

การศึกษาาระดับทองแดง แมกนีเซียม ซีลีเนียม และสังกะสีในผู้สูงอายุ ชาวไทยที่มีภาวะเมแทบอลิกซินโดรมและระดับน้ำตาลในเลือดสูง

The Study of Copper, Magnesium, Selenium, and Zinc Levels in Thai Elder with Metabolic Syndrome and Hyperglycemia

ถวัลย์ ฤกษ์งาม, อรชума ล่อใจ, สุดาวดี คงขำ

และดวงเนตร พิพัฒน์สถิตพงศ์*

บัณฑิตศึกษา สาขาวิชาเทคนิคการแพทย์ ภาควิชาเทคนิคการแพทย์ คณะสหเวชศาสตร์
มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต ตำบลคลองหนึ่ง อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12120

Thaval Rerksngarm, Onchuma Lohjai, Sudawadee Kongkhum

and Duangnat Pipatsatitpong*

Graduate Program in Medical Technology, Department of Medical Technology, Faculty of Allied Health
Sciences, Thammasat University, Rangsit Centre, Khlong Nueng, Khlong Luang, Pathum Thani 12120

บทคัดย่อ

แร่ธาตุทองแดง แมกนีเซียม ซีลีเนียม และสังกะสี มีบทบาทสำคัญต่อกระบวนการเมแทบอลิซึมของร่างกาย ภาวะอ้วนลงพุง (metabolic syndrome) เกิดจากสาเหตุที่เมแทบอลิซึมที่เปลี่ยนแปลงไป อันสืบเนื่องมาจากแร่ธาตุ เหล่านี้มีการเปลี่ยนแปลงไปเช่นกัน วัตถุประสงค์ : เพื่อศึกษาาระดับทองแดง แมกนีเซียม ซีลีเนียม สังกะสี ใน ผู้สูงอายุชาวไทย ที่มีภาวะอ้วนลงพุงร่วมกับการมีระดับน้ำตาลในเลือดสูง วิธีการ : ตรวจสอบหาระดับทองแดง แมกนีเซียม ซีลีเนียม และสังกะสี ในประชาชนที่เข้ารับการรักษาสุขภาพที่โรงพยาบาลสิรินธร ตั้งแต่เดือนธันวาคม พ.ศ. 2560 ถึงเดือนมกราคม พ.ศ. 2561 รูปแบบงานวิจัย คือ case-control โดยคัดเลือกกลุ่มควบคุม A (วัย กลางคน ระดับน้ำตาลปกติ) กลุ่มควบคุม B (ผู้สูงอายุที่ไม่มีภาวะอ้วนลงพุง ระดับน้ำตาลปกติ) และกลุ่มเป้าหมาย C (ผู้สูงอายุที่มีภาวะอ้วนลงพุงและมีน้ำตาลในเลือดสูง) ผลการวิจัย : กลุ่มเป้าหมาย C มีค่าเฉลี่ย \pm ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐานของระดับทองแดง : 0.127 ± 0.029 mg/dL แมกนีเซียม : 2.002 ± 0.294 mg/dL ซีลีเนียม : 73.176 ± 46.819 ng/mL สังกะสี : 0.097 ± 0.057 mg/dL มีระดับค่อนข้างต่ำกว่ากลุ่มควบคุม A และ B เมื่อ วิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างแมกนีเซียมและซีลีเนียมกับภาวะอ้วนลงพุงร่วมกับมีระดับน้ำตาลในเลือด สูง พบว่ามีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.001$) สรุป : ระดับแมกนีเซียมและซีลีเนียมที่ลดต่ำลง สืบเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงเมตาบอลิซึมที่ลดลงในผู้สูงอายุ ซึ่งเป็นผลกระทบมาจากภาวะเมแทบอลิกซินโดรม

*ผู้รับผิดชอบบทความ : duangnat@tu.ac.th

ร่วมกับระดับน้ำตาลในเลือดสูง ดังนั้นผู้สูงอายุควรได้รับความรู้และตระหนักถึงการดูแลสุขภาพ เพื่อป้องกันการเกิดโรคต่าง ๆ ในผู้สูงอายุ

คำสำคัญ : ทองแดง; แมกนีเซียม; ซีลีเนียม; สังกะสี; เมแทบอลิกซินโดรม

Abstract

Copper, magnesium, selenium and zinc play the important roles in metabolism. A cause of metabolic syndrome is occurred from metabolism changing which related these trace elements changing. Aim: To study the copper magnesium selenium zinc levels in Thai elder with metabolic syndrome and hyperglycemia. Methods: Analysis of copper, magnesium, selenium and zinc levels of participants who were checked-up at Sirindhorn Hospital during December 2017 to January 2018. For case-control study design, control A was a middle-aged group without metabolic syndrome and normal blood sugar level and control B was an elder aged group without metabolic syndrome and normal glucose level. Case C was an elder aged group with metabolic syndrome and hyperglycemia. Results: Case C group: Mean and standard deviation of copper, magnesium, selenium and zinc were 0.127 ± 0.029 mg/dL, 2.002 ± 0.294 mg/dL, 73.176 ± 46.819 ng/mL, 0.097 ± 0.057 mg/dL respectively. Four trace elements of case C group were lower than control A and B groups. Spearman rank correlation analyzed that magnesium and selenium were significantly correlated with metabolism syndrome and hyperglycemia ($p<0.001$). Conclusion: The low level of magnesium and selenium were effected by metabolism decreasing in the elders. These effects caused by metabolic syndrome with hyperglycemia. Therefore, prevention of other diseases will occur in the future, the elders should be educated and recognized their health.

Keywords: copper; magnesium; selenium; zinc; metabolic syndrome

1. บทนำ

แร่ธาตุมีความจำเป็นต่อร่างกาย โดยการศึกษาที่ผ่านมาพบว่าแร่ธาตุทองแดง (copper, Cu) แมกนีเซียม (magnesium, Mg) ซีลีเนียม (selenium, Se) และสังกะสี (zinc, Zn) มีบทบาทในกระบวนการเมแทบอลิซึม การควบคุมการทำงาน และการรักษาสสมดุลของร่างกาย รวมถึงการรักษาระดับ oxidation-reduction [1] ซึ่งกระบวนการเมแทบอลิซึมจะลดลงในผู้สูงอายุ สำหรับสถานการณ์ในประเทศไทยโดยการ

ประมาณประชากรของสำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ พบว่าในอนาคต (พ.ศ. 2566) ประชากรที่มีอายุ 60 ปี ขึ้นไปในประเทศไทย จะมีประชากรเพิ่มขึ้นเป็น 14.1 ล้านคน คิดเป็นร้อยละ 21 ของประชากรทั้งหมด [2]

เนื่องจากผู้สูงอายุเป็นกลุ่มประชากรที่มีความเสี่ยงต่อการเป็นโรคเรื้อรังต่าง ๆ สูง จากการสำรวจคุณภาพชีวิตผู้สูงอายุ ไทยที่มีอายุตั้งแต่ 60 ปีขึ้นไป พ.ศ. 2544 พบว่าโรคที่เป็นปัญหาในผู้สูงอายุที่สำคัญ

ได้แก่ โรค เบาหวาน ภาวะความดันโลหิตสูง ภาวะอ้วนลงพุง โรคข้อต่าง ๆ เป็นต้น [3]

สาเหตุที่ทำให้ผู้สูงอายุมีความเสี่ยงเพิ่มขึ้น คือ การได้รับสารอาหารที่ไม่เพียงพอ ความหลากหลายในการรับประทานอาหารน้อยลง และการทำงานของร่างกายที่เปลี่ยนแปลงไป อัตราการเผาผลาญสารอาหารและการดูดซึมสารอาหารที่ลดลง นอกจากสารอาหารที่ให้พลังงานและช่วยซ่อมแซมส่วนที่สึกหรอแล้ว ยังมีสารอาหารในกลุ่มวิตามินและแร่ธาตุ ซึ่งเป็นหนึ่งในสารอาหารที่ร่างกายขาดไม่ได้ เนื่องจากวิตามินและแร่ธาตุจะช่วยควบคุมการเผาผลาญสารอาหารและการรักษาสมดุลของร่างกาย ถ้าระดับแร่ธาตุที่เปลี่ยนแปลงไป ก็ส่งผลกระทบต่อเมแทบอลิซึมของร่างกายด้วยเช่นกัน พบว่าผู้สูงอายุมีภาวะเมแทบอลิกซินโดรม (metabolic syndrome, Mets) หรือที่เรียกว่าภาวะอ้วนลงพุงนั้น เป็นกลุ่มอาการของความผิดปกติของกระบวนการเมแทบอลิซึมซึ่งมีความสัมพันธ์กับโรคความดันโลหิตสูง ระดับน้ำตาลในเลือดสูง และโรคเก๊าท์ ปัจจุบันพบผู้สูงอายุที่มีภาวะ metabolic syndrome จำนวนเพิ่มมากขึ้น สาเหตุหนึ่งที่เกิดจากเมแทบอลิซึมที่เปลี่ยนแปลงไปนั้น เป็นผลสืบเนื่องมาจากระดับแร่ธาตุที่เปลี่ยนแปลงไปนั่นเอง ส่งผลทำให้มีความเสี่ยงต่อการเกิดโรคต่าง ๆ เช่น โรคหัวใจและหลอดเลือด [3]

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแร่ธาตุทองแดง แมกนีเซียม ซีลีเนียม และสังกะสีในผู้สูงอายุที่มีภาวะ metabolic syndrome พบว่าระดับทองแดงมีความสัมพันธ์กับค่าความดันโลหิต การขาดทองแดงมีความเกี่ยวข้องกับปัจจัยเสี่ยงที่ทำให้เกิดความดันโลหิตสูง และโรคหัวใจและหลอดเลือด พบว่าการขาดทองแดงจะเหนี่ยวนำให้เกิด oxidative damage และการป้องกันสารต้านอนุมูลอิสระในหัวใจได้ อีกทั้งในผู้ป่วยโรคหัวใจและหลอดเลือดที่มีระดับของธาตุทองแดงที่

สูงขึ้นอย่างมีนัยสัมพันธ์นั้น สัมพันธ์กับค่าความดันโลหิตที่สูงขึ้นด้วย [4]

แมกนีเซียมเป็นธาตุพื้นฐานที่มีความเกี่ยวข้องกับการทำงานทางสรีรวิทยาเป็น cofactor ในปฏิกิริยาต่าง ๆ ที่สำคัญมากกว่า 300 ชนิด แมกนีเซียมมีอิทธิพลต่อการทำงานของเอนไซม์ต่าง ๆ ในกระบวนการเมแทบอลิซึม งานวิจัยพบว่าระดับของแมกนีเซียมในเลือดต่ำมีความสัมพันธ์กับ metabolic syndrome [5,6]

ซีลีเนียมมีความเกี่ยวข้องกับการกระบวนการสร้างและสลายสารอาหาร ทำให้ร่างกายเจริญเติบโต กระตุ้นการทำงานของระบบภูมิคุ้มกัน ซีลีเนียมจะอยู่ในรูปของซีลีโนโปรตีน จัดเป็นโปรตีนที่ทำลายอนุมูลอิสระที่เกิดจากความเครียดต่าง ๆ ของเซลล์ นอกจากนี้ยังมีผลต่อเมแทบอลิซึมของฮอร์โมนไทรอยด์ ฮอร์โมนเพศ และอินซูลิน [7] การขาดธาตุซีลีเนียมนำมาสู่ความเสี่ยงในการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือด พบว่าการขาดซีลีเนียมจะเพิ่มโอกาสการตายจากโรคหัวใจและหลอดเลือดถึง 2-3 เท่า [8]

สังกะสีมีบทบาทต่อการเจริญเติบโตและการพัฒนาการตั้งแต่การตั้งครรภ์ วัยเด็ก และวัยรุ่น เนื่องจากเป็นส่วนประกอบหลักของเอนไซม์กว่า 300 ชนิด ซึ่งมีความเกี่ยวข้องกับกระบวนการสังเคราะห์และสลายคาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน และการแบ่งตัวของเซลล์ [9,10] การขาดสังกะสีมีความเกี่ยวข้องกับการเกิด metabolic syndrome เนื่องจากสังกะสีมีบทบาทในกระบวนการเมแทบอลิซึม การเปลี่ยนแปลงของสังกะสีนั้นมีผลต่อ metabolic syndrome และโรคเบาหวานชนิดที่ 2 ทั้งในมนุษย์และสัตว์ [11-13] โดยการขาดสังกะสีจะส่งผลให้เกิดการตี้อินซูลิน ภาวะน้ำตาลในเลือดสูง ความทนทานต่อกลูโคส (glucose tolerance test) เสียไป ดังนั้นงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาระดับทองแดง แมกนีเซียม

ซีลีเนียม และสังกะสี ในผู้สูงอายุที่มีภาวะ metabolic syndrome ร่วมกับระดับน้ำตาลในเลือดสูง ซึ่งยังไม่มีรายงานการวิจัยในประเทศไทยมาก่อน เพื่อเป็นฐานข้อมูลในการใช้ประโยชน์ในการบริหารจัดการระบบสาธารณสุขในประเทศไทยในอนาคตต่อไป

2. วิธีการวิจัย

2.1 รูปแบบงานวิจัยและกลุ่มตัวอย่าง

การวิจัยนี้ศึกษาแบบ case control study เก็บข้อมูลทั่วไป เช่น เพศ อายุ น้ำหนัก ส่วนสูง ความดันโลหิต ค่าผลตรวจทางชีวเคมีในเลือด เช่น fasting blood sugar, triglyceride, HDL cholesterol และขอแบ่งตัวอย่างเลือดจากกลุ่มตัวอย่างที่เข้ามารับการตรวจสุขภาพที่โรงพยาบาลสิรินธร ตั้งแต่เดือนธันวาคม พ.ศ. 2560 ถึงเดือนมกราคม พ.ศ. 2561 งานวิจัยนี้ได้ผ่านการพิจารณาจริยธรรมจากคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมชุดที่ 3 มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

2.1.1 การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่าง

(1) กลุ่มควบคุม A : กลุ่มวัยกลางคนที่มียุ่ 40-50 ปี ที่ไม่มีภาวะ metabolic syndrome และมีระดับน้ำตาลในเลือดปกติ จำนวน 75 คน

(2) กลุ่มควบคุม B : กลุ่มผู้สูงอายุตั้งแต่ 60 ปีขึ้นไป ที่ไม่มีภาวะ metabolic syndrome และมีระดับน้ำตาลในเลือดปกติ จำนวน 81 คน

(3) กลุ่มเป้าหมาย C : กลุ่มผู้สูงอายุตั้งแต่ 60 ปีขึ้นไป ที่มีภาวะ metabolic syndrome และมีระดับน้ำตาลในเลือดสูง จำนวน 179 คน

2.1.2 เกณฑ์การวินิจฉัยภาวะ metabolic syndrome

ใช้เกณฑ์ 3 ใน 5 ข้อ ของ National Cholesterol Education Program Adult Treatment Panel III หรือ NCEP-ATPIII [14] ดังนี้

(1) เพศชาย เส้นรอบเอว ≥ 90 cm

เพศหญิง เส้นรอบเอว ≥ 80 cm ในงานวิจัยนี้ใช้ค่าดัชนีมวลกายแทนค่าเส้นรอบเอว (NCEP-ATP III) [15] เพศชาย BMI ≥ 27 kg/m² และเพศหญิง BMI ≥ 25 kg/m²

(2) ไขมันไตรกลีเซอไรด์ ≥ 150 mg/dL

mg/dL

(3) ไขมัน HDL-cholesterol : เพศชาย

< 40 mg/dL เพศหญิง < 50 mg/dL

(4) ความดันโลหิต > 130/85 mmHg

(5) ระดับน้ำตาลในเลือดขณะอดอาหาร ≥ 100 mg/dL

2.2 การตรวจวิเคราะห์ระดับทองแดง แมกนีเซียม ซีลีเนียม และสังกะสีในเลือด

นำซีรัมมาตรวจวิเคราะห์หาระดับแร่ธาตุทองแดง แมกนีเซียม ซีลีเนียม และสังกะสี ด้วยหลักการ atomic absorption ที่ภาควิชาเทคนิคการแพทย์ คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต โดยใช้ graphite furnace atomic absorption spectrophotometer (GFAAS) ยี่ห้อ ZEEMAN ในการตรวจวิเคราะห์ทองแดง แมกนีเซียม และซีลีเนียมในซีรัม โดยใช้ความยาวคลื่น (Cu: 324.7, Mg: 285.2, Se: 196.0 nm) และใช้ flame atomic absorption spectrometer (FAAS) ยี่ห้อ UNICAM ตรวจวิเคราะห์สังกะสีในซีรัมโดยใช้ความยาวคลื่น (Zn: 213.9 nm) แต่ละตัวอย่างจะวิเคราะห์ 3 ครั้ง แล้วนำผลการวิเคราะห์มาหาค่าเฉลี่ย

2.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

ข้อมูลทั่วไป ผลการตรวจระดับน้ำตาลและไขมันในเลือด รวมทั้งแร่ธาตุทองแดง แมกนีเซียม ซีลีเนียม และสังกะสี วิเคราะห์ด้วยสถิติเชิงพรรณนา และนำเสนอในรูปแบบค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สถิติอ้างอิงใช้วิเคราะห์ผลความแตกต่างระดับแร่ธาตุทั้ง 3 กลุ่ม ด้วย Kruskal-Wallis test วิเคราะห์แต่ละคู่ต่างด้วย Mann Whitney U test และวิเคราะห์ค่า

สัมประสิทธิ์ สหสัมพันธ์ด้วย Spearman rank correlation โดยวิเคราะห์ช่วงระดับแร่ธาตุ (ต่ำ ปกติ และสูง) ของแร่ธาตุทองแดง แมกนีเซียม ซีลีเนียม สังกะสีกับภาวะ metabolic syndrome ร่วมกับระดับน้ำตาลในเลือดสูง โดยตั้งค่าระดับความเชื่อมั่น 95 % หรือ กำหนด $\alpha = 0.05$

3. ผลการวิจัยและวิจารณ์

3.1 ข้อมูลทั่วไปและผลการตรวจระดับน้ำตาลและไขมันในเลือดของกลุ่มตัวอย่าง

เมื่อสำรวจข้อมูลทั่วไปของ กลุ่มควบคุม A จำนวน 75 ราย กลุ่มควบคุม B จำนวน 81 ราย และกลุ่มเป้าหมาย C จำนวน 179 ราย พบว่าทุกกลุ่มมีจำนวนเพศหญิงมากกว่าเพศชายถึง 2 เท่า โดยกลุ่ม A ซึ่งเป็นกลุ่มวัยกลางคนนั้น มีอายุเฉลี่ย 45.52 ± 2.85 ปี ส่วนกลุ่ม B และกลุ่ม C ซึ่งเป็นกลุ่มผู้สูงอายุ มีอายุเฉลี่ย 72.43 ± 7.95 และ 70.79 ± 7.14 ปี ตามลำดับ กลุ่มผู้สูงอายุที่มีภาวะ metabolic syndrome ร่วมกับระดับน้ำตาลในเลือดสูง (กลุ่ม C) มีค่าความดัน systolic blood pressure (SBP: 140.72 ± 20.26 mmHg) สูงกว่าทุกกลุ่ม เมื่อใช้ค่านิยามของสมาคมความดันโลหิตสูงแห่งประเทศไทย คือ โรคความดันโลหิตสูง (hypertension) หมายถึง ระดับความดันโลหิตซิสโตลิก (systolic blood pressure, SBP) > 140 มม.ปรอท และ/หรือ ความดันโลหิตไดแอสโตลิก (diastolic blood pressure, DBP) > 90 มม.ปรอท isolated systolic hypertension (ISH) หมายถึง ระดับ SBP > 140 มม.ปรอท แต่ระดับ DBP < 90 มม.ปรอท มาใช้เป็นเกณฑ์พิจารณาความดันโลหิตสูงในงานวิจัยนี้ [16] พบจำนวนผู้ที่มีความดันโลหิตสูงในกลุ่ม C มากกว่ากลุ่มอื่น ๆ จำนวน 92 ราย (51.4 %) ผลการตรวจระดับน้ำตาล (FBS: 145.03 ± 44.28 mg/dL) และระดับไขมันไตรกลีเซอไรด์ (TG: $168.94 \pm$

89.18 mg/dL) ในเลือดก็มีระดับสูงมากที่สุดในกลุ่มผู้สูงอายุที่มีภาวะ metabolic syndrome ร่วมกับระดับน้ำตาลในเลือดสูง (กลุ่ม C) เช่นเดียวกัน แต่กลับพบว่าผลการตรวจระดับ HDL cholesterol (42.13 ± 12.98 mg/dL) นั้น ให้ค่าเฉลี่ยต่ำกว่ากลุ่มควบคุม A และ B (ตารางที่ 1)

3.2 ผลการตรวจวิเคราะห์ระดับทองแดง แมกนีเซียม ซีลีเนียม และสังกะสีในเลือด

เมื่อวิเคราะห์ระดับทองแดงในเลือดทั้ง 3 กลุ่ม พบว่ากลุ่มวัยกลางคนที่มีระดับน้ำตาลในเลือดปกติ (กลุ่มควบคุม A) กลุ่มผู้สูงอายุที่ไม่มีภาวะ metabolic syndrome และระดับน้ำตาลในเลือดปกติ (กลุ่มควบคุม B) และกลุ่มผู้สูงอายุที่มีภาวะ metabolic syndrome ร่วมกับระดับน้ำตาลในเลือดสูง (กลุ่มเป้าหมาย C) มีค่าเท่ากับ 0.144 ± 0.076 , 0.118 ± 0.027 และ 0.127 ± 0.029 mg/dL ตามลำดับ ซึ่งระดับทองแดงในกลุ่ม C นั้น มีแนวโน้มต่ำเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่ม A

เมื่อวิเคราะห์ระดับแมกนีเซียม ซีลีเนียม และสังกะสีในกลุ่มเป้าหมาย C (Mg: 2.002 ± 0.294 mg/dL, Se: 73.176 ± 46.819 ng/mL, Zn: 0.097 ± 0.057 mg/dL) พบว่าแร่ธาตุเหล่านี้มีระดับต่ำกว่ากลุ่มควบคุม A & B

เมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างของระดับแร่ธาตุทองแดง แมกนีเซียม ซีลีเนียม และสังกะสีของทั้ง 3 กลุ่ม พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ดังตารางที่ 2 จากนั้นวิเคราะห์หาคู่ต่างในกลุ่มของแร่ธาตุทองแดง พบว่ากลุ่ม A & B และกลุ่ม B & C มีระดับทองแดงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.001$, $p = 0.002$) แต่เมื่อวิเคราะห์คู่ต่างของแร่ธาตุแมกนีเซียม ซีลีเนียม และสังกะสีพบว่ามีค่าแตกต่างกันในกลุ่ม A & C และ กลุ่ม B & C อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 1 ข้อมูลทั่วไป ระดับน้ำตาล และไขมันในเลือดของกลุ่มตัวอย่าง

Characteristics	Control groups		Case group
	Group A (N=75)	Group B (N=81)	Group C (N=179)
Sex (M/F)	(25/50)	(25/56)	(72/107)
Age (mean±SD years)	45.52±2.85	72.43±7.95	70.79±7.14
SBP (mean±SD mmHg)	125.13±17.20	132.21±8.13	140.72±20.26
DBP (mean±SD mmHg)	76.28±11.47	70.07±11.55	72.56±12.47
BMI (mean±SD kg/m ²)	25.23±4.81	23.81±4.13	26.97±6.87
FBS (mean±SD mg/dL)	89.76±6.48	91.56±5.57	145.03±44.28
TG (mean±SD mg/dL)	114.95±58.72	114.30±39.62	168.94±89.18
HDL cholesterol (mean±SD mg/dL)	56.72±13.88	61.15±16.85	42.13±12.98
Hypertension (n/%)	13 (17.3%)	26 (32.1%)	92 (51.4%)

SBP: systolic blood pressure, DBP: diastolic blood pressure, BMI: body mass index, FBS: fasting blood sugar, TG: triglyceride, HDL: high density lipoprotein

ตารางที่ 2 ผลตรวจวิเคราะห์ทองแดง แมกนีเซียม ซีลีเนียม และสังกะสีในกลุ่มต่าง ๆ

Trace element	Control groups		Case group	p-value
	Group A (N=75)	Group B (N=81)	Group C (N=179)	
Cu (mean±SD mg/dL)	0.144±0.076	0.118±0.027	0.127±0.029	0.002*
Mg (mean±SD mg/dL)	2.178±0.467	2.178±0.264	2.002±0.294	<0.001*
Se (mean±SD ng/mL)	79.356±16.231	80.539±12.789	73.176±46.819	<0.001*
Zn (mean±SD mg/dL)	0.104±0.026	0.106±0.0309	0.097±0.057	0.004*

*significant: p-value < 0.05 (กำหนด $\alpha = 0.05$), SD = standard deviation, Cu = copper, Mg = magnesium, Se = selenium, Zn = zinc

3.3 การวิเคราะห์สหสัมพันธ์ระหว่างทองแดง แมกนีเซียม ซีลีเนียม และสังกะสีกับภาวะเมแทบอลิกซินโดรมที่มีระดับน้ำตาลในเลือดสูง

เมื่อวิเคราะห์สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างช่วงระดับ (ต่ำ ปกติ และสูง) ของแร่ธาตุทองแดง แมกนีเซียม ซีลีเนียม และสังกะสีกับภาวะ metabolic syndrome ร่วมกับมีระดับน้ำตาลในเลือดสูงด้วย

Spearman rank correlation coefficient พบว่าช่วงระดับทองแดงและสังกะสีไม่มีความสัมพันธ์กับภาวะ metabolic syndrome ที่มีระดับน้ำตาลในเลือดสูง ($p = 0.805$, $p = 0.975$) แต่กลับพบว่ามีความสัมพันธ์ของช่วงระดับแมกนีเซียม ($r_s = -0.202$) และซีลีเนียม ($r_s = -0.290$) โดยพบว่ามีช่วงระดับต่ำในกลุ่มที่มีภาวะ metabolic syndrome ที่มีระดับน้ำตาลในเลือดสูง

ของแร่ธาตุแมกนีเซียม (68.3 %) ซีลีเนียม (74.5 %) เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่ม non metabolic syndrome อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.001$, $p < 0.001$) ตามลำดับ (ตารางที่ 4)

3.4 วิจัยผลลัพธ์

กลุ่มประชากรศึกษาในงานวิจัยนี้ พบผู้มีภาวะอ้วนลงพุง (metabolic syndrome) ร่วมกับระดับน้ำตาลในเลือดสูง 179 ราย พบในเพศหญิง 72 ราย (67.3 %) โดยงานวิจัยของ Arnaud และคณะ [17] ซึ่งศึกษาความสัมพันธ์ของแร่ธาตุทองแดงสังกะสี และซีลีเนียมกับภาวะอ้วนลงพุง ในกลุ่มประชากรยุโรป

ตารางที่ 3 ผลการทดสอบความแตกต่างของระดับแร่ธาตุทองแดง แมกนีเซียม ซีลีเนียม และสังกะสีระหว่างกลุ่มต่าง ๆ

Trace element	gr.A vs gr.B (p-value)	gr.A vs gr.C (p-value)	gr.B vs gr.C (p-value)
Cu	<0.001*	0.210	0.002*
Mg	0.782	<0.001*	<0.001*
Se	0.759	<0.001*	<0.001*
Zn	0.997	0.005*	0.002*

*significant: p-value < 0.05 (กำหนด $\alpha = 0.05$), Cu = copper, Mg = magnesium, Se = selenium, Zn = zinc

ตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์สหสัมพันธ์ระหว่างทองแดง แมกนีเซียม ซีลีเนียม และสังกะสีกับภาวะ metabolic syndrome ร่วมกับมีน้ำตาลในเลือดสูง

Trace element	ช่วงระดับ	Non Mets		Metabolic syndrome (Mets)	
		N (%)	N (%)	r_s	p-value
Cu	ต่ำ	0 (0.00)	3 (100.00)	-0.014	0.805
	ปกติ	125 (47.20)	140 (52.80)		
	สูง	31 (46.30)	36 (53.70)		
Mg	ต่ำ	19 (31.70)	41 (68.30)	-0.202	<0.001*
	ปกติ	118 (47.00)	133 (53.00)		
	สูง	19 (79.20)	5 (20.80)		
Se	ต่ำ	28 (25.50)	82 (74.50)	-0.290	<0.001*
	ปกติ	128 (57.10)	96 (42.90)		
	สูง	0 (0.00)	1 (100.00)		
Zn	ต่ำ	1 (16.70)	5 (83.30)	-0.002	0.975
	ปกติ	153 (47.70)	168 (52.30)		
	สูง	2 (25.00)	6 (75.00)		

*significant: p-value < 0.05, (กำหนด $\alpha = 0.05$), Mets = metabolic syndrome, Cu = copper, Mg = magnesium, Se = selenium, Zn = zinc

ที่เรียกว่ากลุ่ม “IMMIDIET” พบเพศหญิงในกลุ่ม metabolic syndrome มากกว่าเพศชายเช่นเดียวกัน

และพบว่าเพศหญิงในกลุ่ม metabolic syndrome มีความสัมพันธ์กับระดับความเข้มข้นซีลีเนียมสูงกว่าเพศ

ชาย แต่งงานวิจัยนี้กลับพบระดับซีลีเนียมต่ำ เนื่องจากกลุ่มประชากรของงานวิจัยนี้เป็นผู้สูงวัยมากกว่า ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อการดูดซึมแร่ธาตุได้ในปริมาณที่ลดลง ทำให้เกิดระดับแร่ธาตุทองแดง แมกนีเซียม ซีลีเนียม และสังกะสีต่ำกว่ากลุ่มควบคุม และผลของงานวิจัยนี้ขัดแย้งกับการศึกษาของ Rotter และคณะ [18] ที่พบว่าผู้สูงอายุเพศชายในโปแลนด์ซึ่งอาศัยอยู่ใกล้โรงงานอุตสาหกรรม สัมผัสโลหะหนักและมีความเครียด โดยส่งผลให้เกิดภาวะ metabolic syndrome มากกว่าในเพศหญิง

ผลงานวิจัยนี้พบความแตกต่างของระดับทองแดงระหว่างกลุ่มควบคุมผู้สูงอายุ (B) และกลุ่มผู้สูงอายุที่มีภาวะ metabolic syndrome ร่วมกับระดับน้ำตาลในเลือดสูง (C) จากรายงานของ Rotter และคณะ [18] และ Asayama และคณะ [19] พบว่าภาวะ hyperglycemia จะไปกระตุ้นกระบวนการ glycation ทำให้มีการหลังทองแดงและองค์ประกอบของทองแดงเพิ่มขึ้น

แร่ธาตุแมกนีเซียมเป็น cofactor ของเอนไซม์หลาย ๆ ชนิดในขบวนการเมแทบอลิซึมของไขมันและคาร์โบไฮเดรต [5,6] ส่วนแร่ธาตุทองแดงและสังกะสีมีความสำคัญการรักษาสมดุลของร่างกาย มีความเกี่ยวข้องกับกระบวนการสังเคราะห์และสลายคาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมันเช่นกัน มีงานวิจัยที่แสดงความสัมพันธ์ของทองแดงและสังกะสีในผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 โดยพบว่าระดับทองแดงที่ต่ำลงส่งผลให้เกิดโรคแทรกซ้อนในผู้ป่วยเบาหวาน ในขณะที่สังกะสีช่วยป้องกันการเกิดภาวะ metabolic syndrome และเบาหวานได้ [21,22] ส่วนแร่ธาตุซีลีเนียมมีหน้าที่เป็น antioxidant และเป็นส่วนหนึ่งใน glutathione peroxidase ป้องกันการทำลายเนื้อเยื่อจาก peroxide ที่ผลิตมาจากขบวนการสลายไขมัน มีหลายงานวิจัยที่สนับสนุนว่าซีลีเนียมป้องกัน

การเกิด metabolic disorder [21,22] ดังนั้นถ้าระดับซีลีเนียมต่ำก็จะเกิดภาวะ metabolic disorder ซึ่งผลการวิเคราะห์ระดับซีลีเนียมในงานวิจัยนี้ พบว่ามีระดับซีลีเนียมต่ำในกลุ่มผู้สูงอายุที่มีภาวะ metabolic syndrome ร่วมกับมีระดับน้ำตาลในเลือดสูง เนื่องจากธาตุซีลีเนียมเป็นแร่ธาตุที่มีความสำคัญต่อกระบวนการเมแทบอลิซึมและการรักษามวลกระดูกในร่างกาย เป็นตัวทำลายสารอนุมูลอิสระ ซึ่งเป็นปัจจัยที่ช่วยป้องกันการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือดได้ ดังนั้นถ้าระดับซีลีเนียมต่ำจะเกิดภาวะ metabolic disorder สำหรับผลการวิเคราะห์ระดับซีลีเนียมในงานวิจัยนี้พบว่า มีระดับซีลีเนียมต่ำในกลุ่มผู้สูงอายุที่มีภาวะ metabolic syndrome ร่วมกับมีระดับน้ำตาลในเลือดสูง

งานวิจัยนี้พบว่ากลุ่มเป้าหมาย C (ผู้สูงอายุที่มีภาวะ metabolic syndrome ร่วมกับการมีน้ำตาลในเลือดสูง) มีความดันโลหิตสูง 92 ราย (51.4 %) ซึ่งมีปริมาณสูงกว่าในกลุ่มควบคุม (A) จำนวน 13 ราย (17.3 %) และกลุ่มควบคุม (B) จำนวน 26 ราย (32.1 %) งานวิจัยนี้ พบผู้ที่มีความดันโลหิตสูงในกลุ่ม metabolic syndrome มากกว่างานวิจัยของ Obeid และคณะ [23] ที่ตรวจหาความสัมพันธ์ของแร่ทองแดง ซีลีเนียมและสังกะสีกับภาวะ metabolic syndrome ในชาวเลบานอนที่มีอายุตั้งแต่ 18-65 ปี งานวิจัยของ Obeid และคณะพบผู้ที่มีความดันโลหิตสูงในผู้ที่มีภาวะ metabolic syndrome 31.2 % เหตุผลที่งานวิจัยนี้พบผู้ที่มีความดันโลหิตสูงในกลุ่ม metabolic syndrome มากกว่างานวิจัยของ Obeid และคณะ เพราะว่ากลุ่มประชากรของงานวิจัยนี้คัดเลือกผู้สูงอายุที่มีภาวะ metabolic syndrome ร่วมกับมีน้ำตาลในเลือดสูง เป็นที่ทราบกันดีอยู่แล้วว่าความดันโลหิตสูงมักจะพบในกลุ่มผู้สูงอายุ เนื่องจากมีการเพิ่มขึ้นของ Leptin ซึ่งเป็น pro inflammatory cytokine ซึ่งจะมีผลให้เกิดพยาธิสภาพของหลอดเลือดแข็ง หรือภาวะ

endothelial dysfunction ซึ่งผลจากภาวะนี้อาจมีส่วนส่งเสริมให้เกิดความดันโลหิตสูง

ข้อจำกัดงานวิจัยนี้ คือ bias ซึ่งเกิดขึ้นได้กับการศึกษาแบบ case-control เช่น การเลือกกลุ่มควบคุมและกลุ่มเป้าหมายนั้น เนื่องจากการศึกษาที่ใช้เกณฑ์ของ NCEP-ATPIII และค่า cut off ของระดับน้ำตาลในเลือดตามค่าอ้างอิงจากห้องปฏิบัติการ ซึ่งไม่ได้มีการยืนยันเรื่องโรคประจำตัว เช่น โรคเบาหวาน โรคหัวใจและหลอดเลือด ภาวะความดันโลหิตสูง และอื่น ๆ ซึ่งอาจทำให้เกิด selection bias ได้ ในกรณีผู้สูงอายุที่มีภาวะ metabolic syndrome และเป็นผู้ป่วยเบาหวานที่ควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดได้ปกติ กลุ่มคนเหล่านี้ก็จะถูกคัดแยกออกไป และในกรณีกลุ่มเป้าหมายที่มีภาวะน้ำตาลในเลือดสูงนั้น ควรได้รับการตรวจยืนยันว่าบุคคลเหล่านั้นเป็นเบาหวานหรือไม่ เนื่องจากมีหลาย ๆ งานวิจัยที่ศึกษาความสัมพันธ์ของแร่ธาตุเหล่านี้มีระดับลดต่ำลงในผู้ป่วยเบาหวานด้วยเช่นกัน [19,20,22] ในกรณีผู้ป่วยเบาหวานที่ไม่มีภาวะอ้วนลงพุงและควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดได้ดีนั้น อาจถูกคัดเลือกเข้าไปอยู่ในกลุ่มควบคุมได้เช่นกัน ดังนั้นการศึกษาในครั้งต่อไปควรเก็บข้อมูลเรื่องโรคประจำตัว ได้แก่ โรคเบาหวาน โรคหัวใจและหลอดเลือด โรคความดันโลหิตสูง เป็นต้น

เมื่อวิเคราะห์หาความชุก metabolic syndrome เฉพาะในกลุ่มผู้สูงอายุของงานวิจัยนี้ พบความชุก 68.8 % (179/260) ซึ่งสูงกว่างานวิจัยของ Obeid และคณะ [23] แต่เนื่องจากการศึกษานี้เป็นรูปแบบ case-control มีการเจาะจงคัดเลือกกลุ่มควบคุมและกลุ่มเป้าหมายตามเกณฑ์ของ NCEP-ATPIII ซึ่งไม่ทราบจำนวนทั้งหมดของกลุ่มประชากรที่เข้ารับการตรวจสุขภาพที่โรงพยาบาลแห่งนี้ ด้วยเหตุนี้จึงไม่สามารถทราบความชุกที่แท้จริงของกลุ่มผู้สูงอายุที่มีภาวะ metabolic syndrome ร่วมกับภาวะน้ำตาลใน

เลือดสูงได้ อย่างไรก็ตาม งานวิจัยนี้ นับว่าเป็นประโยชน์มาก โดยเป็นการศึกษา เรื่อง แร่ธาตุทองแดง แมกนีเซียม ซีลีเนียม และสังกะสีในกลุ่มผู้สูงอายุที่มีภาวะอ้วนลงพุงร่วมกับระดับน้ำตาลในเลือดสูง ซึ่งเป็นฐานข้อมูลที่ยังไม่มีการศึกษาประชากรกลุ่มนี้ในประเทศไทย

4. สรุป

แร่ธาตุมีความจำเป็นต่อร่างกาย โดยการศึกษาที่ผ่านมาพบว่าแร่ธาตุทองแดง แมกนีเซียม ซีลีเนียม และสังกะสี มีบทบาทในกระบวนการเมแทบอลิซึม การควบคุมการทำงาน และการรักษาสมดุลของร่างกาย การวิจัยครั้งนี้สรุปได้ว่าผู้สูงอายุที่มีภาวะ metabolic syndrome ร่วมกับมีระดับน้ำตาลในเลือดสูงนั้น มีความสัมพันธ์กับระดับแร่ธาตุแมกนีเซียมและซีลีเนียม มีช่วงระดับลดต่ำลง ซึ่งอาจส่งผลให้เกิดโรคเบาหวานร่วมกับการเกิดภาวะ metabolic syndrome ในผู้สูงอายุในอนาคต ดังนั้นผู้สูงอายุควรได้รับความรู้และตระหนักถึงการดูแลสุขภาพ เพื่อป้องกันการเกิดโรคต่าง ๆ ในผู้สูงอายุ

5. กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัย ประเภททุนวิจัยทั่วไป สำหรับนักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษามหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ประจำปีงบประมาณ 2560

6. รายการอ้างอิง

- [1] Castillo-Durán, C. and Cassorla, F., 1999, Trace elements in human growth and development, J. Pediatr. Endocrinol. Metab. 12: 589-601.
- [2] สำนักงานวิจัยนวัตกรรมและพันธมิตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, 2559, บท

- สรุปสำหรับผู้บริหาร ยุทธศาสตร์การวิจัยราย
ประเด็นด้านผู้สูงอายุและสังคมสูงอายุ (พ.ศ.
2556-2559), แหล่งที่มา : [http://www.kmutt.
ac.th/rippc/nrct59/34s10.pdf](http://www.kmutt.ac.th/rippc/nrct59/34s10.pdf), 12 เมษายน
2559.
- [3] คณะอนุกรรมการจัดทำข้อมูลสถานการณ์ผู้สูง
อายุ, 2547, สถานการณ์ผู้สูงอายุไทย, แหล่งที่มา
: [http://www.m-society.go.th/document/
edoc/edoc_890.pdf](http://www.m-society.go.th/document/edoc/edoc_890.pdf), 12 เมษายน 2559.
- [4] Chen, Y., Saari, J.T. and Kang, Y.J., 1994,
Weak antioxidant defenses make the
heart a target for damage in copper-
deficient rats, *Free Radic. Biol. Med.* 17:
529-536.
- [5] Guerrero-Romero, F. and Rodriguez-
Moran, M., 2002, Low serum magnesium
levels and metabolic syndrome, *Acta
Diabetol.* 39: 209-213.
- [6] Kao, W.H., Folsom, A.R., Nieto, F.J., Mo,
J.P., Watson, R.L. and Brancati, F.L., 1999,
Serum and dietary magnesium and the
risk for type 2 diabetes mellitus: The
atherosclerosis risk in communities study,
Arch Intern Med. 159: 2151-2159.
- [7] Kryukov, G.V., Castellano, S., Novoselov,
S.V., Lobanov, A.V., Zehab, O., Guigó, R. and
Gladyshev, V.N., 2003, Characterization
of mammalian selenoproteomes, *Science*
300: 1439-1443.
- [8] Salonen, J.T., Alfthan, G., Huttunen, J.K.
and Pikkarainen, J., 1982, Association
between cardiovascular death and
myocardial infarction and serum selenium
in a matched-pair longitudinal study,
Lancet 24: 175-179.
- [9] Jansen, J., Karges, W. and Rink, L., 2009,
Zinc and diabetes-clinical links and
molecular mechanisms, *J. Nutr. Biochem.*
20: 399-417.
- [10] Heynemen, C.A., 1996, Zinc deficiency
and taste disorders, *Ann. Pharmacother.*
30: 186-187.
- [11] Chen, M.D., Lin, P.Y., Cheng, V. and Lin,
W.H., 1996, Zinc supplementation
aggravates body fat accumulation in
genetically obese mice and dietary-obese
mice, *Biol. Trace Elem. Res.* 52: 125-132.
- [12] Blonstein-Fujji, A., DiSilvestro, R., Frid, D.,
Katz, C. and Malarkey, W., 1997, Short
term zinc plasma 5'-nucleosidase
activities, insulin-like growth factor 1
concentrations and lipoprotein oxidation
rates *in vitro*, *Am. J. Clin. Nutr.* 66: 639-
642.
- [13] Simon, S.F. and Taylor, C.G., 2001, Dietary
zinc supplementation attenuates hyper
glycemia in db/db mice, *Exp. Biol. Med.*
(Maywood) 226: 43-51.
- [14] Paul, L., 2009, A comprehensive definition
for metabolic syndrome, *Dis. Model
Mech.* 2: 231-237.
- [15] Pongchaiyakul, C., Nguyen, T.V., Wanotha
yaroj, E., Krusun, N. and Klungboonkrong,
V., 2007, Prevalence of metabolic
syndrome and its relationship to weight in
Thai population, *J. Med. Assoc. Thai* 90: 459-

- 467.
- [16] สมาคมความดันโลหิตสูงแห่งประเทศไทย, 2558, แนวทางการรักษาโรคความดันโลหิตสูง เวชปฏิบัติทั่วไป, แหล่งที่มา : <http://www.thaihypertension.org/files/GL%20HT%202015.pdf>, 17 พฤษภาคม 2561.
- [17] Arnaud, J., de Lorgeril, M., Akbaraly, T., Salen, P., Arnout, J., Cappuccio, F.P., van Dongen, M.C.J.M., Donati, M.B., Krogh, V., Siani, A., Iacoviello, L. and on behalf of the EEuropean Collaborative Group of the IMMIDIET Project, 2012, Gender differences in copper, zinc and selenium status in diabetic-free metabolic syndrome European population - the IMMIDIET study, *Nutr. Metab. Cardiovasc. Dis.* 22: 517-524.
- [18] Rotter, I., Kosik-Bogacka, D., Dołęgowska, B., Safranow, K., Lubkowska, A. and Laszczyńska, M., 2015, Relationship between the concentrations of heavy metals and bioelements in aging men with metabolic syndrome, *Int. J. Environ. Res. Public Health* 12: 3944-3961.
- [19] Asayama, K., Kooy, N.W. and Burr, I.M., 1986, Effect of vitamin E deficiency and selenium deficiency on insulin secretory reserve and free radical scavenging systems in islets: Decrease of islet manganosuperoxide dismutase, *J. Lab. Clin. Med.* 107: 459-464.
- [20] Siddiqui, K., Bawazeer, N. and Joy, S.S., 2014, Variation in macro and trace elements in progression of type 2 diabetes, *Sci. World J.* 2014: 1-9.
- [21] Naka, T., Kaneto, H., Katakami, N., Matsuoka, T., Harada, A., Yamasaki, Y., Matsuhisa, M. and Shimomura, I., 2013, Association of serum copper levels and glycemic control in patients with type 2 diabetes, *Endocr. J.* 60: 393-396.
- [22] Ferdousi, S. and Mia, A.R., 2012, Serum levels of copper and zinc in newly diagnosed type-2 diabetic subjects Mymensingh, *Med. J.* 21: 475-478.
- [23] Obeid, O., Elfakhani, M., Hlais, S., Iskandar, M., Batal, M., Mouneimne, Y., Adra, N. and Hwalla, N., 2008, Plasma copper, zinc, and selenium levels and correlates with metabolic syndrome components of lebanese adults, *Biol. Trace Elem. Res.* 123: 58-65.