

Электромиография как метод диагностики у больных с нарушениями функции органов мочевыделительной системы

В.А. Пирогов, П.В. Чабанов

ГУ «Институт урологии НАМН Украины», г. Киев

В статье представлена оценка биоэлектрической активности различных структур органов мочевыделительной системы в норме и при некоторых патологических состояниях функционального и органического генеза с помощью электромиографии (ЭМГ). Комбинированное использование ЭМГ и урофлоуметрии в диагностике нейрогенных расстройств мочеиспускания с целью определения адекватной тактики терапии у пациентов при сходной клинической картине.

Ключевые слова: мочевыделительная система, урофлоуметрия, электромиография, электростимуляция.

Одним из методов, позволяющих изучать функцию органов и тканей, как в норме, так и при их патологическом состоянии, является регистрация биоэлектрической активности. Биоэлектрическая активность органов и тканей неразрывно связана с обменом веществ. Все многообразие превращений обмена веществ – построение клеток и тканей, биосинтез ферментов, специфическая деятельность органа связаны с затратой энергии. Энергетическая деятельность органов и тканей проявляется в виде излучений, электрических и других колебаний. Электрические явления в виде потенциалов или токов действия сопровождают процесс возбуждения в живых тканях – один из основных физиологических механизмов организма животных и человека.

Электромиография (ЭМГ) является особым методом в диагностике нейрогенной патологии мочевых путей. Этот метод дает непосредственное представление о функции органов мочевыделительной системы. Метод позволяет дать качественную и количественную характеристику функции почки, мочеточника, детрузора, внутреннего и наружного сфинктеров, уретральной диафрагмы, передней брюшной стенки. С помощью ЭМГ осуществляется запись разности мышечных потенциалов, по которым можно судить о состоянии периферической части рефлекторной дуги, а именно – непосредственно мышцы, спинальных мотонейронов, а также опосредованно нейросегментарных структурах.

Каждый орган мочевой системы имеет свою специфическую электромиографическую картину. На протяжении 45 лет исследования проводили в эксперименте на животных и были продолжены в клинике.

Цель исследования: изучить биоэлектрическую активность нормально функционирующего органа и при различных его патологических состояниях.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Были использованы такие методы диагностики:

1. Электронефрограмма.
2. Электроуретрограмма.
3. ЭМГ внутреннего гладкомышечного сфинктера.
4. ЭМГ наружного поперечно-полосатого сфинктера.

5. Электроуретрограмма.
6. ЭМГ мышц промежности.
7. ЭМГ детрузора.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Биоэлектрическая активность коркового слоя нормальной почки в полосе 0,3–150 Гц характеризуется определенной периодичностью.

Наблюдается группа волн биопотенциалов амплитудой 0,3–0,5 мВ, продолжительность этих комплексов от 7 до 15 с, интервалы между ними составляли от 7,5 до 15 с. В интервалах между этими комплексами волн биоэлектрической активности наблюдались отдельные, как правило, многофазные спайковые потенциалы, амплитудой 0,3–0,4 мВ, продолжительностью 2–5 с. На фоне комплекса волн биопотенциалов заметны спайковые потенциалы амплитудой 0,1–0,2 мВ и ниже и большей частотой следования импульсов, чем основные комплексы. Эти сигналы отчетливо видны на кривой, зарегистрированной в узкой полосе пропускания 6–20 Гц. Это происходит за счет того, что при этой форме регистрации «срезаются» медленные высокоамплитудные сигналы.

В мозговом слое почки, при регистрации в широкой полосе пропускания (0,5–150 Гц) можно отметить периодические группы волн, амплитудой 0,3–0,5 мВ, синхронизированных по времени с аналогичными видами сигналов в корковом слое почки. Наблюдаются также высокочастотные спайковые сигналы на фоне медленных волн, которые выделены в узкой полосе пропускания усилителя (рис. 1).

Регистрацию биоэлектрической активности мочеточника проводили в комплексе с клиническими, лаборатор-

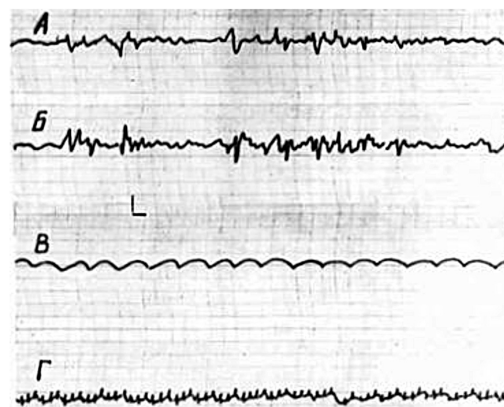


Рис. 1. Биоэлектрическая активность коркового (А), мозгового (Б) слоев почки, дыхания (В), ЭКГ (Г). Скорость записи 7,5 мм/с, I – калибровка 0,5 мВ

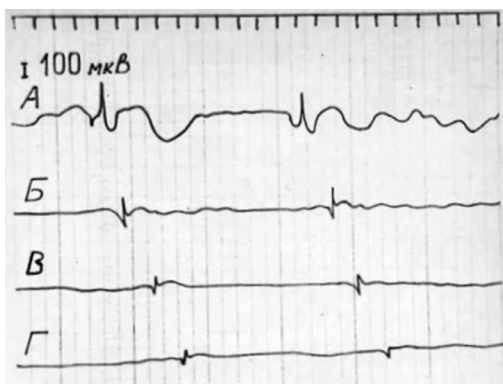


Рис. 2. Спонтанная биоэлектрическая активность мочеточника кролика, зарегистрированная биполярными электродами в области верхней трети (А), средней трети (Б), нижней трети (В), предпузырном отделе (Г). Отметки времени

ными, рентгенологическими и радиологическими методами диагностики. Задачей этих исследований было установить роль электроуретерографии в диагностике нарушений моторной функции мочеточника и ее связь с другими урологическими методами изучения функции верхних мочевых путей [1].

Электроуретерограмма (ЭУГ) анализировалась по частоте следования импульсов, их амплитуде, продолжительности «комплексов», их периодичности. Полученные результаты подвергнуты вариационно-статистическому анализу.

Волны возбуждения в мочеточнике распространяются в дистальном направлении с определенным декрементом. Это проявляется в том, что в средних отделах мочеточника частота волн более редкая, а в предпузырном отделе частота следования возможна нерегулярная (рис. 2). При исследовании патологически измененных мочеточников, когда в нижней трети мочеточника возникает нарушение ритма сокращений, снижается их амплитуда, появляются волны антиперистальтики.

Суммарная амплитуда колебаний биоэлектрической активности в верхнем отделе мочеточника составляет $1,4 \pm 0,3$ мВ, в среднем $0,7 \pm 0,2$ мВ и в нижнем – $0,5 \pm 0,1$ мВ. Волны ЭУГ представляли собой многофазные колебания правильного ритма. Продолжительность волны ЭУГ – 3–4 с, частота повторения 3–5 в 1 мин. Параметры амплитуды нормальной ЭУГ представлены в табл. 1.

Показатели ЭУГ зависят от функционального состояния мочеточника, степени и времени развития патологического процесса (гидронефроз и уретерогидронефроз), осложнение пиелонефрита и ряда других факторов, что продемонстрировано на рис. 3.

При заболеваниях верхних мочевыводящих путей (ахалазия, уретерогидронефроз, мочекаменная болезнь и другие), сопровождающихся нарушением двигательной функции, диагноз обычно ставится до операции на основании комплексного обследования больного, в котором ведущими являются

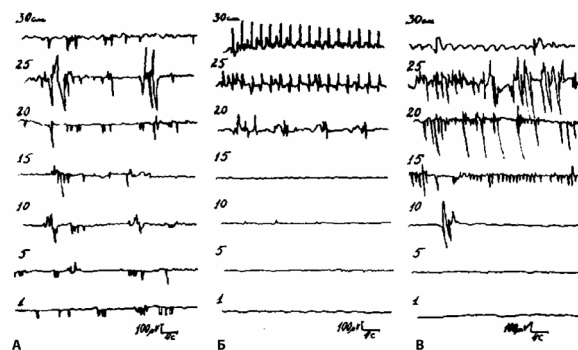


Рис. 3. Электроуретерография пациентки (К) после уретеролитотрипсии (А), в день извлечения дренажа (Б), через месяц после операции (В)

рентгенологические и радиологические методы исследования. Однако в ряде случаев применение даже полного объема диагностических методов не дает представления о характере и степени нарушения функции, без чего невозможно точно определить объем хирургического вмешательства. Это положение в большей степени относится к поражениям верхних мочевыводящих путей с нарушением пассажа мочи. В таких случаях вопрос об объеме реконструктивной или пластической операции решается во время операции. Однако и в этот момент трудно бывает установить размеры пораженного участка мочеточника и тонус его нервно-мышечных структур.

Для устранения этих трудностей нами разработана методика интраоперационной ЭУГ и электропиелографии. Экспериментальными исследованиями на животных и наблюдением за больными, у которых не определяются нарушения уродинамики, установлено, что нормальная ЭУГ имеет следующие характеристики: биоэлектрическая активность распространяется по мочеточнику в виде потенциалов действия со скоростью 25–30 мм/с, амплитудой 800–1600 мкВ и частотой их возникновения 4–10 в 1 мин. Эти показатели, по данным различных авторов, очень широко варьируют, что связано, по-видимому, с различными методическими подходами, особенностями усилительной аппаратуры и уровнем регистрации мочеточника.

Методика ЭУГ заключалась в отведении разности биопотенциалов мочеточника с его поверхности во время операции.

На основании комплексного клинического, рентгенологического, радиологического и лабораторного обследований причиной гидронефротической трансформации были следующие заболевания: стриктура мочеточника, сужение лоханочно-мочеточникового сегмента, камни мочеточника, аномалии развития почки, ахалазия мочеточника, опухоли мочевого пузыря, обструкция пузырно-уретрального сегмента, мочеточниково-влагалищные свищи. Все больные обследованы методом ЭУГ во время операции.

Таблица 1

Параметры амплитуды нормальной ЭУГ

Уровень регистрации, см	Количество измерений	Минимум отклонений, мВ	Максимум отклонений, мВ	Сумма	М	$\Sigma\alpha^2$	σ	m
20-25	22	1,2	1,6	16,8	1,4	149,9	1,02	0,3
15	22	0,6	0,8	8,4	0,7	58,7	0,69	0,2
5	22	0,4	0,5	6,0	0,5	3,5	0,52	0,1

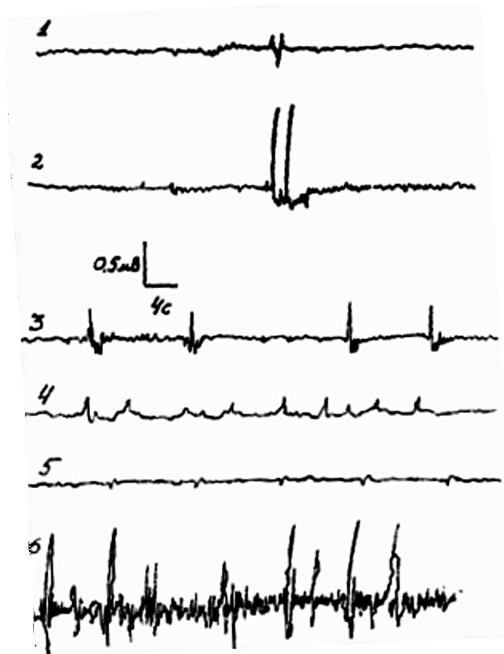


Рис. 4. Типы ЭУГ, зарегистрированные у больных во время операции:

- 1 – гипокINETИЧЕСКИЙ и гиподИНАМИЧЕСКИЙ тип ЭУГ;
- 2 – гиперКИНЕТИЧЕСКИЙ и гиподИНАМИЧЕСКИЙ тип ЭУГ;
- 3 – нормальная ЭУГ;
- 4 – гиподИНАМИЧЕСКИЙ и нормоКИНЕТИЧЕСКИЙ тип ЭУГ;
- 5 – гипокINETИЧЕСКАЯ ЭУГ;
- 6 – гиперКИНЕТИЧЕСКИЙ и гиперДИНАМИЧЕСКИЙ тип ЭУГ

ЭУГ позволяет не только определить состояние активности нервно-мышечных структур мочеоточника непосредственно перед операцией на нем, но и изучать особенности моторики после манипуляций на мочеоточнике.

В качестве примера приводим регистрацию различных вариантов ЭУГ у больных во время операции (рис. 4, 5).

Для оценки роли ЭМГ в изучении патологии органов нижних мочевыводящих путей необходимо знать электромиографическую характеристику нормально функционирующих органов, детрузора, поперечно-полосатого сфинктера, гладкомышечного сфинктера мочеиспускательного канала.

ЭМГ в норме представлены на рис. 6.

ЭМГ имеет важное значение при определении функции нижних мочевыводящих путей, особенно при нейрогенных расстройствах мочеиспускания [3]. На основе изучения состояния нижних мочевых путей с помощью уродинамических и электромиографических методов исследования при сходной клинической картине гиперактивного мочевого пузыря у мужчин и женщин определено два состояния тонуса детрузора –

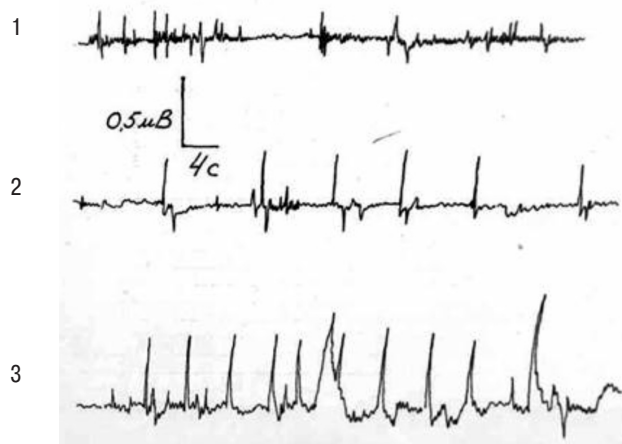


Рис. 5. Электроуретерограмма пациента X:
1 – ЭУГ до операции;
2 – ЭУГ непосредственно после операции;
3 – ЭУГ после операции по Андерсон-Хайнсу

гипо- и гиперкинетический [4]. Нами был предложенный способ выявления состояния тонуса детрузора у больных с гиперактивным мочевым пузырем [5], который включает использование урофлоуметрии и ЭМГ, и при показателях урофлоуметрии у мужчин и женщин средней скорости мочеиспускания до 15 мл/с и показателях ЭМГ у мужчин до $40,0 \pm 1,2$ мкВ и у женщин – до $33,5 \pm 0,8$ мкВ, означает детрузор у больных гиперактивным мочевым пузырем в состоянии гипотонуса. При показателях урофлоуметрии у мужчин и женщин средней скорости мочеиспускания выше 15 мл/с и показателях ЭМГ у мужчин выше $40,0 \pm 1,2$ мкВ и у женщин выше $33,5 \pm 0,8$ мкВ, означает детрузор в состоянии гипертонуса (табл. 1).

По результатам использования этого способа выявления тонуса детрузора были выделены две основные группы больных:

I группа – больные с гипокINETИЧЕСКИМ тонусом детрузора (мужчины и женщины);

II группа – больные с гиперКИНЕТИЧЕСКИМ тонусом детрузора (мужчины и женщины).

Доказано, что эффективность лечения больных с гиперактивным мочевым пузырем зависит от определения тонуса детрузора и в связи с этим – соответствующего метода лечения. При этом наиболее эффективным является комплексное применение электростимуляции и М-холинолитиков.

Изучение биоэлектрической активности органов мочевыделительной системы понадобилось не только для создания активного диагностического метода, но и для разработки действенного фактора – электростимуляции. Основными условиями, определяющими успех электроимпульсных воздействий на органы мочевой системы является электровозбудимость структур, подвергаемых электростимуляции, правильный подбор параметров

Таблица 2

Определение тонуса детрузора

Пациенты	Тонус детрузора			
	ГипокINETИЧЕСКИЙ (n220)		ГиперКИНЕТИЧЕСКИЙ (n201)	
	Qave (мл/с)	ЭМГ (мкВ)	Qave (мл/с)	ЭМГ (мкВ)
	Qave (мл/с)	ЭМГ (мкВ)	Qave (мл/с)	ЭМГ (мкВ)
Мужчины	До 15	До $40,0 \pm 1,2$	Выше 15	Выше $40,0 \pm 1,2$
Женщины		До $33,5 \pm 0,8$		Выше $33,5 \pm 0,8$

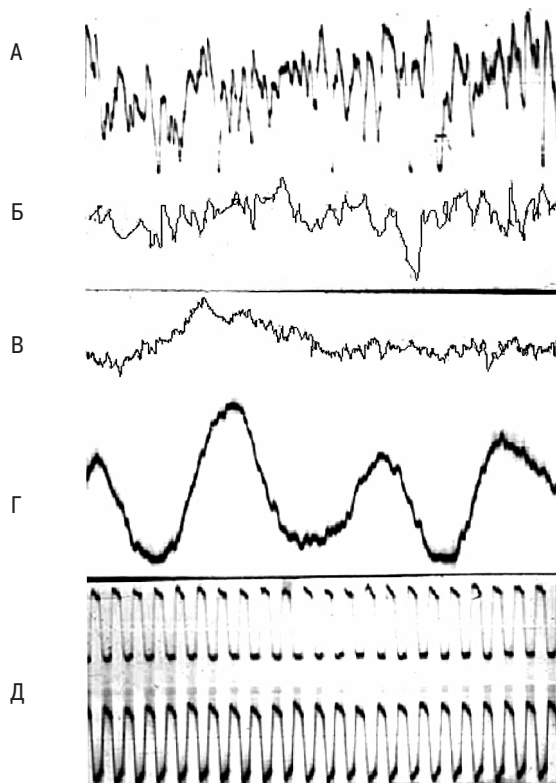


Рис. 6. ЭМГ человека в норме:
А – сфинктер мочеиспускательного канала;
Б – область внутреннего сфинктера;
В – детрузора в полосе пропускания усилителя 10-1000 Гц;
Г – детрузора в полосе пропускания усилителя 0,1-80 Гц;
Д – калибровка 50 мкВ. Монопольное отведение, одновременная регистрация

электростимулирующего тока и адекватность методики электростимуляции.

За основу стимулирующего сигнала был взят электромиографический импульс, зарегистрированный с гладкомышечной ткани. На рис. 7 представлен такой развернутый импульс [6].

ВЫВОДЫ

1. Представленные данные свидетельствуют о том, что ЭМГ является точным и надежным методом исследования моторной функции органов мочевой системы у урологических больных.

Сведения об авторах

Пирогов Виктор Алексеевич – ГУ «Институт урологии НАМН Украины», 04053, г. Киев, ул. Юрия Коцюбинского, 9а; тел.: (044) 486-66-60

Чабанов Павел Викторович – ГУ «Институт урологии НАМН Украины», 04053, г. Киев, ул. Юрия Коцюбинского, 9а; тел.: (044) 486-66-60.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пирогов В.А. Консервативное лечение пузырно-мочеточниковых рефлюксов необструктивного генеза у больных нейрогенными расстройствами мочеиспускания / В.А. Пирогов, В.И. Зайцев, Н.А. Севастьянова, И.А. Андреева // Тез. науч.-практ. конф. урологов Украины, 1995 г. – Днепропетровск: [б. и.], 1995. – С. 83–85.
2. Пирогов В.А. Определение эффективности лечения с помощью ЭМГ и УФМ у мужчин с гипер- и гипотонусом детрузора при гиперактивном мочевом пузыре / В.А. Пирогов, П.В. Чабанов // Урология – 2010. – № 1. – С. 5–11.
3. Патент на винахід № 47854, UA, МПК(2009) А61В 5/0488, А61Н 1/36. Спосіб виявлення стану детрузора у хворих гіперактивним сечовим міхуром / В.О. Пирогов, П.В. Чабанов //

Статья поступила в редакцию 05.09.2013

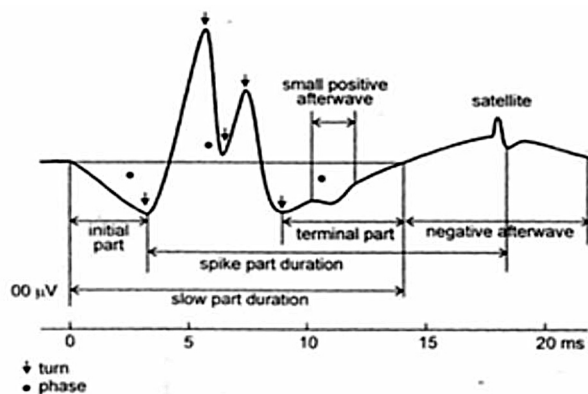


Рис. 7. Параметры двигательного потенциала

2. В сочетании с урофлоуметрией ЭМГ является важным диагностическим методом, у пациентов с нейрогенными расстройствами мочеиспускания со сходной клинической картиной, что важно для последующей выработки тактики лечения.

Електроміографія як метод діагностики у хворих із порушеннями функції органів сечовидільної системи

В.О. Пирогов, П.В. Чабанов

У статті представлена оцінка біоелектричної активності різних структур органів сечовидільної системи в нормі та при деяких патологічних станах функціонального і органічного генезу за допомогою електроміографії (ЕМГ). Комбіноване використання ЕМГ і урофлоуметрії в діагностиці нейрогенних розладів сечовипускання з метою визначення адекватної тактики терапії у пацієнтів при подібній клінічній картині.

Ключові слова: сечовидільна система, урофлоуметрія, електроміографія, електростимуляція.

Electromyography as a diagnostic method in patients with impaired organ function urinary System

V.A. Pirogov, P.V. Chabanov

The paper presents an assessment of the bioelectric activity of the various structures of the urinary system in normal and pathological conditions of some of the functional and organic origin by electromyography (EMG). The combined EMG and uroflowmetry in the diagnosis of neurogenic bladder disorders to determine appropriate tactics therapy in patients with a similar clinical picture were also used.

Key words: urinary system, uroflowmetry, electromyography, electrical stimulation.

- № u 200909315. Заяв. 10.09.2009; Опуб. 25.02.2010. – Бюл. № 4.
4. Патент на винахід № 47973, UA, МПК(2009) А61В 5/20, А61В 5/488, А61Н 1/36. Спосіб лікування хворих гіперактивним сечовим міхуром з гіпокінетичним детрузором / В.О. Пирогов, П.В. Чабанов // № u 200910972. Заяв. 30.10.2009; Опуб. 25.02.2010. – Бюл. № 4.
5. Пирогов В.А. Электромиографиче-

- ские показатели детрузора мочевого пузыря и сфинктера уретры / В.А. Пирогов // Урология и нефрология – 1999. – № 2. – С. 24–31.
6. D.B. Vodusek, 1st International Consultation on Incontinence, 1998, p. 157–169, Clinical Neurophysiology, B. Bemelmans, M. Chancellor, K. Coates, P. van Kerrebroeck, R.J. Opsomer, R. Schmidt, M. Swash, Consultant: C. J. Fowler.