

## Особенности иннервации пейсмейкерных зон мочеоточника

Цуканов А.И., Байтингер В.Ф.

### Peculiarities of uretral pacemaker zones innervation

Tsukanov A.I., Baitinger V.F.

Сибирский государственный медицинский университет, г. Томск

© Цуканов А.И., Байтингер В.Ф.

Изучены особенности экстра- и интраорганной иннервации пейсмейкерных зон мочеоточника (верхнее и среднее мочеоточниковые сужения). Анатомо-нейрогистологическое исследование 120 органокомплексов мочеоточника (макро-, микропрепаровка экстраорганнх нервов, импрегнация гистологических срезов стенки мочеоточника 20%-м раствором нитрата серебра) показало, что верхняя (водитель ритма I порядка) и средняя (водитель ритма II порядка) пейсмейкерные зоны наряду с периартериальными нервными волокнами от почечного, надпочечникового и внутреннего семенного нервных сплетений иннервируются отдельными нервными стволами от нижнего аортально-почечного ганглия почечного нервного сплетения. Особенность интраорганной иннервации пейсмейкерных зон мочеоточника состоит в наличии микроганглиев в их межмышечном нервном сплетении. Полученные данные вносят существенный вклад в пользу цистоидно-перистальтической теории организации моторики мочеоточника.

**Ключевые слова:** мочеоточник, пейсмейкер, экстраорганная иннервация.

Peculiarities of extra-intraorgan innervation of uretral pacemaker zones (upper and lower urethral narrowings) were investigated. Anatomic-histological investigation results showed that upper (the I order pacemaker) and middle (the II order pacemaker) pacemaker zones of the ureter are innervated by single nerve stems from lower aortic-renal ganglion of plexus nervosus. Presence of microganglia in their intramuscular plexus nervosus is the peculiarity of intraorgan innervations of uretral pacemaker zones. The data obtained contribute to cystoid-peristaltic theory of uretral motility organization.

**Key words:** ureter, pacemaker, extra-intraorgan innervation.

УДК 616.617:611.617

#### Введение

Отечественные электрофизиологи С.А. Бакунц (1966) и М.Н. Зильберман (1982) при проведении электромиографических исследований мочеоточника выявили наличие в стенке его сужений водителей ритма (пейсмейкер), в функциональном плане иницирующих частоту сокращений и перистальтику мочеоточника: в верхнем сужении — водитель ритма I порядка (пейсмейкерная зона I), в среднем — водитель ритма II порядка (пейсмейкерная зона II) [4, 6].

Высокую функциональную активность верхнего и среднего мочеоточниковых сужений доказывают результаты собственных исследований по функциональной морфологии этих переходных зон, позволившие установить наличие внутренних анатомических сфинктеров в стенке зоны сужений [10, 11].

В литературе, касающейся нарушений уродинамики верхних мочевыводящих путей, четко

прослеживается факт отсутствия у урологов необходимой для них информации по экстра- и интраорганной иннервации мочеоточника, а именно его функционально активных зон — верхнего и среднего мочеоточниковых сужений [1, 5, 9, 13]. Это создает заметные трудности в трактовке патогенеза дискинезий мочеоточника, приводящих в конечном итоге к гидронефротической трансформации почки [12, 14, 15].

Цель исследования — изучить особенности экстраорганной иннервации и интрамурального нервного аппарата пейсмейкерных зон мочеоточника (зоны верхнего и среднего мочеоточниковых сужений).

Задачи исследования: изучение особенностей экстраорганной иннервации зоны верхнего и среднего мочеоточниковых сужений; изучение особенностей интрамурального нервного аппарата в стенке зон верхнего и среднего мочеоточниковых сужений.

## Материал и методы

Материалом для исследований служили 120 органокомплексов мочеточника (86 — от мужчин, 34 — от женщин в возрасте от 22 до 60 лет), включающих в себя органы и клетчатку забрюшинного пространства, за исключением поджелудочной железы и двенадцатиперстной кишки. В органокомплекс входили почка, лоханка и мочеточник с прилежащей околопочечной и парауретеральной клетчаткой. Фиксацию анатомических препаратов мочеточника проводили путем наливки его просвета 10%-м раствором формалина с учетом базального внутрисветового давления мочеточника: 20 мм вод. ст. — в брюшном отделе, 50 мм вод. ст. — в тазовом отделе.

Решение первой задачи достигалось макро- и микропрепаровкой наружной поверхности свежих анатомических препаратов (лоханка, мочеточник), а также экстраорганных нервов, подходящих к мочеточнику на всем его протяжении, под оптическим увеличением ( $\times 8$ ) (бинокулярная микрохирургическая лупа Kopflupe G3 фирмы «Carl Zeiss Jena» (Германия)) и с помощью микрохирургического инструментария. При исследовании экстраорганных иннервации пейсмейкерных зон мочеточника учитывали синтопию экстраорганных нервов и количество нервных стволов, идущих к сужениям.

Изучение интрамурального нервного аппарата стенки мочеточника в области зон верхнего и среднего сужений проводили при помощи метода импрегнации 20%-м раствором нитрата серебра продольных гистологических срезов по Бильшовскому—Грос в модификации А.И. Рыжова (1960) [7]. Модификация метода позволяет выявлять в межмышечном нервном сплетении стенки мочеточника не только безмиелиновые нервные волокна, но и нервные клетки. Подсчет плотности петель безмиелиновых нервных волокон и количества нервных клеток в микроганглиях межмышечного нервного сплетения стенки мочеточника проводили с использованием бинокулярного микроскопа МБС-9 и окулярной сетки Автандилова при увеличении  $\times 200$  и  $\times 320$ .

Количественные данные представлены в виде  $M \pm \sigma$ , где  $M$  — среднее значение,  $\sigma$  — среднеквадратичное отклонение. Наряду с нейростологическим исследованием проводилось количественное сравнение плотности петель межмышечного нервного сплетения в различных участках мочеточника (нижняя треть лоханки, брюшной и тазовый отделы мочеточника, верхнее и среднее сужения мочеточника). Для выявления статистически значимых различий в сравниваемых значениях использовался  $t$ -критерий Стьюдента.

При выполнении анатомических исследований были соблюдены все этические нормы, предусмотренные законодательством Российской Федерации (заключение комитета по этике ГОУ ВПО «СибГМУ Росздрава» № 670 от 19.11.2007 г.).

## Результаты и обсуждение

Источниками экстраорганных иннервации зоны верхнего мочеточникового сужения (пейсмейкерной зоны I) являются нервные волокна, идущие от почечного, надпочечникового и внутреннего семенного нервных сплетений. Последние достигают вышеуказанной зоны в составе периартериальных симпатических нервных сплетений артерий, кровоснабжающих ее по ветвям почечной и яичниковой (яичковой) артерий. Кроме этого, в экстраорганных иннервации верхнего мочеточникового сужения принимают участие отдельные нервные стволы (в количестве 1–2), отходящие непосредственно от нижнего аортально-почечного ганглия почечного нервного сплетения. Эти нервные стволы проходят в жировой клетчатке почечного синуса, а затем спускаются вниз, изолированно достигая стенки зоны верхнего мочеточникового сужения.

По данным макро-, микропрепаровки, среднее мочеточниковое сужение (пейсмейкерная зона II) иннервируется периартериальными симпатическими нервными сплетениями, проходящими в адвентиции артерий, кровоснабжающих эту зону (ветви яичниковой (яичковой) артерий, ветвь брюшной части аорты — средняя мочеточниковая артерия). Источником этих сплетений являются нервные волокна почечного и внутренне-

го семенного (яичникового) нервных сплетений. Кроме того, в экстраорганной иннервации пейсмейкерной зоны II, как и пейсмейкерной зоны I, принимают участие отдельные нервные стволы (в количестве 1–2), отходящие непосредственно от нижнего аортально-почечного ганглия почечного нервного сплетения. Нервные стволы проходят в жировой парауретеральной клетчатке в косом направлении и, достигая стенки среднего мочеточникового сужения, участвуют в формировании его адвентициального нервного сплетения.

Эти обособленные нервные стволы, идущие к зонам верхнего (пейсмейкер I) и среднего (пейсмейкер II) мочеточниковых сужений, прослеживались на всех препаратах экстраорганной иннервации пейсмейкерных зон мочеточника (рис. 1).

Существование пейсмейкерных зон в области верхнего и среднего мочеточниковых сужений предполагало изучение особенностей интраорганной иннервации данных участков мочеточника. Принцип выявления этих особенностей состоял в сравнительном изучении морфологии интрамурального нервного аппарата в зонах верхнего и среднего мочеточниковых сужений и рядом расположенных участков лоханки, брюшного и тазового отделов мочеточника.

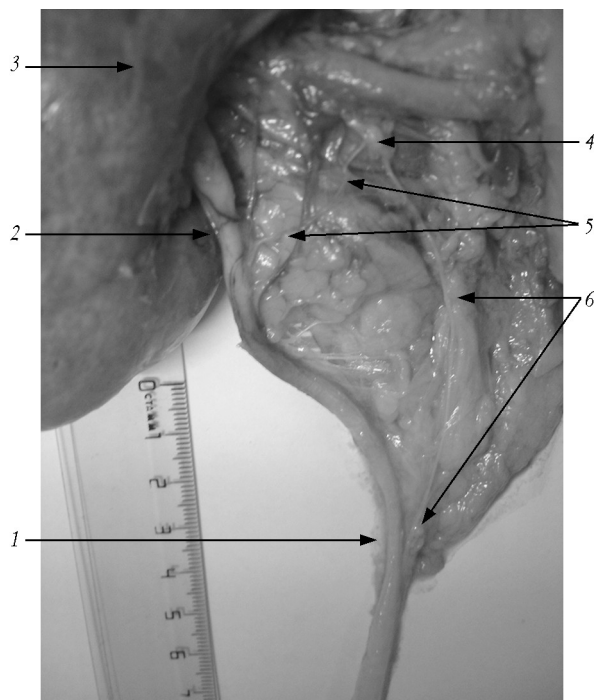


Рис. 1. Экстраорганная иннервация верхнего и среднего мочеточниковых сужений (препарат № 78, женщина, 57 лет): 1 – среднее мочеточниковое сужение; 2 – верхнее мочеточниковое сужение; 3 – почка; 4 – почечное нервное сплетение; 5 – нервный ствол к верхнему мочеточниковому сужению; 6 – нервный ствол к среднему мочеточниковому сужению

Интраорганный нервный аппарат зон верхнего и среднего мочеточниковых сужений представлен адвентициальным, межмышечным и подслизистым нервными сплетениями, из которых наиболее выраженным является межмышечное. По своему строению оно отличается от соответствующих сплетений рядом расположенных участков лоханки, брюшного и тазового отделов мочеточника. В нижней трети лоханки, брюшном и тазовом отделах мочеточника межмышечное нервное сплетение представляет собой крупнопетлистую сеть безмиелиновых нервных волокон. Плотность петель межмышечного нервного сплетения в этих зонах на 1 мм<sup>2</sup> незначительная (рис. 2). В области верхнего и среднего мочеточниковых сужений межмышечное нервное сплетение представляет собой мелкопетлистую сеть, состоящую в основном из безмиелиновых нервных волокон. Плотность петель межмышечного нервного сплетения на 1 мм<sup>2</sup> здесь значительно выше, чем в соседних выше- и ниже-

положенных участках (рис. 3) (табл. 1). Более того, в области пейсмейкерных зон мочеточника (зоны верхнего и среднего сужений), в их межмышечном нервном сплетении обнаруживались микроганглии, содержащие от трех до пяти нервных клеток, состоящих в основном из нейронов Догеля II типа (рис. 4, 5). Ганглиев в межмышечном нервном сплетении стенки нижней трети лоханки, брюшного и тазового отделов мочеточника не обнаружено.



Рис. 2. Крупноплетлистая сеть безмиелиновых нервных волокон межмышечного нервного сплетения брюшного отдела мочеточника. Импрегнация нитратом серебра по Бильшовскому–Грос в модификации

А.И. Рыжова (1960). Ув. 200 (препарат № 73, мужчина, 42 года)

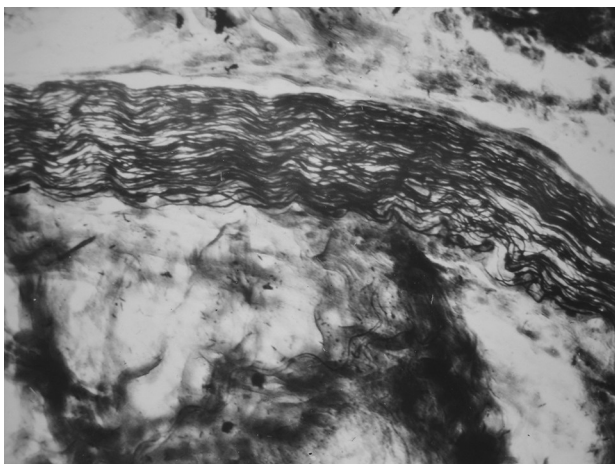


Рис. 3. Мелкоплетлистая сеть безмиелиновых нервных волокон межмышечного нервного сплетения верхнего мочеточникового сужения. Импрегнация нитратом серебра по Бильшовскому–Грос в модификации

А.И. Рыжова (1960). Ув. 200 (препарат № 73, мужчина, 42 года)

Нейрогистологические параметры плотности петель межмышечного нервного сплетения в различных участках мочеточника,  $M \pm \sigma$

Участок мочеточника	Плотность петель межмышечного нервного сплетения (на 1 мм <sup>2</sup> )	Уровень статистической значимости различий
1. Нижняя треть лоханки	16,07 ± 4,07	$p_{1-2} < 0,0001$ $p_{1-3} = 0,0128$ $p_{1-4} < 0,0001$ $p_{1-5} < 0,0001$
2. Верхнее мочеточниковое сужение	41,06 ± 5,28	$p_{2-3} < 0,0001$ $p_{2-4} = 0,002$ $p_{2-5} < 0,0001$
3. Брюшной отдел мочеточника	15,09 ± 1,32	$p_{3-4} < 0,0001$ $p_{3-5} < 0,0001$
4. Среднее мочеточниковое сужение	39,03 ± 2,64	$p_{4-5} < 0,0001$
5. Тазовый отдел мочеточника	18,06 ± 1,54	

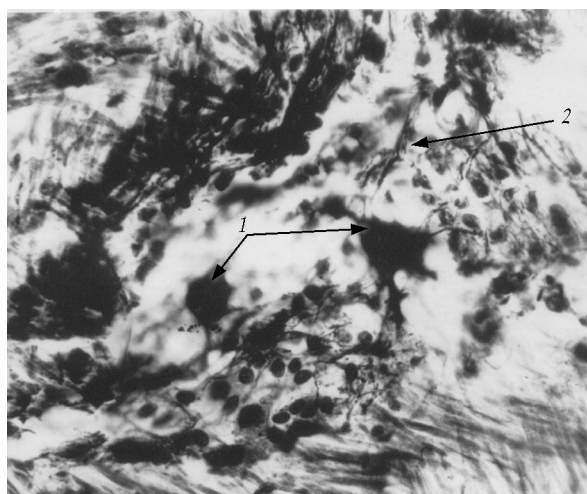


Рис. 4. Микроганглии межмышечного нервного сплетения верхнего мочеточникового сужения. Импрегнация нитратом серебра по Бильшовскому–Грос в модификации А.И. Рыжова (1960). Ув. 320 (препарат № 73, мужчина, 42 года): 1 – нейроны Догеля II типа; 2 – безмиелиновые нервные волокна

Таким образом, особенность экстраорганной иннервации зон верхнего и среднего мочеточниковых сужений состоит в том, что они находятся в несколько привилегированном положении, чем та же почечная лоханка либо брюшной или тазовый отдел мочеточника. В иннер-

вазии мочеточниковых сужений принимают участие не только периартериальные симпатические нервные сплетения, но и отдельные постоянные нервные стволы от нижнего аортально-почечного ганглия почечного нервного сплетения. Эти нервные стволы проходят в околопочечной и парауретеральной клетчатке, не сопровождая никаких сосудов, изолированно достигая стенки пейсмейкерных зон мочеточника.

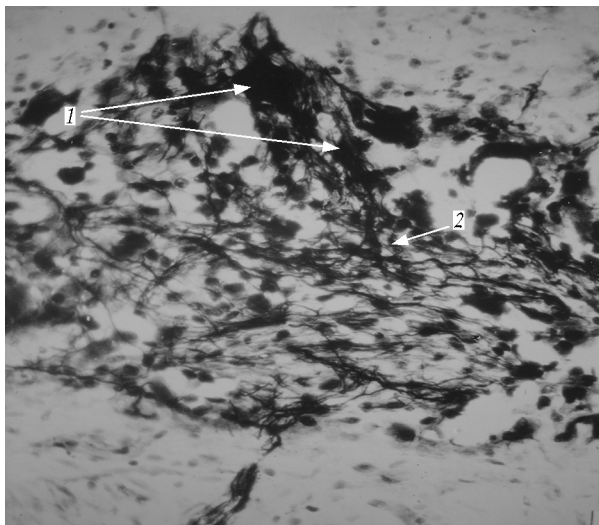


Рис. 5. Микроганглий межмышечного нервного сплетения среднего мочеточникового сужения. Импрегнация нитратом серебра по Бильшовскому–Грос в модификации А.И. Рыжова (1960). Ув. 320 (препарат № 73, мужчина, 42 года): 1 – нейроны Догеля II типа; 2 – безмиелиновые нервные волокна

Наряду с особенностями экстраорганной иннервации (крупные нервные стволы непосредственно к стенке сужений) имеются и особенности интраорганной иннервации: увеличение плотности петель, а также наличие микроганглиев в межмышечном нервном сплетении стенки верхнего и среднего мочеточниковых сужений, представленных в основном нейронами Догеля II типа. Данные особенности интраорганной иннервации характерны для рефлексогенных зон [2, 3, 8].

### Заключение

Результаты анатомо-нейрогистологических исследований существенно дополнили имеющиеся знания о пейсмейкерных зонах мочеточни-

ка. Эти зоны представляют собой комплекс структур, включающих мышечные элементы стенки в области сужений мочеточника, которые обладают не только особыми электрофизиологическими характеристиками, но и нервными элементами. По косвенным признакам (экстраорганная, интраорганная иннервация) зоны верхнего и среднего сужений мочеточника являются рефлексогенными. Клеточный состав микроганглиев предполагает наличие в стенке этих сужений местных рефлекторных дуг, что требует дальнейших исследований.

### Литература

1. Арустамов Д.Л., Петрухина И.В., Злобин В.Ю. Определение профиля уретерального давления в дифференциальной диагностике причин гидронефроза // Материалы 3-го Всесоюз. съезда урологов Белорусской ССР. Минск, 1984. С. 351–352.
2. Байтингер В.Ф. Клинические аспекты анатомии нервного аппарата глоточно-пищеводного перехода // Вестн. оториноларингологии. 1991. № 3. С. 15–19.
3. Байтингер В.Ф. Сфинктеры пищеварительного тракта. Томск: Изд-во НТЛ. 1994. 208 с.
4. Бакунц С.А. Вопросы физиологии мочеточников: Автореф. дис. ... д-ра мед. наук. Л., 1966. 40 с.
5. Державин В.М., Вишневский Е.Л., Казанская И.В. и др. Уродинамика мочевых путей у детей // Материалы 7-го Всесоюз. съезда урологов. Суздаль, 1982. С. 150–161.
6. Зильберман М.Н. Новые данные по уродинамике мочеточника // Материалы 7-го Всесоюз. съезда урологов. Суздаль, 1982. С. 87–88.
7. Рыжов А.И. Модификация метода импрегнации нервных элементов с применением обычного пищевого сахара // Сб. науч. работ молодых ученых ТМИ, 1960. С. 60–61.
8. Сакс Ф.Ф., Байтингер В.Ф. К определению понятия «сфинктеры пищеварительной системы» // Физиология и патология пищеварительной системы: Сб. науч. тр. Всесоюз. симпозиум. Томск, 1984. С. 38–41.
9. Салов П.П., Захарова Н.С. Гидронефротическая трансформация. Новосибирск, 1995. 227 с.
10. Цуканов А.И. Клиническая анатомия лоханочно-мочеточникового сегмента мочеточника человека // Вопросы клинической, экспериментальной хирургии и прикладной анатомии: Сб. науч. трудов, посвящ. 100-летию кафедры оператив. хирургии и клинич. анатомии СПбГМУ им. акад. И.П. Павлова. СПб., 1998. С. 238–241.
11. Цуканов А.И., Байтингер В.Ф. Функциональная морфология мочеточниковых сужений // Бюл. СО РАМН. 2009. № 3 (в печати).
12. Blumenthal I. Vesicoureteric reflux and urinary tract infection in children // Postgrad. Med. J. 2006. V. 82. № 963. P. 31–35.

**Цуканов А.И., Байтингер В.Ф.**

**Особенности иннервации пейсмейкерных зон мочеточника**

13. *Djurhuus I.C.* Aspects of renal pelvis function. Copenhagen, 1980. 68 p.  
14. *Goonasekera C.D.* Vesicoureteric reflux and reflux nephropathy Indian

- // J. Pediatr. 2003. V. 70. № 3. P. 241—249.  
15. *Whitaker R.H.* Percutaneous upper urinary tract dynamics in equivocal obstruction // Urol. Radiol. 1982. V. 2. № 3. P. 369—370.

Поступила в редакцию 27.03.2009 г.

Утверждена к печати 17.06.2009 г.

**Сведения об авторах**

**А.И. Цуканов** — канд. мед. наук, кафедра оперативной хирургии им. Э.Г. Салищева СибГМУ (г. Томск).

**В.Ф. Байтингер** — д-р мед. наук, профессор кафедры оперативной хирургии им. Э.Г. Салищева СибГМУ (г. Томск).

**Для корреспонденции**

**Цуканов Александр Иванович**, тел.: 8 (3822) 63-54-78, 8-913-824-1082, e-mail: tsuai@yandex.ru