

과체중 및 비만 소아청소년의 대사증후군 지표의 영향요인

이 상 미¹

¹ 동양대학교

초 록

본 연구는 과체중 및 비만 청소년의 대사증후군 위험 지표에 영향을 미치는 요인을 규명하기 위해 수행되었다. 교육부의 2022년 학생건강검사 자료 중 과체중 및 비만으로 분류된 4,159명의 자료를 활용하였으며, SPSS 28.0을 이용해 선형회귀분석을 실시하였다. 종속변수는 허리-키 비율, 고밀도지단백 콜레스테롤, 로그 변환 중성지방, 저밀도지단백 콜레스테롤, 로그 변환 공복혈당, 수축기 및 이완기 혈압이었고, 독립변수는 인구학적 요인, 식습관, 신체활동, 수면, 체질량지수, 체중조절 행동으로 구성하였다. 분석 결과, 체질량지수는 모든 대사증후군 지표와 유의한 관련을 보여 핵심적인 위험 요인으로 확인되었다. 아침식사 빈도는 저밀도지단백 콜레스테롤을 낮추는 보호 요인으로 나타났다. 패스트푸드·음료 섭취는 중성지방 상승과 관련되었다. 규칙적인 운동은 허리-키 비율과 공복혈당을 감소시켰고, 우유 유제품 섭취는 저밀도지단백 콜레스테롤과 고밀도지단백 콜레스테롤을 모두 상승시켰다. 체중조절 행동은 중성지방과 공복혈당을 낮추는 요인이었다. 이러한 결과는 청소년 대사증후군 관리에서 단순한 체중 감량을 넘어 식습관 개선과 신체활동 증진을 통합적으로 고려해야 함을 시사한다.

주요 용어: 과체중, 비만, 대사증후군, 소아, 청소년

알기 쉬운 요약

이 연구는 왜 했을까? 이 연구는 과체중 및 비만 청소년의 대사증후군 위험 지표에 영향을 미치는 요인을 규명하기 위해 수행되었다. 청소년기 비만은 단순한 체형 문제가 아니라 성인기 심혈관질환, 당뇨병 등 만성질환으로 이어질 수 있는 중요한 건강 문제이다. 따라서 체질량지수뿐 아니라 식습관, 신체활동, 체중조절 행동 등 다양한 생활습관 요인이 대사건강에 어떠한 영향을 미치는지 통합적으로 확인할 필요가 있었다.

새롭게 밝혀진 내용은? 체질량지수는 모든 대사증후군 위험 지표와 유의한 관련을 보여 가장 핵심적인 위험 요인으로 확인되었다. 그러나 체중만이 아니라 생활습관 요인 역시 독립적으로 중요한 영향을 미치는 것으로 나타났다. 아침식사 빈도가 높을수록 저밀도지단백 콜레스테롤은 낮았으며, 패스트푸드와 음료 섭취는 중성지방 상승과 관련되었다. 또한 규칙적인 신체활동은 복부비만 지표와 공복혈당을 감소시켰고, 체중조절 행동 역시 중성지방과 공복혈당을 낮추는 방향으로 작용하였다. 이는 대사위험 관리에서 건강행동의 중요성을 뒷받침하는 결과이다.

앞으로 무엇을 해야 하나? 청소년 대사건강 관리는 단순한 체중 감량 중심 접근을 넘어 보다 통합적인 전략이 필요하다. 아침식사 습관 형성과 고열량 식품 섭취 감소를 포함한 영양교육, 규칙적인 신체활동을 촉진하는 학교 기반 프로그램, 그리고 건강한 체중조절 행동을 지원하는 상담 및 중재가 함께 이루어져야 한다. 이러한 다차원적 접근이 청소년기의 대사증후군 위험을 효과적으로 낮추는 데 기여할 것이다.

이 논문은 2024년도 동양대학교 학술연구비의 지원으로 수행되었습니다.

- 투 고 일: 2025. 10. 29.
- 수 정 일: 2026. 02. 05.
- 게재확정일: 2026. 02. 19.

I. 서론

1. 연구의 필요성

소아청소년기의 과체중과 비만은 전 세계적으로 빠르게 증가해왔으며, 이로 유발되는 건강문제의 심각성으로 인해 시급한 공중보건 문제로 대두되어 왔다(Orsini et al., 2023). 우리나라의 소아청소년의 과체중 및 비만 유병률 역시 2014년 19.5%에서 2023년 22.1%로 증가해왔을 뿐 아니라, 지속적으로 높은 비율로 보고되고 있어 우리나라의 상황도 예외는 아니다(대한비만학회, 국민건강보험공단, 2025). 소아청소년기 과체중과 비만은 일시적 건강문제로 그치는 것이 아닌, 성인기 건강에까지 미치는 장기적 영향 때문에 더욱 주목받고 있다(Ying et al., 2022; Pigeot & Ahrens, 2025). 따라서 소아청소년 비만은 단순히 체형의 문제를 넘어 장기적인 건강 불평등과 사회적 비용 증가로 연결될 수 있는 중요한 보건학적 과제이다.

소아청소년기의 과도한 체지방의 증가는 복부비만, 인슐린 저항성, 고혈압, 이상지질혈증을 동반할 가능성을 증가시키며(Zhang et al., 2025), 이러한 과체중과 비만에 의한 심혈관계 및 대사성 질환의 위험인자군을 대사증후군이라 한다. 성인에서는 이미 대사증후군의 진단 기준이 잘 확립된 것과 달리 소아청소년에서는 대사증후군에 대한 일관된 정의와 보편적 진단 기준은 아직 부족하며, 어떤 기준을 사용하느냐에 따라 소아청소년의 대사증후군의 유병률은 큰 차이를 나타낸다(Anton-Păduraru et al., 2025; Zhang et al., 2025). 우리나라 10~18세 소아청소년의 대사증후군 유병률 역시 미국의 국가 콜레스테롤 교육프로그램 성인치료패널 III(National Cholesterol Education Program Adult Treatment Panel III, 이하 NCEP-ATP III)의 기준에 의하면 5.7%, 국제 당뇨병 연맹(International Diabetes Federation, 이하 IDF)의 기준에 의하면 2.1%로 보고되어(Kim & So, 2016), 기준에 따라 차이를 나타냈지만 종설 연구를 통해 추산된 2020년 소아 2.8%, 청소년 4.8%의 전 세계 소아청소년 대사증후군 발생률에 뒤지지 않는 수치이다(Noubiap et al., 2022). 최근 우리나라의 소아청소년의 경우 특히 복부비만, 고밀도지단백 콜레스테롤, 공복혈당 수치가 악화되고 있음이 보고되기도 하였다(Park et al., 2021).

대사증후군은 유전적 요인과 환경적 요인의 복합적 영향에 따라 유발된다. 대부분의 성장발달이 완성되는 소아청소년기는 최적의 성장발달을 위한 환경적 여건이 특히 중요하다. 이러한 측면에서 소아청소년기 대사증후군의 식이 및 생활습관 요인과의 관련성에 대한 논의가 계속 이루어지고 있다. 특히 소아청소년 시기에는 식습관과 운동습관이 정착되며, 수면 패턴, 여가 활동 등의 생활습관이 형성된다. 그러나 현대 사회의 급격한 환경 변화는 청소년의 생활양식을 건강하지 못한 방향으로 이끌고 있다. 예를 들어, 가공식품과 패스트푸드, 당이 많은 음료의 소비 증가, 학업 부담과 스마트 기기 사용으로 인한 신체활동 부족 및 수면시간 단축은 청소년 비만과 대사증후군을 가속화시키는 요인으로 지적된다(Park et al., 2021; de Oliveira et al., 2023). 이처럼 청소년기의 생활습관은 향후 대사증후군 발생에 중요한 예측 요인으로 기능할 수 있음에도 불구하고, 종합적인 분석은 아직 부족하다.

또한, 청소년 비만과 관련된 연구들은 체질량지수(body mass index, 이하 BMI)와 대사적 결과 간의 단편적 연관성에 집중한 경향이 있으며(Liu et al., 2021), 생활습관 전반의 영향을 통합적으로 고려하지 못했다는 점에서 한계를 가진다. 그러나 과체중이나 비만 범주에 동일하게 속하는 소아청소년이라고 하더라도 대사증후군 위험은 개인 간 상당한 이질성을 보이는 것으로 보고되고 있으며(Chung et al., 2018; Videira-Silva et al., 2020), 이는 BMI만으로 대사위험의 차이를 충분히 설명하기 어렵다는 점을 시사한다. 이러한 맥락에서 과체중 및 비만 소아청소년 집단을 대상으로 할 경우, BMI를 통제된 상태에서 수정 가능한 생활습관 요인이 대사증후군 지표와 어떠한 관련성을 보이는지를 분석하는 접근이 보다 의미 있을 수 있다. 특히 아침식사 여부, 유제품 및 육류 섭취, 과일채소 섭취와 같은 식습관 요인과 주 3일 이상 운동, 장시간 게임 및 미디어 사용과 같은 신체활동 요인, 그리고 평균 수면시간과 같은 수면 요인이 대사증후군 지표와 어떠한 관련성을 보이는지에 대해서는 아직 명확한 근거가

충분히 축적되지 않았다. 일부 연구에서는 유제품 섭취는 고밀도지단백 콜레스테롤(이하 HDL) 수치 개선과 복부 비만 위험 감소와 관련이 있었던 반면(Kilinc et al., 2019), 패스트푸드 및 당 음료의 잦은 섭취는 중성지방 증가 및 대사 위험을 높이는 요인으로 지적되었다(Bremer et al., 2009; Scharf & DeBoer, 2016). 또한 아침식사가 불규칙적인 청소년은 고혈당, 고콜레스테롤혈증 및 복부비만 증가와 관련이 있다는 결과도 제시되었다(Farshchi et al., 2004; Kilinc et al., 2019; Kim et al., 2026). 신체활동은 대사증후군 위험을 감소시키는 대표적 요인으로 다수의 연구에서 보고되어 온 반면(사석은 외, 2016; Bremer et al., 2009; Guinhouya et al., 2011; Farpour-Lambert et al., 2009), 장시간의 스크린 타임은 신체활동을 저해함으로써 대사증후군의 위험을 증가시키는 주된 요인이었으며(Cheng et al., 2024; Gopinath et al., 2012; Gopinath et al., 2014; Whitaker et al., 2017; Khan et al., 2019; Kilinc et al., 2019; Kang et al., 2010), 적정 수면시간의 확보 역시 대사증후군 지표의 안정성에 중요하였다(de Oliveira et al., 2023; Jansen et al., 2023; Xu et al., 2023; Lee & Park, 2014). 그러나 이러한 요인들을 동시에 고려하여 독립적 영향을 분석한 연구는 드물다.

소아청소년 집단에서 가장 많이 활용되고 있는 IDF의 대사증후군 진단체계는 복부비만을 반영하는 허리둘레를 중심으로, 고혈당, 이상지질혈증(HDL 감소 및 중성지방 상승), 고혈압 등을 포함하고 있다(Zimmet et al., 2007). 이때 이상지질혈증은 중성지방과 HDL을 핵심 구성요소로 포함하며, 저밀도지단백 콜레스테롤(이하 LDL)은 공식 진단 기준에는 포함되지 않았지만 지질대사 이상과 심혈관 질환 위험의 주요 예측인자로 고려되고 있으므로(Zimmet et al., 2007) 소아청소년 대사증후군의 탐색 시 관련 지표로서 포함될 필요가 있다. 특히 과체중이나 비만은 이러한 대사이상 지표들의 출발점으로 작용한다. 복부지방의 축적은 인슐린 저항성을 유발하여 포도당 대사를 저해하고, 간 내 중성지방 합성을 촉진시켜 혈중 중성지방 상승과 HDL 감소를 초래한다. 이로 인해 혈중 유리지방산이 증가하고, 교감신경계 및 레닌-안지오텐신계가 활성화되어 혈압이 상승하게 된다. 결과적으로 과체중 및 비만 소아청소년은 단순한 체중 증가를 넘어, 인슐린 저항성, 지질대사 이상 및 혈압 상승이 동반되는 대사증후군의 고위험군으로 전환될 가능성이 높다(Liu et al., 2021; Anton-Păduraru et al., 2025).

이러한 병태생리적 연쇄는 성인기 당뇨병, 심혈관질환, 비알코올성 지방간 질환으로 이어질 수 있어, 청소년기부터의 조기 개입과 예방이 중요하다(Morrison et al., 2008; Liu et al., 2021; Orsini et al., 2023; Zhang et al., 2025). 따라서 과체중 및 비만 소아청소년에게 대사증후군의 선별 검사가 권장되고 있다(Anton-Păduraru et al., 2025). 이에 우리나라 학생건강검사에서 과체중이나 비만에 속하는 초등학교 4학년, 중고등학교 1학년 학생에 대해 대사증후군 선별을 위한 혈액검사를 실시하고 있다. 이에 본 연구는 교육부에서 전국적으로 실시한 학생건강검사 자료를 바탕으로 과체중 및 비만 소아청소년을 대상으로, BMI를 통제된 상태에서 식습관, 신체활동, 수면 및 체중조절 행동과 같은 수정 가능한 생활습관 요인이 대사증후군 지표와 어떠한 관련성을 보이는지를 탐색하고자 한다. 이를 통해 과체중 및 비만 소아청소년의 대사증후군 예방 및 관리를 위한 다차원적 근거자료를 제시하고자 한다.

2. 연구 목적

본 연구의 목표는 과체중 및 비만 소아청소년을 대상으로 대사증후군 지표의 영향요인을 알아보고자 함이다. 구체적인 목적은 과체중과 비만 소아청소년의 청소년의 허리-신장비(waist-to-height ratio, WHtR), 지질(중성지방, HDL, LDL), 공복혈당, 혈압의 대사증후군 지표 간의 관련성을 알아보고, 이들의 대사증후군의 지표에 영향을 미치는 요인을 BMI, 식습관 요인(패스트푸드·음료, 과일·채소, 우유·유제품, 육류 섭취, 아침식사 습관), 신체활동 요인(주 3일 이상 운동, 장시간 게임 및 미디어 사용), 수면 요인(평균 수면시간)과 체중조절 행동 측면에서 분석하고자 한다.

II. 선행연구

1. 과체중 및 비만 청소년과 대사증후군

소아청소년기 과체중과 비만은 일시적 건강문제로 그치는 것이 아닌, 성인기 건강에 까지 미치는 장기적 영향 때문에 더욱 주목받고 있다(Ying et al., 2022; Pigeot & Ahrens, 2025). 특히 소아청소년기 과도한 체중 증가는 대사증후군의 유병률 증가와 밀접하게 관련되며(Zhang et al., 2025), 성인기 비만으로의 이행뿐 아니라 복부비만, 혈압 상승, 고혈당, 지질 이상이 조기에 복합적으로 나타나 대사이상군으로의 진행을 촉진한다(Orsini et al., 2023). 대사증후군은 복부비만, 이상지질혈증, 고혈당, 고혈압 등 심혈관계 및 대사성 질환과 밀접히 연관된 임상적 증후군으로, 제2형 당뇨병과 심혈관질환으로 이행되는 중요한 위험요인으로 알려져 있다(Zhang et al., 2024). Bitew et al. (2021)이 보고한 85개 연구의 체계적 검토 결과, 일반 아동의 대사증후군 중앙 유병률은 3.3%(0-19.2%)였으나, 과체중 아동에서는 11.9%(2.8-29.3%), 비만 아동에서는 29.2%(10-66%)로 일반 아동에 비해 과체중과 비만아동의 대사증후군 유병률이 약 4~8배 이상 높았다. 이는 소아청소년의 비만이 단순한 체중 증가를 넘어 장기적인 심혈관 및 대사 건강에 심대한 영향을 미친다는 점을 시사한다.

대사증후군의 진단 기준은 제시 기관에 따라 핵심 구성요소와 절단값(cut-off point)에 차이가 있다(Bitew et al., 2021). 세계보건기구(World Health Organization, 이하 WHO)는 당뇨, 내당능장애, 공복혈당장애 또는 인슐린저항성이 존재하면서 고혈압, 이상지질혈증(고중성지방 또는 낮은 HDL), 비만(또는 복부비만), 미세알부민뇨 중 두 가지 이상을 동반할 경우 대사증후군으로 정의하였다(WHO, 1999). 유럽 인슐린저항성그룹(European Group for the Study of Insulin Resistance, EGIR)은 비당뇨군에서 고인슐린혈증을 중심 조건으로 제시하였다(Balkau & Charles, 1999). 반면 NCEP-ATP III는 인슐린저항성을 필수 요건으로 두지 않고, 복부비만, 고중성지방혈증, 낮은 HDL 콜레스테롤, 고혈압, 공복혈당 상승의 다섯 가지 중 세 가지 이상을 충족할 경우 대사증후군으로 진단하였다(Expert Panel on Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Cholesterol in Adults, 2001).

IDF는 복부비만을 필수 요건으로 규정하고, 지역별 인종 특성을 반영한 허리둘레 기준(아시아인 남성 ≥ 90 cm, 여성 ≥ 80 cm)을 제시함으로써 보다 현실적인 민족별 기준을 확립하였다(Zimmet et al., 2007). IDF의 정의에 따르면, 복부비만이 존재하면서 중성지방 ≥ 150 mg/dL, HDL 저하(남 < 40 mg/dL, 여 < 50 mg/dL), 혈압 $\geq 130/85$ mmHg, 공복혈당 ≥ 100 mg/dL 중 두 가지 이상을 만족할 때 대사증후군으로 진단한다. 또한 IDF는 이상지질혈증의 평가에서 LDL 콜레스테롤이 공식 기준에는 포함되지 않지만, 지질대사 이상을 반영하고 심혈관 질환의 주요 예측인자로 고려되어야 함을 명시하였다. 소아청소년의 경우, 연령, 성별, 성장단계에 따른 생리적 변화를 고려해야 하므로, 연령 조정형 NCEP-ATP III 또는 IDF 기준이 주로 활용된다.

대사증후군의 주요 구성요소 중에서도 복부비만은 내장지방 축적을 반영하는 핵심 지표로, 성장도표상 허리둘레가 연령과 성별에 따라 90백분위수 이상일 경우 복부비만으로 간주한다. 그러나 허리둘레는 연령과 성별에 영향을 받기 때문에, 이를 보정할 수 있는 WHtR이 대체 지표로 주목받고 있다(Liu et al., 2021). 복부비만은 대사증후군의 중심적 병태생리 요인으로 작용하며(Bitew et al., 2021), WHtR은 고혈압, 고혈당, 이상지질혈증 등 주요 대사위험 인자를 BMI보다 더 정확히 예측하는 것으로 보고되었다. 다수의 연구에서 WHtR ≥ 0.5 는 소아청소년 대사증후군의 유용한 절단점으로 제시되었다(Zhou et al., 2014; Kilinc et al., 2019; Ochoa Sangrador & Ochoa-Brezmes, 2018). WHtR 증가는 HDL 감소, 중성지방 및 총콜레스테롤 상승(Fredriksen et al., 2025), 인슐린 저항성(HOMA-IR ≥ 2.6) 증가(Ukegbu et al., 2023)와 밀접한 관련이 있으며, 심혈관질환과 대사증후군 위험을 예측하는 효과적인 지표로 검증되었다. WHtR이 85백분위수 이상인 아동은 고혈압, 고중성지

방혈증, 저HDL혈증, 대사증후군의 유병률이 유의하게 높았다(Lee et al., 2021). 또한 대규모 중국 아동 연구에서 WHtR의 AUC는 일반 비만 예측에 남아 0.968, 여아 0.949, 복부비만 예측에 각각 0.983과 0.984로 나타나, WHtR이 대사이상 위험의 단순하고 신뢰도 높은 선별 지표임이 확인되었다(Zhou et al., 2014).

이 외에도 WHtR은 연령과 성별에 따른 변동이 적어, 인종 및 성장단계에 관계없이 적용 가능한 실용적 척도로 평가된다. Ochoa Sangrador와 Ochoa-Brezmes(2018)의 메타분석에서도 WHtR ≥ 0.5 가 소아청소년 대사증후군의 위험을 유의하게 증가시키는 것으로 나타나, 비만 정도와 무관하게 심혈관-대사위험을 평가할 수 있는 간단한 임상 지표로 제시되었다. 이에 본 연구에서는 복부비만의 대체 지표로서 WHtR을 포함하고, HDL, LDL, 중성지방, 공복혈당, 수축기 및 이완기 혈압 등 주요 대사이상 지표를 함께 분석하여 청소년의 대사위험 특성을 다차원적으로 규명하고자 한다.

2. 식습관 요인과 대사증후군

청소년기의 식습관은 대사건강을 결정짓는 핵심 생활요인으로, 식사의 규칙성, 영양소 구성, 섭취 빈도 등은 대사증후군의 발생과 밀접한 관련이 있다. 최근 우리나라 소아청소년의 대사증후군 유병률이 꾸준히 증가하고 있으며, 이는 지방 및 단순당 섭취의 증가, 불규칙한 식사패턴 등 식습관의 변화와 밀접히 관련되어 있다(Park et al., 2021; Kim & Lim, 2022). 청소년의 아침식사 습관은 대사건강의 주요 조절 요인으로 확인되고 있다. 규칙적으로 아침을 섭취하는 청소년은 인슐린 감수성이 높고, LDL 및 중성지방 수치가 낮으며, 혈당 변동이 안정적인 반면, 아침 결식은 인슐린 저항성을 악화시키고 체지방 축적을 촉진하여 대사증후군 위험을 높인다(Kim et al., 2023; Farshchi et al., 2004). 또한 아침을 주 4일 이상 거르는 청소년은 비만 및 복부비만 발생률이 높았으며, 규칙적인 아침식사는 허리둘레를 유의하게 감소시켰다(Kilinc et al., 2019; Kim et al., 2026). 초등학생을 대상으로 한 연구에서도 아침식사 빈도가 낮을수록 BMI, 허리둘레, 혈압, 공복혈당이 모두 높게 나타났으며, 이는 결식군이 총열량 섭취는 적으나 상대적으로 지방과 나트륨 함량이 높은 식품을 섭취했기 때문으로 해석된다(Mun & Oh, 2025). 또한 스웨덴의 코호트 연구(Wennberg et al., 2015)는 16세 시기의 불규칙한 아침식사 습관이 43세 성인기의 복부비만 및 공복혈당 상승과 같은 대사증후군 위험요인 증가와 유의하게 관련됨을 보여, 청소년기의 식습관이 성인기 대사위험을 장기적으로 예측하는 요인임을 입증하였다.

패스트푸드 및 당 음료 섭취 또한 대사이상 위험을 증가시키는 대표적인 요인이다. 최근 수십년간의 설탕이 첨가된 음료 소비의 증가는 소아 비만의 유행으로 이어졌으며, 이는 중성지방 수치가 증가하고 HDL 수치가 감소하는 등의 대사증후군의 부정적 건강 결과와 관련이 있었고(Scharf & DeBoer, 2016), 가당음료 섭취는 또한 인슐린 저항성, 고혈압, 복부비만 및 BMI 상승과 독립적으로 관련되었다(Bremer et al., 2009). 또한 과도한 소금 섭취는 청소년의 수축기 및 이완기 혈압 상승을 유발하지만, 섭취를 제한할 경우 혈압이 단기적으로 유의하게 감소함이 메타분석을 통해 보고되었다(He & MacGregor, 2006). 지방 및 가공식품 섭취가 높은 청소년일수록 복부비만 위험이 증가하였으며, 스크린 이용 시간 증가 및 수면 부족과 관련을 보여 대사증후군으로의 영향의 가능성을 나타냈다(정원진 외, 2010; de Oliveira et al., 2023).

반면, 우유·유제품이나 과일·채소 섭취는 대사건강의 보호요인으로 보고된다. 우유·유제품은 단백질, 칼슘, 비타민 D의 주요 공급원으로서 고혈당, 고혈압, 고중성지방혈증 및 저HDL-콜레스테롤혈증과 같은 대사증후군 요소의 위험 감소와 관련이 있었고, 복부비만 위험을 감소시키며(Lee et al., 2018), 과일과 채소는 식이섬유와 항산화 물질을 통해 인슐린 민감도를 개선하고 체중 조절 및 지질대사 개선에 기여한다(Suwimol et al., 2012; Wang et al., 2016). 이와 유사한 맥락에서 과일, 채소, 통곡물, 콩류, 견과류, 생선 및 불포화지방(올리브유 등)을 풍부히 포함하며, 붉은 고기와 가공식품 섭취를 제한하는 지중해식 식단(Mediterranean diet)은 항산화 영양소와 식이섬

유가 풍부하여 인슐린 저항성과 염증을 완화하고, 혈압 및 체중 조절에 도움을 준다. 8개 연구를 통합한 메타분석에서도 지중해식 식단이 소아청소년의 대사증후군 위험을 유의하게 낮추는 것으로 보고되었다(Neves et al., 2021). 요약하자면, 청소년기의 아침식사 습관, 식이질, 지방 및 당류 섭취 수준, 과일·채소 섭취 등은 모두 대사증후군의 구성요소(복부비만, 혈압, 혈당, 지질이상)에 유의한 영향을 미친다. 그러나 대부분의 선행연구는 개별 식습관 요인에 초점을 맞추고 있어, 다양한 식이행동과 대사지표를 통합적으로 분석한 연구는 여전히 제한적이다. 따라서 청소년기의 복합적 식습관 패턴을 다차원적으로 분석하여 대사증후군의 위험요인을 규명하는 연구가 필요하다.

3. 신체활동, 수면 요인과 대사증후군

청소년기의 생활습관은 생리적 성장과정에서의 에너지 대사와 인슐린 감수성, 호르몬 균형, 수면 리듬 등에 직접적인 영향을 미치며, 이는 장기적으로 대사증후군 및 심혈관질환 발생 위험을 결정짓는 핵심 요인으로 작용한다. 선행연구들은 규칙적 운동이나 스크린 타임을 포함한 좌식생활과 같은 신체활동, 수면 패턴 등의 요인이 청소년기의 대사건강을 조절한다고 보고하고 있다. 먼저, 규칙적 운동은 대사증후군 예방의 대표적인 보호요인으로, 골격근의 인슐린 민감성을 높여 포도당 대사를 개선하고, 중성지방 및 LDL 감소와 HDL 증가를 통해 지질 프로필을 향상시킨다(Bremer et al., 2009; Franczyk et al., 2023). 규칙적인 운동은 인슐린 민감도를 크게 개선하여 공복 인슐린 농도와 내장지방을 감소시키며(Guinhouya et al., 2011; Whitaker et al., 2017), 혈압과 허리둘레를 안정화시키는 효과가 있다(Farpour-Lambert et al., 2009). 국내 초등학교를 대상으로 한 12주 운동중재 연구에서도 허리둘레, 혈압, 혈당, 중성지방, HDL 등 대사증후군 구성요소가 모두 개선되어(사석은 외, 2016), 소아청소년기의 규칙적 운동이 대사이상 예방에 실질적으로 기여함이 확인되었다. 반대로 운동 부족은 체지방 축적, 혈압 상승, 인슐린 저항성 악화 등 대사지표 전반의 악화를 초래하는 위험요인으로 보고된다.

이와 대조적으로, 최근 청소년의 게임 및 미디어 사용의 증가와 관련된 스크린 타임(screen time)의 증가는 이들의 신체활동을 감소시키고 좌식 행동을 증가시켜 복부지방 축적과 대사이상 위험 증가와 밀접히 관련되어 있다(Whitaker et al., 2017; Cheng et al., 2024). 한국 청소년의 75% 이상이 하루 2시간 이상 스크린을 사용하는 것으로 보고되고 있으며, 이들의 대사증후군 유병률은 13.5%로, 2시간 미만 사용군(8.5%)보다 유의하게 높았다(Khan et al., 2019). 하루 1시간 이상의 컴퓨터 혹은 텔레비전 이용은 시간이 BMI, 허리둘레, WHtR을 유의하게 증가시켰고(Kilinc et al., 2019), 하루 3시간 이상 스크린 이용은 복부비만과 대사증후군 위험을 높였다(de Oliveira et al., 2023; Cheng et al., 2024). 또한 장시간의 스크린 사용은 청소년의 고혈압, 복부비만, 인슐린 저항성 위험이 모두 증가하였으며(Mark & Janssen, 2008; Gopinath et al., 2012; Gopinath et al., 2014; Wang et al., 2019), 이는 신체활동 부족뿐 아니라 수면 부족, 교감신경 항진, 코르티솔 조절 장애를 매개로 한 복합적 생리경로를 통해 설명된다(Lissak, 2018). 국내외 연구 모두 스크린 타임을 비만, 사회경제적 지표, 신체활동 등을 조정하더라도 대사증후군의 독립적 위험 요인으로 확인되었다(정원진 외, 2010; Kang et al., 2010; de Oliveira et al., 2023; Nightingale et al., 2017). 이와같이 스크린 타임을 대사이상을 설명하기 위한 중요한 요인으로 고려되어야 하며, 소아청소년기 여가활동 중 게임 및 미디어 이용 시간은 스크린 타임의 주요 구성요소로 간주될 수 있다(Mark & Janssen, 2008; Gopinath et al., 2012).

수면은 대사 항상성 유지의 핵심 생리적 요인으로, 부족한 수면은 인슐린 저항성과 코르티솔 분비를 증가시켜 고혈당과 고혈압 위험을 높인다(Lissak, 2018; Jansen et al., 2023). 또한 짧은 수면시간은 BMI, 허리둘레, WHtR을 유의하게 증가시키는 것으로 보고되었다(Kilinc et al., 2019). 국민건강영양조사(2016-2020) 분석 결과, 8시간 미만의 수면, 불규칙한 식사, 낮은 신체활동 등의 일주기 교란 요인이 많을수록 대사증후군 위험이 높았다(Lee

et al., 2025). 또한 Xu et al. (2023)의 메타분석에서도 아동(10시간 이상)과 청소년(9시간 이상)의 충분한 수면은 대사증후군 위험을 유의하게 낮추는 것으로 나타났다. 한편, 한국 청소년을 대상으로 한 연구에서는 수면시간이 5시간 이하인 경우 과체중 및 혈압 상승 위험이 컸으며, 10시간 이상 과도한 수면 또한 중성지방 상승과 관련되었다(Lee & Park, 2014). 이와 유사하게, 불충분하거나 과도한 수면을 취하는 성인은 적절한 수면군에 비해 비만과 복부비만 발생률이 높았으며, 불규칙한 식사습관 및 낮은 영양상태와도 관련이 있었다(김진아 & 이심열, 2019). 즉, 선행연구들은 수면시간과 대사증후군 위험 간의 관련성을 일관되게 보고하지는 않았다. 일부 연구에서는 짧은 수면이 대사이상 위험을 높이고 대사이상 보호적 요인으로서 장시간 수면을 설명하고 있지만, 다른 연구에서는 과도한 수면 또한 비만 및 지질 이상과의 관련성을 보여, 수면시간이 길수록 반드시 보호적이라고 단정하기 어렵다. 따라서 수면시간에 따른 대사증후군 관련성을 보다 명확히 규명하기 위한 추가 연구가 필요하다. 따라서 청소년기의 신체활동과 수면 습관은 단순한 행동적 요인이 아니라 대사위험군을 형성하는 생리적 조절 인자로 이해되어야 한다. 따라서 규칙적 운동, 게임 및 미디어 사용, 수면시간 등 다차원적 신체활동과 수면 습관 요인들이 대사증후군 지표와 어떻게 연결되는지를 분석하는 것이 필요하다.

4. BMI와 대사증후군

BMI는 에너지 불균형의 지표이자 대사증후군의 주요 위험인자로 널리 활용되고 있으며, 비만과 연관된 심혈관 및 내분비 질환의 발생을 예측하는 핵심 변인으로 다루어지고 있다(Zhou et al., 2024). 최근 전 세계 질병부담 자료를 활용한 연구에서도 높은 BMI는 당뇨병, 허혈성 심장질환, 만성 신장질환, 뇌졸중, 요통 등 주요 비감염성 질환 부담에 기여하는 중요한 요인으로 보고되었다(Zhou et al., 2024). 한국에서도 최근 BMI 상승에 따른 대사증후군 위험의 증가는 뚜렷하게 보고되고 있다. 전국단위 조사인 국민건강영양조사 자료를 기반으로 한 연구에 따르면, 비만 인구의 증가와 함께 복부비만, 고혈압, 고혈당, 이상지질혈증 등 대사증후군의 유병률이 지속적으로 상승하고 있으며(Han et al., 2025), 특히 복부비만과 이상지질혈증이 국내 대사증후군 증가의 주요 원인으로 지목되었다(Lim et al., 2011). 2007년부터 2020년까지의 장기 추적 연구에서도 BMI와 허리둘레 등 비만 관련 지표가 꾸준히 상승함에 따라 청소년의 복부비만 및 대사증후군 유병률이 증가하였으며, 남성 청소년에서 그 상승 폭이 더 두드러졌다(Lee et al., 2023).

또한 코로나19 이후 신체활동 감소와 체중 증가가 가속화되면서, BMI 상승이 대사증후군 및 개별 대사합병증(당뇨병, 고혈압, 이상지질혈증 등)의 위험을 더욱 높인 것으로 나타났다(Jeong et al., 2023). 이러한 변화는 단기 간의 생활습관 변화에도 BMI와 대사위험이 민감하게 반응함을 보여준다. 장기간 추적한 연구에서도 높은 BMI는 대사증후군의 누적 발병률을 증가시키며, 이는 어린 시절 낮은 BMI에서 급격히 증가한 경우이든, 어린 시절부터 높은 BMI가 지속된 경우이든 모두 동일하게 위험을 높였다(Ying et al., 2022). 서민정 외(2006)의 연구에서는 식습관, 신체활동 등 다양한 생활습관 요인을 통제한 후에도 BMI만이 유일하게 청소년 대사증후군의 발생 위험을 유의하게 예측하는 것으로 나타나(서민정 외, 2006), BMI의 강력한 독립적 영향력이 보고되었다.

지금까지 살펴본 바와 같이, BMI는 대사증후군의 대표적 생리·역학적 지표로서, 복부비만 및 지질 이상과 함께 대사증후군의 핵심 구성요인으로 작용한다. 특히 소아청소년기의 BMI 증가는 성인기 대사증후군, 제2형 당뇨병, 고혈압, 심혈관 질환의 조기 발병으로 이어질 가능성이 높아, 성장 단계에서의 체중 조절과 BMI 관리가 생애주기적 대사건강 유지의 중요한 전략으로 강조되고 있다. 따라서 BMI는 단순한 체중 지표 이상의 대사증후군의 조기 예측인자로서 핵심적 역할을 나타내므로, 대사증후군 관련 요인 분석 시 중심적 변수로 고려되어야 한다.

III. 연구 방법

1. 연구 설계

본 연구는 과체중 및 비만 청소년의 대사증후군 지표에 영향을 미치는 요인을 규명하기 위한 단면적 상관관계 연구로, 교육부의 2022년 학생건강검사 자료를 활용한 이차자료 분석연구이다.

2. 연구 대상 및 자료

본 연구의 대상자는 과체중 및 비만 청소년으로, 교육부가 실시한 전국 단위 2022년 학생건강검사 자료를 이용하였다(교육부, 한국교육환경보호원, 2023). 학생건강검사는 매년 3월부터 9월 사이 지정된 건강검진기관에서 실시되며, 신체발달 상태(신장, 체중, 허리둘레 등)와 건강검진 항목(혈압, 혈액검사 등)을 측정하고, 문진표를 통해 영양 및 식습관, TV·인터넷 사용, 수면, 신체활동 등 건강 관련 생활습관을 조사한다. 신체발달 상태와 건강조사는 초·중·고등학교 전 학년에서 시행되며, 초등학교 1학년과 4학년 및 중·고등학교 1학년은 추가로 구강, 혈액, 소변, 흉부방사선 검사가 포함된다. 특히 2021년부터는 초등학교 4학년, 중학교 1학년, 고등학교 1학년 중 과체중 및 비만 학생을 대상으로 혈액검사를 실시하고 있다. 학생건강검사에서 과체중과 비만의 분류는 검진기관에서 측정된 신장(cm)과 체중(kg)을 이용하여 산출한 BMI를 기준으로 이루어지며, 성별과 연령별 BMI 백분위수에 따라 과체중은 85백분위수 이상 95백분위수 미만, 비만은 95백분위수 이상으로 정의된다. 해당 자료는 교육부 학생건강정보센터(<https://schoolhealth.kr/index.do>)를 통해 공개되어 있으며, 본 연구에서는 공개된 2022년 학생건강검사 원자료를 다운로드 하여 활용하였다.

2022년 학생건강검사 표본은 해당 연도 4월 1일 기준 교육통계에 등록된 전국 초·중·고등학교 중 층화집락추출법(stratified cluster sampling)을 통해 선정된 1,062개교의 92,722명으로 구성되었다. 이 중 BMI 기준에 따라 과체중 또는 비만으로 분류된 26,237명을 1차 연구대상으로 포함하였다. 이후 허리둘레와 신장, 지질검사(중성지방, HDL, LDL), 공복혈당, 수축기 및 이완기 혈압 등 대사증후군 관련 주요 지표가 모두 확보된 자료만을 분석에 포함하였으며, 최종적으로 초등학교 4학년 1,068명, 중학교 1학년 1,468명, 고등학교 1학년 1,623명의 총 4,159명이 최종 연구대상으로 확정되었다.

3. 연구 변수

본 연구는 2022년 학생건강검사 자료를 기반으로 대사증후군 관련 임상 지표를 분석하였다. 복부비만, 이상지질혈증, 고혈당, 고혈압 등 IDF(Zimmet et al., 2007)의 진단기준을 반영하여 허리둘레, 중성지방, HDL, 공복혈당(fasting blood glucose, 이하 FBG), 혈압을 포함하였으며, LDL은 비록 진단기준에는 속하지 않으나 지질대사 이상과 심혈관 위험을 반영하는 지표로 추가 분석하였다. 대사증후군 관련 임상 지표 분석을 위한 각 항목 값의 구체적 산출 과정은 다음과 같다. 우선, 허리둘레는 연령과 성장단계에 따른 체격 차이를 보정하기 위해 본 연구에서는 WHtR을 이용하였다. WHtR은 허리둘레(cm)를 신장(cm)으로 나누어 산출하였다. 혈액검사를 통해 측정된 지질 및 혈당 지표 중 HDL과 LDL은 원자료를 그대로 사용하였고, 중성지방과 FBG는 분포의 첨도와 왜도를 보정하기 위하여 자연로그 값으로 변환하여 분석에 이용하였다. 또한 수축기 혈압(systolic blood pressure)과 이완기 혈압(diastolic blood pressure)은 자동혈압계를 이용해 mmHg 단위로 측정된 연속형 변수로 종속변수에 포함하였다.

독립변수는 인구학적 요인, 식습관 요인, 신체활동 요인, 수면 요인, BMI, 체중조절 행동으로 구분하였다. 인구학적 요인에는 성별과 연령을 포함하였으며, 성별은 여학생을 1, 남학생을 0으로 더미코딩하였고, 연령은 만 나이를 기준으로 한 연속형 변수로 처리하였다. 식습관 요인은 패스트푸드, 음료, 과일, 채소(김치 제외), 우유 및 유제품, 육류 섭취 빈도를 활용하였다. 각 문항은 “일주일 동안 몇 번이나 먹습니까?”에 대한 응답으로, 원자료의 4점 Likert 척도(1=먹지 않음, 2=1-2번, 3=3-5번, 4=매일 먹음)를 ‘0=먹지 않음’, ‘1=1-2번’, ‘2=3-5번’, ‘3=매일 먹음’으로 재코딩하여 분석하였다. 또한 패스트푸드와 음료 섭취, 과일과 채소 섭취 문항은 식품 선택 특성이 유사한 식습관 행태 지표로 판단하여 평균값을 산출해 하나의 지표로 통합하였다. 본 연구의 분석 목적은 과체중 및 비만 소아청소년의 식습관 전반과 대사증후군 지표 간의 관련성을 탐색하는 데 있으며, 이에 따라 통합 지표를 활용하였다. 아침식사 습관은 “아침식사는 어떻게 합니까?” 문항을 이용하였으며, 원자료의 4점 척도(1=거의 꼭 먹음, 2=대체로 먹음, 3=대체로 안 먹음, 4=거의 안 먹음)를 역코딩하여, 값이 높을수록 아침식사 빈도가 높음을 의미하도록 처리하였다.

신체활동 요인은 규칙적 운동, 하루 2시간 이상 게임 여부로 구성하였다. 규칙적 운동은 초등학생과 중·고등학생의 문항을 통합하여 변환하였다. 먼저, 초등학생은 “일주일에 세 번 이상 숨이 차거나 땀이 날 정도로 운동을 합니까?” 문항의 응답(예=1, 아니오=0)을 사용하였고, 중·고등학생은 “하루 30분~1시간 이상 숨이 차거나 땀이 날 정도의 운동을 일주일에 며칠 합니까?” 문항을 기반으로, 3일 이상(3~4일, 5일 이상)을 1, 2일 이하(거의 안 함, 1~2일)를 0으로 재코딩하여, 변환된 두 자료를 하나의 이분형 변수로 통합하였다. 하루 2시간 이상 게임 여부는 “인터넷이나 게임을 하루에 2시간 이상 합니까?” 문항에서 ‘예’를 1, ‘아니오’를 0으로 재코딩하여 활용하였다. 수면 요인은 하루 평균 수면시간을 포함하여, “평소 하루에 몇 시간 정도 잡니까?”에 대한 응답(1=6시간 미만, 2=6-7시간 미만, 3=7-8시간 미만, 4=8시간 이상)을 그대로 사용하였다. BMI는 체중(kg)을 신장(m²)으로 나눈 값으로 산출하였다. 마지막으로, 체중조절 행동은 “살을 빼기 위해 어떤 방법을 사용합니까?” 문항(중복응답)을 이용하였다. ‘식이조절’, ‘운동’, ‘약물복용’ 중 선택된 항목 수를 기준으로, ‘아무것도 하지 않음=0’, ‘한 가지 방법만 시도=1’, ‘두 가지 이상 병행=2’의 세 범주로 재코딩하여 변수화하였다.

4. 자료 분석

본 연구의 자료 분석은 SPSS for Windows 28.0을 이용하였다. 먼저, 분석에 앞서 각 변수의 분포를 확인하고, 왜도(|Sk|<3)와 첨도(|Kul|<10)를 기준(Kline, 2005)으로 정규성을 검토하였다. 분포의 비대칭성이 확인된 변수에 대해서는 로그 변환을 포함한 변환 방법을 검토하였으며, 해석의 용이성과 선행연구와의 비교 가능성을 고려하여 중성지방과 공복혈당에 대해 로그 변환(log TG, log FBG)을 최종적으로 적용하였다. 첫째, 연구대상자의 인구학적 특성과 주요 변수의 특성을 파악하기 위해 빈도, 백분율, 평균, 표준편차의 기술통계를 산출하였다. 둘째, 종속변수들 간의 관계와 종속변수와 독립변수 간 관계의 기초적 관련성을 탐색하기 위하여 Pearson 상관분석을 실시하였다. 셋째, 상관분석 결과를 토대로 각 대사증후군 지표(WHtR, HDL, 중성지방, LDL, 공복혈당, 수축기 혈압, 이완기 혈압)를 종속변수로 설정한 다변량 선형회귀분석(multiple linear regression)을 수행하였다. 독립변수로는 식습관 요인(패스트푸드·음료, 과일·채소, 우유·유제품, 육류 섭취, 아침식사 습관), 신체활동 요인(주 3일 이상 운동, 장시간 게임 및 미디어 사용), 수면 요인(평균 수면시간), 그리고 체중조절 행동을 동시에 투입하였으며, 성별과 연령은 인구학적 통제변수로, BMI는 과체중 및 비만 집단 내에서 기본적인 비만 수준을 반영하는 통제변수로 함께 투입되었다.

IV. 연구 결과

1. 연구대상자의 특성

연구대상자의 특성은 <표 1>과 같다. 총 4,159명의 연구대상자 중 남학생이 60.6%, 여학생이 39.4%를 차지하여, 여학생보다 남학생 과체중 비만 청소년이 더 많았다. 평균 연령은 12.80세(±2.44)로, 만 9세에서 17세까지 분포하였다. 식습관 관련 변수를 살펴보면, 패스트푸드 및 음료 섭취 빈도는 평균 1.13번(±0.50)으로 낮은 편이었으며, 과일과 채소 섭취 빈도는 평균 1.70번(±0.71)로 나타났다. 우유·유제품 섭취 빈도는 평균 1.76번(±0.90), 육류 섭취는 평균 1.73번(±0.71)로 비슷한 수준이었다. 아침식사 습관의 경우, “거의 꼭 먹음”이 41.6%로 가장 많았고, “대체로 먹음” 21.5%, “대체로 안 먹음” 13.3%, “거의 안 먹음” 20.4% 순이었다. 신체활동 요인에서는 주 3일 이상 규칙적 운동을 하는 청소년이 40.8%였으며, 하루 2시간 이상 게임을 하는 경우가 57.4%로 과반수를 차지했다. 평균 수면시간은 6~7시간군이 30.5%, 7~8시간군이 29.3%, 6시간 이내군이 18.3%, 8시간 이상군이 18.6%로, 6~8시간 수면시간 비율이 가장 높았다. BMI는 평균 27.33 kg/m²(±2.61)이었으며, 체중조절 행동은 시도하지 않은 경우가 25.1%, 식이, 운동이나 약물 중 한 가지 방법만 시도한 경우가 41.7%, 두 가지 방법 이상 병행한 경우가 28.4%로 나타났다.

표 1. 연구대상자의 특성

| (N=4,159) | | | | | | |
|------------------------------------|---------------|-------|------|-------|------|-------------|
| Variables | Categorizes | n | % | Mean | SD | Range |
| Gender | Male | 2,519 | 60.6 | | | |
| | Female | 1,640 | 39.4 | | | |
| Age(year) | | | | 12.80 | 2.44 | 9~17 |
| Fastfood/drink intake* | | | | 1.13 | 0.50 | 0~3 |
| Fruit/vegetable intake* | | | | 1.70 | 0.71 | 0~3 |
| Milk/dairy intake* | | | | 1.76 | 0.90 | 0~3 |
| Meat intake* | | | | 1.73 | 0.71 | 0~3 |
| Breakfast habit | Almost never | 848 | 20.4 | | | |
| | Usually skip | 555 | 13.3 | | | |
| | Usually eat | 894 | 21.5 | | | |
| | Almost always | 1,729 | 41.6 | | | |
| Regular exercise (≥3 days/week) | Yes | 1,696 | 40.8 | | | |
| | No | 2,320 | 55.8 | | | |
| Gaming ≥2 hours/day | Yes | 2,386 | 57.4 | | | |
| | No | 1,640 | 39.4 | | | |
| Sleep duration | < 6h | 760 | 18.3 | | | |
| | 6 to < 7h | 1,269 | 30.5 | | | |
| | 7 to < 8h | 1,217 | 29.3 | | | |
| | ≥ 8h | 775 | 18.6 | | | |
| BMI (kg/m ²) | | | | 27.33 | 2.61 | 20.72~34.21 |

| Variables | Categorizes | n | % | Mean | SD | Range |
|------------------------|----------------------|-------|------|------|----|-------|
| | None | 1,042 | 25.1 | | | |
| Weight control attempt | Single method only | 1,734 | 41.7 | | | |
| | Combined ≥ 2 methods | 1,183 | 28.4 | | | |

주: BMI=body mass index.

*Coded as: 0=None (No intake); 1=1-2 times/week; 2=3-5 times/week; 3=Daily.

Missing values included.

2. 대사증후군 주요 지표의 기술통계량 및 상관관계

과체중 및 비만 청소년의 대사증후군 관련 주요 지표의 기술통계 및 상관분석 결과는 <표 2>에 제시하였다. WHtR의 평균은 0.53(±0.05)으로, 복부비만 기준인 0.5를 상회하였다. HDL은 평균 49.66 mg/dL(±9.70)로 나타났다. 중성지방은 로그 변환한 평균값이 1.98(±0.23)이었다. LDL의 평균은 97.66 mg/dL(±26.42)였고, 공복혈당은 로그 변환한 평균값이 4.53(±0.12)이었다. 혈압의 경우, 수축기 혈압은 평균 111.08 mmHg(±11.45), 이완기 혈압은 평균 66.05 mmHg(±7.45)로 나타났다. 모든 지표는 왜도 3미만, 첨도 10미만에 속하여 Kline(2005)의 정규성 기준을 충족하였다.

대사증후군 지표 간의 상관분석 결과, WHtR은 HDL과 유의한 음의 상관을 보였으며($r=-.13, p<.001$), 중성지방($r=.10, p<.001$), LDL($r=.08, p<.001$), 공복혈당($r=.05, p=.003$)과는 모두 유의한 양의 상관을 나타냈다. HDL은 중성지방($r=-.29, p<.001$), 수축기 혈압($r=-.09, p<.001$), 이완기 혈압($r=-.07, p<.001$)과 음의 상관을 보였다. 혈압 지표에서는 수축기 혈압과 이완기 혈압 간 강한 상관관계가 관찰되었으며($r=.67, p<.001$), 두 지표 모두 HDL과 유의한 음의 상관을, 중성지방 유의한 양의 상관을 보였다.

표 2. 대사증후군 지표의 기술통계량 및 상관관계

(N=4,159)

| Variables | Mean | SD | Skewness | Kurtosis | r (p) | | | | | |
|-------------|--------|-------|----------|----------|--------------|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | | | | | WHtR | HDL (mg/dL) | log TG | LDL (mg/dL) | log FBG | SBP (mmHg) |
| WHtR | 0.53 | 0.05 | -0.06 | 1.56 | - | - | - | - | - | - |
| HDL (mg/dL) | 49.66 | 9.70 | 0.90 | 2.54 | -.13 (<.001) | - | - | - | - | - |
| log TG | 1.98 | 0.23 | 0.28 | 0.47 | .10 (<.001) | -.29 (<.001) | - | - | - | - |
| LDL (mg/dL) | 97.66 | 26.42 | 0.40 | 0.70 | .08 (<.001) | .02 (.198) | .00 (.872) | - | - | - |
| log FBG* | 4.53 | 0.12 | 0.83 | 4.85 | .05 (.003) | .01 (.474) | .14 (<.001) | .05 (.001) | - | - |
| SBP (mmHg) | 111.08 | 11.45 | 0.55 | 1.49 | .03 (.097) | -.09 (<.001) | .09 (<.001) | -.00 (.937) | .07 (<.001) | - |
| DBP (mmHg) | 66.05 | 7.45 | 0.65 | 2.38 | .01 (.724) | -.07 (<.001) | .09 (<.001) | .01 (.628) | .02 (.140) | .67 (<.001) |

주: TG와 FBG는 왜도 및 첨도 분포 보정을 위해 로그 변환하여 분석함.

WHtR =waist-to-height ratio; HDL=high-density lipoprotein cholesterol; TG=triglycerides; LDL=low-density lipoprotein cholesterol; FBG=fasting blood glucose; SBP=systolic blood pressure; DBP=diastolic blood pressure.

*n=4,152

3. 대사증후군 지표와 관련 요인과의 상관관계

대사증후군 지표와 관련 요인 간의 상관관계는 다중선형회귀분석 수행에 앞서 변수 간의 기초적인 연관성을 탐색하기 위한 목적으로 분석하였으며, 그 결과는 <표 3>에 제시하였다. 성별과 연령은 WHtR, 혈압, 대부분 지질 지표와 유의한 상관을 보였다. 식습관 요인에서는 패스트푸드·음료 섭취가 HDL과는 유의한 음의 상관을, 중성지방 및 혈압과는 양의 상관을 보였으나, 과일과 채소 섭취는 모든 대사증후군 지표와 유의한 상관을 보이지 않았다. 우유·유제품 섭취는 WHtR, HDL 및 공복혈당과 유의한 양의 상관을, 육류 섭취는 HDL 및 LDL과 유의한 음의 상관을, 수축기 혈압과는 양의 상관을 보였다. 신체활동 및 수면 요인과 관련하여, 주 3일 이상 규칙적인 운동은 HDL과 양의 상관을, 혈압과는 음의 상관을 보인 반면, 장시간 게임 및 미디어 사용은 WHtR, 공복혈당 및 혈압과 양의 상관을, HDL과는 음의 상관을 나타냈다. 수면시간은 중성지방을 제외한 WHtR, 지질 및 혈당 지표와 양의 상관을 보였으나, 혈압과는 음의 상관을 보였다. BMI는 WHtR, 중성지방, 공복혈당 및 혈압과 유의한 양의 상관을, HDL과는 뚜렷한 음의 상관을 보여 대사증후군 지표 전반과 가장 강한 상관관계를 나타냈다. 체중조절 행동은 WHtR, 중성지방, 공복혈당과 음의 상관을, 이완기 혈압과 양의 상관을 보였다.

표 3. 대사증후군 지표와 관련 요인과의 상관관계

| Variables, r (p) | WHtR | HDL | log TG | LDL | log FBG | Systolic BP | Diastolic BP |
|---------------------------------------|--------------|--------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Gender | -.28 (<.001) | .10 (<.001) | -.02 (.177) | .05 (.004) | -.07 (<.001) | -.13 (<.001) | -.07 (<.001) |
| Age(year) | -.22 (<.001) | -.11 (<.001) | .05 (.002) | -.07 (<.001) | -.03 (.088) | .29 (<.001) | .25 (<.001) |
| Fastfood & drink intake (times/week) | .02 (.256) | -.04 (.007) | .04 (.009) | -.01 (.686) | .02 (.170) | .06 (<.001) | .03 (.055) |
| Fruit & vegetable intake (times/week) | -.03 (.058) | -.00 (.899) | .03 (.109) | -.02 (.188) | -.01 (.765) | -.01 (.564) | -.01 (.676) |
| Milk & dairy intake (times/week) | .05 (.002) | .04 (.015) | .00 (.779) | .03 (.094) | .03 (.034) | -.04 (.007) | -.03 (.060) |
| Meat intake (times/week) | .02 (.317) | -.03 (.039) | .02 (.266) | -.04 (.018) | -.01 (.549) | .05 (.001) | .02 (.273) |
| Breakfast habit | -.04 (.024) | -.02 (.258) | -.01 (.367) | .06 (<.001) | .01 (.767) | .05 (.001) | .05 (.001) |
| Exercise ≥3 days/week | .03 (.109) | .04 (.007) | -.03 (.112) | .01 (.730) | -.01 (.538) | -.05 (.002) | -.04 (.006) |
| Gaming ≥2 h/day | .04 (.012) | -.05 (.002) | .01 (.534) | .01 (.638) | .04 (.019) | .03 (.042) | .05 (.003) |
| Sleep duration | .14 (<.001) | .06 (<.001) | -.02 (.174) | .04 (.007) | .04 (.011) | -.15 (<.001) | -.14 (<.001) |
| BMI (kg/m ²) | .36 (<.001) | -.21 (<.001) | .13 (<.001) | -.01 (.380) | .05 (.002) | .33 (<.001) | .26 (<.001) |
| Weight control attempt | -.07 (<.001) | .00 (.793) | -.04 (.008) | -.01 (.576) | -.04 (.023) | .03 (.058) | .04 (.016) |

주: WHtR=waist-to-height ratio; HDL=high-density lipoprotein cholesterol; TG=triglycerides; LDL=low-density lipoprotein cholesterol; FBG=fasting blood glucose; BP=blood pressure; BMI=body mass index.

4. 과체중비만 청소년의 대사증후군 지표의 영향요인

각 대사증후군 지표를 종속변수로 설정한 선형회귀분석 결과는 <표 4>에 제시하였다. 본 회귀모형은 모든 독립변수의 공차가 .517~.954로 0.1이상이었고, VIF가 1.048~1.936으로 5 미만에 속하여 다중공선성의 문제는 없었다. 각 회귀모형의 주요 결과는 다음과 같다. 첫째, WHtR은 성별($\beta=-.167, p<.001$), ($\beta=-.549, p<.001$), 규칙적 운동($\beta=-.061, p<.001$)과 음의 관련을 보였으며, BMI($\beta=.620, p<.001$)는 가장 강력한 양의 관련 요인으로 나타났다.

표 4. 과체중비만 청소년의 대사증후군 지표(WHtR)의 영향요인

| Variables | B | SE | β | t (p) |
|--------------------------------------|---------------|------|---------|----------------|
| Constant | .371 | .008 | - | 46.98 (<.001) |
| Gender | -.016 | .001 | -.167 | -12.51 (<.001) |
| Age(year) | -.011 | .000 | -.549 | -31.76 (<.001) |
| Fastfood & drink intake | .001 | .001 | .011 | 0.84 (.399) |
| Fruit & vegetable intake | -.002 | .001 | -.024 | -1.76 (.078) |
| Milk & dairy intake | .000 | .001 | .006 | 0.46 (.645) |
| Meat intake | .001 | .001 | .019 | 1.44 (.151) |
| Breakfast habit | -.000 | .001 | -.002 | -0.16 (.874) |
| Regular exercise | -.006 | .001 | -.061 | -4.61 (<.001) |
| Gaming ≥ 2 h/day | -.001 | .001 | -.010 | -0.80 (.426) |
| Sleep duration | .001 | .001 | .029 | 1.92 (.056) |
| BMI | .011 | .000 | .620 | 40.65 (<.001) |
| Weight control attempt | .001 | .001 | -.013 | -0.97 (.333) |
| F (p) | 211.7 (<.001) | | | |
| R ² , Adj. R ² | .393, .391 | | | |

둘째, HDL을 종속변수로 한 다중회귀분석 결과, 성별($\beta=.058, p<.001$)과 우유-유제품 섭취($\beta=.036, p=.029$)는 HDL과 유의한 양의 관련성을 보였고, 반면 BMI($\beta=.196, p<.001$)는 음의 관련성을 나타냈다. 즉, 여학생과 우유-유제품 섭취가 많은 청소년일수록 HDL 수치가 높았으며, BMI가 높을수록 HDL이 낮았다. 셋째, 중성지방은 패스트푸드-음료 섭취($\beta=.036, p=.028$)와 BMI($\beta=.158, p<.001$)에서 유의한 양의 관련성을 보였으며, 체중조절 행동($\beta=-.063, p<.001$)과는 음의 관련성을 보였다. 이는 패스트푸드 및 음료 섭취 빈도와 BMI가 높을수록 중성지방 수치가 상승하지만, 체중조절을 실천한 경우 TG가 유의하게 감소함을 의미한다. 넷째, LDL은 성별($\beta=.050, p=.003$), 연령($\beta=-.084, p<.001$), 아침식사 습관($\beta=-.074, p<.001$), 우유-유제품 섭취($\beta=.040, p=.020$), BMI($\beta=.044, p=.024$)와 유의한 관련성을 보였다. 즉, 여학생일수록 LDL이 높았으나, 연령이 증가하거나 아침식사를 규칙적으로 하는 경우 LDL 수치가 낮았다. 반면, 우유-유제품 섭취 빈도와 BMI가 높을수록 LDL 수치가 증가하였다.

표 4. 과체중비만 청소년의 대사증후군 지표(HDL, log TG, LDL)의 영향요인(계속)

| Variables | HDL | | | | log TG | | | | LDL | | | |
|-----------|--------|-------|---------|---------------|--------|------|---------|---------------|--------|-------|---------|---------------|
| | B | SE | β | t (p) | B | SE | β | t (p) | B | SE | β | t (p) |
| Constant | 69.646 | 2.043 | - | 34.09 (<.001) | 1.602 | .050 | - | 32.23 (<.001) | 98.560 | 5.733 | - | 17.19 (<.001) |

| Variables | HDL | | | | log TG | | | | LDL | | | |
|--------------------------------------|-------------------|------|---------|-----------------------|------------------|------|---------|----------------------|------------------|------|---------|----------------------|
| | B | SE | β | t (p) | B | SE | β | t (p) | B | SE | β | t (p) |
| Gender | 1.137 | .329 | .058 | 3.46 ($<.001$) | .012 | .008 | .025 | 1.47 (.141) | 2.720 | .923 | .050 | 2.95 (.003) |
| Age(year) | -.014 | .086 | -.004 | -0.17 (.867) | -.003 | .002 | -.031 | -1.39 (.164) | -.912 | .240 | -.084 | -3.80 ($<.001$) |
| Fastfood & drink intake | -.391 | .317 | -.020 | -1.23 (.218) | .017 | .008 | .036 | 2.20 (.028) | -.065 | .889 | -.001 | -0.07 (.941) |
| Fruit & vegetable intake | -.294 | .230 | -.022 | -1.28 (.200) | .011 | .006 | .033 | 1.90 (.057) | -.762 | .645 | -.020 | -1.18 (.237) |
| Milk & dairy intake | .392 | .179 | .036 | 2.19 (.029) | -.001 | .004 | -.004 | -0.26 (.798) | 1.172 | .503 | .040 | 2.33 (.020) |
| Meat intake | -.148 | .229 | -.011 | -0.65 (.518) | .000 | .006 | .001 | 0.05 (.958) | -.846 | .642 | -.022 | -1.32 (.188) |
| Breakfast habit | -.025 | .133 | -.003 | -0.19 (.848) | .005 | .003 | .027 | 1.63 (.104) | -1.666 | .374 | -.074 | -4.46 ($<.001$) |
| Regular exercise | .392 | .326 | .020 | 1.20 (.230) | -.005 | .008 | -.011 | -0.66 (.510) | -.167 | .915 | -.003 | -0.18 (.856) |
| Gaming ≥ 2 h/day | -.510 | .313 | -.026 | -1.63 (.103) | -.001 | .008 | -.003 | -0.18 (.854) | .090 | .877 | .002 | 0.10 (.918) |
| Sleep duration | -.022 | .180 | -.002 | -0.13 (.901) | .001 | .004 | .006 | 0.33 (.743) | .565 | .505 | .021 | 1.12 (.263) |
| BMI | -.726 | .070 | -.196 | -10.31 ($<.001$) | .014 | .002 | .158 | 8.20 ($<.001$) | .447 | .197 | .044 | 2.27 (.024) |
| Weight control attempt | .282 | .209 | .022 | 1.35 (.179) | -.019 | .005 | -.063 | -3.81 ($<.001$) | -.068 | .588 | -.002 | -0.12 (.908) |
| F (p) | 17.21 ($<.001$) | | | | 7.55 ($<.001$) | | | | 4.68 ($<.001$) | | | |
| R ² , Adj. R ² | .054, .051 | | | | .024, .021 | | | | .015, .012 | | | |

주: HDL=high-density lipoprotein cholesterol; TG=triglycerides; LDL=low-density lipoprotein cholesterol.

다섯째, 공복혈당은 성별($\beta=-.067$, $p<.001$), 연령($\beta=-.054$, $p=.014$), 규칙적 운동($\beta=-.038$, $p=.027$)에서 음의 관련성을 보였고, 수면시간($\beta=.046$, $p=.016$)은 공복혈당과 양의 관련성을 보였다. 특히 BMI($\beta=.072$, $p<.001$)는 가장 뚜렷한 양의 관련성을 나타냈으며, BMI가 높을수록 혈당이 증가하였다. 이는 여학생과 연령이 높고 규칙적 운동을 하는 청소년의 공복혈당이 낮고, 체질량지수가 높거나 수면시간이 길수록 혈당이 높아지는 경향을 의미한다. 여섯째, 수축기 혈압(SBP)은 성별($\beta=-.086$, $p<.001$), ($\beta=.170$, $p<.001$), 아침식사 습관($\beta=-.074$, $p<.001$), 그리고 BMI($\beta=.218$, $p<.001$)과 유의한 관련성을 보였다. 즉, 여학생일수록 혈압이 낮고, 연령과 BMI가 높을수록 수축기 혈압이 상승하였으며, 규칙적인 아침식사는 혈압을 낮추는 보호 요인으로 작용하였다. 마지막으로, 이완기 혈압(DBP)은 성별($\beta=-.042$, $p=.011$), ($\beta=.159$, $p<.001$), BMI($\beta=.161$, $p<.001$)에서 유의한 영향을 보였다. 즉, 남학생이 여학생보다 이완기 혈압이 높았으며, 연령과 BMI가 증가할수록 혈압이 유의하게 상승하였다.

표 4. 과체중 및 비만 청소년의 대사증후군 지표(log FBG, Systolic and diastolic BP)의 영향요인(계속)

| Variables | log FBG | | | | Systolic BP | | | | diastolic BP | | | |
|--------------------------------------|--------------|------|---------|----------------|---------------|-------|---------|---------------|---------------|-------|---------|---------------|
| | B | SE | β | t (p) | B | SE | β | t (p) | B | SE | β | t (p) |
| Constant | 4.465 | .025 | - | 179.69 (<.001) | 76.102 | 2.305 | - | 33.02 (<.001) | 47.805 | 1.555 | - | 30.75 (<.001) |
| Gender | -.016 | .004 | -.067 | -3.97 (<.001) | -1.998 | .371 | -.086 | -5.38 (<.001) | -.637 | .250 | -.042 | -2.55 (.011) |
| Age(year) | -.003 | .001 | -.054 | -2.46 (.014) | .791 | .097 | .170 | 8.20 (<.001) | .486 | .065 | .159 | 7.47 (<.001) |
| Fastfood & drink intake | .006 | .004 | .024 | 1.45 (.148) | .185 | .357 | .008 | 0.52 (.606) | -.091 | .241 | -.006 | -0.38 (.705) |
| Fruit & vegetable intake | .002 | .003 | .012 | 0.68 (.498) | .034 | .259 | .002 | 0.13 (.894) | .023 | .175 | .002 | 0.13 (.894) |
| Milk & dairy intake | .003 | .002 | .020 | 1.17 (.240) | -.213 | .202 | -.017 | -1.06 (.291) | .016 | .136 | .002 | 0.12 (.905) |
| Meat intake | -.004 | .003 | -.025 | -1.49 (.153) | .097 | .258 | .006 | 0.38 (.707) | -.181 | .174 | -.017 | -1.04 (.299) |
| Breakfast habit | -.002 | .002 | -.016 | -0.96 (.339) | -.007 | .150 | -.001 | -0.05 (.963) | -.055 | .101 | -.009 | -0.54 (.588) |
| Regular exercise | -.009 | .004 | -.038 | -2.21 (.027) | .336 | .368 | .015 | 0.91 (.362) | .272 | .248 | .018 | 1.10 (.274) |
| Gaming ≥ 2 h/day | .005 | .004 | .019 | 1.19 (.233) | -.091 | .353 | -.004 | -0.26 (.796) | .286 | .238 | .019 | 1.20 (.229) |
| Sleep duration | .005 | .002 | .046 | 2.41 (.016) | -.070 | .203 | -.006 | -0.34 (.731) | -.092 | .137 | -.012 | -0.67 (.502) |
| BMI | .003 | .001 | .072 | 3.73 (<.001) | .947 | .079 | .218 | 11.93 (<.001) | .465 | .054 | .161 | 8.68 (<.001) |
| Weight control attempt | -.005 | .003 | -.033 | -1.20 (.046) | -.215 | .236 | -.014 | -0.91 (.362) | -.061 | .159 | -.006 | -0.38 (.703) |
| F (p) | 4.56 (<.001) | | | | 45.87 (<.001) | | | | 27.94 (<.001) | | | |
| R ² , Adj. R ² | .015, .012 | | | | .132, .129 | | | | .085, .082 | | | |

주: FBG=fasting blood glucose; BP=blood pressure.

V. 논의

본 연구는 과체중 및 비만 소아청소년을 대상으로 식습관, 신체활동, 수면 및 체중조절 행동과 대사증후군 지표 간의 관련성을 분석하였으며, 이 과정에서 인구학적 요인(성별, 연령)과 BMI를 함께 고려하였다. 본 연구의 주요 결과를 중심으로 논의하면 다음과 같다. 대사증후군 지표 간의 상관관계 분석결과, 복부비만 지표인 WHtR은 HDL과 음의 상관관계를, 중성지방, LDL, 공복혈당과는 양의 상관관계를 보였다. 중성지방, 수축기 및 이완기 혈압과 HDL은 음의 상관관계를, 중성지방, 공복혈당과는 양의 상관관계를 보였다. 수축기 혈압과 이완기 혈압은 서로 강한 상관관계가 있음이 관찰되었으며, 혈압은 중성지방, 공복혈당과 양의 상관관계를 보였다. 이러한 결과는 기존의 성인 및 청소년 연구에서 보고된 허리둘레, 혈중 지질, 혈당, 혈압의 상호 연관된 대사지표 패턴과 일관되며(de Ferranti et al., 2004; Zimmet et al., 2007; Weiss et al., 2013), 성인과 같이 소아청소년에서도 복부비만, 이상지질혈증, 고혈압, 고혈당이 서로 밀접히 연관되어 대사위험군을 형성하고 있음을 뒷받침한다. 이

는 소아청소년기부터 이러한 위험요인이 군집화되는 과정이 이미 진행되고 있음을 의미하며, 조기 개입의 필요성을 강조한다.

또한 본 연구에서 과체중 및 비만 소아청소년의 대사증후군 각 지표의 영향요인을 인구학적 요인, 식습관 요인, 신체활동 요인, 수면 요인, BMI, 체중조절 행동 측면에서 분석한 결과, WHtR은 성별($\beta=-.167$), 연령($\beta=-.549$), 규칙적 운동($\beta=-.061$)과 음의 관련을, BMI($\beta=.620$)와 가장 강력한 양의 관련을 보였다. 콜레스테롤 중 HDL은 성별($\beta=.058$), 우유-유제품 섭취($\beta=.036$), BMI($\beta=-.196$)와 유의한 관련을 나타냈으며, 중성지방은 패스트푸드-음료 섭취($\beta=.036$), BMI($\beta=.158$), 체중조절 행동($\beta=-.063$)과 유의한 관련이 있었고, LDL 콜레스테롤은 성별($\beta=.050$), 연령($\beta=-.084$), 아침식사 습관($\beta=-.074$), 우유-유제품 섭취($\beta=.040$), BMI($\beta=.044$)와 유의한 관련을 보였다. 공복혈당은 성별($\beta=-.067$), 연령($\beta=-.054$), 규칙적 운동($\beta=-.038$), 수면시간($\beta=.046$), 체중조절 행동($\beta=-.033$)과 관련을 보였으며, 특히 BMI($\beta=.072$)와 가장 뚜렷한 양의 관련을 나타냈다. 혈압 중 수축기 혈압(SBP)은 성별($\beta=-.086$), 연령($\beta=.170$), BMI($\beta=.218$)와 유의한 관련을, 이완기 혈압(DBP)은 성별($\beta=-.042$), 연령($\beta=.159$), BMI($\beta=.161$)에서 유의한 영향을 나타냈다. 이러한 결과에 따른 구체적 논의는 다음과 같다.

첫째, BMI의 영향력은 과체중 및 비만 소아청소년의 모든 대사증후군 지표에서 가장 강력하고 일관되게 확인되었다. 이는 BMI가 대사증후군의 주요 위험인자임을 제시한 선행연구를 지지하는 결과이다(Zhou et al., 2024). 특히 BMI 증가는 WHtR, 중성지방, LDL, 공복혈당, 혈압 상승과 밀접하게 연결되었으며, HDL 감소와도 유의한 관계를 보여 대사증후군 위험의 핵심 매개 요인임을 시사한다. 이러한 결과는 BMI가 대사증후군의 위험 증가와 밀접하게 관련되어 있음을 보고한 기존 연구(Jeong et al., 2023)와 일치하며, 특히 식습관, 신체활동 등 생활습관을 고려한 결과에서 과체중 청소년에서 BMI가 유일하게 독립적 영향을 미친 이한주(2014)의 결과와 맥락을 같이 한다. 본 연구는 청소년기 BMI가 대사증후군의 핵심적 예측인자로 작용함을 재확인하였으며, 이는 단순한 체중 수준을 넘어 대사적 건강위험을 포괄적으로 반영하는 지표로서의 BMI 관리의 중요성을 강조한다. 특히 성장기 BMI의 관리는 성인기 만성질환 예방의 기반이 될 수 있으므로, 학교 및 지역사회 차원의 조기 선별과 체중 관리 프로그램이 체계적으로 마련될 필요가 있다.

둘째, 과체중 및 비만 소아청소년의 대사증후군에 식습관 요인의 중요성이 확인되었다. 아침식사는 LDL 수치 저하와 유의하게 관련되어 대사적 보호 요인으로 작용하였으며, 이는 아침식사를 자주 거르는 사람에게서 대사증후군 유병률이 높게 나타난 선행연구 결과(Kim et al., 2023)와 일치한다. 또한 아침식사 습관이 지방과 나트륨 섭취 수준과 밀접하게 관련되어 있다는 보고(Mun & Oh, 2025)와 같이, 규칙적인 아침식사가 영양 구성의 불균형을 예방하고 결과적으로 청소년의 LDL 상승을 완화할 수 있음을 시사하며, 본 연구 결과를 뒷받침한다. 반대로 패스트푸드와 음료의 섭취는 중성지방 상승과 유의하게 관련되어, 가공식품 및 단순당 섭취가 청소년의 중성지방 증가를 초래하는 주요 요인임을 시사하였다. 이러한 결과는 선행연구에서 보고된 당 음료 및 고지방 식품 섭취가 중성지방 상승과 대사증후군의 위험을 높인다는 결과(류하은 외, 2024; Scharf & DeBoer, 2016)와 일관된다. 또한 본 연구에서 과일-채소 섭취가 경제적 유의 수준에서 중성지방 감소와 관련된 경향을 보인 점을 고려할 때, 청소년의 건강한 식품 선택과 섭취 습관의 형성이 대사증후군 예방의 핵심 전략이 될 가능성을 시사한다. 그러므로 청소년이 고열량-고당 식품에 노출되는 환경을 최소화하고, 학교 및 지역사회 차원에서 건강식 환경을 조성하기 위한 다층적 정책 개입이 요구된다.

또한 본 연구에서 우유-유제품 섭취는 HDL 증가와 함께 LDL 상승이라는 양면적 경향을 보였다. 이러한 결과는 유지방과 유제품 내 포화지방의 섭취가 LDL과 총콜레스테롤을 상승시키는 동시에 중성지방을 감소시키고 HDL을 증가시켜, 혈장 지질 바이오마커에 상반된 영향을 미친다는 선행연구(Huth & Park, 2012)와 일치한다. 아울러 전지방 유제품(Full-fat dairy) 섭취군에서 LDL과 HDL이 모두 상승하였으나, LDL/HDL 비율에는 큰 변화가 없었다는 보고(Ohlsson, 2010)는 본 연구의 결과 해석을 지지한다. 이는 유제품의 포화지방이 LDL을 상승시키면서도

HDL을 함께 증가시켜, 전반적인 지질 균형에는 부정적 영향을 미치지 않을 수 있음을 시사한다. 다만 본 연구에서는 우유·유제품 섭취를 섭취 빈도 중심의 자기보고식 문항으로 측정하였고, 저지방, 전지방 및 가공 유제품의 유형을 구분하지 못하였다는 한계가 있다. 선행연구에서는 유제품의 대사적 영향이 섭취 형태와 식생활 맥락에 따라 달라질 수 있음을 제시하고 있다(Huth & Park, 2012; Ohlsson, 2010; Lee et al., 2018). 또한 단면 자료 분석의 특성상, 유제품 섭취와 지질 지표 간의 시간적 선후 관계를 명확히 구분하기 어렵다는 한계도 존재한다. 이러한 점을 고려할 때, 본 연구에서 관찰된 HDL과 LDL의 동반 상승은 특정 식품 선택 패턴이나 식생활 맥락을 반영한 결과일 가능성이 있으며, 향후 연구에서는 유제품의 유형과 섭취량, 전체 식사 패턴을 함께 고려한 종단적 분석이 필요하다. 그럼에도 불구하고 성장기 소아청소년에게 우유·유제품은 단백질, 칼슘, 비타민 D 등 필수 영양소의 주요 공급원이라는 점에서, LDL 상승 효과만을 근거로 섭취를 제한하기보다는 개인의 대사 상태와 유제품의 종류를 고려한 균형 잡힌 섭취 전략이 요구된다.

셋째, 본 연구에서 과체중 및 비만 소아청소년의 규칙적인 신체활동은 WHtR 감소와 공복혈당 개선에 유의한 영향을 미쳤다. 이는 신체활동이 대사질환 위험의 핵심 기전인 복부지방 축적과 인슐린 저항성 조절에 중요한 역할을 함을 확인한 결과이다. 이러한 결과는 신체활동이 골격근의 인슐린 감수성을 높이고, 포도당 대사를 개선하여 공복혈당을 낮추며, 동시에 내장지방 축적을 억제함으로써 복부비만을 완화시킨다는 선행연구(Guinhouya et al., 2011; Farpour-Lambert et al., 2009; Whitaker et al., 2017)와 일치한다. 즉, 규칙적인 신체활동은 소아청소년기의 대사 건강을 유지하고 대사증후군 발병을 예방하기 위한 핵심 보호 요인으로 작용하며, 성장기에 이러한 습관을 형성하는 것이 성인기 만성질환 예방의 기초가 될 수 있음을 시사한다.

반면, 본 연구에서 수면시간은 과체중 및 비만 소아청소년의 공복혈당 증가와 유의한 양의 관련을 보여, 과도한 수면이 신체활동 감소를 반영하고 이로 인해 인슐린 감수성이 저하되며 포도당 대사가 억제되는 생리적 기전으로 연결될 가능성을 시사한다(이진성, 김성근, 2017; Yi et al., 2023). 이러한 결과는 짧거나 긴 수면시간 모두 공복혈당 상승과 관련된 U자형 관계를 보고한 선행연구(He et al., 2022) 및 긴 수면시간이 공복혈당 증가와 연관된 결과(Jung et al., 2018)와도 일관된다. 또한 본 연구에서 수면시간은 WHtR 및 LDL과 같은 일부 대사지표에서는 선행연구에서 보고된 보호적 효과를 보이지 않았으며, 이는 수면과 대사건강 간의 관계가 단일 방향의 보호 효과로 설명되기보다는 집단 특성과 맥락에 따라 상이하게 작용할 수 있음을 시사한다. 실제로 비만 소아청소년을 대상으로 한 연구에서도 긴 수면시간이 비만 및 심혈관·대사 위험 지표와 일관되게 보호적으로 연관되지는 않는 것으로 보고된 바 있다(Seo & Shim, 2019). 또한 최근 성인 대상 대규모 자료를 활용한 연구에서도 수면시간과 대사 건강 지표 간의 관계는 지표별로 상이하거나 비선형적인 양상을 보이는 것으로 제시되었다(Feng et al., 2025). 더 나아가 본 연구에서는 자기보고식 평균 수면시간을 사용하였으므로, 수면의 질이나 규칙성을 충분히 반영하지 못한 측정상의 한계를 고려할 필요가 있다. 이러한 점을 종합할 때, 과체중 및 비만 소아청소년에서의 과도한 수면은 단순한 휴식의 연장이 아니라 신체활동 저하 및 대사기능 저하를 반영하는 지표일 가능성이 있으며, 이들의 대사건강 유지를 위해서는 수면시간의 적절한 조절과 신체활동 증진을 포함한 균형 잡힌 생활습관 형성이 중요함을 시사한다.

넷째, 본 연구에서 체중조절 행동은 과체중 및 비만 소아청소년의 중성지방(TG)과 공복혈당 감소와 유의한 관련을 보였다. 이는 식이조절, 신체활동, 약물치료 등 다양한 방법을 통한 체중조절 노력이 대사이상 위험을 완화함을 의미한다. 체중조절은 소아청소년기 비만으로 인한 단·장기적 만성질환 예방의 핵심 전략으로 간주된다(Jebeile et al., 2022; Marcus et al., 2022)). 다만 단순한 체중감량 자체보다 체중조절의 질적 측면, 즉 가족기반의 생활습관의 변화와 함께 균형 잡힌 식이조절, 규칙적인 신체활동 등을 병행하는 접근이 장기적인 대사건강 개선에 더 효과적인 것으로 보고된다(Yi et al., 2019). 따라서 과체중 및 비만 청소년의 체중조절이 단순한 체중 감소를 넘어, 건강한 행동 변화가 중심이 되어야 한다. 그러므로 향후 연구에서는 체중조절의 구체적 방법과 지속기간,

그리고 가족 학교 환경의 참여 수준에 따른 대사건강 지표의 차이를 비교·검증함으로써, 보다 효과적인 청소년 대사건강 관리 방안을 도출할 필요가 있다.

종합하면, 본 연구는 전국 단위 학생건강검사 자료를 활용하여 청소년 비만과 대사증후군 지표 간의 관계를 단편적 지표가 아닌 다차원적 분석 모형으로 검토하였다. 그 결과, BMI뿐만 아니라 식습관, 신체활동, 수면 요인과 체중조절 행동이 대사증후군 지표와 유의한 관련을 보였다. 즉, 각 요인은 다른 요인의 영향을 통제된 상태에서도 독립적으로 대사증후군 지표와 유의한 연관성을 나타냈다. 이러한 결과는 청소년의 대사위험이 특정 단일 요인에 국한되기보다 여러 요인이 복합적으로 고려되어야 함을 시사하며, 학교 및 지역사회 차원의 통합적 생활습관 개선 접근의 필요성을 강조한다. 본 연구는 의미 있는 결과와 학문적 의의를 제시하였음에도 불구하고 몇 가지 한계점을 지닌다. 첫째, 본 연구는 교육부 학생건강검사 자료를 활용한 2차 자료 분석연구로, 이용 가능한 변수에 제한이 있었다. 이에 따라 소아청소년의 비만과 대사증후군에 영향을 미칠 수 있는 가정의 소득수준, 부모의 학력, 심리적 요인 등 사회경제적·정서적 요인을 포함하지 못하였다. 향후 연구에서는 이러한 요인을 통합적으로 고려하여 분석할 필요가 있다. 둘째, 본 연구는 식습관 요인을 식품 선택 특성이 유사한 식습관 행태 지표(패스트푸드·음료, 과일·채소 섭취)로 구성하여, 과체중 및 비만 소아청소년의 전반적인 식습관 패턴과 대사증후군 지표 간의 관련성을 분석하였다. 이는 실제 생활환경에서 형성되는 식습관의 복합적 영향을 반영한다는 점에서 의의가 있으나, 개별 식품군의 독립적 효과를 구분하여 해석하는 데에는 한계가 있다. 향후 연구에서는 식습관 행태 분석과 함께 식품군별 또는 영양소 수준의 보다 정밀한 분석이 병행될 필요가 있다. 셋째, 본 연구는 단면적 자료를 이용하였기 때문에 변수 간 인과적 관계를 명확히 규명하는 데 한계가 있다. 향후 연구에서는 과체중 및 비만 소아청소년을 대상으로 한 종단적 자료를 활용함으로써 대사증후군 지표와 관련 요인 간의 영향 관계를 보다 분명히 밝힐 필요가 있다. 나아가, 국내에서는 아직 과체중 및 비만 소아청소년의 대사증후군과 관련된 장기적 건강결과에 대한 연구가 부족하므로, 이들의 성장 과정에서의 대사적 변화와 만성질환 위험을 추적하는 후속 연구가 요구된다.

VI. 결론 및 제언

본 연구는 과체중 및 비만 소아청소년을 대상으로 대사증후군 지표에 영향을 미치는 요인을 분석한 결과, BMI가 모든 지표에서 가장 핵심적인 위험요인으로 확인되었으며, 아침식사, 규칙적 운동, 패스트푸드 및 음료 섭취, 수면시간, 체중조절 행동 등 요인이 독립적으로 작용함을 밝혔다. 이는 소아청소년기의 대사이상 위험이 단순한 체중 수준을 넘어, 생활습관 전반의 질과 밀접히 연관됨을 시사한다. 따라서 소아청소년 비만 및 대사증후군 예방 전략은 단순한 BMI 관리나 체중감량에 국한되지 않고, 건강한 식습관 정착, 규칙적인 신체활동 장려, 적정 수면 유지, 체중조절 행동의 질적 개선을 포함하는 통합적 접근이 요구된다. 특히 본 연구의 결과는 학교와 지역사회 차원의 건강증진 정책은 아침식사 지원, 패스트푸드 접근성 관리, 신체활동 환경 조성 등을 함께 추진할 때 효과가 극대화될 수 있음을 시사한다.

또한 본 연구는 전국 단위 학생건강검사 자료를 활용하여 과체중 및 비만 소아청소년의 대사증후군 위험 요인을 분석하였다는 점에서, 학교 기반 건강관리 체계와 학생건강검사 제도의 활용 방향에 중요한 정책적 시사점을 제공한다. 본 연구에서 확인된 BMI와 생활습관 관련 요인의 독립적 영향은, 학생건강검사가 단순한 비만 선별 도구를 넘어 대사이상 위험군을 조기에 식별하고, 생활습관 개선 중심의 맞춤형 개입으로 연계될 필요가 있음을 시사한다. 이에 따라 향후 학생건강검사 제도는 신체계측 중심의 결과 제공에 그치지 않고, 식습관, 신체활동, 수면, 체중조절 행동 등 핵심 생활습관 요인을 종합적으로 평가하고 이에 대한 피드백을 제공하는 방향으로 개선

될 필요가 있다. 더 나아가 학교 보건교육, 급식 정책, 신체활동 환경 조성, 지역사회 연계 건강관리 프로그램이 학생건강검사 결과를 기반으로 유기적으로 연계된다면, 소아청소년기의 대사증후군 예방은 물론 장기적인 건강격차 완화에도 실질적으로 기여할 수 있을 것이다.

이상미는 동양대학교 간호대학 교수이자 학생건강관리센터 센터장으로 재직하고 있다. 주요 관심 분야는 소아청소년의 건강증진과 정신건강으로, 과체중 및 비만 소아청소년의 대사건강, 청소년의 심리정서 및 행동발달, 다문화 청소년의 적응과 우울, 조산아의 성장발달 등 취약집단 소아청소년의 건강 관련 요인을 중심으로 연구를 수행하고 있다.

(E-mail: smlee7839@gmail.com)

참고문헌

- 교육부, 한국교육환경보호원. (2023). 2022년 학생건강검사 결과보고서. 교육부.
- 김진아, 이심열. (2019). 한국 성인의 수면시간에 따른 건강행태 및 식생활: 2013-2015년 국민건강영양조사를 이용하여. *Korean Journal of Health Promotion*, 19(4), 237-247.
- 대한비만학회, 국민건강보험공단. (2025). 2025 Obesity Fact Sheet [PDF]. https://general.kosso.or.kr/html/user/core/view/reaction/main/kosso/inc/data/2025_Obesity_Fact_sheet_web_kor.pdf
- 류하은, 남민영, 권유진. (2024). 초가공식품 섭취가 건강에 미치는 영향. *비만대사연구학술지*, 3(1), 14-26.
- 사석은, 김원현, 김용근, 이지영. (2016). 신체활동 증제가 초등학생의 비만 및 대사증후군 위험인자와 스마트폰 게임 참여 시간에 미치는 영향. *디지털융복합연구*, 14(4), 479-486.
- 서민정, 성정원, 손근주, 고병준, 한지혜, 김선미. (2006). 한국 소아와 청소년에서 대사증후군의 유병률. *가정의학회지*, 27, 798-806.
- 이진성, 김성곤. (2017). 수면과 2형 당뇨병. *수면·정신생리*, 24(1), 12-18.
- 이한주. (2014). 청소년의 대사증후군에 대한 생활습관 요인의 영향. *한국보건간호학회지*, 28(2), 270-284.
- 정원진, 조영규, 강재현, 박현아, 김경우, 강주호, 김누리, 김혜진, 김옥현. (2010). 한국 청소년의 복부비만과 관련된 생활습관. *Korean Journal of Family Medicine*, 31(7), 547-554.
- Anton-Păduraru, D. T., Mindru, D. E., Stănescu, R. S., Trofin, F., Cobuz, C., Cobuz, M., Sur, L. M., Petroaie, A., Slănină, A. M., Manole, M., Bococ, A. S., & Cosmescu, A. (2025). Unraveling Metabolic Syndrome in Youth: The Obesity Epidemic's Hidden Complication. *Children*, 12(4), 482. <https://doi.org/10.3390/children12040482>
- Balkau, B., & Charles, M. A. (1999). Comment on the provisional report from the WHO consultation. European Group for the Study of Insulin Resistance (EGIR). *Diabetic medicine: a journal of the British Diabetic Association*, 16(5), 442-443. <https://doi.org/10.1046/j.1464-5491.1999.00059.x>
- Bitew, Z. W., Alemu, A., Tenaw, Z., Alebel, A., Worku, T., & Ayele, E. G. (2021). Prevalence of metabolic syndrome among children and adolescents in high-income countries: A systematic review and meta-analysis of observational studies. *BioMed Research International*, 2021, 6661457. <https://doi.org/10.1155/2021/6661457>
- Bremer, A. A., Auinger, P., & Byrd, R. S. (2009). Relationship between insulin resistance-associated metabolic parameters and anthropometric measurements with sugar-sweetened beverage intake and physical activity levels in US adolescents: findings from the 1999-2004 National Health and Nutrition Examination Survey. *Archives of Pediatrics & Adolescent Medicine*, 163(4), 328-335. <https://doi.org/10.1001/archpediatrics.2009.21>
- Cheng, X., Guo, Q., Ju, L., Gong, W., Wei, X., Xu, X., Zhao, L., & Fang, H. (2024). Association between sedentary behavior, screen time and metabolic syndrome among Chinese children and adolescents. *BMC Public Health*, 24(1), 1715. <https://doi.org/10.1186/s12889-024-19227-w>
- Chung, S. T., Onuzuruike, A. U., & Magge, S. N. (2018). Cardiometabolic risk in obese children. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1411(1), 166-183. <https://doi.org/10.1111/nyas.13602>
- de Ferranti, S. D., Gauvreau, K., Ludwig, D. S., Neufeld, E. J., Newburger, J. W., & Rifai, N. (2004). Prevalence of the metabolic syndrome in American adolescents: findings from the Third National Health and Nutrition Examination Survey. *Circulation*, 110(16), 2494-2497. <https://doi.org/10.1161/01.CIR.0000145117.40114.C7>
- de Oliveira, I. D. R., Maciel, N. M. S., da Costa, B. T., Soares, A. D. N., & Gomes, J. M. G. (2023). Association between abdominal obesity, screen time and sleep in adolescents. *Jornal de Pediatria*, 99(1), 45-52. <https://doi.org/10.1016/j.jpmed.2022.02.007>
- Expert Panel on Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Cholesterol in Adults (2001). Executive Summary

- of The Third Report of The National Cholesterol Education Program (NCEP) Expert Panel on Detection, Evaluation, And Treatment of High Blood Cholesterol In Adults (Adult Treatment Panel III). *JAMA*, 285(19), 2486–2497. <https://doi.org/10.1001/jama.285.19.2486>
- Farpour-Lambert, N. J., Aggoun, Y., Marchand, L. M., Martin, X. E., Herrmann, F. R., & Beghetti, M. (2009). Physical activity reduces systemic blood pressure and improves early markers of atherosclerosis in pre-pubertal obese children. *Journal of the American College of Cardiology*, 54(25), 2396–2406. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2009.08.030>
- Farshchi, H. R., Taylor, M. A., & Macdonald, I. A. (2004). Regular meal frequency creates more appropriate insulin sensitivity and lipid profiles compared with irregular meal frequency in healthy lean women. *European Journal of Clinical Nutrition*, 58(7), 1071–1077. <https://doi.org/10.1038/sj.ejcn.1601935>
- Feng, S., Park, J. H., Zhang, Q., Ma, P., Lee, J. M., & Shin, J. C. (2025). The Associations Between Sleep Duration and Various Metabolic Health Indices Among Adults in the United States: A Multivariate Analysis of Variance (MANOVA) Using National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES) 2021 to 2023 Dataset. *Journal of Primary Care & Community Health*, 16, 21501319251315599. <https://doi.org/10.1177/21501319251315599>
- Franczyk, B., Gluba-Brzózka, A., Ciałkowska-Rysz, A., Ławiński, J., & Rysz, J. (2023). The Impact of Aerobic Exercise on HDL Quantity and Quality: A Narrative Review. *International Journal of Molecular Sciences*, 24(5), 4653. <https://doi.org/10.3390/ijms24054653>
- Fredriksen, P. M., Mamen, A., Goswami, N., & Lindberg, M. (2025) Waist-to-Height Ratio as a predictor of cardiovascular and metabolic health in a pediatric population. *PLoS One*, 20(7), e0326772. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0326772>
- Gopinath, B., Baur, L. A., Hardy, L. L., Kifley, A., Rose, K. A., Wong, T. Y., & Mitchell, P. (2012). Relationship between a range of sedentary behaviours and blood pressure during early adolescence. *Journal of Human Hypertension*, 26(6), 350–356. <https://doi.org/10.1038/jhh.2011.40>
- Gopinath, B., Hardy, L. L., Kifley, A., Baur, L. A., & Mitchell, P. (2014). Activity behaviors in schoolchildren and subsequent 5-yr change in blood pressure. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 46(4), 724–729. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000000166>
- Guinhouya, B. C., Samouda, H., Zitouni, D., Vilhelm, C., & Hubert, H. (2011). Evidence of the influence of physical activity on the metabolic syndrome and/or on insulin resistance in pediatric populations: A systematic review. *International Journal of Pediatric Obesity*, 6(5–6), 361–388. <https://doi.org/10.3109/17477166.2011.605896>
- Han, E., Lee, B. W., Kang, E. S., Cha, B. S., Lee, J., & Lee, Y. H. (2025). Trends in Prevalence of Obesity and Related Cardiometabolic and Renal Complications in Korea: A Nationwide Study 2007 to 2022. *Journal of Obesity & Metabolic Syndrome*, 34(4), 414–423. <https://doi.org/10.7570/jomes24040>
- He, F. J., & MacGregor, G. A. (2006). Importance of salt in determining blood pressure in children: Meta-analysis of controlled trials. *Hypertension*, 48(5), 861–869. <https://doi.org/10.1161/01.HYP.0000245672.27270.4a>
- He, J., Hong, C., Zhang, L., Li, C., Wang, Y., Fan, Y., Guo, P., Zhang, B., Qi, X., Chen, S., Niu, Y. J., Liu, F., Zhang, R., Li, Q., Ma, S., Zhang, M., & Zhang, M. (2022). Associations between night-time sleep duration and fasting glucose and ratio of triglyceride to high-density lipoprotein cholesterol among adults free of type 2 diabetes or without diagnosed type 2 diabetes: a multicentre, cross-sectional study in China. *BMJ Open*, 12(7), e062239. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2022-062239>
- Huth, P. J., & Park, K. M. (2012). Influence of dairy product and milk fat consumption on cardiovascular disease risk: a review of the evidence. *Advances in Nutrition*, 3(3), 266–285. <https://doi.org/10.3945/an.112.002030>
- Jansen, E. C., Burgess, H. J., Chervin, R. D., Dolinoy, D. C., Téllez-Rojo, M. M., Cantoral, A., Olascoaga-Torres, L.,

- Lee, J., Dunietz, G. L., O'Brien, L. M., & Peterson, K. E. (2023). Sleep duration and timing are prospectively linked with insulin resistance during late adolescence. *Obesity*, 31(4), 912-922. <https://doi.org/10.1002/oby.23680>
- Jebeile, H., Kelly, A. S., O'Malley, G., & Baur, L. A. (2022). Obesity in children and adolescents: Epidemiology, causes, assessment, and management. *The Lancet Diabetes & Endocrinology*, 10(5), 351-365. [https://doi.org/10.1016/S2213-8587\(22\)00047-X](https://doi.org/10.1016/S2213-8587(22)00047-X)
- Jeong, J. E., Park, H. K., Hwang, H. S., Park, K. Y., Lee, M. H., Shin, S. H., & Choi, N. (2023). Body mass index and prevalence of metabolic syndrome among Korean adults before and after the COVID-19 outbreak: a retrospective longitudinal study. *Epidemiology and Health*, 45, e2023081. <https://doi.org/10.4178/epih.e2023081>
- Jung, C. H., Jung, S. H., Lee, B., Choi, D., Kim, B. Y., Kim, C. H., Kang, S. K., & Mok, J. O. (2018). Differential impact of sleep duration on fasting plasma glucose level according to work timing. *Archives of Medical Research*, 49(1), 51-57. <https://doi.org/10.1016/j.arcmed.2018.03.005>
- Kang, H. T., Lee, H. R., Shim, J. Y., Shin, Y. H., Park, B. J., & Lee, Y. J. (2010). Association between screen time and metabolic syndrome in children and adolescents in Korea: the 2005 Korean National Health and Nutrition Examination Survey. *Diabetes Research and Clinical Practice*, 89(1), 72-78. <https://doi.org/10.1016/j.diabres.2010.02.016>
- Khan, M. A., Shah, S. M., Shehab, A., Ghosal, S., Muhairi, S. J., Al-Rifai, R. H., Al Maskari, F., Alkaabi, J., & Nauman, J. (2019). Screen time and metabolic syndrome among expatriate adolescents in the United Arab Emirates. *Diabetes & Metabolic Syndrome*, 13(4), 2565-2569. <https://doi.org/10.1016/j.dsx.2019.07.006>
- Kilinc, A., Col, N., Demircioglu-Kilic, B., Aydin, N., Balat, A., & Keskin, M. (2019). Waist to height ratio as a screening tool for identifying childhood obesity and associated factors. *Pakistan Journal of Medical Sciences*, 35(6), 1652-1658. <https://doi.org/10.12669/pjms.35.6.748>
- Kim, E., Choi, K., Jeong, S. M., & Joh, H. K. (2026). A cross-sectional study of breakfast skipping and body composition among young adults. *Korean Journal of Family Medicine*, 47(1), 37-45. <https://doi.org/10.4082/kjfm.24.0217>
- Kim, H. M., Kang, H. J., Lee, D. H., Jeong, S. M., & Joh, H. K. (2023). Association between breakfast frequency and metabolic syndrome among young adults in South Korea. *Scientific Reports*, 13(1), 16826. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-43957-3>
- Kim, J. H., & Lim, J. S. (2022). Prevalence Trends of Metabolic Syndrome among Korean Children and Adolescents from a Population-Based Cross-Sectional Survey. *Life*, 12(9), 1404. <https://doi.org/10.3390/life12091404>
- Kim, S., & So, W. Y. (2016). Prevalence of Metabolic Syndrome among Korean Adolescents According to the National Cholesterol Education Program, Adult Treatment Panel III and International Diabetes Federation. *Nutrients*, 8(10), 588. <https://doi.org/10.3390/nu8100588>
- Kline, R. B. (2005). *Principles and practice of structural equation modeling* (2nd ed.). The Guilford Press.
- Lee, H. J., Shim, Y. S., Yoon, J. S., Jeong, H. R., Kang, M. J., & Hwang, I. T. (2021). Distribution of waist-to-height ratio and cardiometabolic risk in children and adolescents: a population-based study. *Scientific Reports*, 11(1), 9524. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-88951-9>
- Lee, J. A., & Park, H. S. (2014). Relation between sleep duration, overweight, and metabolic syndrome in Korean adolescents. *Nutrition, Metabolism & Cardiovascular Diseases*, 24(1), 65-71. <https://doi.org/10.1016/j.numecd.2013.06.004>
- Lee, J., Kang, S. C., Kwon, O., Hwang, S. S., Moon, J. S., Chae, H. W., & Kim, J. (2023). Temporal trends of the prevalence of abdominal obesity and metabolic syndrome in Korean children and adolescents between 2007 and 2020. *Journal of Obesity & Metabolic Syndrome*, 32(2), 170-178. <https://doi.org/10.7570/jomes22059>
- Lee, M., Lee, H., & Kim, J. (2018). Dairy food consumption is associated with a lower risk of the metabolic syndrome

- and its components: a systematic review and meta-analysis. *British Journal of Nutrition*, 120(4), 373–384. <https://doi.org/10.1017/S0007114518001460>
- Lee, S., Park, J., Cho, H., & Yoo, J. H. (2025). Association between circadian rhythm-disturbing factors and metabolic syndrome in Korean adults: Korea National Health and Nutrition Examination Survey (2016-2020). *Korean Journal of Family Medicine*, 46(3), 162–169. <https://doi.org/10.4082/kjfm.23.0161>
- Lim, S., Shin, H., Song, J. H., Kwak, S. H., Kang, S. M., Won Yoon, J., Choi, S. H., Cho, S. I., Park, K. S., Lee, H. K., Jang, H. C., & Koh, K. K. (2011). Increasing prevalence of metabolic syndrome in Korea: the Korean National Health and Nutrition Examination Survey for 1998-2007. *Diabetes Care*, 34(6), 1323–1328. <https://doi.org/10.2337/dc10-2109>
- Lissak G. (2018). Adverse physiological and psychological effects of screen time on children and adolescents: Literature review and case study. *Environmental Research*, 164, 149–157. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2018.01.015>
- Liu, B., Li, Y., Guo, J., Fan, Y., Li, L., & Li, P. (2021). Body mass index and its change from adolescence to adulthood are closely related to the risk of adult metabolic syndrome in China. *International Journal of Endocrinology*, 2021, 8888862. <https://doi.org/10.1155/2021/8888862>
- Marcus, C., Danielsson, P., & Hagman, E. (2022). Pediatric obesity-Long-term consequences and effect of weight loss. *Journal of Internal Medicine*, 292(6), 870–891. <https://doi.org/10.1111/joim.13547>
- Mark, A. E., & Janssen, I. (2008). Relationship between screen time and metabolic syndrome in adolescents. *Journal of Public Health*, 30(2), 153–160. <https://doi.org/10.1093/pubmed/fdn022>
- Morrison, J. A., Friedman, L. A., Wang, P., & Glueck, C. J. (2008). Metabolic syndrome in childhood predicts adult metabolic syndrome and type 2 diabetes mellitus 25 to 30 years later. *The Journal of Pediatrics*, 152(2), 201–206. <https://doi.org/10.1016/j.jpeds.2007.09.010>
- Mun, H., & Oh, S. W. (2025). Skipping breakfast and nutrient density: Influence on obesity, blood pressure, glucose, and cholesterol in elementary school students. *Obesity Research & Clinical Practice*, 19(2), 94–100. <https://doi.org/10.1016/j.orcp.2025.02.009>
- Neves, M. E. A., Souza, M. R., Gorgulho, B. M., Cunha, D. B., Muraro, A. P., & Rodrigues, P. R. M. (2021). Association of dietary patterns with blood pressure and body adiposity in adolescents: a systematic review. *European Journal of Clinical Nutrition*, 75(10), 1440–1453. <https://doi.org/10.1038/s41430-020-00850-w>
- Nightingale, C. M., Rudnicka, A. R., Donin, A. S., Sattar, N., Cook, D. G., Whincup, P. H., & Owen, C. G. (2017). Screen time is associated with adiposity and insulin resistance in children. *Archives of Disease in Childhood*, 102(7), 612–616. <https://doi.org/10.1136/archdischild-2016-312016>
- Noubiap, J. J., Nansseu, J. R., Lontchi-Yimagou, E., Nkeck, J. R., Nyaga, U. F., Ngouo, A. T., Tounouga, D. N., Tianyi, F. L., Foka, A. J., Ndoadougue, A. L., & Bigna, J. J. (2022). Global, regional, and country estimates of metabolic syndrome burden in children and adolescents in 2020: a systematic review and modelling analysis. *The Lancet Child & Adolescent Health*, 6(3), 158–170. [https://doi.org/10.1016/S2352-4642\(21\)00374-6](https://doi.org/10.1016/S2352-4642(21)00374-6)
- Ochoa Sangrador, C., & Ochoa-Brezmes, J. (2018). Waist-to-height ratio as a risk marker for metabolic syndrome in childhood. A meta-analysis. *Pediatric Obesity*, 13(7), 421–432. <https://doi.org/10.1111/ijpo.12285>
- Ohlsson L. (2010). Dairy products and plasma cholesterol levels. *Food & Nutrition Research*, 54, 10.3402/fnr.v54i0.5124. <https://doi.org/10.3402/fnr.v54i0.5124>
- Orsini, F., D'Ambrosio, F., Scardigno, A., Ricciardi, R., & Calabrò, G. E. (2023). Epidemiological Impact of Metabolic Syndrome in Overweight and Obese European Children and Adolescents: A Systematic Literature Review. *Nutrients*, 15(18), 3895. <https://doi.org/10.3390/nu15183895>

- Park, S. I., Suh, J., Lee, H. S., Song, K., Choi, Y., Oh, J. S., Choi, H. S., Kwon, A., Kim, H. S., Kim, J. H., & Chae, H. W. (2021). Ten-Year Trends of Metabolic Syndrome Prevalence and Nutrient Intake among Korean Children and Adolescents: A Population-Based Study. *Yonsei Medical Journal*, 62(4), 344-351. <https://doi.org/10.3349/ymj.2021.62.4.344>
- Pigeot, I., & Ahrens, W. (2025). Epidemiology of metabolic syndrome. *Pflugers Archiv: European Journal of Physiology*, 477(5), 669-680. <https://doi.org/10.1007/s00424-024-03051-7>
- Scharf, R. J., & DeBoer, M. D. (2016). Sugar-sweetened beverages and children's health. *Annual Review of Public Health*, 37, 273-293. <https://doi.org/10.1146/annurev-publhealth-032315-021528>
- Seo, S. H., & Shim, Y. S. (2019). Association of sleep duration with obesity and cardiometabolic risk factors in children and adolescents: A population-based study. *Scientific Reports*, 9, 9463. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-45951-0>
- Suwimol, S., Pimpanit, L., Aporn, M., Pichita, S., Ratiyaporn, S., & Wiroj, J. (2012). Impact of fruit and vegetables on oxidative status and lipid profiles in healthy individuals. *Food and Public Health*, 2(4), 113-118. <https://doi.org/10.5923/j.fph.20120204.06>
- Ukegbu, T. E., Wylie-Rosett, J., Groisman-Perelstein, A. E., Diamantis, P. M., Rieder, J., Ginsberg, M., Lichtenstein, A. H., Matthan, N. R., & Shankar, V. (2023). Waist-to-height ratio associated cardiometabolic risk phenotype in children with overweight/obesity. *BMC Public Health*, 23(1), 1549. <https://doi.org/10.1186/s12889-023-16418-9>
- Videira-Silva, A., Freira, S., & Fonseca, H. (2020). Metabolically healthy overweight adolescents: definition and components. *Annals of Pediatric Endocrinology & Metabolism*, 25(4), 256-264. <https://doi.org/10.6065/apem.2040052.026>
- Wang, H., Gui, Z., Zhang, J., Cai, L., Tan, W., & Chen, Y. (2019). Association between screen time and metabolic syndrome among 6-13-year-old children in Guangzhou. *Chinese Journal of School Health*, 40, 1780-1783.
- Wang, P. Y., Fang, J. C., Gao, Z. H., Zhang, C., & Xie, S. Y. (2016). Higher intake of fruits, vegetables or their fiber reduces the risk of type 2 diabetes: A meta-analysis. *Journal of diabetes investigation*, 7(1), 56-69. <https://doi.org/10.1111/jdi.12376>
- Weiss, R., Bremer, A. A., & Lustig, R. H. (2013). What is metabolic syndrome, and why are children getting it? *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1281(1), 123-140. <https://doi.org/10.1111/nyas.12030>
- Wennberg, M., Gustafsson, P. E., Wennberg, P., & Hammarström, A. (2015). Poor breakfast habits in adolescence predict the metabolic syndrome in adulthood. *Public Health Nutrition*, 18(1), 122-129. <https://doi.org/10.1017/S1368980013003509>
- Whitaker, K. M., Pereira, M. A., Jacobs, D. R., Jr, Sidney, S., & Odegaard, A. O. (2017). Sedentary behavior, physical activity, and abdominal adipose tissue deposition. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 49(3), 450-458. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000001112>
- World Health Organization. (1999). Definition, diagnosis and classification of diabetes mellitus and its complications: Report of a WHO consultation. *Part 1: Diagnosis and classification of diabetes mellitus*. World Health Organization.
- Xu, Y., Hua, J., Wang, J., & Shen, Y. (2023). Sleep duration is associated with metabolic syndrome in adolescents and children: a systematic review and meta-analysis. *Journal of Clinical Sleep Medicine*, 19(10), 1835-1843. <https://doi.org/10.5664/jcsm.10622>
- Yi, D. Y., Kim, S. C., Lee, J. H., Lee, E. H., Kim, J. Y., Kim, Y. J., Kang, K. S., Hong, J., Shim, J. O., Lee, Y., Kang, B., Lee, Y. J., Kim, M. J., Moon, J. S., Koh, H., You, J., Kwak, Y. S., Lim, H., & Yang, H. R. (2019). Clinical practice guideline for the diagnosis and treatment of pediatric obesity: recommendations from the Committee on Pediatric Obesity of the Korean Society of Pediatric Gastroenterology Hepatology and Nutrition. *Korean Journal of Pediatrics*, 62(1), 3-21. <https://doi.org/10.3345/kjp.2018.07360>

- Yi, M., Fei, Q., Chen, Z., Zhao, W., Liu, K., Jian, S., Liu, B., He, M., Su, X., & Zhang, Y. (2023). Unraveling the associations and causalities between glucose metabolism and multiple sleep traits. *Frontiers in Endocrinology*, *14*, 1227372. <https://doi.org/10.3389/fendo.2023.1227372>
- Ying, M., Hu, X., Li, Q., Dong, H., Zhou, Y., & Chen, Z. (2022). Long-term trajectories of BMI and cumulative incident metabolic syndrome: A cohort study. *Frontiers in Endocrinology*, *13*, 915394. <https://doi.org/10.3389/fendo.2022.915394>
- Zhang, B., Shi, H., Cai, W., Yang, B., & Xiu, W. (2025). Metabolic syndrome in children and adolescents: definitions, epidemiology, pathophysiology, interventions, and challenges. *Frontiers in Endocrinology*, *16*, 1512642. <https://doi.org/10.3389/fendo.2025.1512642>
- Zhang, H., Zhou, X. D., Shapiro, M. D., Lip, G. Y. H., Tilg, H., Valenti, L., Somers, V. K., Byrne, C. D., Targher, G., Yang, W., Viveiros, O., Opio, C. K., Mantzoros, C. S., Ryan, J. D., Kok, K. Y. Y., Jumaev, N. A., Perera, N., Robertson, A. G., Abu-Abeid, A., ... Zheng, M. H. (2024). Global burden of metabolic diseases, 1990-2021. *Metabolism: Clinical and Experimental*, *160*, 155999. <https://doi.org/10.1016/j.metabol.2024.155999>
- Zhou, D., Yang, M., Yuan, Z. P., Zhang, D. D., Liang, L., Wang, C. L., Zhang, S., Zhu, H. H., Lai, M. D., & Zhu, Y. M. (2014). Waist-to-Height Ratio: a simple, effective and practical screening tool for childhood obesity and metabolic syndrome. *Preventive Medicine*, *67*, 35-40. <https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2014.06.025>
- Zhou, X. D., Chen, Q. F., Yang, W., Zuluaga, M., Targher, G., Byrne, C. D., Valenti, L., Luo, F., Katsouras, C. S., Thaher, O., Misra, A., Ataya, K., Oviedo, R. J., Pik-Shan Kong, A., Alswat, K., Lonardo, A., Wong, Y. J., Abu-Abeid, A., Al Momani, H., ... Zheng, M. H. (2024). Burden of disease attributable to high body mass index: an analysis of data from the Global Burden of Disease Study 2021. *EClinicalMedicine*, *76*, 102848. <https://doi.org/10.1016/j.eclim.2024.102848>
- Zimmet, P., Alberti, K. G., Kaufman, F., Tajima, N., Silink, M., Arslanian, S., Wong, G., Bennett, P., Shaw, J., Caprio, S., & IDF Consensus Group (2007). The metabolic syndrome in children and adolescents - an IDF consensus report. *Pediatric Diabetes*, *8*(5), 299-306. <https://doi.org/10.1111/j.1399-5448.2007.00271.x>

Determinants of Metabolic Syndrome Indicators Among Overweight and Obese Children and Adolescents

Lee, Sangmi¹

¹ Dongyang University

| Abstract |

This study examined the factors influencing metabolic syndrome indicators among overweight and obese children and adolescents. Using data from 4,159 students classified as overweight or obese in the 2022 Student Health Examination conducted by the Korean Ministry of Education, multiple linear regression analyses were performed with SPSS 28.0. Dependent variables included waist-to-height ratio (WHtR), high-density lipoprotein cholesterol (HDL-C), log-transformed triglycerides (TG), low-density lipoprotein cholesterol (LDL-C), log-transformed fasting blood glucose (FBG), and systolic and diastolic blood pressure. Independent variables comprised sociodemographic characteristics, dietary habits, lifestyle behaviors, body mass index (BMI), and weight-control behaviors. BMI showed significant associations with all metabolic indicators, confirming it as the most influential risk factor. Regular breakfast consumption was associated with lower LDL-C levels, while frequent intake of fast food and sugar-sweetened beverages was linked to elevated TG. Regular physical activity reduced WHtR and fasting glucose, whereas dairy intake increased both LDL-C and HDL-C. Weight-control behaviors were associated with decreased TG and FBG levels. These findings underscore the need for comprehensive intervention strategies for overweight and obese adolescents that go beyond weight reduction to promote healthy eating patterns and active lifestyles for optimal metabolic health.

Keywords: Overweight, Obesity, Metabolic Syndrome, Children, Adolescents