

제 4기 2009년 국민건강영양조사 자료에서 조사된
영양소 섭취양상과 베타세포 기능의 관련성

연세대학교 보건대학원

역학건강증진학과

이 유 미

제 4기 2009년 국민건강영양조사 자료에서 조사된
영양소 섭취양상과 베타세포 기능의 관련성

지도 김 희 진 교수

이 논문을 석사 학위논문으로 제출함

2011년 12월 13일

연세대학교 보건대학원

역학건강증진학과

이 유 미

이유미의 보건학 석사 학위논문을 인준함

심사위원_____인

심사위원_____인

심사위원_____인

연세대학교 보건대학원

2011년 12월 13일

감사의 말씀

2009년 9월 설레는 마음으로 시작했던 대학원 생활을 이 논문을 끝으로 마치게 되어 큰 영광으로 생각합니다.

그동안 바쁜 시간을 쪼개어 이 논문이 탄생할 수 있도록 지도해 주신 김희진 교수님께 진심으로 깊은 감사를 드립니다. 따뜻한 격려와 아낌없는 지도로 논문의 마지막까지 이끌어 주신 지선하 교수님과 누구보다도 세심하고 꼼꼼하게 지도해 주신 정혜경 선생님께도 감사드립니다.

제가 대학원을 진학하도록 이끌어주시고 학비걱정 없이 대학원생활을 할 수 있도록 아낌없이 지원하여 주신 시부모님께 감사드리며 논문 준비로 예민한 저를 항상 웃으며 반겨주고 소소한 것까지 챙겨주신 친정 식구들, 엄마, 아빠, 남동생에게 감사드립니다.

같은 직종에 있는 사람들보다 늦게 시작하여 근무 중에 대학원을 다니고 있는 저에게 늘 힘을 주고 학업을 지속할 수 있도록 배려하여 주신 서울대병원 강남센터 영양사 선생님들께도 감사드립니다.

마지막으로 힘들 때나 기쁠 때나 제 옆에서 항상 응원해주며 나태해졌을 때는 바로 잡아주고, 잘했을 때는 칭찬을 아끼지 않아 논문을 마무리 할 수 있게 가장 큰 힘이 되어준 사랑하는 우리 남편과 이 기쁨을 나누고자 합니다.

2011년 12월

이 유 미 올림

차 례

국문 요약

I. 서론

1. 연구의 배경 및 필요성 1
2. 연구의 목적 3

II. 이론적 배경

1. 췌장과 베타세포 기능 4
2. 베타세포 기능 측정방법 5
3. HOMA β -cell과 당뇨병 6
4. HOMA β -cell과 관련된 인자 6
5. HOMA β -cell과 식이인자 7

III. 연구방법

1. 연구모형(틀) 9
2. 연구대상 10
3. 변수의 선정 및 정의 11
4. 분석방법 14

IV. 연구결과

1. HOMA β -cell의 분포 15
2. 연구대상자의 특성 18

3. 연구대상자의 영양학적 특성	28
4. 연구대상자의 HOMA β -cell과 영양요인의 상관 분석	33
5. 연령에 따른 HOMA β -cell과 영양요인의 관련성 분석	38
 V. 고찰	 40
 참고문헌	 46
 Abstract	 53

표 차례

<표 1> 베타세포기능 측정방법	5
<표 2> 연구대상자 선정	10
<표 3> 연구대상자의 HOMA β -cell에 따른 인구사회학적 및 건강행위 요인	19
<표 4> 남자의 HOMA β -cell에 따른 인구사회학적 및 건강행위 요인	20
<표 5> 여자의 HOMA β -cell에 따른 인구사회학적 및 건강행위 요인	21
<표 6> 연구대상자의 HOMA β -cell에 따른 건강수준	23
<표 7> 남자의 HOMA β -cell에 따른 건강수준	24
<표 8> 여자의 HOMA β -cell에 따른 건강수준	25
<표 9> HOMA β -cell과 연령 및 건강수준과의 상관분석	27
<표 10> 연구대상자의 HOMA β -cell에 따른 영양소 섭취량	30
<표 11> 남자의 HOMA β -cell에 따른 영양소 섭취량	31
<표 12> 여자의 HOMA β -cell에 따른 영양소 섭취량	32
<표 13> 연구대상자의 HOMA β -cell 및 HOMA_IR과 영양소 섭취량 상관분석	34
<표 14> 남자의 HOMA β -cell 및 HOMA_IR과 영양소 섭취량 상관분석	36
<표 15> 여자의 HOMA β -cell 및 HOMA_IR과 영양소 섭취량 상관분석	37
<표 16> 연령에 따른 세부 그룹별 HOMA β -cell과 일부영양소 오즈비 분석	39

그림 차례

<그림 1> 연구의 틀	9
<그림 2> 성별 HOMA β -cell의 분포	15
<그림 3> 성별, 연령별 HOMA β -cell의 평균값	17

국 문 요 약

제 4기 2009년 국민건강영양조사 자료에서 조사된 영양소 섭취양상과 베타세포 기능의 관련성

제 2형 당뇨병은 인슐린 저항성과 췌장 베타세포 기능 저하로 인한 인슐린 분비 감소에 의해 발생하는 질환이다. 췌장 베타세포 기능 저하에 대한 원인은 만성적인 포도당과 지질수준의 독성, 인슐린 저항성, 유전적인 원인 등이 제기되고 있으며 영양적 요인으로 3대 영양소 섭취비율(탄수화물, 단백질, 지방)과 항산화 영양소(비타민 A, C, E) 등과 관련이 깊다.

본 연구는 『국민건강영양조사 제 4기 3차년도(2009)』 자료를 이용하여 우리나라의 30세 이상 성인을 대상으로 베타세포 기능에 영향을 주는 영양적 요인을 파악하고자 하였다.

베타세포 기능의 측정은 공복 인슐린과 공복혈당을 이용하여 쉽게 계산할 수 있는 HOMA β -cell을 이용하였고 전체 대상자의 상관성 분석 결과 HOMA β -cell은 탄수화물 섭취비율과는 음의 상관관계($\beta=-0.040$, $p<0.05$)를 보인 반면 지방 섭취비율과는 양의 상관관계($\beta=0.046$, $p<0.05$)를 나타내, 과도한 탄수화물 섭취 및 저조한 지방 섭취가 베타세포 기능 저하와 연관될 수 있음을 시사하였다. 또한 성별로 세부분석한 결과 남자에서 HOMA β -cell은 리보플라빈과 양의 상관관계($\beta=0.058$, $p<0.05$)를 보였고, 여자에서 HOMA β -cell은 비타민 A($\beta=0.066$, $p<0.05$), 카로틴($\beta=0.062$, $p<0.05$), 리보플라빈($\beta=0.062$, $p<0.05$) 섭취량과 양의 상관관계를 보여 성별에 따라 리보플라빈 및 비타민 A의 섭취 부족은 베타세포 기능 저하와 연관될 수 있음을 나타내었다.

추가로 전체 대상자를 세부 그룹(30-49세, 50-64세, 65세 이상)으로 분류하여 상관분석에서 유의하게 나온 영양소인 탄수화물 및 지방 섭취비율(%), 리

보플라빈, 비타민 A 섭취와 HOMA β -cell의 오즈비를 분석하였다. 50-64세에서는 탄수화물 섭취 증가 시 HOMA β -cell의 오즈비가 감소하였으나, 65세 이상에서는 반대로 증가하였고, 지방 및 비타민 A 섭취 역시 연령대에 따라 다른 결과를 보여 대상자의 연령 및 영양소 섭취량의 차이에 따라 베타세포 기능에 기인하는 영향이 다를 수 있음을 보여주었다.

본 연구는 3대 영양소 섭취비율 및 일부 비타민을 포함한 영양소 섭취량과 HOMA β -cell의 연관성을 파악하였다는 점에서 의의를 지닌다 하겠다. 특히 일부 영양소 섭취와 췌장 베타세포 기능의 관련성과 이의 연령대 별 양상을 분석한 이 연구 결과는 당뇨병 등 만성질환을 예방하기 위한 적절한 영양소 섭취 및 식사지침을 마련하기 위한 기초자료로서 활용될 수 있을 것이며 향후 보다 대규모의 전향적 연구 분석이 필요하다.

핵심어 : 베타세포 기능, HOMA β -cell, 탄수화물, 지방, 연령

I. 서론

1. 연구의 배경 및 필요성

베타세포는 췌장세포의 일부로 포도당 농도를 포함한 여러 생리활성 조건에 반응하여 인슐린을 분비하며 혈중의 포도당 농도를 일정하게 유지하는 역할을 수행한다(구승희, 2010).

제 2형 당뇨병은 인슐린 저항성과 베타세포 기능 저하로 인한 인슐린 분비 감소에 의해 발생하는 질환으로 비만 등에 의해 인슐린 저항성이 지속되면 베타세포가 충분한 인슐린을 분비하지 못해 고혈당이 발생하는 것으로 알려져 있다(민헌기, 1992; Kahn, 2003; Hui et al., 2004). 그러나 우리나라 제 2형 당뇨병의 특징은 서구인의 당뇨병에 비해 인슐린 작용능력과 인슐린 분비능이 낮고 비만한 군에 비해 정상체중 군의 인슐린 분비가 더 낮다고 보고되고 있다. 이는 비만과 상관없이 췌장 베타세포 기능에 장애가 있는 것으로 당뇨병 발병에 있어서 췌장의 베타세포의 기능을 평가하는 것은 매우 중요하다(허갑범 등, 1994; 심완섭 등, 2005).

또한 비만 등으로 인슐린 저항성이 증가하면 베타세포에서 이를 극복하기 위해 인슐린 분비를 4-5배 이상 증가시키지만(Kloppel, 1985) 유전적으로 적은 인슐린 분비능을 가진 우리나라 사람의 경우 비만 등에 의하여 인슐린 저항성이 증가하면 췌장에서 갑자기 인슐린 분비를 충분히 증가시키지 못해 쉽게 당뇨병에 이환된다는 주장도 있다(윤건호, 1995; 박선민 등, 2001).

췌장의 베타세포 기능 저하에 대한 원인은 만성적인 포도당과 지질수준의 독성, 인슐린저항성으로 인한 인슐린 분비증가, 유전적인 원인 등이 제기되고

있으며(Wajchenberg, 2007) 영양섭취와의 관련성에 대해서도 일부 보고된다.

탄수화물의 소비증가는 인슐린 요구량 증가를 통한 산화적 스트레스(oxidative stress) 및 소포체 스트레스(endoplasmic reticulum stress) 유발 등으로 베타세포 손상 및 장애를 발생시킬 수 있고(Robertson et al., 2004), 고워 등(Gower et al., 2011)의 연구에서 3대 영양소(탄수화물, 단백질, 지질) 섭취구성의 변경은 과체중 또는 비만인 공복혈당 장애 군에서 인슐린 감수성 증가와 베타세포 기능개선으로 제 2형 당뇨병의 위험을 감소시킨다고 보고한다. 또한 비타민 D는 면역체계에 영향을 주어 항염증 반응으로 췌장 베타세포의 손상을 막고(Ramesh, 1996), 비타민 D 결핍이 있는 내당능 장애나 제 2형 당뇨병 환자에서 비타민 D를 보충시킨 결과 인슐린 분비와 당대사를 개선시키고 당화혈색소를 감소시켰다(Borissova et al., 2003). 비타민 A, C, E 등의 항산화 영양소는 제한적이기는 하지만 산화적 스트레스에 의한 베타세포 기능 장애를 방어함으로써 인슐린 저항성과 당뇨병의 위험을 감소시킬 수 있다(Rains et al., 2010).

우리나라의 경우 서구에 비해 에너지의 주요 급원이 되는 3대 영양소 중 탄수화물 섭취비율이 높은 특징을 가지고 있지만(김선두 등, 2000) 현재까지 베타세포 기능과 탄수화물을 포함한 3대 영양소 섭취비율 및 항산화 영양소를 포함한 다양한 비타민, 무기질 등에 대해 진행된 연구가 거의 없다.

때문에 본 연구를 통해 3대 영양소 섭취비율을 비롯한 한국인의 전반적인 영양섭취 양상과 베타세포 기능의 관련성을 분석하여 베타세포 기능 개선과 당뇨병 예방에 기여할 수 있는 식생활 정책, 교육의 기초자료를 마련하고자 한다.

2. 연구의 목적

본 연구에서는 국민건강영양조사 제 4기 3차년도(2009) 자료를 이용하여 한국인의 영양섭취 양상과 HOMA β -cell을 이용한 베타세포 기능의 관련성을 분석하여 베타세포 기능 개선과 당뇨병 예방에 기여할 수 있는 식생활 정책, 교육의 기초자료를 마련하고자 한다.

구체적인 목적은 다음과 같다.

첫째, HOMA β -cell을 이용하여 한국인의 베타세포 기능을 평가하고 관련 요인을 파악한다.

둘째, HOMA β -cell 수준에 따른 영양소 섭취의 차이를 비교한다.

셋째, HOMA β -cell과 영양섭취의 관련성을 분석한다.

넷째, HOMA β -cell에 영향을 주는 영양적 요인을 평가한다.

II. 이론적 배경

1. 췌장과 베타세포 기능

췌장은 인슐린과 글루카곤 등 혈당유입과 간의 글리코겐 분해에 관여하는 호르몬을 생성하는 기관이다. 췌장의 알파세포에서는 혈중 포도당 농도를 상승시키는 글루카곤이 분비되며, 베타세포에서는 혈중 포도당 농도를 감소시키는 인슐린이 분비된다. 당뇨병은 혈당 조절에 중요한 인슐린을 생산하는 베타세포의 기능 저하 또는 사멸로 인해 발병하며 베타세포의 기능 저하와 양적인 감소가 혈액 내로의 인슐린 분비를 감소시키는 결정적인 역할을 한다(배유한, 1999; 김현진 등, 2009).

베타세포의 기능저하는 모든 제 2형 당뇨병 환자에서 공통적으로 나타나는 특징으로 발생기전을 설명하는데 있어 핵심적인 역할을 하는 것으로 간주된다(Leahy, 1990; Weyer et al., 1999; DeFronzo, 2004). 특히 우리나라 제 2형 당뇨병 환자는 비만형에 비해 비비만형이 65%를 차지하며 인슐린 저항성이 증가하더라도 그만큼 인슐린 분비가 증가하지 못해 고인슐린혈증보다 오히려 인슐린이 부족한 형태로 베타세포 기능이 당뇨병 위험도에 미치는 영향이 크다고 말할 수 있다(민헌기, 1992; 조재형 등, 2001; 최은숙 등, 2008).

2. 베타세포 기능 측정방법

베타세포의 기능 측정에는 여러 임상적 방법이 사용되고 있으며 대표적으로는 인슐린 생산 지표(Insulinogenic index), 공복 또는 식후 C-펩티드 농도(C-peptide concentration), HOMA β -cell 등이 있다(표1),(이상열 등 2006; 최은숙 등 2008). 본 연구에서 활용한 HOMA β -cell은 혈액 검사만으로 측정할 수 있는 편리성과 비용 면에서 경제적이라는 장점으로 역학적으로 널리 사용되는 방법으로 간과 베타세포 사이의 되먹임 작용을 가정하는데, 예를 들면 포도당 농도는 인슐린에 의한 간의 당신생에 의해 조절이 되고, 인슐린 농도는 포도당 농도에 대한 췌장 베타세포의 반응에 의해 조절된다. 이러한 원리를 토대로 HOMA는 임상연구 등에서 베타세포 기능을 간접적으로 평가하는 대표적인 방법으로 사용되고 있다(김지훈 등, 2009).

표1. 베타세포기능 측정방법

방법	특징	측정법
Insulinogenic index	급성기의 인슐린분비기능 측정	(당부하 30~60분후 plasma insulin - 공복 plasma insulin)/(당부하 30~60분후 plasma glucose -공복 plasma glucose)
C-peptide	인슐린이 만들어지기 전 큰 분자의 일부분을 측정	혈중 및 소변중의 C-peptide를 측정
HOMA β -cell	공복혈당과 인슐린으로 계산할 수 있어 과정이 간편	$[20 \times \text{fasting plasma insulin}(\mu\text{IU/mL})] / [\text{fasting plasma glucose}(\text{mmol/L}) - 3.5]$

3. HOMA β -cell과 당뇨병

여러 임상연구를 통해 HOMA β -cell의 감소는 당뇨병 발생률 증가와 관련이 있다는 것이 증명되었다.

당뇨병과 심혈관질환의 위험인자가 없는 50-79세 여성 3,782명을 5.9년 추적 관찰한 연구에서 HOMA β -cell은 HOMA-IR과 함께 당뇨병 발생을 예견하는 중요한 인자였다. 특히 당뇨병 발생 위험도의 경우 HOMA β -cell이 낮고, HOMA-IR이 높은 군에서 가장 높은 값을 보여주었다(Song et al., 2007).

최은숙 등(2008)이 당뇨병의 기왕력이 없는 남성을 대상으로 4년간 조사한 연구에서는 체질량지수, 공복혈당, HOMA β -cell이 향후 당뇨병 발생의 가장 유의한 결정인자였다. 또한 HOMA-IR이 높은 군보다, HOMA β -cell이 낮았던 대상자에서 향후 당뇨병 발생 위험도가 높아 췌장 베타세포의 기능이 향후 당뇨병 발생에 매우 중요함을 시사하였다.

4. HOMA β -cell과 관련된 인자

선행 연구에 의하면 연령, 체중, 체중조절여부, 허리둘레, 공복혈당, 콜레스테롤, 흡연, 음주, 교육수준 등이 HOMA β -cell에 영향을 주거나 연관성을 보인다고 하였다.

많은 연구에서 연령은 HOMA β -cell과 음의 관계로 연령이 증가할수록 HOMA β -cell이 낮아진다고 한다(Chiu et al., 2000; Yates et al., 2002; Kuroe et al., 2003; Yamada et al., 2004). 또한 건강한 사람을 대상으로 체질량지수와 HOMA β -cell의 관련성을 본 연구에서는 체질량지수가 높을수록 HOMA β -cell이 높아지는 양의 상관관계가 있다고 보고하였고(Chiu et al., 2000;

Kuroe et al., 2003; Molero-Conejo et al., 2003; Yamada et al., 2004), 비만인 당뇨병 환자의 경우 체중감소가 오히려 HOMA β -cell을 상승시킨다는 연구도 있다(Dixon et al., 2003).

공복 혈당, 총 콜레스테롤은 HOMA β -cell과 음의 상관관계이며(Garg et al., 2011), 허리둘레는 HOMA β -cell과 양의 상관관계를 가진다(Chiu et al., 2000). 또한 흡연의 경우 남성에서 현재 흡연자가 과거 및 비흡연자에 비해 HOMA β -cell이 더 낮고(Ostgren et al., 2000), 음주의 소비는 HOMA β -cell과 유의적인 음의 관계이며(Yamada et al., 2004), 교육수준이 낮으면 HOMA β -cell이 낮고, 교육수준이 높으면 HOMA β -cell이 높아 교육수준이 HOMA β -cell에 영향을 준다는 연구 등이 있다(Sartorelli et al., 2007).

5. HOMA β -cell과 식이인자

HOMA β -cell에 대한 식이의 역할은 아직까지 불분명하지만 식이인자와의 관련성에 대해 일부 보고되고 있다.

40-69세에 새롭게 진단된 당뇨병 환자를 대상으로 식사조절 기간과 HOMA β -cell의 관련성을 본 연구에서는 탄수화물 42%, 단백질 20%, 지방 38%, 섬유소 13g을 기본으로 한 식사관리를 장기간 유지할수록 그렇지 않은 군에 비해 HOMA β -cell이 유의하게 상승된 결과를 보였고(Levy et al., 1998), 27세의 건강한 성인 남성을 두 군으로 분류하여 단순불포화지방산과 포화지방산 섭취를 높였을 때 두 군 모두 지방의 섭취 증가가 HOMA β -cell 상승에 영향을 주었다(Lopez et al., 2008). 또한 내당능장애(impaired glucose tolerance, IGT)를 가진 일본계 브라질 사람을 대상으로 탄수화물 섭취와 HOMA β -cell

의 관련성을 보았을 때 정제된 탄수화물의 섭취가 증가함에 따라 HOMA β -cell이 감소하여 베타세포기능이 탄수화물의 질과 관련성이 있는 것으로 보고하였다(Sartorelli et al., 2009). 식품군별로 분류하여 HOMA β -cell과의 상관관계를 분석한 연구에서는 적색육, 생선의 섭취가 증가함에 따라 HOMA β -cell이 증가하는 경향을 나타내었다(Panagiotakos et al., 2005).

Ⅲ. 연구방법

1. 연구모형(틀)

본 연구의 틀은 다음과 같다.

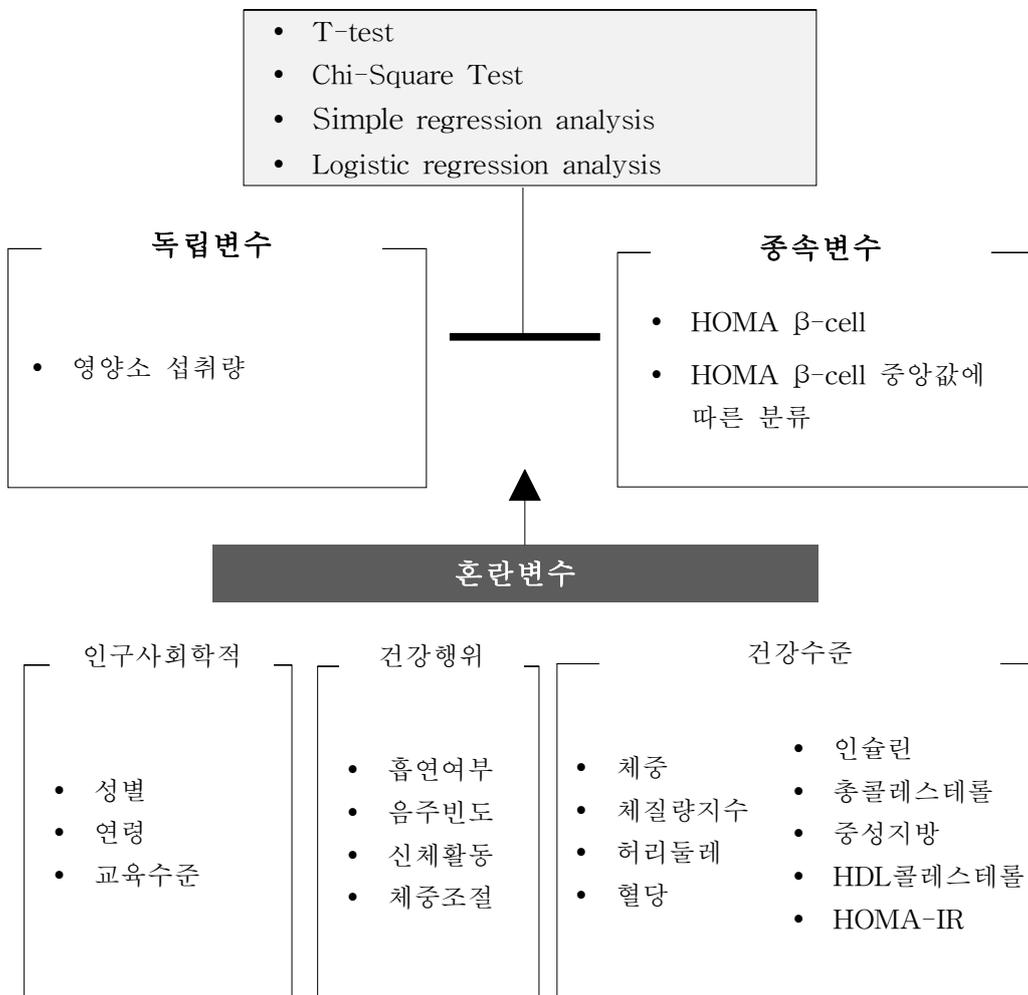


그림1. 연구의 틀

2. 연구대상

본 연구는 제 4기 2009년 국민건강영양조사 자료를 이용하였다. 국민건강영양조사에 참여한 총 10,533명 중 30세 이상 성인 6,756명을 추출하였고, 이 중 혈당 및 인슐린 검사가 시행되었고 영양조사에 응답한 5,479명을 선별하였다.

본 연구는 당뇨병이 없는 자를 대상으로 하였으므로 국민건강영양조사 자료에서 당뇨병으로 진단받았거나 당뇨병 치료를 받고 있는 659명을 연구 대상에서 제외하였다. 또한 본 연구에서 조사하는 자료에 대한 응답이 부정확한 17명과 HOMA β -cell의 이상치(1766.4)를 보인 1명을 추가로 제외하여 결과적으로 총 4,802명(남자 1,917명, 여자 2,885명)을 대상으로 연구를 진행하고 자료를 분석하였다(표2).

표2. 연구대상자 선정

연구대상자 선정 과정	전체
조사 응답자 수	10,533
30세 이상 성인 수	6,756
혈당, 인슐린, 영양조사 응답자 수	5,479
당뇨병의 기왕력이 없는 사람 수	4,820
최종 연구대상자 수	4,802

3. 변수의 선정 및 정의

가. HOMA β -cell

베타세포 기능을 측정하는 지표로 HOMA β -cell을 평가하였다. 월리스 등 (Wallace et al., 2004), 송경은 등(2007)의 선행 연구에서 베타세포 기능의 평가로 사용한 HOMA β -cell 공식을 이용하였으며 국민건강영양조사 자료의 공복 인슐린(fasting plasma insulin)과 공복 혈당(fasting plasma glucose) 수치를 이용하여 다음의 공식으로 계산하였다.

$$* \text{HOMA } \beta\text{-cell} = [20 \times \text{fasting plasma insulin}(\mu\text{IU/mL})] / [\text{fasting plasma glucose}(\text{mmol/L}) - 3.5]$$

HOMA β -cell 수준에 따라 대상자를 분류하여 분석하기 위해 HOMA β -cell의 중앙값을 구하고 이를 기준으로 대상자를 두 개 군으로 분류하였으며 중앙값 이상인 경우 높은 군으로, 중앙값 미만인 경우 낮은 군으로 명명하였다(심완섭 등, 2005; 최은숙 등, 2008; Song et al., 2007).

나. HOMA-IR

HOMA β -cell과 비교되는 개념으로 인슐린저항성 지표로 활용되는 HOMA-IR(Song et al., 2007; Johnston et al., 2010)은 국민건강영양조사 자료의 공복 인슐린과 공복 혈당 수치를 이용하여 다음의 공식으로 계산하였다.

$$* \text{HOMA-IR} = [\text{fasting plasma insulin}(\mu\text{IU/mL}) \times \text{fasting plasma glucose}(\text{mmol/L})] / 22.5$$

다. 영양소 섭취량

영양소 섭취량은 국민건강영양조사에서 조사된 에너지, 탄수화물, 단백질, 지방, 조식유, 회분, 칼슘, 인, 철분, 나트륨, 칼륨, 비타민 A, 카로틴, 레티놀, 티아민, 리보플라빈, 나이아신, 비타민 C, 18가지 영양소 섭취량 자료를 사용하였다. 국민건강영양조사에서 제시된 영양소 섭취량은 24시간 회상법을 이용하여 조사한 결과로, 대상자가 조사 전 하루 동안 섭취한 모든 음식의 종류와 양, 가정에서 조리한 음식의 레시피를 조사하여 산출한 후 농촌자원개발연구소에서 발행하는 식품성분표(농촌자원개발연구소, 2006)를 이용하여 분석된 자료이다.

추가로 탄수화물, 단백질, 지방의 경우 영양소별 에너지 섭취 비율을 계산하였으며 계산공식은 다음과 같다(보건복지부 & 질병관리본부, 2010).

* 탄수화물 급원 에너지 섭취비율: $(\text{탄수화물 섭취량} \times 4) / \{(\text{탄수화물 섭취량} \times 4) + (\text{단백질 섭취량} \times 4) + (\text{지방 섭취량} \times 9)\}$

* 단백질 및 지방 급원 에너지 섭취비율: 탄수화물 급원 에너지 섭취비율과 같은 정의에 의해 산출

라. 인구사회학적 및 건강행위 요인

선행연구를 참조하여(심완섭 등, 2005; Sartorelli et al., 2007) 인구사회학적 요인으로 성별, 연령, 교육수준을 국민건강영양조사 자료에서 이용하였다. 연령은 10세 단위로 구분하여 30-39세, 40-49세, 50-59세, 60-69세, 70세 이상으로 총 5군으로 분류하였다.

건강행위 요인으로 흡연여부, 음주빈도, 신체활동, 체중조절을 파악하였다.

흡연은 비흡연, 과거흡연, 현재흡연으로 분류하였으며, 음주빈도는 월 1회

미만, 월 1회 이상, 주 2-3회 이상으로 세 그룹으로 구분하였다.

신체활동은 대한당뇨병학회의 운동요법을 참고하여 '1주일 동안 격렬한 신체활동 또는 중등도 신체활동'을 1회 30분 이상, 주 3일 이상 실천 유무로 정의하였고, 체중조절 노력은 '1년 간 체중조절 여부'를 이용하여 체중 감소, 유지 또는 증가 노력을 한 군은 체중조절 노력을 한 그룹으로 묶어 체중조절 노력을 하지 않은 군과 구분하였다.

마. 건강수준 요인

건강수준요인은 체중, 체질량지수, 허리둘레, 혈당, 인슐린, 총 콜레스테롤, 중성지방, HDL 콜레스테롤로 분석하였다.

체질량지수는 저체중($18.5\text{kg}/\text{m}^2$ 미만), 정상($18.5\text{kg}/\text{m}^2$ 이상 $23\text{kg}/\text{m}^2$ 미만), 과체중($23\text{kg}/\text{m}^2$ 이상 $25\text{kg}/\text{m}^2$ 미만), 비만($25\text{kg}/\text{m}^2$ 이상)으로 분류하였고, 허리둘레는 한국인에게 적합한 복부비만 평가기준에 따라 남자의 경우 '90cm 미만', '90cm 이상', 여자의 경우 '85cm 미만', '85cm 이상'으로 분류하였다(대한비만학회, 2005).

4. 분석방법

본 연구에 사용된 모든 통계분석은 SAS(Statistical Analysis System version 9.2)를 이용하였다. 각 변수에 따른 기술통계 자료는 평균 \pm 표준편차 (Mean \pm SD) 또는 백분율로 제시하였다. 모든 통계분석은 가중치를 적용하였으며 각 변수에 대하여 표준 정규분포를 나타내는지 검증을 시행하고 정규분포가 아닌 HOMA β -cell과 HOMA_IR에 대해서는 로그(log)값으로 변환한 후 통계 분석을 시행하였다. 그러나 자료의 기술은 이해가 쉽도록 로그 변환 이전의 값으로 제시하였다. 성별 또는 HOMA β -cell에 따른 두 그룹간의 연속형 변수의 비교를 위해서는 t 검정(Independent t-test)을 시행하였으며 범주형 자료에 대해서는 카이제곱 검정(Chi-Square Test)을 시행하였다. HOMA β -cell 수준과 다른 변수와의 상관성 검증을 위해 단순 상관분석(Simple regression analysis)을 시행하였으며 상관계수를 구하고 상관성을 분석하였다.

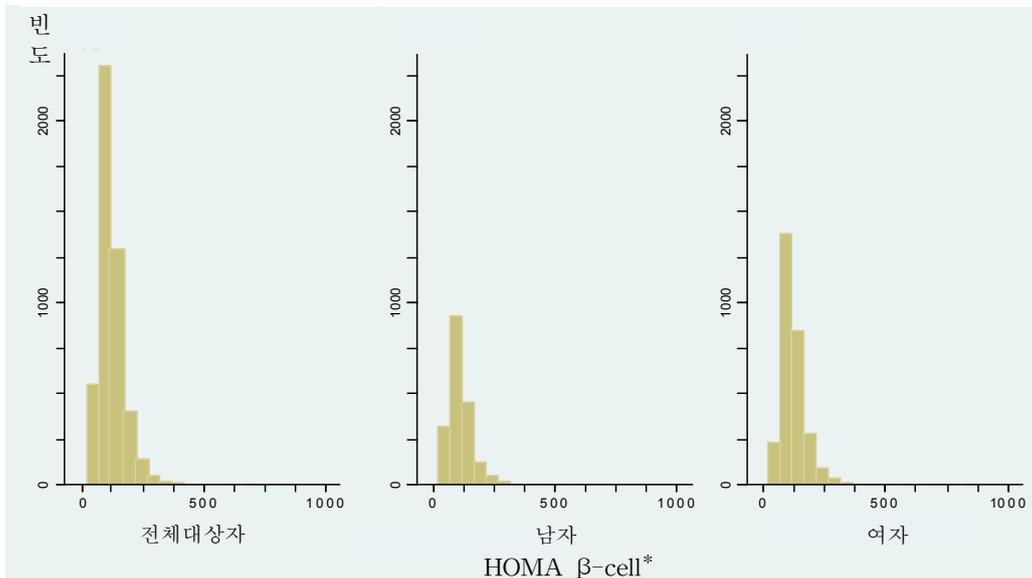
HOMA β -cell에 영향을 주는 요인을 분석하기 위해서는 로지스틱 회귀분석(Logistic regression analysis)을 시행하였고 모든 통계적 결과는 유의확률 0.05 미만($p < 0.05$)인 경우 유의적인 것으로 처리하였다.

IV. 연구결과

1. HOMA β -cell의 분포

베타세포기능을 측정한 HOMA β -cell의 분포를 전체 대상자와 성별에 따라 구분하여 그림2에 나타내었다.

전체적으로 HOMA β -cell은 50-150인 경우가 가장 많았고 전체 대상자의 HOMA β -cell 평균은 118.69, 중앙값은 107.36이었다. 성별로 구분하였을 때 남자 총 1,917명의 HOMA β -cell 평균은 114.55, 중앙값은 102.72, 여자 총 2,885명의 HOMA β -cell 평균 122.67, 중앙값 111.43으로 평균, 중앙값 모두 남자보다 여자가 높은 결과를 보였다.



* $HOMA \beta\text{-cell} = [20 \times \text{fasting plasma insulin}(\mu\text{IU/mL})] / [\text{fasting plasma glucose}(\text{mmol/L}) - 3.5]$

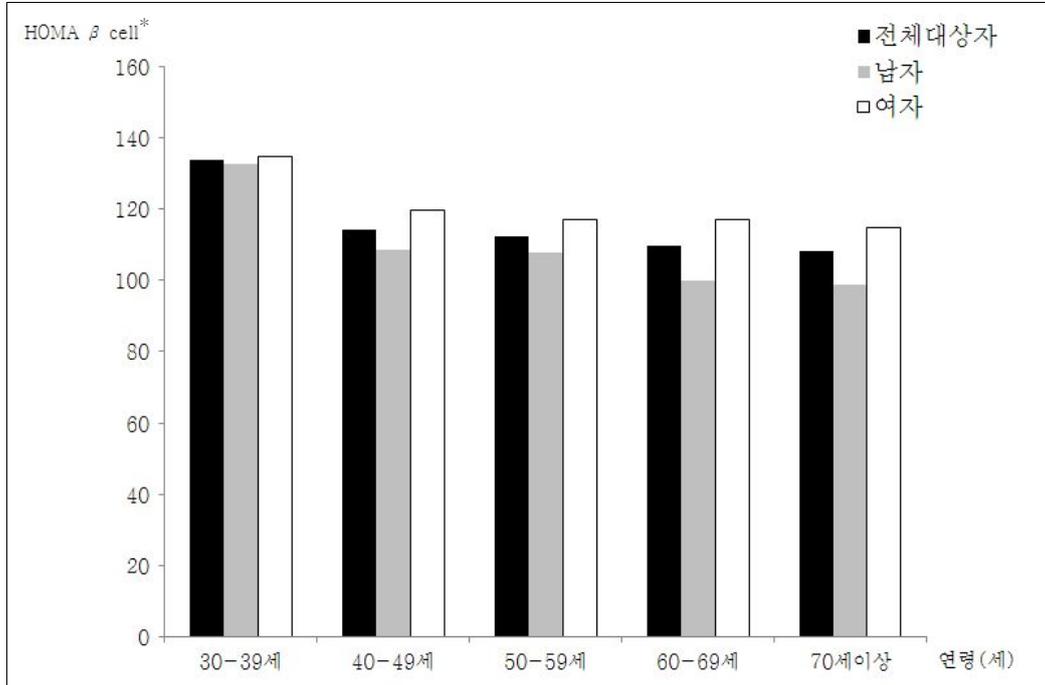
그림2. 성별 HOMA β -cell의 분포

추가로 연령별 HOMA β -cell의 평균은 그림3과 같다. 전체 대상자와 성별에 따라 각 30-39세, 40-49세, 50-59세, 60-69세, 70세 이상, 총 5군으로 분류하였으며 전체 대상자와 남자, 여자 모두 30-39세의 HOMA β -cell이 가장 높고, 70세 이상의 HOMA β -cell이 가장 낮았다. 또한 여자 60-69세를 제외하고는 연령이 증가함에 따라 HOMA β -cell이 감소하는 경향을 보였다.

전체 대상자의 HOMA β -cell은 30-39세의 경우 대상자 1,158명으로 평균 133.79, 중앙값 119.66이었고, 40-49세의 경우 대상자 1,187명으로 평균 114.09, 중앙값 104.79이었다. 50-59세의 경우 대상자는 935명이었으며 평균 112.53, 중앙값 99.13이었고, 60-69세는 대상자 836명, 평균 109.55, 중앙값 100.49이었다. 70세 이상은 대상자 686명으로 가장 인원이 적었고, 평균 108.09, 중앙값 96.30으로 나타났다.

남자 대상자의 HOMA β -cell을 살펴보면 30-39세의 경우 대상자 445명으로 평균 132.80, 중앙값 120.18이었고, 40-49세의 경우 대상자 455명으로 평균 108.50, 중앙값 98.77로 30-39세에 비해 평균과 중앙값 모두 크게 줄어드는 경향을 보였다. 50-59세의 경우 대상자는 374명으로 평균 107.83, 중앙값 93.37이었으며 60-69세는 대상자 356명, 평균 99.97, 중앙값 90.16, 70세 이상은 대상자 287명으로 평균 98.81, 중앙값 88.09이었다.

여자 대상자는 HOMA β -cell이 전체 대상자와 남자에 비해 모두 높은 결과를 보였다. 30-39세의 경우 대상자 713명으로 평균 134.86, 중앙값 118.93이었고, 40-49세의 경우 대상자 732명으로 평균 119.65, 중앙값 111.07로 나타났다. 50-59세의 경우 대상자는 561명이었으며 평균 117.08, 중앙값 105.78이었고, 60-69세는 대상자 480명, 평균 117.18, 중앙값 107.53으로 전체와 남자 대상자의 결과와는 달리 50-59세에 비해 값이 높았다. 70세 이상은 대상자 399명으로 평균 114.82, 중앙값 101.22로 전체와 남자대상자의 결과와 마찬가지로 가장 낮은 결과 값을 보였다.



* $HOMA \beta\text{-cell} = [20 \times \text{fasting plasma insulin}(\mu\text{IU/mL})] / [\text{fasting plasma glucose}(\text{mmol/L}) - 3.5]$

그림3. 성별, 연령별 HOMA β-cell의 평균값

2. 연구대상자의 특성

베타세포기능을 측정된 HOMA β -cell 중앙값에 따라 나뉜 두 군 간의 인구사회학적, 건강행위에 따른 특징을 표3에 나타내었다. 각 요인으로는 성별, 연령, 교육수준, 흡연여부, 음주빈도, 신체활동, 체중조절노력 등 7가지 항목에 대해 분석하였다.

전체 4,802명 중 HOMA β -cell이 낮은 군 2,414명, 높은 군 2,388명이었으며 남자는 HOMA β -cell이 낮은 군 비율이 53.37%로 높은 반면 여자는 HOMA β -cell이 높은 군 비율이 55.23%로 높았다. HOMA β -cell이 낮은 군의 평균 연령은 50.28 ± 0.41 세, 높은 군의 평균 연령은 46.26 ± 0.40 세로 HOMA β -cell이 낮은 군의 연령이 더 많은 것으로 나타났다. 연령 분포에서 30-39세의 경우 HOMA β -cell이 낮은 군 비율 22.50%에 비해 HOMA β -cell이 높은 군의 비율 37.75%로 높았으나 40세 이상부터는 HOMA β -cell이 낮은 군의 비율이 더 높았다. 교육수준은 초졸 및 중졸이하 군에서 HOMA β -cell이 낮은 군의 비율이 높았으나 고졸이상부터는 높은 군의 비율이 높게 나타나 교육수준에 따라 다른 차이를 보였다($p < 0.001$), (표3).

표4, 표5에서는 남녀로 구분하여 인구사회학적, 건강행위특성을 비교하였다.

남자의 HOMA β -cell 중앙값에 대한 연령 분포는 전체 대상자의 결과와 같이 40세 이상부터 HOMA β -cell이 낮은 군의 비율이 더 높았고, 음주빈도 역시 전체 대상자의 결과와 같이 주 2-3회 이상 음주를 하는 경우에만 HOMA β -cell이 낮은 군의 비율이 더 높았다($p < 0.001$). 여자는 흡연여부를 제외하고는 전체 대상자의 분석과 유사한 결과였다.

표3. 연구대상자의 HOMA β-cell에 따른 인구사회학적 및 건강행위 요인

	HOMA β-cell			P value	
	전체 (n=4,802)	낮은 군 (n=2,414)	높은 군 (n=2,388)		
성별 ¹⁾					
남자	1917(49.07)	1101(53.37)	816(44.77)	<.0001 ²⁾	
여자	2885(50.93)	1313(46.63)	1572(55.23)		
연령(세) ³⁾	48.27±0.34	50.28±0.41	46.26±0.40	<.0001 ⁴⁾	
30-39	1158(30.13)	434(22.50)	724(37.75)	<.0001	
40-49	1187(29.60)	590(30.95)	597(28.26)		
50-59	935(20.65)	516(23.55)	419(17.76)		
60-69	836(11.05)	481(12.86)	355(9.24)		
≥70	686(8.57)	393(10.14)	293(6.99)		
교육수준					
초졸이하	1445(21.27)	806(24.42)	639(18.13)		<.0001
중졸	606(11.74)	326(12.97)	280(10.51)		
고졸	1566(36.98)	755(36.13)	811(37.82)		
대졸이상	1185(30.01)	527(26.48)	658(33.54)		
흡연여부					
비흡연	2946(53.97)	1380(50.76)	1566(57.19)	0.0005	
과거흡연	895(20.48)	512(22.36)	383(18.60)		
현재흡연	961(25.55)	522(26.88)	439(24.21)		
음주빈도					
월1회미만	2380(43.45)	1105(40.01)	1275(46.89)	<.0001	
월1회이상	1417(32.16)	682(30.07)	735(34.25)		
주2-3회이상	1005(24.39)	627(29.92)	378(18.86)		
신체활동					
주3회이상, 30분이상	789(16.23)	410(16.97)	379(15.49)	0.2161	
주3회미만, 30분미만	4013(83.77)	2004(83.03)	209(84.51)		
체중조절노력					
유	2706(59.36)	1303(57.64)	1403(61.07)	0.0420	
무	2096(40.64)	1111(42.36)	985(38.93)		

1) 빈도(백분율%)

2) p-values: χ^2 test

3) 평균±표준편차

4) p-values: t-test, HOMA β-cell 낮은 군(HOMA β-cell<107.36)과 높은 군(HOMA β-cell≥107.36)비교

표4. 남자의 HOMA β -cell에 따른 인구사회학적 및 건강행위 요인

	HOMA β -cell			P value
	전체 (n=1,917)	낮은 군 (n=1,012)	높은 군 (n=905)	
연령(세) ¹⁾	47.45±0.40	49.79±0.52	45.11±0.52	<.0001 ²⁾
30-39 ³⁾	445(31.90)	161(22.53)	284(41.26)	<.0001 ⁴⁾
40-49	455(30.08)	241(32.63)	214(27.54)	
50-59	374(20.69)	218(23.55)	156(17.83)	
60-69	356(9.98)	219(12.32)	137(7.65)	
≥70	287(7.35)	173(8.97)	114(5.72)	
교육수준				
초졸이하	432(15.11)	274(19.65)	158(10.57)	<.0001
중졸	263(11.12)	158(13.69)	105(8.55)	
고졸	629(36.60)	331(36.54)	298(36.66)	
대졸이상	593(37.17)	249(30.12)	344(44.22)	
흡연여부				
비흡연	344(17.39)	176(15.90)	168(18.88)	0.0961
과거흡연	764(36.42)	425(38.98)	339(33.87)	
현재흡연	809(46.19)	411(45.12)	398(47.25)	
음주빈도				
월1회미만	564(26.19)	268(22.34)	296(30.03)	<.0001
월1회이상	605(34.30)	296(31.03)	309(37.57)	
주2-3회이상	748(39.51)	448(46.63)	300(32.40)	
신체활동				
주3회이상, 30분이상	317(16.55)	179(17.94)	138(15.16)	0.1697
주3회미만, 30분미만	1600(83.45)	833(82.06)	767(84.84)	
체중조절노력				
유	1011(55.45)	512(53.77)	499(57.13)	0.2573
무	906(44.55)	500(46.23)	406(42.87)	

1) 평균±표준편차 2) p-values: t-test, HOMA β -cell 낮은 군(HOMA β -cell<102.18)과 높은 군(HOMA β -cell≥102.18)비교

3) 빈도(백분율%) 4) p-values: χ^2 test

표5. 여자의 HOMA β -cell에 따른 인구사회학적 및 건강행위 요인

	HOMA β -cell			P value
	전체 (n=2,885)	낮은 군 (n=1,437)	높은 군 (n=1,448)	
연령(세) ¹⁾	49.05±0.38	50.74±0.46	47.37±0.47	<.0001 ²⁾
30-39 ³⁾	713(28.41)	283(22.97)	430(33.86)	<.0001 ⁴⁾
40-49	732(29.14)	362(29.34)	370(28.94)	
50-59	561(20.62)	301(23.02)	260(18.22)	
60-69	480(12.08)	265(13.09)	215(11.06)	
≥70	399(9.75)	226(11.58)	173(7.92)	
교육수준				
초졸이하	1013(27.21)	563(30.26)	450(24.15)	0.0077
중졸	343(12.34)	173(12.77)	170(11.91)	
고졸	937(37.34)	432(35.76)	505(38.93)	
대졸이상	592(23.11)	269(21.21)	323(25.01)	
흡연여부				
비흡연	2602(89.22)	1301(90.23)	1301(88.21)	0.2501
과거흡연	131(5.12)	61(4.38)	70(5.85)	
현재흡연	152(5.66)	75(5.39)	77(5.94)	
음주빈도				
월1회미만	1816(60.08)	885(59.34)	931(60.82)	0.0224
월1회이상	812(30.10)	399(29.12)	413(31.08)	
주2-3회이상	257(9.82)	153(11.54)	104(8.10)	
신체활동				
주3회이상, 30분이상	472(15.92)	232(15.40)	240(16.45)	0.5544
주3회미만, 30분미만	2413(84.08)	1205(84.60)	1208(83.55)	
체중조절노력				
유	1695(63.12)	801(60.63)	894(65.61)	0.0106
무	1190(36.88)	636(39.37)	554(34.39)	

1) 평균±표준편차 2) p-values: t-test, HOMA β -cell 낮은 군(HOMA β -cell<111.43)과 높은 군(HOMA β -cell≥111.43)비교

3) 빈도(백분율%) 4) p-values: χ^2 test

HOMA β -cell이 낮은 군과 높은 군의 건강수준 요인은 표6과 같다.

대상자의 평균 체중은 $63.28 \pm 0.20 \text{kg}$ 이었으며 체질량지수는 $23.72 \pm 0.06 \text{kg/m}^2$ 이었다.

HOMA β -cell이 낮은 군에 비해 높은 군의 체중 및 체질량지수가 높았으며, HOMA β -cell이 낮은 군은 정상체중 비율이 44.86%로 가장 높은 반면 HOMA β -cell이 높은 군은 비만 비율이 38.41%로 가장 높았다.

복부비만은 모두 정상인 경우가 많았고, HOMA β -cell의 값은 전체 평균 118.69 ± 1.31 , 낮은 군 평균 80.13 ± 0.49 , 높은 군 평균 157.23 ± 1.71 이었다.

HOMA_{IR}과 인슐린은 HOMA β -cell이 높은 군에서 더 높은 값을 보였고 공복 혈당, 총 콜레스테롤, HDL 콜레스테롤은 HOMA β -cell이 낮은 군에서 더 높은 값을 나타냈고 이는 모두 통계적으로 유의하였다($p < 0.05$).

남녀로 구분하여 HOMA β -cell과 건강수준을 다시 비교하였을 때 남자는 체중, 체질량지수, 허리둘레, HOMA_{IR}, 인슐린이 모두 HOMA β -cell이 높은 군에서 높게 나왔으며, 공복 혈당과 총 콜레스테롤, HDL 콜레스테롤은 HOMA β -cell이 낮은 군에서 더 높았고 이는 통계적으로 유의한 결과였다 ($p < 0.05$),(표7).

여자의 경우도 남자와 같은 경향을 보여주었으며 중성지방을 포함하여 건강수준변수 모두가 통계적으로 유의하였다($p < 0.05$),(표8).

표6. 연구대상자의 HOMA β -cell에 따른 건강수준

	HOMA β -cell			P value
	전체 (n=4,802)	낮은 군 (n=2,414)	높은 군 (n=2,388)	
체중(kg)	63.28±0.20	61.91±0.25	64.64±0.32	<.0001 ¹⁾
체질량지수(kg/m ²)	23.72±0.06	23.24±0.07	24.21±0.09	<.0001
저체중 ²⁾	167(3.24)	103(3.56)	64(2.92)	<.0001 ³⁾
정상 ²⁾	1943(39.60)	1101(44.86)	842(34.34)	
과체중 ²⁾	1188(24.99)	606(25.65)	582(24.34)	
비만 ²⁾	1504(32.17)	604(25.93)	900(38.41)	
허리둘레(cm)	81.15±0.23	80.10±0.26	82.20±0.30	<.0001
정상 ²⁾	3582(76.26)	1939(81.41)	1643(71.10)	<.0001 ³⁾
복부비만 ²⁾	1220(12.74)	475(18.59)	745(28.90)	
HOMA β -cell ⁴⁾	118.69±1.31	80.13±0.49	157.23±1.71	<.0001
HOMA_IR ⁴⁾	2.25±0.03	1.79±0.02	2.70±0.05	<.0001
공복혈당(mmol/L)	5.20±0.01	5.38±0.01	5.02±0.01	<.0001
인슐린(μ IU/mL)	9.57±0.11	7.38±0.06	11.76±0.18	<.0001
총콜레스테롤(mg/dl)	189.49±0.66	191.39±0.89	187.59±0.82	0.0006
HDL콜레스테롤(mg/dl)	51.91±0.26	53.30±0.36	50.53±0.31	<.0001
중성지방(mg/dl)	136.88±2.16	134.99±2.86	138.76±2.91	0.3248

자료는 평균±표준편차임

1) p-values: t-test, HOMA β -cell 낮은 군(HOMA β -cell<107.36)과 높은 군(HOMA β -cell \geq 107.36)비교 2) 빈도(백분율%) 3) p-values: χ^2 test

4) log변환 후 통계분석함

표7. 남자의 HOMA β-cell에 따른 건강수준

	HOMA β-cell			P value
	전체 (n=1,917)	낮은 군 (n=1,012)	높은 군 (n=905)	
체중(kg)	69.46±0.30	67.19±0.41	71.72±0.43	<.0001 ¹⁾
체질량지수(kg/m ²)	24.06±0.09	23.48±0.12	24.64±0.13	<.0001
저체중 ²⁾	61(2.48)	42(3.02)	19(1.93)	<.0001 ³⁾
정상 ²⁾	677(34.16)	422(40.35)	255(27.97)	
과체중 ²⁾	517(26.72)	282(28.43)	235(25.02)	
비만 ²⁾	662(36.64)	266(28.20)	396(45.08)	
허리둘레(cm)	84.18±0.27	82.87±0.35	85.48±0.38	<.0001
정상 ²⁾	1429(75.42)	815(81.11)	614(69.72)	<.0001 ³⁾
복부비만 ²⁾	488(24.58)	197(18.89)	291(30.28)	
HOMA β-cell ⁴⁾	114.55±1.96	75.58±0.66	153.49±2.59	<.0001
HOMA_IR ⁴⁾	2.30±0.05	1.79±0.03	2.81±0.08	<.0001
공복혈당(mmol/L)	5.28±0.02	5.46±0.02	5.09±0.02	<.0001
인슐린(μIU/mL)	9.64±0.17	7.25±0.09	12.02±0.29	<.0001
총콜레스테롤(mg/dl)	190.19±0.95	191.91±1.23	188.47±1.33	0.0024
HDL콜레스테롤(mg/dl)	49.03±0.34	51.39±0.51	46.67±0.40	<.0001
중성지방(mg/dl)	162.23±3.67	157.75±4.78	166.70±5.32	0.1993

자료는 평균±표준편차임

1) p-values: t-test, HOMA β-cell 낮은 군(HOMA β-cell<102.18)과 높은 군(HOMA β-cell≥102.18)비교 2) 빈도(백분율%) 3) p-values: χ² test

4) log변환 후 통계분석함

표8. 여자의 HOMA β -cell에 따른 건강수준

	HOMA β -cell			P value
	전체 (n=2,885)	낮은 군 (n=1,437)	높은 군 (n=1,448)	
체중(kg)	57.32±0.19	55.93±0.22	58.72±0.27	<.0001 ¹⁾
체질량지수(kg/m ²)	23.40±0.08	22.96±0.09	23.83±0.12	<.0001
저체중 ²⁾	106(3.97)	65(4.39)	41(3.54)	<.0001 ³⁾
정상 ²⁾	1266(44.84)	695(49.25)	571(40.44)	
과체중 ²⁾	671(23.33)	340(23.82)	331(22.84)	
비만 ²⁾	842(27.86)	337(22.55)	505(33.18)	
허리둘레(cm)	78.23±0.30	77.04±0.33	79.42±0.39	<.0001
정상 ²⁾	2153(77.07)	1147(81.26)	1006(72.87)	<.0001 ³⁾
복부비만 ²⁾	732(22.93)	290(18.74)	442(27.13)	
HOMA β -cell ⁴⁾	122.67±1.47	84.91±0.53	160.44±2.36	<.0001
HOMA_IR ⁴⁾	2.20±0.03	1.79±0.02	2.61±0.05	<.0001
공복혈당(mmol/L)	5.13±0.01	5.30±0.01	4.97±0.01	<.0001
인슐린(μ IU/mL)	9.51±0.11	7.49±0.07	11.52±0.18	<.0001
총콜레스테롤(mg/dl)	188.82±0.85	191.32±1.22	186.33±1.12	0.0024
HDL콜레스테롤(mg/dl)	54.69±0.33	56.01±0.45	53.38±0.43	<.0001
중성지방(mg/dl)	122.45±1.66	108.46±2.37	116.45±2.36	0.0184

자료는 평균±표준편차임

1) *p*-values: t-test, HOMA β -cell 낮은 군(HOMA β -cell<111.43)과 높은 군(HOMA β -cell≥111.43)비교 2) 빈도(백분율%) 3) *p*-values: χ^2 test

4) log변환 후 통계분석함

HOMA β -cell과 연령 및 건강수준과의 상관성을 분석한 결과는 표9에 나타내었다. 전체 대상자의 연령($\beta=-0.180$, $p<0.001$)과 공복 혈당($\beta=-0.431$, $p<0.001$), 총 콜레스테롤($\beta=-0.060$, $p=0.0004$), HDL 콜레스테롤($\beta=-0.131$, $p<0.001$)은 HOMA β -cell에 대해 음의 상관관계였고, 체중($\beta=0.155$, $p<0.001$), 체질량지수($\beta=0.195$, $p<0.001$), 허리둘레($\beta=0.139$, $p<0.001$), 인슐린($\beta=0.639$, $p<0.001$)은 양의 상관관계였다. 단, 중성지방은 유의적인 상관성을 보이지 않았다.

성별로 구분하였을 때에도 남자의 총 콜레스테롤과 중성지방을 제외하고는 유의성 있는 같은 상관관계를 보여주었다(표9).

표9. HOMA β -cell과 연령 및 건강수준 상관분석

	HOMA β -cell ¹⁾					
	전체 (n=4,802)		남자 (n=1,917)		여자 (n=2,885)	
	coefficients	P value	coefficients	P value	coefficients	P value
연령(세)	-0.180	<.0001	-0.236	<.0001	-0.141	<.0001
체중(kg)	0.155	<.0001	0.283	<.0001	0.208	<.0001
체질량지수(kg/m ²)	0.195	<.0001	0.249	<.0001	0.168	<.0001
허리둘레(cm)	0.139	<.0001	0.197	<.0001	0.169	<.0001
공복혈당(mmol/L)	-0.431	<.0001	-0.415	<.0001	-0.433	<.0001
인슐린(μ IU/mL)	0.639	<.0001	0.648	<.0001	0.639	<.0001
총콜레스테롤(mg/dl)	-0.060	0.0004	-0.034	0.2442	-0.084	0.0002
HDL콜레스테롤(mg/dl)	-0.131	<.0001	-0.213	<.0001	-0.105	<.0001
중성지방(mg/dl)	0.037	0.0832	0.062	0.0579	0.068	0.0203

simple regression analysis

1) log변환 후 통계 분석함

3. 연구대상자의 영양학적 특성

HOMA β -cell이 낮은 군과 높은 군의 영양소 섭취량은 표10과 같다.

총 에너지 섭취는 HOMA β -cell 낮은 군 1954.08kcal, 높은 군 1956.16kcal로 통계적으로 유의한 차이는 없었다($p=0.9463$).

총 에너지 섭취에 대한 탄수화물, 단백질, 지방의 섭취비율은 탄수화물과 지방에서 유의한 차이를 보였으며, 탄수화물은 HOMA β -cell이 낮은 군이 높은 군에 비해 더 높은 비율로 섭취하였고($68.58\pm 0.28\%$ vs. $67.87\pm 0.29\%$, $p<0.05$) 반면 지방의 경우 HOMA β -cell이 높은 군이 더 높은 비율로 섭취하였다($16.77\pm 0.21\%$ vs. $17.47\pm 0.23\%$, $p<0.05$). 또한 지방은 지방 섭취량에서도 HOMA β -cell이 높은 군이 유의적으로 섭취량이 많아 지방 섭취비율과 유사한 결과를 보여주었다($36.50\pm 0.72g$ vs. $39.40\pm 0.89g$, $p<0.05$).

비타민 A($789.47\pm 19.54\mu gRE$ vs. $862.85\pm 30.27\mu gRE$, $p<0.05$), 카로틴($4109.40\pm 99.27\mu g$ vs. $4522.14\pm 180.72\mu g$, $p<0.05$), 리보플라빈($1.16\pm 0.02mg$ vs. $1.22\pm 0.19mg$, $p<0.05$) 역시 HOMA β -cell이 낮은 군에 비해 높은 군이 유의적으로 섭취량이 많았다.

대상자를 성별에 구분하여 영양소 섭취량을 분석하였으며 그 결과는 표11과 12에 나타내었다. 남자의 경우 HOMA β -cell에 따른 두 군 간의 탄수화물 섭취비율, 단백질 섭취량, 지방 섭취량, 지방 섭취비율, 리보플라빈, 나이아신 섭취량의 유의적인 차이가 있었다. HOMA β -cell이 높은 군은 낮은 군에 비해 탄수화물 섭취비율은 낮았으며($67.35\pm 0.40\%$ vs. $65.52\pm 0.40\%$, $p<0.05$), 단백질 섭취량($80.67\pm 1.42g$ vs. $84.78\pm 1.45g$, $p<0.05$), 지방 섭취량($43.01\pm 1.14g$ vs. $49.83\pm 1.47g$, $p<0.05$), 지방 섭취비율($17.48\pm 0.31\%$ vs. $19.13\pm 0.33\%$, $p<0.05$), 리보플라빈($1.33\pm 0.03mg$ vs. $1.42\pm 0.03mg$, $p<0.05$), 나이아신($19.34\pm$

0.38mg vs. 20.44±0.43mg, p<0.05) 섭취량은 높았다(표11).

여자의 경우 HOMA β-cell에 따른 두 군 간의 에너지 섭취량, 탄수화물 섭취량, 단백질 섭취량, 지방 섭취량, 회분, 인, 철분, 비타민 A, 카로틴, 티아민, 리보플라빈, 나이아신, 비타민 C 섭취량의 유의적인 차이가 있었다. HOMA β-cell이 높은 군은 낮은 군에 비해 에너지 섭취량(1587.09±16.72kcal vs. 1648.00±22.73kcal, p<0.05), 탄수화물 섭취량(275.64±3.08g vs. 285.97±4.44g, p<0.05), 단백질 섭취량(55.69±0.83g vs. 58.67±0.89g, p<0.05), 지방 섭취량(28.82±0.66g vs. 30.75± 0.73g, p<0.05), 회분(16.92±0.26g vs. 18.03±0.47g, p<0.05), 인(973.85±12.27mg vs. 1019.55±14.58mg, p<0.05), 철분(12.45±0.27 mg vs. 13.46±0.46mg, p<0.05), 비타민 A (675.97±21.05μgRE vs. 828.41±51.47 μgRE, p<0.05), 카로틴(3605.59±118.43μg vs. 4375.24±309.11μg, p<0.05), 티아민(1.04±0.02mg vs. 1.10±0.02mg, p<0.05), 리보플라빈(0.97±0.02mg vs. 1.05 ±0.02mg, p<0.05), 나이아신(13.08±0.20mg vs. 13.64±0.22mg, p<0.05), 비타민 C(98.17±2.95mg vs. 106.29±3.30mg, p<0.05)의 섭취량 모두 높았다(표12).

표10. 연구대상자의 HOMA β -cell에 따른 영양소 섭취량

	HOMA β -cell ¹⁾			P value
	전체 (n=4,802)	낮은 군 (n=2,414)	높은 군 (n=2,388)	
에너지(kcal)	1955.12±15.52	1954.08±22.08	1956.16±21.67	0.9463
탄수화물(g)	315.95±2.34	314.59±2.93	317.31±3.52	0.5445
탄수화물(%)	68.22±0.23	68.58±0.28	67.87±0.29	0.0369
단백질(g)	69.72±0.73	69.07±1.01	70.36±0.90	0.2981
단백질(%)	14.66±0.09	14.65±0.12	14.66±0.12	0.9575
지방(g)	37.95±0.61	36.50±0.72	39.40±0.89	0.0065
지방(%)	17.12±0.17	16.77±0.21	17.47±0.23	0.0109
조섬유(g)	7.74±0.10	7.81±0.14	7.68±0.13	0.4554
회분(g)	20.51±0.24	20.44±0.27	20.57±0.33	0.7469
칼슘(mg)	501.69±5.67	500.69±7.79	502.68±8.08	0.8586
인(mg)	1176.48±9.84	1169.13±14.22	1183.83±13.01	0.4364
철분(mg)	14.77±0.22	14.51±0.25	15.02±0.32	0.1751
나트륨(mg)	5114.68±62.17	5178.20±76.47	5051.19±84.25	0.2158
칼륨(mg)	3111.73±32.14	3087.29±43.18	3136.16±44.74	0.4163
비타민A(μ gRE)	826.17±18.55	789.47±19.54	862.85±30.27	0.0378
카로틴(μ g)	4315.80±108.84	4109.40±99.27	4522.14±180.72	0.0359
레티놀(μ g)	100.82±5.45	97.03±8.56	104.62±5.45	0.4171
티아민(mg)	1.29±0.12	1.28±0.02	1.30±0.02	0.3226
리보플라빈(mg)	1.19±0.01	1.16±0.02	1.22±0.19	0.0214
나이아신(mg)	16.56±0.19	16.43±0.25	16.70±0.25	0.4294
비타민C(mg)	108.78±2.02	106.45±2.52	110.11±2.65	0.1514

평균±표준편차

p-values: t-test, HOMA β -cell 낮은 군(HOMA β -cell<107.36)과 높은 군(HOMA β -cell≥ 107.36) 비교

1) log변환 후 통계 분석 함

표11. 남자의 HOMA β -cell에 따른 영양소 섭취량

	HOMA β -cell ¹⁾			P value
	전체 (n=1,917)	낮은 군 (n=1,012)	높은 군 (n=905)	
에너지(kcal)	2305.50±24.79	2281.58±33.59	2329.41±34.12	0.2994
탄수화물(g)	352.44±3.43	350.30±4.45	354.57±5.04	0.5176
탄수화물(%)	66.44±0.30	67.35±0.40	65.52±0.40	0.0005
단백질(g)	82.72±1.11	80.67±1.42	84.78±1.45	0.0235
단백질(%)	15.26±0.12	15.17±0.16	15.34±0.16	0.4092
지방(g)	46.42±0.97	43.01±1.14	49.83±1.47	0.0002
지방(%)	18.30±0.24	17.48±0.31	19.13±0.33	0.0002
조섬유(g)	8.38±0.14	8.53±0.18	8.22±0.18	0.1681
회분(g)	23.66±0.31	23.51±0.38	23.80±0.45	0.6031
칼슘(mg)	573.51±9.33	561.50±12.18	585.52±13.52	0.1733
인(mg)	1363.08±15.04	1340.70±19.71	1385.45±21.17	0.1059
철분(mg)	16.64±0.28	16.43±0.34	16.86±0.43	0.4310
나트륨(mg)	6094.10±92.37	6104.20±113.48	6084.00±133.72	0.9032
칼륨(mg)	3491.00±45.32	3450.93±58.18	3531.05±61.45	0.3047
비타민A(μ gRE)	902.96±20.86	888.42±29.02	917.48±30.93	0.5007
카로틴(μ g)	4653.53±112.48	4532.05±127.63	4774.94±178.65	0.2576
레티놀(μ g)	121.94±9.38	120.13±15.90	123.75±9.16	0.8407
티아민(mg)	1.51±0.02	1.48±0.03	1.55±0.04	0.1077
리보플라빈(mg)	1.37±0.02	1.33±0.03	1.42±0.03	0.0132
나이아신(mg)	19.89±0.30	19.34±0.38	20.44±0.43	0.0410
비타민C(mg)	115.57±2.51	113.92±3.29	117.22±3.45	0.4624

평균±표준편차

p-values: t-test, HOMA β -cell 낮은 군(HOMA β -cell<102.18)과 높은 군(HOMA β -cell \geq 102.18) 비교

1) log변환 후 통계 분석 함

표12. 여자의 HOMA β -cell에 따른 영양소 섭취량

	HOMA β -cell ¹⁾			P value
	전체 (n=2,885)	낮은 군 (n=1,437)	높은 군 (n=1,448)	
에너지(kcal)	1617.55±13.87	1587.09±16.72	1648.00±22.73	0.0354
탄수화물(g)	280.80±2.82	275.64±3.08	285.97±4.44	0.0478
탄수화물(%)	69.94±0.27	70.17±0.37	69.72±0.34	0.3213
단백질(g)	57.18±0.63	55.69±0.83	58.67±0.89	0.0104
단백질(%)	14.08±0.11	13.98±0.14	14.17±0.14	0.3053
지방(g)	29.79±0.50	28.82±0.66	30.75±0.73	0.0458
지방(%)	15.98±0.21	15.86±0.29	16.10±0.26	0.4919
조섬유(g)	7.13±0.13	7.08±0.17	7.18±0.19	0.6688
회분(g)	17.48±0.30	16.92±0.26	18.03±0.47	0.0210
칼슘(mg)	432.49±6.26	429.52±8.48	435.46±9.00	0.6276
인(mg)	996.70±9.70	973.85±12.27	1019.55±14.58	0.0155
철분(mg)	13.06±0.29	12.45±0.27	13.46±0.46	0.0409
나트륨(mg)	4171.06±57.37	4159.97±73.58	4182.15±78.08	0.8235
칼륨(mg)	2746.32±38.92	2675.45±44.27	2817.20±61.42	0.0563
비타민A(μ gRE)	752.19±30.32	675.97±21.05	828.41±51.47	0.0030
카로틴(μ g)	3990.42±181.98	3605.59±118.43	4375.24±309.11	0.0104
레티놀(μ g)	80.48±4.27	72.24±6.17	88.71±6.19	0.0670
티아민(mg)	1.07±0.01	1.04±0.02	1.10±0.02	0.0171
리보플라빈(mg)	1.01±0.01	0.97±0.02	1.05±0.02	0.0019
나이아신(mg)	13.36±0.16	13.08±0.20	13.64±0.22	0.0434
비타민C(mg)	102.23±2.52	98.17±2.95	106.29±3.30	0.0316

평균±표준편차

p-values: t-test, HOMA β -cell 낮은 군(HOMA β -cell<111.43)과 높은 군(HOMA β -cell≥111.43) 비교

1) log변환 후 통계 분석 함

4. 연구대상자의 HOMA β -cell과 영양요인의 상관 분석

영양소 섭취량이 베타세포 기능 측정지표인 HOMA β -cell과 인슐린 저항성 측정지표인 HOMA_IR에 어떠한 영향을 미치는지 알아보기 위해 각 영양소 섭취량과 HOMA β -cell 및 HOMA_IR의 상관분석을 시행하였으며 각각 서로 다른 영양소가 유의한 상관관계를 보였다(표13).

HOMA β -cell은 탄수화물과 지방 섭취비율이 유의적이었으며 탄수화물 섭취비율은 음의 상관관계($\beta=-0.040$, $p<0.05$)를 보인 반면 지방 섭취비율은 양의 상관관계($\beta=0.046$, $p<0.05$)였다.

HOMA_IR의 경우 탄수화물, 단백질, 지방 섭취비율에서는 유의적인 상관성이 나오지 않았으나 회분($\beta=0.039$, $p<0.05$), 비타민 A($\beta=0.046$, $p<0.05$), 카로틴($\beta=0.044$, $p<0.05$), 티아민($\beta=0.039$, $p<0.05$), 리보플라빈($\beta=0.040$, $p<0.05$) 섭취량에서 유의한 양의 상관관계를 나타냈다.

표13. 연구대상자의 HOMA β -cell 및 HOMA_IR과 영양소 섭취량 상관분석

(n=4,802)

	HOMA β -cell ¹⁾		HOMA_IR ¹⁾	
	coefficients	P value	coefficients	P value
에너지(kcal)	-0.033	0.0949	0.011	0.5610
탄수화물(g)	-0.022	0.2725	0.003	0.8747
탄수화물(%)	-0.040	0.0225	-0.004	0.8354
단백질(g)	0.001	0.9353	0.028	0.1247
단백질(%)	0.008	0.6482	0.026	0.1117
지방(g)	0.032	0.0986	0.020	0.3151
지방(%)	0.046	0.0093	-0.008	0.6859
조섬유(g)	0.019	0.3148	-0.000	0.9812
회분(g)	0.012	0.5394	0.039	0.0342
칼슘(mg)	-0.013	0.4917	0.005	0.7760
인(mg)	-0.008	0.6624	0.027	0.1349
철분(mg)	0.007	0.7172	0.025	0.1560
나트륨(mg)	-0.035	0.0603	0.027	0.1507
칼륨(mg)	-0.001	0.9780	0.025	0.1474
비타민A(μ gRE)	0.025	0.2228	0.046	0.0125
카로틴(μ g)	0.030	0.1507	0.044	0.0164
레티놀(μ g)	0.004	0.8485	0.022	0.1976
티아민(mg)	0.002	0.9160	0.039	0.0339
리보플라빈(mg)	0.031	0.1255	0.040	0.0378
나이아신(mg)	-0.008	0.6689	0.026	0.1826
비타민C(mg)	0.023	0.2043	0.021	0.1598

simple regression analysis

1) log 변환 후 통계 분석 함

대상자를 성별로 구분하여 영양소 섭취량과 HOMA β -cell 및 HOMA_IR의 상관관계를 분석한 결과는 표14, 표15와 같다.

남자의 경우 HOMA β -cell에 대하여 탄수화물 섭취비율, 지방 섭취량, 지방 섭취비율, 리보플라빈 섭취량이 유의적이었으며 탄수화물 섭취비율은 음의 상관관계($\beta=-0.084$, $p<0.05$)인 반면 지방 섭취량($\beta=0.082$, $p<0.05$), 지방 섭취비율($\beta=0.094$, $p<0.05$), 리보플라빈 섭취량($\beta=0.058$, $p<0.05$)은 양의 상관관계였다. HOMA_IR은 탄수화물 섭취비율($\beta=-0.051$, $p<0.05$)과 음의 상관관계였으나, 지방 섭취량($\beta=0.059$, $p<0.05$), 티아민($\beta=0.068$, $p<0.05$), 리보플라빈($\beta=0.077$, $p<0.05$), 비타민 C($\beta=0.051$, $p<0.05$) 섭취량은 양의 상관관계를 나타냈다(표14).

여자의 경우 HOMA β -cell에 대하여 비타민 A($\beta=0.066$, $p<0.05$), 카로틴($\beta=0.062$, $p<0.05$), 리보플라빈($\beta=0.062$, $p<0.05$) 섭취량이 유의적인 양의 상관관계였다.

HOMA_IR에 대해서는 지방 섭취량($\beta=-0.065$, $p<0.05$), 지방 섭취비율($\beta=-0.074$, $p<0.05$), 칼슘 섭취량($\beta=-0.050$, $p<0.05$)이 음의 관계를 보인 반면, 탄수화물 섭취비율($\beta=0.056$, $p<0.05$), 비타민 A($\beta=0.059$, $p<0.05$), 카로틴($\beta=0.060$, $p<0.05$) 섭취량은 양의 상관관계였다(표15).

표14. 남자의 HOMA β -cell 및 HOMA_IR과 영양소 섭취량 상관분석

(n=1,917)

	HOMA β -cell ¹⁾		HOMA_IR ¹⁾	
	coefficients	P value	coefficients	P value
에너지(kcal)	0.004	0.8763	0.023	0.3620
탄수화물(g)	0.004	0.8747	0.000	0.9979
탄수화물(%)	-0.084	0.0028	-0.051	0.0489
단백질(g)	0.045	0.0796	0.052	0.0374
단백질(%)	0.021	0.4185	0.036	0.1186
지방(g)	0.082	0.0040	0.059	0.0248
지방(%)	0.094	0.0014	0.046	0.0954
조식유(g)	-0.030	0.1981	-0.003	0.8920
회분(g)	0.006	0.8412	0.035	0.1491
칼슘(mg)	0.023	0.3924	0.037	0.1916
인(mg)	0.026	0.3423	0.047	0.0759
철분(mg)	0.012	0.6967	0.021	0.3828
나트륨(mg)	0.006	0.8450	0.028	0.2886
칼륨(mg)	0.008	0.7764	0.038	0.1238
비타민A(μ gRE)	0.004	0.8862	0.030	0.1776
카로틴(μ g)	0.011	0.6606	0.023	0.2718
레티놀(μ g)	0.013	0.6615	0.031	0.1904
티아민(mg)	0.034	0.1920	0.068	0.0106
리보플라빈(mg)	0.058	0.0390	0.077	0.0034
나이아신(mg)	0.034	0.2048	0.044	0.1012
비타민C(mg)	0.021	0.4209	0.051	0.0245

simple regression analysis

1) log 변환 후 통계 분석 함

표15. 여자의 HOMA β -cell 및 HOMA_IR과 영양소 섭취량 상관분석

(n=2,885)

	HOMA β -cell ¹⁾		HOMA_IR ¹⁾	
	coefficients	P value	coefficients	P value
에너지(kcal)	0.017	0.4460	-0.037	0.1291
탄수화물(g)	0.013	0.5893	-0.012	0.6285
탄수화물(%)	-0.029	0.1420	0.056	0.0145
단백질(g)	0.034	0.0989	-0.029	0.1632
단백질(%)	0.026	0.2442	0.006	0.7966
지방(g)	0.035	0.0624	-0.065	0.0022
지방(%)	0.024	0.2189	-0.074	0.0014
조식유(g)	0.014	0.5463	-0.005	0.8490
회분(g)	0.033	0.1957	0.028	0.2786
칼슘(mg)	-0.007	0.7436	-0.050	0.0075
인(mg)	0.035	0.0932	-0.019	0.3684
철분(mg)	0.041	0.0916	0.020	0.4758
나트륨(mg)	-0.016	0.4840	0.006	0.7721
칼륨(mg)	0.043	0.0604	-0.002	0.9400
비타민A(μ gRE)	0.066	0.0134	0.059	0.0287
카로틴(μ g)	0.062	0.0233	0.060	0.0259
레티놀(μ g)	0.007	0.7935	-0.000	0.9884
티아민(mg)	0.032	0.1159	-0.020	0.2971
리보플라빈(mg)	0.062	0.0068	-0.022	0.3501
나이아신(mg)	0.021	0.3128	-0.025	0.2674
비타민C(mg)	0.041	0.0613	-0.014	0.4806

simple regression analysis

1) log 변환 후 통계 분석 함

5. 연령에 따른 HOMA β -cell과 영양요인의 관련성 분석

영양소와 HOMA β -cell의 상관 분석에서 유의하게 나온 일부 영양소(탄수화물 섭취비율, 지방 섭취비율, 리보플라빈, 비타민 A)에 대해 여성의 폐경 연령을 고려한 연령으로 세분화하여(30-49세, 50-64세, 65세 이상) HOMA β -cell값에 따른 오즈비(Odds Ratio, OR)를 분석하였다(표16).

30-49세 2,345명, 50-64세 1,359명, 65세 이상 1,098명이었으며 성별, 연령, 체질량지수, 허리둘레, 음주빈도, 교육수준, 흡연여부, 체중조절여부, 총 콜레스테롤, HDL 콜레스테롤, 중성지방, 총 에너지 섭취를 통제하고 각 영양소를 분석한 결과 리보플라빈 섭취량은 전 연령 군에서 유의한 결과를 보이지 않았으며 이 외 영양소에 대해서는 30-49세를 제외한 연령 군에서 유의한 결과가 나타났다.

탄수화물 섭취비율의 증가에 대해 50-64세에서 HOMA β -cell이 높은 군일 오즈비는 0.983(95% CI 0.970-0.997, $p < 0.05$), 65세 이상에서는 1.016(95% CI 1.002-1.031, $p < 0.05$)으로 나타났고, 지방 섭취비율의 증가에 대해 50-64세에서 HOMA β -cell이 높은 군일 오즈비는 1.019(95% CI 1.000-1.037, $p < 0.05$), 65세 이상의 경우에는 0.979(95% CI 0.960-0.998, $p < 0.05$)로 나타나 연령에 따라 다른 결과를 보였다.

비타민 A는 65세 이상에서만 유의한 결과가 분석되었으며 비타민 A 섭취 증가에 대한 HOMA β -cell이 높은 군일 오즈비는 1.023(95% CI 1.005-1.042, $p < 0.05$)이었다.

표16. 연령에 따른 세부 그룹별 HOMA β-cell과 일부 영양소 오즈비 분석

	연령에 따른 세부 그룹		
	30-49세 (n=2,345)	50-64세 (n=1,359)	65세 이상 (n=1,098)
	OR(95% CI)	OR(95% CI)	OR(95% CI)
탄수화물(%)*	1.007(0.998-1.016)	0.983(0.970-0.997)	1.016(1.002-1.032)
지방(%)*	0.993(0.981-1.004)	1.019(1.000-1.037)	0.979(0.960-0.998)
리보플라빈(mg)	1.200(0.958-1.503)	1.250(0.921-1.698)	1.226(0.840-1.788)
비타민 A(μg RE)	1.011(0.999-1.022)	1.010(0.993-1.027)	1.023(1.005-1.042)

logistic regression analysis

*탄수화물섭취비율(%)=(탄수화물섭취량×4)/{(탄수화물섭취량×4)+(단백질섭취량×4)+(지방섭취량×9)}

*지방섭취비율(%)=(지방섭취량×9)/{(탄수화물섭취량×4)+(단백질섭취량×4)+(지방섭취량×9)}

30-49세: HOMA β-cell ≥ 112.67 기준으로 HOMA β-cell log 변환하여 분석

50-64세: HOMA β-cell ≥ 98.76 기준으로 HOMA β-cell log 변환하여 분석

65세이상: HOMA β-cell ≥ 98.21 기준으로 HOMA β-cell log 변환하여 분석

<모형> 성별, 연령, 체질량지수, 허리둘레, 교육수준, 흡연여부, 음주빈도, 체중조절여부, 총콜레스테롤, HDL콜레스테롤, 중성지방, 총에너지 섭취 통제하고 영양소 각각 분석

고찰

본 연구에서는 우리나라 30세 이상 당뇨병 기왕력이 없는 성인을 대상으로 HOMA β -cell 중앙값에 따라 나뉜 두 군 간 영양소 섭취의 차이를 분석하고 이에 영향을 미치는 인구사회학적 및 건강행위요인, 건강수준요인을 평가하고자 하였다.

본 연구 결과, 췌장의 인슐린 분비능지표인 HOMA β -cell은 3대 영양소 중 탄수화물과 지방 섭취와 연관성을 지니는 것으로 나타났다. 전체 대상자 분석 결과 HOMA β -cell이 높은 군이 낮은 군에 비해 탄수화물 섭취비율이 낮고 지방 섭취비율은 높았으며($p < 0.05$), 이러한 결과는 성별로 세부 분석한 결과에서도 유사한 양상을 보였다. 따라서 우리나라 성인의 경우 탄수화물을 통한 에너지 섭취가 적고 지방을 통한 섭취가 많을수록 인슐린 분비능이 양호한 것으로 추정된다. 또한 본 연구의 상관성 분석 결과에서도 HOMA β -cell은 탄수화물 섭취비율과는 음의 상관관계($\beta = -0.040$, $p < 0.05$)를 보인 반면 지방 섭취비율과는 양의 상관관계($\beta = 0.046$, $p < 0.05$)를 나타내, 과도한 탄수화물 섭취 및 저조한 지방 섭취가 베타세포 기능 저하와 연관될 수 있음을 시사하였다.

췌장의 베타세포는 과도한 탄수화물 섭취로 인해 장기간 고농도 포도당에 노출되었을 때 비가역적으로 인슐린 분비능이 떨어져 포도당 독성을 유발할 수 있다. 고농도 포도당은 세포 내 활성산소를 증가시키고 증가된 활성산소는 췌장 베타세포 기능을 저하시킨다(원규장, 2004). 또한 과도한 탄수화물 섭취는 지방으로 저장되며 탄수화물이 산화될 때 지방산의 산화가 덜 일어나기 때문에 탄수화물의 과다 섭취는 체내에서 지방의 저장을 유발 할 수 있다(보건

복지부지정 2형 당뇨병 임상연구센터, 2008).

인슐린 저항성을 보이는 여성을 대상으로 고지방, 고단백, 고당질 식사를 비교한 실험연구에서는 저당질 고단백 식사가 제 2형 당뇨병의 위험을 전반적으로 감소시키며(Mckaly et al., 2005), 인슐린 저항성을 보이는 비만인을 대상으로 한 비교 연구에서는 중정도로 탄수화물을 제한한 저열량 식사(총 열량의 탄수화물 40%, 단백질 15%, 지방 45%)가 미국당뇨병협회(American Diabetes Association, ADA), 미국심장협회(American Heart Association, AHA)등에서 권장하는 식사 구성안(총 열량의 당질 60%, 단백질 15%, 지방 30% 미만)에 비해서 유의적인 체중 감량과 심혈관 질환 위험인자를 감소시킨다고 한다(Boden et al., 2005). 그러나 한국인 영양섭취기준(보건복지부 & 한국영양학회, 2010)에서 권장하는 3대 영양소의 적정 섭취 비율은 탄수화물 55-70%, 단백질 7-20%, 지방 15-25%이며, 2009년 국민건강영양조사에 따르면 3대 영양소 섭취 비율은 탄수화물 66.4%, 단백질 14.6%, 지방 19.0%로 우리나라 사람들은 서구인에 비해 탄수화물의 섭취 비율이 높은 반면 지방의 섭취 비율이 낮은 특성을 가지고 있다(보건복지부 & 질병관리본부, 2010). 포화지방산을 포함한 과도한 지방섭취는 산화적 스트레스를 증가시켜 오히려 베타세포 기능부전을 유발하고 고혈당을 발생시킬 수 있지만 지방의 질과 양을 고려한 적절한 지방 섭취는 상대적으로 탄수화물 섭취 비율을 감소시켜 혈당 및 인슐린 저항성 개선에 보다 효과적일 수 있다는 결과 등은 본 연구결과를 뒷받침하여 준다(정혜경 등, 2010). 그러므로 지속적인 연구를 통해 추 후 당뇨병 예방 및 관리를 위한 질을 고려한 3대 영양소 섭취비율 기준이 고려되어야 할 것이다.

에너지 급원인 3대 영양소 이외에도 HOMA β -cell은 비타민, 무기질 섭취와도 연관성을 보여주었다.

전체 대상자 분석 결과 HOMA β -cell이 높은 군이 낮은 군에 비해 비타민

A, 카로틴, 리보플라빈 섭취량이 높았으며($p < 0.05$), 성별로 세부분석한 결과 남자는 전체 대상자와 유사한 양상을 보였으나 여자에서는 회분, 인, 철분, 비타민 A, 카로틴, 티아민, 리보플라빈, 나이아신, 비타민 C 섭취량이 HOMA β -cell이 높은 군이 낮은 군에 비해 높게 섭취하는 것으로 나타났다.

본 연구의 상관성 분석에서 성별로 세부 분석한 결과 남자에서 HOMA β -cell은 리보플라빈 섭취량과 양의 상관관계($\beta = 0.058$, $p < 0.05$)를 보였고, 여자에서 HOMA β -cell은 비타민 A($\beta = 0.066$, $p < 0.05$), 카로틴($\beta = 0.062$, $p < 0.05$), 리보플라빈($\beta = 0.062$, $p < 0.05$) 섭취량과 양의 상관관계로 성별에 따라 리보플라빈 및 비타민 A의 섭취 부족은 베타세포 기능 저하와 연관될 수 있음을 나타내었다.

리보플라빈의 급원 식품은 육류, 닭고기, 생선과 같은 동물성 식품이며(보건복지부 & 한국영양학회, 2010) 선행연구에 따르면 동물성 식품의 결핍은 베타세포에 손상을 주고, 이는 인슐린의 질과 양에 영향을 주어 인슐린 분비 감소 및 장애를 유발할 수 있다고 한다(Rao, 1984; Ramesh, 1996). 또한 리보플라빈은 혈당조절 개선에 간접적으로 작용하여 산화적 스트레스 감소 및 항산화 작용을 한다(Bonnefont, 2004). 한편 항산화 비타민 A, C, E는 산화적 스트레스에 대해 신체의 방어기전으로 작용하며(Opara, 2002), 산화적 스트레스는 포도당의 자동산화, 지질 과산화 등으로 활성 산소(Reactive Oxygen Species, ROS)의 생성을 증가시키고 이는 베타세포에 손상을 주어 포도당 대사에 부정적인 영향을 줌으로서 당뇨병 발생의 위험률을 증가시킨다(Fairfield et al., 2002). 비타민 A의 활성형인 레티놀은 자유라디칼의 반응으로부터 세포막을 보호하고, 지방산 산화나 지질 과산화물의 생성을 억제하며(Mettlin, 1984), 베타카로틴은 비타민 A의 전구체로서의 역할 뿐만 아니라 활성산소를 제거하는데 가장 효과적인 물질로 알려져 있다(Krinsky, 1993). 대표적 수용성 항산화제인 비타민 C는 다른 물질을 환원시키는 능력을 가지고 있어 활성산소를 직

접 제거하고(Frei et al., 1988), 비타민 E는 대표적인 지용성 항산화제로 활성 산소를 제거하여 지질 과산화를 억제한다(Packer, 1991).

말론(Malone, 1991)에 따르면, 항산화 비타민의 식이 섭취가 부족하거나 혈장 항산화 비타민의 농도가 낮을 경우 당뇨병에 걸릴 위험도가 증가한다고 하며 당뇨병 환자에게 항산화 영양소를 보충함으로써 인슐린 활성 증진에 의한 혈당 감소와 지질 과산화물 및 DNA 손상정도의 감소효과가 있었다는 보고도 있다(Sardas et al., 2001). 또한 항산화 비타민은 활성산소에 대한 방어 작용에 서로 상호작용하고, 하나의 항산화 비타민 섭취가 높으면 항산화 기능의 균형을 교란시킬 수 있기 때문에 한 가지만 다량으로 섭취하는 것보다는 복합적으로 섭취를 늘리는 것이 산화적 스트레스를 줄이고 베타세포 기능을 증진시킬 수 있다(Opara, 2002). 본 연구에서는 리보플라빈, 비타민 A, C와 베타세포기능의 연관성이 입증되었으며 이러한 결과로 보아 충분한 비타민 및 무기질의 복합적인 섭취는 베타세포 기능 개선 및 당뇨병 예방에 중요한 역할을 하는 것으로 추정된다.

추가로 연령에 따라 세부 그룹(30-49세, 50-64세, 65세 이상)으로 분류하여 상관분석에서 유의하게 나온 영양소인 탄수화물 및 지방 섭취비율(%), 리보플라빈, 비타민 A 섭취와 HOMA β -cell의 오즈비를 분석하였다. 분석 결과 50-64세에서는 탄수화물 섭취 증가 시 HOMA β -cell에 대한 오즈비가 감소되었으나, 65세 이상에서는 반대로 증가되었고, 30-49세에서는 유의적인 결과를 보이지 않아 연령대에 따라 다른 결과를 보여주었다. 이는 아마도 대상자의 연령 차이 및 영양소 섭취량의 차이에 기인한 것으로 추정된다. 30-49세, 50-64세의 경우 총 에너지 평균 섭취량이 2062kcal, 1913kcal이었으나, 65세 이상은 1566kcal로 적었고, 탄수화물 섭취량도 30-49세 321g, 50-64세 320g에 비해 65세 이상은 286g으로 적었다. 따라서 일정 수준 이상의 과다한 탄수화

물 섭취는 포도당 독성을 통해 베타세포 기능 저하를 유발하지만(원규장, 2004), 영양 요구량보다 적은 수준의 섭취 범위 내에서는 탄수화물의 섭취량 증가가 베타세포 기능 저하를 유발하지 않을 것으로 생각되며 앞으로 연령 및 기타 요인을 고려한 영양소 섭취와 베타세포 기능과의 세부적인 연구를 통한 정확한 원인이 밝혀져야 할 것이다.

본 연구는 몇 가지 제한점을 가진다. 본 연구는 단면 연구로 영양소 섭취량과 HOMA β -cell과의 연관성은 나타냈으나 전향적 연구가 아니므로 영양소 섭취가 장기적으로 베타세포 기능에 영향을 주는 요인인지 인과 관계에 대한 확인은 어렵다. 따라서 영양소 섭취가 베타세포 기능에 영향을 주는 요인인지 파악하기 위한 장기간 추적관찰을 통한 전향적 연구가 추후 시행되어야 할 것이다. 또한 본 연구에서 사용한 국민건강영양조사 자료의 영양소 섭취량은 1 일간의 24시간 회상법 자료를 이용하였으므로 대상자의 평소 영양소 섭취를 반영하는데 한계점을 지닌다. 이 외에도 베타세포 기능과 관련성에 대해 많은 연구가 이루어지고 있는 비타민 D, 비타민 E, 포화지방산 등의 섭취상태 평가를 반영하지 못하였다는 점, 이 요인은 국민건강영양조사 자료에서 분석되는 영양소 항목이 아니기 때문에 분석할 수 없었다. 따라서 이러한 요인에 대한 연구가 더욱 진행되어야 할 것이다.

이러한 한계점에도 불구하고 본 연구는 3대 영양소 섭취비율 및 일부 비타민을 포함한 영양소 섭취량과 HOMA β -cell의 연관성을 파악하였다는 점에서 의의를 지닌다 하겠다. 특히 한국인의 경우 서양인에 비해 비만도가 낮음에도 불구하고 인슐린 분비능이 감소되어 있고 비비만 제 2형 당뇨병의 비율이 높다는 점, 탄수화물 위주의 에너지 섭취로 인해 복부비만 및 대사증후군 발생이 높은 특성이 있다는 점 등을 고려할 때, 일부 영양소 섭취와 췌장 베타세포 기능의 관련성과 이의 연령대 별 양상을 분석한 이 연구 결과는 당뇨병 등

만성질환을 예방하기 위한 적절한 영양소 섭취 및 식사지침을 마련하기 위한 기초자료로서 활용될 수 있을 것이다. 향후 보다 대규모의 전향적 연구 분석이 필요할 것으로 사료된다.

참고문헌

- 구승희. 대사질환-비만과 대사증후군 및 당뇨병에 관한 최신 연구를 중심으로 한 고찰. 생화학분자생물학회 2010;30(4):29-35.
- 김선두, 이길도, 김순제, 최의광, 최수봉, 박선민. 한국의 제2형 당뇨병 환자에서 continuous subcutaneous insulin infusion 치료시 혈당/인슐린 지수와 당질 인슐린 비에 관한 연구. 대한내과학회지 2000;59:602-611.
- 김지훈, 이이영, 이시훈. 인슐린 저항성의 측정 및 임상 적용. 대한내분비학회지 2009;24(2):75-83.
- 김현진, 박태식. 만성 대사질환에서 스피고지질 대사체의 역할. 대한내분비학회지 2009;24(3):156-161.
- 민현기. 한국인 당뇨병의 임상적 특성. 대한당뇨병학회 1992;16(3):163-174.
- 박선민, 최미경, 안승희, 김영희, 박춘희, 최수봉. 백서에서 식이내 열량영양소의 배분이 인슐린분비능과 인슐린저항성에 미치는 영향. 한국영양학회 2001;34(5):485-492.
- 배유한. 췌장소도이식을 위한 기능성고분자. 한국 화학공학회 1999;5(2):4105.
- 보건복지부, 질병관리본부. 국민건강영양조사 원시자료 이용지침서 제4기(2007-2009). 2010.
- 보건복지부, 질병관리본부. 국민건강영양조사 원시자료 분석지침서 제1기(1998)~제4기(2007-2009). 2011.
- 보건복지부지정 2형 당뇨병 임상연구센터. 2형 당뇨병을 가진 사람들을 위한 체중조절 임상지침. 2008.
- 보건복지부, 한국영양학회. 한국인 영양섭취 기준. 2010.

- 송경은, 김대중, 박지원, 조홍근, 이관우, 허갑범. 한국인 제 2형 당뇨병환자의 인슐린분비능과 인슐린저항성에 따른 임상적 특성. 대한당뇨병학회 2007; 31(2):123-129.
- 심완섭, 김수경, 김혜진, 박세은, 강은석, 이유미 등. 한국인 제 2형 당뇨병에서 식후 인슐린 분비능의 의미. 대한당뇨병학회 2005;29(4):367-377.
- 심완섭, 김수경, 김혜진, 문재훈, 강은석, 이유미 등. 한국인 제 2형 당뇨병환자에서 Homeostasis Model Assessment 법을 이용한 인슐린저항성 및 인슐린 분비장애의 상대적 중요성에 대한 평가. 대한당뇨병학회 2005;29(3): 206-214.
- 원규장. 고농도 포도당에 노출된 췌장 소도 베타 세포에서 산화 스트레스. 대한당뇨병학회 2004;28(4):250-254.
- 윤건호. 한국인 당뇨병환자의 인슐린 분비 및 저항성. 대한당뇨병학회 1995;19 (3):25-36.
- 이상열, 전숙, 오승준, 김성운, 김진우, 김영설 등. 처음 진단된 내당능장애 및 제 2형 당뇨병환자에서 대사증후군 유무와 관련된 인슐린 분비 및 인슐린 저항성의 차이. 대한당뇨병학회 2006;30(3):193-206.
- 정혜경, 강주희, 신민정. 비만과 대사증후군 동반 여부에 따른 한국 성인 여성의 영양소 섭취 상태 평가. 대한지역사회영양학회 2010;15(5):694-703.
- 조재형, 이인규, 윤건호, 고승현, 서선희, 이정민 등. 제 2형 당뇨병 환자의 췌장 소도내 선택적 베타 세포의 소실 및 알파세포의 증가. 대한당뇨병학회 2001;25(2):164-177.
- 최은숙, 이은정, 김지훈, 원종철, 박철영, 이원영 등. 한국인 남성에서 Homeostasis Model Assessment 표지자로 측정된 인슐린저항성 및 인슐린 분비능과 당뇨병 발생 위험도. 대한당뇨병학회 2008;32:498-505.

- 허갑범, 이현철, 정윤석, 박석원, 박유경, 박은주 등. 인슐린비의존형 당뇨병환자에서 인슐린 분비능력이 당질 및 지질대사에 미치는 영향. 대한내과학회 1994;47(3):295-304.
- Boden G, Sargrad K, Homko C, Mozzoli M, Stein P. Effect of a low carbohydrate diet on appetite, blood, glucosr levels, and insulin resistance in obese patients with type 2 diabetes. *Ann Intern Med* 2005;142:403-411.
- Bonnefont-Rousselot D. The role of antioxidant micronutrients in the prevention of diabetic complications. *Treat Endocrinol* 2004;3(1):41-52.
- Borissova AM, Tankova T, Kirilov G, Dakovska L, Kovacheva R. The effect of vitamin D₃ on insulin secretion and peripheral insulin sensitivity in type 2 diabetic patients. *Int J Clin Pract* 2003;57:258-261.
- Chiu KC, Lee NP, Cohan P, Chuang LM. Beta cell function declines with age in glucose tolerant Caucasians. *Clin Endocrinol (Oxf)* 2000;53(5):569-575.
- DeFronzo RA. Pathogenesis of type 2 diabetes mellitus. *Med Clin North Am* 2004;88(4):787-835.
- Dixon JB, Dixon AF, O'Brien PE. Improvements in insulin sensitivity and beta-cell function (HOMA) with weight loss in the severely obese. Homeostatic model assessment. *Diabet Med* 2003;20(2):127-134.
- Fairfield KM, Fletcher RH. Vitamins for chronic disease prevention in adults: scientific review. *JAMA* 2002;287(23):3116-3126.
- Frei B, Stocker R, Ames BN. Antioxidant defenses and lipid peroxidation in human blood plasma. *Proc Natl Acad Sci USA* 1988;85(24):

9748-9752.

- Garg MK, Dutta MK, Mahalle N. Study of beta-cell function (by HOMA model) in metabolic syndrome. *Indian J Endocrinol Metab* 2011;15(1):44-49.
- Gower BA, Goree LL, Chandler-Laney PC, Ellis AC, Casazza K, Granger WM. A higher-carbohydrate, lower-fat diet reduces fasting glucose concentration and improves β -cell function in individuals with impaired fasting glucose. *Metabolism* 2011 (in press).
- Hui H, Dotta F, Di Mario U, Perfetti R. Role of caspases in the regulation of apoptotic pancreatic islet beta-cells death. *J Cell Physiol* 2004;200(2):177-200.
- Johnston KL, Thomas EL, Bell JD, Frost GS, Robertson MD. Resistant starch improves insulin sensitivity in metabolic syndrome. *Diabet Med* 2010;27(4):391-397.
- Kahn SE. The relative contributions of insulin resistance and beta-cell dysfunction to the pathophysiology of Type 2 diabetes. *Diabetologia* 2003;46(1):3-19.
- Klöppel G, Löhr M, Habich K, Oberholzer M, Heitz PU. Islet pathology and the pathogenesis of type 1 and type 2 diabetes mellitus revisited. *Surv Synth Pathol Res* 1985;4(2):110-125.
- Krinsky NI. Actions of carotenoids in biological systems. *Annu Rev Nutr* 1993;13:561-587.
- Kuroe A, Fukushima M, Usami M, Ikeda M, Nakai Y, Taniguchi A, et al. Impaired beta-cell function and insulin sensitivity in Japanese subjects

- with normal glucose tolerance. *Diabetes Res Clin Pract* 2003;59(1):71-77.
- Leahy JL. Natural history of beta-cell dysfunction in NIDDM. *Diabetes Care* 1990;13(9):992-1010.
- Levy J, Atkinson AB, Bell PM, McCance DR, Hadden DR. Beta-cell deterioration determines the onset and rate of progression of secondary dietary failure in type 2 diabetes mellitus: the 10-year follow-up of the Belfast Diet Study. *Diabet Med* 1998;15(4):290-296.
- López S, Bermúdez B, Pacheco YM, Villar J, Abia R, Muriana FJ. Distinctive postprandial modulation of beta cell function and insulin sensitivity by dietary fats: monounsaturated compared with saturated fatty acids. *Am J Clin Nutr* 2008;88(3):638-644.
- Malone WF. Studies evaluating antioxidants and β -carotene as chemopreventives. *Am J Clin Nutr* 1991;53(1):383-385.
- Mckaly KA, Hopkins CM, Smith KJ, McLay RT, Wiliam SM, Taylor RW, et al. Comparison of high-fat and high-protein diets with a high carbohydrate diet in insulin-resistant obese woman. *Diabetologia* 2005;48:8-16.
- Mettlin C. Epidemiologic studies on vitamin A and cancer. *Adv Nutr Res* 1984;6:47-50.
- Molero-Conejo E, Morales LM, Fernández V, Raleigh X, Gómez ME, Semprún-Ferreira M, et al. Lean adolescents with increased risk for metabolic syndrome. *Arch Latinoam Nutr* 2003;53(1):39-46.
- Opara EC. Oxidative stress, micronutrients, diabetes mellitus and its complications. *JR Soc Promot Health* 2002;122(1):28-34.

- Ostgren CJ, Lindblad U, Ranstam J, Melander A, Råstam L. Associations between smoking and beta-cell function in a non-hypertensive and non-diabetic population. Skaraborg Hypertension and Diabetes Project. *Diabet Med* 2000;17(6):445-450.
- Packer L. Protective role of vitamin E in biological systems. *Am J Clin Nutr* 1991;53(4):1050-1055.
- Panagiotakos DB, Tzima N, Pitsavos C, Chrysohoou C, Papakonstantinou E, Zampelas A, et al. The relationship between dietary habits, blood glucose and insulin levels among people without cardiovascular disease and type 2 diabetes; the ATTICA study. *Rev Diabet Stud* 2005;2(4):208-215.
- Rains JL, Jain SK. Oxidative stress, insulin signaling, and diabetes. *Free Radic Biol Med* 2011;50(5):567-575.
- Ramesh B. Dietary management of pancreatic beta-cell homeostasis and control of diabetes. *Med Hypotheses* 1996;46(4):357-361.
- Rao RH. The role of undernutrition in the pathogenesis of diabetes mellitus. *Diabetes Care* 1984;7(6):595-601.
- Robertson RP, Harmon J, Tran PO, Poitout V. Beta-cell glucose toxicity, lipotoxicity, and chronic oxidative stress in type 2 diabetes. *Diabetes* 2004;53(1):119-124.
- Sardas S, Yilmaz M, Oztok U, Cakir N, Karakaya AE. Assessment of DNA strand breakage by comet assay in diabetic patients and the role of antioxidant supplementation. *Mutat Res* 2001;490:123-129.
- Sartorelli DS, Franco LJ, Damião R, Gimeno S, Cardoso MA, Ferreira SR.

- Dietary glycemic load, glycemic index, and refined grains intake are associated with reduced beta-cell function in prediabetic Japanese migrants. *Arq Bras Endocrinol Metabol* 2009;53(4):429-434.
- Song Y, Manson JE, Tinker L, Howard BV, Kuller LH, Nathan L, et al. Insulin sensitivity and insulin secretion determined by homeostasis model assessment and risk of diabetes in a multiethnic cohort of women: The Women's Health Initiative Observational Study. *Diabetes Care* 2007;30(7):1747-1752.
- Wallace TM, Levy JC, Matthews DR. Use and abuse of HOMA modeling. *Diabetes Care* 2004;27(6):1487-1495.
- Wajchenberg BL. Beta-cell failure in diabetes and preservation by clinical treatment. *Endocr Rev* 2007;28(2):187-218.
- Weyer C, Bogardus C, Mott DM, Pratley RE. The natural history of insulin secretory dysfunction and insulin resistance in the pathogenesis of type 2 diabetes mellitus. *J Clin Invest* 1999;104(6):787-794.
- Yamada Y, Noborisaka Y, Ishizaki M, Tsuritani I, Honda R, Yamada S. Alcohol consumption, homeostasis model assessment indices and blood pressure in middle-aged healthy men. *J Hum Hypertens* 2004;18(5):343-550.
- Yates AP, Laing I. Age-related increase in haemoglobin A1c and fasting plasma glucose is accompanied by a decrease in beta cell function without change in insulin sensitivity: evidence from a cross-sectional study of hospital personnel. *Diabet Med* 2002;19(3):254-258.

= ABSTRACT =

Correlation Between Nutrients Intake Aspects and Beta Cell
Function Examined by Data of 4th Korea National Health and
Nutrition Examination Survey 2009

You Mi Lee
Graduate School of Public Health
Yonsei University

(Directed by Professor Heejin Kimm, Ph.D.)

The beta cell as part of the pancreas cells secretes insulin and maintains the blood's glucose concentration constantly. The type 2 diabetes is a disease caused by the decrease of insulin secretion due to insulin resistance and beta cell dysfunction, and the type 2 diabetes in Korea has high rate of the people who are not obese compared to diabetes of Western people and low insulin secretion function. The chronic glucose and toxic of lipid levels, insulin resistance, genetic causes are being raised as the cause of pancreas beta cell function degradation, and the nutritional factors are related to three major-nutrient intake rate(carbohydrate, protein, fat) and anti-oxidant nutrients (Vitamins A, C, E) etc. deeply. But the study on the nutrient intake and beta cell function is mainly based on Western people, so there is little research in progress in our country.

This study aims to comprehend the nutritional factors which have effects on the beta cell function based on the adults over the age of 30 by using data of 『The 4th and 3rd Korea National Health and

Nutrition Examination Survey (2009)』 .

The measurement of beta cell function used HOMA β -cell which can be calculated easy by suing fasting insulin and fasting blood sugar, and as results of analysis of correlation of whole subjects, HOMA β -cell showed negative correlation($\beta=-0.040$, $p<0.05$) with the carbohydrate intake rate, but showed positive correlation($\beta=0.046$, $p<0.05$) with fat intake rate, so it implied that the excessive carbohydrate intake and poorly fat intake may be connected to the beta cell function degradation. In addition, as results of detailed analysis by gender, HOMA β -cell of male showed positive correlation($\beta=0.058$, $p<0.05$) between the riboflavin and positive, and the HOMA β -cell of female showed the positive correlation with vitamin A($\beta=0.066$, $p<0.05$), carotene($\beta=0.062$, $p<0.05$), riboflavin intake($\beta=0.062$, $p<0.05$), so the lack of intake of riboflavin and vitamin A can be related to the beta cell function degradation depending on gender.

In addition, whole subjects were classified with details group by the age(like the 30-49 years, 50-64 years, 65 years old or older) and the significant in the correlation analysis from nutrient carbohydrate and fat intake ratio(%), riboflavin, vitamin A intake and HOMA β -cell of the odds ratio were analyzed. Increased carbohydrate intake from 50 to 64 years of age, HOMA β -cell of the odds ratio decreases, but the opposite has increased more than 65 years of age, fat, and vitamin A intake also show different results depending on the age group of subjects. According to the difference between nutrient intake and age, due to beta-cell function showed that the impact may vary.

However, this study as the cross-sectional study showed the correlation between the nutrient intake and HOMA β -cell, but it is difficult to confirm the causal relationship about whether the nutrient intake has effects on the beta cell function in the long term or not, and the nutrients intake of data of Korea National Health and Nutrition

Examination Survey used in this study used 24-hour recall method data for a day, so it has limitation to reflect the usual nutrients intake of the subjects, and it cannot reflect intake status evaluation of vitamin D, vitamin E which has been studied on the correlation with the beta cell function, and those may be acted as limitation.

Despite these limitations, this study examined correlation between the nutrients intake including major nutrient intake rate and some vitamin and HOMA β -cell, and this result can be changed depending on obesity, so it can be the significancy, and the forward-looking studies on correlation of the various nutrients intake aspects and beta cell function using the foods intake frequency survey should be conducted in the future.

Key words: beta cell function, HOMA β -cell, carbohydrate, fat, age