



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 60158

(13) A

(51) 7 A61B8/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС

ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ
НА ВІНАХІДВИДАЄТЬСЯ ПІД
ВІДПОВІДАЛЬНІСТЬ
ВЛАСНИКА
ПАТЕНТУ

(54) СПОСІБ ВИЗНАЧЕННЯ СТАНУ НИРКОВОГО КРОВОТОКУ, ПЕРЕВАЖНО ПРИ ОБСТРУКТИВНИХ УРОПАТІЯХ

1

2

(21) 2003021306

(22) 13 02 2003

(24) 15 09 2003

(46) 15 09 2003, Бюл. № 9, 2003 р.

(72) Квятковська Тетяна Олександрівна, Куцяк Тетяна Леонідівна, Квятковський Євген Аркадійович

(73) ДНІПРОПЕТРОВСЬКА ДЕРЖАВНА МЕДИЧНА АКАДЕМІЯ

(57) Спосіб визначення стану ниркового кровотоку, переважно при обструктивних уропатіях, що включає ультразвукову доплерометрію ниркової артерії, визначення максимальної швидкості кровотоку ниркової артерії в систолу, мінімальної швидкості кровотоку ниркової артерії у діастолу, обчислення систоло-діастолічного відношення швидкостей, індексу резистентності, що дорівнює відношенню різниці значень максимальної та мінімальної швидкостей кровотоку ниркової артерії, в систолу та діастолу, відповідно, до максимальної швидкості кровотоку ниркової артерії в систолу та наступну оцінку вихід-

них даних, який відрізняється тим, що додатково проводять доплерометрію ниркової вени, визначають максимальну швидкість венозного кровотоку, розраховують оціночні критерії K_1 , K_2 і, якщо значення K_1 дорівнює менше ніж 1,0, а значення $K_1 - 3,0$ і більше, встановлюють наявність порушення венозного кровотоку, при цьому оціночні критерії K_1 , K_2 обчислюють за умов

 $K_1 = D/V$, де D - мінімальна швидкість кровотоку ниркової артерії у діастолу, м/с, V - максимальна швидкість кровотоку ниркової вени, м/с, $K_2 = (C/D) (D/V)$, де C - максимальна швидкість кровотоку ниркової артерії в систолу, м/с, D - мінімальна швидкість кровотоку ниркової артерії у діастолу, м/с, V - максимальна швидкість кровотоку ниркової вени, м/с

Винахід відноситься до медицини, переважно до діагностики з використанням ультразвукових хвиль, і може бути використаним в урології.

Відомий спосіб визначення стану ниркового кровотоку при обструктивних уропатіях, що містить доплерометрію ниркової артерії, визначення максимальної та мінімальної швидкості кровотоку ниркової артерії у систолу та діастолу, відповідно, та наступну оцінку даних, додатково при доплерометрії ниркової артерії використовують індекс резистентності (IP), що дорівнює

$$IP = (ШКА_{\max} - ШКА_{\min}) / ШКА_{\max},$$

де

 $ШКА_{\max}$ - максимальна швидкість кровотоку ниркової артерії у систолу, $ШКА_{\min}$ - мінімальна швидкість кровотоку ниркової артерії у діастолу

Рівень IP, що дорівнює 0,7 і більше вважається таким, що характеризує патологічний стан у нирках, пов'язаний з підвищенням резистентності артеріальних судин та циркуляторного опору і є критичною ознакою для діагностики обструктивних уропатій [1].

До причин, що перешкоджають досягненню очікуваного технічного результату у відомому способі

відноситься відсутність даних про стан ниркового кровотоку у його венозній ланці та рівень судинного опору у нирковій вені.

Найбільш близьким до винаходу, що заявляється, по сукупності ознак є спосіб визначення стану ниркового кровотоку при обструктивних уропатіях, що містить ультразвукову доплерометрію ниркової артерії, визначення максимальної швидкості кровотоку ниркової артерії в систолу, мінімальної швидкості кровотоку ниркової артерії у діастолу, обчислення систоло-діастолічного відношення швидкостей, індексу резистентності, що дорівнює відношенню різниці значень максимальної та мінімальної швидкостей кровотоку ниркової артерії, в систолу та діастолу, відповідно, до максимальної швидкості кровотоку ниркової артерії в систолу та наступну оцінку вихідних даних, додатково при доплерометрії ниркової артерії використовують систоло-діастолічне відношення (C/D), що дорівнює

$$C/D = ШКА_{\max} / ШКА_{\min},$$

де

 $ШКА_{\max}$ - максимальна швидкість кровотоку ниркової артерії у систолу,

(13) A

(11) 60158

(19) UA

ШКА_{мін} - мінімальна швидкість кровотоку ниркової артерії у діастолу

Рівень С/Д при підрнефрозі, що перевищує 2,75, характеризує гемодинамічні порушення у нирках, які пов'язані з підвищенням судинного опору у ниркових артеріях. Причому, якщо С/Д дорівнює $2,75 \pm 0,20$, гемодинамічні порушення вважають незначними, якщо $2,85 \pm 0,02$ і більше - значними [2].

Відоме рішення задачі досягається визначенням кількісних показників доплерівської кривої ниркової артерії ШКА_{макс}, ШКА_{мін}, С/Д, як критеріїв оцінки стану ниркового кровотоку.

До причин, що перешкоджають досягненню очікуваного технічного результату у відомому способі відноситься відсутність інформації про стан кровотоку у нирковій вені. Оцінка стану ниркового кровотоку за даними доплерометрії ниркової артерії та пульсового перепаду швидкості кровотоку є неповною. Про стан кровотоку у венозній ланці вона дає лише непрямі свідчення. Відсутні порівняльні критерії стану кровотоку у нирковій артерії і нирковій вені. Тому має місце недостатня точність оцінки стану ниркового кровотоку та недостатня чутливість оцінних критеріїв гемодинамічних порушень при обструктивних уропатіях.

В основу винаходу поставлено задачу створити такий спосіб визначення стану ниркового кровотоку, переважно при обструктивних уропатіях, який шляхом додаткової оцінки венозного кровотоку та співвідношення доплерометричних показників змін кровотоку в артеріальній і венозній ланках, забезпечує розширення функціональних можливостей, підвищення точності та діагностичної значущості при використанні.

Означений вище результат досягається тим, що у відомому способі визначення стану ниркового кровотоку, переважно при обструктивних уропатіях, що містить ультразвукову доплерометрію ниркової артерії, визначення максимальної швидкості кровотоку ниркової артерії в систолу, мінімальної швидкості кровотоку ниркової артерії у діастолу, обчислення систоло-діастолічного відношення швидкостей, індексу резистентності, що дорівнює відношенню різниці значень максимальної та мінімальної швидкостей кровотоку ниркової артерії, в систолу та діастолу, відповідно, до максимальної швидкості кровотоку ниркової артерії в систолу та наступну оцінку вихідних даних, який відрізняється тим, що додатково проводять доплерометрію ниркової вени, визначають максимальну швидкість венозного кровотоку, розраховують оціночні критерії K_1 , K_2 і, якщо значення K_1 дорівнює менше ніж 1,0, а значення K_2 - 3,0 і більше, встановлюють наявність порушення венозного кровотоку, при цьому оціночні критерії K_1 , K_2 обчислюють за умов

$$K_1 = D/V,$$

де

D - мінімальна швидкість кровотоку ниркової артерії у діастолу, м/с,

V - максимальна швидкість кровотоку ниркової вени, м/с,

$$K_2 = (C/D) / (D/V),$$

де

C - максимальна швидкість кровотоку ниркової артерії в систолу, м/с,

D - мінімальна швидкість кровотоку ниркової артерії у діастолу, м/с,

V - максимальна швидкість кровотоку ниркової вени, м/с. Оцінка стану ниркового кровотоку, переважно при обструктивних уропатіях, мотивується сонологічними критеріями співставлення швидкості потоку крові у нирковій артерії і вені, що поряд з іншими сонологічними критеріями дає можливість оцінити не лише ступінь резистентності артеріального русла, а і ступінь веностазу та порушення відтоку по нирковій вені, що забезпечує підвищення точності діагностики, визначення стадій підрнефротичної трансформації нирки та вираженості гемодинамічних розладів на різних етапах розвитку підрнефрозу.

Необхідність урахування стану кровотоку у нирковій вені пояснюється наступними факторами.

При обструктивній уропатії відбувається переважно збільшення поперечного розміру нирки, що призводить до розтягнення судин і, за даними рентгенограм, зменшенню їх діаметра. З урахуванням того, що пружність артеріальної стінки вище, артеріальна доставка порівняно довго залишається достатньою, у той час, як венозний відтік страждає раніше, що приводить до веностазу та венозної індурації ураженої нирки [3]. Необхідність співставлення швидкості кровотоку в нирковій артерії і нирковій вені пояснюється тим, що підвищення швидкості кровотоку у нирковій вені може бути і внаслідок здавлення її або стенозу при умові звичайної артеріальної доставки по нирковій артерії, і при підвищенні артеріальної доставки при артеріальній гіпертензії внаслідок включення механізмів артеріо-венозного шунтування, коли не уся артеріальна кров надходить до ниркових клубочків, а частина її відтікає крізь юстагломерулярні артеріовенозні шунти [4]. Враховуючи, що у венах немає пульсового перепаду швидкостей кровотоку, найбільш доцільним є визначення максимальної швидкості венозного кровотоку.

Для експериментальної перевірки заявленого об'єкта було проведено ультразвукове дослідження 10 осіб з нормальною функцією обох нирок та 32 хворих з підрнефрозом. I стадії - 20 хворих, II стадії - 7 хворих, III стадії - 5 хворих. Проводили доплерометрію ниркових артерій і ниркових вен та визначали такі показники, як максимальна швидкість кровотоку ниркової артерії у систолу (ПКА_{макс}), мінімальна швидкість кровотоку ниркової артерії у діастолу (ШКА_{мін}), систоло-діастолічне співвідношення (С/Д), індекс резистентності ниркової артерії (ІР), максимальну швидкість кровотоку ниркової вени (ШКВ_{макс}), K_1 та K_2 .

Результати проведених досліджень, що надані у табл. 1, дозволили встановити, що у нормі артеріо-венозний перепад швидкостей кровотоку, що визначається відношенням максимальної швидкості кровотоку ниркової артерії у діастолу до максимальної швидкості кровотоку ниркової вени, становить $1,29 \pm 0,06$ (K_1), а співвідношення пульсового артеріального перепаду швидкостей до артеріовенозного перепаду швидкостей кровотоку сягає $2,01 \pm 0,11$ (K_2).

При підрнефрозі за проведеними дослідженнями спостерігається поступове підвищення ІР і С/Д, що свідчить про наростання резистентності

артеріальних судин (табл 1), поряд з цим K_1 зменшується нижче 1,0 (табл 1, 2), тобто максимальна швидкість кровотоку у нирковій вені починає перебільшувати мінімальну швидкість кровотоку ниркової артерії у діастолу. Причому, на I та II стадіях гідронефрозу значення цього оціночного критерію менше, ніж на III стадії (табл 1). Це пов'язано з переважно більшим здавленням ниркових вен при пієлоектазії, завдяки їх тонкостінності, по відношенню до ниркових артерій на ранніх стадіях гідронефрозу та посиленням здавлення ниркових артерій на пізній стадії внаслідок значного розширення ниркової миски. Чим менший цей показник, тим більше виражений веностаз у нирці. Врахування цього критерію дозволяє на самих ранніх етапах гідронефрозу визначити веностаз у нирці у зв'язку з порушенням відтоку крові та більш точно розрізнити стадії гідронефрозу, особливо перехід до III стадії, коли за рахунок зменшення артеріальної доставки цей оціночний критерій знову починає збільшуватися, наближаючись до значення 1,0.

При визначенні оціночного критерію K_2 характерним для гідронефрозу є зростання його до значень 3,0 і більше (табл 2). У середньому співвідношення систоло-діастолічного та артеріовенозного перепадів швидкостей кровотоку зростає більше ніж у 2 рази у порівнянні з нормою (табл 1).

Приклад 1. Хворий Г., 62 роки. Звернувся з приводу болю в правій клубовій ділянці протягом доби. Загальний аналіз сечі і крові без змін. Пацієнту проведено ультразвукове обстеження. Обидві нирки розташовані типово, дихальна рухливість у межах норми. Паренхіма нирок не змінена. Справа - розширена ниркова миска, в проекції ниркової миски є ехонегативна тінь еліпсоїдної форми. Нирковий синус зліва не змінений.

Результати доплерометрії ниркової артерії і вени справа та зліва, відповідно: максимальна швидкість кровотоку ниркової артерії у систолу - 0,98 м/с і 1,46 м/с, мінімальна швидкість кровотоку ниркової артерії у діастолу - 0,40 м/с і 0,61 м/с, С/Д - 2,46 і 2,40, ІР - 0,55 і 0,53, максимальна швидкість кровотоку ниркової вени - 0,75 м/с і 0,43 м/с, K_1 - 0,53 і 1,42, K_2 - 4,64 і 1,49.

Діагностичні доплерометричні критерії ниркової артерії - С/Д і ІР, як справа, так і зліва, не перевищували норму. Підвищення швидкості кровотоку у нирковій вені справа, значне зниження K_1 та підвищення K_2 свідчили про порушення ниркового кровотоку, веностаз, що пов'язаний з розвитком гідронефрозу у початковій стадії. При приціпному дослідженні сечоводу справа в проекції його нижньої третини виявлене ехопозитивне утворення розміром 3 мм на 12 мм, від якого йде ультразвукова доріжка.

Діагноз: Сечокам'яна хвороба, камінь тазового відділу сечоводу справа, вторинний гідронефроз справа І стадії. Порушення кровотоку правої нирки, веностаз.

Приклад 2. Хвора Д. 25 років. Звернулася зі скаргами на болі у правій поперековій ділянці на протязі 3-х діб, наявність мутної сечі, періодичні підйоми температури до субфебрильних цифр ввечорами. Хвора вагітна, термін вагітності 22 тижні. Загальний аналіз сечі: копір - соломяно-жовтий,

прозорість - мутна, відносна щільність - 1,025, білок - 0,04 г/л, цукор - не виявлений, еритроцити - 30-40 у полі зору, лейкоцити - 8-10 у полі зору, епітелій плоский - 1-2 у полі зору.

Результати ультразвукового обстеження. Ехографічна картина лівої нирки без змін. Права нирка розташована типово, дихальна рухливість у межах норми, контури чіткі, розміри у межах норми. Товщина паренхіми 20 мм, ехогенність паренхіми незначно знижена. Ниркова миска розширена, в її проекції ехонегативна тінь діаметром 15 мм, у верхній третині сечоводу виявляється ехопозитивне утворення розмірами 5 мм на 4 мм, від нього відходить ехонегативна доріжка, діаметр сечоводу вище утворення 6 мм.

Результати доплерометрії ниркової артерії і вени, справа та зліва, відповідно: максимальна швидкість кровотоку ниркової артерії у систолу - 1,04 м/с і 1,21 м/с, мінімальна швидкість кровотоку ниркової артерії у діастолу - 0,40 м/с і 0,49 м/с, С/Д - 2,59 і 2,50, ІР - 0,63 і 0,59, максимальна швидкість кровотоку ниркової вени - 0,54 м/с і 0,41 м/с, K_1 - 0,74 і 1,20, K_2 - 3,50 і 2,08. Доплерометричні показники ниркової артерії зліва - у нормі.

Спостерігалось деяке підвищення максимальної швидкості кровотоку у нирковій вені зліва, що, вродно, пов'язане з вагітністю, K_1 і K_2 у межах норми. Доплерометричні критерії ниркової артерії - С/Д і ІР, справа визначались дещо вищими, ніж зліва, але знаходились у межах норми. Максимальна швидкість кровотоку у нирковій вені справа була підвищеною, K_1 - нижче норми, K_2 перевищував норму, що інформувало про порушення ниркового кровотоку та наявність веностазу.

Діагноз: Вагітність 22 тижні. Сечокам'яна хвороба, камінь верхньої третини правого сечоводу, вторинний гідронефроз справа І стадії. Порушення кровотоку правої нирки, веностаз.

Тож, сукупність ознак, що характеризує спосіб визначення стану ниркового кровотоку, переважно при обструктивних уropатіях, завдяки додатковому проведенню доплерометрії ниркової вени та визначенню доплерометричних показників, що характеризують швидкість венозного кровотоку та артеріовенозний перепад швидкостей кровотоку, забезпечує підвищення точності виявлення порушень ниркового кровотоку та діагностичної значущості при визначенні гідронефротичної трансформації нирки та стадії гідронефрозу.

Джерела інформації

1. Сеймівський Д. А., Петербургський В. Ф., Гуйван Г. І. Роль доплерівської ультрасонографії в діагностиці захворювань верхніх сечових шляхів у дітей // Урологія - 1998 - №3 - С 61-63.

2. Аляев Ю. Г., Амосов А. В. Ультразвуковые методы функциональной диагностики в урологии // Урология - 2000 - №4 - С 26-32.

3. Григорян В. А., Чалый М. Е. Венная недостаточность верхних мочевых путей при гидронефрозе. Материалы IX Всероссийского съезда урологов - Курск, Москва, 1996.

4. Лопаткин Н. А., Морозов А. В., Житникова Л. Н. Стенотическая почечная вена - М. Медицина, 1984 - С 144.

Таблиця 1

Середні значення доплерометричних показників кровотоку в ниркових артеріях і венах у нормі і на різних стадіях хронічної кіральної недостатності

Доплерометричні показники	Норма, N=20	Гідронефроз		
		I стадія, N=20	II стадія, N=7	III стадія N=5
Максимальна швидкість кровотоку ниркової артерії у систолу, м/с	1,18±0,08	0,99±0,04	0,98±0,05	0,87±0,06
Мінімальна швидкість кровотоку ниркової артерії у діастолу, м/с	0,46±0,03	0,32±0,01	0,28±0,03	0,23±0,03
С/Д	2,56±0,06	3,12±0,10	3,55±0,20	3,82±0,22
ІР	0,60±0,01	0,67±0,01	0,71±0,02	0,73±0,01
Максимальна швидкість кровотоку ниркової вени, м/с	0,35±0,02	0,43±0,02	0,40±0,02	0,26±0,03
K ₁	1,29±0,06	0,75±0,04	0,72±0,07	0,88±0,03
K ₂	2,01±0,11	4,43±0,36	5,34±0,77	4,35±0,38

Таблиця 2

Доплерометричні параметри кровотоку ниркової артерії та вени

№ п.п.	ПІП	ШКА _{макс} м/с	ШКА _{мін} м/с	С/Д	ІР	ШКВ _{макс} м/с	K ₁	K ₂
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Норма								
1	Мосійко Є.М. пр. лів.	1,31 0,74	0,44 0,35	2,58 2,19	0,61 0,56	0,30 0,34	1,46 1,03	1,77 2,13
2	Жарова Є.С. пр. лів.	1,60 1,06	0,63 0,47	2,54 2,25	0,61 0,55	0,55 0,40	1,14 1,17	2,23 1,92
3	Махрин І.О. пр. лів.	1,42 1,21	0,68 0,48	2,08 2,52	0,54 0,60	0,30 0,35	2,26 1,37	0,92 1,84
4	Андрейко О.О. пр. лів.	1,97 1,85	0,64 0,68	3,06 2,72	0,69 0,63	0,46 0,50	1,39 1,36	2,20 1,84
5	Олейников С.В. пр. лів.	0,95 0,80	0,33 0,3	2,87 2,63	0,63 0,61	0,32 0,23	1,03 1,30	2,79 2,02
6	Шляхова Н.Н. пр. лів.	1,01 0,98	0,41 0,36	2,68 2,72	0,62 0,63	0,36 0,29	1,13 1,24	2,37 2,19
7	Куцяк Р.А. пр. лів.	1,38 1,57	0,48 0,58	2,88 2,75	0,65 0,64	0,41 0,58	1,17 1,00	2,46 2,96
8	Проскуркова Н.В. пр. лів.	0,90 0,92	0,38 0,40	2,37 2,30	0,58 0,57	0,25 0,23	1,52 1,73	1,56 1,33
9	Горянова М.А. пр. лів.	0,81 0,68	0,31 0,23	2,64 2,93	0,61 0,66	0,24 0,18	1,29 1,27	2,05 2,31
10	Павлова Ю.Л. пр. лів.	1,20 1,23	0,52 0,54	2,27 2,30	0,56 0,55	0,44 0,37	1,18 1,46	1,64 1,58
Гідронефроз I стадії								
1	Онщенко О.І.	0,74	0,25	2,96	0,66	0,40	0,63	4,70
2	Лук'янова Л.І.	1,19	0,43	2,77	0,64	0,45	0,91	3,04
3	Малая С.В.	0,95	0,32	2,97	0,66	0,40	0,80	3,71
4	Соломенко Е.В.	0,88	0,35	2,51	0,60	0,39	0,90	3,00
5	Анісимов С.В.	0,95	0,30	3,17	0,68	0,54	0,56	5,66
6	Кондратюк Т.В.	1,16	0,35	3,31	0,70	0,38	0,92	3,60
7	Найдьон А.С.	1,07	0,34	3,15	0,68	0,39	0,87	3,62
8	Занудаєва Ю.С.	0,86	0,22	3,91	0,74	0,32	0,69	5,67
9	Веретенников О.С.	1,29	0,40	3,23	0,69	0,48	0,83	3,89
10	Левченко А.К.	1,10	0,33	3,33	0,70	0,60	0,55	6,05
11	Діденко Л.Н.	0,96	0,28	3,07	0,67	0,57	0,49	6,27
12	Ключник О.О.	0,95	0,38	2,50	0,60	0,46	0,83	3,09
13	Чернець Є.А.	1,03	0,32	3,22	0,69	0,34	0,94	3,43
14	Махмутов А.О.	0,82	0,30	2,73	0,63	0,48	0,63	4,33
15	Кривинська Л.П.	0,94	0,30	3,13	0,68	0,37	0,81	3,86
16	Усенко Є.А.	0,91	0,29	3,14	0,68	0,42	0,69	4,55
17	Лихачев В.О.	1,21	0,38	3,18	0,69	0,36	1,06	3,00
18	Скороход І.С.	0,74	0,17	4,35	0,77	0,37	0,46	9,46
19	Нагасць Н.Н.	1,20	0,39	3,08	0,68	0,47	0,83	3,71
20	Демченко С.А.	0,85	0,31	2,74	0,64	0,47	0,66	4,15
Гідронефроз II стадії								
1	Мелещук Г.Г.	0,80	0,19	4,21	0,76	0,35	0,54	7,79
2	Бондаренко В.М.	1,20	0,40	3,00	0,65	0,42	0,95	3,00
3	Верхових О.О.	0,91	0,21	4,33	0,77	0,40	0,53	8,17
4	Чернов О.П.	1,04	0,32	3,22	0,69	0,34	0,94	3,42
5	Рехтлане Ю.Е.	0,90	0,28	3,21	0,69	0,51	0,55	5,84
6	Переможна В.І.	0,97	0,28	3,46	0,71	0,40	0,70	4,94
7	Харченко О.Д.	1,02	0,30	3,40	0,70	0,37	0,81	4,20
Гідронефроз III стадії								
1	Граніна С.О.	0,75	0,20	3,75	0,73	0,20	1,00	3,75
2	Чумак К.С.	0,71	0,17	4,18	0,76	0,21	0,81	5,16
3	Корнієнко П.М.	0,89	0,20	4,45	0,78	0,24	0,83	5,36
4	Куцевський А.Д.	1,00	0,30	3,33	0,70	0,35	0,86	3,87
5	Калінчук В.Р.	1,01	0,30	3,37	0,71	0,32	0,94	3,69

