

^{18}F -FDG PET 검사를 위한 당뇨 환자의 혈당 조절에 관한 연구

울산대학교 서울아산병원 핵의학과

차민경 · 남기표 · 이영희 · 최재민 · 조시만

A Study of Diabetic Control for Diabetic Patient in ^{18}F -FDG PET

Min Kyeong Cha, Ki Pyo Nam, Young Hee Lee, Jae Min Choi, Shee Man Cho

Department of Nuclear Medicine, Asan Medical Center, Seoul, Korea

Purpose: ^{18}F -FDG PET is to evaluate the tumor using glucose metabolism. Blood Glucose Level (BGL) is important factor that affects on a result of examination. But it often appears the distort result on diabetic patient due to a failure of BGL control. The aim of this study is to make a effective guideline for diabetic patient prescribed ^{18}F -FDG PET and improve accuracy and reliability of examination.

Materials and methods: A subject of study is 69 diabetic patients and divided them into 3 groups; 1) BGL is less than 120 mg/dl & performed PET, 2) BGL is over than 120 mg/dl & performed PET, 3) BGL is over than 120 mg/dl & not performed PET. And we investigated the type of diabetic medications and the time of dosage, whether they have meal or not. And we analyzed SUV of liver and mediastinum to recognize the effect of BGL on PET images. **Results:** As a methods to diabetic control, Amaryl showed high percentage of 27.5% in oral medication and Humulin R showed 14.5% in insulin. Their peak time was 2-3 hrs, 2-4 hrs and duration time was 24 hrs, 5-7 hrs. The number of that had a breakfast was 16, 7 mens (43.8%) couldn't perform PET as over 120 mg/dl and 5 mens (31.3%) performed PET as less than 120 mg/dl after they took a medication. When we set the SUV of normal for 1.5-2.0, 1.0-1.5 on liver and mediastinum, the percentage out of the range was 31.8%, 52.9%, 62.5% in 120-139 mg/dl, 140-159 mg/dl, 160-200 mg/dl respectively. **Conclusions:** We completed standardized guideline for diabetic patients. As a result of this study, improved customer satisfaction and increased economic benefits. It is expect to be a effective model in other PET centers.

(Korean J Nucl Med Technol 2008;12(1):57-61)

Key Words : Blood Glucose Level (BGL), Diabetic control, ^{18}F -FDG PET

서 론

^{18}F -FDG PET 검사는 포도당 대사를 이용하여 전신의 종양을 평가하는 검사이다.¹⁾ ^{18}F -FDG (fluorodeoxyglucose)는 ^{18}F 이라는 양전자 방출 핵종에 FDG 라는 포도당 유사체를 화학적으로 표지(labeling)한 방사성 의약품으로 인체에 정맥

주사하면 당 대사가 증가된 부위에 섭취가 되어 악성 종양의 존재여부를 진단한다. 섭취 정도를 정량 분석하여 종양의 유무, 종양의 활성도 또는 진전도를 평가하는데, 이때 체내 혈당이 높으면 방사성의약품이 종양에 섭취되는 것을 방해하여 왜곡된 검사 결과를 초래한다. 따라서 현재 PET검사가 가능한 혈당 범위를 120 mg/dl 이하로 설정하여 검사를 시행하고 있으나²⁾ 당뇨 환자의 경우에는 당 조절이 제대로 되지 않아 잘못된 검사 결과를 보이거나 검사를 시행하지 못하는 경우가 자주 발생한다.³⁻⁵⁾ 이로 인한 고객의 불평이 발생하고, 장비의 운영 측면에서 틈새시간(buffer period)이 발생하여 경제적 손실이 발생하고 있다. 또한 검사를 위해 준비한 동위원

- Received: October 15, 2007. Accepted: October 30, 2007.
- Corresponding author: Ki Pyo Nam
Department of Nuclear Medicine, Asan Medical Center, 388-1,
Pung nap-dong, Song pa-gu, Seoul, 138-736, Korea
Tel:+82-2-3010-5422, Fax:+82-2-3010-5429
E-mail: kpnam@amc.seoul.kr



a. oral hypoglycemic medications

b. insulin

*비율(%) = 각 약품의 total 건수 ÷ 총 조사 대상 (69명) × 100

Fig. 1. Assortment by medication types on each group.

소를 사용하지 못함에 따른 경제적 손실이 발생하며 검사 대기일이 늘어나는 어려움이 발생하였다.

따라서 본 연구는 당뇨 환자를 위한 효율적인 혈당 조절 방법을 제시하여 당 조절의 미비로 인한 검사 부도를 감소시키고, 고객 만족을 향상시키는 것을 목표로 하였다. 이는 보다 정확하고 신뢰성 높은 양질의 검사를 시행하고, 경제적 손실을 방지하며 PET 검사의 생산성 향상에 의의가 있다.

대상 및 방법

2007년 6월 1일 부터 7월 30일까지 PET 수검자 중 당뇨 병력이 있는 69명의 수검자(남: 56명, 나이: 61.3±9.35, 여: 13명, 나이: 58.2±10.5)를 대상으로 자료를 수집하였다. PET 검사를 시행하는 당뇨 환자 중에서 혈당 조절이 잘 된 경우와 잘 되지 않아 연기 및 취소한 경우로 나누어 자료를 수집하였다. 각 경우에 따라 혈당 조절의 방법을 분석하였으며 자료의 집단을 혈당 120 mg/dl 이하이면서 검사를 시행한 경우 = 1, 혈당 120 mg/dl 이상이면서 검사를 시행한 경우 = 2, 혈당 120 mg/dl 이상이면서 검사를 시행하지 못한 경우 = 3으로 설정하였고, 당뇨약 종류별로 분류하여 복용 시기, 식사 여부를 조사하고, 당뇨환자인 경우에 PET 검사가 가능한 기준 혈당을 규정하기 위해 혈당 120 mg/dl 이상일 때 시행한 PET 영상을 비교 분석하였다.

결 과

1. 각 그룹별 약물 종류에 따른 분류

각 집단 1, 2, 3의 자료를 바탕으로 총 69명의 당뇨 환자들

이 혈당 조절을 위해 복용하고 있는 당뇨약을 종류별로 분류하였다(Fig. 1). 경구약 중에서는 아미달(27.5%), 다이아벡스(18.8%)가 우위를 차지하였고, 인슐린 중에서는 휴몰린 알(14.5%), 노보렛(11.6%)이 우위를 차지하였다.

2. 약물의 복용시기

당뇨약의 최고 작용시간(peak time)과 지속 시간(effective duration)의 의약품 정보를 약제팀으로부터 제공 받아 고찰하였다(Table 1). 가장 많은 비율을 차지하는 아미달(경구약)과 휴몰린 알(인슐린)의 최고 작용 시간과 지속 시간을 고려하고, 관련 문헌을 참고하였을 때 당뇨 환자인 PET 수검자가 혈당 조절을 위하여 경구약 복용 또는 인슐린을 투여하는 경우 검사 가능한 시간은 검사 전 4시간으로 설정하였다.

3. 당일 식사 여부

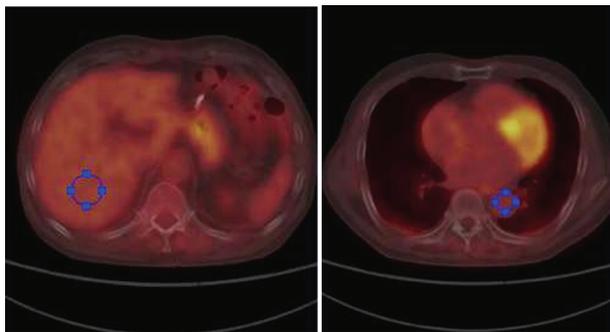
PET검사를 위해서는 6시간 금식을 기본으로 하고 있다. 각 집단 별로 6시간 금식을 유지하면서 당일 식사를 한 경우와 식사를 하지 않은 경우에 따른 혈당 조절 여부를 조사하였다. 조사 대상 69명 중 당일 식사를 한 경우는 총 16명으로, 그 중 7명(43.8%)이 120 mg/dl 이상으로 혈당 조절이 안 되어 시행하지 못하였고, 5명(31.3%)이 당일 아침 식사 후에 경구약 복용 또는 인슐린 투여를 하고 6시간 이상 경과 후 120 mg/dl 이하가 되어 검사를 시행하였다(Table 2). 이에 따라 당뇨 환자인 경우 PET 검사는 당일 아침을 금식 하고 오전에 시행하는 것을 권장하지만, 실제 예약 시에는 그렇지 않을 경우를 대비하여 오전 예약인 경우와 오후 예약인 경우로 구분하여 혈당 조절을 다르게 해야 할 필요가 있을 것으로 판단되었다.

Table 1. The pathology of diabetic medications

		120이하 &시행	120이상 &시행	120이상 &시행 못함
경구약	아마릴	0	0	2
	다이아벡스	2	0	1
	글루코바이	x	0	1
	디아미크롱	0	0	0
	아반디아정	0	x	1
	유글루콘	0	0	x
	베이슨정	x	0	x
	글루파정	x	0	x
	다이그린	x	x	0
인슐린	휴물린 알	1	1	1
	노보렛	0	0	1
	휴물린 엔	x	0	0
	란투스	x	0	0
total	5	4	7	
비율	31.3%	25.0%	43.8%	

Table 2. Cases that have a meal on each group

		peak time	effective duration	비고
경구약	아마릴	2-3hr	24hr	실폰요소계
	다이아벡스	없음		바이구아나이드계
	글루코바이	없음		알파글루코시다제억제제
	디아미크롱	4-6hr	24hr	실폰요소계
	아반디아정	1hr	~12week	티아졸리딘디온계
	유글루콘	2-4hr	18-24hr	실폰요소계
	베이슨정	1-1.5hr	12week	알파글루코시다제억제제
	글루파정	없음		바이구아나이드계
	다이그린	없음	12-24hr	실폰요소계
인슐린	휴물린 알	2-4hr	5-7hr	단시간형
	노보렛	4-12hr	24hr	중시간형
	휴물린 엔	6-12hr	18-24hr	중시간형
	란투스	1일 1회 투여로 효과지속		장시간형



ROI	type		ellipsoid
	size	liver	3cm*3cm
mediastinum		2cm*2cm	
SUV 기준	liver	1.5~2.0	
	mediastinum	1.0~1.5	

Fig. 2. Set of ROI (Region of Interest) and normal SUV (Standard Uptake Value).

4. 혈당 120 mg/dl 이상일 때 PET 영상 분석

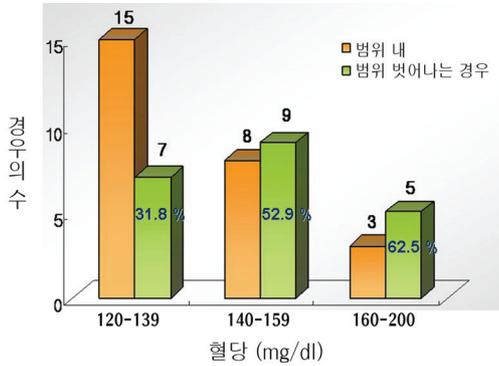
현재 PET 검사가 가능한 혈당 범위는 정상인에서 120 mg/dl 이하로 정하고 있지만, 당뇨 환자인 경우에는 120 mg/dl 이상일 때에도 판독의사의 확인 후 검사를 시행한 경우가 있었다. 120 mg/dl 이상의 혈당이 PET 영상에 미치는 영향을 분석하여 당뇨 환자에서 PET 검사를 위한 적절한 혈당 범위를 알아보려고 하였다. PET 영상에 관심영역(ROI)을 간(Liver)과 종격동(Mediastinum)에 설정하고, 표준섭취계수(SUV)를 산출하였다(Fig. 2). 정상 표준섭취계수(정상 SUV 기준 : 2006년 핵의학과 CPI활동에서 정상인 100명을 대상으로 간과 종격동의 SUV를 산출한 것임)를 기준으로 하였을 때 간과 종격동에서 정상 SUV 범위를 벗어나는 비율은 혈당 120-139 mg/dl 에서 31.8%, 혈당 140-159 mg/dl에서 52.9%, 혈당 160-200 mg/dl에서 62.5%로 나타났다(Fig. 3). 혈당이

140 mg/dl 이하인 집단과 140 mg/dl 이상인 집단의 SUV 값에는 통계적으로 유의한 차이($\chi^2 : 4.2, p < 0.05$)가 있었다 (Fig. 3).

고찰 및 결론

자료 분석을 통해 ¹⁸F-FDG PET 검사를 위한 당뇨환자의 혈당 조절에 관한 표준화된 안내문(guideline)을 완성하였고 주요 내용은 다음과 같다(Fig. 4).

본 연구에서는 ¹⁸F-FDG을 이용한 PET 검사에서 혈당 조절 실패로 인한 검사 부도 발생, 수검자 불만 발생 등의 문제를 개선하기 위하여 핵의학팀을 중심으로 내분비내과 당뇨교육실과 함께 당뇨환자를 위한 혈당 조절에 관한 안내문을 성공적으로 완성하였고, 핵의학과 판독의사의 확인 절차를 거친 후 이를 적용하였다. 본 연구를 통하여 활동 전 발생되



SUV	BST그룹		전체
	140이하	140이상	
정상범위내	17	12	29
	13.6	15.4	29.0
정상범위벗어남	5	13	18
	8.4	9.6	18.0
전체	22	25	47
Chi-square	4.243		
자유도	1		
P-value	0.039 **		
** p < 0.05			

Fig. 3. Result of analysis on PET images in case that BGL is more than 120 mg/dl.

PET 검사에서 당뇨병환자의 혈당 조절에 관한 안내

※ PET 검사를 위해서는 혈당 조절이 필요합니다.

- 당뇨가 없는 수검자는 당 조절(120 mg/dl 이하)을 위해 금식이 6시간 이상 필요합니다.
- 당뇨가 있는 수검자는 아래 내용을 참고하여 혈당을 조절하십시오.

☞ **경구 혈당강화제**(약품명: 아메벨, 다이아백스, 다이아코플 등)를 복용 하는 경우

A. 예약시간이 오전인 경우

- 검사 전일 자절이후 금식하도록 합니다.
- 혈당속정이 가능한 경우 당일 혈당수치에 따라 다음과 같이 준비합니다.
 - ① 혈당수치가 140mg/dl이하일 때는 경구혈당강화제를 복용 하지 않고 내원하도록 합니다.
 - ② 혈당수치가 140mg/dl이상일 때는 경구혈당강화제를 예약 4시간 전에 복용하고 내원하도록 합니다.

B. 예약시간이 오후인 경우

- ① 아침 식사 후 금식을 6시간이상 하도록 합니다.
- ② 당일 경구혈당강화제는 평소대로 복용하고 내원하도록 합니다.

☞ **인슐린**(약품명 : 휴물린 알, 노보렐, 만투스 등)를 투약하는 경우

A. 예약시간이 오전인 경우

- 검사 전일 자절이후 금식하도록 합니다.
- 혈당속정이 가능한 경우 당일 혈당수치에 따라 다음과 같이 준비합니다.
 - ① 혈당수치가 140mg/dl 이하일 때는 인슐린을 투여하지 않고 내원합니다.
 - ② 혈당수치가 140mg/dl ~ 200mg/dl일 때는 인슐린을 평소 투여량의 1/3를 최소 예약 4시간 전에 투여하고 내원하도록 합니다.
 - ③ 혈당수치가 200mg/dl 이상일 때는 인슐린을 평소 투여량의 절반을 최소 예약 4시간 전에 투여하고 내원하도록 합니다.

B. 예약시간이 오후인 경우

- ① 아침 식사 후 금식을 6시간이상 하도록 합니다.
- ② 당일 인슐린을 평소대로 투여하고 내원하도록 합니다.

모든 당뇨병환자는 저혈당에 대비하여 사탕 또는 초콜릿을 준비합니다.
만약 저혈당 증세(식은땀, 현기증 등)가 심하면 PET 검사실로 문의 후 사탕이나 초콜릿을 드시도록 합니다.

◆ 서울아산병원 PET 검사실 ☎: 02) 3010-5421 ~2

서울아산병원
Asan Medical Center

Fig. 4. Guideline for diabetic control of diabetic patients in ¹⁸F-FDG PET.

있던 수검자의 불만을 미연에 방지하여 고객 만족을 향상시키고 원활한 PET 검사 진행으로 직원 만족 효과를 달성하였으며, 검사 부도율을 감소시켜 경제적 손실을 방지할 수 있었다.

¹⁸F-FDG PET 검사는 CT, MR 검사에 이어 암 환자의 수술 전 후, 항암 치료 및 방사선 치료 전 후 효과 평가를 위한 추적 검사로서 각광받고 있으며,¹⁾ 그에 따라 처방 건수가 급증하고 있다. 또한 생리학적 대사를 평가하는 검사이기 때문에 수검자의 상태, 전처치 여부에 따라 판독 결과가 달라질 수 있고, 특히 포도당 대사를 이용하므로 혈당 조절 여부는

- ① 경구혈당 강하제나 인슐린을 투여하는 경우 투여시간은 최고작용 시간을 감안하여 검사 4시간 전까지 가능함.
- ② PET 검사를 위해 정상인에서는 혈당을 120 mg/dl 이하로, 당뇨병환자에서는 140 mg/dl 이하로 조절하도록 권장함.
- ③ 당뇨병환자에서 식사를 하지 않는 것이 혈당 조절을 성공적으로 할 수 있으므로 가능한 오전에 PET 검사를 시행할 것을 권장하지만, 그렇지 못한 경우를 대비하여 오전 예약과 오후 예약을 구분하여 조절하도록 함.

검사 결과에 영향을 미치는 중요한 인자이다. 따라서 혈당 조절이 어려운 당뇨병환자의 혈당 조절에 관한 관리는 최근 당뇨병환자가 증가하는 추세를 감안할 때 PET 검사를 하는 수검자 중 당뇨병환자의 수도 증가함과 더불어 본 연구를 통해 완성된 혈당 조절에 관한 안내문은 필수적인 요소라 생각된다.

이 연구를 바탕으로 당뇨병환자에 대한 전산화 관리 등 보다 구체적이고 효율적인 방안이 지원된다면 다른 유사검사 준비를 위한 표준이 될 것으로 기대되며, PET 검사를 시행하고 있는 타 의료기관에서도 본 연구를 모델로 삼는다면 보다 정확한 검사를 시행하는 데 도움이 될 것으로 사료된다.

REFERENCES

1. Dale L Bailey, David W Townsend, Peter E Valk and Michael N Maisey (Eds); Positron Emission Tomography: Basic sciences, 2005.
2. By Patrick J. Peller. Diabetic Patient Preparation, PET Foundations from Cardinal Health.
3. University of Alberta/Stollery Children's Hospital; Suggestions for Management of Diabetic Patients for FDG PET-CT Scan, April, 2007.
4. Eric Turcotte, Michel Leblanc, Andre Carpentier. Optimization of Whole-Body Positron Emission Tomography Imaging by Using Delayed 2-Deoxy-2-[F-18]flouro-D-glucose Injection Following I.V Insulin in Diabetic Patients, *Mol Imaging Biol* 2006;8: 348-354.
5. Tatsuo Torizuka, Kenneth R. Zasadny. Diabetes Decrease FDG Accumulation in Primary Lung Cancer. *Clinical Positron Imaging*. Vol.2, No.5, 281-287.1999.