная разница в ритмогенезе двух крайних зон мочеточника и обеспечивает полярность направления перистальтики.

Известно, что гуморальный контроль является одним из факторов, определяющих координацию спонтанной активности отдельных областей мочеточника и, соответственно, перистальтической деятельности [1,9,10]. Важную роль в гуморальной регуляции играет кровоток, а именно кровоснабжение почки и мочевыводящих путей необходимо для диуретической функции почки. Однако в литературе имеется очень мало исследований, посвященных анализу роли

кровоснабжения для двигательной и, соответственно, электрической активности мочеточника.

Данная работа посвящена влиянию нарушения кровоснабжения почки не только на спонтанную активность пиелoureтерального соустья, но и на автоматизм дистальной зоны органа (околопузырная область).

Материал и методы

Опыты проводили на крысах массой 250 – 300 г., наркотизированных нембуталом (50 – 55 мг/кг) внутривентриально. Мочеточник денервировали путем перерезки корешков чревного и тазового нервов. Подробное описание данной методики представлено в предыдущей работе [3]. Спайковые разряды из околопочечного и околопузырного участков органа отводили биполярными электродами. Медленноволновую активность околопузырной зоны регистрировали введением шарикового электрода через мочевой пузырь в область соединения мочеточника с мочевым пузырем.

Биоэлектрическую активность мочеточника регистрировали на 8-канальном электроэнцефалографе (EEG-8 S, Венгрия).

Сосудистая система мочеточника крыс выявлялась при использовании кальций-аденозинтрифосфатного метода Чилингаряна [8]. На препаратах сосудисто-капиллярная сеть выявляется за счет отложения мелкозернистого черного осадка в эпителии стенок кровеносных сосудов. Окрашиваются также элементы гладкомышечных клеток, благодаря чему легко дифференцируются артериальные, венозные и капиллярные русла. Артериальное звено выделяется яркой исчерченностью благодаря наличию гладкомышечных клеток стенок сосудов.

Результаты и обсуждение

В первой серии экспериментов при нормальных условиях проводилась одновременная регистрация медленноволновой и спайковой пейсмекерной активности двух крайних отделов мочеточника (область пиелoureтерального соустья и зона, приграничная к мочевому пузырю), схематически представленных на рис. 1. Амплитудные и частотные характеристики медленных колебаний мембранного потенциала из областей 1 и 4 (рис. 1) соответствуют 210 ± 27 мкВ; $22 \pm 2,05$ колеб./мин ($n=12$) – околопочечный участок; $143,5 \pm 8,2$ мкВ; $11 \pm 0,67$ колеб./мин ($n=12$) – околопузырная область (рис. 2, обл. 1 и 4, а). Таким образом, в норме частота колебаний дистальной области значительно (в 2 раза) уступает таковой основного почечного ритмоводителя.

Известно, что медленноволновый ритмогенез, зарождающийся в дистальной части почечной лоханки и в пиелoureтеральном соустье

ПОЧЕЧНАЯ ЛОХАНКА

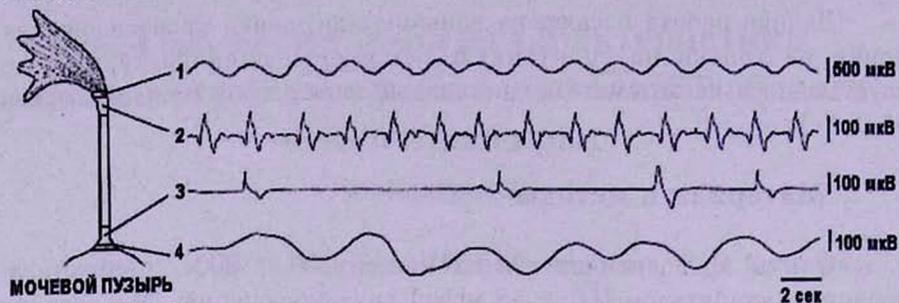


Рис. 1. Схематическое изображение мочеточника с представленными типами активностей, зарегистрированных из соответствующих областей: 1 – медленноволновая активность области пиелоретерального соустья; 2 – спайковая активность области, непосредственно прилегающей к пиелоретеральному соустью; 3 – спайковая активность зоны, непосредственно прилегающей к соустью соединения мочеточника с мочевым пузырем; 4 – медленноволновая активность соустья соединения мочеточника с мочевым пузырем

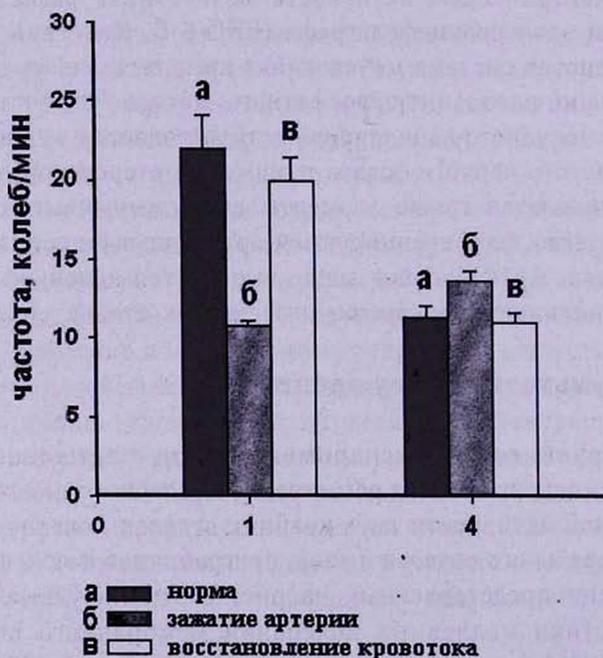


Рис. 2. Влияние кровоснабжения на частоту медленноволновой активности околопочечной и околопузырной областей мочеточника. Под каждой группой столбиков снизу цифрами указаны области регистрации, представленные на рис. 1 (n=12)

(рис. 1, обл. 1), впоследствии переходит в спайковую активность (рис. 1, обл. 2) [1,11,12]. Исходя из этого, частота данных спайков полностью соответствует ритмике медленных волн (табл., обл. 2). Вместе с тем иная картина наблюдается для быстрой (спайковой) пейсмекерной активности зоны, приграничной к мочевому пузырю. Ритмика данных спайков почти в 4,2 раза реже таковых медленноволновой активности, зарегистрированной из более дистально расположенного участка мочеточника (рис. 1, обл. 4). Таким образом, наименьшей частотой из всех исследуемых областей характеризуется этот тип активности (табл., обл. 3).

Таблица

Частота пейсмекерной спайковой активности крайних областей мочеточника

Область регистрации	Частота, колеб./мин (в норме)	Частота, колеб./мин (при зажатии артерии)	Частота, колеб./мин (после восстановления кровотока)
2	21±2.06	10±1.32	20±0.59
3	5±0.15	11±0.62	7±0.56

В следующей серии экспериментов изучалось влияние нарушения кровоснабжения почки путем зажатия почечной артерии (а. Renalis) на пейсмекерную активность мочеточника. В течение 8 – 10 мин наблюдалось угнетение активности в околопочечной зоне: уменьшение частоты генеза волн и, соответственно, проходящих спайков (рис. 2, обл. 1, б; табл., обл. 2). В этих условиях отмечается также уменьшение амплитуды волновой активности данной зоны (рис. 3, обл. 1, б). Вместе с тем иная картина наблюдается для характеристик активности околопузырной области: частота медленных волн несколько возрастает – на 2,9 колеб./мин (рис. 2, обл. 4, б), амплитуда также увеличивается – на 76 мкВ (рис. 3, обл. 4, б). Изменения спайковой пейсмекерной активности показаны в таблице: в этих условиях частота увеличивается в 2,2 раза. Последующее восстановление кровотока, как правило, приближает показатели активности к норме (рис. 2 и 3). Таким образом, приведенные результаты косвенно могут служить подтверждением автономности пейсмекерной активности исследуемого нами дистального отдела мочеточника крысы. Однако данный факт никак не исключает определенного влияния основного околопочечного автоматизма на функциональную активность дистальных пейсмекеров.

Приведенные результаты в основном согласуются с данными, полученными на кошках [4,6]. Если в околопочечной области частота медленноволновой активности у кошек в этих условиях уменьшается

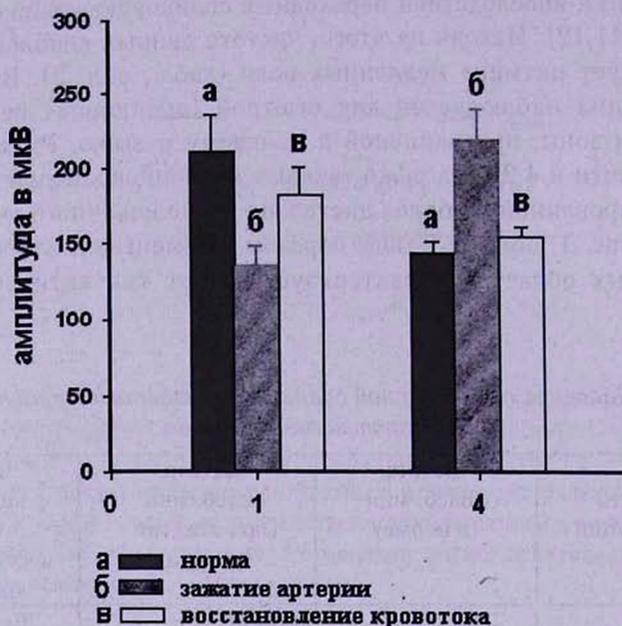


Рис. 3. Влияние кровоснабжения на амплитуду спонтанной медленноволновой активности околопочечной и околопузырной областей мочеточника.

Под каждой группой столбиков снизу цифрами указаны области регистрации, представленные на рис. 1 ($n=12$)

на $50 \pm 2,5$ %, то у крыс изменения данного параметра соответствуют $47 \pm 2,06$ %. Вместе с тем несколько иная картина наблюдается для дистальной области мочеточника: у кошек происходит увеличение ритмики медленных колебаний на $11 \pm 1,3$ %, а у крыс почти в 2 раза больше – на $22,8 \pm 0,6$ %. Таким образом, при анемизации почки ритмогенез околопузырной зоны у крыс активируется несколько больше по сравнению с кошками, изменения же характеристик автоматизма основного околопочечного пейсмекера в том и другом случае почти идентичны.

В предыдущих исследованиях было показано [2], что распространяющаяся из почечной зоны электрическая волна несколько уменьшает частоту околопузырной спайковой активности. Более того, в этих условиях наряду с регистрацией собственного ритма в 60-65% случаев наблюдается и его исчезновение при распространении проходящих спайков из вышерасположенного пейсмекера. И, наоборот, подавление активности почечного пейсмекера влечет за собой активацию околопузырного автоматизма. Что и было подтверждено в настоящих экспериментах.

Исходя из полученных результатов по нарушению кровоснабжения почечной области, можно заключить, что поступление артериальной крови через а. Renalis обеспечивает функциональную деятельность

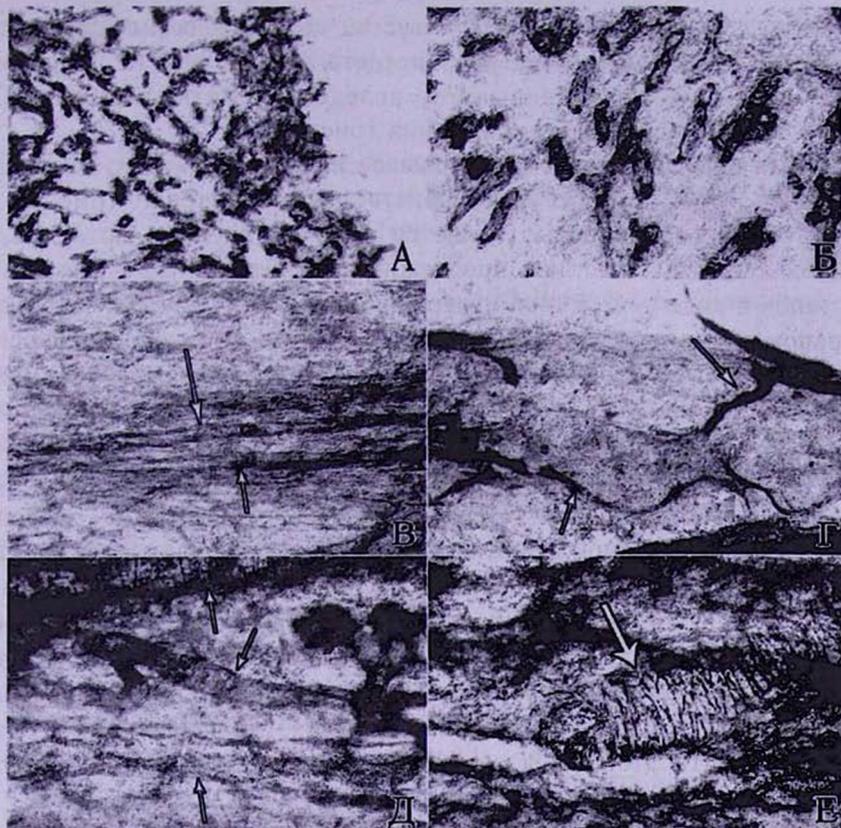


Рис. 4. Микрофотографии продольных срезов околопузырной области (А-Б), срединного отдела (В-Г) и пиелoureтерального соустья (Д-Е) мочеточника интактных крыс (стрелки – кровеносные сосуды внутриорганного микроциркуляторного русла). Кальций-аденозинтрифосфатный метод Чилингаряна. Ув.160 (А, В, Г); 400 (Б, Д); 1000 (Е)

лишь верхнего отдела мочеточника, не влияя на автоматизм околопузырной зоны, и, более того, способствует учащению ритма.

Следующая серия экспериментов посвящена выявлению сосудистых русел, омывающих три области мочеточника крысы.

На рис. 4 визуально заметно неодинаковое строение микроциркуляторного русла всех исследуемых областей. На продольных срезах кровеносные сосуды околопузырной области мочеточника имеют вид поперечно исеченных прерывистых трубочек (рис. 4 А). Данное обстоятельство обусловлено переходом мочеточника в мочевой пузырь, стенка которого не стабильна и приспособлена к значительным изменениям в размерах той полости, которую она окружает. В силу этого слабо прослеживается ход гладкомышечных клеток артериол в результате их растянутости (рис. 4 Б).

В срединном отделе мочеточника кровеносные сосуды в основном направлены параллельно друг другу, имеют прямой ход в данной

плоскости сечения и не обладают густой сетью разветвлений (рис. 4 В). Изредка наблюдается их извилистость, в силу чего на препаратах ход сосудов местами прерывист, вследствие незначительного их перехода в другую плоскость сечения (рис. 4 Г).

Так как почки получают большое количество крови, то лоханочечный отдел мочеточника богато васкуляризован (рис. 4 Д). Характерной особенностью является наличие крупных артериол, на стенках которых отчетливо прослеживаются гладкомышечные клетки их стенок в виде поперечной исчерченности (рис. 4 Е). Ход артериол в основном прямой, окружая снаружи мочеточник, они параллельно спускаются, отдавая в срединном отделе негустую сеть капилляров. Важно отметить, что чем ближе артериолы подходят к околопузырному отделу, тем меньше становится их калибр.

Наличие крупных артерий в почечном отделе мочеточника крысы, подобно результатам, полученным на кошке [6], возможно, связано с основной пейсмекерной деятельностью проксимальной области органа, обеспечивающей ведущую роль в распространении возбудительной волны. Характерной особенностью кровоснабжения околопузырного отдела мочеточника является более густая сеть капиллярного звена по сравнению со средним отделом мочеточника. Именно данный факт, на наш взгляд, и обуславливает несколько слабую интенсивность ритмогенных свойств этой зоны сравнительно с околопочечным участком мочеточника.

Таким образом, имеется полная согласованность между вышеописанными морфологическими экспериментами по выявлению сосудистых русел, снабжающих кровью рассматриваемые отделы мочеточника крысы, и электрофизиологическими результатами.

Поступила 20.04.10

**Անենիզացիայի ազդեցությունը առնետների միզածորանի դիստալ հատվածի էլեկտրական ակտիվության բնութագրերի վրա
(հաղորդագրություն 2)**

**Լ.Գ.Միմոնյան, Վ.Յ.Վանցյան, Ն.Ն.Մելքոնյան,
Բ.Վ.Ղազարյան**

Աշխատանքում ներկայացված են տվյալներ երիկամային զարկերակի սեղման ազդեցության վերաբերյալ առնետի միզածորանի հարերիկամային և հարմիզապարկային հատվածների պեյսմեկերային ակտիվության վրա: Նկատվում է հարերիկամային հատվածի պեյսմեկերային ակտիվության ընկճում: Հարմիզապարկային հատվածի դանդաղալիքային ակտիվության հաճախականության և ամպլիտուդային բնութագրերը այս պայմաններում փոքր ինչ աճում են: Բերված են անոթային

հունի, որը ապահովում է արյան մատակարարումը միզածորանի երկու ծայրային և միջին հատվածները, մորֆոլոգիական հետազոտությունների սվյալներ:

**The effect of anemia on the characteristics of electrical activity of rat ureteral distal zone
(report 2)**

L.G.Simonyan, V.Ts.Vantsyan, N.N.Melkonyan, K.V.Kazaryan

The presented data show the influence of clamping of renal artery on the spontaneous rhythmogenesis of perirenal and peribladder areas of rat ureter. Oppression of pieloureteral anastomosis pacemaker activity is observed. The frequency and amplitude characteristics of peribladder area slow wave activity increase slightly in these conditions. The data of morphological studies of the vascular bed providing blood supply to the two edging and middle zones of the ureter have been demonstrated.

Литература

1. *Бакунц С.А.* Вопросы физиологии мочеточников. Л., 1970.
2. *Казарян К.В., Ванцян В.Ц., Тираян А.С., Акопян Р.Р.* Анализ электрофизиологических ритмогенных свойств околопузырной области мочеточника у кошек и крыс. Рос. физиол. журн. им И.М.Сеченова, 2000, 86, 12, с. 1656-1661.
3. *Казарян К.В., Ванцян В.Ц., Тираян А.С., Акопян Р.Р.* Активация латентных пейсмекеров мочеточника морской свинки. Рос. физиол. журн. им. И.М.Сеченова, 2001, т. 87, 7, с. 953-959.
4. *Казарян К.В., Ванцян В.Ц., Меликсетян И.Б., Тираян А.С., Акопян Р.Р.* Взаимоотношение различных типов пейсмекерной активности крайних отделов мочеточника кошки. Рос. физиол. журн.им. И.М.Сеченова, 2005, т.91, 3, с. 321-328.
5. *Казарян К.В., Ванцян В.Ц., Тираян А.С., Акопян Р.Р.* Исследование электрической активности области соединения мочеточника с мочевым пузырем и приграничных зон у крыс. Рос. физиол. журн. им. И.М.Сеченова, 2007, т. 93, 7, с.799-805.
6. *Казарян К.В., Ванцян В.Ц., Тираян А.С., Акопян Р.Р., Мелконян Н.Н., Симонян Л.Г.* Автономность спонтанного ритмогенеза околопузырной области мочеточника кошки. Журнал эволюционной биохимии и физиологии, 2008, т. 44, 3, с. 274-277.
7. *Казарян К.В., Тираян А.С., Маркосян С.А.* Исследование спонтанной электрической активности различных участков мочеточника морской свинки. Рос. физиол. журн. им. И.М.Сеченова, 1998, т.84, 5-6, с. 553-555.
8. *Чилингарян А.М.* Новый кальций-аденозинтрифосфатный метод для выявления внутриорганного микроциркуляторного русла. ДАН Армении, 1986, 82(1), с. 66-71.
9. *Bortoff A.* Myogenic control of intestinal motility. *Physiol. Rev.*, 1976, 56 (2):418-435.
10. *Calson G.M., Bedi B.S., Code C.F.* Mechanism of propagation of intestinal interdigestive myoelectric complex. *Am. J. Physiol.*, 1972, 222:1027-1030.
11. *Meini S., Santicoli P., Maggi C.A.* Propagation of impulses in the guinea-pig ureter and its blockade by calcitonin gene related (CGRP)/Nounyn Schniedebers. *Arch. Pharmacol.*, 1995, 351: 79-86.
12. *Santicoli P., Maggi C A.* Myogenic and neurogenic factors in the control of pyeloureteral motility and ureteral peristalsis. *Pharmacol. Rev.*, 1998, 50 (4). 683-721.