

## &lt;원저&gt;

초음파영상에서의 임신초기 복부피하지방두께를 이용한  
임신성당뇨 위험인자 평가- Evaluation of Gestational Diabetes Mellitus Risk Factors Using Abdominal  
Subcutaneous Fat Thickness for Early Pregnancy in the US Imaging -<sup>1)</sup>부산가톨릭대학교 보건과학대학 방사선학과 · <sup>2)</sup>일신기독병원 영상의학과김창수<sup>1)</sup> · 양성희<sup>2)</sup> · 김정훈<sup>1)</sup>

## — 국문초록 —

본 연구는 임신초기 초음파에 의해 측정된 임신부의 복부 피하지방두께(Abdominal Subcutaneous Fat Thickness; ASFT)와 임신중기 발현되는 임신성당뇨(Gestational Diabetes Mellitus; GDM)와의 연관성을 확인하고 GDM 예측을 위한 ASFT의 기준을 알아보려고 하였다. 286명의 임신부를 대상으로 임신초기 ASFT를 측정한 후 임신중기 GDM 선별검사(50 g OGTT) 140 mg/dL 이상을 고위험군으로 산정하고 산모연령, 임신 전 체질량지수, 임신 중 체중증가량과 함께 비교 분석하였다. ROC 곡선분석을 이용하여 GDM 예측을 위한 ASFT의 cut-off value를 결정하였다. 산모연령, 임신 중 체중증가량은 임신중기 GDM과 관련성이 없었으며, 임신 전 체질량지수와 임신초기 ASFT는 정상군과 GDM 고위험군에서 의미있는 차이를 보였다. GDM 예측을 위한 ASFT의 cut-off value는 2.23 cm(AUC 0.913, Sensitivity 76.19%, Specificity 93.72%)로 결정하였다. 임신초기 초음파로 측정된 ASFT는 임신중기 GDM 예측을 위한 중요한 지표로 유용하게 평가되었다. 따라서 ASFT는 GDM을 조기에 인식하는데 있어서 보조적인 진단지표로 활용할 수 있을 것으로 사료된다.

**중심 단어:** 임신성당뇨, 임신 전 체질량지수, 복부 피하지방두께

## I. 서 론

임신성당뇨(Gestational Diabetes Mellitus; GDM)란 정도에 관계없이 임신 중에 발견되거나 처음 시작된 당불내성(carbohydrate intolerance)으로 정의되며 임신 중에 발생하는 당뇨 또는 내당능장애(Impaired Glucose Tolerance; IGT)로 내과적 합병증 중의 하나이다. 전체 임신부의 3~5%를 차지하며 GDM에 노출될 경우 출산 후 수년이 지나면 제2형 당뇨병(Type 2 diabetes) 발생의 가능성이 높아진다<sup>1)</sup>. 산모에게서 GDM은 전자간증(pre-eclampsia), 자간증

(eclampsia) 등 합병증의 위험을 증가시키며, 태어난 신생아는 거대아(large for gestational age; LGA)를 비롯한 고빌리루빈혈증(hyperbilirubinemia), 저칼슘혈증(hypokalemia), 적혈구과다증(erythrocytosis) 등 주산기 이환률이 높아진다고 보고되고 있다. 따라서 GDM을 미리 예측하고 조기 발견하는 것은 중요하다<sup>2,3)</sup>.

일반적인 GDM을 진단하기 위한 검사는 선별검사(screening test)로서 임신주수 24~28주 사이 식사와 상관없이 50 g 경구 당부하 검사(Oral Glucose Tolerance Test; OGTT)를 실시한다. 포도당(Diasol 50 g)을 경구 복용 후 1시간 뒤 측

This study was supported by a grant from 2016 research funding support of Catholic University of Pusan

Corresponding author: Jung Hoon Kim, Department of Radiological Science, College of Health Science, Catholic University of Pusan, 57, Oryundae-ro, Geumjeong-gu, Busan-si, Korea/ Tel: +82-51-510-0583 / E-mail: donald@cup.ac.kr

Received 2 February 2017; Revised 17 March 2017; Accepted 25 March 2017

정한 혈당이 140 mg/dL(7.8 mmol/L) 이상일 때 양성으로 판정하고 확진을 위해 8시간 이상 금식 후 한 시간 간격으로 4회 채혈을 하여 100 g 경구 당부하 검사를 시행한다<sup>4)</sup>. 하지만 금식과 반복된 채혈은 임신부에게 많은 부담을 줄 수 있다. 검사 결과에 따라 공복혈당과 식후 2시간 혈당을 측정 후 식이요법과 운동, 인슐린 치료를 시행하며 이 같은 치료로 GDM으로 인한 산모나 태아의 합병증을 감소시킬 수 있다<sup>5)</sup>.

GDM 관련인자에는 산모연령, 임신 전 체질량지수, 가족력, 비만(Obesity), 임신 중 체중증가량(weight gain; WG) 등이 있으며 이 중 가장 큰 위험인자는 비만이다. 비만은 복부 피하지방두께(Abdominal Subcutaneous Fat Thickness; ASFT)와 높은 상관관계가 있다고 알려져 있다<sup>6-8)</sup>.

ASFT 측정의 가장 신뢰도가 높은 방법은 컴퓨터 단층촬영(CT)이지만 고가의 장비를 사용하며, X선 노출의 위험으로 실제 임상에서 임신부에게 적용하기에는 한계가 있다. 이에 반해 초음파영상을 이용한 ASFT 측정법은 X선 노출의 위험이 없으며 비교적 간단하게 측정할 수 있다는 점에서 임신부에게 유용하게 사용할 수 있다. 또한 CT와 초음파로 측정된 ASFT 사이에 상관성이 높다는 연구결과가 발표된 이후 이와 관련된 연구들이 계속 진행되고 있는 실정이다<sup>9,10)</sup>.

따라서 본 연구에서는 임신부를 대상으로 임신초기 초음파영상의 ASFT와 임신중기 GDM 발현과 관련된 인자들의 연관성을 분석하고 GDM의 조기발견 예측 표지자로서 ASFT의 기준을 제시하고자 한다.

## II. 대상 및 방법

실험진행은 다음의 순서로 진행하였으며 구체적인 연구 대상 및 방법은 다음과 같다(Fig. 1).

### 1. 연구대상

2015년 1월 - 2016년 2월까지 부산소재 I병원 산부인과에서 산전 정기검진을 받는 임신초기 11~14주 사이 단태아 임신부(singleton pregnant women) 286명을 대상으로 하였으며, 임신 전 체중과 임신중기 24~28주 사이 체중을 측정하여 변화량을 구하였다. 정상대조군 223명 및 GDM 고위험군 63명은 모두 규칙적인 월경주기를 가졌고 마지막 월경시작일(Last Menstrual Period; LMP)을 기준으로 임신 주수를 산정하였다. 기준에 제2형, 제2형 당뇨병을 가진 임신

부와 임신 중 흡연을 한 임신부, 고혈압, 대사증후군 등 내과적 질환이 있는 경우는 제외하였다.

### 2. 연구방법

#### 1) 복부 피하지방두께(ASFT) 측정

초음파를 이용한 ASFT의 측정은 환자를 편안한 자세로 눕힌(supine) 상태에서 복벽의 최소한 긴장상태 즉 호기(expiration) 말에 배꼽 상방 1 cm 부위에서 피부표면과 복직근(rectus abdominis muscle)까지의 최대 깊이를 종단 스캔(longitudinal scan)하여 영상을 획득하였다. 획득한 영상에서 ASFT를 수직으로 측정하였다(Fig. 2)<sup>11)</sup>.

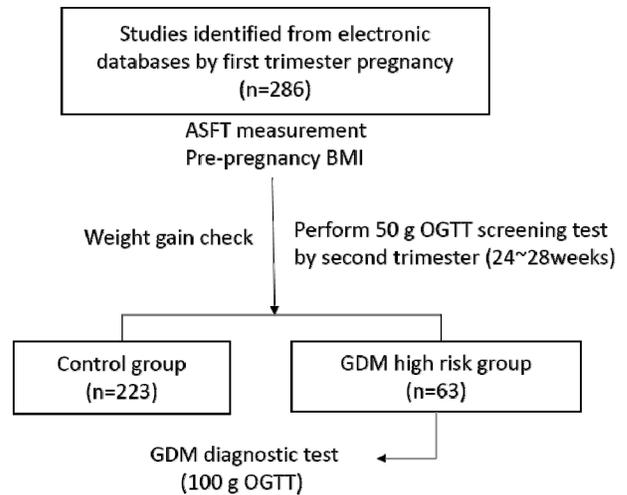


Fig. 1 Flow chart of experiments

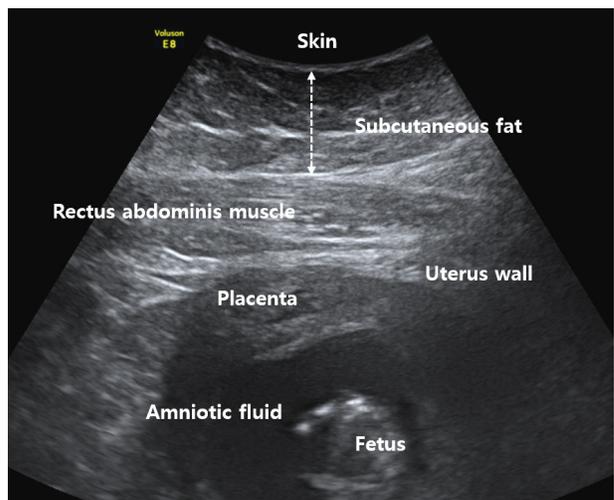


Fig. 2 Image of abdominal subcutaneous fat thickness measurement by early pregnancy

초음파 장비는 주파수 2~8 MHz의 고해상도 Convex array probe(Voluson E8, Expert, GE, Austria)를 사용하였다.

2) 경구 당부하 검사(OGTT)

임신초기 ASFT를 측정한 산모에게 대한산부인과학회 권고에 따라 임신중기 식사여부와 상관없이 포도당(Diasol 50 g)을 마시게 한 다음 1시간 동안 금식을 시킨 후 정맥혈을 채취하여 Hexokinase 방법에 의해 포도당 혈당농도를 측정하였다. 50 g OGTT 검사결과가 140 gm/dL 이상인 경우를 고위험군으로 판정하였다<sup>12)</sup>.

3) 통계분석

모든 변수들은 히스토그램 및 정규성 검정을 실시하여 이상 값을 확인한 다음 기술통계를 통해 각 변수들의 최소, 최대, 표준편차 범위 내 평균값을 구하였다. GDM 고위험군과 정상대조군의 평균 차이 비교를 위해 산모연령, 임신 중 체중증가량, ASFT는 독립표본 t검정(independent t-test), 임신 전 BMI는 카이제곱검정(Chi-square test)을 시행하였다.

GDM 고위험군 예측을 위한 독립변수들의 유효 cut-off value를 결정하고 정확도를 평가하기 위해 ROC(Receiver Operating Characteristic) 곡선분석을 시행하였으며 곡선하면적(area under the curve; AUC), 민감도(sensitivity), 특이도(specificity)를 산출하였다. 통계적 유의성은 p-value 0.05 미만인 경우를 기준으로 판정하였으며, 모든 통계처리 는 MedCalc Statistical Software Ver 15.8(Ostend, Belgium)을 사용하였다.

III. 결 과

1. 대상자의 일반적 특성

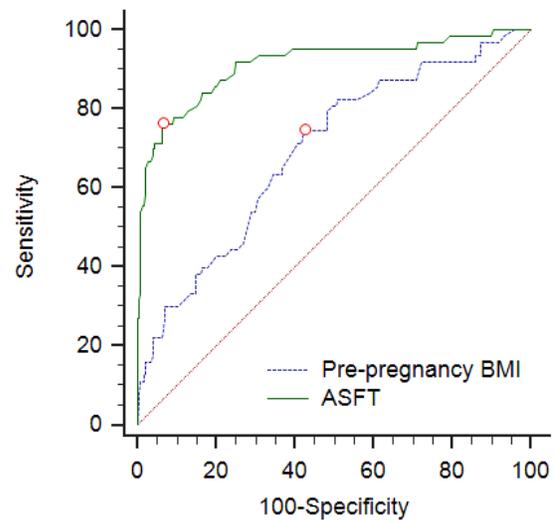
대상자 286명 중 GDM 선별검사(50 g OGTT)에서 정상대조군은 223명(78%), GDM 고위험군은 63명(22%)으로 분류되었으며, 전체 산모연령은 평균 32.44±3.65세(23~41세)로 정상대조군과 GDM 고위험군 사이에 유의한 차이는 보이지 않았다(p=0.863).

임신 전 전체 평균 BMI는 22.02±2.93 kg/m<sup>2</sup>(18~30 kg/m<sup>2</sup>)으로 세계보건기구 아시아인 기준<sup>13)</sup>에 따라 저체중(overweight) 25명(8.7%), 정상체중(normal range) 162명(56.5%), 과체중(overweight) 99명(34.6%)로 분류하였다.

**Table 1** Demographic characteristics of normal and GDM high risk group (mean±SD)

Variable (n=286)	Control group (n=223)	GDM high risk (n=63)	p value
Age (years)	32.26±3.66	33.06±3.58	.863
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	21.54±2.66	23.69±3.27	.031
< 18.5	18.12±0.13	18.15±0.07	
18.5~22.9	20.47±1.20	21.10±1.29	
≥ 23	24.97±1.67	26.07±2.37	
WG (kg)	4.64±2.18	4.99±2.60	.069
ASFT (cm)	1.74±0.32	2.62±0.54	.001

BMI: Body Mass Index, WG: Weight Gain  
ASFT: Abdominal Subcutaneous Fat Thickness



**Fig. 3** ROC curve of pre-pregnant using predicting GDM measured BMI, ASFT in the ultrasonography

GDM 고위험군으로 선별된 63명 중 저체중 2명(3.2%), 정상체중 27명(42.9%), 과체중 34명(54.0%)으로 과체중인 산모 비율이 다른 군보다 높았다(p=0.031). 임신 중 전체 체중증가량은 평균 4.72 kg(0.1~12.0 kg)으로 정상대조군과 GDM 고위험군과는 유의한 차이를 보이지 않았으며(p=.069), ASFT는 전체 평균 1.94 cm(1.00~4.06 cm)로 정상대조군과 GDM 고위험군 사이에 통계적으로 의미 있는 차이를 보였다(p=0.001)(Table 1).

2. ROC 곡선분석

GDM 고위험군을 예측할 수 있는 유효한 cut-off value를 도출하기 위하여 ROC 곡선 분석을 실시하였으며(Fig. 3), 독립변수들의 곡선하면적(AUC), 민감도, 특이도를 구

**Table 2** ROC analysis of parameter as predictor of GDM high risk group

Variable	AUC	Sensitivity (%)	Specificity (%)	Youden index
Age (years)	0.565	41.27	72.65	0.139
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	0.694	74.60	57.40	0.320
WG (kg)	0.526	33.33	80.27	0.136
ASFT (cm)	0.913	76.19	93.72	0.699

BMI: Body Mass Index, WG: Weight Gain  
 ASFT: Abdominal Subcutaneous Fat Thickness  
 AUC: Area Under the Curve

하여 정확도의 지표로 이용하였다. 그 결과 임신 전 BMI 21.67 kg/m<sup>2</sup>(AUC 0.694, 민감도 74.60%, 특이도 57.40%, Youden index 0.320), ASFT 2.23 cm(AUC 0.913, 민감도 76.19%, 특이도 93.72%, Youden index 0.699)로 결정하였다(Table 2).

#### IV. 고 찰

임신성당뇨(GDM)의 빈도는 나라와 인종, 선별 대상군 및 진단기준에 따라 차이가 있으나 보통 1~10% 사이로 보고되며, GDM 진단의 발병율은 출산연령의 고령화, 산모의 비만도 증가 등의 이유로 해마다 증가하고 있다. 이로 인해 임신성 당뇨와 관련된 합병증의 발생도 꾸준히 증가하며 또한 태아에게도 출생 시 호흡곤란 등 여러 가지 치명적인 질환 등을 유발시키므로 GDM 위험인자의 예측과 예방은 절실히 필요하다<sup>14,15)</sup>.

GDM의 가장 보편화된 진단방법은 임신 24~28주 사이에 50 g 경구 당부하 검사를 시행하여 혈당수치가 140 mg/dL 이상 시 100 g 경구 당부하 검사를 시행하는 것이다. 이 방법은 임신중기 이후에 시행하는 검사로 GDM 위험인자를 선별하도록 권장하고 있으며 대부분 임상에서 이 지침을 따르고 있다. 하지만 임신중기 이후에 국한되는 검사로 GDM 위험인자를 조기에 발견하기는 어렵다. 산과적 합병증은 발견하는 시기에 따라라도 합병증 발생율이 좌우되기 때문에 GDM 위험인자로 인한 산과적 합병증을 예방하려면 조기발견과 함께 적극적인 관리가 이루어져야한다<sup>16)</sup>.

문헌고찰을 통해 GDM 위험인자와 관련하여 조기에 예측할 수 있는 요인을 찾고자 산모연령, 임신 전 체질량지수, 임신 중 체중증가량, 임신초기 초음파로 측정된 복부지방두께를 독립변수로 결정하여 연구를 진행하였다. GDM 인자를 조기 발견하기 위한 연구는 지속적으로 이루어져 왔다. 대규모 연구에서 산모연령 및 임신 전 체질량지수가 임신중

기 GDM 진단을 유의하게 증가시킨다는 연구가 있었으며 중요한 위험인자로 작용한다고 보고하였다<sup>6,8)</sup>. 하지만 본 연구에서는 산모연령이 증가할수록 GDM 인자와의 관련성은 유의하지 않은 결과를 보였다( $p=0.863$ ). 임신 전 체질량지수에 있어서는 GDM 인자와 유의한 차이를 보였으며 특히 과체중에서 더욱 영향을 받는 결과를 보였다( $p=0.031$ ). 이는 임신 전 체중관리가 GDM 위험인자의 예방에 중요함을 시사해 주고 있다. 또한 산모가 과체중 또는 비만이거나 임신 중 체중증가가 과도할 때 GDM 위험인자를 유발한다는 결과를 바탕으로 본 연구에서도 체중증가량과 GDM 인자와의 관련성을 살펴보았으나 유의한 차이는 발견하지 못했다( $p=0.069$ ).

최근 비만과 관련된 여러 가지 대사질환 및 심혈 질환들이 알려지면서 복부 지방을 정확히 평가하기 위한 측정방법들이 대두되고 있다. 그 중 한 방법으로 검사자 간 미세한 측정오차가 있을 수 있다는 단점에도 불구하고 고 해상도의 초음파를 이용한 복부 지방두께(ASFT)의 측정은 임신부에게 쉽게 적용시킬 수 있다는 장점이 있어 연구가 많이 진행되었으며 재현성에 있어서도 유용하다고 하였다<sup>17)</sup>. 비만 산모(maternal obesity)와 GDM 위험인자들과의 상관성은 이미 알려져 있으며, 특히 복부(central obesity) 지방두께와 임신중기에 시행되는 GDM의 관련연구도 최근 보고되고 있다<sup>18)</sup>. 이에 본 연구에서는 임신중기 GDM을 발현시키는 독립변수들 중에서 가장 주의 깊게 파악해야 될 위험인자를 알아보고자 하였다. 그 결과 여러 인자들 중에서 임신초기 측정된 ASFT 두께가 GDM의 위험도를 증가시키는 가장 큰 요인이 됨을 알 수 있었다. 또한 백인을 대상으로 한 연구와 비교해 보았을 때 평균값에 있어서는 비슷한 결과를 보였으나, 최대 두께에 있어서는 우리나라 산모에서 더 적은 수치를 나타내었다<sup>19)</sup>.

GDM 진단의 예측 지표로서의 평가에서 ASFT는 GDM 고 위험군에서 유의한 차이를 나타내며 증가하였고( $p=0.001$ ), 또한 기존연구의 임신부의 복부비만 지표로 BMI만으로 평

가되는 제한점을 일부 극복할 수 있었다<sup>8)</sup>.

본 연구의 결과로서 ASFT의 GDM 고위험군을 예측할 수 있는 유효 cut-off value는 2.23 cm(AUC 0.913, 민감도 76.19%, 특이도 93.72%)로 결정하였다. 따라서 임신초기 ASFT가 2.23 cm 이상의 산모에서는 임신기간 동안 적절한 관리가 필요하며, 사전에 GDM 위험인자에 대한 경각심을 가지고 임신 중 당뇨관리에 더욱 주의를 기울일 수 있을 것으로 사료된다. 또한 시대에 맞는 식습관과 생활양식을 반영한 충분한 연구기간을 두고 GDM 진단결과로 확진 받은 대상을 기준으로 한 전향적인 연구가 진행되어야 할 것이다.

## V. 결 론

본 연구는 산모 286명을 대상으로 임신 중기이후 발현되는 GDM의 결과를 바탕으로 후향적으로 분석하였고, 그 결과 임신초기 초음파로 측정된 ASFT와 임신 전 체질량지수가 임신중기 GDM 위험인자의 예측에 중요한 지표로 유용하게 평가되었다. 그 중 임신초기 쉽게 획득할 수 있는 정보인 ASFT의 AUC가 0.913으로 가장 높은 정확도를 나타내었다. 따라서 ASFT가 임신성당뇨를 선별하는 가장 유용한 예측인자로 판단되며 GDM 진단결과와 위험성을 인식하고 예측하는데 보조적인 진단 지표로 활용될 것으로 사료된다.

## REFERENCES

1. Ratner RE: Prevention of type 2 diabetes in women with previous gestational diabetes. *Diabetes Care.*, 30, 242-245, 2007
2. Hedderon MM, Weiss NS, Sadks DA, et al: Pregnancy weight gain and risk of neonatal complications: macrosomia, hypoglycemia, and hyperbilirubinemia. *Obstetrics & Gynecology.*, 108, 1153-1161, 2006
3. Joan LN, Michael KG: Infants of diabetic mothers. *Pediatric Clinics of North America.*, 51, 619-637, 2004
4. Park SN, Cha YJ, Jeong KA, Yoo EH, Chun SH, Kim CI: Clinical efficiency of 50 g oral glucose challenge test, 75 g and 100 g oral glucose tolerance test for screening and diagnosis of gestational diabetes. *Korean Society of Obstetrics and Gynecology.*, 19, 131-141, 2008
5. Crowther CA, Hiller JE, et al: Effect of treatment of gestational diabetes mellitus on pregnancy outcomes. *The New England Journal of Medicine.*, 352, 2477-2486, 2005
6. Kim MJ, Lee SK, Lee JA, Lee PR, Park HS: Risk Factors for Gestational Diabetes Mellitus in Korean Women. *Korean Society for the Study of Obesity.*, 22, 85-93, 2013
7. Kim YK, Han MS: The Usefulness of Visceral Fat Thickness Measured by Ultrasonography as an Abdominal Obesity Index. *Journal of Radiological Science and Technology.*, 31, 249-257, 2008
8. Choi HM: Perinatal outcome associated with pre-pregnancy body mass index and weight gain during pregnancy. *Korean Journal of Obstetrics and Gynecology.*, 53, 981-987, 2010
9. Claudia TS, Theodore JD: CT in pregnancy: Risks and benefits. *Applied radiology.*, 42, 6-16, 2013
10. Cynthia HM, Beth AS, Thomas DA, et al: Radiation Exposure and Pregnancy: When Should We Be Concerned?. *Radiographics.*, 27, 909-917, 2007
11. Kim SK, Kim SH, Rhee YM, et al: The comparison of intra-abdominal fat distance (I-A Fat Distance) and visceral adipose tissue area (VAT) or visceral fat to skeletal muscle area ratio (VMR) measurement by computed tomography (CT). *The Korean Association of Internal Medicine.*, 64, 49-59, 2003
12. Choi YJ, Kahng JM, Bin JH, et al: The Relationship between the Timing of Gestational Diabetes Screening and HbA1c Level and Neonatal Outcome. *The Korean Society for Laboratory Medicine.*, 29, 110-115, 2009
13. "The Asia-Pacific Perspective: Redefining Obesity and its Treatment", World Health Organization Western Pacific Region, 15-20, 2000
14. Catalano PM, McIntyre HD, Cruickshank JK, et al: The hyperglycemia and adverse pregnancy outcome study: associations of GDM and obesity with pregnancy outcomes. *Diabetes Care.*, 35, 780-786, 2012
15. Vinod GN, Gurpreet SS, Manash B, Ritoo B: Evaluation Of The Incidence And Outcome Of Gestational Diabetes Mellitus Using The Current

- International Consensus Guidelines For Diagnosing Hyperglycemia In Pregnancy. *International Journal of Reproduction, Contraception, Obstetrics and Gynecology.*, 5, 3361–3366, 2016
16. Yun SH, Han SW, Lee SH, Jung YW, Kim EH: Comparison of Obstetric and Neonatal Outcomes According to Oral Glucose Challenge Test in Korean Pregnant Women. *The Korean Society of Perinatology.*, 24, 180–186, 2013
17. Philipsen A, Carstensen B, Sandbaek A, et al: Reproducibility of ultrasonography for assessing abdominal fat distribution in a population at high risk of diabetes. *Nutrition & Diabetes.*, 3, e82, 2013
18. Gur EB, Ince O, Turan GA, et al: Ultrasonographic visceral fat thickness in the first trimester can predict metabolic syndrome and gestational diabetes mellitus. *Endocrine*, 47, 478–484, 2014
19. De Souza LR, Berger H, Retnakaran R, et al: First-Trimester Maternal Abdominal Adiposity Predicts Dysglycemia and Gestational Diabetes Mellitus in Midpregnancy. *Diabetes Care.*, 39, 61–64, 2016

## •Abstract

### Evaluation of Gestational Diabetes Mellitus Risk Factors Using Abdominal Subcutaneous Fat Thickness for Early Pregnancy in the US Imaging

Changsoo Kim<sup>1)</sup>·Sung-Hee Yang<sup>2)</sup>·Jung-Hoon Kim<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>*Dept. of Radiological Science, College of Health Sciences, Catholic University of Pusan*

<sup>2)</sup>*Dept. of Radiology, Ilsin Christian Hospital*

The purpose of this study was to investigate the relationship between abdominal subcutaneous fat thickness(ASFT) and maternal gestational diabetes mellitus(GDM) measured by ultrasound at period of pregnancy. We compared maternal age, pre-pregnancy body mass index, and weight gain during pregnancy in 286 pregnant women who were diagnosed with early pregnancy ASFT and high GDM screening test(50 g OGTT) of more than 140 mg/dL. ROC curve analysis was used to determine the cut-off value of ASFT for GDM prediction. Maternal age and weight gain during pregnancy were not related to GDM in the mid-trimester and pre-pregnancy body mass index and early pregnancy ASFT were significantly different between normal and GDM high risk groups. The cut-off value of ASFT for GDM prediction was 2.23 cm(AUC 0.913, Sensitivity 76.19%, Specificity 93.72%). ASFT measured by ultrasound in early pregnancy was useful as an important index for predicting mid-trimester GDM prediction. Therefore, ASFT can be used as an auxiliary diagnostic index for early recognition of GDM.

**Key Words :** Gestational Diabetes Mellitus, Body mass index, Abdominal Subcutaneous Fat Thickness