

Патент на винахід 98015 України, МПК (2006.01) А 61 В 5/20. Спосіб визначення ефективності відновлення сечовипускання після усунення інфравезикальної обструкції / Е.О.Стаховський, Ю.В. Вітрук, І.І. Бойко, О.І. Яцина ; Національний інститут раку. – № а201006755 ; заявл. 01.06.2010 ; опубл. 10.04.2012. – Бюл. № 7.

Заявка відноситься до галузі медицини, а саме до урології і може знайти практичне застосування у лікуванні хворих на доброякісну гіперплазію передміхурової залози (ДГПЗ).

Для оцінки структурно-функціонального стану нижніх сечових шляхів у пацієнтів, які перенесли хірургічне лікування з приводу ДГПЗ, розраховується показник функціонального стану сечового міхура, що складається із декількох компонентів, серед яких на першому місці – дані урофлоуметрії [1].

В теперішній час очевидна необхідність переходу від суб'єктивних оцінок стану акту сечовипускання у чоловіків із захворюванням передміхурової залози до об'єктивних, що узгоджені з основами уродинаміки. Цей перехід відкриває нові перспективи для діагностики, тактики лікування, визначення ефективності ліквідації недостатності сечовипускання після оперативного лікування, визначення впливу індивідуальної хірургічної техніки та гемостазу на результати відновлення сечовипускання, виявлення причин розвитку та підтримки недостатності сечовипускання та ефективності мір його реабілітації [2].

За прототип нами обраний метод прямої реєстрації зміни швидкості сечі у часі – урофлоуметрію [Пытель А. Я. Физиология человека : мочевые пути / А.Я. Пытель, В.В. Борисов, В.А. Симонов. – М. : Высшая школа, 1986. – 270 с.], яка визначається сумарним тонусом, скоротливою активністю м'язів та прохідністю сечовипускного каналу.

Позитивним у прототипі є відносна простота його виконання та відсутність абсолютних протипоказань.

Недоліком прототипу є те, що він реєструє показники акту сечовипускання в момент обстеження і не дає кількісну оцінку відновлення сечовипускання після хірургічного лікування.

В основу винаходу поставлена задача вдосконалити спосіб визначення ефективності відновлення сечовипускання у хворих, які перенесли хірургічне лікування з приводу доброякісної гіперплазії передміхурової залози шляхом визначення кількісного показника відновлення детрузора, що дає можливість об'єктивізувати ефективність відновлення сечовипускання після хірургічного лікування.

Поставлена задача вирішується таким чином:

Пацієнту проводиться урофлоуметричне дослідження за стандартною методикою як в до-, так і в післяопераційному періоді. Отримані кількісні дані обробляються згідно з розробленою математичною схемою. Результатом обробки є кількісний показник ефективності відновлення детрузора.

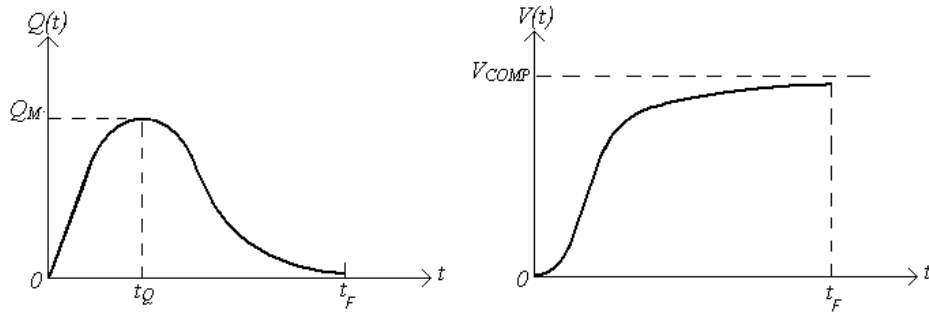
Приводимо теоретичний розгляд зміни потоку рідини у часі:

Введемо позначення: $Q(t) = S v(t)$ – темп потоку (вимірюється в мл/сек). Тут v – швидкість потоку, S - поперечний переріз каналу, t – час. Запишемо гідродинамічне рівняння [3]:

$$\rho \frac{d v(t)}{d t} = \frac{p}{l} - f_{res} \quad (1)$$

Тут l – довжина каналу, p – тиск рідини на вході в канал, ρ – густина рідини, f_{res} – об'ємна густина сили тертя. Об'єм витоку як функція часу розраховується за формулою

$$V(t) = \int_0^t Q(t') dt' \quad (2)$$



Фіг. 1. Типова експериментальна крива, де t_F – момент фактичного закінчення витоку (а з ним і вимірювання).

Кінцевий об'єм витоку:

$$V_{COMP} = V(t_F) = \int_0^{\infty} Q(t) dt \approx \int_0^{t_F} Q(t) dt \quad (3)$$

Помножимо рівняння (1) на S та перепишемо його в такому вигляді:

$$\frac{dQ(t)}{dt} = F_{stim}(t) - F_{res}(v) \quad (4)$$

Тут в правій частині стоїть різниця стимулюючого та резистентного зусилля. Надалі виникає необхідність провести вірогідне моделювання сил.

Об'єм рідини в сечовому міхурі в момент часу t в сприйнятливих позначеннях запишемо так:

$$U(t) = U(0) - V(t) \quad (5)$$

Тоді залишковий об'єм рідини:

$$U_{zc} = U(t_F) = U(0) - V(t_F) \quad (6)$$

В подальшому покладаємо, що $U_{zc} \approx 0$; тоді отримуємо

$$U(0) = V(t_F) \quad (7)$$

Будемо вважати тиск рідини p у місці витоку з міхура пропорційним загальній кількості рідини в сечовому міхурі, а об'ємну густину сили тертя пропорційною швидкості потоку:

$$p \propto [U(t) - U_{zc}], \quad f_{res} \propto v \quad (8)$$

Приймаючи модель (8) введемо в теорію два позитивних параметри, що відіграють роль коефіцієнтів пропорційності у формулах (8) і запишемо так:

$$F_{stim}(t) = \Omega^2 [U(t) - U_{\zeta N}] = \Omega^2 [U(t) - U(t_F)] = \Omega^2 [V(t_F) - V(t)]; \quad F_{res}(v) = \omega_R Q(v) \quad (9)$$

Величини Ω та ω_R мають розмірність частоти. Числове значення їх є цілком індивідуальним.

Оскільки тиск $p \propto F/S$, або $F \propto pS$, природно вважати, що $\Omega^2 \propto S$; тобто

$$\Omega \propto S^{1/2} \quad (10)$$

Резистентну силу f_{res} можна вважати обернено пропорційною площі поверхні каналу; тоді

$$\omega_R \propto S^{1/2} \quad (11)$$

З останніх співвідношень видно, що величини Ω та ω_R пропорційні діаметру каналу. Тому числові значення вказаних величин можна вважати числовими показниками стану пацієнта.

В рамках моделі, що задається формами (8), та при прийнятих позначеннях (10) рівняння струменя (4) приймає вигляд інтегро-диференціального рівняння

$$\frac{dQ(t)}{dt} = \Omega^2 \int_t^{t_F} Q(t') dt' - \omega_R Q \quad (12)$$

Вважаємо початкову швидкість витікання нульовою. Тоді початкова умова до рівняння (12) має вигляд

$$Q(t=0) = 0 \quad (13)$$

Дослідження задачі (12), (13) з урахуванням рівняння (3) показує, що поведінка в часі t швидкості потоку Q визначається початковим запасом рідини $U(0)$ (ця величина згідно (7) дорівнює повному обсягу витіку $V(t_F)$) і ще двома параметрами (характерними частотами): Ω та ω_R . Величина Ω в значній мірі характеризує стан клапану, величина ω_R характеризує стан каналу.

Розв'язок задачі (12), (13) має вигляд

$$Q(t) = \frac{2\Omega^2 V_{COMP}}{\sqrt{\omega_R^2 - 4\Omega^2}} \sinh(t\sqrt{\omega_R^2 - 4\Omega^2}/2) \exp(-\omega_R t/2) \quad (14)$$

Зрозуміло, що показник ефективності відновлення сечовипускання можна ввести багатьма засобами. Ми прийняли форму (17), яка порівнює показники Ω до та після операції. Обраний нами показник характеризує в першу чергу час, за який істотно спадає виток рідини після проходження максимуму швидкості витоку. Величина, обернена до Ω , є характерною мірою актуального часу, який витрачається на витікання.

Прикладами реалізації заявленого способу визначення ефективності відновлення сечовипускання є витяги з історій хвороб трьох пацієнтів:

1. Хворий Д. 1942р.н., медична карта стаціонарного хворого №8414, поступив у клініку 11.06.09р. зі скаргами на почащений, утруднений сечопуск, відчуття неповного спорожнення сечового міхура, ніктурую до 3 разів за ніч. Урофлоуметричні показники до оперативного втручання: час сечовиділення – 62с, час досягнення максимальної швидкості – 27с, максимальна швидкість сечовипускання – 8,2мл/с, середня швидкість сечовипускання – 4,7мл/с при об'ємі сечовипускання – 290мл. Встановлено діагноз: Гіперплазія передміхурової залози Іст. Хронічна затримка сечі. Після передопераційної підготовки, хворому виконана трансуретральна резекція простати. Урофлоуметричне дослідження через 6 місяці після операції: час сечовиділення – 24с, час досягнення максимальної швидкості – 9, максимальна швидкість сечовипускання – 15,2мл/с, середня швидкість сечовипускання – 9,3мл/с при об'ємі сечовипускання - 223.

Виконавши необхідні розрахунки на основі формул (18 та 19), отримуємо такі значення параметрів, що характеризують стан пацієнта:

$$\Omega (\text{до операції}) \approx 0.137/\text{сек}, \quad \Omega (\text{після операції}) \approx 0.111/\text{сек},$$

Результат, що оцінює успішність операції (див. формулу (17)),

$$E = 0,111 / 0,137 = 0,8$$

дозволяє зробити висновок, що функція детрузора після проведеного хірургічного лікування не відновилась і становить 0,8.

2. Хворий К. 1934р.н., медична карта стаціонарного хворого №9526, поступив у клініку 22.07.09р. зі скаргами на почащений, утруднений, болючий

сечопуск, низький струмінь сечі, помірно виражені болі внизу живота, ніктурію до 4 разів за ніч. I-PSS – 26 балів, QoL – незадовільно. Урофлоуметричні показники до оперативного втручання: час сечовиділення – 93с, час досягнення максимальної швидкості – 25с, максимальна швидкість сечовипускання – 4,8мл/с, середня швидкість сечовипускання – 2,7мл/с при об'ємі сечовипускання – 250мл. Встановлено діагноз: Гіперплазія передміхурової залози Іст. Хронічна затримка сечі. Після передопераційної підготовки, хворому виконана черезміхурова аденомектомія. Урофлоуметричне дослідження через 6 місяці після операції: час сечовиділення – 21с, час досягнення максимальної швидкості – 4, максимальна швидкість сечовипускання – 17,9мл/с, середня швидкість сечовипускання – 10,5мл/с при об'ємі сечовипускання - 223.

Виконавши необхідні розрахунки на основі формул (18 та 19), отримуємо такі значення параметрів, що характеризують стан пацієнта:

$$\Omega (\text{до операції}) \approx 0.163/\text{сек}, \quad \Omega (\text{після операції}) \approx 0.295/\text{сек},$$

Результат, що оцінює успішність операції (див. формулу (17)),

$$E = 0,295 / 0,163 = 1,8$$

дозволяє зробити висновок, що функція детрузора відновила після проведеного хірургічного лікування в 1,8 рази.

3. Хворий П. 1946р.н., медична карта стаціонарного хворого №6746, поступив у клініку 04.05.09р. зі скаргами на виражену дизурію, низький струмінь сечі, необхідність натужуватись під час сечовипускання, болі внизу живота, ніктурію до 5 разів за ніч. I-PSS – 35 балів, QoL – дуже погано. Урофлоуметричні показники до оперативного втручання: час сечовиділення – 95с, час досягнення максимальної швидкості – 28с, максимальна швидкість сечовипускання – 4,9мл/с, середня швидкість сечовипускання – 2,2мл/с при об'ємі сечовипускання – 210мл. Встановлено діагноз: Гіперплазія передміхурової залози ІІІст. Хронічна затримка сечі. Мегацист. Після передопераційної підготовки, хворому виконана черезміхурова аденомектомія з резекцією мегацисту. Урофлоуметричне дослідження через 6 місяці після

операції: час сечовиділення – 17с, час досягнення максимальної швидкості – 3, максимальна швидкість сечовипускання – 27,1мл/с, середня швидкість сечовипускання – 17,2мл/с при об'ємі сечовипускання - 295.

Виконавши необхідні розрахунки на основі формул (18 та 19), отримуємо такі значення параметрів, що характеризують стан пацієнта:

$$\Omega (\text{до операції}) \approx 0.122/\text{сек}, \quad \Omega (\text{після операції}) \approx 0.366/\text{сек},$$

Результат, що оцінює успішність операції (див. формулу (17)),

$$E = 0,366 / 0,122 = 3,0$$

дозволяє зробити висновок, що функція детрузора покращилась після проведеного хірургічного лікування в 3 рази.

Таким чином, показник $E < 1$ свідчить про погіршення, а показник $E > 1$ – про покращення акту сечовипускання після усунення інфравезикальної обструкції. Чим вищий показник E , тим ефективність проведеного лікування вища.

Джерела інформації, взяті до уваги при експертизі:

1. Blaivas J.G. Multichannel urodynamic studies in men with benign prostatic hyperplasia. Indications and interpretation / J.G. Blaivas et all. // Urol. Clin North.Am. – 1990. – Vol. – 17. – N 3. – P. 543-552.

2. Савин В.Ф. Состояние и восстановление мочеиспускания у мужчин с заболеваниями предстательной железы / В.Ф. Савин, А.Б. Арканников // МРЖ. – 1983. - №3. – С. 19-22.

3. Ландау Л. Д. Гидродинамика / Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц. - М. : Наука, 1986. - 736с.