بهینه سازی تکنیک Gate برای محاسبه فیلتراسیون گلومرولی (GFR) همزمان با انجام اسکن کلیه

دکتر سید رسول زکوی * مهدی مومن نژاد ** ، دکتر کوروش سلیمانی

*متخصص پزشکی هسته ای ، استادیار دانشگاه علوم پزشکی مشهد
** کارشناس ارشد فیزیک پزشکی ، بخش پزشکی هسته ای ، بیمارستان امام رضا (ع) مشهد

خلاصه

مقدمه :محاسبه GFR باتکنیک Gate بدون نیاز به نمونه خونی و با تزریق مقدار ۳ تا ۵ میلی کوریTc-99m-DTPA انجام می شود. تهیه اسکن کلیه مناسب با اکتیویته فوق مقدور نیست. این مطالعه سعی دارد با بهینه سازی تکنیک فوق ، امکان محاسبه GFR همزمان با اسکن کلیه (با تجویز ۱۰ تا ۱۵ میلی کوری) را فراهم کند.

روش کار : در این مطالعه اکتیویته های مختلف از ۳ تا ۱۸ میلی کوری از Tc- 99m-DTPA در زمان ۶۰ ثانیه و درفاصله ۳۰ سانتیمتری ازدتکتور تصویربرداری شدند. همچنین اکتیویته ۱۲ میلی کوری درزمانهای مختلف (از ۵ تا ۳۰ ثانیه) و نیز در فواصل متفاوت از ۱۰ تا ۴۰ سانتیمتری تصویربرداری شدند و هرکدام از تصویربرداری ها ده بارتکرار شد. با استفاده از منطقه مطلوب (ROI) یکسان مقدار شمارش کلی وحداکثر شمارش در پیکسل، برای هرکدام از تصاویر بدست آمد.

نتایج و بحث: تجزیه وتحلیل تصاویربدست‌آمده نشان داد که درتصویربرداری به مدت ۶۰ ثانیه، شمارش کلی در اکتیویته های بیش از ۱۵ میلی کوری کاهش می یابد که نشان از فلج دستگاه دارد. همچنین درتمام تصاویر بدست آمده از اکتیویته های بیش از ۳ میلی کوری، حداکثر شمارش در پیکسل های مساوی ۳۲۷۶۷ (دو به توان ۱۵ منهای یک) بود که نشان ازاشباع پیکسل داشت. اندازه گیری اکتیویته ۱۲ میلی کوری نیز، در زمانهای مختلف نشان داد که فقط در زمانهای ۵ تا ۱۵ ثانیه اشباع پیکسل ها صورت نمی گیرد و درتصویر برداریهای با زمان بیشتر این پدیده اتفاق می افتد. بررسی اثر فاصله نیز نشان داد که درفاصله ۱۰ سانتیمتری پدیده اشباع دیده می شود، ولی در فواصل ۲۰ تا ۴۰ سانتیمتری این مشکل وجود ندارد.

نتیجه گیری: با استفاده از تکنیک Gate و بهینه سازی این تکنیک میتوان همزمان با انجام اسکن کلیه ، مقدار GFR را نیز محاسبه کرد. برای این کار مقدار اکتیویته تجویزی بین ۱۰ تا ۱۵ میلی کوری ، فاصله سرنگ تادتکتور ۲۰ تا ۴۰ سانتیمتر وزمان تصویربرداری از سرنگ قبل از تزریق ۵ تا ۱۵ ثانیه باید باشد. تکنیک پیشنهادی ما ضریب همبستگی مناسبی را باروش کلیرانس کراتینین نشان می دهد.

واژه های کلیدی : فیلتراسیون گلومرولی ، تکنیک Gate ، Tc-99m-DTPA ، اسکن کلیه

مقدمه

محاسبه مقدار فیلتراسیون گلومرولی (GFR) در تشخیص بیماریهای کلیوی و نیز ارزیابی نتایج درمانهای انجام شده، حائز اهمیت فراوان است. روشهای مختلفی برای اندازه گیری مقدار (GFR) پیشنهاد شده است. روش رایج محاسبه (GFR) ، اندازه گیری حجم ادرار ۲۴ ساعته و مقدار کراتینین ادرار و سرم بیمار می باشد. این روش نیاز به جمع آوری ادرار ۲۴ ساعته دارد که عموما" بدرستی انجام نمی شود و نیز زمان زیادی را طلب می کند.روشهای مختلف رادیو ایزوتوپیک برای محاسبه (GFR) پیشنهاد شده است. اغلب این روشها نیاز به نمونه گیری خونی همراه با تصویر برداری دارند. آقایGate) تکنیکی را ارائه کرده اند که بدون نیاز به خونگیری و فقط

از طریق تصویر برداری از کلیه ها توسط گاما کمرا امکان محاسبه (GFR) را فراهم می کند. در این روش از مقدار کمی ماده رادیواکتیو(۳ تا ۵ میلی کوری)-Tc-99m (DTPA) استفاده می شود، به این جهت امکان تصویر برداری از خونرسانی به کلیه ها (مرحله پرفیوژن) مقدور نیست و لذا انجام اسکن کلیه همزمان با محاسبه GFR (امکان پذیر نیست . از طرفی استفاده از دوز معمول رادیو دارو در اسکن کلیه (۲۰ میلی کوری) باعث اشتباه در محاسبه GFR می شود.

در یک مطالعه مقدماتی، ۳ بیمار تحت اسکن کلیه با تزریق ۲۰ میلی کوری Tc-99m-DTPA قرار گرفتند. شمارش سرنگ قبل و بعد از تزریق به مدت ۶۰ ثانیه ثبت گردید و مقدار (GFR) مطابق با روش پیشنهادی آقای (Gate) محاسبه گردید. همچنین با استفاده از جمع آوری ادرار ۲۴ ساعته کلیرانس کراتینین محاسبه گردید. مقادیر حاصل توسط اسکن در این سه بیمار معادل ۱۸۶ ، ۶۲ ، ۳۰۱ میلی لیتر بود ومقادیر حاصل از روش آزمایشگاهی به ترتیب معادل ۱۱۵ ، ۱۰۸ ، ۱۲۱ میلی لیتر بود که اختلاف فاحشی با نتایج قبلی نشان میداد. یافته فوق امکان فلج شدن گاماکمرا را در شمارش بالا مطرح می کرد. این مطالعه بر آن است تا با بهینه سازی تکنیک (Gate) امکان محاسبه صحیح GFR همزمان با انجام اسکن کلیه را فراهم کند.

روش کار

برای آزمون فرضیه فلج دستگاه گاما کمرا در اکتیویته های بالا ، مقادیر اکیتوینه ۳، ۹ ، ۱۲ ،۱۵ و ۱۸ میلی کوری Tc-99m در حجم ۰/۵ سی سی و در یک سرنگ ۲ سی سی با استفاده از دوز کالیبراتور (Capintec – CRC15R) اندازه گیری گردید و سپس در فاصله ۳۰ سانتیمتری از دتکتور گاماکمرا هر کدام ۱۰ بار و هر بار به مدت ۶۰ ثانیه تصویر برداری شدند. در این مطالعه از یک گاما کمرای (SMV) مدل (DSX) با میدان دید وسیع استفاده گردید و تمام تصویر در ماتریس ۲۵۶ × ۲۵۶ و به روش Word ثبت گردید. همچنین یک سرنگ حاوی مقدار اکتیویته ۱۲ میلی کوری Tc-99m در زمانهای ۵ ، ۱۰ ، ۱۵ ، ۲۰ و ۳۰ ثانیه و هر کدام ۱۰ بار تصویر برداری شدند. در سومین آزمایش سرنگ حاوی اکتیویته ۱۲ میلی کوری در فواصل ۱۰، ۲۰، ۳۰ و ۴۰ سانتیمتری از دتکتور ،هر کدام ۱۰ بار و هر بار بمدت ۱۰ ثانیه تصویربرداری گردید. تمام تصاویر با استفاده از یک منطقه مطلوب (ROI) مربعی یکسان مورد بررسی کمی قرار گرفتند و مقدار شمارش کلی و همچنین مقدار حداکثر شمارش در پیکسل (Max count / pixel) برای هر کدام از تصاویر فوق ثبت گردید.

نتایج

شمارش اکیتویته های مختلف در فاصله ۳۰ سانتیمتری بمدت ۶۰ ثانیه نتایج زیر را بدست داد : شمارش اکیتویته ۳ میلی کوری از ۳۹۳۹۲۹ تا ۴۰۱۱۶۲ متفاوت بود و منوسط شمارش آن معادل ۳۹۷۴۹۷/۸ بود. همچنین حداکثر شمارش در هر پیکسل ۲۶۲۰۲ تا ۲۶۹۲۲۲ متفاوت و مقدار متوسط آن ۲۶۵۷۷ بود. شمارش اکتیویته ۹ میلی کوری نیز از ۸۹۲۶۵۰ تا ۸۹۹۵۳۳ متغیر و متوسط آن ۸۹۵۹۶۲/۶ بود. تصاویر حاصل از سرنگ حاوی ۱۲ میلی کوری نیز محدوده شمارش ۱۰۲۹۵۰۰ تا ۱۰۳۷۱۹۳ و متوسط شمارش ۱۰۳۳۹۰۲/۷ را نشان میداد. محدوده شمارش اکتیویته ۱۵ میلی کوری از ۱۱۱۸۵۷۸ تا ۱۱۲۴۲۴۵ و شمارش متوسط آن ۱۱۳۱۲۰۳/۱ بود. همچنین محدوده شمارش اکتیویته ۱۸ میلی کوری از ۱۱۲۲۲۸۱ تا ۱۱۳۱۸۷۵ متغیر و میانگین شمارش آن۱۱۲۶۳۳۲/۵ بود.

حداکثر شمارش در پیکسل نیز در اکتیویته های ۹ ، ۱۲ ،۱۵ و ۱۸ میلی کوری تماما" مساوی و معادل ۳۲۷۶۷ بود. (نمودار ۱)

برای ارزیابی اثر زمان در تصویر برداری ،اکتیویته ۱۲ میلی کوری در فاصله ۳۰ سانتیمتری و در زمانهای مختلف تصویر برداری شد. در شمارش بمدت ۵ ثانیه محدوده شمارش از ۱۳۰۶۲۰ تا ۱۳۱۴۴۱ و میانگین شمارش معادل ۱۳۰۹۹۵/۱ بود. حداکثر شمارش در پیکسل نیز محدوده ۸۸۸۴ تا ۹۱۴۹ و میانگین ۸۹۹۶/۲ داشت. در شمارش به مدت ۱۰ ، ۱۵ ، ۲۰ و ۳۰ ثانیه متوسط شمارش به ترتیب معادل ۲۵۸۳۸۱۰/۹ ، ۳۸۴۵۵۸/۱۰ /۷، ۵۰۴۶۹۵ و ۶۸۳۸۴۸/۹ بود و متوسط حداکثر شمارش در پیکسل نیز در تصاویر فوق به ترتیب ۱۷۶۹۰ ، ۲۶۴۰۷/۵ ، ۳۲۷۶۷ و ۳۲۷۶۷ بود. (جدول۱).

برای بررسی اثر فاصله سرنگ تا دتکتور اکتیویته ۱۲ میلی کوری به مدت ۱۰ ثانیه در فواصل مختلف تصویر برداری شد : در فاصله ۱۰ سانتیمتری ، محدوده شمارش از ۲۵۷۷۱۱ تا ۲۵۹۲۵۶ متفاوت و متوسط شمارش نیز ۲۵۸۴۴۶ بود. حداکثر شمارش در پیکسل نیز در تمام تصاویر یکسان معادل ۳۲۷۶۷ بدست آمد. در فاصله ۲۰، ۳۰ و ۴۰ سانتیمتری متوسط شمارش کلی به ترتیب ۲۵۵۰۹۴/۳ ، ۲۵۰۹۳۱/۱ و ۲۴۸۷۹۲ بود. حداکثر شمارش

در پیکسل نیز در تصاویر به ترتیب معادل ۲۴۹۵۰، ۱۶۴۶۵/۶ و ۱۱۰۱۴/۳ بدست آمد. (جدول ۲)

بحث و آنالیز نتایج

بررسی نتایج حاصل از تصویربرداری از اکتیویته های مختلف در زمان ۶۰ ثانیه نشان داد که شمارش کلی بدست آمده از مقدار ۳ تا ۱۵ میلی کوری افزایش می یابد. اما از ۱۵ میلی کوری به بالا کاهش پیدا می کند که نشان دهنده فلج شدن دستگاه در شمارش های بالا است. پس مقدار اکتیویته تجویزی باید از ۱۵ میلی کوری کمتر باشد تا از فلج دستگاه جلوگیری شود. بررسی حداکثر شمارش درهر پیکسل در تصاویر بدست آمده نیز نشان داد که بجز تصویر اکتیویته ۳ میلی کوری که متوسط حداکثر شمارش در هر پیکسل معادل ۲۶۵۷۷ بود، در اکتیویته های بالاتر (۹ تا ۱۸ میلی کوری) حداکثر شمارش در هر پیکسل در تمام تصاویر مساوی و معادل ۳۲۷۶۷ می باشد، که همان دو به توان ۱۵ منهای یک می باشد. این یافته نشان از اشباع شدن پیکسل ها در اکتیویته های ۹ تا ۱۸ میلی کوری می باشد. همچنان که از نمودار شماره یک استنباط می شود ، افزایش شمارش کلی متناسب با افزایش اکتیویته می باشد، اما این تناسب یک به یک نیست که این مسئله بعلت پدیده اشباع می باشد. برای کاهش پدیده اشباع پیکسل ها باید زمان تصویر برداری کاهش یابد. تصویر برداری در زمانهای مختلف از اکتیویته ۱۲ میلی کوری و در فاصله ۳۰ سانتیمتری نشان داد که حداکثر شمارش در هر پیکسل در زمانهای ۵ ، ۱۰ و ۱۵ ثانیه کمتر از حد اشباع می باشد (جدول ۱) .اما در تصاویر ۲۰ و ۳۰ ثانیه ای دوباره با پدیده اشباع روبرو هستیم. پس زمان تصویر برداری نیز باید بین ۵ تا ۱۵ ثانیه در نظر گرفته شود تا از اشباع پیکسل ها جلوگیری شود.

شمارش انجام شده از اکتیویته ۱۲ میلی کوری در زمان ۱۰ ثانیه در فواصل مختلف نیز نشان داد که در فاصله ۱۰ سانتیمتری اشباع پیکسل ها صورت می گیرد، ولی در فواصل ۲۰ تا ۴۰ سانتیمتری پدیده اشباع وجود ندارد. (جدول ۲)

با افزایش فاصله از ۲۰ تا ۴۰ سانتیمتری کاهش شمارش قابل توجهی صورت می گیرد(۲۵۵۰۹۴/۳ تا ۲۴۸۷۹۲ ، P = ۰/۰۰۰۱) اما همچنانکه میدانیم شمارش متناسب با عکس مجذور فاصله کاهش می یابد، اما عدم کاهش توانی شمارش با افزایش فاصله در این تصاویر با افزایش میدان دید سوراخهای کولیمانور توجیه می شود.

با توجه به نتایج حاصله مقدار اکتیویته ۱۲ میلی کوری به عنوان مقدار انتخابی برای محاسبه GFR همزمان با انجام اسکن در نظر گرفته شد و در فاصله ۳۰ سانتیمتری از کولیماتور بمدت ۱۰ ثانیه قبل از تزریق شمارش گردید. سپس دوز فوق به بیماران تزریق و اسکن روتین کلیه (با ماتریس ۱۲۸×۱۲۸) بمدت ۳۲ دقیقه انجام شد . در پایان، سرنگ تزریق شده و نیز محل تزریق به مدت ۳۰ ثانیه ودر فاصله ۳۰ سانتیمتری ، تصویر برداری شد . ماتریس انتخابی برای تصاویر سرنگ(قبل و بعداز تزریق) و محل تزریق ۲۵۶× ۲۵۶ بود.

برای ارزیابی کلینیکی تکنیک فوق، تعداد ۹ بیمار با روش فوق تحت اسکن کلیه ومحاسبه GFR قرار گرفتند و باروش آزمایشگاهی نیز کلیرانس کراتینین مورد محاسبه قرارگرفت. مقدار GFR این بیماران باروش اسکن بطور متوسط ۸۳/۳۴ میلی لیتر در دقیقه بود و محدوده آن از ۳۰/۳۹ تا ۱۳۴ میلی لیتر محاسبه گردید. مقدار GFR این بیماران در روش آزمایشگاهی در محدوده ۲۰/۸ تا ۱۶۵ میلی لیتر در دقیقه با میانگین ۸۴/۸۸ میلی لیتر دردقیقه بود. مقادیر بدست آمده دراین دو روش ضریب همبستگی معنی داری را نشان داد. (R = ۰/۸۸۳ و P = ۰/۰۰۵)

نتیجه گیری

این مطالعه نشان داد که محاسبه GFR همزمان با انجام اسکن کلیه امکان پذیر است و درمقایسه با روش آزمایشگاهی ضریب همبستگی خوبی را نشان میدهد. برای استفاده از این تکنیک رعایت موارد ذیل پیشنهاد می شود:

۱- مقدار ماده رادیو اکتیو تجویزی Tc-99m-(DTPA) برای بیماران بین ۱۰ تا ۱۵ میلی کوری باشد.

۲- زمان شمارش سرنگ قبل از تزریق باید بین ۵ تا ۱۵ ثانیه باشد.

۳- فاصله سرنگ تا دتکتور نیز باید بین ۲۰ تا ۴۰ سانتیمتر در نظر گرفته شود.

۴- پس از تزریق، اسکن کلیه بمدت ۳۲ دقیقه و دردو مرحله (مرحله اول ۶۰ تصویر ۲ ثانیه ای و مرحله دوم ۶۰ تصویر ۳۰ ثانیه ای) انجام شود.

۵- پس از اتمام اسکن، شمارش سرنگ بعد از تزریق و شمارش محل تزریق به مدت ۳۰ ثانیه انجام گیرد.

۶- ماتریس انتخابی برای تصاویر سرنگ (قبل و بعداز تزریق) و محل تزریق۲۵۶× ۲۵۶ و برای اسکن ۱۲۸× ۱۲۸ می باشد.

۷- با استفاده از فرمول پیشنهادی آقای Gate محاسبه GFR انجام میشود.

۸- اگر چه در این مطالعه درمورد دوز رادیودارو، فاصله وزمان تصویربرداری محدوده ای ارائه شده است اما هر بخش پزشکی هسته ای ، همواره باید یک عدد مشخص را در محدوه های فوق استفاده کند تا نتایج حاصل تکرارپذیر باشد.

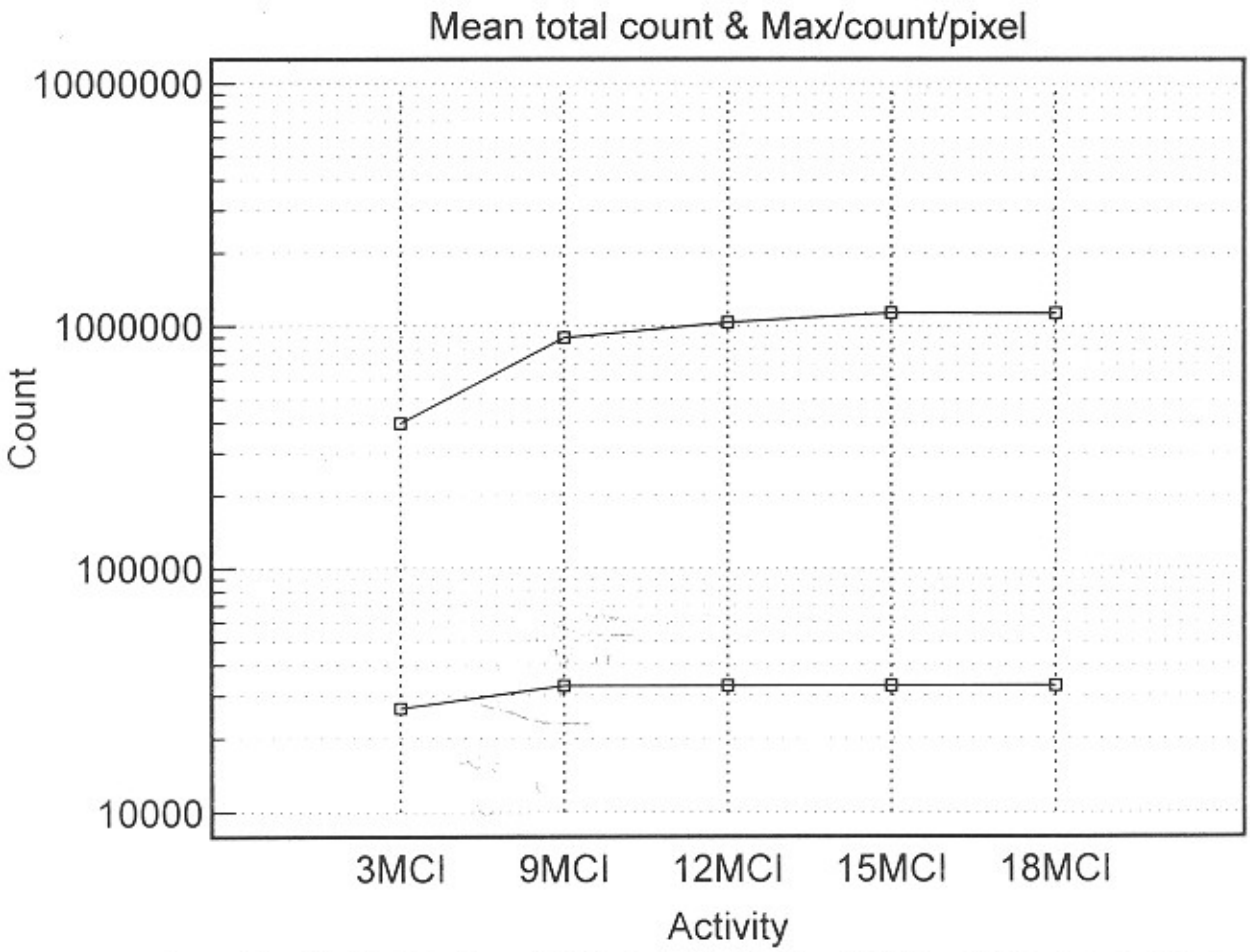
۹- ما در بخش پزشکی هسته ای بیمارستان اما رضا(ع) ، تکنیک فوق را با اکتیویته ۱۲ میلی کوری، فاصله ۳۰ سانتیمتری تا دتکتور، زمان تصویر برداری ۱۰ ثانیه ای برای سرنگ قبل از تزریق و زمان تصویر برداری ۳۰ ثانیه ای برای سرنگ بعد از تزریق ومحل تزریق ، استفاده می کنیم .

زمان تصویربرداری	۵ ثانیه	۱۰ ثانیه	۱۵ ثانیه	۲۰ ثانیه	۳۰ ثانیه
متوسط شمارش کل	۱۳۰۹۹۵/۱	۲۵۸۳۸۱/۹	۳۸۴۵۵۸/۱	۵۰۴۶۹۵/۷	۶۸۳۸۴۸/۹
متوسط حداکثر شمارش در پیکسل	۸۹۹۶/۲	۱۷۶۹۰	۲۶۴۰۷/۵	۳۲۷۶۷	۳۲۷۶۷

جدول ۱- متوسط شمارش کل و حداکثر شمارش در پیکسل در تصویربرداری از سرنگ ۱۲ میلی کوری در فاصله ۳۰ سانتی متری از دتکتور گاما کمرا و در زمانهای مختلف

فاصله سرنگ از کولیماتور	۱۰ ثانیه	۲۰ ثانیه	۳۰ ثانیه	۴۰ ثانیه
متوسط شمارش کل	۲۵۸۴۴۶	۲۵۵۰۹۴/۳	۲۵۰۹۳۱/۱	۲۴۸۷۹۲
متوسط حداکثر شمارش در پیکسل	۳۲۷۶۷	۲۴۹۵۰	۱۶۴۶۵/۶	۱۱۰۱۴/۳

جدول ۲- متوسط شمارش کل و حداکثر شمارش در پیکسل ، در تصویر برداری از سرنگ ۱۲ میلی کوری به مدت ۱۰ ثانیه و در فواصل مختلف از دتکتور گاما کمرا



نمودار ۱- نمودار نیمه لگاریتمی شمارش در مقابل اکتیویته. منحنی بالا نشاندهنده تغییرات شمارش کل در اکتیویته های مختلف می باشد. منحنی پائین تغییرات حداکثر شمارش در پیکسل را نشان می دهد.

منابع

1- Gates GF. Split renal function testing using Tc-99m-DPTA. A rapid technique for determining differential glomerular filtration. Clin Nucl Med. 1983(8): 400-407

2- Russel CD, Thorastad BD, Yester MV, Stutzman M and Dubovsky EV. Quantitation of renal function with Technetium -99m MAG3. J Nucl Med 1988; 29:1931-1933.

3- Gates GF: Use of filtration fraction in radionuclide renography. Radiology. 1994; 193: 272

4- Gates GF. Glumerular Filtration. In : Henkin RE: Nuclear Medicine , Mosby- year book Inc. 1996.

5- Awdej M, Kouris K, Hassan IM, et al: factors affecting the gates GFR measurement.J Nucl Med. 1989; 30: 842

6- Beytas EM, Hamblen SM, Hanson MW et al: GFR determination by a modification of Gates method: The conventional renal examination with a semiautomated GFR measurment.J Nucl Med. 1990; 18:225-260.

7- Brown SCW, O' Reilly PH: Glomerular filtration rete measurment: A neglected test in urological practice, Brit J Urol. 1995; 75: 296-300.

8- Gates GF: A dose – attenuation shield for use in glomerular filtration rate computations: a method for combined renal scintiangiography and functional quantification. Clin Mucl Med. 1991; 16: 73-78

۹- مقایسه روش کلاسیک تعیین GFR با روش رادیونوکلئیدها ، پایان نامه کارشناسی ارشد فیزیک پزشکی ، آقای حسین صفرنیا به راهنمایی آقای دکتر محمد افتخاری ، دانشکده پزشکی – دانشگاه تربیت مدرس - ۱۳۷۰