임신 전 체질량 지수와 임신 중 체중증가가 자녀의 과체중에 미치는 상호작용 영향

이혜아 · 박은애¹ · 김영주² · 이화영³ · 홍영선⁴ · 장남수⁵ · 오세영⁶ · 하은희 · 박혜숙

이화여자대학교 의학전문대학원 예방의학교실, 소아과학교실¹, 산부인과학교실²
해부학교실³, 내과학교실⁴, 건강과학대학 식품영양학과⁵, 경희대학교 생활과학대학 식품영양학과⁶

= Abstract =

Interaction Effects of Pre-Pregnancy Body Mass Index and Gestational Weight Gain on Offspring's Overweight

Hye Ah Lee · Eun Ae Park¹ · Young Ju Kim² · Hwayoung Lee³ · Young Sun Hong⁴
Namsoo Chang⁵ · Se Young Oh⁶ · Eun Hee Ha · Hyesook Park

*Department of Preventive Medicine, Department of Pediatrics¹
Obstetrics and Gynecology², Anatomy³, Internal Medicine, School of Medicine⁴
Nutritional Science and Food Management, College of Health Sciences
Ewha Womans University, Seoul, Korea⁵
Department of food and nutrition, Kyung Hee University, Seoul, Korea⁶*

Objectives: Woman with low pre-pregnancy body mass index (BMI) and gestational weight gain (GWG) associated with restricted prenatal growth and offspring's obesity, respectively. In present study, we aim to show the interaction effect of pre-pregnancy BMI and GWG on childhood overweight in 3 years of age.

Methods: We followed up subjects in Ewha Birth & Growth Cohort, which is a prospective cohort established 2001~2005. The study subjects consisted of 214 who had informed pre-pregnancy BMI and GWG and their offspring participated in the regular examination at 3 years of age. Anthropometric measurements and whole blood sample were done at 3 years of age. The interaction effect of the pre-pregnancy BMI and GWG has been estimated using ANCOVA.

Results: Pre-pregnancy BMI categories were assigned the values of low-weight ($\leq 18.5\text{kg/m}^2$), normal weight ($18.6\sim 22.9\text{kg/m}^2$), and high weight ($>23.0\text{kg/m}^2$) according to the Asia-Pacific standard and GWG was categorized in three group under weight gain, normal weight gain, and over weight gain using gestational weight gain inter-quartiles range according to gestational age. Our study shows that low pre-pregnancy BMI and high pre-pregnancy BMI groups have higher standardized weight at 3 years of age compared to normal pre-pregnancy BMI group. Moreover, pre-pregnancy BMI interacted

본 연구는 2009년도 정부 (교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 기초연구사업 지원을 받아 수행된 것임(2009-0064004).
교신저자: 박혜숙, 서울시 양천구 목동 911-1 이화여자대학교 의학전문대학원 예방의학교실
전화: 02-2650-5753, 전송: 02-2652-8325, E-mail: hpark@ewha.ac.kr
원고접수: 2010년 12월 16일, 1차 수정: 2011년 1월 14일, 원고채택: 2011년 1월 19일

with gestational weight gain in birth weight ($p < 0.04$) and standardized weight at 3 years of age ($p < 0.01$) when adjusted for maternal age and offspring gender.

Conclusions: This study shows that low pre-pregnancy BMI and under GWG are associated with offspring's high weight at early childhood. Therefore, we suggest that it is important for women to maintain normal range of BMI and GWG in pre-pregnancy and pregnancy.

Key Words: pre-pregnancy body mass index, gestational weight gain, children, overweight

서 론

소아 청소년 시기의 비만은 성인 시기의 비만으로 이어지고(Guo SS, 1994), 성인에서의 비만은 제2형 당뇨병(Ebbeling CB, 2002), 고혈압(Freedman DS, 1999), 심혈관계 질환(Baker JL, 2007)과 같은 주요 만성질환과 높은 연관성을 가지고 있어 소아 시기의 비만을 예방하는 조기중재가 중요하다. 소아 비만은 유아기의 분유 섭취 및 모유 수유 기간(Harder T, 2005)과 생후 급격한 몸무게 증가(Ong KK, 2000)가 영향을 미치는 것으로 보고되고 있으며 또한 부모의 비만 정도(Lake JK, 1997)도 자녀의 체질량지수와 양의 상관성을 보이는 것으로 나타났다. 특히 수태기 전(preconception) 시기의 어머니의 체질량과 임신 중 체중증가가 자녀의 출생 시 몸무게(이무식, 1999)와 소아 청소년 비만(Wrotniak BH, 2008)과 연관성이 있다는 연구 보고가 있었다.

임신 전 여성의 체질량지수는 높은 경우에는 임신성 당뇨병의 위험이 높으며 자녀의 비만 및 당뇨병 질환에 부정적인 영향을 미치고(Gillman MW, 2003), 낮은 경우에는 저체중아 출생 및 조산에 영향을 준다(Schieve LA, 2000). 전세계적으로 성인 비만 유병률이 급증하는 가운데, 국내 가임기 여성 19세부터 29세 사이의 여성 비만 유병률은 98년 11.6%에서 2007년 12.6%로 증가하였으며, 국내 2008년 국민 건강영양조사에 따르면 낮은 체질량지수를 가진 분율도 약 14.4%정도로 미국의 3%에 비해 훨씬 높게 보

고되었다(CDC, 2010). 이는 우리나라의 경우 가임기 여성의 비만뿐만 아니라 낮은 체질량 지수에 대한 수태 전 관리도 중요하다고 할 수 있다.

한편 임신 중 과도한 체중증가는 임신 중 자간전증 및 임신성 고혈압과 같은 임신합병증의 위험(Fortner RT, 2009)뿐만 아니라 거대아 또는 과체중아를 출산할 위험(Johnson JWC, 1992, Cogswell ME, 1995)과도 관련이 있다. 반면 임신 중 낮은 체중 증가는 태아의 당 물질대사의 감수성 변화 및 기관 및 세포 분열 프로그래밍에 영향을 미쳐 생후 물질대사변화로 인한 비만이 야기될 수 있다(Godfrey KM, 2000). 또한 임신 중 낮은 체중증가는 조산 및 저체중아 출산의 위험이 높는데(Abrams B, 1995, Carmichael S, 1997), 저체중아로 태어난 경우 이른 시기의 지방증반동(adiposity rebound)으로 소아 시기 비만의 위험을 높인다는 연구결과들이(Godfrey KM, 2000) 보고되고 있다.

과거에 비해 영양 부족 현상이 나타나는 경우는 드물지만 임신 중 외형상의 이유로 임신 중 권고되는 체중 증가량보다 낮은 산모들이 존재하며, 임신 중 적절하지 못한 체중 변화로 인하여 출생 시 좋지 않은 영향을 관찰한 여러 연구(이무식, 1999, 고경심, 1997)들이 있었으나 이후 소아 시기의 건강에 대한 지속적인 영향력을 평가한 연구는 부족하다.

또한 임신 전 체질량지수와 임신 중 두 요인을 함께 고려하여 상호작용을 평가 한 연구는 더욱 부족하기 때문에 본 연구에서는 출생 코호트를 기반으로 임신

전 체질량지수 및 임신 중 체중증가를 함께 고려하여 만 3세 시기 자녀의 과체중에 대한 상호작용 영향력을 알아보고자 하였다.

연구 대상 및 방법

1. 연구 대상

본 연구대상자는 2001년부터 2005년까지 이화여자대학교 부속 목동 병원 산부인과에 내원한 임신 중기(24~28주)의 산모를 대상으로 연구 참여에 동의를 구하고, 본원에서 분만하여 임신 결과가 있는 경우 그들의 자녀를 대상으로 코호트를 구축하였다. 지속적으로 추적 관찰하여 자녀가 만 3세가 되었을 때 검진 참여 의사를 전화를 통해 확인하였으며, 연락 두절 및 이사, 검진 참여 거부 등을 통해 참여하지 않은 대상자를 제외하고 총 423명이 만 3세 검진에 참여하였다. 만 3세 검진에 참여한 코호트 대상자 중 임신 중 임신성 당뇨병(N=37)를 진단받은 대상자는 제외하고, 임신 전 신장, 체중 및 출산 직전 몸무게 정보가 존재하는 214명을 본 연구의 대상으로 하였다. 최종분석에서 탈락된 대상자와 본 연구의 대상자 사이에 자녀의 3세 시기 체질량 지수는 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다(15.39 kg/m^2 vs 15.56 kg/m^2 , $p>0.05$),

혈액 시료는 만 3세 검진 시 수집하여 -70°C 에 냉동보관 하였다. 본 연구의 방법은 이화여자대학교 목동병원의 임상윤리위원회(IRB: Institutional Review Board)와 기관 생명 윤리심의위원회(IBRB: Institute of Biological Research and Biotechnology)의 심의를 통과하였다.

2. 방 법

1) 임신 자료 및 출생 시 자료 수집

설문지를 통해 임신 전 신장, 체중 자료를 수집하였으며, 임신 결과 기록지를 통해 출산 직전의 몸무게 자료를 수집하였다. 아이 출생 시 자료는 임신 결과 기록

지에 기록된 아이 출생 시 몸무게 및 임신 주수 자료를 통해 수집하였다.

2) 신체계측

신장 계측은 자동신장계중계(DS-102 model, dong sahn jenix Co. Ltd, Seoul, Korea)을 사용하여 가벼운 복장 차림으로 발판 위에 올라서게 하고 체중이 양쪽 발에 골고루 분포되도록 가만히 서 있게 한 뒤, 수평면에 곧바로 세우고 발뒤꿈치, 엉덩이, 등, 머리의 뒷부분이 수직판에 닿도록 하고, 머리는 정면을 보게 하여 신장계의 수평판을 머리의 정점에 닿게 한 뒤, 계측기에 표시된 눈금을 0.1 cm 단위로 체중은 측정기에 표시된 눈금을 100 g 단위로 읽었다. 모든 신체계측은 훈련된 연구원에 의해 조사되었다.

3) 생화학적 검사

혈당, 공복 혈중 인슐린 측정을 위해 공복 8시간을 유지한 상태에서 채혈을 하였으며, 혈당은 자동 분석기(Hitachi 7180, Japan)로 분석하였으며, 공복 혈중 인슐린 농도는 면역방사계측 측정법(immunoradiometric assay kit, Biosource, Belgium)을 이용하여 측정하였다.

4) 변수 처리

체질량지수는 체중(kg)을 신장의 제곱(m^2)으로 나누어 계산하였으며, 2007년 소아청소년 표준 성장도 표에서 성별, 연령별 체질량지수 기준으로 과체중군은 85 백분위수 이상으로 정의하였다. 산모의 임신 전 체질량지수는 아시아 태평양 기준(Wen CP, 2009)에 따라 낮은 체질량군($\leq 18.5 \text{ kg/m}^2$), 정상 체질량군($18.6 \sim 22.9 \text{ kg/m}^2$), 과체질량군($> 23.0 \text{ kg/m}^2$)으로 분류하였으며, 임신 중 체중 증가는 임신 결과지를 통해 수집한 출산 직전 몸무게에서 임신 전 체중의 차이를 계산하였다. 임신 중 체중증가는 임재희 등의 연구결과(임재희, 2002)를 참조하여 임신 주수를 고려한 총 체중 증가에서 25 백분위수 미만을 저증가군, 25 백분위수 이상 75 백분위수 미만을 적정증가군,

그리고 75 백분위수 이상일 때 초과증가군으로 분류하여 분석하였다.

4) 통계분석

임신 전 체질량지수 및 임신 중 체중 증가에 따른 소아 시기의 과체중 관계를 살펴보기 위해, 일요인 분산분석(one-way ANOVA)을 실시하여 평균±표준편차를 소수점 둘째 자리까지 표기하였고, 3세 시기의 소아 과체중 유병률에 대한 분포는 Chi-square test를 이용하여 개체수와 백분율로 나타내었다. 임신 중 체질량지수와 임신 중 체중 증가에 대한 상호작용 영향을 살펴보기 위해, 보정변수로써 자녀의 성별과 어머니의 임신 나이를 고려하여 분산분석(Analysis of covariance: ANCOVA)을 통해 분석하였다. 모든 통계분석은 양측검정에서 $p < 0.05$ 인 경우를 통계적 유의 수준으로 판정하였고, SAS 9.1 통계패키지(SAS Institute Inc., Cary, NC, USA)를 사용하였다.

성 적

전체 214명 산모를 임신 전 체질량지수에 따라 분류했을 때, 낮은 체질량군은 44명(20.56%), 과체질량군은 43명(20.09%) 이었으며, 임신 중 평균 체중 증가량은 13.68kg으로 임신 주수에 따른 저증가군 44명(20.56%), 초과증가군이 67명(31.30%) 이었다. 연구대상자 중 남아 출생아는 108명(50.47%)이며, 조산은(37주 미만) 20명(9.35%), 그리고 저체중은(2.5 kg미만) 16명(7.48%) 이었다(표 1).

임신 전 체질량 지수에 따른 산모의 평균 나이는 낮은 체질량군이 30.43세로 다른 군에 비해 낮았으며, 임신 전 낮은 체질량군의 평균 체중 증가량은 13.79 kg, 정상체질량군은 14.24 kg, 그리고 과체질량군의 평균 체중 증가량은 11.93 kg으로 통계적으로 유의한 차이를 보였다. 임신 전 체질량지수에 따른 자녀의 3세 시기 신체학적 특징과 관련성을 분석한 결과, 통계적으로 유의한 차이를 보이지는 않으나 임신 전 낮은 체질량군과 과체질량군은 정상 체질량군과 비교했을

때, 3세 시기의 체질량 지수와 표준화 몸무게가 높게 나타났다(표 2).

임신 중 체중 증가량에 따른 임신 전 평균 체질량 지수는 저증가군이 21.65 kg/m², 적정증가군 21.00 kg/m², 초과증가군은 20.46 kg/m²로 통계적으로 유의하지 않았으나, 초과 증가군에서 임신 전 평균 체질량 지수가 낮았다. 자녀의 소아 신체학적 생화학적 특성을 임신 중 체중 증가량에 따라 분석한 결과, 통계적으로 유의하지 않았으나 저증가군에서 표준화된 3세 시기 몸무게가 높게 나타났다. 또한 초과증가군에서 저체중아 출산 및 조산 비율이 각각 14.93%, 17.91%로 통계적으로 유의하게 높았다(표 3).

만 3세 시기의 과체중분율을 확인한 결과, 임신 전 체질량지수에서 과체질량군의 분율이 13.95%로 가장 높았으며, 임신 중 체중 증가량을 고려한 경우, 저증가군과 초과증가군에서 높게 나타나 U형의 분포를 나타냈다. 두가지 요인을 함께 고려한 경우, 낮은 체질량군이면서 저증가군에서 과체중분율이 28.57%로 가장

표 1. General Characteristics of Study Population (n= 214)

Variables	N (%)
Pre-pregnancy BMI	
Total*	20.96 (±3.15)
Low (≤ 18.5 kg/m ²)	44 (20.56)
Normal ($18.6 \leq < 23.0$ kg/m ²)	127 (59.35)
High (≥ 23.0 kg/m ²)	43 (20.09)
Gestational weight gain	
Total*	13.68 (±4.41)
Under (<25 percentile)	44 (20.56)
Normal ($25 \leq < 75$ percentile)	103 (48.13)
Over (≥ 75 percentile)	67 (31.31)
Maternal age*	31.56 (±3.27)
Birth weight*	3.15 (±0.49)
Offspring gender; Male	108 (50.47)
Low birth weight (<2.5 kg)	16 (7.48)
Preterm (<37 wks)	20 (9.35)

*indicate that mean with standard deviation (± S.D.)

표 2. Mean Value Difference of Anthropometric Measurements at 3 Years of Age by Pre-Pregnancy BMI

	Pre-pregnancy BMI (kg/m ²)			p value
	Low (≤18.5 kg/m ²) N=44	Normal (18.6≤~<23.0 kg/m ²) N=127	High (≥23.0 kg/m ²) N=43	
Maternal age (yr)	30.43 (2.95)	31.64 (3.43)	32.47 (2.81)	0.01
Gestational weight gain(kg)	13.79 (3.72)	14.24 (4.69)	11.93 (3.78)	0.01
Birth weight (kg)	3.13 (0.51)	3.16 (0.45)	3.13 (0.56)	0.89
LBW (%)	3 (6.82%)	9 (7.09%)	4 (9.30%)	0.87
Gestational age(wk)	38.90 (2.09)	38.89 (1.75)	38.51 (2.23)	0.50
Preterm (%)	3 (6.82%)	14 (11.02%)	3 (6.98%)	0.59
Measurements at 3 years of age				
BMI (kg/m ²)	15.77 (1.20)	15.45 (1.35)	15.66 (1.56)	0.37
Standardized weight (kg)	0.44 (0.91)	0.16 (1.04)	0.44 (1.12)	0.16
Glucose (mg/dL)	79.91 (8.50)	80.21 (7.36)	77.79 (7.97)	0.21
Insulin (mg/dL)*	5.15 (0.38)	5.46 (0.34)	5.86 (0.33)	0.23

*log-transformation

Abbreviations: BMI; body mass index, LBW; low birth weight

표 3. Mean Value Difference of Anthropometric Measurements at 3 Years of Age by Gestational Weight Gain

	Gestational weight gain			p value
	Under (<25 percentile) N=44	Normal (25≤~<75 percentile) N=103	Over (≥75 percentile) N=67	
Maternal age (yr)	31.89(3.40)	31.41(3.22)	31.57(3.31)	0.72
Pre-pregnancy BMI (kg/m ²)	21.65(3.90)	21.00(2.99)	20.46(2.80)	0.15
Birth weight (kg)	3.20(0.45)	3.18(0.43)	3.08(0.58)	0.36
LBW (%)	2(4.55%)	4(3.88%)	10(14.93%)	0.02
Gestational age(wk)	38.88(1.81)	38.99(1.62)	38.52(2.37)	0.29
Preterm (%)	1(2.27%)	7(6.80%)	12(17.91%)	0.01
Measurements at 3 years of age				
BMI (kg/m ²)	15.57(1.41)	15.60(1.24)	15.50(1.54)	0.91
Standardized weight (kg)	0.39(1.12)	0.32(0.88)	0.14(1.19)	0.39
Glucose (mg/dL)	79.20(8.55)	79.89(7.72)	79.59(7.33)	0.88
Insulin (mg/dL)*	5.65(0.32)	5.27(0.34)	5.67(0.38)	0.33

*log-transformation

Abbreviation: BMI; body mass index, LBW; low birth weight

높았으며, 과체질량군은 저증가군과 초과증가군 모두에서 각각 23.08%, 16.67%로 통계적으로 유의하게 분포하는 것으로 나타났다(표 4).

임신 전 체질량지수와 임신 중 체중증가의 상호작용 영향력을 확인 한 결과, 자녀의 출생 시 몸무게는 임신 전 높은 체질량지수를 보인 군에서 임신 중 체중 증가가 높을 때 자녀의 출생 시 몸무게가 높게 나타나는 것

을 확인 할 수 있었으며(P for interaction=0.04), 임신 전 낮은 체질량지수를 보인 여성 중 임신 중 체중 증가량이 낮을 때 표준화된 만 3세 시기의 몸무게가 높았다. 이는 엄마의 나이와 자녀의 성별을 보정했을 때에도 유의하였다(P for interaction <0.01). 또한, 만 3세 시기의 혈당 및 공복 혈중 인슐린의 경우 임신 전 낮은 체질량지수여성에서 낮은 체중 증가를 보인

표 4. Prevalence of Offspring's Overweight (^o85 percentile) at 3 Years of Age According to Maternal Pre-Pregnancy BMI and Gestational Weight Gain (n=214)

Pre-pregnancy BMI (kg/m ²)	Gestational weight gain			Total
	Under weight gain (<25 percentile)	Normal weight gain ($25 \leq \sim <75$ percentile)	Over weight gain (≥ 75 percentile)	
≤ 18.5 (kg/m ²)	2 (28.57%)	1 (4.35%)	0 (0.0%)	3 (6.82%)
18.6-22.9 (kg/m ²)	0 (0.0%)	2 (3.57%)	6 (12.77%)	8 (6.30%)
≥ 23.0 (kg/m ²)	3 (23.08%)	2 (8.33%)	1 (16.67%)	6 (13.95%)
Total	5 (11.36%)	5 (4.85%)	7 (10.45%)	

Abbreviations: BMI; body mass index

p value of overweight prevalence for chi-square test at 3 yr=0.03

표 5. Interaction Effect of Pre-Pregnancy BMI & GWG on Offspring Anthropometric Measurements at Birth and 3 Years of Age

Pre-pregnancy BMI	Gestational weight gain	Birth weight (kg)	Standardized weight (kg)	BMI (kg/m ²)	Glucose (mg/dL)	Insulin (mg/dL)
Low (≤ 18.5 kg/m ²)	Under (<25 percentile)	3.18	1.08	16.74	85.08	6.51
	Normal ($25 \leq \sim <75$ percentile)	3.20	0.42	15.86	80.23	4.49
	Over (≥ 75 percentile)	2.95	0.09	15.25	77.21	5.84
Normal ($18.6 \leq \sim <23.0$ kg/m ²)	Under (<25 percentile)	3.21	-0.17	15.01	78.54	5.52
	Normal ($25 \leq \sim <75$ percentile)	3.23	0.35	15.57	81.04	5.30
	Over (≥ 75 percentile)	3.06	0.13	15.54	79.94	5.59
High (≥ 23.0 kg/m ²)	Under (<25 percentile)	3.22	1.03	15.91	77.42	5.46
	Normal ($25 \leq \sim <75$ percentile)	3.01	0.13	15.43	76.92	6.04
	Over (≥ 75 percentile)	3.55	0.42	15.81	82.00	5.84
p value	Pre-pregnancy BMI	0.46	0.03	0.07	0.57	0.74
	Gestational weight gain	0.84	0.15	0.51	0.83	0.21
	Interaction effect	0.04	0.01	0.05	0.08	0.13

Interaction effect analyzed using ANCOVA adjusted for maternal age and offspring gender

Abbreviation: BMI; body mass index

여성의 자녀에서 통계적으로 유의하지 않지만 혈당 및 공복 혈중 인슐린 농도 또한 높게 나타났다(표 5).

고 찰

본 연구에서는 임신 전 여성의 체질량지수와 임신 중 체중 증가가 만 3세 시기 자녀의 과체중에 미치는 상호작용 효과를 발견하였다. 임신 전 체질량지수가 낮으면서 임신 중 체중 증가량이 낮은 군에서 3세 시기 자녀의 체질량지수가 가장 높았으며, 과체중분율 또한 28.57%로 높게 나타났다. 임신 전 과체중분율의 경우에는 임신 중 체중증가가 낮은 군과 초과군 모두

에서 과체중분율이 높았으며, 체질량지수도 U 형의 분포로 나타났다.

임신 전 여성의 체질량 지수(Forsén T, 1997, Wrotniak BH, 2008)와 임신 중 체중 증가(Oken, E., 2009, Schack-Nielson, L., 2010)가 각각 자녀의 성장 발달 및 건강에 영향을 미친다는 연구 결과들이 보고 됨에 따라, 수태 전 및 산전관리에 대한 관심이 높아지고 있다. 특히, 소아 비만이 나타나는 연령대가 점점 낮아짐에 따라 만 5세 이하의 소아에서의 연구 중요성이 부각되나 기존에 수행된 연구는 대부분이 만 5세 이후 시기에 수행된 연구이며(Fraser A, 2010, Wrotniak BH, 2008) 아직까지 생애 초기소

아 과체중에 대한 임신 전 체질량지수와 임신 중 체중 증가의 상호작용 영향력을 보고한 연구는 없는 것으로 생각된다.

임신 전 비만인 여성의 경우 임신 중 당뇨병에 대한 위험이 높고(Gillman MW, 2003), 생후 자녀의 소아 비만과 관련되어 있음을 미국의 Early Childhood Longitudinal study-Birth 코호트 연구에서 확인하였다(Kitsantas P, 2010). 임신 전 여성의 낮은 체질량지수 역시 자녀의 소아 비만과 연관성이 있을 것이라는 가설이 제기되었고 Wrotniak BH 등(Wrotniak BH, 2008)이 임신 전 체질량지수가 낮은 여성들에서만 7세 자녀의 과체중과 강한 연관성을 보이는 것을 확인하였다. 본 연구에서는 임신 전 낮은 체질량군과 과체중군 모두 정상 체질량군과 비교했을 때, 3세 시기 자녀의 체질량 지수와 표준화 몸무게가 높게 나타났다. 이는 임신 전 높은 체질량지수 뿐 만 아니라, 낮은 체질량 지수 또한 자녀의 건강에 영향을 미치는 것으로 생각된다.

출생결과와 소아 비만에 대해 임신 전 체질량의 영향과 독립적으로 임신 중 체중 증가 또한 주요한 위험 요인으로 고려되고 있다. 임신 중 체중증가는 임신 중 영양공급과 관련이 있으며, 임신 전반적인 낮은 체중 증가는 태아의 영양 공급 및 자궁 내 태아 발달에 영향을 미치기 때문에 적절한 영양공급을 통한 건강한 태내 환경을 유지하는 것은 매우 중요하다. 임신 중의 체중증가는 자녀의 소아 시기(Oken E, 2007, Wrotniak BH, 2008), 청소년 시기(Oken E, 2008), 그리고 성인시기(Mamun AA, 2009)의 체질량지수와 양의 상관관계를 가지고 있으며, 자녀의 지방증(adiposity) 과도 관련성이 높았다(Fraser A, 2010). 본 연구에서는 자녀의 과체중에 대한 임신 중 체중 증가의 영향이 선형이 아닌 U 자형 연관성을 보였는데, 이는 Stube AM 등(Stube AM, 2009)의 연구에서 임신 중 체중 증가와 만 18세 시기의 여아 자녀의 비만과 유의한 연관성을 확인한 연구결과와 일치하는 소견이다. 임신 중 체중 증가가 낮은 경우에 자녀가 비만이 되는 기전은 태아 베타세포의 인슐린 분비 부전 또는 인슐린 저

항성 유발로 인한 비만으로 설명된다(Hales CN, 1992). 본 연구에서도 만 3세 시기의 혈당 및 공복 혈중 인슐린의 경우 임신 전 낮은 체질량이며 임신 중 체중 증가량이 낮은 여성의 자녀에게서 통계적으로 유의하지는 않지만 혈당 및 공복 혈중 인슐린 농도가 높게 나타나 가설을 지지하였다.

임신 전 체질량지수와 임신 중 체중증가의 상호작용 영향력을 확인 한 결과, 엄마의 나이, 자녀의 성별을 보정한 상태에서 자녀의 출생 시 몸무게, 만 3세 시기의 체질량지수, 표준화된 몸무게에서 상호작용이 존재함을 확인하였다. 임신 전 높은 체질량지수를 보인 군에서 임신 중 체중 증가가 높을 때 자녀의 출생 시 몸무게가 높게 나타나는 것을 확인 할 수 있었으며(P for interaction=0.04), 임신 전 낮은 체질량지수이면서 임신 중 체중 변화량이 저중량군에서 표준화된 만 3세시기 몸무게가 높게 나타났으며(P for interaction <0.01), 체질량 지수는 경계성 유의 수준을 보였다(P for interaction=0.05). 이는 임신 전 비만인 여성뿐만 아니라 낮은 체질량 여성에 대한 수태 전 관리의 필요성을 시사하며, 이는 임신 전 체질량지수에 따른 임신 중 체중 증가가 태아 성장 및 건강에 미치는 영향을 수정 가능한 위험요인임을 제시한다. 임신 전 낮은 체질량지수 여성에 임신 중 체중증가가 주요한 영향을 미치며, 생애 주기 접근적으로 볼 때, 자녀의 과체중 및 인슐린 저항성에 대해 임신 중 기간이 주요한 시기(critical time period) 라고 생각할 수 있겠다(Oken E, 2007).

국외의 경우 낮은 체질량 여성에 대한 영양적 결핍에 대한 주의와 함께 몸무게 증가를 위한 식단 개선을 권고하고, 과체중 여성에 대해서는 지방 섭취를 제한한 식단 개선과 함께 운동을 통한 적절한 체질량 체형을 위해 수태 전 권고되는 관리 사항이 있는 것에 반해(Lu, MC. 2007), 국내에서는 비만 여성에 대한 산전 산후 관리에 대한 지침은 있으나, 낮은 체질량 여성에 대한 산전 관리에 대한 권고 사항은 아직까지 없는 실정으로 임신 전 체질량 지수에 따른 적합한 체중 증가량을 권고하기 위해 향후 추가적인 연구가 필요하다.

본 연구 결과는 대상자수가 작기는 하지만, 국내에서 임신 전 여성의 체질량지수 수준과 임신 중 체중증가를 고려하여 자녀의 과체중에 미치는 상호작용 영향을 확인한 국내 첫번째 연구결과로 생각되며, 임신 전 및 임신 중 노출을 고려하여 이후 자녀의 비만발생을 전향적으로 평가한 코호트 연구로 인과론적 관계를 설명하는데 적합하다고 생각된다. 자녀의 과체중 평가에서는 2007년 질병관리본부의 소아 청소년 표준성장도표 표를 참조하여 과체중 유병률 및 표준화 몸무게를 산출함에 따라 과소·과대평가되는 가능성을 배제하였다. 임신 중 체중증가 역시 임신 주수별 임신 체중변화량을 고려하여(임재희, 2002) 평가하여 측정의 편견을 최소화하고자 하였다.

본 연구의 제한점으로는 임신 전 신장, 체중 자료가 설문지를 통해 수집되어 오분류현상(Misclassification)이 나타날 수 있으며, 오분류 현상에 따른 저평가되는 경향이 있을 수 있으나 대부분의 연구에서 임신 전 신장과 체중 자료는 자가 기입 설문지 형식으로 자료를 수집하였으며 신장 체중에 대한 자가 기입 자료는 타당성이 높기 때문에(Stewart, A.L, 1982) 정보 오류에 대한 문제는 적었을 것으로 판단된다. 이밖에 소아 비만에 영향을 주는 요인으로 모유수유기간 및 영양, 사회경제적 수준, 생애 초기 성장 속도 등 다양한 요인들이 존재한다. 하지만 본 연구에서 위와 같은 여러 혼란 요인들을 고려하지 않아, 향후 다양한 요인을 고려한 연구가 이뤄져야 할 것으로 생각된다.

요약 및 결론

연구 목적: 소아·청소년기의 비만은 성인기의 비만으로 이어지고, 성인비만은 주요 만성질환과 높은 연관성을 가지고 있어 소아기의 비만을 예방하는 조기 중재가 중요하다. 수태기 전(preconception) 시기의 어머니의 체질량과 임신 중 체중증가가 소아·청소년 비만과 연관되어 있다는 보고는 있으나, 두 요인을 함께 고려하여 상호작용을 평가 한 연구는 국내외에 드문 실정이다. 따라서, 본 연구에서는 출생 코호트를 기

반으로 임신 전 체질량지수 및 임신 중 체중증가를 함께 고려하여 만 3세 시기 자녀의 과체중에 대한 상호작용 효과를 알아보고자 하였다.

연구 방법: 2001년부터 2005년까지 이화여자대학교 부속 목동병원 산부인과에 내원한 임신 중기(24~28주)의 산모 중 연구 참여에 동의하고, 본원에서 분만한 경우 그들의 자녀를 대상으로 코호트를 구축하였다. 지속적으로 추적 관찰하여 자녀가 만 3세가 되었을 때 검진을 통해 신체계측 및 혈액 시료를 수집하였다. 만 3세 검진에 참여한 코호트 대상자 423명 중 소아의 어머니가 임신성 당뇨병(N=37)을 진단받은 대상자는 제외하고, 임신 전 신장, 체중 및 출산 직전 몸무게 정보가 존재하는 214명을 본 연구의 대상으로 하였다. 임신 전 체질량지수 및 임신 중 체중증가의 상호작용 효과는 공분산분석(ANCOVA)를 이용하여 분석하였다.

연구 결과: 임신 전 체질량지수가 과체질량인 경우 만 3세 시기 자녀의 과체중분율이 13.95%로 가장 높았으며, 임신 중 체중 증가량의 경우, 저증가군과 초과증가군에서 분포가 높게 나타나 U형의 분포를 나타냈다. 두가지 요인을 함께 고려한 경우, 낮은 체질량군이면서 저증가군에서 과체중분율이 28.57%로 가장 높게 나타났다. 임신 전 체질량지수와 임신 중 체중증가의 상호작용 효과를 공분산분석으로 확인 한 결과, 임신 전 낮은 체질량지수를 보인 여성 중 임신 중 체중 증가량이 낮을 때 만 3세 시기 자녀의 몸무게가 가장 높았으며, 이는 엄마의 나이와 자녀의 성별을 보정했을 때에도 유의하였다(P for interaction <0.01). 또한, 만 3세 시기의 혈당 및 공복 혈중 인슐린의 경우 통계적으로 유의하지 않았지만 임신 전 체질량지수가 낮고 낮은 체중 증가를 보인 여성의 자녀에서 높은 경향을 보였다.

고찰 및 결론: 임신 전 여성의 체질량지수와 임신 중 체중 증가가 만 3세 시기 자녀의 과체중에 상호작용하여 영향을 주는 것으로 생각되며 이는 여성의 체질량 지수에 따른 적절한 산전관리의 필요성과 함께 임신 중 적절한 체중 증가량을 유지하는 것이 중요한

을 제시해준다.

참고문헌

- 고경심, 박충학. 임신부의 신체비만지수 및 체중증가 양상과 조산과의 관계. 대한산부인과학회지 1997;40: 2168-2177
- 이무식, 이미영, 양선희, 정인성, 신동훈 등. 산모의 임신 전 비만지수, 임신중 체중증가와 출생아 체중과의 관련성. 한국모자보건학회지 1999;3:23-34
- 임재희, 김화원, 김영신, 나혜영, 강창성 등. 임신 개월별 정상 임신부의 체중증가에 관한 연구. 대한주산회지 2002; 13:135-140
- Abrams B, Selvin S. Maternal weight gain pattern and birth weight. *Obstet Gynecol* 1995;86:163-169
- Baker JL, Olsen LW, Sørensen TI. Childhood body-mass index and the risk of coronary heart disease in adulthood. *N Engl J Med* 2007; 357:2329-2337
- Carmichael S, Abrams B. A critical review of the relationship between gestational weight and preterm delivery: *Obstet Gynecol* 1997; 89:865-868
- Cogswell ME, Serdula MK, Hungerford DW, Yip R. Gestational weight gain among average-weight and overweight women- What is excessive? *Am J Obstet Gynecol* 1995; 172:705-712
- Ebbeling CB, Pawlak DB, Ludwig DS. Childhood obesity: public-health crisis, common sense cure. *Lancet* 2002;360:473-482
- Forsén T, Eriksson JG, Tuomilehto J, Teramo K, Osmond C, et al. Mother's weight in pregnancy and coronary heart disease in a cohort of Finnish men: follow up study. *BMJ* 1997;315:837- 840
- Fortner RT, Pekow P, Solomon CG, Markenson G, Chasan-Taber L. Prepregnancy body mass index, gestational weight gain, and risk of hypertensive pregnancy among Latina women. *Am J Obstet Gynecol* 2009; 200:167.e1-7
- Fraser A, Tilling K, Macdonald-Wallis C, Sattar N, Brion MJ, et al. Association of maternal weight gain in pregnancy with offspring obesity and metabolic and vascular traits in childhood. *Circulation* 2010; 121:2557-2564
- Freedman DS, Dietz WH, Srinivasan SR, Berenson GS. The relation of overweight to cardiovascular risk factors among children and adolescents: the Bogalusa Heart study. *Pediatrics* 1999;103:1175-182
- Gillman MW, Rifas-Shiman S, Berkey CS, Field AE, Colditz GA. Maternal gestational diabetes, birth weight, and adolescent obesity. *Pediatrics* 2003; 111:e221-226
- Godfrey KM, Barker DJ. Fetal nutrition and adult disease. *Am J Clin Nutr* 2000; 71:1344s-52s
- Guo SS, Roche AF, Chumlea WC, Gardner JD, Siervogel RM. The predictive value of childhood body mass index values for overweight at age 35 y. *Am J Clin Nutr* 1994;59:810-9
- Hales CN, Barker DJ. Type 2 (non-insulin dependent) diabetes mellitus: the thrifty phenotype hypothesis. *Diabetologia* 1992;35:595-601
- Harder T, Bergmann R, Kallischnigg G, Plagemann A. Duration of breastfeed and risk of overweight: a meta - analysis. *Am J Epidemiol* 2005;162: 397-403.
- Johnson JWC, Longmate JA, Frentzen B. Excessive maternal weight and pregnancy outcome. *AM J Obstet Gynecol* 1992;79:664-669
- Kitsantas P, Pawloski LR, Gaffney KF. Maternal prepregnancy body mass index in relation to hispanic preschooler overweight/obesity. *Eur J Pediatr* 2010;169:1361-8
- Lake JK, Power C, Cole TJ. Child to adult body mass index in the 1958 British birth cohort: associated with parental obesity. *Arch Dis Child* 1997;77: 376-80
- Lu, MC. Recommendations for Preconception Care. *Americal Family Physician* 2007; 76:397-400
- Mamun AA, O'Callaghan M, Callaway L, Williams G, Najman J, et al. Associations of gestational weight gain with offspring body mass index and blood pressure at 21 years of age: evidence from a birth cohort study. *Circulation* 2009;119:1720-7
- Oken E, Taveras EM, Kleinman KP, Rich-Edwards JW, Gillman MW. Gestational weight gain and child adiposity at age 3 years. *Am J Obstet Gynecol* 2007;196:322
- Oken E, Rifas-Shiman SL, Field AE, Grazier AL, Gillman MW. Maternal gestational weight gain and offspring weight in adolescence. *Obstet Gynecol* 2008;112:999-1006
- Oken, E, Kleinman, K. P, Blefort, M. B, Hammitt, J. K, Gillman, M. W. Associations of gestational weight gain with short- and longer-term maternal and child health outcomes. *Am J Epidemiol* 2009;

- 170:173-180
- Ong KK, Ahmed ML, Emmett PM, Preece MA, Dunger DB. Association between postnatal catch-up growth and obesity in childhood: prospective cohort study. *BMJ* 2000; 320:967-971
- Schack-Nielsen, L., Michaelsen, K. F., Gamborg, M., Mortensen, E. L., Sørensen, T. I. Gestational weight gain in relation to offspring body mass index and obesity from infancy through adulthood. *International Journal of Obesity* 2010;34:67-74
- Schieve LA, Cogswell ME, Scanlon KS, Perry G, Ferre C, et al. Prepregnancy body mass index and pregnancy weight gain: association with preterm delivery *Obstet Gynecol* 2000;96:194-200
- Stewart, A.L. The reliability and validity of self-reported weight and height. *Journal of Chronic Disease* 1982;35:295-309
- Stube AM, Forman MR, Michels KB. Maternal-recalled gestational weight gain, pre-pregnancy body mass index, and obesity in the daughter. *Int J Obes* 2009;33:743-52
- Wen CP, Cheng TYD, Tsai SP, Chan HT, Hsu HL, et al. Are Asians at greater mortality risks for being overweight than Caucasians? Redefining obesity for Asians. *Public Health Nutr* 2009;12: 497-506
- Wrotniak BH, Shults J, Butts S, Stettler N. Gestational weight gain and risk of overweight in the offspring at age 7 y in a multicenter, multiethnic cohort study. *Am J Clin Nutr* 2008;87:1818-1824
http://www.cdc.gov/nchs/data/hestat/underweight_adult_07_08/underweight_adult_07_08.pdf, 2010

K C I