

Original Article

Glomerular Filtration Rate 검사방법 및 가이드라인

서울대학교병원 핵의학과

박민호 · 이하영 · 류화진 · 유태민 · 노경운

Glomerular Filtration Rate Test Methods and Guidelines

Min-Ho Park, Ha-Young Lee, Hwa-Jin Ryu, Tae-Min Yoo and Gyeong-Woon Noh

Department of Nuclear Medicine, Seoul National University Hospital, Seoul, Korea

Purpose	The glomerular filtration rate (GFR) test is an important indicator of glomerular filtration and has been used to test renal function and the extent of its function. The GFR test is performed by intravenous injection of radioactive medicines made of ⁵¹ Cr-EDTA, and blood concentration is measured by taking blood according to the elapsed time. also, PET-CT, bone scan, transfusion and so on will affect the outcome. Therefore, we will improve the quality of the test by providing guidelines for the GFR test for more accurate testing.
Materials and Methods	5 mL of physiological saline solution and 2 mL of ⁵¹ Cr-EDTA solution are used to make 5 mL of the radiopharmaceutical solution to be injected into the patient. First, the syringe weight is measured before the injection, and then the radioactive medicine is injected into the patient's vein and the syringe weight is measured after the injection. Blood sampling is performed twice in total. In adults, blood is collected 3 hours / 5 hours after injection and in children 2 hours / 5 hours after injection. The blood sample is centrifuged at 3300 rpm for 5 minutes. Standard solution is prepared by filling diluent water up to the scale indicated in the 200-mL volumetric flask, discarding 500 μ L, injecting 500 μ L of GFR reagent and mixing well. 500 μ L each of the standard solution is dispensed into two test tubes, and 500 μ L of each of the plasma samples collected in time is dispensed into two test tubes and measured with a Cobra Counter.
Results	At present, the reference range applied in this study is 119.5 ± 30.3 ml / min / $1.73m^2$ for males and 125.2 ± 28.2 ml / min / $1.73m^2$ for females.
Conclusion	The GFR test is conducted using radioactive medical products. GFR testing is performed as a scheduled test, but PET-CT, dialysis and transfusion, which may affect GFR testing, may be scheduled during GFR testing. Therefore, we could get accurate GFR test results by notifying the ward and department beforehand when booking.
Key Words	Glomerular filtration rate, ⁵¹ Cr-EDTA, Cobra Counter

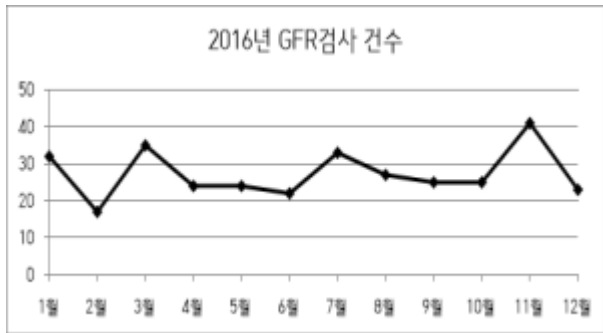
서 론

GFR (glomerular filtration rate) 검사는 신장 기능 상태를 평가하는데 있어서 가장 정확한 검사방법이다. 2018년도에는 작년대비 약 30%정도 검사건수가 증가하였고 2016년, 2017년 통계로 보았을 때 본원에서는 연간 약 350명 이상의 환자가 GFR검사를 진행하고 있다(Fig. 1). 신장은 사구체에서 혈액

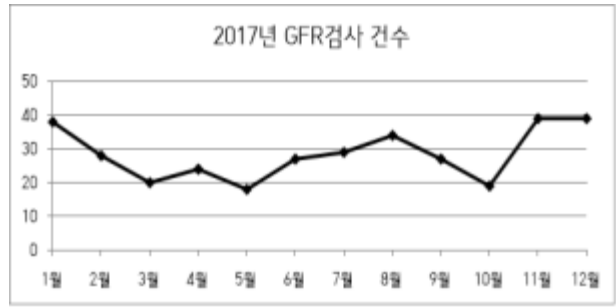
여과와 세뇨관에서의 선택적 흡수나 분비를 통해 체액, 전해질 및 산염기 상태를 조절하는 주요 장기이다. 신장에는 단위 조직으로 약 250만 개 정도의 Nephron이 존재하며 사구체는 Nephron을 구성하는 핵심 구조물로 직경이 약 200 μ m인 보우만주머니 내에 함입되어 있는 모세혈관 다발이다. 사구체의 혈액 여과 작용은 신장의 중요한 기능 중 하나로 여과 장벽을 구성하여 체내에 필요한 혈구와 단백질은 빠져나가지 못하게 하고 크기가 작은 물질이나 수분, 노폐물은 자유롭게 통과시킨다. 하지만 사구체의 여과기능이 제대로 이루어 지지 않을 경우 혈뇨 및 단백뇨가 검출된다. 이와 같이 사구체의 기능에 문제가 있을 경우 급성 사구체 신염, 만성 사구체 신염 등 신장

• Received: October 01, 2018 Accepted: October 11, 2018
• Corresponding author: **Gyeong-Woon Noh**
• Department of Nuclear Medicine, Seoul National University Hospital 101 Daehang-ro, Jongno-gu, Seoul, 110-744, Korea
Tel: +82-2-2072-2507, Fax:
E-mail: seaboy7700@naver.com

질환이 발생하게 되고 만성 질환일 경우 투석 및 신장이식을 받게 된다. 신장은 한쪽만 있더라도 큰 무리가 가지 않아 공여자와 수여자 서로 면역 적합성이 일치한다면 신장이식이 가능하기 때문에 가족 내에서 신장이식이 이루어지는 경우가 많다. 단 공여자가 신장이식 후에도 투석을 받지 않아야 한다는 조건이 있어야 한다. 이식을 하기 위해서는 공여자의 신장기능도 판단하여야 하기 때문에 공여자도 GFR검사를 실시하고 신장이식 가능여부를 결정한다. 신장이식 후에는 공여자와 수여자는 신장기능의 정도를 판단 하기 위해 6개월에서 1년 주기로 GFR검사를 통해 주기적으로 Follow가 이루어 지고 있다. GFR검사는 ⁵¹Cr-EDTA로 방사성 의약품을 만들어 정맥 주사를 하고 경과시간에 따라 채혈하여 혈중농도를 측정하기 때문에 동위원소를 사용하는 Scan, PET-CT와 혈액에 영향을 주는 투석 및 수혈을 받을 경우 결과값에 영향을 주게 된다. 특히 신장기능이 낮을 경우 CT검사시 신장에 큰 손상을 줄 수 있기 때문에 주의 하여야 한다. 이런 이유로 본원에서는 최대한 정확한 결과 값을 얻기 위하여 GFR검사간 영향을 주는 검사에 대해 일정을 조정하고 일상생활처럼 할 수 있도록 한 상태에서 검사를 진행하고 있다. 또한 GFR검사 특성상 방사성의 약품을 정맥 내 주입하기 때문에 부작용도 존재한다. 드물게 GFR 검사를 받은 환자에게서 알러지 증상이 나타나기도 하였는데 증상의 정도는 환자마다 달랐다. 본 논문에서는 GFR검사방법과 주의사항에 대한 가이드라인을 제시함으로써 검사의 질을 높이고자 한다.



A



B

Fig. 1. (A) Number of 2016 GFR test.
(B) Number of 2017 GFR test.

검사 방법

⁵¹Cr-EDTA 2 mL를 생리식염수 5 mL과 잘 혼합하여 준비하고 그 용액 중 5 mL로 환자에게 주입 할 방사성 의약품을 만든다. 그 후 주입 전 방사성 의약품 5 mL 들어간 Syringe 무게를 METTLER TOLEDO를 사용하여 소수점 셋째자리까지 측정 및 기재하고 환자의 정맥에 주사를 시행하여 GFR Worksheet에 주입시간을 기재한다. 주입한 시간으로부터 채혈을 총 2번 시행하게 되는데 성인의 경우 주입 후 3시간 후, 5시간 후 반대팔에서 EDTA Tube에 채혈하고 소아의 경우에는 주입 후 2시간 후, 5시간 후 채혈한다. GFR검사는 경과한 시간에 따라 채혈된 혈액의 혈장 내 방사능 농도를 측정하기 때문에 3300rpm에 5분간 원심분리를 시켜 혈구와 혈장을 완전히 분리시킨 후 Sample rack에 놓아 준비한다. Standard 용액 제조는 200 mL Volumetric flask에 표시된 눈금까지 Diluent water를 채워주고 난 후 500 μL을 버리고 ⁵¹Cr-EDTA Solution을 500 μL를 첨가한 후 잘 혼합하여 제조한다. 제조된 Standard 용액은 2개의 Test tube에 각각 500 μL씩 분주하고 시간에 따라 채혈 된 환자의 Plasma도 2개의 Test tube에 각각 500 μL씩 분주하여 Cobra Counter로 30분간 계측한다. 계측한 CPM과 환자의 신장, 체중, 주사 전 후 무게, 주입시간, 채혈 시간을 GFR Worksheet에 기재하고 함수식에 각 Data를 입력하여 결과를 도출해 낸다(Fig. 2).

GFR 측정 Worksheet

1. Body Surface Area (BSA) 계산

체중	kg	신장	cm
BSA = (체중 kg) ^{0.425} × (신장 cm) ^{0.725} × 71.84 / 10,000 =			m ²

2. 주사량(무게) 측정

	Std mass	주사 전 주사기 무게 (W ₁)	주사 후 주사기 무게 (W ₂)
측정값 (g)	0.5 (default)		

3. 시간

	주사시각 (T _i)	첫 번째 채혈 (T ₁)	두 번째 채혈 (T ₂)
시각	: (am/pm)	: (am/pm)	: (am/pm)

4. 감마카운터

샘플	Basal	1st (C ₁)	2nd (C ₂)	Std 1 (S ₁)	Std 2 (S ₂)
계수 (cpm)					
측정 프로토콜:		5분 () / 10분 ()			

5. GFR 계산

계산식	성인 () / 소아 ()
GFR	ml/min
보정 GFR	GFR × 1.73 / BSA = ml/min/1.73m ²

Calculations for GFR

$$GFR = \left[\frac{W_i \times S \times 400 \times \ln(C_1/C_2) \times C_2^{(t_1/\delta t)}}{W_s \times \delta t \times C_1^{(t_2/\delta t)}} \right]^{0.979} = \text{_____ ml/min}$$

GFR corrected for pt's BSA = GFR × 1.73/BSA = _____ ml/min/1.73m²

Fig. 2. Worksheet used in GFR test.

결 과

GFR검사의 Reference range는 남성은 119.5 ± 30.3 ml/min/1.73m²이고 여성은 125.2 ± 28.2 ml/min/1.73m²이다. 현재 본원에서는 이식 가능여부를 판단하기 위해 결과 값에 대한 Cut off 값이 존재하는데 공여자의 GFR 수치가 97.0 ml/min/1.73m² 이상일 경우 신장이식을 진행하고 있다.

고찰 및 결론

목적에서 기술한 바와 같이 GFR검사의 경우 방사성 의약품 이용하기 때문에 예약검사로 진행하고 있다. 간혹 PET-CT검사와 투석 및 수혈을 당일에 GFR검사와 병행해서 진행했을 경우 결과 값에 차이가 있어 드물게 진료과 및 병동에서 재검사를 요청한 경우가 있었다. 이러한 이유로 GFR검

사 예약 수검시 최근 방사성동위원소를 사용한 검사 이력과 당일검사에 수혈 및 투석, 수액 등 GFR검사에 영향을 줄 수 있는 항목들이 있는지 확인하고 검사예약을 하고 있다. 특히 PET-CT나 Scan에서 사용하는 동위원소인 ^{18}F , ^{131}I , 등은 $^{51}\text{Cr-EDTA}$ Solution보다 방사능이 높아 GFR검사 전 또는 병행해서는 진행할 수 없고 불가피하게 당일에 진행해야 할 경우 GFR검사가 끝난 후 검사할 수 있도록 예약시간을 조정해 주고 있다. 또한, 병동환자의 경우 수액을 맞고 오는 경우가 많기 때문에 병동에 사전에 통보함으로써 수액도 검사 간 잠시 중단하고 GFR검사를 시행하고 있다. 현재 수여자 및 공여자는 투석 및 수혈, PET-CT와 같이 GFR검사에 영향을 주는 검사는 당일 병행해서 시행하고 있지 않으며 보다 더 정확한 결과 값으로 사구체 기능을 판단할 수 있게 되었다.

요 약

Glomerular filtration rate (GFR)검사는 사구체의 여과기능을 나타내는 중요한 지표로서 신장기능과 그 기능의 정도를 검사하기 위하여 시행되고 있다. 사구체의 혈액 여과 작용은 신장의 중요한 기능 중 하나로 여과 장벽을 구성하여 체내에 필요한 혈구와 단백질은 빠져나가지 못하게 하고 크기가 작은 물질이나 수분, 노폐물은 자유롭게 통과시킨다. 하지만 사구체의 여과기능이 제대로 이루어 지지 않을 경우 혈뇨 및 단백뇨가 검출된다. 이와 같이 사구체의 기능에 문제가 있을 경우 급성 사구체 신염, 만성 사구체 신염 등 신장질환이 발생하게 되고 GFR검사를 통해 사구체 기능의 정도를 판단하고 있다. GFR검사는 $^{51}\text{Cr-EDTA}$ 으로 방사선의약품을 만들어 정맥주사를 하고 경과시간에 따라 EDTA Tube에 채혈하여 Plasma 내 방사능을 측정하여 결과 값을 도출해 낸다. 따라서 진료과 및 병동에 통보하여 동위원소를 사용하는 PET-CT, Bone Scan과 혈액에 영향을 주는 투석 및 수혈은 GFR검사와 병행

하지 않도록 사전에 통보하고 있다. 검사방법으로는 먼저 $^{51}\text{Cr-EDTA}$ 2 mL와 생리식염수 5 mL를 잘 혼합하고 혼합된 용액 중 5 mL로 환자에게 주입 할 방사성 의약품을 만든다. 먼저 주사 전 주사무게를 측정하고 환자의 정맥에 주사를 시행하고 난 뒤 주사 후 주사무게를 측정한다. 채혈은 총 2번 시행되고 성인의 경우에는 주입 후 3시간, 5시간 뒤, 소아의 경우 주입 후 2시간, 5시간 뒤 EDTA Tube에 5 mL채혈한다. 채혈된 검체는 3300rpm에 5분간 원심분리 시키고 Plasma 500 μ L를 Test tube에 분주하여 Sample rack에 준비해 둔다. Standard용액 제조방법은 200 mL Volumetric flask에 표시된 눈금까지 Diluent water를 채워주고 난 후 500 μ L을 버리고 $^{51}\text{Cr-EDTA}$ 500 μ L를 주입한 후 잘 혼합해준다. 제조된 Standard 용액은 2개의 Test tube에 각각 500 μ L씩 분주하고 측정대상인 환자의 Plasma와 함께 Gamma Counter로 계측한다. 계측으로 얻은 CPM과 환자의 신장, 체중, 주사 전 후 무게 등을 GFR함수식에 입력하여 결과 값을 도출해 낸다. Reference range는 남성은 119.5 ± 30.3 ml/min/1.73m² 이고 여성은 125.2 ± 28.2 ml/min/1.73m² 설정되어 있지만 본원에서는 성별에 관계없이 97.0 ml/min/1.73m² 이상일 경우 신장이식이 가능하다고 판단하고 있다.

GFR검사 결과 값에 따라 신장기능의 정도가 반영 되기 때문에 병행하지 않아야 할 검사들과 주의사항을 준수한다면 보다 더 신뢰할 수 있는 결과 값을 얻을 수 있을 것이라 생각한다.

REFERENCES

1. Christopher M Florkowski1,* and Janice SC Chew-Harris2, Methods of Estimating GFR - Different Equations Including CKD-EPI, *Clin Biochem Rev*, 2011 May; 32(2): 75-79.