

한국 성인에서 무증상 갑상선기능저하증과 대사증후군 및 비타민 D와의 연관성: 2013–2015년 국민건강영양조사 자료를 이용하여

김유리, 한아름, 신새론

원광대학교 의과대학 가정의학교실

Relationships between Subclinical Hypothyroidism and Metabolic Syndrome and Vitamin D Status in Korean Adults: Korea National Health and Nutrition Examination Survey 2013-2015

You-Lee Kim, A-Lum Han, Sae-Ron Shin

Department of Family Medicine, Wonkwang University College of Medicine, Iksan, Korea

Background: Many studies have established the association between overt hypothyroidism and metabolic syndrome (MS). However, the relationship between subclinical hypothyroidism (SCH) and MS varies from study to study. This study aimed to investigate associations between SCH and components of MS and vitamin D status in Korean adults.

Methods: Using data from the 6th Korea National Health and Nutrition Examination Survey (2013-2015), chi-squared tests and *t*-tests were used to explore relationships between thyroid hormones and components of MS and vitamin D status. Multiple regression analysis was undertaken to assess relationships between SCH and components of MS and vitamin D.

Results: Systolic blood pressure and fasting glucose were significantly higher in the euthyroid (EUT) group than in the SCH group, and vitamin D status was significantly lower in the SCH group than EUT. However, in multiple regression analysis, SCH presented no significant association with components of MS or vitamin D status even after adjusting for age, sex, drinking, and smoking.

Conclusions: In Korean adults, there is no significant association between SCH and MS or vitamin D.

Korean J Health Promot 2020;20(1):10-15

Keywords: Subclinical hypothyroidism, Metabolic syndrome, Vitamin D

서 론

■ Received: Feb. 16, 2020 ■ Received: Mar. 1, 2020 ■ Accepted: Mar. 3, 2020

■ Corresponding author : A-Lum Han, MD, PhD

Department of Family Medicine, Wonkwang University College of Medicine, 895 Muwang-ro, Iksan 54538, Korea

Tel: +82-63-859-1300, Fax: +82-63-859-1306

E-mail: qibosarang@naver.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6509-7953>

■ This study was conducted with the support of Wonkwang University in 2019.

대사증후군은 이상지질혈증, 인슐린 저항성 및 고혈압을 포함하는 일련의 증후군으로, 심혈관질환과 제2형 당뇨병의 발병률을 높인다는 것은 잘 알려져 있다.¹⁾ 한편 갑상선 호르몬이 에너지 대사, 인슐린 저항성, 지질 수치, 혈압 및 심장기능 등에 영향을 미친다는 것은 많은 연구를 통해 밝혀졌으며,^{2,3)} 이를 통해 갑상선호르몬이 대사증후군 및

심혈관질환과 관련되어 있을 가능성을 생각해 볼 수 있다. 더 나아가 무증상 갑상선기능저하증(subclinical hypothyroidism, SCH)과 대사증후군의 관련성을 보는 연구들이 시행되었으나, 나라, 인종, 성별에 따라 연구마다 상이한 결과가 나타났다.^{4,9)} 또한 비타민 D 부족이 하시모토갑상선염(Hashimoto's thyroiditis) 및 그레이브병(Graves' disease)과 같은 갑상선 자가면역질환뿐만 아니라 갑상선기능저하증과 관련이 있다는 것은 여러 연구를 통해 알려져 있으나,^{10,11)} 무증상 갑상선기능저하증과 비타민 D와의 연관성에 대한 연구는 제한적이다.

최근 일반 인구집단을 대상으로 한 연구 결과에 따르면 한국인의 SCH 유병률은 전체 3.10%로 현성 갑상선기능저하증 유병률인 0.73%보다 높은 유병률을 보이고 있어, SCH와 대사증후군 관련성에 대한 대규모, 표본자료를 이용한 평가가 요구되고 있다.¹²⁾ 몇몇 연구에서 밝힌 바와 같이 adipocyte와 preadipocyte는 갑상선자극호르몬(thyroid stimulating hormone, TSH) 수용체를 발현시켜서 TSH가 수용체에 결합하도록 유도하고, 이런 과정은 preadipocyte로 하여금, adipokine을 생산하고 방출하도록 한다.⁸⁾ 특히 leptin과 같은 adipokine은 대사증후군과 심혈관질환에 중요한 역할을 한다.⁸⁾ 비타민 D는 비타민 D 수용체와 결합하여, 비타민 D 결합 단백질을 통해 스테로이드와 유사하게 면역을 조절하여, 선천성 면역과 후천성 면역에 관여한다는 연구들이 많다.¹⁰⁾ 이를 근거로 한 비타민 D와 갑상선기능이상과의 관련성에 대한 연구들이 많고^{10,11)} 본 연구에서도 무증상 갑상선기능저하증과의 연관성이 있을 것으로 생각하였다. 그러나 앞에서 언급한 바와 같이 민족, 연구 집단, 방법 등에 따라 다른 결과가 나타날 수 있다는 가정 하에 본 연구를 계획하게 되었다. 국내에서도 그동안 갑상선호르몬과 대사증후군이 연관이 있다는 논문은 있었지만, 남성, 비만한 성인, 폐경기 여성에 대한 부분적인 연구나 일개의 검진센터에서 시행된 소규모 대상자를 한 연구가 대부분이었다.¹³⁻¹⁶⁾ 이에 본 연구의 목적은 우리나라 국민에 보다 대표성을 가지는 표본자료를 이용하여 한국 성인을 대상으로 대사증후군 그리고 비타민 D와 무증상 갑상선기능저하증과의 연관성을 살피고자 한다.

방 법

1. 연구 대상

본 연구는 제6기(2013-2015년) 국민건강영양조사의 자료를 이용하였다. 국민건강영양조사는 국민의 건강수준, 건강행태, 식품 및 영양섭취 실태에 대한 국가 및 시도 단위의 대표성과 신뢰성을 갖춘 통계를 산출하고, 이를 통해 국민

건강증진종합계획의 목표 설정 및 평가, 건강증진 프로그램 개발 등 보건정책의 기초자료로 활용하는 것을 목적으로 한다.

연구 대상자는 제6기 국민건강영양조사에 참여한 만 19세 이상 성인 중, 만성 질환 및 갑상선질환(갑상선기능항진증, 갑상선기능저하증, 갑상선양성결절, 하시모토 갑상선염 등)의 기왕력이 없고, 현재 갑상선기능이상 관련 약 미복용 중인 9,116명을 우선 선정하였다. 그중 갑상선 검사 참여자를 대상으로 항갑상선 과산화효소 항체(anti-thyroid peroxidase antibody, TPOAb)가 음성(≤ 34.0 IU/mL), TSH가 정상 참고군(reference population) TSH 수준의 2.5백분위수 이상이면서 유리티록신(free thyroxine, fT4) 정상 범주인 3,790명을 연구 대상으로 선정하였다. 본 연구는 원광대학교병원 연구윤리심의위원회로부터 승인되어 시행하였다(2020-01-001-002).

2. 일반사항

대상자의 흡연 여부, 음주 여부 등의 건강행태요인은 건강 설문조사를 이용하여 수집하였다. 현재 흡연율은 현재 흡연하는 여부로 조사하였으며, 월간 음주율은 최근 1년 동안 한 달에 1회 이상 술을 마신 적이 있다고 응답한 사람 수로 하였다.

3. 대사증후군 진단 기준

본 연구에서는 대사증후군의 진단 기준으로 revised National Cholesterol Education Programme Adult Treatment Panel III 기준을 사용하여, 다음 다섯 가지 항목 중 세 가지 이상을 만족하는 것으로 정의하였다.¹⁷⁾ 1) 복부비만: 허리둘레 ≥ 90 cm (남성), ≥ 85 cm (여성); 2) 고중성지방혈증(triglycerides, TG): TG ≥ 150 mg/dL 혹은 이에 대한 약물 복용 중; 3) 저고밀도 지단백 콜레스테롤혈증(high-density lipoprotein cholesterol, HDL-C): HDL < 40 mg/dL (남성), < 50 mg/dL (여성) 혹은 이에 대한 약물 복용 중; 4) 고혈압: 수축기 혈압 ≥ 130 mmHg 혹은 이완기 혈압 ≥ 85 mmHg이거나 항고혈압제를 복용하고 있는 경우; 5) 고혈당: 공복 혈당 ≥ 100 mg/dL이거나 인슐린 혹은 경구혈당강하제를 사용하고 있는 경우.

4. 갑상선 검사 항목 기준 및 비타민 D 분석

갑상선기능은 TSH와 fT4 수준으로 평가되었고, Cobas 8000 (Roche, Penzberg, Germany)을 사용하여 측정하였다. 각 군의 분류 기준은 제6기 국민건강영양조사 자료를 바탕으로 발표된 질병관리본부 자료를 근거로 하였다.¹²⁾ 정상 갑상선기능(euthyroid, EUT)군은 평생 갑상선질환의 진단

경험이 없고, 현재 갑상선기능이상 관련 약 미복용 중이며, TPOAb 결과 음성이며, fT4가 정상 범주(시약제조사 기준: 0.9-1.8 ng/dL) 내 분포하는 경우로 정의하였으며, 이 그룹에서의 2.5백분위수에서 97.5백분위수까지의 TSH 수치(0.62-6.86 mU/L)를 참고치(reference range)로 정의하였다. SCH군은 TSH가 참고치의 97.5백분위수 이상(>6.86 mU/L) 이면서 fT4가 정상 범주에 해당하는 경우로 정의되었다.

체내에 존재하는 비타민 D는 여러 가지 형태로 존재하는데, 그중 25-hydroxy vitamin D (25(OH)D)가 가장 많고 안정한 형태로 비타민 D의 농도를 대표하는 수치로 여겨진다.¹⁸⁾ 따라서 제6기 국민건강영양조사에서는 혈중 비타민 D의 농도를 25(OH)D의 형태로 네오딘의학연구소의 1470 WIZARD gamma-counter (PerkinElmer, Turku, Finland)를 이용하여 25-Hydroxy Vitamin D 125I RIA kit (DiaSorin, Stillwater, OK, USA) 시약으로 방사선면역측정법(radioimmunoassay) 검사 방법에 의해 측정하였으며, 2013-2014년 2년간의 결과로 분석하였다.

5. 통계 분석

자료는 SPSS 21.0 프로그램(SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 이용하여 분석하였으며, 국민건강영양조사 자료는 복합 표본데이터(complex survey data)이므로 가중치를 고려한 복합 표본 분석을 시행하였다. 가중치는 질병관리본부 국민건강영양조사 원시자료 이용지침서에 따라 적용하였다.

연구 대상자의 일반적 특성 및 대사증후군 항목의 차이는 평균과 표준편차, 또는 비율(%)을 사용해 나타내고, 연속형 변수의 경우 *t*-test, 범주형 변수의 경우는 chi-square test를 이용하였다. 유의수준은 양측 검정으로 *P*-value 0.05를 기준으로 이 값 미만일 때 유의한 것으로 하였다.

또한 대사증후군 요소, 비타민 D 수치와 SCH와의 관련성은 complex sample generalized linear model을 사용하여 분석하였다. 그리고 성별, 연령에 대하여 보정을 시행한 후에는 complex sample logistic regression test를 통해 교차비(odds ratio)와 95% 신뢰구간(confidence interval)을 구하였다.

결 과

1. EUT군과 SCH군에서의 대상자의 일반적 특징 및 혈액검사 결과

EUT군과 SCH군의 평균 연령은 각각 37.48±0.21세, 40.05±1.52세로 SCH군에서 유의하게 높게 나타났다. EUT군에서 성별은 남자는 48.6%, 여자는 51.4%로 나타났으며, SCH군의 남자는 28.4%, 여자는 71.6%로 나타났다. 현재

흡연을 하는 경우는 EUT군에서 27.9%였고, SCH군에서는 11.0%였다.

당화혈색소(hemoglobin A1c), 알라닌아미노전달효소(alanine aminotransferase), 혈액요소질소(blood urea nitrogen), 혈청크레아틴(serum creatinine)은 SCH군보다 EUT군에서 통계적으로 유의미하게 높게 나타났으며, 총 콜레스테롤(total cholesterol)과 뇨크레아틴(urine creatinine)은 SCH군에서 유의미하게 높게 나타났다.

EUT군에서 평균 TSH 수치는 2.45±0.03 mU/L, fT4는 1.27±0.00 ng/dL였고, SCH군에서 평균 TSH 수치는 9.33±0.32 mU/L, fT4는 1.14±0.02 ng/dL였다(Table 1).

Table 1. Comparison of anthropometric and biochemical parameters of subjects according to status of thyroid function

	EUT (n=3,688)	SCH (n=102)	<i>P</i> ^a
Sex			<0.001
Male	1,791 (48.6)	29 (28.4)	
Female	1,897 (51.4)	73 (71.6)	
Age, y	37.48±0.21	40.05±1.52	<0.001
Alcohol consumption			0.481
No	1,373 (34.1)	38 (30.4)	
Yes	2,303 (65.9)	64 (69.6)	
Current smoker			0.001
No	2,777 (72.1)	92 (89.0)	
Yes	889 (27.9)	10 (11.0)	
BMI, kg/m ²	23.47±0.07	23.23±0.37	0.184
TC, mg/dL	186.23±0.66	188.76±2.72	0.002
HDL-C, mg/dL	51.82±0.22	53.42±1.29	0.155
LDL-C, mg/dL	115.41±0.83	107.11±4.85	0.108
U-CREA, mg/dL	188.10±1.98	188.56±10.94	<0.001
FBS, mg/dL	93.85±0.25	92.71±0.95	0.238
HbA1c, %	5.51±0.01	5.49±0.03	<0.001
AST, IU/L	21.15±0.20	20.58±0.80	0.228
ALT, IU/L	21.86±0.40	18.08±1.21	0.007
BUN, mg/dL	13.24±0.07	12.69±0.38	<0.001
S-CREA, mg/dL	0.85±0.00	0.79±0.02	<0.001
TSH, uIU/mL	2.45±0.03	9.33±0.32	<0.001
fT4, ng/dL	1.27±0.00	1.14±0.02	<0.001

Values are presented as mean±standard deviation or number (%). Abbreviations: ALT, alanine aminotransferase; AST, aspartate aminotransferase; BMI, body mass index; BUN, blood urea nitrogen; EUT, euthyroid; FBS, fasting blood sugar; fT4, free thyroxine; HbA1c, hemoglobin A1c; HDL-C, high density lipoprotein cholesterol; LDL-C, low density lipoprotein cholesterol; S-CREA, serum creatinine; SCH, subclinical hypothyroidism; TC, total cholesterol; TSH, thyroid stimulating hormone; U-CREA, urine creatinine.

^a*P*-value was taken by complex sample Rao-Scott adjusted chi-square test or complex sample generalized linear model T test.

2. EUT군과 SCH군에서의 대사증후군 요소 및 비타민 D의 비교

EUT군의 8.5%, SCH군의 8.6%가 대사증후군 기준에 해당하였으나, 통계적으로 유의미하지는 않았다. 대사증후군 요소 중 수축기 혈압($P=0.021$)과 공복 혈당($P=0.002$)이 SCH군보다 EUT군에서 높게 나타났으며, 비타민 D는 SCH군이 15.20 ± 0.78 ng/mL, EUT군이 16.24 ± 0.21 ng/mL로 EUT군에서 통계적 유의미하게 높게 나타났다($P<0.001$) (Table 2).

3. fT4, TSH 그리고 비타민 D와 대사증후군 요소와의 관련성

TSH, fT4 그리고 비타민 D와 대사증후군 요소 간의 관련성을 complex sample generalized linear model를 사용해서 보았다. 결과는 TSH와 모든 대사증후군 요소 그리고 비타민 D와는 통계적으로 유의미한 관계를 보이지 않았고, fT4와 이완기 혈압($P=0.003$)이 양의 상관관계를, fT4와 중성지방($P<0.001$)이 음의 상관관계를 보였다. 다른 변수들과는 통계적으로 유의미한 연관성을 보이지 않았다(Table 3).

4. 대사증후군과 비타민 D에 따른 SCH에 대한 비교위험도

대사증후군과 그 요소들 그리고 비타민 D 수치와 SCH의

Table 2. Association between the status of thyroid function and the components of metabolic syndrome and vitamin D

	EUT (n=3,688)	SCH (n=102)	P ^a
Metabolic syndrome			0.976
No	3,368 (91.5)	92 (91.4)	
Yes	320 (8.5)	10 (8.6)	
WC, cm	80.02±0.20	78.49±1.01	0.179
SBP, mmHg	113.02±0.27	110.81±1.24	0.021
DBP, mmHg	74.66±0.20	72±73±0.97	0.107
FBS, mg/dL	93.85±0.25	92.71±0.95	0.002
TG, mg/dL	130.82±2.24	127.02±9.90	0.089
HDL-C, mg/dL	51.82±0.22	53.42±1.29	0.217
25(OH)D, ng/mL	16.24±0.21	15.20±0.78	<0.001

Values are presented as mean±standard deviation or number (%). Abbreviations: 25(OH)D, 25-hydroxy vitamin D; DBP, diastolic blood pressure; EUT, euthyroid; FBS, fasting blood sugar; HDL-C, high density lipoprotein cholesterol; SBP, systolic blood pressure; SCH, subclinical hypothyroidism; TG, triglyceride; WC, waist circumference.

^aP-value was taken by complex sample Rao-Scott adjusted chi-square test or complex sample generalized linear model T test.

연관성을 살펴보기 위해 성별과 연령을 보정 후 complex sample logistic regression test 분석을 시행하였고, 대사증후군 요소와 비타민 D의 SCH에 대한 위험도는 모두 통계적으로 유의미하지 않았다(Table 4).

고 찰

본 연구는 갑상선호르몬이 대사에 영향을 주고, 비타민 D가 자가면역질환에 영향을 준다는 기존의 연구들을 바탕으로 유병률이 증가하는 무증상 갑상선기능저하증에서 대

Table 3. Association between thyroid hormones and the components of metabolic syndrome and vitamin D

	TSH		FT4	
	β	P ^a	β	P ^a
WC, cm	-0.003	0.562	-0.000169	0.755
SBP, mmHg	0.003	0.540	0.000037	0.957
DBP, mmHg	-0.005	0.410	0.002	0.003
FBS, mg/dL	-0.002	0.492	-0.001	0.076
TG, mg/dL	0.001	0.256	-0.000191	<0.001
HDL-C, mg/dL	0.002	0.591	-0.001	0.144
25(OH)D, ng/mL	-0.013	0.099	0.001	0.098

Abbreviations: 25(OH)D, 25-hydroxy vitamin D; DBP, diastolic blood pressure; FBS, fasting blood sugar; FT4, free thyroxine; HDL-C, high density lipoprotein cholesterol; SBP, systolic blood pressure; TG, triglyceride; TSH, thyroid stimulating hormone; WC, waist circumference.

^aP-value was taken by complex sample generalized linear model T test.

Table 4. OR of SCH with metabolic syndrome and its components, vitamin D

	SCH	
	OR (95% CI)	P ^a
WC, cm	1.011 (0.979-1.043)	0.519
SBP, mmHg	0.982 (0.957-1.007)	0.152
DBP, mmHg	1.016 (0.985-1.048)	0.308
FBS, mg/dL	0.999 (0.985-1.013)	0.855
TG, mg/dL	1.001 (0.999-1.002)	0.409
HDL-C, mg/dL	0.995 (0.973-1.018)	0.658
25(OH)D, ng/mL	0.970 (0.925-1.016)	0.199

Adjusted for sex, age.

Abbreviations: 25(OH)D, 25-hydroxy vitamin D; CI, confidence interval; DBP, diastolic blood pressure; FBS, fasting blood sugar; HDL-C, high density lipoprotein cholesterol; OR, odds ratio; SBP, systolic blood pressure; SCH, subclinical hypothyroidism; TG, triglyceride; WC, waist circumference.

^aOR and 95% CI are calculated with complex sample logistic regression test.

사증후군 요소와 비타민 D 수치와의 연관성을 살펴보았다. 그러나 인종, 연구 방법이나 시기에 따라 다른 결과가 나올 수 있음을 고려하였고, 기존의 국내 연구들과는 다른 방법으로 연구를 진행하였다. 대사증후군의 몇몇 요소들과 비타민 D가 갑상선호르몬과의 연관성에서 의미 있게 나온 것으로 보였으나, 여러 가지 변수를 보정 후 시행한 결과 한국 성인에서 무증상 갑상선기능저하증과 대사증후군 요소 그리고 비타민 D와는 관련을 보이지 않는다는 것을 확인할 수 있었다.

그동안 본 연구와 같이 SCH와 대사증후군과의 연관성이 적다는 국외 연구가 있는데, 대규모 중국인을 대상으로 한 Liu 등⁴⁾의 연구에 의하면 SCH군에서 대사증후군의 위험도는 EUT군에 비하여 유의미하게 증가하지 않았고, 대사증후군 구성항목의 유병률 역시 통계적으로 유의미한 차이를 보이지 않았다. 또한 사우디에서 시행된 Aldossari 등⁵⁾의 연구에서도 SCH와 대사증후군과의 유의미한 관계를 찾아볼 수 없었다.

반면 이와 상반되게 일부 연구에서는 SCH군 또는 정상 범위이라도 높은 TSH 혈중농도, 낮은 fT4 농도가 대사증후군과 관련 있다고 보고하였다. 이란에서 시행된 Mehran 등⁶⁾의 연구에 따르면 EUT군에서도 fT4 농도가 감소함에 따라 대사증후군 및 대사증후군 각 구성항목의 유병률이 증가하는 양상을 보였고, 대사증후군의 교차비가 유의미하게 증가하는 소견도 확인되었다. 또한 중국인을 대상으로 한 Lin 등⁷⁾의 연구에서도 fT4 농도가 감소함에 따라 대사증후군의 유병률 및 교차비가 증가하는 소견이 확인되었고, 역시 중국인을 대상으로 한 Lai 등⁸⁾의 연구에서는 TSH 농도가 증가할수록 대사증후군 유병률이 증가하는 것으로 나타났다. 네 팔인을 대상으로 한 Khatiwada 등⁹⁾의 연구에서는 대사증후군 진단받은 환자에서 SCH 유병률이 유의미하게 높은 것으로 나타났다.

이처럼 갑상선기능과 대사증후군 그리고 그 구성요소 간의 연관성은 연구마다 다르게 나타나는데, 이는 TSH 수준은 인종, 연령, 성별, 요오드 섭취량에 따라 영향을 미칠 수 있고 연구마다 추적 관찰 기간이 다르기 때문에 그 결과가 다르게 나타나는 것으로 보인다.

국내에서의 연구도 연구마다 상이한 결과를 보이는데, 일개 대학병원 검진센터 대상자에서 시행된 Park 등¹⁹⁾의 연구에 따르면, TSH 수치가 높을수록 대사증후군의 위험도가 증가하였고, 최근 정상 갑상선기능을 지닌 한국 남성을 대상으로 한 연구에서 fT4의 농도가 증가할수록 대사증후군 및 대사증후군의 모든 구성항목의 유병률이 감소하는 것으로 나타났다.¹³⁾

반면 일개 대학병원 검진센터에서 시행된 Oh 등²⁰⁾의 연구에서 EUT군과 SCH군에서 모두 나이, 체질량지수, 흡연,

음주, 운동 여부를 보정한 뒤에도 TSH 농도와 대사증후군의 모든 변수와의 연관성이 없음으로 나타났다. 이는 본 연구와 일치하는 내용이다. 또한 한국 성인에서 TSH 수치에 따른 대사증후군 유병률을 살펴본 연구에서도 통계적 유의성은 보이지 않았다.²¹⁾

또한 본 연구에서 SCH군에서 EUT군에 비하여 비타민 D가 통계적으로 유의하게 낮았지만, 여러 변수를 보정 후에는 비타민의 SCH에 대한 교차비는 유의미하지 않았다. 이는 기존의 비타민 D가 갑상선기능저하와 연관이 있다고 밝힌 국외 논문과 상반되는 결과인데, Mirhosseini 등²²⁾의 연구에 따르면 현성 갑상선저하증군에서는 EUT군에서보다 약 3배 정도, SCH군에서는 EUT군보다 약 2배 정도 비타민 D 결핍 비율이 높았다.

본 연구는 몇 가지 제한점을 가진다. 먼저 단면 연구설계로 인하여 대사증후군 및 그 구성요소들과 갑상선호르몬과의 명확한 인과관계를 설명할 수 없다는 점이다. 또한 대사증후군에 영향을 미칠 수 있는 운동이나 식이, 음주나 흡연 등 다른 변수들이 모두 고려되지 못하였다. 마지막으로 신뢰되는 국가기관의 기준치를 이용하였으나, 국내에서도 아직 연구마다 TSH 농도의 정상 범위가 아직 정확하게 규정되어 있지 않고 계속 논의가 되고 있어 적용하는 참고치 범위 수준에 따라 연구 결과가 달라질 수 있을 것이라 생각된다.

이러한 제한점에도 불구하고 본 연구는 2013년부터 새롭게 추가된 갑상선호르몬 검사 결과를 포함한 국민건강영양조사라는 대표성을 가지는 대규모 데이터를 기반으로 한 대단위 단면연구라는 점에서 강점을 가진다. 또한 그동안 국내에서 시행되었던 제한된 집단에서의 연구가 아닌 한국 성인 남녀 모두를 대상으로 시행하였고, TSH 수치와 대사증후군 구성요소 간의 관계뿐 아니라 SCH군에서의 대사증후군과 비타민 D의 연관성을 본 연구라는 점에서 의의를 가진다.

요 약

연구배경: 지금까지 현성 갑상선기능저하증에서 대사증후군의 유병률이 높다는 것은 여러 연구를 통해 알려져 있다. 하지만 무증상 갑상선기능저하증과 대사증후군의 관계를 본 결과는 연구마다 결과가 상이하다. 따라서 본 연구에서는 우리나라 성인에서 무증상 갑상선기능저하증과 대사증후군 그리고 비타민 D의 관계를 알아보고자 하였다.

방법: 제6기 국민건강영양조사의 자료를 이용하여, 갑상선검사에 참여한 19세 이상 수검자 중 정상 갑상선기능군과 무증상 갑상선기능저하증군을 대상으로 갑상선호르몬, 비타민 D와 대사증후군과의 연관성을 분석하기 위해 카이-제

곱 검정, 일반화 선형모델, 로지스틱 회귀분석을 실행하였다.

결과: 정상 갑상선기능군에서 무증상 갑상선기능저하증군에서보다 대사증후군 구성요소 중 수축기 혈압과 공복 혈당이 높았고, 비타민 D는 무증상 갑상선기능저하증군에서 더 낮게 나타났다. 하지만 관련 변수들을 보정한 뒤에는 대사증후군, 비타민 D와 무증상 갑상선기능저하증은 통계적으로 유의한 연관관계를 보이지 않았다.

결론: 한국 성인에서 무증상 갑상선기능저하증과 대사증후군, 비타민 D는 연관성이 없는 것으로 나타났다.

중심 단어: 무증상 갑상선기능저하증, 대사증후군, 비타민 D

ORCID

You-Lee Kim <https://orcid.org/0000-0002-9376-1647>
A-Lum Han <https://orcid.org/0000-0002-6509-7953>
Sae-Ron Shin <https://orcid.org/0000-0002-3581-2397>

REFERENCES

1. Park E, Kim J. Gender and age specific prevalence of metabolic syndrome among Korean adults: analysis of the fifth Korean National Health and Nutrition Examination Survey. *J Cardiovasc Nurs* 2015;30(3):256-66.
2. Pucci E, Chiovato L, Pinchera A. Thyroid and lipid metabolism. *Int J Obes Relat Metab Disord* 2000;24(2):S109-12.
3. Klieverik LP, Janssen SF, van Riel A, Foppen E, Bisschop PH, Serlie MJ, et al. Thyroid hormone modulates glucose production via a sympathetic pathway from the hypothalamic paraventricular nucleus to the liver. *Proc Natl Acad Sci U S A* 2009;106(14):5966-71.
4. Liu C, Scherbaum WA, Schott M, Schinner S. Subclinical hypothyroidism and the prevalence of the metabolic syndrome. *Horm Metab Res* 2011;43(6):417-21.
5. Aldossari K, Al-Ghamdi S, Al-Zahrani J, Al Jammah A, Alanazi B, Al-Briek A, et al. Association between subclinical hypothyroidism and metabolic disorders: a retrospective chart review study in an emerging university hospital. *J Clin Lab Anal* 2019;33(9):e22983.
6. Mehran L, Amouzegar A, Tohidi M, Moayedi M, Azizi F. Serum free thyroxine concentration is associated with metabolic syndrome in euthyroid subjects. *Thyroid* 2014;24(11):1566-74.
7. Lin SY, Wang YY, Liu PH, Lai WA, Sheu WH. Lower serum free thyroxine levels are associated with metabolic syndrome in a Chinese population. *Metabolism* 2005;54(11):1524-8.
8. Lai Y, Wang J, Jiang F, Wang B, Chen Y, Li M, et al. The relationship between serum thyrotropin and components of metabolic syndrome. *Endocr J* 2011;58(1):23-30.
9. Khatiwada S, Sah SK, Kc R, Baral N, Lamsal M. Thyroid dysfunction in metabolic syndrome patients and its relationship with components of metabolic syndrome. *Clin Diabetes Endocrinol* 2016;2:3.
10. Kivity S, Agmon-Levin N, Zisappl M, Shapira Y, Nagy EV, Dankó K, et al. Vitamin D and autoimmune thyroid diseases. *Cell Mol Immunol* 2011;8(3):243-7.
11. Kim D. The role of vitamin D in thyroid diseases. *Int J Mol Sci* 2017;18(9):1949.
12. Kim WG, Kim WB, Woo G, Kim H, Cho Y, Kim TY, et al. Thyroid stimulating hormone reference range and prevalence of thyroid dysfunction in the Korean population: Korea National Health and Nutrition Examination Survey 2013 to 2015. *Endocrinol Metab (Seoul)* 2017;32(2):106-14.
13. Park SG, Kim DH, Park JH, Kim EY, Choi M, Kim H, et al. The association between thyroid function and metabolic syndrome in euthyroid Korean male adults: Korea National Health and Nutrition Examination Survey VI. *Korean J Fam Pract* 2019;9(2):154-60.
14. Yoon HJ, Shin HC, Choi JH, Hur YS, Hong SB, Kim YS, et al. The relationship between thyroid hormone and metabolic syndrome in obese euthyroid adults. *Korean J Obes* 2008;17(1):10-9.
15. Park HT, Cho GJ, Ahn KH, Shin JH, Hong SC, Kim T, et al. Thyroid stimulating hormone is associated with metabolic syndrome in euthyroid postmenopausal women. *Maturitas* 2009; 62(3):301-5.
16. Nah EH, Lee JG. The relationship between thyroid function and the risk factors of cardiovascular disease at female medical checkups. *Korean J Lab Med* 2009;29(4):286-92.
17. Stone NJ, Bilek S, Rosenbaum S. Recent national cholesterol education program adult treatment panel III update: adjustments and options. *Am J Cardiol* 2005;96(4A):53E-9E.
18. Park HA, Kim SY. Recent advance on vitamin D. *J Korean Med Assoc* 2013;56(4):310-8.
19. Park SB, Choi HC, Joo NS. The relation of thyroid function to components of the metabolic syndrome in Korean men and women. *J Korean Med Sci* 2011;26(4):540-5.
20. Oh HJ, Kim MH, Kwon YR, Kim HW, Kim MJ, Kim YS. A cross-sectional study of the association between thyroid hormones and thyroid-stimulating hormone with parameters of the metabolic syndrome in Korean men and women. *Korean J Fam Pract* 2018;8(5):764-70.
21. Lee JY, Kim JH, Ju MK, Kim JS, Park MH. The association between thyroid stimulating hormone and metabolic syndrome in Korean: the 6th Korean National Health and Nutrition Examination Survey (2015). *Korean J Fam Pract* 2018;8(6):877-81.
22. Mirhosseini N, Brunel L, Muscogiuri G, Kimball S. Physiological serum 25-hydroxyvitamin D concentrations are associated with improved thyroid function-observations from community-based program. *Endocrine* 2017;58(3):563-73.