creative commons

COMMONS DEED

저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:

저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.

비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.

변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 이용허락규약(Legal Code)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

Disclaimer

dCollection

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

좌식시간과 인슐린 저항성의 연관성

연세대학교 보건대학원
보건정책학과 보건정책관리전공
민 솜 이

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

좌식시간과 인슐린 저항성의 연관성

지도 장 성 인 교수

이 논문을 보건학 석사학위 논문으로 제출함.

2020년 6월

연세대학교 보건대학원

보건정책학과 보건정책관리전공

민 솜 이

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

민솜이의 보건학 석사학위 논문을 인준함

심사위원 장 성 인 인

심사위원 박 은 철 인

심사위원 남 궁 모 인

연세대학교 보건대학원

2020년 6월

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

감사의 글

기대감 가득하였던 석사과정을 마치고 학위 논문을 완성하였습니다. 2년 6개월간 훌륭하신 교수님들과 선, 후배 및 동기들과 함께 했던 인연에 감사합니다.

먼저 논문의 시작부터 완성까지 세심하게 지도해 주시고 연구자의 본보기가 되어 주신 장성인 지도교수님, 교수님의 열정적인 지도 아래 석사 과정 동안 이렇게 의미 있는 결과물을 얻을 수 있었습니다. 보건정책에 대한 열정으로 학업에 대한 흥미로움을 잃지 않도록 도와주신 박은철 교수님, 졸업 후에도 교수님을 본받아 보건 분야에 대한 관심 잃지 않고 정진하도록 노력하겠습니다. 학생들의 눈높이에서 열정적으로 강의해 주신 남정모 교수님, 낯설고 어렵게만 느껴졌던 보건통계라는 분야도 교수님 덕분에 포기하지 않고 수강할 수 있었습니다. 바쁘신 와중에도 부심으로 참석해 주셔서 감사합니다. 언제나 환한 미소로 맞아주시며, 밝은 분위기로 이끌어 주셨던 정우진 교수님을 비롯하여 보건대학원 모든 교수님들께 다시 한번 감사의 말씀을 올립니다.

본인의 학업과 연구로 바쁜 가운데도 함께 고민해 주시고 헌신적으로 도와주신 이현지 선생님, 진심으로 감사합니다. 보건대학원 생활의 활력소였던 혜진 언니, 항상 웃는 모습으로 맞아주며 예뻐해 준 은영 언니 & 수아 언니, 의지했던 동갑내기 친구 기대표 재준이, 붙임성 좋은 착한 동생 시철이, 지난 5학기동안 함께한 보건정책학과 동기 선생님들에게 고마움을 전합니다. 또한 직장 생활을 하면서 학업을 꾸준히 이어갈 수 있도록 배려해 주신 국군의무사령부 前 의료종합상황센터장 강대현 중령님, 근무지에서 든든한 버팀목이 되어 주신 김주리, 이정희 대위님께도 감사의 말씀을 올립니다. 학부시절부터 대학원 생활까지 늘 함께했던 선물같은 친구 보미에게도 고맙다는 말을 전합니다.

우리 가족, 아빠, 엄마, 오빠, 가족이 된 새언니 모두 이 자리를 빌려 감사드리며, 평소에 하지 못했던 진심으로 사랑한다는 말을 전하고 싶습니다. 한결같이 그 자리에서 응원해 주시고 지지해 주셨기에 지금의 제가 있었다고 생각합니다. 철부지 같은 막둥이지만 지어주신 이름에 보람되도록 더 발전하는 모습을 보여드릴 것을 다짐합니다. 감사합니다.

2020년 6월

민솜이 올림

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

차 례

국문요약

Ⅰ. 서론 ····· 1
1. 연구배경 및 필요성 ····· 1
2. 연구 목적 ····· 4

Ⅱ. 이론적 배경 ····· 5
1. 좌식행동 ····· 5
1) 정의 ····· 5
2) 좌식행동과 건강 ····· 5
2. 인슐린 저항성 ····· 8
1) 정의 ····· 8
2) 평가방법 ····· 10
3. 좌식행동과 인슐린 저항성에 대한 선행연구 고찰 ····· 12

Ⅲ. 연구방법 ····· 14
1. 연구모형 ····· 14
2. 연구대상 ····· 15
3. 연구변수 ····· 17
1) 인구사회학적 자료 ····· 17
2) 좌식시간 측정 ····· 21
3) 인슐린 저항성과 TyG index의 측정 ····· 21
4) 생활습관 위험 점수 ····· 24
4. 분석방법 ····· 25

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

Ⅳ. 결과 ····· 26
1. 연구 대상자의 일반적 특성 ····· 26
1) 연구 대상자의 일반적 특성과 인슐린 저항성(남자) ····· 26
2) 연구 대상자의 일반적 특성과 인슐린 저항성(여자) ····· 28
2. TyG index와 관련된 요인들에 대한 분석 ····· 35
3. 남자 하위그룹 분석 ····· 39
1) 인구학적 요인 및 사회경제적 요인에 따른 분석 ····· 39
2) 건강행위 요인에 따른 분석 ····· 43
4. 여자 하위그룹 분석 ····· 47
1) 인구학적 요인 및 사회경제적 요인에 따른 분석 ····· 47
2) 건강행위 요인에 따른 분석 ····· 51
5. 좌식시간과 생활습관 위험 점수의 인슐린 저항성에 대한 상호작용 효과 분석 ··· 55
1) 생활습관 위험 점수에 따른 연구 대상자들의 분포 ····· 55
2) 생활습관 위험 점수의 상호작용 효과 분석 ····· 59

Ⅴ. 고찰 ····· 62
1. 연구방법에 대한 고찰 ····· 62
2. 연구결과에 대한 고찰 ····· 64

Ⅵ. 결론 ····· 67

참고문헌 ····· 69

Abstract ····· 89

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

List of tables

<Table 1> Selection of variables ····· 20

<Table 2> Output of TyG index cutoff scores with statistics ····· 23

<Table 3> General characteristics of subjects and IR (Men) ····· 31

<Table 4> General characteristics of subjects and IR (Women) ····· 33

<Table 5> Analysis of factors associated with TyG index ····· 37

<Table 6> Analysis based on demographic and socio-economic factors in Men ····· 41

<Table 7> Analysis of health behavior factors in Men ····· 45

<Table 8> Analysis based on demographic and socio-economic factors in Women ····· 49

<Table 9> Analysis of health behavior factors in Women ····· 53

<Table 10> Distribution of study population according to the lifestyle risk score ····· 56

<Table 11> Distribution of study population according to the sedentary time and lifestyle risk score ····· 57

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

List of figures

<Figure 1> The relationship between variables ····· 14

<Figure 2> Schematic diagram of the study population ····· 16

<Figure 3> ROC curve of TyG index in Men ····· 23

<Figure 4> ROC curve of TyG index in Women ····· 23

<Figure 5> Interaction between sedentary time/waking time ratio and lifestyle risk score for Insulin Resistance (Men) ····· 61

<Figure 6> Interaction between sedentary time/waking time ratio and lifestyle risk score for Insulin Resistance (Women) ····· 61

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

List of supplimentary tables

<Supplement table 1> Analysis of general characteristics of subjects using median value of TyG index (Men) ····· 77

<Supplement table 2> Analysis of general characteristics of subjects using inactive time variables (Men) ····· 79

<Supplement table 3> Analysis of general characteristics of subjects using median value of TyG index (Women) ····· 80

<Supplement table 4> Analysis of general characteristics of subjects using inactive time variables (Women) ····· 82

<Supplement table 5> Analysis of factors associated with TyG index using median value of TyG index ····· 83

<Supplement table 6> Analysis of factors associated with TyG index using inactive time variables ····· 85

<Supplement table 7> Analysis on the relationship between lifestyle risk score and Insulin Resistance ····· 87

<Supplement table 8> Interaction between sedentary time and lifestyle risk scores for Insulin Resistance ····· 88

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

국문요약

배경 및 목적: 인슐린 저항성은 제2형 당뇨병 발병 및 비만, 고혈압, 대사증후군, 이상 지질혈증, 동맥경화증과 같은 대사질환 발생에 연관되어 있다고 알려져 있다. 편리해진 생활양식으로 인해 좌식생활이 증가함에 따라 최근 연구들은 좌식시간과 인슐린 저항성의 연관성에 대해 주목하고 있다. 이 연구에서는 3개년의 국가 데이터를 바탕으로 TyG index를 이용하여 인슐린 저항성을 구하였고, 좌식시간과의 연관성을 파악하고자 한다. 더불어 좌식시간과 수정 가능한 생활습관 요인이 인슐린 저항성에 미치는 복합적인 영향을 분석할 예정이다. 이를 통해 생활습관의 실천이 인슐린 저항성 예방에 도움이 될 수 있는지 파악하여 우리나라 성인의 건강증진 정책 및 프로그램 개발을 위한 기초자료 마련에 기여하고자 한다.

연구방법: 이 연구는 2016년~2018년 국민건강영양조사를 이용하였고, 연구대상자는 우리나라 성인 총 10,959명(남자 4,736명, 여자 6,223명)이다. 흥미변수는 앉아있는 시간/깨어있는 시간이고, 종속변수는 인슐린 저항성(TyG index)이다. 독립변수는 4가지 요인으로 분류(인구학적, 사회경제적, 건강행위, 기타)하여 세부 영향요인을 분석하였다. 수정 가능한 생활습관 요인에 대해 생활습관 위험 점수를 산출하였으며, 좌식시간과 생활습관 위험 점수의 결합이 인슐린 저항성에 미치는 영향을 확인하기 위해 상호작용 분석을 수행하였다. 자료분석은 기초통계 분석, 카이제곱 검정, 다중 로지스틱 회귀분석을 실시하였고, SAS 프로그램을 사용하였다.

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

연구결과: 남성에서 인슐린 저항성이 높은 경우는 48.1%, 여성에서 인슐린 저항성이 높은 경우는 42.6%로 남성에서 인슐린 저항성이 높은 대상자가 많은 비중을 차지했다. 남, 여 모두에서 좌식시간 사분위수 간의 통계적인 차이는 유의하지 않았다. 연구 대상자의 좌식시간이 길어질수록 인슐린 저항성이 유의하게 높았다. 남성에서 인슐린 저항성 오즈비가 좌식시간 사분위가 가장 작은 기준 집단(Q1)에 비해 가장 큰 집단(Q4)에서 1.39(95% CI: 1.16-1.66), 다음으로 큰 집단(Q3)에서 1.24(95% CI: 1.04-1.47)배 유의한 차이를 보였다. 여성에서도 인슐린 저항성 오즈비가 기준 집단에 비해 Q4 집단에서 1.24(95% CI: 1.05-1.46), Q3 집단에서 1.22(95% CI: 1.05-1.43)배 유의한 차이를 보였다. 근로형태에 따라 남성 주간 근무자의 경우 좌식시간 사분위수가 커질수록 인슐린 저항성이 높을 오즈비가 커졌고 통계적으로 유의하였다(Q2: 1.34, Q3: 1.45, Q4: 1.52). 여성 무직자의 경우 기준 집단과 비교 시 Q3, Q4 집단에서 인슐린 저항성의 오즈비가 통계적으로 유의하였다(Q3: 1.47, Q4: 1.33). 좌식시간이 가장 짧은 Q1 그룹에서 생활습관 위험 점수가 가장 낮은 0점인 그룹을 기준 그룹으로 하였을 때, 좌식시간이 길어질수록, 생활습관 위험 점수가 높을수록 인슐린 저항성이 높을 오즈비가 높아지는 경향이 있었다.

결론: 우리나라 성인의 좌식시간과 인슐린 저항성 간 관련성이 있는 것으로 분석되었다. 이를 통해 우리나라 성인에서 좌식시간이 인슐린 저항성과 관련된 당뇨, 대사증후군 등 만성질환의 중요한 요소 중 하나일 수 있음을 생각할 수 있다. 좌식시간이 길면서 생활습관이 좋지 않을 경우 인슐린 저항성이 높을 수 있으므로, 성인 건강관리에 있어 건강한 생활습관을 유지하는 것이 필요함을 확인하였다.

핵심어: 좌식시간, 인슐린 저항성, TyG index

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

Ⅰ. 서 론

1. 연구배경 및 필요성

최근 식습관 및 생활양식의 변화로 신체활동 부족 현상은 생활 전반에 걸쳐 나타나고 있다. 신체활동은 건강과 관련된 연구에서 중요한 변인 중 하나로 다루어져 왔고, 각종 연구들을 통해 건강 유지 및 질병예방을 위한 신체활동 권장량 가이드라인이 제작되었다(Physical Activity Guidelines Advisory Committee, 2008). 신체활동 권장량 가이드라인에 따르면 건강을 위해 주당 150분 이상의 중고강도 신체활동 참여가 권장되며, 이 기준은 세계적으로 통용되고 있다(WHO, 2010; 보건복지부, 2013). 그럼에도 불구하고 현대인의 생활양식은 좌식생활과 더욱 친화적이기에 학계는 신체활동과 건강의 관계와 더불어 좌식행동과 건강의 관계에 주목하고 있다(Owen et al., 2010). 최근 좌식행동과 관련된 연구에 따르면 좌식행동은 신체활동과 독립적으로 건강상의 문제를 야기할 수 있는 위험요인으로 보고되었다(Thorp et al., 2011). 우리나라의 경우 2018년 시행된 국민건강영양조사에 따르면 만 19세 이상 성인의 하루 평균 앉아 있는 시간은 남자의 경우 8.3시간, 여자의 경우 8.2시간이었다. 연령대별로는 20대 남자에서 9.4시간, 20대 및 70대 이상 여자에서 9.6시간으로 가장 높았으며, 60대 남자에서 7.4시간, 50대 여자에서 7.3시간으로 가장 낮았다(질병관리본부, 2018). 반면 2015년 시행된 국민건강영양조사에서는 만 19세 이상 성인의 하루 평균 앉아있는 시간은 남자 8.0시간, 여자 7.9시간이며, 연령대별로는 20대 남자에서 8.7시간, 20대 여자에서 9.3시간으로 가장 높게, 60대에서 남자 7.1시간, 여자 6.7시간으로 가장 낮았다(질병관리본부, 2015). 이를 통해 우리나라에

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

서도 편리해진 생활양식으로 인해 신체적 활동에 있어 움직임이 덜해지고 이로 인해 최근 좌식행동 시간도 점차 증가 중임을 예측할 수 있다.

인슐린 저항성(Insulin Resistance)은 조직이 인슐린의 효과에 덜 반응하게 될 때 발생하는 것으로 제2형 당뇨병 발병에 기여하는 중요한 원인 중 하나이다(Martin et al., 1992). 뿐만 아니라 인슐린 저항성은 비만, 고혈압, 대사증후군, 심혈관계 질환과 같은 만성질환의 발생과 연관이 있으며(Singh and Saxena, 2010), 나아가 고요산혈증이나 미세알부민뇨, 혈장 fibrinogen 및 plasminogen activator inhibitor-1(PAI-1) 증가 등에도 관련이 있다고 보고되고 있다(Reaven, 1994). 인간의 뇌는 일차적으로 지속적인 포도당 공급에 의존하기에 인슐린 저항성의 증가는 중추신경계에 영향을 미쳐 인지 및 감정에 영향을 끼치게 된다. 인슐린 저항성은 인지 기능 저하와 같은 인지장애에 독립적인 위험요인으로 작용할 수 있으며(Ma, Wang and Li, 2015), 정신건강에 부정적인 영향을 미쳐 우울증과도 관계를 갖는 것으로 알려졌다(Rasgon and Kenna, 2005).

최근 연구들은 신체활동 부족, 좌식생활 같은 요인과 인슐린 저항성과의 관계에 대해 주목하고 있다(Kolb and Martin, 2017). 신체활동 부족이 인슐린 저항성과 관련이 있다고 보고됨에 따라 신체활동과 직접적인 연관이 있는 앉아있는 시간에 관심이 집중되고 있다(Helmerhorst et al., 2009). 앉아있는 시간은 건강에 지대한 영향을 미치며, 최근에는 텔레비전 시청과 같은 스크린 기반의 여가를 즐기기 위해 앉아있는 시간이 사망률과 심혈관 질환 발병의 위험성을 높인다고도 보고되었다(Stamatakis, Hamer and Dunstan, 2011). 하와이와 캘리포니아인을 대상으로 한 코호트 연구에서는 앉아있는 시간이 암 사망률과도 연관성이 있다고 보고하였으며(Kim et al., 2013), 메타분석을 이용한 연구에서도 앉아있는 시간은 심혈관 질환 등 다양한 질환과 관련이 있으며, 제2형 당뇨병 발병과는 강한 상관관계가 있다고 발표하였다(Wilmot et al., 2012).

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

최근 현대사회에서 나타나는 각종 대사질환의 원인 중 신체활동, 좌식생활에 대한 관심이 높아지면서 이와 관련된 보건 문제들도 화두가 되고 있다. 게다가 우리나라 연간 근로시간은 2071시간으로 OECD 국가 중 2번째로 길며, OECD 평균 연간 근로시간인 1692시간에 비해 약 379시간 높다(고용노동부, 2017). 높은 근로시간은 좌식시간과도 연관될 수 있기에 우리나라 성인들을 대상으로 좌식시간과 인슐린 저항성과의 연관성을 조사하는 것 자체로 의미가 있다. 반면 우리나라 인구를 대상으로 한 좌식시간과 인슐린 저항성에 관한 연구는 미비한 실정으로 HOMA-IR을 이용하여 좌식시간과 인슐린 저항성의 연관성을 제시한 선행연구가 있었으나(Kim et al., 2018), TyG Index를 이용한 연구는 전무하기 때문에 확인할 필요성이 존재한다. 이에 이 연구는 국민건강영양조사 자료를 이용하여 성인에서의 인슐린 저항성(TyG index)을 측정하여 좌식시간과의 연관성을 파악하고자 하였다. 더불어 좌식시간과 수정 가능한 생활습관 요인이 인슐린 저항성에 미치는 복합적인 영향을 파악하고자 생활습관 위험 요인과 인슐린 저항성의 상호작용 효과를 분석하였다. 이를 통해 생활습관의 실천을 통한 인슐린 저항성 예방에 대한 강조하고, 성인 건강관리에 있어 기초자료를 제공하고자 하였다.

2. 연구목적

이 연구의 목적은 제7기 국민건강영양조사 자료를 활용하여 대한민국 성인의 좌식시간과 인슐린 저항성의 관련성을 알아보고자 함이다.

이 연구의 세부적인 목적은 다음과 같다.

첫째, 연구 대상자의 일반적 특성 및 인구사회학적, 건강행위 요인에 따른 특성을 분석한다.

둘째, 연구 대상자에서 인슐린 저항성의 영향을 미치는 요인을 파악한다.

셋째, 연구 대상자를 성별에 따라 분리한 후 좌식시간과 인슐린 저항성의 연관성을 분석한다.

넷째, 생활습관 위험 점수에 따른 좌식시간과 인슐린 저항성의 독립적인 연관성을 파악한다.

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

Ⅱ. 이론적 배경

1. 좌식행동

1) 정의

좌식행동은 크게 2가지 형태로 정의된다. 첫째, 활동의 강도만을 활용한 것으로 에너지 소비가 1.5 METs(Metabolic Equivalents Tasks) 이하인 모든 활동을 좌식행동으로 정의된다(Pate, O'neill and Lobelo, 2008). 둘째, 좌식행동 연구 네트워크(Sedentary behavior research network, 2012)에서 제시한 것으로 깨어있는 시간 중 1.5 METs 이하의 에너지 소비량을 요구하는 행동에 눕거나 앉은 자세로 임하는 것으로 정의된다(Bames et al., 2012). 한국에서는 건강 유지를 위해 움직이지 않고 앉아서 보내는 여가시간(컴퓨터나 스마트폰 사용, 텔레비전 시청 포함)을 하루 2시간 이내로 줄이도록 권장하고 있다(보건복지부, 2014).

2) 좌식행동과 건강

좌식행동이 인류의 건강을 위협하는 주요한 행동요인이 될 수 있다는 사실은 Morris 등(1953)의 연구에 의해 최초로 제시되었다. 동일 직장 내에서 근무하는 운전수와 차장을 추적 조사한 결과, 근무시간의 대부분을 운전석에 앉아서 보내는 운전수는 선 자세로 근무하는 차장에 비해 심혈관 질환에 노출될 위험이 유의하게 더 높았다. 이를 통해 장시간의 좌식행동이 건강에 부정적인 영향을 미친다는 사실이 확인되었고 나아가 좌식행동은 각종 대사성 질환을 유발하는 새로운 위험요소로 지적되고 있다(Hill and Wyatt, 2005; Bensimhon et al.,

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

2006). 사망률과 관련하여서는 모든 종류의 사망률에 대한 6개의 전향적 연구를 통해 신체활동과 독립적으로 성인 하루 좌식시간이 10시간 이상인 사람이 1시간 미만인 사람에 비해 34% 이상 높은 사망 위험을 가지고 있다고 확인되었다(Chau et al., 2013).

장시간 좌식에 따른 가장 직접적인 영향으로는 직립 움직임에 필요한 다리, 등, 몸통의 대근육 활동이 중단되고, 특히 선 자세를 유지하거나 걷기 위해서 필요한 대퇴 근육의 수축이 앉는 자세를 취하는 순간 멈추게 된다는 것이다(Hamilton et al., 2007). 쥐의 꼬리를 매달아 뒷다리 근 수축 작용을 억제한 동물실험 결과에 따르면, 혈중 중성지방을 제거하는 데 필수적인 역할을 하는 지방단백질 분해효소(Lipoprotein lipase, LPL)의 활성도가 유의하게 낮아지고, 골격근의 중성지방 이용률이 감소되어 고지혈증 유발 가능성이 높아짐이 확인되었다. 그뿐만 아니라, 이 연구는 좌식행동은 골격근의 활동 에너지 소비량을 감소시킴으로써 복부비만과 대사증후군을 유발하는 직접적인 원인으로 작용한다고 보고하였다(Bey and Hamilton, 2003). 이는 쥐를 대상으로 연구한 결과이기에 인간에게 직접적인 적용은 불가할 수 있겠으나, 좌식행동으로 인해 인간에게서 발생할 생리학적 변화를 예측하는 데 도움을 줄 수 있다. 실제로 오래 앉아 있거나 누워 있으면 체중이 실려 장시간 압박을 받는 부위에 지방이 최고 50%까지 늘어나며, 지방전구세포가 오랜 시간 동안 기계적 스트레칭 부하를 받아 지방세포로 전환되어 지방을 만드는 속도가 빨라지고, 이러한 지방세포들은 쓰고 남았을 때 체내에 저장되는 지방인 중성지방을 더 많이 만든다고 보고되었다. 그뿐만 아니라 신체의 움직임이 적거나 없는 부위는 움직임이 많은 부위에 비해 혈관이 잘 발달되지 못하기 때문에 지방축적이 용이하게 되어 운동과 다이어트를 해도 앉아 있는 시간이 많으면 살이 찔 수 있다고 보고되었다(Shoham and Gefen, 2012). 이처럼 좌식생활을 통해 지방을 연소시키는 효소들의 활동성도 늦어지고, 혈액순환 및 열량을 소모시키는 신진대사 또한 느려지게 되어 비만과

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

도 연관성을 갖게 된다. 물체 가속도계를 이용하여 정상인과 비만인의 행동을 관찰한 결과, 비만인은 하루 약 150분 정도 더 오랫동안 좌식행동을 취하였고, 이로 인해 1일 약 350Kcal 정도 에너지 소비의 감소가 누적되어 연간 약 17Kg의 체중이 증가한다고 보고되었다(Levine et al., 2005). 뿐만 아니라 좌식행동의 감소는 허리둘레, 체질량지수를 감소시키는 관계가 있으며(Healy et al., 2008), 미국의 NHANES 2003~2006년 자료를 분석한 연구에서도 여가시간 좌식행동이 하루 4시간 이상인 대상자가 1시간 이하 대상자와 비교 시 대사증후군 허리둘레 기준을 충족할 확률이 88% 증가하는 것으로 보고하였다(Sisson et al., 2009). 이러한 선행연구들은 좌식행동이 체중의 증가 또는 중심 비만을 유발하는 한가지 주요한 행동 요인이라는 사실을 뒷받침한다. 병태학적인 측면에서 복부비만은 내장지방의 과도한 누적을 초래하는 직접적인 원인으로 작용하며, 일차적으로 인슐린 기능저하를 의미하는 공복혈당 증가, 혈압 상승 등과 같은 초기 임상적인 위험인자들이 동시다발적으로 발생하는 대사증후군을 초래할 뿐만 아니라 장기간 방치 시 궁극적으로 제2형 당뇨병, 고혈압, 고지혈증 등 각종 만성질환을 초래하여 조기사망을 일으키는 원인으로 작용하여 건강에 부정적인 영향을 미친다고 알려져 있다(Defronzo and Ferrannini, 1992).

대사증후군은 포도당 과민증과 인슐린 저항, 복부 비만, 이상 지질혈증, 고혈압은 포함하는 비정상 대사로 기술되며(Eckel, Grundy and Zimmet, 2005), 해당 요인들은 과거 연구들을 통해 제2형 당뇨병과 심혈관 질환을 유발하는 복합위험요인으로 정의될 수 있다(Grundy, 2007). 실제로 장시간의 좌식행동은 성인 남성에서 대사증후군 위험 인자인 높은 복부지방과 낮은 HDL 콜레스테롤 수준을 보였으며, 여성에서는 허리둘레와 혈압에서 높은 유의 수준을 보였다(Wijndaele et al., 2007). 2005년 미국 성인을 대상으로 한 연구에서는 좌식습관의 유형인 TV, 비디오 시청, 컴퓨터 사용 시간 증가는 대사증후군 유병률 증가와 관련이 있었으며, 신체활동이 많은 집단에서도 이와 독립적으로 장시간의

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

좌식행동으로 인해 대사증후군 유병률이 높아진다고 보고하였다(Ford et al., 2005).

앞서 제시한 다양한 선행연구들을 통해 좌식행동은 혈관 건강, 비만, 대사증후군, 고혈압 및 제2형 당뇨병과 같은 만성질환과 연관이 있음을 확인할 수 있었다. 이러한 위험요인들은 건강에 부정적으로 작용하기에 좌식행동에 대한 연구는 각종 질환의 예방 및 치료 측면에서 지속적으로 필요하다.

2. 인슐린 저항성

1) 정의

인슐린이란 췌장의 베타세포에서 식후 분비되어 혈당 유지에 중요한 역할을 하며 당질, 지질 및 단백질 등 에너지 대사를 총체적으로 조절하는 생체 호르몬 중 하나이다. 정상인의 경우 식후 흡수된 포도당에 의해 높아진 혈당이 신호가 되어 랑게르한스섬의 베타세포를 자극하게 되어 인슐린이 분비되고, 분비된 인슐린은 간에서 포도당 생성을 억제하여 혈당을 조절하거나, 근육을 포함한 말초조직으로 포도당 흡수를 촉진하여 혈중 포도당 농도를 낮추거나 지방조직에서 지방산분해를 억제하여 섭취된 에너지를 저장하게 한다. 반면, 인슐린 저항성(Insulin Resistance, IR)은 인슐린이 부족하지 않은 상태임에도 불구하고 인슐린 작용이 감소된 상태, 즉 생리적 인슐린 농도에서 이러한 인슐린 작용이 정상보다 저하된 대사 상태를 의미한다(Shulman, 2000; 최철수, 2009).

인슐린 저항성과 췌장의 베타세포에서 인슐린 생산능력이 저하되는 것이 제2형 당뇨병의 초기 증상으로 인식되고 있으며, 인슐린 저항성은 당뇨 발병 이전에 나타나는 것이 일반적인 현상으로 당뇨 전 단계에서 인슐린 저항성 상태의 베타 세포는 인슐린 저항성에 대한 보상작용으로 더 많은 인슐린을 생산하게 된

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

다. 즉, 지속적인 인슐린 감수성의 저하로 고인슐린혈증을 보이는 환자들은 혈당 수준이 정상이거나 그에 근접한 농도를 유지하지만 이러한 상태가 지속될 경우 인슐린 저항성은 더욱 증가되며, 인슐린의 과다 분비를 촉진시키며 시간이 경과된 후 췌장의 기능저하를 야기해 고혈당이 발생되며, 이는 명백한 당뇨병으로 발전하게 된다(Reaven et al., 1988).

뿐만 아니라 인슐린 저항성의 보상 반응에 따른 고인슐린혈증에 의해서도 혈압 상승 및 관상동맥 질환, 뇌혈관 질환 발생 확률이 올라가게 되는데, 박샛별(2005)의 연구에 따르면 정상 성인 남성에서 NCEP-ATP Ⅲ(National Cholesterol Education Program Adult Treatement panel Ⅲ) 기준에 의한 대사증후군이 있는 군이 인슐린 저항성이 높으며 심혈관 위험도 또한 높은 것으로 확인되었다. 당뇨가 없고 내당능 장애가 생기기 전이라도 혈중 인슐린 수치가 높으면 혈압 및 중성지방 수치가 높으며 HDL 콜레스테롤 수치가 낮고 비만한 경향이 있었다.

이처럼 인슐린 저항성은 대사증후군, 심혈관 질환, 제2형 당뇨병의 공통적인 위험인자로 지목되고 있다. 특히, 대사증후군은 각각의 질환을 단일 질병으로 생각하지 않고 공통적인 원인에 의해 발병할 수 있는 하나의 질환군으로 묶어서 생각하는 개념이기에 병인은 한 가지 요인으로 설명하기 어려우나 가장 핵심이 되는 이상 소견으로 복부비만과 운동 부족으로 인한 인슐린 저항성이 거론되고 있다(전재은, 2004; 최철수, 2009).

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

2) 평가방법

피마 인디언을 대상으로 한 전향적 연구에서 인슐린 저항성이 제2형 당뇨병 발생의 가장 강력한 예측 인자임이 확인되었고(Lillioja et al., 1993), 인슐린 저항성을 호전시켜 당뇨병 발병을 예방할 수 있다는 연구결과가 발표되었다(Buchanan et al., 2002). 제2형 당뇨병에서 일반적으로 인슐린 저항성이 선행하는 일차적인 원인으로 보고되었고, 이를 평가하는 것은 당뇨 발병 예측에 도움을 줄 수 있다.

인슐린 저항성을 평가하는 방법에는 여러 가지가 있는 데 그중 가장 표준적인 방법으로는 간에서의 포도당 신생(gluconeogenesis)을 충분히 억제하면서 인슐린과 포도당을 같이 정맥 주사하여 일정한 혈당치를 유지하기 위해 필요로 한 포도당의 양을 통해 인슐린 저항성을 계산하는 정상 혈당 클램프 검사(Hyperinsulinemic euglycemic clamp test)로 알려져 있다(Defronzo, Tobin and Andres, 1979). 이는 적은 연구 대상자를 상대로 하는 생리학적 연구에는 현재까지 알려진 가장 정확한 인슐린 저항성 측정 방법이나 여러 번의 혈액 채취가 필요하고 검사 시간이 오래 걸릴 뿐만 아니라 검사 장비가 필요하여 제한적으로 사용되어 왔다. 따라서, 역학적 연구에서 사용이 편리한 방법이 필요하였고, 공복 시의 인슐린 및 포도당의 농도를 고려하여 인슐린 저항성 및 췌장 베타세포의 인슐린 분비능을 추정하는 방법인 Homeostasis model assessment-insulin resistance (HOMA-IR) 법이 개발되어 보고되었다(Matthews et al., 1985). 이 방법은 반복적인 연구를 통해 정상 혈당 클램프 검사와의 상관이 좋고 비용이 저렴하며, 시행의 편의성이 좋아 역학적 연구에서 사용되어왔다. 그러나 최근 연구들에서 공복 시 혈당 및 인슐린 수치 없이도 간접적으로 인슐린 저항성을 간편하게 계산할 수 있는 지표들이 소개되었다. 체질량지수, 허리둘레, 중성지방, HDL 콜레스테롤 수치를 이용한 Visceral

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

adiposity index(VAI), 중성지방, 허리둘레를 이용한 Lipid accumulatin product(LAP), 공복 혈당 수치, 중성지방을 이용한 Triglyceride glucose index(TyG index) 등의 다양한 지표들은 인슐린 저항성의 예측 변수로 소개되어 이에 대한 연구들이 이루어졌다(Khan, 2006; Oh, Sung and Lee, 2013; Ji et al, 2017). 그중 일부 연구들에서는 TyG index가 정상 혈당 클램프 검사와 HOMA-IR을 사용하여 평가한 인슐린 저항성과 상관관계가 있다고 보고하였고, 인슐린 저항성 측정을 위한 새로운 방법으로 제안하였다(Guerrero et al., 2010; Vasques et al., 2011; Mohd et al., 2016).

해당 지표들의 공식은 다음과 같다.

HOMA-IR = [(fasting insulin(μU/mL) x fasting glucose(mmol/L)]/ 22.5

VAI = (waist circumference (cm)/ (39.68+(1.88 x Body mass index (BMI)))) x (triglycerides(mmol/L)/1.03) x (1.31/HDL-C (mmol/L)) for men, or (waist circumference (cm)/ (36.58+(1.89 x BMI))) x (triglycerides (mmol/L)/0.81) x (1.51/HDL-C (mmol/L) for women

LAP = (waist circumference (cm) -65) x (triglycerides (mmol/L) for men, or (waist circumference (cm) -58) x (triglycerides (mmol/L) for women

TyG index = Ln (fasting glucose (md/dL) x triglycerides (md/dL))/2

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

3. 좌식시간과 인슐린 저항성에 관한 선행연구 고찰

통계청(2009) 생활시간 조사에 의하면 우리나라 20세 이상의 성인들은 하루 평균 수면시간은 약 7시간 48분이며, 수면시간을 제외한 깨어있는 시간 중 50~60%에 해당하는 8~9시간을 TV 및 인터넷 등 미디어 이용, 업무, 학습, 이동수단, 휴식 등으로 좌식생활하는 것으로 나타났다. 미국 성인들도 1일 평균 좌식시간이 9.3시간으로 확인되어 깨어있는 시간 중 60% 이상을 좌식행동으로 보내는 것으로 나타났다(Liu et al., 2008). 이렇듯 서구화된 식단과 더불어 좌식생활이 주를 이루게 된 현대사회에서 지속된 좌식행동은 비만 및 인슐린 저항성과 연관이 있다고 보고되었다(Thyfault et al., 2014).

호주 성인들을 대상으로 시행한 좌식행동인 TV 시청과 혈중 혈당 수치와의 상관관계에 대하여 보고한 연구에 의하면, 주당 14시간 이상 장시간 TV를 시청한 집단이 그러지 않은 집단에 비해 인슐린 저항성에 대한 오즈비가 남성에서 1.44(95% CI 1.14-1.83), 여성에서 1.91(95% CI 1.45-2.48)를 보이며 성별과 무관하게 통계적으로 유의했다(Dunstan et al., 2005). 또한, 미국의 50,277명의 여성을 대상으로 시행한 전향적 코호트 연구에서도 하루 2시간 정도의 TV 시청과 같은 좌식행동이 비만과 제2형 당뇨병의 위험을 높이며, 좌식행동과 비만, 제2형 당뇨병과의 연관성은 신체활동과는 무관한 독립적인 것으로 보고하였다. 뿐만 아니라 주당 신체활동 수준을 MET 값으로 측정 후 세분화하여 추가 분석한 결과, 주당 20시간 이상의 장시간 TV 시청이 신체 활동량과 무관하게 비만과 제2형 당뇨병에 대한 독립 예측 변인임을 보고하였다(Hu et al., 2003). 19개의 전향적 연구 논문을 분석하여 좌식행동과 건강에 대하여 보고한 연구에서도 좌식시간은 제2형 당뇨병과 유의한 상관성이 있었으며(Proper et al., 2011), 유럽 성인 23,855명(남성 9167명, 여성 14688명)을 대상으로 TV시청

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

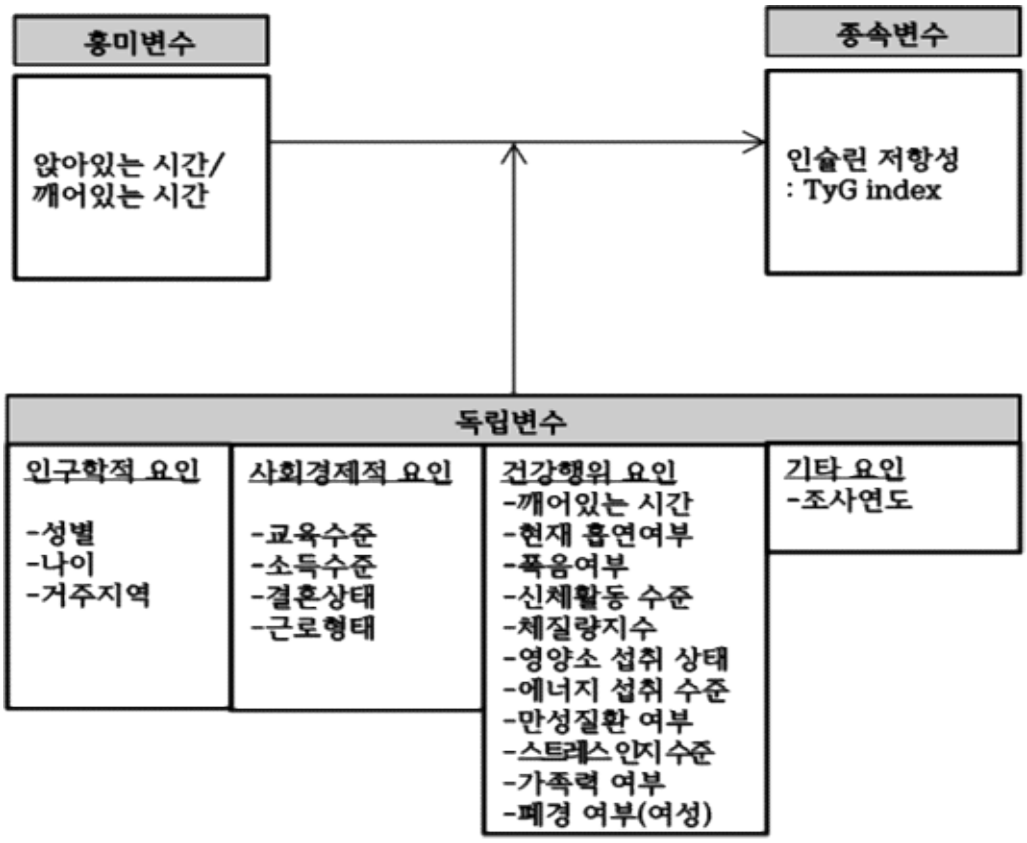
시간과 당뇨병의 상관관계를 확인한 코호트 연구에서도 좌식행동인 TV 시청은 인슐린 저항성을 높이며 당뇨병을 유발하는 독립적인 위험인자임을 보고하였다 (Ford et al., 2010). 선행연구들을 토대로 비추어볼 때 좌식행동과 인슐린 저항성, 제2형 당뇨병은 양의 상관관계를 가지는 것으로 보인다.

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

Ⅲ. 연구방법

1. 연구모형

이 연구는 좌식시간과 인슐린 저항성의 연관성을 분석하는 것을 목적으로 한다. 또한, 성인의 인구학적, 사회경제적, 건강행위, 기타요인에 따라 인슐린 저항성에 영향을 미치는 요인이 있는 지 분석하고자 하며, 주요 변수와의 관계 모형은 <Figure 1>과 같다.



<Figure 1> The relationship between variables.

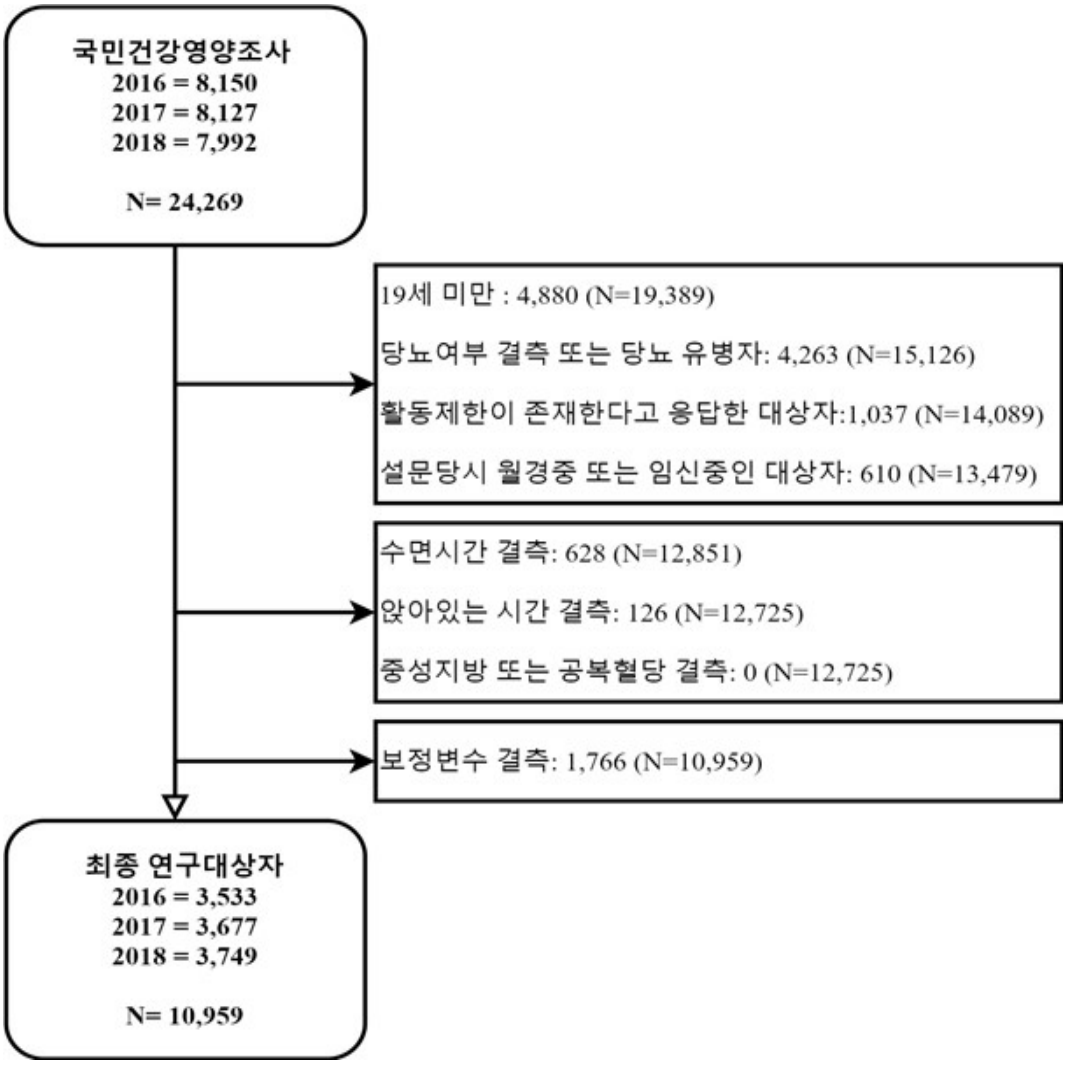
연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

2. 연구대상

이 연구는 제7기 3차년도 국민건강영양조사 자료를 활용하였다. 국민건강영양조사는 표본설계를 통해 추출된 표본을 조사하고 조사에 참여한 표본이 우리나라 국민을 대표하도록 가중치를 부여함으로써 국민의 건강행태 및 수준을 측정하였으며, 이를 평가할 각종 자료 및 변수들을 제공하고 있어 이 자료를 활용하였다. 국민건강영양조사는 건강설문조사, 영양조사, 검진조사로 구성되어 있으며, 이 연구에서는 세 가지 조사항목 모두 분석에 이용하였다.

연구 대상자는 2016년~2018년 국민건강영양조사에 참여한 총 24,269명 중 만 19세 이상을 대상자로 선정하였다. 이 중 당뇨여부 결측 또는 당뇨 유병 대상자 4,263명, 건강상의 문제나 신체 혹은 정신적 장애로 활동에 제한을 받는 문항에 '예'로 응답한 대상자 1,037명, 여성의 경우 설문 당시 월경 중 또는 임신 중인 대상자 610명을 제외하였다. 또한, 수면 시간 및 하루 앉아서 보내는 시간 문항에 비해당 또는 무응답에 해당되는 대상자 각각 628, 126명은 제외하였고, 이 연구에 필요한 혈액검사(중성지방, 공복혈당) 결측치는 확인 결과 없었다. 그 가운데 보정변수 결측치 1,776명을 제외 후 10,959명을 좌식시간과 인슐린 저항성 분석의 연구 대상자로 최종 선정하였다 <Figure 2>.

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY



<Figure 2> Schematic diagram of the study population.

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

3. 연구변수

1) 인구사회학적 자료

연구변수는 국민건강영양조사의 건강 설문조사 및 검진조사, 영양조사 항목을 이용하여 정의하였다. 독립변수는 인구학적 요인, 사회경제적 요인, 건강행위 요인, 기타 요인으로 구분하였으며 인구학적 요인에는 성별, 나이, 거주지역이 속하였으며, 사회경제적 요인에는 교육수준, 소득수준, 결혼상태, 근로형태가 속하였다. 건강행위 요인으로서 깨어있는 시간, 현재 흡연여부, 폭음여부, 신체활동 수준, 체질량지수, 영양소 섭취 상태, 에너지 섭취 수준, 만성질환 여부, 스트레스 인지 수준, 가족력 여부, 여성의 경우 폐경여부가 포함되었다. 기타 요인으로는 조사연도가 해당되었다.

인구학적 요인으로 대상자들의 성별과 나이는 생애주기 분류에 맞추어 19~29세, 30~39세, 40~49세, 50~59세, 60~69세, 70세 이상의 6그룹으로 분류하였다. 거주지역은 동 거주 시 도시, 읍·면 거주 시 농촌으로 구분하였다.

사회경제적 요인으로 교육수준은 중졸 이하, 고등학교 졸업, 대졸 이상으로 구분하였고, 소득수준은 가구소득을 기준으로 사분위수로 구분하여 상위 25%에 해당하는 대상자들은 '상', 상위 25%~50%에 속하는 대상자들은 '중상', 상위 50%~하위 25%에 속하는 대상자들은 '중하', 하위 25% 미만에 해당되는 대상자들을 '하'로 분류하였다. 결혼상태는 기혼과 그 외의 경우로 구분하였으며 기혼자를 제외한 미혼, 이혼, 별거, 사별한 경우는 그 외의 경우에 포함하였다. 직업 관련 변수로는 근로형태를 주간근무, 저녁 및 야간근무, 교대근무, 무직으로 구분하였다.

건강행위 요인으로서 깨어있는 시간의 범위는 6.14286~23.91667로 확인되어 사분위수에 따라 Q1(16.0000 이하), Q2(16.0000~16.85714), Q3(16.85714~17.5000),

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

Q4(17.5000 이상)으로 구분하였다. 흡연에 대해서는 비흡연 또는 과거흡연은 비흡연자로, 현재도 흡연중인 대상자는 흡연자로 구분하였다. 평생 음주한 경험이 없거나 최근 1년간 월 1잔 미만 음주하는 사람들을 비음주자로 정의하였고 1잔 이상의 음주한 경험이 있는 사람 중 남성은 한번에 소주 7잔(또는 맥주 5캔) 이상, 여성은 한번에 소주 5잔(또는 맥주 3캔) 이상 마시는 경우를 폭음자로 그 외 음주자들은 비폭음자로 정의하였다. 신체활동 수준은 국민건강영양조사에서 2014년도부터 사용되고 있는 국제 신체활동 설문지(Global Physical Activity Questionnaire, GPAQ)에 응답한 내용을 토대로 WHO에서 배포한 GPAQ analysis guide(2012)를 참고하였으며, MET score를 산출하여 1METs인 경우는 낮음, 2METs 이상인 경우는 보통 이상으로 분류하였다. 체질량지수는 미국 질병관리본부(CDC)의 기준에 따라 연구 대상자의 BMI가 18.5kg/㎡ 미만일 때 저체중으로, 18.5-25 kg/㎡에서는 정상체중으로, 25-30kg/㎡에서는 과체중으로, 30kg/㎡ 이상일 때 비만으로 분류 후 저체중 또는 정상체중, 과체중 또는 비만으로 구분하였다. 영양소 섭취 상태는 보건복지부(2015)의 한국인 영양소 섭취기준을 따랐으며, 전반적인 영양소 평가를 위해서 각 영양소의 적정섭취비의 평균인 평균 적정섭취비(Mean Adequacy Ratio: MAR)를 이용하였고(Guthrie and Scheer, 1981), 0.75 이상이면 좋음, 0.75 미만이면 나쁨으로 평가하였다(이정원 등, 2000; 심재은 등, 2001; Koszewski et al., 2011). 에너지 섭취 수준 또한 보건복지부(2015)의 한국인 영양소 섭취 기준을 따랐으며 성별, 연령별 기준에 따라 1일 에너지 필요추정량 이상 섭취한 경우 충분 섭취군, 그렇지 않은 경우는 불충분 섭취군으로 구분하였다. 만성질환 여부는 당뇨병, 고혈압, 이상 지질혈증, 심근경색, 협심증, 뇌졸중의 6개 질환을 대상으로 1개의 질환이라도 의사로부터 진단받은 경우는 있음, 아닌 경우는 없음으로 분류하였다. 스트레스 인지 수준은 평소 일상생활 중에 스트레스를 '대단히 많이' 또는 '많이' 느낀다고 응답한 경우 높음, '조금 느낀다' 또는 '거의 느끼지 않는다'라

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

고 응답한 경우는 낮음으로 분류하였다. 가족력 여부는 부모, 형제자매 중 당뇨, 고혈압, 이상 지질혈증, 심근경색, 협심증, 뇌졸중 중 1개라도 의사로부터 진단받은 경우는 있음, 아닌 경우는 없음으로 분류하였다. 여성의 경우 '현재 월경을 하고 있습니까?'라는 문항에 '자연폐경, 인공폐경'에 응답한 경우는 '폐경', 이외의 경우는 '폐경 아님'으로 분류하였다.

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

<Table 1> Selection of variables.

변수설명(변수명)			내용
흥미 변수	앉아있는 시간/깨어있는 시간 비율 (좌식시간)		Q1: 0.30 이하 Q2: 0.30~0.47 Q3: 0.47~0.62 Q4: 0.62 이상
종속 변수	인슐린 저항성(IR)		High IR in Men : TyG index>=4.70468 Low IR in Men : TyG index<4.70468 HIgh IR in Women : TyG index>=4.57832 Low IR in Women : TyG index<4.57832
독립 변수	인구학적 요인	성별	남자, 여자
		나이	19-29세, 30-39세, 40-49세, 50-59세, 60-69세, 70세 이상
		거주지역	도시, 농촌
	사회경제적 요인	교육수준	중졸 이하, 고졸, 대졸 이상
		소득수준	상, 중상, 중하, 하
		결혼상태	기혼, 그 외
		근로형태	주간근무, 저녁 및 야간근무, 교대근무, 무직
	건강행위 요인	깨어있는 시간	Q1: 16.0000이하 Q2: 16.0000~16.85714 Q3: 16.85714~17.5000 Q4: 17.5000 이상
		현재 흡연여부	흡연, 비흡연
		폭음여부	폭음, 비폭음
		신체활동 수준	보통 이상, 낮음
		체질량지수	저체중 또는 정상체중, 과체중 또는 비만
		영양소섭취 상태	좋음, 나쁨
		에너지섭취 수준	충분, 불충분
		만성질환 여부	있음, 없음
		스트레스 인지 수준	높음, 낮음
		가족력 여부	있음, 없음
		폐경 여부(여성)	폐경, 폐경 아님
	기타 요인	조사연도	2015-2017년

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

2) 좌식시간 측정

이 연구의 흥미변수인 좌식시간은 앉아있는 시간을 깨어 있는 시간으로 나눈 값으로 사용하였으며, 이를 4분위로 구분하였다. 이는 수면시간이 짧을 경우 깨어 있는 시간이 길어져 앉아있는 시간이 길어지기 때문에 좌식시간을 깨어 있는 시간 중 앉아서 보내는 비율로 정의한 선행 논문에 근거하였다(Lakerveld et al., 2016). 앉아있는 시간은 “평소 하루에 앉아 있거나, 누워 있는 시간이 몇 시간 입니까?” 라는 설문 문항에 기입된 답변을 바탕으로 계산하였다. 깨어있는 시간을 계산하기 위해 “평소 주 중, 주말 잠자리에 든 시각과 일어난 시각은 언제입니까?”라는 질문에 대상자들이 기입한 자료를 바탕으로 하루 평균 수면 시간을 계산하였다. 하루 평균 수면시간은(주간 평균 수면 시간*5 + 주말 평균 수면 시간*2)를 7로 나누어 구하였고, 이를 24시간에서 제외하여 깨어있는 시간을 계산하였다. 앉아있는 시간의 범위는 0.33333~20.000, 깨어있는 시간의 범위는 변수 설명에서 제시한 바와 같이 6.14286~23.91667로 확인되었다. 이 연구의 흥미변수인 앉아있는 시간/깨어있는 시간의 범위는 1.7284~195.3488로 나타났다. 이를 사분위수에 따라 비율로 표시하였으며, Q1(0.30 이하), Q2(0.30~0.47), Q3(0.47~0.62), Q4(0.62 이상) 4군으로 구분하였다.

3) 인슐린 저항성과 TyG Index의 측정

TyG Index는 공복혈당과 중성지방을 이용하여 인슐린 수치 없이 계산이 가능하여 대사증후군과 당뇨 발병에 위험이 있는 저소득층에게 검사에 대한 접근성을 향상시키고 비용 절감과 같은 실질적인 효과를 얻을 수 있다(Petta et al., 2011; Lucatello et al., 2012; Irace et al., 2013). 게다가 민감도 및 특수성에 있어서도 다른 지표들과 경쟁력이 있으며(Guerrero-Romero et al., 2010; Vasques AC et al., 2011), 실제로 우리나라에서 안성-안산 코호트 데이터베이

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

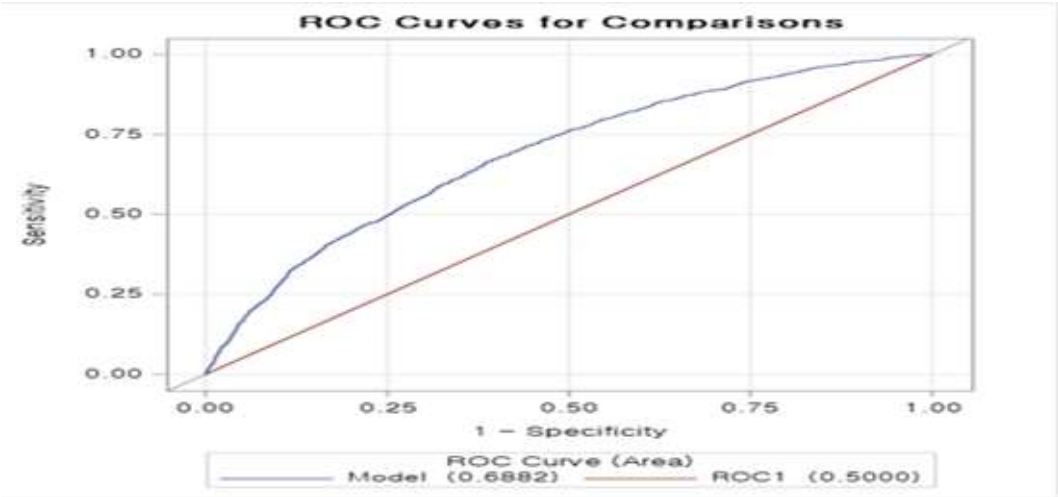
스를 통해 7,643명을 대상으로 ROC curve를 이용하여 측정치를 분석한 결과, TyG index가 HOMA-IR, VAI, LAP 보다 인슐린 저항성과 당뇨 식별에 있어서 더 좋은 예측 인자라고 보고되었다(Kim et al., 2018). 일부 선행연구에서는 기준 특성을 비교하기 위해 TyG index의 cut-off 값을 연구 대상자의 중앙값(median)으로 정의하여 보고한 결과도 있었다(Mao et al., 2019; Joo et al., 2020). 그러나 Pubmed 및 Scopus에서 TyG index 관련 문헌을 분석한 연구 결과에 따르면, 계산 방법에 따라 TyG index의 cut-off 값이 달라지기 때문에 명확한 cut-off 값이 확립되어 있지 않다고 보고하였고, 해당 연구에서 선행연구들을 분석한 결과 TyG index의 대략적인 cut-off는 4와 8 정도였다. 이 차이는 TyG 공식에서 2의 위치 때문에 발생하며 실제 연구자들의 대부분은 Ln[FBS(mg/dl) × TG (mg/dl)]/2 공식을 사용하여 계산상의 차이가 발생한 것이다. 따라서 해당 연구에서는 TyG index의 계산상의 차이를 줄이기 위하여 상기 공식을 사용할 것을 권하고 있고, 상기 공식으로 선행연구들을 분석한 결과 TyG index의 cut-off 값은 약 4.080-4.808이었다(Hosseini, 2017).

이 연구에서 성별에 따라 TyG index=(log(중성지방*공복혈당))/2 공식에 의거 계산한 결과, 남성의 경우 TyG index의 범위가 3.81329~5.98113, 여성의 경우 3.67622~6.28403로 확인되었다. 공복 인슐린, HOMA-IR, QUICKI는 한국인 비당뇨 성인에게도 인슐린 저항성에 대한 좋은 지표로 활용할 수 있다는 연구결과를 바탕으로 이 연구에서도 대상자 선정 시 당뇨 유병자를 제외하였다(권혁춘 등, 2005). 정상군과 당뇨 전 단계군을 대상으로 ROC curve를 이용하여 cut-off 값을 구하였고, 최적의 cut-off 값을 찾기 위해 보편적으로 사용되는 Youden's J (YJ) 지표를 사용하였다. 결과는 <Table 2>에 제시하였으며 남성의 cut-off 값은 4.70468, 여성의 경우 4.57832이었다. 이 연구에서 해당 cut-off 값 이상인 경우 인슐린 저항성이 높은 집단, 미만인 경우는 낮은 집단으로 구분하였다 <Figure 3,4>.

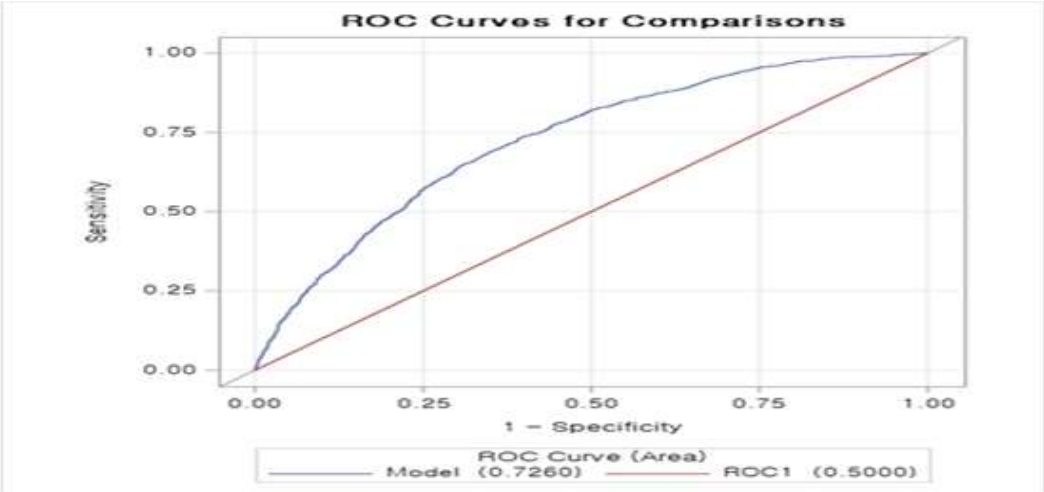
연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

<Table 2> output of TyG index cut-off scores with statistics.

	cutoff	sensitivity	specificity	YJ
Men	4.70468	0.6646	0.61324	0.27784
Women	4.57832	0.68956	0.65078	0.34033



<Figure 3> ROC curve of TyG index in Men.



<Figure 4> ROC curve of TyG index in Women.

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

4) 생활습관 위험 점수

WHO에 따르면 Non-communicable diseases(NCDs)의 위험을 증가시키는 수정 가능한 생활습관 위험요인은 흡연, 과다한 음주, 건강하지 못한 식단 및 신체 비활동이다(WHO, 2015). 해당 요인들을 이용하여 만성질환과의 연관성을 분석한 다양한 연구들이 있으나 미국 여성을 대상으로 한 코호트 연구에서는 만성질환의 위험성을 높이는 생활습관 위험 요인으로 WHO가 제안한 생활습관 요인에 체질량지수를 추가하여 총 5가지로 제시 후, 중년 여성 사망률에 대한 생활습관 조합의 영향을 평가하였다(van Dam et al., 2008). 한국에서도 앞서 언급한 생활습관 위험 요인 5가지를 바탕으로 고혈압과의 연관성을 분석한 연구가 있었기에(구슬 등, 2012), 이 연구에서도 인슐린 저항성과의 연관성을 분석을 위해 5가지 위험요인(식생활, 비만, 음주, 흡연, 신체활동)을 사용하였다. 생활습관 요인에 따라 좌식시간과 인슐린 저항성의 연관성을 알아보기 위해 '생활습관 위험 점수'를 산출하였다. 생활습관 위험요인이 있을 경우 항목마다 1점씩 부여하여 0~5점으로 나누었고, 계산된 생활습관 위험 점수가 높을수록 생활습관이 더 좋지 않은 것으로 파악하였다.

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

4. 분석방법

이 연구를 위해 진행한 자료 분석 방법은 다음과 같다.

첫째, 성별에 따라 ROC curve를 이용하여 인슐린 저항성(TyG index)의 cut-off 값을 구하였고, 인슐린 저항성이 높은 집단과 낮은 집단 두 군으로 나누어 분석에 이용하였다.

둘째, 연구 대상자의 일반적 특성을 파악하기 위해 기초통계 분석(빈도, 백분율)을 실시하였다.

셋째, 대상자의 일반적 특성에 따른 인슐린 저항성 파악을 위해 카이제곱 검정을 실시하였다. 통계적 유의수준은 p-value<0.05로 정의하였다.

넷째, 성별에 따라 분리하여 결과를 도출하였으며, 연구 대상자의 일반적 특성과 인슐린 저항성 간의 관련성 파악을 위해 로지스틱 회귀분석(Logistic regression analysis)을 시행하였다. 오즈비(Odds ratio; OR)와 95% 신뢰구간(95% confidence interval; 95% CI)을 이용하여 통계적 유의성을 검정하였다.

다섯째, 수정 가능한 생활습관 요인에 대해 생활습관 위험 점수를 산출하였으며, 좌식시간과 생활습관 위험 점수의 결합이 인슐린 저항성에 미치는 영향을 확인하기 위해 상호작용 분석을 수행하였다. 상호작용 효과의 유의성은 p<0.1로 판단하였다.

여섯째, 민감도 분석을 수행하였다. 종속변수인 인슐린 저항성의 cut-off 값을 전체 연구 집단의 중앙값(TyG index=4.59731)을 기준으로 나누었다. 또한, 흥미변수를 비활동 시간으로 변경하여 즉, 일주일 평균시간을 기준으로 앉아있는 시간과 수면시간을 합한 값으로 설정하여 사분위수로 구분하였다. 이때, 깨어있는 시간은 보정변수에서 제외하였다.

일곱째, 모든 통계분석은 SAS 9.4. 통계패키지를 이용하였다.

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

Ⅳ. 결과

1. 연구 대상자의 일반적 특성

성별에 따라 두 군으로 나누어 사회인구학적/임상적 특성을 파악하였고, 인슐린 저항성에 따른 연구 대상자의 일반적 특성을 <Table 3>에 제시하였다. 전체 대상자는 총 10,959명으로, 이 중 남자는 4,736명, 여자는 6,223명이었다. 남자의 경우 인슐린 저항성이 높은 군은 2,276명, 낮은 군은 2,460명이었다. 여자의 경우 인슐린 저항성이 높은 군은 2,648명, 낮은 군은 3,575명이었다. 일반적인 특성과 인슐린 저항성의 고저를 파악하기 위해 기초통계 분석 및 카이제곱 검정을 시행하였다.

1) 연구 대상자의 일반적 특성과 인슐린 저항성(남자)

연구 대상자 중 남성의 일반적 특성과 인슐린 저항성(TyG index) 분석 결과는 <Table 3>와 같다. 남성의 인슐린 저항성이 높은 경우는 2,276명(48.1%), 낮은 경우는 2,460명(51.9%)로 분석되었다.

인슐린 저항성이 높은 집단에서 좌식시간 Q1 그룹의 비율이 44.9%, 낮은 집단에서 55.1%이며, Q2 그룹의 비율은 인슐린 저항성이 높은 집단에서 47.7%, 낮은 집단에서 52.3%이었다. 인슐린 저항성이 높은 집단에서 좌식시간 Q3 그룹의 비율은 48.9%, 낮은 집단에서 51.1%였으며, Q4 그룹의 비율은 인슐린 저항성이 높은 집단에서 50.4%, 낮은 집단에서 49.6%였으나 통계적으로 유의하지 않았다(p=0.0523). 깨어있는 시간에 대해 살펴보면, 인슐린 저항성이 높은 집단에서 깨어있는 시간 Q1 그룹의 비율이 47.2%, 낮은 집단에서 52.8%이며, Q2 그룹의 비율은 인슐린 저항성이 높은 집단에서 48.8%, 낮은 집단에서 51.2%이

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

었다. 인슐린 저항성이 높은 집단에서 깨어있는 시간 Q3 그룹의 비율은 46.8%, 낮은 집단에서 53.2%였으며, Q4 그룹의 비율은 인슐린 저항성이 높은 집단에서 50.0%, 낮은 집단에서도 50.0%였으며 이는 통계적으로 유의하지 않았다 (p=0.3681). 근로형태에 대해 살펴보면, 인슐린 저항성이 높은 집단에서 '주간 근무'에 종사하는 비율은 49.8%, '저녁 및 야간 근무' 종사자의 비율은 46.3%, '교대근무' 종사자의 비율은 46.7%, 이외 '무직'인 경우는 44.0%였다. 반면, 인슐린 저항성이 낮은 집단에서 '주간근무'에 종사하는 비율은 50.2%, '저녁 및 야간 근무' 종사 비율은 53.7%, '교대근무' 및 '무직' 종사자의 비율은 각각 53.3%, 56.0%로 이는 통계적으로 유의한 차이가 있었다(p=0.0077). 현재 흡연 여부에 대해 살펴보면, 비흡연자의 경우 인슐린 저항성이 높은 집단에서 43.6%, 낮은 집단에서 56.4%였고, 흡연자의 경우 인슐린 저항성이 높은 집단에서 57.0%, 낮은 집단에서 43.0% 였다. 이는 인슐린 저항성이 높은 집단에서 흡연자의 비율이 높았음을 의미하며, 통계적으로 유의한 차이였다(p<0.0001). 폭음 여부에 대해 살펴보면, 비폭음자의 경우 인슐린 저항성이 높은 집단에서 40.3%, 낮은 집단에서 59.7%였으며 폭음자의 경우 인슐린 저항성이 높은 집단에서 52.0%, 낮은 집단에서 48.0%였다. 이는 인슐린 저항성이 높은 집단에서 폭음자의 비율이 높았음을 의미하며, 통계적으로 유의한 수치였다(p<0.0001). 신체활동 수준을 살펴보면, 신체활동 수준이 낮은 경우 인슐린 저항성이 높은 집단에서 50.4%, 낮은 집단에서 49.6%였고, 신체활동 수준이 보통 이상인 경우는 인슐린 저항성이 높은 집단에서 45.4%, 낮은 집단에서 54.6%였으며 이는 통계적으로 유의한 차이였다(p=0.0005). 체질량지수에 대해 살펴보면, 저체중 또는 정상체중인 경우 인슐린 저항성이 높은 집단에서 39.1%, 낮은 집단에서 60.9%였고, 과체중 또는 비만인 경우 인슐린 저항성이 높은 집단에서 61.4%, 낮은 집단에서 38.6%였다. 이는 인슐린 저항성이 높은 집단에서 과체중 또는 비만군의 비율이 높았음을 의미하며, 통계적으로 유의한 수치였다(p<0.0001). 영양소 섭

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

취 상태에 대해 살펴보면, 영양소 섭취 상태가 좋은 집단의 경우 인슐린 저항성이 높은 집단에서 48.2%, 낮은 집단에서 51.8%였고, 영양소 섭취 상태가 나쁜 집단의 경우 인슐린 저항성이 높은 집단에서 47.7%, 낮은 집단에서 52.3%였으나 통계적으로 유의하지 않았다(p=0.7476). 뿐만 아니라 남성에서 인슐린 저항성은 연령, 교육수준, 결혼상태, 만성질환 여부, 스트레스 인지 수준, 가족력 여부에 따라 통계적으로 유의한 차이를 보였다.

종속변수인 인슐린 저항성의 cut-off 값을 전체 연구 집단의 중앙값(TyG index=4.59731)을 기준으로 나누어 민감도 분석을 수행하였다. 좌식시간, 연령, 교육수준, 가구소득, 결혼상태, 근로형태, 현재 흡연여부, 폭음여부, 신체활동 수준, 체질량지수, 에너지 섭취 수준, 만성질환 여부, 스트레스 인지 수준, 가족력 여부 변수에서 통계적으로 유의하였다. 이를 통해 대부분의 변수에서 유사한 결과값이 나타나는 것을 확인할 수 있었다 <Supplement table 1>. 흥미변수를 일주일 평균 기준으로 앉아있는 시간과 수면시간을 합한 값을 사분위수로 구분한 비활동 시간으로 변경하여 민감도 분석을 수행 시에도 유사한 결과를 보였다 <Supplement table 2>.

2) 연구 대상자의 일반적 특성과 인슐린 저항성(여자)

연구 대상자 중 여성의 일반적 특성과 인슐린 저항성(TyG index) 분석 결과는 <Table 4>와 같다. 여성의 인슐린 저항성이 높은 경우는 2,648명(42.6%), 낮은 경우는 3,575명(57.4%)로 분석되었다.

여성의 좌식시간에 대해 살펴보면, 인슐린 저항성이 높은 집단에서 좌식시간 Q1 그룹의 비율이 42.5%, 낮은 집단에서 57.5%이며, Q2 그룹의 비율은 인슐린 저항성이 높은 집단에서 42.7%, 낮은 집단에서 57.3%였다. 인슐린 저항성이 높은 집단에서 좌식시간 Q3 그룹의 비율은 43.0%, 낮은 집단에서 57.0%였으며,

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

Q4 그룹의 비율은 인슐린 저항성이 높은 집단에서 42.1%, 낮은 집단에서 57.9%였으나 통계적으로 유의하지 않았다(p=0.9650). 이는 남성과 마찬가지로 좌식시간별 4그룹 간의 통계적인 차이는 유의하지 않은 결과였다. 깨어있는 시간에 대해 살펴보면, 인슐린 저항성이 높은 집단에서 깨어있는 시간 Q1 그룹의 비율이 43.0%, 낮은 집단에서 57.0%이며, Q2 그룹의 비율은 인슐린 저항성이 높은 집단에서 39.2%, 낮은 집단에서 60.8%이었다. 인슐린 저항성이 높은 집단에서 깨어있는 시간 Q3 그룹의 비율은 43.6%, 낮은 집단에서 56.4%였으며, Q4 그룹의 비율은 인슐린 저항성이 높은 집단에서 43.8%, 낮은 집단에서도 56.2%였으며 이는 남성과 마찬가지로 통계적으로 유의하지 않았다(p=0.0565). 근로형태에 대해 살펴보면, 인슐린 저항성이 높은 집단에서 '주간 근무'에 종사하는 비율은 39.8%, '저녁 및 야간 근무' 종사자의 비율은 35.8%, '교대근무' 종사자의 비율은 33.8%, 이외 '무직'인 경우는 47.1%였다. 반면, 인슐린 저항성이 낮은 집단에서 '주간근무'에 종사하는 비율은 60.2%, '저녁 및 야간 근무' 종사 비율은 64.2%, '교대근무' 및 '무직' 종사자의 비율은 각각 66.2%, 52.9%였으며 이는 통계적으로 유의한 차이가 있었다(p<0.001). 현재 흡연여부에 대해 살펴보면, 비흡연자의 경우 인슐린 저항성이 높은 집단에서 42.1%, 낮은 집단에서 57.9%였고, 흡연자의 경우 인슐린 저항성이 높은 집단에서 52.6%, 낮은 집단에서 47.4%였다. 이는 인슐린 저항성이 높은 집단에서 흡연자의 비율이 높았음을 의미하며, 통계적으로 유의한 차이였다(p=0.0004). 폭음 여부에 대해 살펴보면, 비폭음자의 경우 인슐린 저항성이 높은 집단에서 46.1%, 낮은 집단에서 53.9%였으며 폭음자의 경우 인슐린 저항성이 높은 집단에서 36.0%, 낮은 집단에서 64.0%였다(p<0.0001). 신체활동 수준을 살펴보면, 신체활동 수준이 낮은 경우 인슐린 저항성이 높은 집단에서 45.8%, 낮은 집단에서 54.2%였고, 신체활동 수준이 보통 이상인 경우는 인슐린 저항성이 높은 집단에서 38.2%, 낮은 집단에서 61.8%였으며 이는 통계적으로 유의한 차이였다(p<0.0001). 체질량지수에 대

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

해 살펴보면, 저체중 또는 정상체중인 경우 인슐린 저항성이 높은 집단에서 35.3%, 낮은 집단에서 64.7%였고, 과체중 또는 비만인 경우 인슐린 저항성이 높은 집단에서 62.7%, 낮은 집단에서 37.3%였다. 이는 남성과 마찬가지로 인슐린 저항성이 높은 집단에서 과체중 또는 비만군의 비율이 높았음을 의미하며, 통계적으로 유의한 수치였다($p<0.0001$). 영양소 섭취 상태에 대해 살펴보면, 영양소 섭취 상태가 좋은 집단의 경우 인슐린 저항성이 높은 집단에서 41.5%, 낮은 집단에서 58.5%였고, 영양소 섭취 상태가 나쁜 집단의 경우 인슐린 저항성이 높은 집단에서 44.1%, 낮은 집단에서 55.9%였다. 이는 남성과 달리 통계적으로 유의하였다($p=0.0433$). 여성의 경우 폐경 여부에 따라 나누어 살펴보았을 때, 인슐린 저항성이 높은 집단에서 폐경인 경우 55.7%, 낮은 집단에서 44.3%였고, 인슐린 저항성이 높은 집단에서 폐경이 아닌 경우 31.1%, 낮은 집단에서 68.9%로 확인되었다. 이는 통계적으로 유의한 차이였다($p<0.0001$). 뿐만 아니라 여성에서 인슐린 저항성은 연령, 교육수준, 주거지역, 가구소득, 결혼상태, 만성질환 여부, 스트레스 인지 수준, 가족력 여부에 따라 통계적으로 유의한 차이가 있었다.

인슐린 저항성의 cut-off 값을 전체 연구 집단의 중앙값(TyG index=4.59731)을 기준으로 나누어 민감도 분석을 수행하였다. 깨어있는 시간, 연령, 교육수준, 거주지역, 가구소득, 결혼상태, 근로형태, 현재 흡연여부, 폭음여부, 신체활동 수준, 체질량지수, 영양소 섭취 상태, 만성질환 여부, 가족력 여부, 폐경여부 변수에서 통계적으로 유의하였다. 대부분의 변수에서 유사한 결과값이 나타나는 것을 확인할 수 있었다 <Supplement table 3>. 흥미변수를 비활동시간으로 변경하여 민감도 분석을 수행하였으며, 통계적으로 유의하지 않았다 <Supplement table 4>.

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

<Table 3> General characteristics of subjects and IR (Men).

Variables	Total		Men				p-value
	N	(%)	High IR group	(%)	Low IR group	(%)	
Total	**4,736**	**(100.0)**	**2,276**	**(48.1)**	**2,460**	**(51.9)**	
sedentary time/ waking time ratio							0.0523
Q1 (low)	1,142	(24.1)	513	(44.9)	629	(55.1)	
Q2	1,110	(23.4)	529	(47.7)	581	(52.3)	
Q3	1,224	(25.8)	599	(48.9)	625	(51.1)	
Q4 (high)	1,260	(26.6)	635	(50.4)	625	(49.6)	
waking time							0.3681
Q1 (low)	1,289	(27.2)	608	(47.2)	681	(52.8)	
Q2	1,047	(22.1)	511	(48.8)	536	(51.2)	
Q3	1,328	(28.0)	621	(46.8)	707	(53.2)	
Q4 (high)	1,072	(22.6)	536	(50.0)	536	(50.0)	
Age				`			<.0001
19-29	723	(15.3)	230	(31.8)	493	(68.2)	
30-39	884	(18.7)	434	(49.1)	450	(50.9)	
40-49	920	(19.4)	533	(57.9)	387	(42.1)	
50-59	834	(17.6)	460	(55.2)	374	(44.8)	
60-69	765	(16.2)	384	(50.2)	381	(49.8)	
70-	610	(12.9)	235	(38.5)	375	(61.5)	
Educational level							0.0094
Elementary or middle school	934	(19.7)	427	(45.7)	507	(54.3)	
High school	1,632	(34.5)	754	(46.2)	878	(53.8)	
College or over	2,170	(45.8)	1,095	(50.5)	1,075	(49.5)	
Region							0.9198
Urban area	3,903	(82.4)	1,877	(48.1)	2,026	(51.9)	
Rural area	833	(17.6)	399	(47.9)	434	(52.1)	
Household income							0.0864
Q1 (low)	611	(12.9)	272	(44.5)	339	(55.5)	
Q2	1,100	(23.2)	524	(47.6)	576	(52.4)	
Q3	1,416	(29.9)	671	(47.4)	745	(52.6)	
Q4 (high)	1,609	(34.0)	809	(50.3)	800	(49.7)	
Marital status							<.0001
Married	3,382	(71.4)	1,729	(51.1)	1,653	(48.9)	
Others	1,354	(28.6)	547	(40.4)	807	(59.6)	

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

Working type							0.0077
Day worker	3,060	(64.6)	1,525	(49.8)	1,535	(50.2)	
Evening and night worker	272	(5.7)	126	(46.3)	146	(53.7)	
Shift worker	261	(5.5)	122	(46.7)	139	(53.3)	
None	1,143	(24.1)	503	(44.0)	640	(56.0)	
Current smoking status							<.0001
No	3,156	(66.6)	1,376	(43.6)	1,780	(56.4)	
Yes	1,580	(33.4)	900	(57.0)	680	(43.0)	
Binge drinking							<.0001
No	1,606	(33.9)	648	(40.3)	958	(59.7)	
Yes	3,130	(66.1)	1,628	(52.0)	1,502	(48.0)	
Physical activity							0.0005
Above normal	2,215	(46.8)	1,005	(45.4)	1,210	(54.6)	
Low	2,521	(53.2)	1,271	(50.4)	1,250	(49.6)	
BMI							<.0001
Under or normal weight	2,839	(59.9)	1,111	(39.1)	1,728	(60.9)	
Overweight or obese	1,897	(40.1)	1,165	(61.4)	732	(38.6)	
Nutrient quality							0.7476
Good	3,421	(72.2)	1,649	(48.2)	1,772	(51.8)	
Bad	1,315	(27.8)	627	(47.7)	688	(52.3)	
Energy intake level							0.1392
Low	2,450	(51.7)	1,152	(47.0)	1,298	(53.0)	
High	2,286	(48.3)	1,124	(49.2)	1,162	(50.8)	
Chronic disease diagnosis							<.0001
No	3,453	(72.9)	1,568	(45.4)	1,885	(54.6)	
Yes	1,283	(27.1)	708	(55.2)	575	(44.8)	
Stress							0.0147
Low	3,630	(76.6)	1,709	(47.1)	1,921	(52.9)	
High	1,106	(23.4)	567	(51.3)	539	(48.7)	
Family history							0.0016
No	3,756	(79.3)	1,761	(46.9)	1,995	(53.1)	
Yes	980	(20.7)	515	(52.6)	465	(47.4)	
Year							0.5690
2016	1,503	(31.7)	739	(49.2)	764	(50.8)	
2017	1,599	(33.8)	763	(47.7)	836	(52.3)	
2018	1,634	(34.5)	774	(47.4)	860	(52.6)	

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

<Table 4> General characteristics of subjects and IR (Women).

Variables	Total		Women				p-value
	N	(%)	High IR group	(%)	Low IR group	(%)	
Total	**6,223**	**(100.0)**	**2,648**	**(42.6)**	**3,575**	**(57.4)**	
sedentary time/ waking time ratio							0.9650
Q1 (low)	1,599	(25.7)	679	(42.5)	920	(57.5)	
Q2	1,561	(25.1)	666	(42.7)	895	(57.3)	
Q3	1,568	(25.2)	674	(43.0)	894	(57.0)	
Q4 (high)	1,495	(24.0)	629	(42.1)	866	(57.9)	
waking time							0.0565
Q1 (low)	1,852	(39.1)	796	(43.0)	1,056	(57.0)	
Q2	1,275	(26.9)	500	(39.2)	775	(60.8)	
Q3	1,568	(33.1)	683	(43.6)	885	(56.4)	
Q4 (high)	1,528	(32.3)	669	(43.8)	859	(56.2)	
Age							<.0001
19-29	729	(11.7)	133	(18.2)	596	(81.8)	
30-39	1,110	(17.8)	324	(29.2)	786	(70.8)	
40-49	1,319	(21.2)	503	(38.1)	816	(61.9)	
50-59	1,336	(21.5)	648	(48.5)	688	(51.5)	
60-69	1,037	(16.7)	610	(58.8)	427	(41.2)	
70-	692	(11.1)	430	(62.1)	262	(37.9)	
Educational level							<.0001
Elementary or middle school	1,763	(28.3)	1,041	(59.0)	722	(41.0)	
High school	2,037	(32.7)	840	(41.2)	1,197	(58.8)	
College or over	2,423	(38.9)	767	(31.7)	1,656	(68.3)	
Region							0.0002
Urban area	5,231	(84.1)	2,172	(41.5)	3,059	(58.5)	
Rural area	992	(15.9)	476	(48.0)	516	(52.0)	
Household income							<.0001
Q1 (low)	928	(14.9)	516	(55.6)	412	(44.4)	
Q2	1,505	(24.2)	701	(46.6)	804	(53.4)	
Q3	1,831	(29.4)	746	(40.7)	1,085	(59.3)	
Q4 (high)	1,959	(31.5)	685	(35.0)	1,274	(65.0)	
Marital status							0.0038
Married	4,444	(71.4)	1,942	(43.7)	2,502	(56.3)	
Others	1,779	(28.6)	706	(39.7)	1,073	(60.3)	

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

Working type							<.0001
Day worker	2,906	(46.7)	1,157	(39.8)	1,749	(60.2)	
Evening and night worker	466	(7.5)	167	(35.8)	299	(64.2)	
Shift worker	136	(2.2)	46	(33.8)	90	(66.2)	
None	2,715	(43.6)	1,278	(47.1)	1,437	(52.9)	
Current smoking status							0.0004
No	5,934	(95.4)	2,496	(42.1)	3,438	(57.9)	
Yes	289	(4.6)	152	(52.6)	137	(47.4)	
Binge drinking							<.0001
No	4,025	(85.0)	1,857	(46.1)	2,168	(53.9)	
Yes	2,198	(46.4)	791	(36.0)	1,407	(64.0)	
Physical activity							<.0001
Above normal	2,675	(56.5)	1,022	(38.2)	1,653	(61.8)	
Low	3,548	(74.9)	1,626	(45.8)	1,922	(54.2)	
BMI							<.0001
Under or normal weight	4,578	(96.7)	1,617	(35.3)	2,961	(64.7)	
Overweight or obese	1,645	(34.7)	1,031	(62.7)	614	(37.3)	
Nutrient quality							0.0433
Good	3,724	(78.6)	1,546	(41.5)	2,178	(58.5)	
Bad	2,499	(52.8)	1,102	(44.1)	1,397	(55.9)	
Energy intake level							0.6092
Low	3,942	(63.3)	1,687	(42.8)	2,255	(57.2)	
High	2,281	(36.7)	961	(42.1)	1,320	(57.9)	
Chronic disease diagnosis							<.0001
No	4,608	(74.0)	1,658	(36.0)	2,950	(64.0)	
Yes	1,615	(26.0)	990	(61.3)	625	(38.7)	
Stress							0.0347
Low	4,527	(72.7)	1,963	(43.4)	2,564	(56.6)	
High	1,696	(27.3)	685	(40.4)	1,011	(59.6)	
Family history							<.0001
No	4,684	(98.9)	1,925	(41.1)	2,759	(58.9)	
Yes	1,539	(24.7)	723	(47.0)	816	(53.0)	
Menopausal							<.0001
Yes	2,906	(46.7)	1,618	(55.7)	1,288	(44.3)	
No	3,317	(53.3)	1,030	(31.1)	2,287	(68.9)	
Year							0.8750
2016	2,030	(32.6)	862	(42.5)	1,168	(57.5)	
2017	2,078	(33.4)	877	(42.2)	1,201	(57.8)	
2018	2,115	(34.0)	909	(43.0)	1,206	(57.0)	

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

2. TyG index와 관련된 요인들에 대한 분석

좌식시간과 인슐린 저항성의 상관관계를 알아보기 위해 로지스틱 회귀분석을 이용하였으며, 다른 변수들을 통제하기 위해 보정한 오즈비를 구하였다. TyG index와 관련된 요인들에 대한 결과값은 <Table 5>에 제시하였다. 남성에서 다른 변수들을 보정하였을 때 좌식시간 Q1 그룹에 비해 Q3 그룹에서 인슐린 저항성이 높을 오즈비는 1.26(95% CI: 1.05-1.50)이었다. 좌식시간 Q4 그룹에서 인슐린 저항성이 높을 오즈비는 1.41(95% CI: 1.18-1.68)이었으며, 두 값 모두 통계적으로 유의하였다. 좌식시간 Q2 그룹에서 인슐린 저항성이 높을 오즈비는 1.17(95% CI: 0.98-1.40)으로 통계적으로 유의하지 않았다. 여성의 경우에도 좌식시간 Q1 그룹에 비해 Q3 그룹에서 인슐린 저항성이 높을 오즈비는 1.24(95% CI: 1.06-1.44)이었으며, Q4 그룹에서 인슐린 저항성이 높을 오즈비는 1.23(95% CI: 1.04-1.44)로 통계적으로 유의하였다. 남성과 마찬가지로 좌식시간 Q2 그룹에서 인슐린 저항성이 높을 오즈비는 1.07(95% CI: 0.93-1.24)로 통계적으로 유의하지 않았다. 좌식시간에 따른 경향성을 P for trend로 제시하였으며, 남성에서 좌식시간 사분위수가 증가할수록 인슐린 저항성이 증가하는 유의적인 경향이 있었다(P for trend=0.0009). 여성에서도 좌식시간 사분위수가 증가할수록 인슐린 저항성이 증가하는 유의적인 경향이 있었다(P for trend=0.0226)

이외에 통계적으로 유의함을 보인 변수들은 연령의 경우 남, 여 모두 연령이 증가함에 따라 인슐린 저항성의 오즈비가 높았다. 또한 여성의 경우 가구소득 수준이 낮아질수록 인슐린 저항성의 오즈비가 유의하게 높았다. 근로형태 요인에서는 남성 무직인 경우, 주간 근무자에 비해 인슐린 저항성이 높을 오즈비는 1.31(95% CI: 1.10-1.55)였으며, 여성에서도 무직인 경우 해당 오즈비가

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

1.17(95% CI: 1.04-1.33)로 통계적으로 유의하였다. 현재 흡연 중인 대상자 중 남성의 경우 인슐린 저항성이 높을 오즈비는 1.69(95% CI: 1.47-1.93)였으며, 여성의 경우 2.00(95% CI: 1.53-2.60)였으며 두 값 모두 통계적으로 유의하였다. 남성에서 폭음자의 경우 비폭음자에 비해 인슐린 저항성이 높을 오즈비는 1.44(95% CI: 1.26-1.65)이었으며, 이는 통계적으로 유의하였다. 신체활동 수준이 보통 이상인 집단에 비해 신체활동 수준이 낮은 집단에서 인슐린 저항성의 오즈비가 남성에서 1.15(95% CI: 1.01-1.31), 여성에서 1.20(95% CI: 1.07-1.34)로 통계적으로 유의하였다. BMI의 경우 저체중 또는 정상체중인 집단에 비해 과체중 또는 비만인 집단에서 인슐린 저항성 오즈비가 남성에서 2.40(95% CI: 2.11-2.72), 여성에서 2.59(95% CI: 2.29-2.94)로 통계적으로 유의하였다. 만성질환이 있는 집단이 없는 집단에 비해 인슐린 저항성의 오즈비가 남성에서 1.38(95% CI: 1.18-1.62), 여성에서 1.41(95% CI: 1.22-1.63)로 통계적으로 유의하였다. 그리고 여성에서는 가족력이 있는 경우, 인슐린 저항성이 높을 오즈비가 1.15(95% CI: 1.02-1.31)였고, 이는 통계적으로 유의하였다.

종속변수인 인슐린 저항성의 cut-off 값을 전체 연구 집단의 중앙값(TyG index=4.59731)을 기준으로 나누어 민감도 분석을 수행하였다. 그 결과, 대부분의 변수에서 유사한 결과를 보였다 <Supplement table 5>. 흥미변수를 비활동 시간으로 변경하여 민감도 분석을 시행한 결과에서도 유사한 결과를 보였다 <Supplement table 6>.

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

<Table 5> Analysis of factors associated with TyG index.

Variables	Men		Women	
	Adjusted OR	95% CI	Adjusted OR	95% CI
sedentary time/ waking time ratio				
Q1(low)	1.00	-	1.00	-
Q2	1.17	(0.98 - 1.40)	1.07	(0.92 - 1.24)
Q3	1.26	(1.05 - 1.50)	1.24	(1.06 - 1.44)
Q4(high)	1.41	(1.18 - 1.68)	1.23	(1.04 - 1.44)
P for trend	0.0009	-	0.0226	-
waking time				
Q1(low)	1.00	-	1.00	-
Q2	1.01	(0.84 - 1.20)	0.91	(0.77 - 1.07)
Q3	0.88	(0.74 - 1.03)	0.94	(0.81 - 1.09)
Q4(high)	1.00	(0.84 - 1.19)	0.80	(0.68 - 0.93)
Age				
19-29	1.00	-	1.00	-
30-39	1.91	(1.48 - 2.46)	1.72	(1.33 - 2.23)
40-49	2.82	(2.16 - 3.69)	2.63	(2.04 - 3.40)
50-59	2.61	(1.97 - 3.46)	3.16	(2.29 - 4.34)
60-69	2.27	(1.69 - 3.06)	3.64	(2.53 - 5.22)
70-	1.40	(1.00 - 1.96)	3.43	(2.32 - 5.05)
Educational level				
Elementary or middle school	0.89	(0.73 - 1.10)	1.16	(0.96 - 1.41)
High school	0.94	(0.81 - 1.09)	1.15	(1.00 - 1.32)
College or over	1.00	-	1.00	-
Region				
Urban area	1.02	(0.86 - 1.20)	1.03	(0.88 - 1.19)
Rural area	1.00	-	1.00	-
Household income				
Q1 (low)	1.08	(0.86 - 1.36)	1.26	(1.03 - 1.54)
Q2	1.01	(0.85 - 1.20)	1.27	(1.08 - 1.48)
Q3	0.93	(0.80 - 1.08)	1.18	(1.02 - 1.36)
Q4 (high)	1.00	-	1.00	-
Marital status				
Married	1.00	-	1.00	-
Others	0.89	(0.74 - 1.06)	0.96	(0.83 - 1.11)

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

Working type								
Day worker	1.00		-		1.00		-	
Evening and night worker	1.11	(0.84	-	1.45)	0.93	(0.75	-	1.16)
Shift worker	0.91	(0.70	-	1.19)	0.76	(0.51	-	1.12)
None	1.31	(1.10	-	1.55)	1.17	(1.04	-	1.33)
Current smoking status								
No	1.00		-		1.00		-	
Yes	1.69	(1.47	-	1.93)	2.00	(1.53	-	2.60)
Binge drinking								
No	1.00		-		1.00		-	
Yes	1.44	(1.26	-	1.65)	0.98	(0.87	-	1.12)
Physical activity								
Above normal	1.00		-		1.00		-	
Low	1.15	(1.01	-	1.31)	1.20	(1.07	-	1.34)
BMI								
Under or normal weight	1.00		-		1.00		-	
Overweight or obese	2.40	(2.11	-	2.72)	2.59	(2.29	-	2.94)
Nutrient quality								
Good	1.00		-		1.00		-	
Bad	1.07	(0.91	-	1.25)	1.09	(0.95	-	1.24)
Energy intake level								
Low	1.00		-		1.00		-	
High	1.00	(0.87	-	1.15)	1.00	(0.88	-	1.14)
Chronic disease diagnosis								
No	1.00		-		1.00		-	
Yes	1.38	(1.18	-	1.62)	1.41	(1.22	-	1.63)
Stress								
Low	1.00		-		1.00		-	
High	1.05	(0.90	-	1.21)	1.01	(0.89	-	1.15)
Family history								
No	1.00				1.00		-	
Yes	1.12	(0.96		1.30)	1.15	(1.01	-	1.30)
Menopausal								
Yes	-		-		1.24	(0.99	-	1.55)
No	-		-		1.00		-	
Year								
2016	1.09	(0.94	-	1.26)	1.06	(0.93	-	1.21)
2017	1.02	(0.88	-	1.18)	1.00	(0.88	-	1.14)
2018	1.00		-		1.00		-	

all covariates were adjusted.

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

3. 남자 하위그룹 분석

1) 인구학적 요인 및 사회경제적 요인에 따른 분석

성별에 따른 영향을 보정하기 위해 남, 여로 분리하여 분석하였고, 좌식시간에 따른 인슐린 저항성의 연관성을 보기 위해 시행한 로지스틱 회귀분석을 시행하였다. 남성에서 인구학적 요인 및 사회경제적 요인에 따른 하위그룹 분석 결과는 <Table 6>과 같았다. 깨어있는 시간이 가장 짧은 Q1 그룹에서, 좌식시간 Q1 그룹에 비해 Q3 그룹에서 인슐린 저항성이 높을 위험도가 1.51(95% CI: 1.03-2.01)배 높았으며 Q2, Q4 그룹과는 통계적으로 유의하지 않았다. 깨어있는 시간 Q2 그룹에서, 좌식시간 Q1 그룹에 비해 Q4 그룹에서 인슐린 저항성이 높을 위험도가 1.58(95% CI: 1.07-2.35)배 높았으며, Q2, Q3 그룹과는 통계적으로 유의하지 않았다. 깨어있는 시간 Q3 그룹에서, 좌식시간 Q1 그룹에 비해 Q3 그룹의 인슐린 저항성 오즈비가 1.60(95% CI: 1.16-2.20), Q4 그룹의 오즈비가 1.62(95% CI: 1.14-2.31)로 좌식시간이 길어질수록 인슐린 저항성 오즈비가 높아지는 경향이었다. 20대에서 좌식시간 Q1 그룹에 비해 Q2 그룹에서 인슐린 저항성이 높을 위험도가 2.51(95% CI: 1.28-4.96), Q3 그룹에서 2.31(95% CI: 1.20-4.43), Q4 그룹에서 2.49(95% CI: 1.32-4.70)배 높았다. 30대에서 좌식시간 Q1 그룹에 비해 Q2 그룹에서 인슐린 저항성이 1.83(95% CI 1.14-2.92), Q3 그룹에서 1.85(95% CI: 1.19-2.86), Q4 그룹에서 1.73(95% CI: 1.12-2.67)배로 확인되었고, 이는 통계적으로 유의하였다. 도시거주자의 경우, 좌식시간 Q2 그룹에서 오즈비가 1.18(95% CI: 0.96-1.44)로 통계적으로 유의하진 않았으나, Q3 그룹 오즈비 1.28(95% CI: 1.06-1.56), Q4 그룹 오즈비 1.51(95% CI: 1.24-1.84)로 좌식시간이 긴 집단일수록 인슐린 저항성 오즈비가 높아지는 경향이었다.

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

사회경제적 요인에 따른 분석 결과로는 교육수준에서 고등학교 졸업인 경우 인슐린 저항성이 좌식시간 Q1 그룹에 비해 Q2 그룹에서 1.49(95% CI: 1.10-2.01), Q3 그룹에서 1.60(95% CI: 1.18-2.16), Q4 그룹에서 1.79(95% CI: 1.30-2.46)배 높은 값을 보여주었으며 통계적으로 유의하였다. 가구소득 중하 집단(Q2)에서는 인슐린 저항성 오즈비가 좌식시간 Q1 그룹에 비해 좌식시간 Q3 그룹에서 1.51(95% CI: 1.05-2.17), Q4 그룹에서 1.69(95% CI: 1.17-2.45) 값을 보여주었으나 Q2 그룹과는 통계적으로 유의하지 않았다. 가구소득 중상 집단(Q3)에서는 인슐린 저항성 오즈비가 좌식시간 Q1 그룹에 비해 Q4 그룹에서 1.87(95% CI: 1.34-2.62)였고 통계적으로 유의하였다. 결혼상태에 따라서는 기혼인 경우 좌식시간 Q3 그룹의 오즈비 1.22(95% CI: 1.00-1.50), Q4 그룹의 오즈비가 1.33(95% CI: 1.08-1.64)였고, 통계적으로 유의하였다. 기혼자를 제외한 그 외의 경우, 좌식시간 Q2 그룹과의 오즈비 1.51(95% CI:1.03-2.21), Q3 그룹과의 오즈비 1.48(95% CI:1.01-.216), Q4 그룹과의 오즈비 1.75(95% CI: 1.22-2.53)로 모두 통계적으로 유의하였다. 근로형태에 대해 살펴보면, 주간근무자의 경우 좌식시간 Q2 그룹 오즈비 1.35(95% CI: 1.08-1.67), Q3 그룹 오즈비 1.48(95% CI: 1.19-1.84), Q4 그룹 오즈비 1.53(95% CI: 1.22-1.91)로 좌식시간의 사분위가 커질수록 인슐린 저항성이 높을 오즈비가 높아졌고, 모두 통계적으로 유의하였다. 교대 근무자의 경우 좌식시간 Q1 그룹 대비 Q4 그룹에서 인슐린 저항성 오즈비가 2.30(95% CI: 1.04-5.12)로 통계적으로 유의하였다. 무직은 기준그룹인 좌식시간 Q1 그룹보다 다른 그룹에서 인슐린 저항성이 높을 오즈비가 더 낮았으나, 통계적으로 유의한 결과는 아니었다(Q2: 0.73, Q3: 0.88, Q4: 0.99).

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

<Table 6> Analysis based on demographic and socio-economic factors in Men.

Variables	sedentary time / waking time ratio												
	Q1 (≤0.30)	Q2 (0.30~0.47)				Q3 (0.47~0.62)				Q4 (≥0.62)			
	OR	OR	95% CI			OR	95% CI			OR	95% CI		
waking time													
Q1 (low)	1.00	1.20	0.84	-	1.70	1.51	1.03	-	2.21	1.26	0.89	-	1.78
Q2	1.00	1.04	0.69	-	1.57	0.95	0.66	-	1.36	1.58	1.07	-	2.35
Q3	1.00	1.20	0.86	-	1.69	1.60	1.16	-	2.20	1.62	1.14	-	2.31
Q4 (high)	1.00	1.09	0.76	-	1.56	1.04	0.71	-	1.52	1.28	0.87	-	1.88
Age													
19-29	1.00	2.51	1.28	-	4.96	2.31	1.20	-	4.43	2.49	1.32	-	4.70
30-39	1.00	1.83	1.14	-	2.92	1.85	1.19	-	2.86	1.73	1.12	-	2.67
40-49	1.00	0.80	0.53	-	1.20	0.92	0.61	-	1.39	1.34	0.87	-	2.04
50-59	1.00	0.97	0.65	-	1.42	1.38	0.92	-	2.05	1.35	0.87	-	2.11
60-69	1.00	1.38	0.92	-	2.06	1.08	0.71	-	1.66	1.27	0.82	-	1.96
70-	1.00	1.01	0.62	-	1.65	1.08	0.66	-	1.77	1.36	0.81	-	2.28
Educational level													
Elementary or middle school	1.00	1.11	0.77	-	1.60	1.36	0.91	-	2.04	1.29	0.86	-	1.94
High school	1.00	1.49	1.10	-	2.01	1.60	1.18	-	2.16	1.79	1.30	-	2.46
College or over	1.00	0.98	0.74	-	1.31	1.03	0.79	-	1.35	1.25	0.95	-	1.64

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

Region													
Urban area	1.00	1.19	0.97	-	1.45	1.27	1.04	-	1.55	1.48	1.21	-	1.81
Rural area	1.00	1.18	0.81	-	1.72	1.24	0.81	-	1.89	1.03	0.66	-	1.61
Household income													
Q1 (low)	1.00	1.25	0.77	-	2.02	1.40	0.86	-	2.28	1.14	0.67	-	1.94
Q2	1.00	1.37	0.97	-	1.95	1.51	1.05	-	2.17	1.69	1.17	-	2.45
Q3	1.00	1.10	0.79	-	1.53	1.16	0.84	-	1.60	1.87	1.34	-	2.62
Q4 (high)	1.00	1.08	0.78	-	1.51	1.15	0.84	-	1.58	1.15	0.83	-	1.58
Marital status													
Married	1.00	1.09	0.89	-	1.33	1.22	1.00	-	1.50	1.33	1.08	-	1.64
Others	1.00	1.51	1.03	-	2.21	1.48	1.01	-	2.16	1.75	1.22	-	2.53
Working type													
Day worker	1.00	1.35	1.08	-	1.67	1.48	1.19	-	1.84	1.53	1.22	-	1.91
Evening and night worker	1.00	1.31	0.58	-	2.96	1.13	0.49	-	2.61	1.90	0.82	-	4.41
Shift worker	1.00	1.17	0.54	-	2.53	1.05	0.49	-	2.23	2.30	1.04	-	5.12
None	1.00	0.73	0.49	-	1.09	0.88	0.60	-	1.30	0.99	0.67	-	1.46

all covariates were adjusted.

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

2) 건강행위 요인에 따른 분석

건강행위 요인에 따른 분석 결과는 <Table 7>과 같다. 현재 흡연여부에 대해 살펴보면 비흡연자 군에서 좌식시간 Q2 그룹의 인슐린 저항성 오즈비가 1.17(95% CI: 0.94-1.46), Q3 그룹의 오즈비 1.29(95% CI: 1.04-1.61), Q4 그룹의 오즈비 1.30(95% CI: 1.04-1.62)을 보이며 좌식시간이 길어질수록 비흡연자 군에서 인슐린 저항성이 높을 위험이 높았으나 Q2 그룹에서는 통계적으로 유의하지 않았다. 그리고 흡연자 군에서는 좌식시간 Q4 그룹의 오즈비가 1.71(95% CI: 1.25-2.34)로 통계적으로 유의하게 높았다. 폭음여부에 대해 살펴보면, 폭음군에서 좌식시간 Q3 그룹의 오즈비 1.25(95% CI: 1.01-1.55), Q4 그룹의 오즈비 1.49(95% CI: 1.19-1.86)로 좌식시간이 길어질수록 인슐린 저항성이 높을 위험도가 높아졌다. 신체활동 수준이 보통 이상인 집단의 경우 좌식시간 Q3 그룹에서 인슐린 저항성 오즈비가 1.06(95% CI: 0.82-1.37)로 경향성을 띠지는 않았다. 신체활동 수준이 낮은 경우, 좌식시간 Q2 그룹에서 인슐린 저항성 오즈비가 1.23(95% CI: 0.96-1.58), Q3 그룹에서 1.47(95% CI: 1.15-1.88), Q4 그룹에서 1.59(95% CI: 1.24-2.04)로 좌식시간이 길어질수록 인슐린 저항성의 위험성이 높아지는 경향을 보였으나 Q2 그룹에서 통계적으로 유의하지 않았다. 체질량지수에 대해 살펴보면, 과체중 또는 비만 집단에서 좌식시간 Q2 그룹의 오즈비 1.51(95% CI: 1.14-2.01), Q3 그룹의 오즈비 1.63(95% CI: 1.23-2.15), Q4 그룹의 오즈비 1.75(95% CI: 1.32-2.33)로 좌식시간이 길어질수록 인슐린 저항성 위험성이 높아지는 경향을 보였으며, 모두 통계적으로 유의하였다. 영양소 섭취 상태에 대해 살펴보면, 영양소 섭취 상태가 좋은 경우, 인슐린 저항성 오즈비가 좌식시간 Q4 그룹에서 1.37(95% CI: 1.11-1.69)로 통계적으로 유의하였으나 좌식시간 Q2, Q3 그룹과는 유의하지 않았다. 영양소 섭취 상태가 나쁜 경우 인슐린 저항성 오즈비가 좌식시간 Q4 그룹에서 1.46(95% CI:

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

1.02-2.09), 좌식시간 Q3 그룹에서 1.59(95% CI: 1.12-2.26)였으며, 좌식시간 Q2 그룹과는 통계적으로 유의하지 않았다. 에너지 섭취 수준에 대해 살펴보면, 에너지 섭취 수준이 낮은 집단의 경우 좌식시간 Q2 그룹에서 오즈비 1.25(95% CI: 0.97-1.61), Q3 그룹에서 오즈비 1.33(95% CI: 1.03-1.71), Q4 그룹에서 오즈비 1.32(95% CI: 1.02-1.70)로 좌식시간이 길어질수록 인슐린 저항성이 높을 위험이 높아지는 경향을 보였으나 Q2 그룹과는 통계적으로 유의하지 않았다. 에너지 섭취 수준이 높은 집단은 좌식시간 Q1 그룹에 비해 Q4 그룹에서 인슐린 저항성이 높을 오즈비가 1.46(95% CI: 1.02-2.09)였으며, 통계적으로 유의하게 높았다. 만성질환이 없는 집단에서 좌식시간 Q1 그룹에 비해 Q3그룹에서 인슐린 저항성이 높을 위험도가 1.30(95% CI: 1.06-1.60)배, Q4 그룹에서 1.42(95% CI: 1.15-1.76)배 각각 높았다. 스트레스 인지 수준에 대해 살펴보면, 스트레스가 낮은 집단 및 높은 집단 모두에서 좌식시간 Q1 그룹에 비해 Q4 그룹의 오즈비가 1.35(95% CI: 1.10-1.66), 1.62(95% CI: 1.11-2.35)로 좌식시간 사분위가 가장 큰 집단에서 높은 오즈비를 보였다. 가족력 여부의 경우도 마찬가지로 가족력이 없는 집단 및 있는 집단 모두에서 좌식시간 Q1 그룹에 비해 Q4 그룹의 오즈비가 1.36(95% CI: 1.11-1.66), 1.70(95% CI: 1.13-2.56)이었다.

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

<Table 7> Analysis of health behavior factors in Men.

Variables	sedentary time / waking time ratio												
	Q1 (≤0.30)	Q2 (0.30~0.47)				Q3 (0.47~0.62)				Q4 (≥0.62)			
	OR	OR	95% CI			OR	95% CI			OR	95% CI		
Current smoking status													
No	1.00	1.17	0.94	-	1.46	1.29	1.04	-	1.61	1.30	1.04	-	1.62
Yes	1.00	1.17	0.86	-	1.58	1.17	0.87	-	1.57	1.71	1.25	-	2.34
Binge drinking													
No	1.00	1.08	0.80	-	1.46	1.28	0.94	-	1.74	1.25	0.92	-	1.70
Yes	1.00	1.22	0.98	-	1.52	1.25	1.01	-	1.55	1.49	1.19	-	1.86
Physical activity													
Above normal	1.00	1.15	0.89	-	1.49	1.06	0.82	-	1.37	1.25	0.96	-	1.63
Low	1.00	1.23	0.96	-	1.58	1.47	1.15	-	1.88	1.59	1.24	-	2.04
BMI													
Under or normal weight	1.00	1.00	0.79	-	1.25	1.06	0.84	-	1.33	1.23	0.97	-	1.55
Overweight or obese	1.00	1.51	1.14	-	2.01	1.63	1.23	-	2.15	1.75	1.32	-	2.33
Nutrient quality													
Good	1.00	1.09	0.89	-	1.34	1.14	0.92	-	1.40	1.37	1.11	-	1.69
Bad	1.00	1.37	0.97	-	1.95	1.59	1.12	-	2.26	1.46	1.02	-	2.09
Energy intake level													
Low	1.00	1.25	0.97	-	1.61	1.33	1.03	-	1.71	1.32	1.02	-	1.70

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

High	1.00	1.10	0.85	-	1.41	1.16	0.90	-	1.49	1.52	1.17	-	1.96
Chronic disease diagnosis													
No	1.00	1.13	0.92	-	1.40	1.30	1.06	-	1.60	1.42	1.15	-	1.76
Yes	1.00	1.30	0.93	-	1.82	1.12	0.80	-	1.58	1.35	0.95	-	1.92
Stress													
Low	1.00	1.10	0.90	-	1.35	1.23	1.01	-	1.50	1.35	1.10	-	1.66
High	1.00	1.46	1.00	-	2.14	1.35	0.92	-	1.98	1.62	1.11	-	2.35
Family history													
No	1.00	1.11	0.91	-	1.36	1.23	1.01	-	1.50	1.36	1.11	-	1.66
Yes	1.00	1.43	0.97	-	2.12	1.40	0.95	-	2.08	1.70	1.13	-	2.56

all covariates were adjusted.

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

4. 여자 하위그룹 분석

1) 인구학적 요인 및 사회경제적 요인에 따른 분석

여성 하위그룹에서 인구학적 요인에 따른 분석 결과는 <Table 8>과 같다. 깨어있는 시간의 경우 남성과 마찬가지로 깨어있는 시간 Q3 그룹에서, 좌식시간 Q1 그룹에 비해 Q4 그룹의 오즈비가 1.49(95% CI: 1.07-2.08)였으며, 통계적으로 유의하였다. 깨어있는 시간 Q4 그룹에서 좌식시간 Q3 그룹의 인슐린 저항성 오즈비가 1.44(95% CI: 1.06-1.97)로 통계적으로 유의하였으나 경향성을 띠지는 않았다. 연령의 경우, 남성과 달리 대부분의 연령에서 통계적으로 유의하지 않았다. 도시거주자의 경우, 좌식시간 Q2, Q4 그룹에서 각각의 인슐린 저항성 오즈비가 1.04(95% CI: 0.88-1.24), 1.19(95% CI: 0.99-1.42)로 통계적으로 유의하진 않았으나, Q3 그룹 오즈비 1.25(95% CI: 1.05-1.48)로 통계적으로 유의하였다.

사회경제적 요인에 따른 분석 결과는 다음과 같다. 교육수준에서 고등학교 졸업인 경우 좌식시간 Q1 그룹에 비해 Q4 그룹에서 인슐린 저항성이 높을 위험도가 1.48(95% CI: 1.11-1.97)배였으며, 이는 통계적으로 유의하였다. 대졸 이상의 경우, 좌식시간 Q1 그룹에 비해 Q3 그룹에서 인슐린 저항성이 높을 위험도가 1.32(95% CI: 1.00-1.73)였으며, 통계적으로 유의하였다. 가구소득이 가장 높은 Q4 그룹에서 좌식시간 Q3 그룹의 인슐린 저항성 오즈비가 1.49(95% CI: 1.12-2.00)로 통계적으로 유의하였다. 결혼상태에 따라서도 경향성을 띠진 않았으나, 기혼인 경우 좌식시간 Q3 그룹의 오즈비가 1.25(95% CI: 1.04-1.49)로 유의한 값을 보였다. 기혼자를 제외한 그 외의 경우 Q4 그룹의 오즈비가 1.40(95% CI: 1.01-1.96)로 통계적으로 유의하였으나 좌식시간 Q2, Q3그룹과는 통계적으로 유의하지 않았다. 근로형태에 대해 살펴보면, 무직인 경우 좌식시간

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

Q2 그룹 오즈비 1.25(95% CI: 0.99-1.58)로 통계적으로 유의하지는 않았으나 Q3 그룹 오즈비 1.50(95% CI: 1.18-1.90), Q4 그룹 1.35(95% CI: 1.05-1.73)으로 유의한 결과를 보였다. 주간근무자의 경우 좌식시간 Q3 그룹 오즈비 1.10(95% CI: 0.88-1.37), Q4 그룹 1.20(95% CI: 0.94-1.52)로 유의하진 않았으나 인슐린 저항성 오즈비가 증가하는 경향을 보였다. 교대근무자의 경우 통계적으로 유의하진 않았으나 좌식시간 Q4 그룹에서 오즈비가 3.20(95% CI: 0.59-17.20)로 큰 값을 보여주었으며, 좌식시간 Q1 그룹에 비해 인슐린 저항성이 높을 위험도가 3.20배 높음을 알 수 있었다.

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

<Table 8> Analysis based on demographic and socio-economic factors in Women.

Variables	sedentary time / waking time ratio												
	Q1 (≤0.30)	Q2 (0.30~0.47)				Q3 (0.47~0.62)				Q4 (≥0.62)			
	OR	OR	95% CI			OR	95% CI			OR	95% CI		
waking time													
Q1 (low)	1.00	1.06	0.79	-	1.42	1.20	0.86	-	1.67	1.29	0.96	-	1.75
Q2	1.00	0.76	0.53	-	1.08	0.98	0.71	-	1.35	1.03	0.70	-	1.52
Q3	1.00	1.30	0.96	-	1.77	1.32	0.97	-	1.79	1.49	1.07	-	2.08
Q4 (high)	1.00	1.13	0.84	-	1.52	1.44	1.06	-	1.97	1.06	0.76	-	1.48
Age													
19-29	1.00	1.09	0.47	-	2.52	1.18	0.54	-	2.58	1.60	0.76	-	3.39
30-39	1.00	1.21	0.79	-	1.86	1.28	0.84	-	1.94	1.46	0.96	-	2.23
40-49	1.00	1.06	0.76	-	1.48	1.42	1.01	-	1.98	1.11	0.77	-	1.58
50-59	1.00	1.12	0.84	-	1.51	1.33	0.98	-	1.81	1.32	0.91	-	1.90
60-69	1.00	1.05	0.76	-	1.46	1.11	0.78	-	1.59	1.39	0.91	-	2.11
70-	1.00	0.93	0.57	-	1.52	1.17	0.71	-	1.94	1.03	0.65	-	1.63
Educational level													
Elementary or middle school	1.00	1.16	0.89	-	1.51	1.25	0.94	-	1.66	1.23	0.92	-	1.65
High school	1.00	1.03	0.79	-	1.33	1.17	0.90	-	1.53	1.48	1.11	-	1.97
College or over	1.00	1.06	0.80	-	1.40	1.32	1.00	-	1.73	1.13	0.84	-	1.51

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

Region													
Urban area	1.00	1.04	0.88	-	1.24	1.25	1.05	-	1.48	1.19	0.99	-	1.42
Rural area	1.00	1.18	0.82	-	1.69	1.13	0.77	-	1.65	1.54	1.00	-	2.36
Household income													
Q1 (low)	1.00	1.04	0.70	-	1.55	1.07	0.71	-	1.62	1.19	0.79	-	1.79
Q2	1.00	1.03	0.77	-	1.38	1.12	0.82	-	1.53	1.37	0.97	-	1.92
Q3	1.00	1.15	0.86	-	1.53	1.19	0.89	-	1.59	1.35	0.99	-	1.82
Q4 (high)	1.00	1.03	0.77	-	1.39	1.49	1.12	-	2.00	1.06	0.78	-	1.46
Marital status													
Married	1.00	1.04	0.88	-	1.24	1.25	1.04	-	1.49	1.18	0.98	-	1.43
Others	1.00	1.23	0.87	-	1.73	1.31	0.93	-	1.83	1.40	1.01	-	1.96
Working type													
Day worker	1.00	0.93	0.74	-	1.16	1.10	0.88	-	1.37	1.20	0.94	-	1.52
Evening and night worker	1.00	0.78	0.44	-	1.40	0.96	0.53	-	1.75	0.89	0.47	-	1.69
Shift worker	1.00	4.99	1.10	-	22.55	3.04	0.53	-	17.56	3.20	0.59	-	17.20
None	1.00	1.25	0.99	-	1.58	1.50	1.18	-	1.90	1.35	1.05	-	1.73

all covariates were adjusted.

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

2) 건강행위 요인에 따른 분석

건강행위 요인에 따른 분석 결과는 <Table 9>과 같다. 현재 흡연여부에 대해 살펴보면 비흡연자 군에서 좌식시간 Q3 그룹의 오즈비 1.22(95% CI: 1.04-1.43)로 경향성을 띠진 않았다. 그리고 흡연자 군에서는 좌식시간 Q4 그룹의 오즈비가 2.36(95% CI: 1.05-5.32)로 통계적으로 유의하였다. 폭음여부에 대해 살펴보면, 비폭음군에서 좌식시간과 인슐린 저항성이 경향성을 보이진 않았으나, 좌식시간 Q3 그룹의 오즈비 1.29(95% CI: 1.07-1.56)으로 통계적으로 유의하였다. 신체활동 수준이 낮은 집단의 경우 좌식시간 Q4 그룹에서 인슐린 저항성 오즈비가 1.27(95% CI: 1.03-1.57)이었으며, 신체활동 수준이 보통 이상인 집단의 경우 좌식시간 Q3 그룹에서 인슐린 저항성 오즈비가 1.40(95% CI: 1.11-1.78)로 통계적으로 유의하였다. 체질량지수에 대해 살펴보면, 저체중 또는 정상 집단에서 좌식시간 Q3 그룹의 오즈비 1.30(95% CI: 1.08-1.56), Q4 그룹의 오즈비 1.29(95% CI: 1.06-1.57)로 좌식시간이 길어질수록 인슐린 저항성 오즈비가 증가하는 경향을 보였다. 영양소 섭취 상태가 나쁜 경우 인슐린 저항성 오즈비가 좌식시간 Q3 그룹에서 1.30(95% CI: 1.01-1.67)로 통계적으로 유의하였다. 에너지 섭취 수준에 대해 살펴보면, 남성과 달리 에너지 섭취 수준이 높은 집단의 경우 좌식시간 Q2 그룹에서 오즈비 1.16(95% CI: 0.90-1.50), Q3 그룹에서 오즈비 1.36(95% CI: 1.05-1.77), Q4 그룹에서 오즈비 1.40(95% CI: 1.06-1.86)로 좌식시간이 길어질수록 인슐린 저항성이 높을 위험이 높아지는 경향을 보였으나 Q2 그룹과는 통계적으로 유의하지 않았다. 만성질환이 없는 그룹에서는 좌식시간 Q1 그룹에 비해 Q3 그룹에서 인슐린 저항성이 높을 위험성이 1.32(95% CI: 1.10-1.59)배, Q4 그룹에서 1.27(95% CI: 1.04-1.54)배 각각 높았으며 통계적으로 유의하였다. 스트레스 요인에 대해 살펴보면, 남성과 달리 스트레스가 낮은 집단에서 좌식시간 Q3 그룹의 오즈비가 1.27(95% CI:

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

1.06-1.53), Q4 그룹의 오즈비가 1.22(95% CI: 1.01-1.48)로 통계적으로 유의하였다. 가족력 여부의 경우도 경향성을 띠진 않았으나 가족력이 없는 집단에서 좌식시간 Q1 그룹에 비해 Q3 그룹의 오즈비가 1.24(95% CI: 1.03-1.48)로 통계적으로 유의한 수치였다. 폐경여부에 대해 살펴보면, 폐경이 아닌 집단의 좌식시간 Q2 그룹에서 오즈비 1.12(95% CI: 0.88-1.42), Q3 그룹에서 오즈비 1.37(95% CI: 1.08-1.73), Q4 그룹에서 오즈비 1.32(95% CI: 1.04-1.68)로 좌식시간이 길어질수록 인슐린 저항성이 높을 위험도가 높아지는 경향을 보였으나 Q2 그룹과는 통계적으로 유의하지 않았다.

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

<Table 9> Analysis of health behavior factors in Women.

Variables	sedentary time / waking time ratio												
	Q1 (≤0.30)	Q2 (0.30~0.47)				Q3 (0.47~0.62)				Q4 (≥0.62)			
	OR	OR	95% CI			OR	95% CI			OR	95% CI		
Current smoking status													
No	1.00	1.04	0.89	-	1.22	1.22	1.04	-	1.43	1.18	1.00	-	1.40
Yes	1.00	2.16	0.92	-	5.05	1.45	0.60	-	3.49	2.36	1.05	-	5.32
Binge drinking													
No	1.00	1.05	0.88	-	1.26	1.29	1.07	-	1.56	1.17	0.95	-	1.43
Yes	1.00	1.09	0.82	-	1.44	1.11	0.84	-	1.47	1.32	0.99	-	1.75
Physical activity													
Above normal	1.00	1.06	0.84	-	1.33	1.40	1.11	-	1.78	1.16	0.89	-	1.51
Low	1.00	1.08	0.87	-	1.32	1.12	0.92	-	1.38	1.27	1.03	-	1.57
BMI													
Under or normal weight	1.00	1.14	0.95	-	1.36	1.30	1.08	-	1.56	1.29	1.06	-	1.57
Overweight or obese	1.00	0.90	0.67	-	1.20	1.08	0.81	-	1.46	1.11	0.81	-	1.52
Nutrient quality													
Good	1.00	0.99	0.82	-	1.20	1.19	0.98	-	1.45	1.22	0.98	-	1.51
Bad	1.00	1.19	0.93	-	1.53	1.30	1.01	-	1.67	1.24	0.96	-	1.59

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

Energy intake level													
Low	1.00	1.01	0.83	-	1.23	1.17	0.96	-	1.42	1.14	0.93	-	1.40
High	1.00	1.16	0.90	-	1.50	1.36	1.05	-	1.77	1.40	1.06	-	1.86
Chronic disease diagnosis													
No	1.00	1.06	0.88	-	1.28	1.32	1.10	-	1.59	1.27	1.04	-	1.54
Yes	1.00	1.10	0.83	-	1.45	1.13	0.84	-	1.52	1.29	0.94	-	1.77
Stress													
Low	1.00	1.10	0.93	-	1.32	1.27	1.06	-	1.53	1.22	1.01	-	1.48
High	1.00	1.01	0.74	-	1.37	1.15	0.84	-	1.57	1.30	0.95	-	1.78
Family history													
No	1.00	1.03	0.86	-	1.23	1.24	1.03	-	1.48	1.18	0.98	-	1.43
Yes	1.00	1.17	0.87	-	1.58	1.23	0.91	-	1.68	1.38	0.99	-	1.93
Menopausal													
Yes	1.00	1.03	0.85	-	1.27	1.17	0.95	-	1.45	1.22	0.96	-	1.54
No	1.00	1.12	0.88	-	1.42	1.37	1.08	-	1.73	1.32	1.04	-	1.68

all covariates were adjusted.

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

5. 좌식시간과 생활습관 위험 점수의 인슐린 저항성에 대한 상호작용 효과 분석

1) 생활습관 위험 점수에 따른 연구 대상자들의 분포

연구 대상자의 생활습관 위험 점수에 따른 분포는 <Table 10, 11>과 같다. 남성에서 생활습관 위험 점수가 높아질수록 인슐린 저항성이 높은 군에 속하는 연구 대상자의 비율이 높았다($p<0.0001$). 여성에서도 마찬가지로 생활습관 위험 점수가 높아질수록 인슐린 저항성이 높은 군에 속하는 연구 대상자의 비율이 높았다($p<0.0001$). 좌식시간 사분위수에 따라 분석 시에도, 생활습관 위험 점수가 높아질수록 인슐린 저항성이 높은 군에 속하는 연구 대상자의 비율이 높았다($p<0.0001$).

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

<Table 10> Distribution of study population according to the lifestyle risk score.

Variables	Total		Men				p-value	Total		Women				p-value
	N	(%)	High IR group	(%)	Low IR group	(%)		N	(%)	High IR group	(%)	Low IR group	(%)	
Total	**4,736**	**(100.0)**	**2,276**	**(48.1)**	**2,460**	**(51.9)**		**6,223**	**(100.0)**	**2,648**	**(42.6)**	**3,575**	**(57.4)**	
lifestyle risk score							<.0001							<.0001
0	262	(5.5)	70	(26.7)	192	(73.3)		764	(16.1)	278	(36.4)	486	(63.6)	
1	999	(21.1)	368	(36.8)	631	(63.2)		2,148	(45.4)	806	(37.5)	1,342	(62.5)	
2	1,650	(34.8)	746	(45.2)	904	(54.8)		2,117	(44.7)	931	(44.0)	1,186	(56.0)	
3	1,238	(26.1)	696	(56.2)	542	(43.8)		1,003	(21.2)	516	(51.4)	487	(48.6)	
4-5	587	(12.4)	396	(67.5)	191	(32.5)		191	(4.0)	117	(61.3)	74	(38.7)	

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

<Table 11> Distribution of study population according to the sedentary time and lifestyle risk score.

Variables		Total		Men				p-value	Total		Women				p-value
		N	(%)	High IR group	(%)	Low IR group	(%)		N	(%)	High IR group	(%)	Low IR group	(%)	
sedentary time and score								<.0001							<.0001
	0	83	(1.8)	25	(30.1)	58	(69.9)		244	(5.2)	89	(36.5)	155	(63.5)	
	1	246	(5.2)	92	(37.4)	154	(62.6)		570	(12.0)	220	(38.6)	350	(61.4)	
Q1	2	392	(8.3)	170	(43.4)	222	(56.6)		506	(10.7)	219	(43.3)	287	(56.7)	
	3	277	(5.8)	143	(51.6)	134	(48.4)		243	(5.1)	130	(53.5)	113	(46.5)	
	4-5	144	(3.0)	83	(57.6)	61	(42.4)		36	(0.8)	21	(58.3)	15	(41.7)	
	0	63	(1.3)	13	(20.6)	50	(79.4)		196	(4.1)	73	(37.2)	123	(62.8)	
	1	238	(5.0)	93	(39.1)	145	(60.9)		608	(12.8)	230	(37.8)	378	(62.2)	
Q2	2	408	(8.6)	189	(46.3)	219	(53.7)		505	(10.7)	221	(43.8)	284	(56.2)	
	3	280	(5.9)	151	(53.9)	129	(46.1)		220	(4.6)	123	(55.9)	97	(44.1)	
	4-5	121	(2.6)	83	(68.6)	38	(31.4)		32	(0.7)	19	(59.4)	13	(40.6)	
	0	61	(1.3)	19	(31.1)	42	(68.9)		194	(4.1)	85	(43.8)	109	(56.2)	
Q3	1	252	(5.3)	79	(31.3)	173	(68.7)		525	(11.1)	202	(38.5)	323	(61.5)	
	2	414	(8.7)	196	(47.3)	218	(52.7)		537	(11.3)	224	(41.7)	313	(58.3)	

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

	3	335	(7.1)	193	(57.6)	142	(42.4)	262	(5.5)	132	(50.4)	130	(49.6)
	4-5	162	(3.4)	112	(69.1)	50	(30.9)	50	(1.1)	31	(62.0)	19	(38.0)
	0	55	(1.2)	13	(23.6)	42	(76.4)	130	(2.7)	31	(23.8)	99	(76.2)
	1	263	(5.6)	104	(39.5)	159	(60.5)	445	(9.4)	154	(34.6)	291	(65.4)
Q4	2	436	(9.2)	191	(43.8)	245	(56.2)	569	(12.0)	267	(46.9)	302	(53.1)
	3	346	(7.3)	209	(60.4)	137	(39.6)	278	(5.9)	131	(47.1)	147	(52.9)
	4-5	160	(3.4)	118	(73.8)	42	(26.3)	73	(1.5)	46	(63.0)	27	(37.0)
Total		**4,736**	**(100.0)**	**2,276**	**(48.1)**	**2,460**	**(51.9)**	**6,223**	**(131.4)**	**2,648**	**(55.9)**	**3,575**	**(75.5)**

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

2) 생활습관 위험 점수의 상호작용 효과 분석

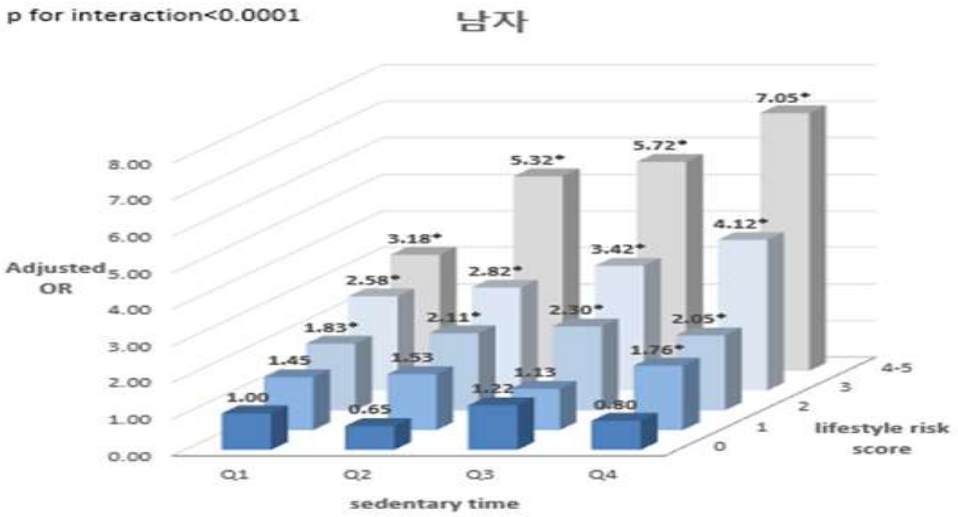
생활습관 위험 점수와 인슐린 저항성의 연관성을 분석 시, 남성에서 다른 변수들을 보정하였을 때 생활습관 위험 점수가 커질수록 인슐린 저항성이 높을 오즈비가 커졌고 모두 통계적으로 유의하였다. 여성에서도 생활습관 위험 점수가 0점인 그룹에 비해 1점인 그룹에서 인슐린 저항성이 높을 오즈비가 통계적으로 유의하지는 않았으나, 나머지 그룹에서 생활습관 위험 점수가 높을수록 인슐린 저항성이 높을 오즈비가 높아지는 경향을 보였다 <Supplement table 7>.

인슐린 저항성에 대한 좌식시간과 생활습관 위험 점수 간의 상호작용을 확인하였다. 분석결과 남, 여 모두에서 상호작용 효과가 통계적으로 유의하였다(P for trend<0.0001). 좌식시간이 가장 짧은 Q1 그룹에서 생활습관 위험 점수가 가장 낮은 0점 그룹을 기준 그룹(reference group)으로 하였을 때의 결과를 제시하였다 <Figure 5,6> <Supplement table 8>. 먼저 남성에 대해 살펴보면, 기준 그룹에 비해 좌식시간 Q1 그룹에서 1점인 그룹의 인슐린 저항성이 높을 오즈비는 1.45(95% CI: 0.84-2.39)로 통계적으로 유의하지 않았으나 2점인 그룹의 오즈비 1.83(95% CI: 1.09-3.07), 3점인 그룹의 오즈비 2.58(95% CI: 1.51-4.40), 4점 이상인 그룹에서의 오즈비가 3.18(95% CI: 1.77-5.71)로 생활습관 위험 점수가 높아질수록 인슐린 저항성의 오즈비가 높아지는 경향을 보였다. 여성에서도 기준 그룹과 비교 시 생활습관 위험 점수가 2점, 3점, 4점 이상인 그룹에서 인슐린 저항성이 높을 오즈비가 커지는 경향을 보였다(2점: 1.51, 3점: 2.65, 4점 이상: 3.32). 좌식시간 Q2 그룹에서도 남, 여 모두에서 기준 그룹에 비해 0점, 1점인 그룹의 인슐린 저항성이 높을 오즈비가 통계적으로 유의하지 않았으나 2점, 3점, 4점 이상인 그룹에서 모두 통계적으로 유의하게 높았다. 좌식시간 Q3 그룹에서 남성의 경우, 기준 그룹에 비해 0점인 그룹의 인슐린 저항성이 높을 오즈비가 1.22(95% CI: 0.59-2.54), 1점인 그룹의 오즈비

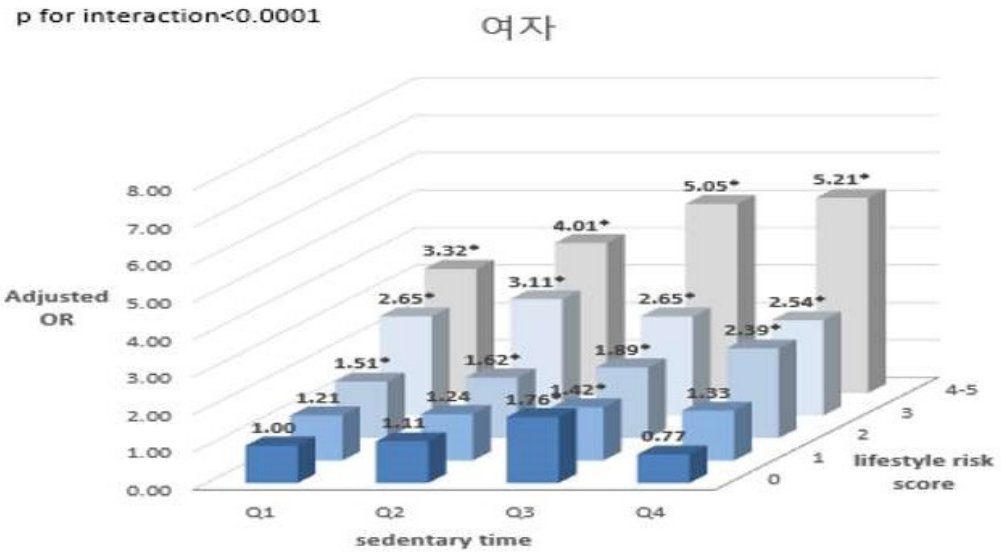
연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

1.13(95% CI: 0.65-1.96)로 통계적으로 유의하지 않았으나 2점인 그룹의 오즈비 2.30(95% CI: 1.37-3.85), 3점인 그룹의 오즈비 3.42(95% CI: 2.02-5.79), 4점 이상인 그룹의 오즈비 5.72(95% CI: 3.18-10.30)로 인슐린 저항성이 높을 오즈비가 커지는 경향을 보였다. 여성의 경우에는 기준 그룹에 비해 전 구간에서 모두 통계적으로 유의하게 인슐린 저항성이 높을 오즈비가 높아지는 경향을 보였다(0점: 1.76, 1점: 1.42, 2점: 1.89, 3점: 1.81, 4점이상: 5.05). 좌식시간 Q4 그룹에서 남성의 경우, 기준 그룹에 비해 0점인 그룹의 인슐린 저항성이 높을 위험도는 0.80(95% CI: 0.36-1.77)배였으며, 통계적으로 유의하지 않았다. 1점인 그룹의 인슐린 저항성이 높을 위험도는 1.76(95% CI: 1.03-3.03), 2점인 그룹의 위험도는 2.05(95% CI: 1.22-3.44), 3점인 그룹의 위험도는 4.12(95% CI: 2.43-7.00), 4점 이상인 그룹의 위험도는 7.05(95% CI: 3.87-12.85)배로 통계적으로 유의하였다. 여성에서 0점, 1점인 그룹에서 인슐린 저항성의 오즈비가 통계적으로 유의하지는 않았으나, 2점, 3점, 4점 이상인 그룹에서는 유의하게 높았다(2점: 2.39, 3점: 2.54, 4점: 5.21). 결과적으로 좌식시간 가장 짧은 Q1 그룹에서 생활습관 위험 점수가 가장 낮은 0점인 그룹을 기준 그룹으로 하였을 때, 좌식시간이 길어질수록, 생활습관 위험 점수가 높을수록 인슐린 저항성이 높을 오즈비가 높아지는 경향이 있었다.

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY



<Figure 5> Interaction between sedentary time/ waking time ratio and lifestyle risk score for Insulin Resistance (Men).



<Figure 6> Interaction between sedentary time/ waking time ratio and lifestyle risk score Insulin Resistance (Women).

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

V. 고 찰

1. 연구방법에 대한 고찰

이 연구는 제7기 3차년도 국민건강영양조사의 자료를 이용하여 국내 성인들을 대상으로 좌식시간과 인슐린 저항성의 연관성을 알아보고자 하였다. 이전 연구에서 좌식시간과 인슐린 저항성이 유의한 상관관계가 있음을 보고하였으며(Thorp et al., 2011), Kim 등(2018)은 한국 성인을 대상으로 한 연구에서 좌식시간과 인슐린 저항성(HOMA-IR)이 유의한 상관관계가 있음을 보고하였다. 해당 연구는 2015년 국민건강영양조사 자료를 이용하였으며, 자가 기입된 좌식시간을 바탕으로 인슐린 저항성(HOMA-IR)과의 연관성을 연구하였다. 인슐린 저항성의 경우 일본의 당뇨병 임상 가이드라인에 의거 HOMA-IR이 1.6보다 큰 집단은 인슐린 저항성이 높은 군으로, 낮은 집단은 정상 군으로 분류하였다. 특히 고용상태에 따라 분리하여 분석한 결과, 고용 근로자에서 좌식시간과 인슐린 저항성이 연관성이 있었으며 10시간 이상의 장시간 좌식시간 또한 인슐린 저항성(HOMA-IR)과 관련이 있다고 보고하였다. 이 연구와 마찬가지로 국민건강영양조사 자료를 이용하여 좌식시간과 인슐린 저항성의 연관성에 대해 알아본 연구였으나, 이 연구는 인슐린 수치 없이 계산이 가능하여 검사에 대한 접근성이 높은 TyG index를 이용하였으며, ROC curve를 이용하여 선행연구들과 비슷한 cut-off 값을 구한 후 이를 연구에 이용했다는 점에서 차이점이 있다. 또한, 좌식시간의 정의도 짧게 수면을 취하는 대상자들은 앉아서 보내는 시간이 상대적으로 많기 때문에 앉아있는 시간의 비율을 사용했다는 점에서도 차이가 있다. 뿐만 아니라 이 연구에서 종속변수의 cut-off 값을 전체 대상자 집단의 중앙값으로 변경하거나 흥미변수를 좌식시간과 수면시간을 합한 비활동 시간으로 변경

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

하여 민감도 분석을 시행했을 때, 메인 분석과 유사한 결과를 보여 이 연구 결과의 신뢰도가 높음을 알 수 있었다. 다만, 통계분석에 따라 활용한 자료와 방법에 따라 몇 가지 한계점을 내포하고 있다.

첫째, 이 연구의 대상자가 연구에 참여하여 수검 받은 만 19세 이상의 성인 10,959명(남 4,736명, 여 6,223명) 이었으므로 인구 집단 전체를 대표하지 못하는 한계를 가지고 있다.

둘째, 이 연구는 단면적 연구로서 좌식시간과 인슐린 저항성 간의 시간적 선후관계 및 인과관계를 명확하게 밝힐 수는 없었다. 인슐린 저항성의 위험요인 중 하나가 좌식시간임을 알 수 있지만 명확한 기전에 대해서는 추후 연구를 통해 밝혀야 할 것이다.

셋째, 하위그룹 분석 시 남녀로 나누어 분석하였으나 이 연구의 분석에 필요한 N값이 적어 결과 값이 도출되지 않은 경우가 있었다. 여성을 대상으로 한 하위그룹 분석에서 만성질환이 있는 집단과 교대 근무자에서 연구 대상자가 적어 결과 값의 해석에 주의가 필요하다.

넷째, 당뇨 유병자는 연구 대상자에서 제외하여 분석하였다는 점이다. 이는 당뇨병 치료를 받고 있을 경우 인슐린 저항성에 영향을 줄 수 있기 때문이었다. 당뇨 유병자를 제외한 것이 데이터 분석에 유용할 수도 있으나 당뇨 환자들 사이의 좌식시간과 TyG index 값의 연관성에 대한 분석이 배제되었다는 점에서 제한점이 있었다.

그럼에도 이 연구가 의미 있는 것은 아시아인을 대상으로 좌식시간과 인슐린 저항성의 연관성에 대한 연구가 많지 않은 상황에 우리나라 인구 전체의 대표성을 가진 표본 자료인 국민건강영양조사 자료를 이용하여 좌식시간과 인슐린 저항성과의 연관성을 분석하였다는 것이다. 뿐만 아니라 정상 성인을 대상으로 쉽게 검사 가능한 항목인 공복혈당 및 중성지방과 인슐린 저항성의 독립적인 관련성을 확인하였음에 의미가 있다고 생각된다. 이 연구 결과를 기초 자료로 활용

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

하여 공복혈당과 중성지방이 단지 질병에 대한 지표일 뿐만 아니라 질병의 예측 인자로서의 가치가 있는 지에 대한 많은 연구가 필요할 것이고, 추후 대규모의 전향적 연구를 통한 좌식시간과 인슐린 저항성과의 인과관계의 규명이 필요할 것으로 사료된다. 추후 연구들을 통하여 좌식시간이 인슐린 저항성의 위험인자로서 정립된다면 인슐린 저항성과 관련된 대사증후군의 진단 기준에 추가적인 항목으로의 보강이 요구되리라 사료된다.

2. 연구결과에 대한 고찰

Kim 등(2018)의 연구에서 고용 근로자의 경우 10시간 이상 장시간 앉아있는 집단이 5시간 이내 앉아있는 기준 집단에 비해서 인슐린 저항성의 위험도가 1.67배 높았다(OR=1.67, 95% CI: 1.184-2.344). 이 연구에서 근로형태에 따라 성별로 분리하여 분석한 결과, 남성 주간 근무자의 경우 좌식시간 사분위가 큰 집단일수록 인슐린 저항성의 오즈비가 높아졌고, 여성의 경우에도 주간 근무자의 경우 유의한 결과는 아니었으나 좌식시간 사분위가 큰 집단(Q3, Q4)에서 인슐린 저항성 오즈비가 높아지는 경향을 보이며 기존 연구 결과를 뒷받침하였다. 우리나라 연간 근로시간이 연간 1692시간으로 OECD 국가 중 2번째로 길어 주 52시간 근무 등의 조치가 취해지는 가운데, 높은 근로시간은 높은 좌식시간과도 연관될 수 있어 우리나라 성인들을 대상으로 좌식시간과 관련된 연구하는 것은 중요한 과제 중 하나일 것이며, 향후 해당 연구가 진행됨에 있어서 이 연구가 기초자료서의 의미가 있을 것으로 생각된다. 또한, 선행연구에서 무직인 경우 좌식시간과 인슐린 저항성의 연관성이 없었으나, 이 연구에서는 여성의 경우 무직인 집단에서 좌식시간 사분위수가 클수록 인슐린 저항성의 위험도가 높아져 근로시간 이외에도 발생할 수 있는 좌식시간에 대한 관리가 요구됨을 확인할 수

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

있었다.

신체활동 수준이 낮은 집단에서 좌식시간 사분위수가 가장 큰 그룹과 기준 집단의 오즈비를 비교했을 때, 남녀 모두에서 인슐린 저항성 오즈비가 높았는데, 이는 신체활동이 적을수록 인슐린 저항성이 높아진다는 기존의 연구결과들과도 같은 방향성을 보이고 있다. 신체활동 부족은 인슐린 저항성의 가장 인접한 행동적 요인이며(LaMonte, Blair and Church, 2005), 신체활동을 통해 인슐린 저항성을 낮출 수 있음이 보고되었다(Ekelund et al., 2009). 국내 연구에서도 적절한 신체활동은 당뇨병과 비알콜성 지방간을 예방하고, 대사증후군과 비만의 위험을 감소시키는 것으로 나타났다. Jekal 등(2008)의 연구에서 제2형 당뇨병 환자를 모집하여 신체활동과 혈청 포도당 수치의 상관관계를 연구한 결과, 남성 환자들 사이에서 신체활동이 포도당 내성을 유지하는 효과적인 방법이라고 보고하였다. Cho 등(2008)의 연구에서 상대적으로 높은 신체 활동량을 보인 대상자의 경우 그렇지 않은 대상자에 비하여 혼란변수를 보정한 후에도 비알코올성 지방간의 위험이 유의하게 낮았으며(OR 0.23, 95% CI: 0.07~0.77, $p<0.05$), 신체 활동량이 많은 사람은 신체 활동량이 적은 사람에 비해서 비알코올성 지방간의 위험이 적었다고 보고하였다. 신체활동이 적고 운동을 하는 시간이 적을수록 공복혈당 상승을 유발하고, 비만도가 증가하였으며 특히 중년 이후에 주로 발생하는 동맥경화, 고혈압, 심혈관계 질환은 규칙적인 신체활동을 유지하는 사람에게서 발생이 낮았다고 보고하였다(Jeoung and Shin, 2005).

많은 연구들이 좌식시간과 인슐린 저항성이 상당한 연관성이 있음을 보고하였으나 일부 연구에서 좌식시간이 인슐린 저항성이나 공복 인슐린과 연관성이 없으며, 고강도 신체활동이 인슐린 저항성과 관련이 없는 것으로 나타났다(박지연 등, 2011). McGuire and Ross(2011)의 연구에서 복부 비만인 캐나다인 135명을 대상으로 연구를 진행하였고, 좌식시간이 oral glucose test 시행 2시간 뒤 혈당이나 인슐린 저항성(HOMA-IR)과의 상관관계를 분석하였을 때, 관련이 없

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

다고 보고하였다. TyG index는 HOMA-IR을 사용하여 평가한 인슐린 저항성과 연관성이 있기에(Guerrero et al., 2010), 좌식시간과 TyG index도 연관성 없이 무관하다고 추정할 수 있겠으나 이러한 결과의 차이는 해당 연구의 대상자의 수가 적음으로 인한 것으로 사료된다.

이상의 내용을 종합해 볼 때, 평소 일상에서 실행할 수 있는 걷기 등의 활발한 신체활동을 통해 인슐린 저항성을 예방하고 관리하는 것이 필요하며, 좌식시간이 길면서 생활습관도 좋지 않다면 인슐린 저항성이 높을 수 있다는 이 연구의 결과를 토대로 신체활동과 더불어 식습관, 금주, 금연 등의 건강한 생활습관을 유지하는 것이 성인 건강관리 유지에 필요하다는 것을 확인할 수 있었다.

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

VI. 결론

이 연구에서는 인슐린 저항성이 높을 위험에 있는 사람을 조기 선별하고 예방 요인으로써 적극적으로 중재하기 위하여 좌식시간을 적극적으로 활용할 필요성이 있는지 알아보았다.

좌식시간이 길어질수록 성별과 무관하게 인슐린 저항성이 유의하게 높아졌다. 남성에서 인슐린 저항성 오즈비는 좌식시간 사분위가 가장 작은 기준 집단에 비해 가장 큰 집단에서 1.39(95% CI: 1.16-1.66), 다음으로 큰 집단에서 1.24(95% CI: 1.04-1.47)배 유의한 차이를 보였다. 여성에서도 인슐린 저항성 오즈비가 기준 집단에 비해 좌식시간 사분위수가 가장 큰 집단에서 1.24(95% CI: 1.05-1.46), 다음으로 큰 집단에서 1.22(95% CI: 1.05-1.43)배 유의한 차이를 보였다.

근로형태에 따라 남자 주간 근무자의 경우 좌식시간 사분위수가 커질수록 인슐린 저항성이 높을 오즈비가 커졌고, 여성 무직자의 경우 기준 집단과 비교 시 좌식시간 사분위수가 가장 큰 집단(Q4) 및 다음으로 큰 집단(Q3)에서 인슐린 저항성의 오즈비가 통계적으로 유의했다.

좌식시간이 가장 짧은 Q1 그룹에서 생활습관 위험 점수가 가장 낮은 0점인 그룹을 기준 그룹으로 하였을 때, 좌식시간이 길어질수록, 생활습관 위험 점수가 높을수록 인슐린 저항성이 높을 오즈비가 높아지는 경향이 있었다.

이상의 연구 결과를 종합했을 때, 좌식시간과 인슐린 저항성과의 독립적인 연관성을 확인할 수 있었으며, 우리나라 성인에서 좌식시간이 인슐린 저항성과 관련된 당뇨, 대사증후군 등 만성질환의 중요한 요소 중 하나일 수 있음을 생각할 수 있었다. 근로형태에 따라 무직인 경우에도 인슐린 저항성이 유의하게 높았던 결과를 토대로 건강관리 측면에서 근로시간 이외에 발생할 수 있는 좌식시간에

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

대한 관리가 요구됨을 확인하였다. 더불어 좌식시간이 길면서 생활습관이 좋지 않을 경우 인슐린 저항성이 높을 수 있으므로, 성인 건강관리에 있어 건강한 생활습관을 유지하는 것이 필요함을 확인하였다. 향후 국내에서의 대규모의 전향적인 연구를 통해 좌식시간과 인슐린 저항성과의 인과관계를 규명하는 것이 필요할 것이다.

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

참고문헌

고용노동부. 통계로 보는 우리나라 노동시장의 모습. 2017.

구슬, 김영옥, 김미경, 윤진숙, 박경. 한국 성인의 고혈압 유병 관련 영양소 섭취 및 생활습관 위험 요인 분석: 2007-2008년 국민건강영양조사 결과 활용. 2012;17(3):329-40.

권혁춘, 안상미, 김연경, 김대중, 정윤석, 이관우, 정선혜, 허갑, 송경은, 우성일. 한국인 비당뇨 성인에서 대사증후군과 관련된 인슐린 저항성 지표의 기준치. 대한비만학회지 2005;14(2):69-75.

박샛별. 대사증후군과 심혈관 위험인자의 관련성. 가정의학회지 2005;26(10):614-20.

박지연, 김나현. 중년기 성인의 신체활동과 인슐린 저항성의 관계. 기초간호자연과학회지 2011;13(3):245-52.

보건복지부 건강증진과. 한국인을 위한 신체활동 지침서. 2013.

보건복지부. 2015 한국인 영양소 섭취기준. 2015.

심재은, 백희영, 문현경, 김영옥. 서울 및 근교에 거주하는 한국인의 연령별 식생활 비교 및 평가: (1) 영양소 섭취 비교. 한국영양학회지 2001;34(5):554-67.

이정원, 현화진, 곽충실, 김초일, 이행신. 섭취식품 가짓수와 영양소 섭취상태의 상관관계 분석. 대한지역사회영양학회지 2000;5(2):297-306.

전재은. 생활습관과 심혈관질환. 대한내과학회지 2004;66(1):35-42.

질병관리본부. 2018 국민건강통계: 국민건강영양조사 제7기 3차년도(2018). 2018.

질병관리본부. 2015 국민건강통계: 국민건강영양조사 제6기 3차년도(2015). 2015.

질병관리본부. 국민건강영양조사 원시자료 이용지침서 제6기(2013-2015). 2015.

최철수. 인슐린 저항성의 발생기전. 대한내과학회지 2009;77(2):171-7.

통계청. 생활시간조사. 2009.

Bames J, Behrens TK, Benden ME, Biddle S et al. Letter to the Editor: Standardized use of the terms “sedentary” and “sedentary behaviours". Appl Physiol Nutr Metab 2012;37(3):540-2.

Bensimhon DR, Kraus WE, Donahue MP. Obesity and physical activity: A review. 2006 Am Heart J 2006;151(3):598-603.

Bey L, Hamilton MT. Suppression of skeletal muscle lipoprotein lipase

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

activity during physical inactivity: a molecular reason to maintain daily low-intensity activity. J physiol 2003;551(2):673-82.

Buchanan TA, Xiang AH, Peters RK, Kjos SL, Marroquin A, Goico J, Ochoa C, Tan S, Berkowitz K, Hodis HN, Azen SP. Preservation of pancreatic beta-cell function andprevention of type 2 diabetes by pharmacological treatment of insulin resistance in high-risk hispanic women. Diabetes 2002;51(9):2796-803.

Chau JY, Grunseit AC, Chey T, Stamatakis E, Brown WJ, Matthews CE, Bauman AE, van der Ploeg HP. Daily sitting time and all-cause mortality: a meta-analysis. PLoS One 2013;8(11): e80000.

Cho SH, Hahm SK, Seo YN, Kim KU, Kim JY. Park JA. The Association of Non-alcoholic Fatty Liver Disease and Physical Activity. Korean J Fam Med 2008;29(7):513-9.

DeFronzo RA., Bonadonna RC., Ferrannini E. Pathogenesis of NIDDM: a balanced overview. Diabetes Care 1992;15(3):318-68.

Defronzo RA, Tobin JD, Andres R. Glucose clamp technique. A method for quantifying insulin secretion and resistance. Am J Physiol 1979;237(3):214-23.

Dunstan DW, Salmon J, Owen N, Armstrong T, Zimmet PZ, Welborn TA, Cameron AJ, Dwyer T, Jolley D, Shaw JE. Associations of tv viewing and physical activity with the metabolic syndrome in Australian adults. Diabetologia 2005;48(11):2254-61.

Eckel RH, Grundy SM, Zimmet PZ. The metabolic syndrome. Lancet 2005;365(9468):1415-28.

Ekelund E, Brage S, Griffin SJ, Wareham NJ. Objectively measured moderate-and vigorous-intensity physical activity but not sedentary time predicts insulin resistance in high-risk individuals. Diabetes care 2009;32(6):1081-6.

Ford ES, Kohl HW 3rd, Mokdad AH, Ajani UA. Sedentary behavior, physical activity, and the metabolic syndrome among U.S. adults. Obes Res 2005;13(3):608-14.

Ford ES, Schulze MB, Kröger J, Pischon T, Bergmann MM, Boeing H.

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

Television watching and incident diabetes: Findings from the European prospective investigation into cancer and nutrition-potsdam study. J Diabetes 2010;2(1):23-27.

Guerrero-Romero F, Simental-Mendia LE, Gonzalez-Ortiz M, Martinez-Abundis E, Ramos-Zavala MG et al. The product of triglycerides and glucose, a simple measure of insulin sensitivity. Comparison with the euglycemic-hyperinsulinemic clamp. J Clin Endocrinol Metab 2010;95(7):3347-51.

Guthrie HA, Scheer JC. Validity of a dietary score for assessing nutrient adequacy. J Am Diet Assoc 1981;78(3):240-5.

Grundy SM. Metabolic syndrome: a multiplex cardiovascular risk factor. J Clin Endocrinola Metab 2007;92(2):399-404.

Hamilton MT, Hamilton DG, Zderic TW. Role of low energy expenditure and sitting in obesity, metabolic syndrome, type 2 diabetes, and cardiovascular disease. Diabetes 2007;56(11):2655-67.

Healy GN, Dunstan DW, Salmon JO, Shaw JE, Zimmet PZ, Owen N. Television time and continuous metabolic risk in physically active adults. Med Sci Sports Exerc 2008;40(4):639-45.

Helmerhorst HJ, Wijndaele K, Brage S, Wareham NJ, Ekelund UJ. Objectively measured sedentary time may predict insulin resistance, independent of moderate and vigorous physical activity. Am Diabetes Assoc 2009;58(8):1776-9.

Hill JO, Wyatt HR. Role of physical activity in preventing and treating obesity. J Appl Physiol 2005;99(2):765-70.

Hosseini SM. Triglyceride-glucose index simulation. JCBR 2017;1(1):11-6.

Hu FB, Li TY, Colditz GA, Willett WC, Manson JE. Television watching and other sedentary behaviors in relation to risk of obesity and type2 diabetes mellitus in women. JAMA 2003;289(14):1785-91.

Jekal Y, Lee MK, Kim ES, Park JH, Lee HJ, Han SJ, Kang ES, Lee HC, Kim SH, Jeon JY. Effects of Walking and Physical Activity on Glucose Regulation among Type 2 Diabetics. The Korean Diabetes

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

2008;32(1):60-7.

Jeoung BJ, Shin C. Relationship between Physical Activity Obesity and Metabolic Syndrome. Journal of Korean Physical Education Association for Women 2005;19(5):49-53.

Joo HJ, Kim GR, Park EC, Jang SI. Association between Frequency of Breakfast Consumption and Insulin Resistance Using Triglyceride-Glucose Index: A Cross-Sectional Study of the Korea National Health and Nutrition Examination Survey (2016-2018). Int J Environ Res Public Health 2020;17(9):3322.

Irace C, Carallo C, Scavelli FB, De Franceschi MS, Esposito T, Tripolino C, Gnasso A. Markers of insulin resistance and carotid atherosclerosis. A comparison of the homeostasis model assessment and triglyceride glucose index. Int J Clin Pract 2013; 67(7):665-672.

Ji B, Qu H, Wang H, Wei H, Deng H. Association between the visceral adiposity index and homeostatic model assessment of insulin resistance in participants with normal waist circumference. Angiolog 2017;68(8):716-21.

Kim BK, Choi HY, Kim WH, Ahn CW, Lee JC, Kim JG, Shin HG, Yu JM, Moon SJ. The cut-off values of surrogate measures for insulin resistance in the Korean population according to the Korean Genome and Epidemiology Study (KOGES). PLoS ONE 2018;13(11):e0206994.

Kim KS, Kim SJ, Kim SW, Choi DW, Ju YJ, Park EC. Association of self-reported sedentary time with insulin resistance among Korean adults without diabetes mellitus: a cross-sectional study. BMC public health 2018;18(1):1335.

Khan HS. The lipid accumulation product is better than BMI for identifying diabetes: A population-based comparison. Diabetes Care 2006;29(1):151-3.

Kim Y, Wilkens LR, Park SY, Goodman MT, Monroe KR, Kolonel LN. Association between various sedentary behaviours and all-cause, cardiovascular disease and cancer mortality: the multiethnic cohort study. Int J Epidemiol 2013;42(4):1040-56.

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

Lakerveld J, Mackenbach JD, Horath E, Rutters F, Compernolle S, Bardos H, De Bourdeaudhuij I, Charreire H, Rutter H, Oppert JM, Mckee M, Brug H. The relation between sleep duration and sedentary behaviours in European adults. Obes Rev 2016;17(1):62-7.

Kolb H, Martin S. Environmental/lifestyle factors in the pathogenesis and prevention of type 2 diabetes. BMC Med 2017;15(1):131.

Koszewski, W, Behrends D, Nichols M, Sehi, N, Jones G. Patterns of family meals and food and nutrition intake in limited resource families. Fam Consum Sci Res J 2011;39(4):431-41.

LaMonte MJ, Blair SN, Church TS. Physical activity and diabetes prevention. J Apple Physiol 2005;99(3):1205-13.

Levine JA, Lanningham-Foster LM, McCrady SK, Krizan AC, Olson LR, Kane PH, Jensen MD, Clark MM. Interindividual variation in post allocation: possible role in human obesity. Science 2005;307(5709):584-6.

Lillioja S, Mott DM, Spraul M, Ferraro R, Foley JE, Ravussin E, Knowler WC, Bennett PH, Bogardus C. Insulin resistance and insulin secretory dysfunction as precursors of non-insulin-dependent diabetes mellitus: prospective studies of Pima Indians. N Engl J Med 1993;329(27):1988-92.

Liu H, Bravata DM, Olkin I, Friedlander A, Liu V, Roberts B, Bendavid E, Saynina O, Salpeter SR, Garber AM, Hoffman AR. The effects of growth hormone on athletic performance. Ann Intern Med 2008;148(10):747-58.

Lucatello F, Vigna L, Carugno M, Tirelli AS, Bertazzi PA, Riboldi L. Comparison of indexes for assessing insulin resistance for the health surveillance among workers. G Ital Med Lav Ergon 2012; 34(3 Suppl):748-49.

Ma L, Wang J, Li Y. Insulin resistance and cognitive dysfunction. Clin Chim Acta 2015;444:18-23.

Mao Q, Zhou, D, Li, Y, Wang, Y, Xu SC, Zhao XH. The triglyceride-glucose index predicts coronary artery disease severity and cardiovascular outcomes in patients with non-st-segment elevation acute coronary syndrome. Dis Markers 2019;2019:6891537.

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

Martin BC, Warram, JH, Krolewski AS,Bergman RN, Soeldner JS, Kahn CR. Role of glucose and insulin resistance in development of type 2 diabetes mellitus: results of a 25-year follow-up study. Lancet 1992;340(8825):925-9.

Matthews DR, Hosker JP, Rudenski AS, Naylor BA, Treacher DF, Turner RC. Homeostasis model assessment: insulin resistance and beta-cell function from fasting plasma glucose and insulin concentrations in man. Diabetologia 1985;28(7):412-19.

McGuire KA, Ross R. Sedentary Behavior Is Not Associated with Cardiometabolic Risk in Adults with Abdominal Obesity. PLoS One 2011;6(6):e20503.

Mohd Nor NS, Lee SJ, Bacha F, Tfayli H, Arslanian S. Triglyceride glucose index as a surrogate measure of insulin sensitivity in obese adolescents with normoglycemia, prediabetes, and type 2 diabetes mellitus: comparison with the hyperinsulinemic-euglycemic clamp. Pediatr Diabetes 2016;17(6):458-65.

Morris JN, Heady JA, Raffle PA, Roberts CG, Parks JW. Coronary heart-disease and physical activity of work. Lancet 1953;262(6796):1111-20.

Oh JY, Sung YA, Lee HJ. The visceral adiposity index as a predictor of insulin resistance in young women with polycystic ovary syndrome. Obesity (Silver Spring) 2013;21(8):1690-4.

Owen N, Healy GN, Matthews CE, Dunstan DW. Too much sitting: the population-health science of sedentary behavior. Exerc Sport Sci Rev 2010;38(3):105-13.

Park YJ, Lee WC, Yim HW, Park YM. The association between sleep and obesity in Korean adults. J Prev Med Public Health 2007;40(6):454-60.

Pate RR, O'neill JR, Lobelo F. The evolving definition of “sedentary”. Exerc Sport Sci Rev 2008;36(4):173-8.

Petta S, Di Marco V, Di Stefano R, Cabibi D, Cammà C, Marchesini G, Craxì A. TyG index, HOMA score and viral load in patients with chronic hepatitis C due to genotype 1. J Viral Hepat 2011; 18(7):e372-80.

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

Proper KI, Singh AS, Mechelen W, Chinapaw MJ. Sedentary behaviors and health outcomes among adults: a systematic review of prospective studies. Am J Prev Med 2011;40(2):174-82.

Rasgon NL, Kenna HA. Insulin resistance in depressive disorders and Alzheimer's disease: revisiting the missing link hypothesis. Neurobiol Aging 2005;26(1):103-7.

Reaven GM, Chen YD. Role of abnormal free fatty acid metabolism in the development of non-insulin-dependent diabetes mellitus. Am J Med 1988;85(5A):106-12.

Reaven GM, Laws A. Insulin-resistance, compensatory hyperinsulinemia, and coronary heart disease. Diabetologia 1994;37(9):948-52.

Stamatakis E, Hamer M, Dunstan DW. Screen-based entertainment time, all-cause mortality, and cardiovascular events: population-based study with ongoing mortality and hospital events follow-up. J Am Coll Cardiol. 2011;57(3):292-9.

Shoham N, Gefen A. Deformations, mechanical strains and stresses across the different hierarchical scales in weight-bearing soft tissues. J Tissue Viability 2012;21(2):39-46.

Shulman GI. Cellular mechanisms of insulin resistance. J Clin Invest 2000;106(2):171-6.

Sisson SB, Camhi SM, Church TS, Martin CK, Tudor-Locke C., Bouchard C, Earnest CP, Smith SR, NewtonJr. RL, Rankinen T, Katzmarzyk PT. Leisure time sedentary behavior, occupational/domestic physical activity, and metabolic syndrome in US men and women. Metab Syndro Relat Disord 2009;7(6):529-36.

Singh B, Saxena A. Surrogate markers of insulin resistance: a review. World J Diabetes 2010;1(2):36-47.

Thorp AA, Owen N, Neuhaus M, Dunstan DW. Sedentary behaviors and subsequent health outcomes in adults: a systematic review of longitudinal studies, 1996-2011. Am J Prev Med 2011;41(2):207-215.

Thyfault JP, Du M, Kraus WE, Levine JA, Booth FW. Physiology of sedentary behavior and its relationship to health outcomes. Med

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

Sci Sports Exerc 2014;47(6):1301-5.

Van Dam RM, T Li, D Spiegelman, OH Franco, FB Hu. Combined impact of lifestyle factors on mortality: prospective cohort study in US women. BMJ 2008;337:a1440.

Vasques AC, Novaes FS, de Oliveira MS, Souza JR, Yamana ka A, Pareja JC, Tambascia MA, Saad MJ, Geloneze B. TyG index performs better than HOMA in a Brazilian population: a hyperglycemic clamp validated study. Diabetes Res Clin Pract 2011;93(3):e98-e100.

Washington, DC: US Department of Health and Human Services, Physical Activity Guidelines Advisory Committee. 2018 Physical activity guidelines advisory committee scientific report, 2018.

Wilmot EG, Edwardson CL, Achana FA, Davies MJ, Gorely T, Gray LJ, Khunti K, Yates T, Biddle SJ. Sedentary time in adults and the association with diabetes, cardiovascular disease and death: systematic review and meta-analysis. Diabetologia 2012;55(11):2895-905.

Wijndaele K, Duvigneaud N, Matton L, Duquet W, Thomis M, Beunen G, Lefevre J, Philippaerts RM. Muscular strength, aerobic fitness, and metabolic syndrome risk in Flemish adults. Med Sci Sports Exerc 2007;39(2):233-40.

World Health Organization. Global recommendations on physical activity for health. 2010

World Health Organization. Global physical activity questionnaire (GPAQ) analysis guide. 2012.

World Health Organization. Global status report on non-communicable diseases 2014. 2015.

Zhang QL, Zhao LG, Zhang W, Li HL, Gao J, Han LH, Zheng W, Shu XO, Xiang YB. Combined impact of known lifestyle factors on total and cause-specific mortality among Chinese men: a prospective cohort study. Sci Rep 2017;7(1):5293.

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

<Supplement table 1> Analysis of general characteristics of subjects using median value of TyG index (Men).

Variables	Total		Men				p-value
	N	(%)	High IR group	(%)	Low IR group	(%)	
Total	**4,736**	**(100.0)**	**3,000**	**(63.3)**	**1,736**	**(36.7)**	
sedentary time/ waking time ratio							0.0308
Q1 (low)	1,142	(24.1)	685	(60.0)	457	(40.0)	
Q2	1,110	(23.4)	699	(63.0)	411	(37.0)	
Q3	1,224	(25.8)	792	(64.7)	432	(35.3)	
Q4 (high)	1,260	(26.6)	824	(65.4)	436	(34.6)	
waking time							0.8549
Q1	1,289	(27.2)	820	(63.6)	469	(36.4)	
Q2	1,047	(22.1)	671	(64.1)	376	(35.9)	
Q3	1,328	(28.0)	829	(62.4)	499	(37.6)	
Q4	1,072	(22.6)	680	(63.4)	392	(36.6)	
Age							<.0001
19-29	723	(15.3)	335	(46.3)	388	(53.7)	
30-39	884	(18.7)	572	(64.7)	312	(35.3)	
40-49	920	(19.4)	666	(72.4)	254	(27.6)	
50-59	834	(17.6)	587	(70.4)	247	(29.6)	
60-69	765	(16.2)	503	(65.8)	262	(34.2)	
70-	610	(12.9)	337	(55.2)	273	(44.8)	
Educational level							0.0018
Elementary or middle school	934	(19.7)	574	(61.5)	360	(38.5)	
High school	1,632	(34.5)	993	(60.8)	639	(39.2)	
College or over	2,170	(45.8)	1,433	(66.0)	737	(34.0)	
Region							0.9785
Urban area	3,903	(82.4)	2,472	(63.3)	1,431	(36.7)	
Rural area	833	(17.6)	528	(63.4)	305	(36.6)	
Household income							0.0202
Q1 (low)	611	(12.9)	359	(58.8)	252	(41.2)	
Q2	1,100	(23.2)	686	(62.4)	414	(37.6)	
Q3	1,416	(29.9)	898	(63.4)	518	(36.6)	
Q4 (high)	1,609	(34.0)	1,057	(65.7)	552	(34.3)	
Marital status							<.0001
Married	3,382	(71.4)	2,247	(66.4)	1,135	(33.6)	

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

Others	1,354	(28.6)	753	(55.6)	601	(44.4)	
Working type							0.0219
Day worker	3,060	(64.6)	1,987	(64.9)	1,073	(35.1)	
Evening and night worker	272	(5.7)	161	(59.2)	111	(40.8)	
Shift worker	261	(5.5)	158	(60.5)	103	(39.5)	
None	1,143	(24.1)	694	(60.7)	449	(39.3)	
Current smoking status							<.0001
No	3,156	(66.6)	1,888	(59.8)	1,268	(40.2)	
Yes	1,580	(33.4)	1,112	(70.4)	468	(29.6)	
Binge drinking							<.0001
No	1,606	(33.9)	899	(56.0)	707	(44.0)	
Yes	3,130	(66.1)	2,101	(67.1)	1,029	(32.9)	
Physical activity							<.0001
Above normal	2,215	(46.8)	1,333	(60.2)	882	(39.8)	
Low	2,521	(53.2)	1,667	(66.1)	854	(33.9)	
BMI							<.0001
Under or normal weight	2,839	(59.9)	1,559	(54.9)	1,280	(45.1)	
Overweight or obese	1,897	(40.1)	1,441	(76.0)	456	(24.0)	
Nutrient quality							0.9473
Good	3,421	(72.2)	2,168	(63.4)	1,253	(36.6)	
Bad	1,315	(27.8)	832	(63.3)	483	(36.7)	
Energy intake level							0.0080
Low	2,450	(51.7)	1,508	(61.6)	942	(38.4)	
High	2,286	(48.3)	1,492	(65.3)	794	(34.7)	
Chronic disease diagnosis							<.0001
No	3,453	(72.9)	2,101	(60.8)	1,352	(39.2)	
Yes	1,283	(27.1)	899	(70.1)	384	(29.9)	
Stress							0.0002
Low	3,630	(76.6)	2,248	(61.9)	1,382	(38.1)	
High	1,106	(23.4)	752	(68.0)	354	(32.0)	
Family history							0.0201
No	3,756	(79.3)	2,348	(62.5)	1,408	(37.5)	
Yes	980	(20.7)	652	(66.5)	328	(33.5)	
Year							0.4028
2016	1,503	(31.7)	941	(62.6)	562	(37.4)	
2017	1,599	(33.8)	1,034	(64.7)	565	(35.3)	
2018	1,634	(34.5)	1,025	(62.7)	609	(37.3)	

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

<Supplement table 2> Analysis of general characteristics of subjects using inactive time variables (Men).

Variables	Total		Men				p-value
	N	(%)	High IR group	(%)	Low IR group	(%)	
inactive time							0.0437
Q1 (low)	1,131	(23.9)	511	(45.2)	620	(54.8)	
Q2	1,176	(24.8)	553	(47.0)	623	(53.0)	
Q3	1,187	(25.1)	583	(49.1)	604	(50.9)	
Q4 (high)	1,242	(26.2)	629	(50.6)	613	(49.4)	
Total	**4,736**	**(100.0)**	**2,276**	**(48.1)**	**2,460**	**(51.9)**	

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

<Supplement table 3> Analysis of general characteristics of subjects using median value of TyG index (Women).

Variables	Total		Women				p-value
	N	(%)	High IR group	(%)	Low IR group	(%)	
Total	**6,223**	**(100.0)**	**2,648**	**(42.6)**	**3,575**	**(57.4)**	
sedentary time/ waking time ratio							0.9078
Q1 (low)	1,599	(33.8)	626	(39.1)	973	(60.9)	
Q2	1,561	(33.0)	630	(40.4)	931	(59.6)	
Q3	1,568	(33.1)	629	(40.1)	939	(59.9)	
Q4 (high)	1,495	(31.6)	594	(39.7)	901	(60.3)	
waking time							0.0230
Q1 (low)	1,852	(39.1)	751	(40.6)	1,101	(59.4)	
Q2	1,275	(26.9)	460	(36.1)	815	(63.9)	
Q3	1,568	(33.1)	643	(41.0)	925	(59.0)	
Q4 (high)	1,528	(32.3)	625	(40.9)	903	(59.1)	
Age							<.0001
19-29	729	(15.4)	120	(16.5)	609	(83.5)	
30-39	1,110	(23.4)	294	(26.5)	816	(73.5)	
40-49	1,319	(27.9)	462	(35.0)	857	(65.0)	
50-59	1,336	(28.2)	616	(46.1)	720	(53.9)	
60-69	1,037	(21.9)	576	(55.5)	461	(44.5)	
70-	692	(14.6)	411	(59.4)	281	(40.6)	
Educational level							<.0001
Elementary or middle school	1,763	(37.2)	996	(56.5)	767	(43.5)	
High school	2,037	(43.0)	778	(38.2)	1,259	(61.8)	
College or over	2,423	(51.2)	705	(29.1)	1,718	(70.9)	
Region							0.0001
Urban area	5,231	(110.5)	2,029	(38.8)	3,202	(61.2)	
Rural area	992	(20.9)	450	(45.4)	542	(54.6)	
Household income							<.0001
Q1 (low)	928	(19.6)	498	(53.7)	430	(46.3)	
Q2	1,505	(31.8)	656	(43.6)	849	(56.4)	
Q3	1,831	(38.7)	692	(37.8)	1,139	(62.2)	
Q4 (high)	1,959	(41.4)	633	(32.3)	1,326	(67.7)	
Marital status							0.0088
Married	4,444	(93.8)	1,816	(40.9)	2,628	(59.1)	
Others	1,779	(37.6)	663	(37.3)	1,116	(62.7)	

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

Working type							<.0001
Day worker	2,906	(61.4)	1,074	(37.0)	1,832	(63.0)	
Evening and night worker	466	(9.8)	160	(34.3)	306	(65.7)	
Shift worker	136	(2.9)	44	(32.4)	92	(67.6)	
None	2,715	(57.3)	1,201	(44.2)	1,514	(55.8)	
Current smoking status							0.0006
No	5,934	(125.3)	2,336	(39.4)	3,598	(60.6)	
Yes	289	(6.1)	143	(49.5)	146	(50.5)	
Binge drinking							<.0001
No	4,025	(85.0)	1,745	(43.4)	2,280	(56.6)	
Yes	2,198	(46.4)	734	(33.4)	1,464	(66.6)	
Physical activity							<.0001
Above normal	2,675	(56.5)	958	(35.8)	1,717	(64.2)	
Low	3,548	(74.9)	1,521	(42.9)	2,027	(57.1)	
BMI							<.0001
Under or normal weight	4,578	(96.7)	1,501	(32.8)	3,077	(67.2)	
Overweight or obese	1,645	(34.7)	978	(59.5)	667	(40.5)	
Nutrient quality							0.0284
Good	3,724	(78.6)	1,442	(38.7)	2,282	(61.3)	
Bad	2,499	(52.8)	1,037	(41.5)	1,462	(58.5)	
Energy intake level							0.9717
Low	3,942	(83.2)	1,571	(39.9)	2,371	(60.1)	
High	2,281	(48.2)	908	(39.8)	1,373	(60.2)	
Chronic disease diagnosis							<.0001
No	4,608	(97.3)	1,532	(33.2)	3,076	(66.8)	
Yes	1,615	(34.1)	947	(58.6)	668	(41.4)	
Stress							0.0578
Low	4,527	(95.6)	1,836	(40.6)	2,691	(59.4)	
High	1,696	(35.8)	643	(37.9)	1,053	(62.1)	
Family history							0.0003
No	4,684	(98.9)	1,805	(38.5)	2,879	(61.5)	
Yes	1,539	(32.5)	674	(43.8)	865	(56.2)	
Menopausal							<.0001
Yes	2,906	(61.4)	1,536	(52.9)	1,370	(47.1)	
No	3,317	(70.0)	943	(28.4)	2,374	(71.6)	
Year							0.7954
2016	2,030	(42.9)	807	(39.8)	1,223	(60.2)	
2017	2,078	(43.9)	818	(39.4)	1,260	(60.6)	
2018	2,115	(44.7)	854	(40.4)	1,261	(59.6)	

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

<Supplement table 4> Analysis of general characteristics of subjects using inactive time variables (Women).

Variables	Total		Women				p-value
	N (%)		High IR group (%)		Low IR group (%)		
inactive time							0.8389
Q1 (low)	1,600	(33.8)	679	(42.4)	921	(57.6)	
Q2	1,607	(33.9)	693	(43.1)	914	(56.9)	
Q3	1,515	(32.0)	651	(43.0)	864	(57.0)	
Q4 (high)	1,501	(31.7)	625	(41.6)	876	(58.4)	
Total	**6,223**	**(131.4)**	**2,648**	**(55.9)**	**3,575**	**(75.5)**	

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

<Supplement table 5> Analysis of factors associated with TyG index using median value of TyG index.

Variables	Men		Women	
	Adjusted OR	95% CI	Adjusted OR	95% CI
sedentary time/ waking time ratio				
Q1(low)	1.00	-	1.00	-
Q2	1.19	(0.99 - 1.43)	1.12	(0.96 - 1.31)
Q3	1.32	(1.10 - 1.58)	1.27	(1.09 - 1.49)
Q4(high)	1.40	(1.17 - 1.69)	1.29	(1.09 - 1.52)
P for trend	0.0013	-	0.0072	-
waking time				
Q1 (low)	1.00	-	1.00	-
Q2	0.95	(0.79 - 1.15)	0.88	(0.75 - 1.04)
Q3	0.84	(0.71 - 1.00)	0.94	(0.80 - 1.09)
Q4 (high)	0.86	(0.72 - 1.03)	0.78	(0.67 - 0.91)
Age				
19-29	1.00	-	1.00	-
30-39	2.03	(1.57 - 2.62)	1.71	(1.31 - 2.23)
40-49	3.13	(2.38 - 4.11)	2.63	(2.02 - 3.42)
50-59	2.91	(2.18 - 3.88)	3.27	(2.36 - 4.52)
60-69	2.52	(1.86 - 3.41)	3.53	(2.45 - 5.09)
70-	1.59	(1.14 - 2.23)	3.29	(2.22 - 4.87)
Educational level				
Elementary or middle school	0.87	(0.71 - 1.08)	1.19	(0.98 - 1.44)
High school	0.90	(0.78 - 1.05)	1.13	(0.98 - 1.30)
College or over	1.00	-	1.00	-
Region				
Urban area	1.00	(0.84 - 1.18)	1.02	(0.87 - 1.19)
Rural area	1.00	-	1.00	-
Household income				
Q1 (low)	0.95	(0.75 - 1.20)	1.33	(1.09 - 1.63)
Q2	0.96	(0.80 - 1.15)	1.27	(1.09 - 1.49)
Q3	0.95	(0.81 - 1.12)	1.18	(1.02 - 1.36)
Q4 (high)	1.00	-	1.00	-
Marital status				
Married	1.00	-	1.00	-
Others	0.92	(0.77 - 1.11)	0.95	(0.82 - 1.10)
Working type				
Day worker	1.00	-	1.00	-

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

Evening and night worker	1.04	(0.79	- 1.37)	0.99	(0.79	- 1.24)
Shift worker	0.86	(0.65	- 1.13)	0.81	(0.55	- 1.20)
None	1.45	(1.21	- 1.73)	1.18	(1.04	- 1.33)
Current smoking status						
No	1.00		-	1.00		-
Yes	1.53	(1.33	- 1.77)	1.95	(1.50	- 2.54)
Binge drinking						
No	1.00		-	1.00		-
Yes	1.48	(1.29	- 1.70)	0.98	(0.86	- 1.12)
Physical activity						
Above normal	1.00		-	1.00		-
Low	1.21	(1.06	- 1.38)	1.16	(1.04	- 1.30)
BMI						
Under or normal weight	1.00		-	1.00		-
Overweight or obese	2.52	(2.20	- 2.89)	2.51	(2.22	- 2.85)
Nutrient quality						
Good	1.00		-	1.00		-
Bad	1.16	(0.99	- 1.36)	1.12	(0.98	- 1.27)
Energy intake level						
Low	1.00		-	1.00		-
High	1.13	(0.98	- 1.30)	1.05	(0.92	- 1.20)
Chronic disease diagnosis						
No	1.00		-	1.00		-
Yes	1.37	(1.16	- 1.62)	1.43	(1.24	- 1.66)
Stress						
Low	1.00		-	1.00		-
High	1.21	(1.04	- 1.41)	1.03	(0.90	- 1.17)
Family history						
No	1.00			1.00		-
Yes	1.04	(0.89	1.21)	1.12	(0.99	- 1.28)
Menopausal						
Yes	-		-	1.24	(0.99	- 1.55)
No	-		-	1.00		-
Year						
2016	0.99	(0.85	- 1.16)	1.05	(0.92	- 1.21)
2017	1.10	(0.94	- 1.28)	0.99	(0.86	- 1.13)
2018	1.00		-	1.00		-

*TyG cut-off = 4.59731, The following covariates were adjusted for: waking time, age, educational level, region, household income, marital status, working type, current smoking status, binge drinking, physical activity, BMI, nutrient quality, energy intake level, chronic disease diagnosis, stress, family history, menopausal status (in women)

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

<Supplement table 6> Analysis of factors associated with TyG index using inactive time variables.

Variables	Men		Women	
	Adjusted OR	95% CI	Adjusted OR	95% CI
Inactive time				
Q1 (low)	1.00	-	1.00	-
Q2	1.13	(0.95 - 1.34)	1.12	(0.96 - 1.30)
Q3	1.26	(1.05 - 1.50)	1.33	(1.14 - 1.56)
Q4 (high)	1.43	(1.20 - 1.71)	1.28	(1.09 - 1.50)
P for trend	0.0005	-	0.0046	-
Age				
19-29	1.00	-	1.00	-
30-39	1.92	(1.49 - 2.47)	1.73	(1.33 - 2.24)
40-49	2.83	(2.16 - 3.70)	2.59	(2.01 - 3.34)
50-59	2.60	(1.96 - 3.45)	3.09	(2.25 - 4.25)
60-69	2.28	(1.70 - 3.07)	3.58	(2.49 - 5.13)
70-	1.41	(1.01 - 1.97)	3.32	(2.26 - 4.89)
Educational level				
Elementary or middle school	0.90	(0.73 - 1.10)	1.17	(0.97 - 1.42)
High school	0.94	(0.82 - 1.09)	1.14	(0.99 - 1.31)
College or over	1.00	-	1.00	-
Region				
Urban area	1.02	(0.86 - 1.20)	1.01	(0.87 - 1.18)
Rural area	1.00	-	1.00	-
Household income				
Q1 (low)	1.09	(0.86 - 1.37)	1.27	(1.04 - 1.55)
Q2	1.02	(0.86 - 1.21)	1.28	(1.09 - 1.49)
Q3	0.93	(0.80 - 1.09)	1.18	(1.03 - 1.37)
Q4 (high)	1.00	-	1.00	-
Marital status				
Married	1.00	-	1.00	-
Others	0.89	(0.74 - 1.06)	0.95	(0.82 - 1.10)
Working type				
Day worker	1.00	-	1.00	-
Evening and night worker	1.12	(0.85 - 1.46)	0.92	(0.74 - 1.15)
Shift worker	0.92	(0.70 - 1.20)	0.74	(0.50 - 1.08)
None	1.30	(1.10 - 1.55)	1.17	(1.04 - 1.32)

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

Current smoking status						
No	1.00		-	1.00		-
Yes	1.68	(1.47	- 1.92)	1.98	(1.52	- 2.58)
Binge drinking						
No	1.00		-	1.00		-
Yes	1.44	(1.26	- 1.65)	0.98	(0.87	- 1.12)
Physicl activity						
Above normal	1.00		-	1.00		-
Low	1.15	(1.01	- 1.30)	1.19	(1.07	- 1.33)
BMI						
Under or normal weight	1.00		-	1.00		-
Overweight or obese	2.39	(2.11	- 2.71)	2.57	(2.27	- 2.91)
Nutrient quality						
Good	1.00		-	1.00		-
Bad	1.07	(0.92	- 1.25)	1.08	(0.95	- 1.23)
Energy intake level						
Low	1.00		-	1.00		-
High	1.00	(0.87	- 1.15)	1.01	(0.88	- 1.15)
Chronic disease diagnosis						
No	1.00		-	1.00		-
Yes	1.39	(1.18	- 1.62)	1.42	(1.22	- 1.64)
Stress						
Low	1.00		-	1.00		-
High	1.05	(0.91	- 1.22)	1.00	(0.88	- 1.13)
Family history						
No	1.00			1.00		-
Yes	1.12	(0.96	1.30)	1.15	(1.01	- 1.30)
Menopausal						
Yes	-		-	1.24	(0.99	- 1.55)
No	-		-	1.00		-
Year						
2016	1.08	(0.93	- 1.26)	1.06	(0.92	- 1.21)
2017	1.02	(0.88	- 1.18)	0.99	(0.87	- 1.14)
2018	1.00		-	1.00		-

*inactive time = sedentary time + sleep time
*The following covariates were adjusted for: age, educational level, region, household income, marital status, working type, current smoking status, binge drinking, physical activity, BMI, nutrient quality, energy intake level, chronic disease diagnosis, stress, family history, menopausal status (in women)

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

<Supplement table 7> Analysis on the relationship between lifestyle risk score and Insulin Resistance.

Variables	Men		Women	
	Adjusted OR	95% CI	Adjusted OR	95% CI
sedentary time/ waking time ratio				
Q1	1.00	-	1.00	-
Q2	1.14	(0.96 - 1.36)	1.08	(0.93 - 1.25)
Q3	1.21	(1.01 - 1.43)	1.24	(1.06 - 1.44)
Q4	1.34	(1.13 - 1.60)	1.22	(1.03 - 1.43)
P for trend	0.0070	-	0.0388	-
lifestyle risk score				
0	1.00	-	1.00	-
1	1.57	(1.15 - 2.14)	1.12	(0.93 - 1.34)
2	2.23	(1.66 - 3.00)	1.57	(1.30 - 1.89)
3	3.47	(2.56 - 4.70)	2.32	(1.87 - 2.88)
4-5	5.51	(3.94 - 7.70)	3.80	(2.66 - 5.44)
P for trend	<.0001	-	<.0001	-

*The following covariates were adjusted for: waking time, age, educational level, region, household income, marital status, working type, energy intake level, chronic disease diagnosis, stress, family history, menopausal status (in women)

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

<Supplement table 8> Interaction between sedentary time and lifestyle risk scores for Insulin Resistance.

Variables		Men				Women			
		Adjusted OR	95% CI			Adjusted OR	95% CI		
sedentary time and lifestyle risk score					<.0001				<.0001
	0	1.00		-		1.00		-	
	1	1.45	(0.84	-	2.49)	1.21	(0.87	-	1.67)
Q1	2	1.83	(1.09	-	3.07)	1.51	(1.08	-	2.10)
	3	2.58	(1.51	-	4.40)	2.65	(1.80	-	3.89)
	4-5	3.18	(1.77	-	5.71)	3.32	(1.58	-	6.96)
	0	0.65	(0.30	-	1.42)	1.11	(0.74	-	1.67)
	1	1.53	(0.89	-	2.64)	1.24	(0.90	-	1.71)
Q2	2	2.11	(1.26	-	3.54)	1.62	(1.16	-	2.25)
	3	2.82	(1.65	-	4.81)	3.11	(2.09	-	4.63)
	4-5	5.32	(2.86	-	9.90)	4.01	(1.79	-	8.95)
	0	1.22	(0.59	-	2.54)	1.76	(1.18	-	2.64)
	1	1.13	(0.65	-	1.96)	1.42	(1.03	-	1.98)
Q3	2	2.30	(1.37	-	3.85)	1.89	(1.36	-	2.63)
	3	3.42	(2.02	-	5.79)	2.65	(1.81	-	3.87)
	4-5	5.72	(3.18	-	10.30)	5.05	(2.59	-	9.86)
	0	0.80	(0.36	-	1.77)	0.77	(0.46	-	1.27)
	1	1.76	(1.03	-	3.03)	1.33	(0.94	-	1.88)
Q4	2	2.05	(1.22	-	3.44)	2.39	(1.72	-	3.33)
	3	4.12	(2.43	-	7.00)	2.54	(1.73	-	3.73)
	4-5	7.05	(3.87	-	12.85)	5.21	(2.90	-	9.39)

*p value for interaction between sedentary time/ waking time ratio and lifestyle risk score

*The following covariates were adjusted for: waking time, age, educational level, region, household income, marital status, working type, energy intake level, chronic diseases diagnosis, stress, family history, menopausal status (in women)

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

ABSTRACT

The association between sedentary time and Insulin Resistance

SOMYEE MIN
Graduate School of Public Health
Yonsei University

(Directed by Professor Sung-In Jang, MD, PhD)

Background: Insulin resistance is known to be associated with type 2 diabetes and metabolic diseases such as obesity, high blood pressure, metabolic syndrome, dyslipidemia and arteriosclerosis. As sedentary life increases due to the convenient lifestyle, recent studies have paid attention to the link between sedentary time and insulin resistance. In this study, the insulin resistance was obtained using the TyG index based on the three-year national data, and the association with sedentary time was investigated. In addition, we wanted to analyze the combined effect of sedentary time and modifiable lifestyle factors on insulin resistance. Through this, we will contribute to the development of basic data for the development of health promotion policies and programs for adults in Korea by identifying whether practice of living

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

habits can help prevent insulin resistance.

Methods: The study used the National Health and Nutrition Survey between 2016 and 2018, with a total of 10,959 adults (4,736 males and 6,223 females) in Korea. The interesting variable is the sedentary time/waking time, and the dependent variable is insulin resistance (TyG index). Independent variables were classified into four factors (population, socioeconomic, health behavior, and other) and detailed influencing factors were analyzed. The lifestyle risk score was calculated for modifiable lifestyle factors, and interaction analysis was performed to confirm the effect of the combination of sedantery time and lifestyle risk score on insulin resistance. Data analysis performed basic statistical analysis, chi-square test, and multiple logistic regression, and SAS program was used.

Results: 48.1% of men had high insulin resistance and 42.6% of women had high insulin resistance. In men, insulin-resistant subjects accounted for a large portion. The statistical differences between the sedentary quartiles were not significant for both men and women. The longer the sedentary time of the study subjects, the significantly higher the insulin resistance. In men, insulin-resistant odds ratios differed significantly from 1.39 (95% CI: 1.16-1.66) to the largest group (Q4) and 1.24 (95% CI: 1.04-1.47) to the next largest group (Q3). In women, insulin-resistant odds ratio also showed a significant difference of 1.24 (95% CI: 1.05-1.46) in the Q4 group and 1.22 (95%

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

CI: 1.05-1.43) in the Q3 group. For male day workers, the greater the sedentary quartile, the greater the odds of insulin resistance (Q2: 1.34, Q3: 1.45, Q4: 1.52). For female unemployed, the odds ratio of insulin resistance in Q3 and Q4 groups was statistically significant (Q3: 1.47, Q4: 1.33). Based on the group with the lowest risk score of 0 in the Q1 group with the shortest sedentary time, the longer the sedentary time and the higher the risk score of lifestyle, the higher the risk score of insulin resistance tended to increase.

Conclusions: It was analyzed that there is a relationship between the sedentary time of adults in Korea and insulin resistance. This can be thought that sedentary time may be one of the important factors of chronic diseases such as diabetes and metabolic syndrome associated with insulin resistance in Korean adults. Because insulin resistance can be high if sitting time is long and lifestyle is not good, it can be confirmed that it is necessary to maintain healthy lifestyle in adult health care.

Keywords: sedentary time, insulin resistance, TyG index