

اندازه‌گیری سرعت تصفیه گلومرولی (GFR) با استفاده از Tc-99m-DTPA

دکتر محمد افتخاری و حسین صفرزاده‌نیا

مؤسسه تحقیقات پزشکی هسته‌ای، دانشگاه علوم پزشکی تهران
و بخش پزشکی هسته‌ای، بیمارستان هاشمی‌نژاد

چکیده

پنجاه نفر با سابقه بیماری کلیوی برای تعیین GFR به بخش پزشکی هسته‌ای مراجعه نمودند. با استفاده از روش Gate، مقدار ۱۱۱ مگابکرل Tc-99m-DTPA به هر یک از بیماران تزریق شد. نتایج به دست آمده در این بررسی با آزمایش کلاسیک GFR که به طریقه جمع‌آوری ادرار ۲۴ ساعته و محاسبه کراتینین انجام می‌شود، مطابقت کامل داشت. آزمایش GFR با استفاده از ماده پرتوزا، که مطالعه هر دو کلیه را با هم یا هر یک را به طور جداگانه میسر می‌سازد، در هر مرکز پزشکی هسته‌ای که مجهز به دوربین گاما و کامپیوتر باشد، به راحتی قابل اجرا است.

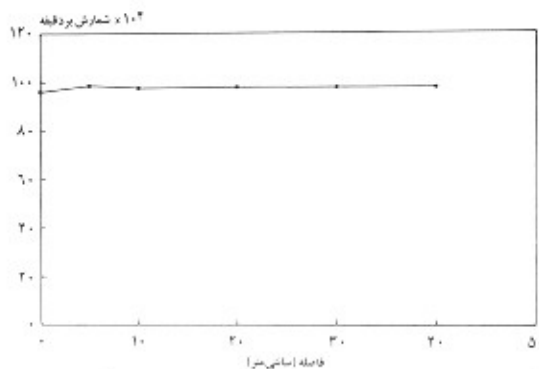
مواد و روش کار

وسائلی که در این بررسی به کار گرفته شدند عبارت بودند از: (۱) گاما‌کامرا با میدان دید وسیع و مجهز به کامپیوتر، (۲) کیت DTPA، (۳) مقدار ۱۱۱ تا ۱۸۵ مگابکرل Tc-99m و (۴) وسایل لازم برای تزریق. انتخاب نمونه‌های مورد مطالعه به طور تصادفی (random) انجام و مقدار آنها بر اساس Pilot Study صورت گرفت. در این بررسی، ۵۴ نفر بیمار مورد مطالعه قرار گرفتند. برای این بیماران تعیین کلیترانس کراتینین به روش کلاسیک و نیز اندازه‌گیری Tc-99m-DTPA انجام شد (۵). از کل بیماران مورد مطالعه، ۲۹ نفر مرد و ۲۵ نفر زن بودند. چگونگی توزیع سنی بیماران در جدول ۱ نشان داده شده است.

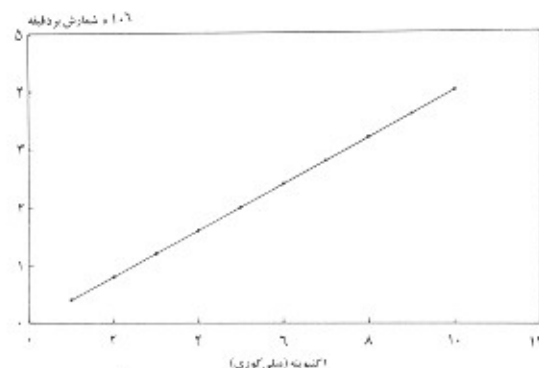
ابتداء عمق کلیه‌ها با سونوگرافی تعیین گردید و سپس بیمار در فاصله ۳۰ سانتی‌متری (از سطح کلیه تا سطح کالیماطور) در وضعیت خلفی قرار گرفت. مقدار ۱۱۱ تا ۱۸۵ مگابکرل از ماده پرتوزای Tc-99m-DTPA در حجم نیم تا یک میلی‌لیتر به داخل ورید تزریق شد. بلافاصله یک تصویر با ۳ دقیقه شمارش توسط کامپیوتر تهیه گردید. مقدار اکتیویته سرنگ محتوی پرتودارو، قبل و بعد از تزریق در فاصله ۳۰ سانتی‌متری از دوربین گاما شمارش مثبت گردید. مناطق مورد نظر بر روی صفحه کامپیوتر مشخص و شمارش آنها به دست آمد. نتیجه به دست آمده بر ۳ تقسیم گردید تا شمارش در هر دقیقه معلوم شود. سپس، جهت

مقدمه

میزان تصفیه گلومرولی عبارت است از مقدار فیلترای گلومرولی که در یک دقیقه از تمام نفرونهای هر دو کلیه تراوش می‌شود. این مقدار در هر شخص عادی در حدود ۱۲۵ میلی‌لیتر در دقیقه است. غشاء گلومرولی از لایه‌های عروقی ساخته شده و با سایر عروق از نظر نفوذ پذیری تفاوت عمده دارد. نفوذ پذیری غشاء گلومرولی با دو مکانیسم اندازه مولکولی مواد (حدود ۸۰ آنگستروم) و اختلاف بین بار الکتریکی غشاء و مواد قابل فیلتراسیون، موجب عبور مواد از پلازما به درون کپسول بومن می‌شود. میزان تصفیه گلومرولی از کمیتهای مهم کار کلیه‌ها می‌باشد و دانستن میزان آن در سیر درمانی بیماریهای کلیه با اهمیت است. GFR را با اندازه‌گیری کلیترانس کراتینین می‌توان به دست آورد، ولی این روش نمی‌تواند GFR هر یک از کلیه‌ها را به طور جداگانه تعیین نماید. Tc-99m-DTPA که یک ماده کلیوی است در کلیه جذب و تصفیه می‌گردد و با جدار گلومرولها پیوندی ایجاد نمی‌کند. درصد جذب آن ۲ تا ۳ دقیقه پس از رسیدن این ماده به کلیه‌ها، متناسب با میزان تصفیه گلومرولی می‌باشد. بنابراین، برای تعیین GFR هر کلیه، استفاده از Tc-99m-DTPA دارای مزایایی از قبیل دقت کافی، عدم اتلاف وقت، عدم نیاز به خونگیری و جمع‌آوری ادرار ۲۴ ساعته می‌باشد، و این روش همچنین امکان بررسی کار کلیه در بیماران اورژانسی را میسر می‌سازد.



شکل ۱- این نمودار نشان می‌دهد که میزان شمارش در فاصله زیر ۴۰ سانتی متری از سطح دوربین گاما ثابت می‌باشد.



شکل ۲- این نمودار نشان می‌دهد که پاسخ دوربین گاما در محدوده مقدار پرتوداوری تجویز شده، خطی می‌باشد.

بحث

سنشس فیلتراسیون گلو مریولی با استفاده از کلیرانس برای مواد گوناگونی امکان پذیر می‌باشد. اینولین برای این منظور ماده مناسبی است (۷)، ولی به علت مشکلاتی که در این روش وجود دارد استفاده گسترده از آن امکان پذیر نمی‌باشد. با توجه به ارتباط نزدیک کلیرانس کراتینین با کلیرانس اینولین (۸) از این اندکس جهت بررسی GFR استفاده می‌شود. استفاده از روش کلیرانس کراتینین برای تعیین GFR با مشکلاتی همراه می‌باشد که می‌توان آنها را به شرح زیر خلاصه نمود: (۱) لزوم جمع‌آوری ادراری ۲۴ ساعته، (۲) عدم امکان تعیین GFR به صورت اورژانس. با توجه به کاستیهای فوق، استفاده از پرتو دارو به منظور تعیین GFR مورد توجه قرار گرفته است.

در روش رادیونوکلئید، تعیین GFR هر دو کلیه و یا هر یک از کلیه‌ها به تنهایی یا به کارگیری روشهای محاسباتی مختلف انجام می‌شود (۴،۱). میزان جذب $Tc-99m-DTPA$

تعیین درصد جذب ماده پرتوزا توسط هر کلیه از رابطه زیر استفاده شد (۵،۳). البته، در این مطالعه، یک گروه ۱۵ نفری نیز به عنوان شاهد در نظر گرفته شده بود.

$$\text{درصد جذب در هر دو کلیه} = \frac{\frac{R_1 - I_1}{e^{-\mu x_1}} + \frac{R_2 - I_2}{e^{-\mu x_2}}}{D_1 - D_2}$$

در رابطه فوق، x_1 = عمق کلیه راست و x_2 = عمق کلیه چپ بر حسب سانتی متر، R_1 = شمارش کلیه راست، I_1 = شمارش زمینه راست، R_2 = شمارش کلیه چپ، I_2 = شمارش زمینه چپ، D_1 = شمارش سرنگ قبل از تزریق و D_2 = شمارش سرنگ پس از تزریق می‌باشد.

جدول ۱- توزیع سنی در مردان و زنان

گروه سنی	مرد	زن
۲۰-۲۹	۸	۷
۳۰-۳۹	۶	۵
۴۰-۴۹	۷	۸
۵۰-۵۹	۸	۵

نتایج

جهت بررسی تغییرات احتمالی فاصله محل اندازه گیری، شمارشهایی در فواصل مختلف تا ۴۰ سانتی متری از سطح کالیماتور انجام شدند. همچنان که در شکل ۱ نشان داده شده است میزان شمارش توسط دوربین گاما، در این محدوده، مستقل از تغییرات فاصله می‌باشد. انتخاب پرتو دارو در مقادیر بین ۱۱۱ تا ۱۸۵ مگابکرل به این دلیل صورت گرفت که این مقدار (۱) در محدوده پاسخ خطی دوربین گاما (شکل ۲) بود، (۲) تهیه تصویر استاتیک به راحتی میسر می‌شد و (۳) پرتوگیری کمتری متوجه بیمار می‌گردید. محاسبه نشان داد که یک همبستگی قوی بین درصد جذب ماده پرتو دارو در کلیه و کلیرانس کراتینین وجود دارد (جدول ۲).

نتیجه روش به کار برده شده در این مطالعه با نتیجه روش کلیرانس کراتینین که در مورد بیماران تحت مطالعه و نیز گروه شاهد انجام شد (جدول ۳) از همبستگی بالایی برخوردار بود. ضرایب همبستگی در موارد فوق به ترتیب برابر ۰/۹۸ و ۰/۹۹ محاسبه گردید.

مشاهده نمی گردند. بنابراین، اکتیویته هر کلیه متناسب با GFR همان کلیه محسوب می گردد (۵). ضمناً ضریب تضعیف اشعه توسط بافت‌های بدن (۵.۳) و نیز تأثیر اکتیویته زمینه در محاسبات منظور گردیدند (۵.۴،۳).

تعیین GFR به روش ارائه شده در این مقاله در مدت حدود ۶ دقیقه امکان پذیر است، به طوری که می توان GFR کلی و یا هر یک از کلیه‌ها را به تنهایی تعیین نمود. در این روش، نمونه خون و یا ادرار لازم نمی باشد و انجام آن در هر مرکز پزشکی هسته‌ای که مجهز به دوربین گاما و کامپیوتر باشد، امکان پذیر است.

قدردانی بدین وسیله از آقای محمد ایزدینا که در انجام کارهای تکنیکی و خانم دکتر فریبا اختری و آقای دکتر شهریار صادقی که در تهیه این مقاله همکاری نموده‌اند قدردانی می شود.

توسط هر کلیه نشان دهنده GFR نسبی آن کلیه می باشد. پرتو داروهای دیگر جهت اندازه گیری GFR از قبیل اینولین نشاندار شده با ^{131}I -OIH، نمکهای سدیم دیاتریزوات نشاندار شده با ^{51}Cr -EDTA، ^{125}I -Iothalamate و ^{111}In -DTPA توسط سایر محققین در گذشته مورد استفاده قرار گرفته‌اند لکن، DTPA که به آسانی با تکنسیوم نشاندار می شود، ماده‌ای است که به راحتی در دسترس بوده و برای تعیین GFR مناسب می باشد (۴،۳،۱).

اخیراً با استفاده از جذب کلیوی $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -DTPA و محاسبه $\text{Plasma Volume Product}$ ، که برای اندازه گیری GFR به کار گرفته شده، نتایج خوبی به دست آمده‌اند (۹). در این مطالعه، با استفاده از روش GATE و به کارگیری $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -DTPA مقدار GFR به دست آمد. شمارش خالص هر کلیه در چند دقیقه اول مورد آزمایش قرار گرفت. در این فاصله فیلترای گلو مرولی در حال عبور از توبولهای کلیوی بوده و تقریباً هیچگونه آثاری از ترک ماده پرتوزا از کلیه‌ها

REFERENCES

1. Blafox MD, et al. The Role of Nuclear Medicine in Clinical Urology and Nephrology. J Nucl Med. 1984; 25: 8615-8625
2. Taylor A, et al. Tc-99m-MAG3 Kit Formulation: Preliminary Results in Normal Volunteers and Patients with Renal Failure. J Nucl Med. 1988; 29: 616-622.
3. Baren V, et al. Radiosotopic Determination of GFR. J Urology. 1979; 121: 145.
4. Chervu LR, Blafox MD. Renal Radiopharmaceuticals. An Update. Seminars in Nucl Med. Vol XII, No. 1982; 3:224-245.
5. Gates GF. Split Renal Function Testing Using Tc-99m-DTPA. Clinical Nucl Med J. 1983; 9:400-407.
6. Early PJ, Razzak MA, Sodee DB: Textbook of Nucl Med Technology. 3rd ed, Mosby Co. 1981.
7. Pitts RF: Clearance and Rate of Glomerular Filtration. Physiology of the Kidney and Body Fluids. 2nd ed. Chicago Year Book Medical 1968.
8. Brod J, Sorota JH: Renal Clearance of Endogenous Creatinine in Man. J Clin Invest 1988; 27:645.
9. Zubal G, Caride VJ. The Technetium-99m-DTPA Renal Uptake, Plasma Volume Product: A Quantitative Estimation of GFR. J Nucl Med. 1992; 33: 9.

جدول ۲- درصد جذب و کلیترانس کراتینین

ردیف	درصد جذب کلیوی Tc99m-DTPA	کلیترانس کراتینین (ml/min)	ردیف	کلیترانس کراتینین (ml/min)	درصد جذب کلیوی Tc99m-DTPA
۱	۵/۵ ± ۰/۲	۵۰/۸۹ ± ۰/۰۵	۲۸	۴۳/۰۱ ± ۰/۰۴	۴/۹ ± ۰/۲
۲	۲/۹ ± ۰/۲	۳۰/۸۴ ± ۰/۰۴	۲۹	۴۰/۰۲ ± ۰/۰۴	۴/۶ ± ۰/۲
۳	۸/۳ ± ۰/۳	۷۷/۳۵ ± ۰/۰۶	۳۰	۲۹/۲۰ ± ۰/۰۳	۳/۴ ± ۰/۲
۴	۶/۱ ± ۰/۲	۵۵/۸۱ ± ۰/۰۵	۳۱	۶۱/۵۱ ± ۰/۰۵	۶/۷ ± ۰/۲
۵	۲/۴ ± ۰/۲	۱۸/۹۴ ± ۰/۰۳	۳۲	۴۹/۸۲ ± ۰/۰۴	۵/۵ ± ۰/۲
۶	۲/۶ ± ۰/۲	۱۶/۲۰ ± ۰/۰۳	۳۳	۳۲/۰۳ ± ۰/۰۴	۴/۰ ± ۰/۲
۷	۲/۷ ± ۰/۲	۲۱/۳۴ ± ۰/۰۵	۳۴	۸۲/۸۲ ± ۰/۰۴	۹/۰ ± ۰/۱
۸	۵/۰ ± ۰/۱	۴۴/۵۳ ± ۰/۰۵	۳۵	۷۸/۲۱ ± ۰/۰۵	۸/۶ ± ۰/۲
۹	۳/۳ ± ۰/۲	۲۷/۲۵ ± ۰/۰۴	۳۶	۷۳/۱۱ ± ۰/۰۶	۸/۰ ± ۰/۲
۱۰	۹/۷ ± ۰/۲	۹۰/۰۰ ± ۰/۰۶	۳۷	۳۲/۵۲ ± ۰/۰۴	۴/۱ ± ۰/۲
۱۱	۶/۱ ± ۰/۲	۵۰/۱۵ ± ۰/۰۵	۳۸	۴۳/۰۴ ± ۰/۰۳	۴/۹ ± ۰/۲
۱۲	۵/۵ ± ۰/۲	۴۹/۴۰ ± ۰/۰۵	۳۹	۵۰/۸۱ ± ۰/۰۴	۳/۲ ± ۰/۲
۱۳	۵/۸ ± ۰/۲	۵۲/۶۷ ± ۰/۰۵	۴۰	۶۴/۳۱ ± ۰/۰۷	۷/۴ ± ۰/۲
۱۴	۴/۵ ± ۰/۲	۳۵/۸۱ ± ۰/۰۵	۴۱	۵۲/۰۱ ± ۰/۰۴	۵/۸ ± ۰/۲
۱۵	۵/۸ ± ۰/۲	۴۷/۸۵ ± ۰/۰۵	۴۲	۵۰/۵۰ ± ۰/۰۵	۵/۳ ± ۰/۲
۱۶	۶/۸ ± ۰/۲	۶۱/۲۱ ± ۰/۰۶	۴۳	۶۵/۳۲ ± ۰/۰۵	۷/۲ ± ۰/۲
۱۷	۵/۳ ± ۰/۲	۴۷/۵۰ ± ۰/۰۵	۴۴	۲۴/۷۸ ± ۰/۰۵	۳/۰ ± ۰/۱
۱۸	۲/۸ ± ۰/۲	۸۷/۳۳ ± ۰/۰۷	۴۵	۲۹/۰۹ ± ۰/۰۵	۳/۸ ± ۰/۲
۱۹	۵/۰ ± ۰/۲	۵۷/۶۸ ± ۰/۰۵	۴۶	۴۴/۸۸ ± ۰/۰۵	۵/۰ ± ۰/۲
۲۰	۲/۴ ± ۰/۲	۴۱/۰۰ ± ۰/۰۴	۴۷	۱۸/۱۵ ± ۰/۰۴	۲/۴ ± ۰/۲
۲۱	۴/۶ ± ۰/۲	۱۶/۰۷ ± ۰/۰۳	۴۸	۳۷/۸۶ ± ۰/۰۵	۴/۶ ± ۰/۲
۲۲	۶/۷ ± ۰/۲	۴۲/۳۰ ± ۰/۰۴	۴۹	۶۰/۶۴ ± ۰/۰۵	۶/۷ ± ۰/۲
۲۳	۳/۳ ± ۰/۲	۲۳/۱۸ ± ۰/۰۴	۵۰	۲۱/۹۸ ± ۰/۰۴	۳/۳ ± ۰/۲
۲۴	۵/۱ ± ۰/۲	۰۲/۶۴ ± ۰/۰۲	۵۱	۴۴/۲۷ ± ۰/۰۴	۵/۱ ± ۰/۲
۲۵	۶/۳ ± ۰/۲	۰۵/۵۲ ± ۰/۰۳	۵۲	۵۵/۴۸ ± ۰/۰۵	۶/۳ ± ۰/۲
۲۶	۳/۵ ± ۰/۲	۵۷/۰۲ ± ۰/۰۵	۵۳	۳۰/۵۹ ± ۰/۰۴	۳/۵ ± ۰/۲
۲۷	۴/۳ ± ۰/۲	۴۷/۴۰ ± ۰/۰۵	۵۴	۳۶/۵۵ ± ۰/۰۴	۴/۳ ± ۰/۲

جدول ۳- درصد جذب کلیوی به دو روش گیتس و کلاسیک

ردیف	مقدار GFR		
	روش برنولداری	روش گیتس	روش کلاسیک
۱	۲۰ ± ۲	۲۳ ± ۲	۲۳/۴۵ ± ۰/۰۵
۲	۲۵ ± ۲	۲۹ ± ۲	۳/۷ ± ۰/۲
۳	۳۸ ± ۲	۴۳ ± ۲	۵/۱ ± ۰/۲
۴	۱۵ ± ۲	۱۷ ± ۲	۲/۴ ± ۰/۲
۵	۳۱ ± ۲	۳۵ ± ۲	۴/۳ ± ۰/۲
۶	۵۰ ± ۲	۵۷ ± ۲	۶/۵ ± ۰/۲
۷	۱۳ ± ۲	۱۴ ± ۲	۲/۲ ± ۰/۲
۸	۶۳ ± ۲	۷۲ ± ۲	۸/۱ ± ۰/۲
۹	۳۶ ± ۲	۴۱ ± ۲	۴/۹ ± ۰/۲
۱۰	۲۱ ± ۲	۲۴ ± ۲	۳/۱ ± ۰/۲
۱۱	۱۹ ± ۲	۲۲ ± ۲	۲/۹ ± ۰/۲
۱۲	۴۲ ± ۲	۴۸ ± ۲	۵/۶ ± ۰/۲
۱۳	۳۲ ± ۲	۳۷ ± ۲	۴/۴ ± ۰/۲
۱۴	۴۴ ± ۲	۵۰ ± ۲	۵/۸ ± ۰/۲
۱۵	۲۲ ± ۲	۲۵ ± ۲	۳/۲ ± ۰/۲