

นิพนธ์ฉบับ

การเปลี่ยนแปลงการตอบสนองของระบบประสาทอัตโนมัติควบคุมระบบไหลเวียน
ในคนอ้วนที่ระดับต่างๆ ของดัชนีมวลกาย

กนกวรรณ ศรีสุภกรกุล* ดวงเดือน บุญทอง** นกมล เนตรนิธิ* ปริญญ์ วัฒนสุข* วสุวิภา เกษรจรุง*

บทคัดย่อ

จุดประสงค์ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงการตอบสนองของระบบประสาทอัตโนมัติควบคุมระบบไหลเวียนที่ระดับต่างๆ ของดัชนีมวลกายระหว่างเพศชายและเพศหญิง ผู้ร่วมวิจัยเป็นผู้มีสุขภาพดีจำนวน 60 คน มีอายุระหว่าง 18-25 ปี โดยแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มน้ำหนักตัวปกติ (ดัชนีมวลกาย 18.5-24.9 กิโลกรัม/เมตร²) กลุ่มน้ำหนักตัวเกิน (ดัชนีมวลกาย 25.0-29.9 กิโลกรัม/เมตร²) และ กลุ่มคนอ้วน (ดัชนีมวลกาย >30 กิโลกรัม/เมตร²) โดยในแต่ละกลุ่มจะประกอบด้วยผู้ร่วมวิจัยเพศชาย 10 คน และเพศหญิง 10 คน ทำการวัดการตอบสนองของระบบประสาทอัตโนมัติ 4 การทดลอง ได้แก่ 1) การเปลี่ยนแปลงความดันโลหิตขณะเปลี่ยนท่า (postural blood pressure response; PBPR) 2) การเปลี่ยนแปลงอัตราการเต้นของหัวใจที่ตอบสนองในท่ายืน (heart rate response to standing; HRRS) 3) การเปลี่ยนแปลงอัตราการเต้นของหัวใจที่ตอบสนองขณะหายใจลึก (heart rate response to deep breathing; HRRDB) และ 4) การเปลี่ยนแปลงความดันโลหิตขณะออกแรงบีบมือ (blood pressure response to sustain handgrip; BPRSH)

ผลการศึกษาครั้งนี้พบว่าการทำงานของระบบประสาทอัตโนมัติที่ควบคุมระบบไหลเวียนทั้งประสาทซิมพาเทติกและพาราซิมพาเทติกทั้ง 4 การทดลอง มีค่าปกติในทุกช่วงดัชนีมวลกายทั้งเพศชายและเพศหญิง การทดลองนี้สรุปได้ว่าภาวะอ้วนในผู้ที่สุขภาพดี อาจไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงการตอบสนองของระบบประสาทอัตโนมัติที่ควบคุมระบบไหลเวียน วารสารเทคนิคการแพทย์เชียงใหม่ 2551; 41: 214-224.

คำรหัส: การตอบสนองของระบบประสาทอัตโนมัติควบคุมระบบไหลเวียน ภาวะอ้วน

* ภาควิชากายภาพบำบัด คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร จ.พิษณุโลก

** ภาควิชาเทคโนโลยีหัวใจและทรวงอก คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร จ.พิษณุโลก

Abstract: Alteration of cardiovascular autonomic responses in obesity with different BMI level

Kanokwan Srisupornkornkool* Duangduan Boonthong** Noppadon Natnithi* Parin Wattanasuk*
Wasuvipa Kesonjarung*

The present study investigated the alteration of cardiovascular autonomic responses between males and females of different BMI level. Sixty healthy subjects, aged 18-25 years, participated in this study. All subjects were divided into three groups, both males and females, including normal group (BMI 18.5-24.9 kg/m²), overweight group (BMI 25–29.9 kg/m²) and obese group (BMI >30 kg/m²). Measurements were divided into four responses of autonomic function, including postural blood pressure response (PBPR) test, heart rate response to standing (HRRS) test, heart rate response to deep breathing (HRRDB) test, and blood pressure response to sustained handgrip (BPRSH) test. The result showed normal response to all autonomic function tests in both males and females at different BMI level. In conclusion, the obesity in healthy subjects may not have effect on alteration of cardiovascular autonomic responses. Bull Chiang Mai Assoc Med Sci 2008; 41: 214-224.

Keywords: cardiovascular autonomic responses, obesity

* Department of Physical Therapy, Faculty of Allied Health Sciences, Naresuan University

** Department of Cardio-Thoracic Technology, Faculty of Allied Health Sciences, Naresuan University

บทนำ

ปัจจุบันแนวโน้มของประชากรที่มีน้ำหนักตัวมากเกินไปหรือมีภาวะอ้วนเพิ่มสูงขึ้น จากการสำรวจภาวะโภชนาการในประเทศไทยพบว่า ความชุกของภาวะอ้วนมีอัตราการเพิ่มขึ้นในทุกกลุ่มอายุ ในช่วงเวลา 9 ปี โดยเปรียบเทียบระหว่างปี พ.ศ. 2529 กับ ปี พ.ศ. 2538 พบว่ากลุ่มอายุ 20-29 ปี เพิ่มจากร้อยละ 2.9 เป็น 20.4 กลุ่มอายุ 30-39 ปี เพิ่มจากร้อยละ 18.0 เป็น 29.8 กลุ่มอายุ 40-49 ปี เพิ่มจากร้อยละ 19.1 เป็น 40.2 และกลุ่มอายุ 50-59 ปี เพิ่มจากร้อยละ 25.6 เป็น 35.0¹

ภาวะอ้วน (obesity) เป็นภาวะที่เกิดจากความไม่สมดุลกันระหว่างการรับและการใช้พลังงาน พลังงานส่วนเกินจึงถูกเปลี่ยนให้อยู่ในรูปไขมัน และถูกสะสมไว้ในส่วนต่างๆ ของร่างกาย มีหลายปัจจัยที่ส่งเสริมให้เกิดภาวะอ้วน เช่น การใช้พลังงานในปริมาณน้อยในการทำกิจกรรมประจำวัน และพฤติกรรมกรรมการบริโภคที่ผิดปกติ²⁻⁴ เป็นต้น การประเมินปริมาณไขมันของร่างกายจะบอกถึงการสะสมไขมันในร่างกาย โดยทั่วไปการประเมินไขมันจะใช้ดัชนีที่วัดได้ง่าย มีความเที่ยงตรงและน่าเชื่อถือ ดัชนีที่ใช้ในการประเมินไขมันมีหลายชนิด

และปัจจุบันเป็นที่ยอมรับกันว่า ดัชนีมวลกาย (Body Mass Index: BMI) สามารถใช้ในการประเมินไขมันหรือประเมินว่า น้ำหนักตัวปกติหรือไม่^{2,5,6}

ค่าดัชนีมวลกาย (BMI) เป็นวิธีการคำนวณอัตราส่วนระหว่าง น้ำหนักตัวเป็นกิโลกรัม (kg) กับส่วนสูงเป็นเมตรยกกำลังสอง (m^2) มีค่าปกติอยู่ระหว่าง 18.5-24.9 กิโลกรัม/เมตร² หากดัชนีมวลกาย มากกว่า 25 กิโลกรัม/เมตร² ถือว่าน้ำหนักตัวเกิน แต่หากมากกว่า 30 กิโลกรัม/เมตร² ถือว่าอ้วน^{2,5} ปัจจุบันที่มีผลต่อการประเมินไขมัน ได้แก่ อายุ เพศ เชื้อชาติ ภาวะโภชนาการ และพันธุกรรม^{5,6} จากการศึกษาระยะยาวโดยเฝ้าติดตามตั้งแต่วัยเด็กจนเข้าสู่วัยรุ่น พบว่าค่าดัชนีมวลกายมีความสัมพันธ์กับการเกิดโรคและการเสียชีวิต โดยที่อัตราการเกิดโรคและอัตราการตายจะเพิ่มขึ้นในคนอ้วน^{3,4,6,7} ดังนั้นภาวะอ้วนจึงเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดโรคต่างๆ ตามมาได้แก่ โรคระบบหัวใจและระบบไหลเวียนเลือด เช่น โรคหลอดเลือดแข็งตัว โรคเส้นเลือดอุดตันจากลิ้มเลือด โรคความดันโลหิตสูง โรคหัวใจวาย หัวใจเต้น ผิดจังหวะ เส้นโลหิตในสมองแตก และอื่นๆ ได้แก่ โรคเบาหวาน โรคไต นิ่วในถุงน้ำดี โรคข้อเข่าเสื่อม นอนไม่หลับ มีภาวะหยุดหายใจขณะหลับทำให้ตื่นบ่อย และโรคมะเร็งเป็นต้น⁴⁻⁸

มีการศึกษาถึงผลของน้ำหนักตัวเกิน หรือภาวะอ้วนต่อระบบหัวใจและหลอดเลือดจำนวนมาก เช่น การศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนีมวลกายและการเปลี่ยนแปลงความดันโลหิต พบว่า เมื่อค่าดัชนีมวลกายเพิ่มสูงขึ้น ค่าความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัว (systolic blood pressure) และ ค่าผลต่างของความดันขณะหัวใจบีบตัวและคลายตัว (pulse pressure) จะลดลง⁹ ส่วนค่าความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัว (diastolic blood pressure) จะมีค่าเพิ่มขึ้น¹⁰ นอกจากนี้ยังมีการศึกษาพบว่า ในคนอ้วนการไหลเวียนเลือดส่วนปลาย และการขยายตัวของเส้นเลือดลดลงในขณะเครียด การลดลงของการไหลเวียนเลือดส่วนปลาย และการขยายตัวของเส้นเลือดอาจมาจากการเพิ่มขึ้นของการตอบสนองทางระบบประสาทอัตโนมัติ (autonomic nervous system) โดยเฉพาะระบบซิมพาเทติก (sympathetic) ดังนั้น จะเห็นว่าภาวะอ้วนทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงการ

ตอบสนองของระบบประสาทอัตโนมัติที่ควบคุมระบบไหลเวียน¹¹

ระบบประสาทอัตโนมัติเป็นระบบที่ควบคุมการไหลเวียนเลือด ประกอบด้วยระบบประสาทซิมพาเทติก (sympathetic) และ พาราซิมพาเทติก (parasympathetic) โดยที่ทั้ง 2 ระบบนี้ทำงานเพื่อรักษาความดันโลหิตให้คงที่ การทำงานนี้ผ่านกลไกการควบคุม 2 แบบใหญ่ๆ ได้แก่ การควบคุมในระยะสั้น (short term regulation) และการควบคุมในระยะยาว (long term regulation) การควบคุมในระยะสั้นจะช่วยปรับความดันโลหิตให้กลับสู่ปกติอย่างรวดเร็ว แต่การตอบสนองจะอยู่ไม่นาน การควบคุมชนิดนี้อาศัยกลไกรีเฟล็กซ์ในระบบไหลเวียนเลือด เช่น บาโรรีเฟล็กซ์ (baroreflex) คาร์ดิโอ พัลโมนารีรีเฟล็กซ์ (cardiopulmonary reflex) ส่วนการควบคุมในระยะยาวเกี่ยวข้องกับการรักษาปริมาตรเลือดซึ่งเป็นวิธีที่ใช้ปรับความดันโลหิตที่ใช้เวลา แต่มีประสิทธิภาพสูงสุด¹² การศึกษาวิจัยครั้งนี้สนใจศึกษา การควบคุมระยะสั้นที่ควบคุมการไหลเวียนเลือด โดยดูการเปลี่ยนแปลงการตอบสนองของระบบประสาทอัตโนมัติ ควบคุมระบบไหลเวียนทั้งระบบประสาทซิมพาเทติก และ พาราซิมพาเทติก

สำหรับการประเมินการเปลี่ยนแปลงการตอบสนองของระบบประสาทอัตโนมัติที่ควบคุมระบบไหลเวียนเลือด โดยทั่วไปแล้วจะประเมินเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงอัตราการเต้นของหัวใจ และความดันโลหิต โดยดูการเปลี่ยนแปลงอัตราการเต้นของหัวใจในขณะหายใจลึก (deep breathing) และขณะเปลี่ยนท่าทาง (postural change) ส่วนการเปลี่ยนแปลงความดันโลหิตจะทดสอบขณะเปลี่ยนท่าทางและขณะมีกิจกรรมการเคลื่อนไหว (physical activity) เช่น การทดสอบแรงบีบมือ (sustained handgrip) ซึ่งการทดสอบเหล่านี้เป็นการทดสอบที่สามารถวัดได้ภายนอกร่างกาย (non invasive) และเป็น การทดสอบที่ง่าย สามารถใช้บอกถึงการทำงานของระบบประสาทอัตโนมัติ ที่ ควบคุมระบบหัวใจและหลอดเลือด^{13,14}

จากที่กล่าวมาข้างต้นเห็นได้ว่าปริมาณไขมันมีความสัมพันธ์กับการตอบสนองของระบบประสาทอัตโนมัติ ดังนั้นการศึกษาในครั้งนี้จึงสนใจศึกษาการเปลี่ยนแปลง

การตอบสนองของระบบประสาทอัตโนมัติที่ควบคุมระบบไหลเวียนในคนอ้วน แต่ยังไม่เป็นที่ทราบแน่ชัดว่าปริมาณไขมันระดับไหน หรือที่ดัชนีมวลกายเท่าไร จึงเริ่มมีการเปลี่ยนแปลงการตอบสนองของระบบประสาทอัตโนมัติที่ควบคุมระบบไหลเวียน ดังนั้นการศึกษาครั้งนี้ต้องการศึกษาถึงการเปลี่ยนแปลงการตอบสนองของระบบประสาทที่ควบคุมระบบไหลเวียนที่ระดับต่างๆ ของดัชนีมวลกายในคนอ้วนทั้งเพศชายและหญิง

วัตถุประสงค์ของการศึกษาวิจัย

เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงการตอบสนองของระบบประสาทอัตโนมัติควบคุมระบบไหลเวียนที่ระดับต่างๆ ของดัชนีมวลกายระหว่างเพศชายและหญิง

วิธีการวิจัย

ประชากร / กลุ่มตัวอย่าง

ผู้ร่วมวิจัยเป็นนิสิตมหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก ทั้งเพศชายและหญิงที่มีสุขภาพดี มีอายุระหว่าง 18-25 ปี จำนวน 60 คน โดยแบ่งเป็น ชาย 30 คน และหญิง 30 คน ผู้ร่วมวิจัยถูกแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มละ 10 คน ทั้งชายและหญิง ตามดัชนีมวลกาย (BMI) คือ กลุ่มที่ 1 เป็นกลุ่มน้ำหนักตัวปกติ (normal) ดัชนีมวลกาย อยู่ระหว่าง 18.5-24.9 กิโลกรัม/เมตร² กลุ่มที่ 2 เป็นกลุ่มน้ำหนักตัวเกิน (overweight) มีค่าดัชนีมวลกาย ระหว่าง 25.0-29.9 กิโลกรัม/เมตร² กลุ่มที่ 3 เป็นกลุ่มคนอ้วน (obesity) มีค่าดัชนีมวลกาย >30.0 กิโลกรัม/เมตร² ขึ้นไป ทุกกลุ่มมีอายุและความสูงอยู่ในช่วงเดียวกัน² และเป็นผู้ที่ออกกำลังกายน้อยกว่าหรือเท่ากับ 3 ครั้ง/สัปดาห์ (sedentary lifestyle) ผู้ร่วมวิจัยที่เป็นโรคระบบหัวใจและหลอดเลือด โรคเบาหวาน โรคไต จะถูกคัดออกจากการทดสอบ

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยอธิบายถึงวัตถุประสงค์และรายละเอียดเกี่ยวกับขั้นตอนการวิจัยแก่ผู้ร่วมวิจัย จากนั้นผู้ร่วมวิจัยลงนามแสดงความยินยอมในการเข้าร่วมศึกษาวิจัย ซึ่งได้รับการรับรองจากคณะกรรมการจริยธรรมเกี่ยวกับการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยนเรศวร และกรอกแบบ

สอบถามซึ่งประกอบด้วยข้อมูลทั่วไป ข้อมูลการออกกำลังกาย การดื่มสุราและสูบบุหรี่ และข้อมูลเกี่ยวกับระบบประสาทอัตโนมัติ (autonomic symptoms) ได้แก่ ภาวะความดันโลหิตต่ำ (present of orthostatic hypotension) และเป็นลม (syncope) ผู้ร่วมวิจัยไม่รับประทานชา กาแฟ น้ำอัดลม และไม่สูบบุหรี่มาอย่างน้อย 12 ชั่วโมง ไม่ดื่มสุราอย่างน้อย 24 ชั่วโมง และรับประทานอาหารมาแล้วไม่ต่ำกว่า 2 ชั่วโมง ก่อนถูกทดสอบ

ผู้ร่วมวิจัยถูกชั่งน้ำหนัก วัดส่วนสูง แล้วนำมาคำนวณค่าดัชนีมวลกาย วัดอัตราการเต้นของหัวใจ และความดันโลหิตขณะพัก หลังจากนั้นทำการทดสอบการตอบสนองของระบบประสาทอัตโนมัติควบคุมระบบไหลเวียน ตามวิธีการวัดของ Ewing และคณะ¹³ โดยมีทั้งหมด 4 การทดสอบ ประกอบด้วย การทดสอบอัตราการเต้นของหัวใจ (heart rate) 2 วิธี โดยใช้เครื่องตรวจคลื่นไฟฟ้าหัวใจ (ECG: Marquette microsmart MC version 2.2, Germany) และวัดความดันโลหิต (blood pressure) 2 วิธี โดยใช้ชุดติดตามการทำงาน ของหัวใจ (bedside monitor: Marquette EAGLE 4000, Germany) ก่อนทำการทดสอบ ผู้วิจัยอธิบายถึงวิธีและขั้นตอนของการทดสอบทั้ง 4 แก่ผู้ร่วมวิจัย และพักอย่างน้อย 5 นาที ก่อนเริ่มทำการทดสอบ และพักประมาณ 5 นาที ก่อนเริ่มทำการทดสอบต่อไป ใช้เวลาในการทำการทดสอบประมาณ 30-45 นาที

วิธีการทดลอง

1. ความดันโลหิตขณะเปลี่ยนท่า (postural blood pressure response: PBPR)

ให้ผู้ร่วมวิจัยพักในท่านอนราบ 5 นาที แล้ววัด BP ทุกๆ 1 นาที เป็นเวลา 5 นาที นำค่านาทีที่ 4 และ 5 มาเฉลี่ย ค่า BP ที่ถูกเฉลี่ยนี้เรียกว่า Lying SBP จากนั้นให้ผู้ร่วมวิจัยลุกขึ้นยืนทันทีภายใน 3-5 วินาที BP ถูกวัดทันทีขณะยืน และวัดอีกครั้งหนึ่งหลังจากนั้น 1 นาที โดยเลือกใช้ค่าที่ต่ำที่สุด ค่าที่ได้นี้เรียกว่า Standing SBP โดยค่าความแตกต่างระหว่าง Lying SBP กับ Standing SBP เรียกว่า PBPR

2. อัตราการเต้นของหัวใจที่ตอบสนองในท่ายืน (heart rate response to standing; HRRS)

ให้ผู้ร่วมวิจัยพักในท่านอนราบ 5 นาที บันทึกค่า HR ก่อนลุกขึ้นยืน 6 วินาที จากนั้นให้ผู้ร่วมวิจัยยืน และวัด HR เมื่อยืนผ่านไป 35 วินาที แล้วนำมาคำนวณหาอัตราส่วนของอัตราการเต้นของหัวใจครั้งที่ 30 กับครั้งที่ 15 (30:15 ratio) โดยหาจาก R-R interval เรียกว่า HRRS

3. อัตราการเต้นของหัวใจที่ตอบสนองขณะหายใจลึก (heart rate response to deep breathing; HRRDB)

ให้ผู้ร่วมวิจัยนั่งพัก 5 นาที ผู้ร่วมวิจัยถูกกำหนดให้หายใจเข้าและออกจนสุด ด้วยอัตราการหายใจ 6 ครั้ง/นาที หรือ หายใจเข้าจนสุด 5 วินาที หายใจออกจนสุด 5 วินาที ค่า HR ถูกวัดตลอดช่วงการหายใจใน 30 วินาที ค่า Max HR และ Min HR วัดจาก R-R interval ของ HR ในแต่ละ 1 รอบของการหายใจ โดยเมื่อหายใจเข้า HR จะเพิ่มขึ้น หายใจออก HR จะลดลง นำค่า Max HR หักลบกับ Min HR ได้ค่า Max-Min HR และหาค่าเฉลี่ยจาก Max-Min HR ทั้ง 3 ค่า Average Max-Min HR ที่ได้ เรียกว่า HRRDB

4. ความดันโลหิตขณะออกแรงบีบมือ (blood pressure response to sustained handgrip: BPRSH)

ให้ผู้ร่วมวิจัยใช้แขนข้างที่ถนัดออกแรงบีบ hand grip ให้ได้แรงมากที่สุด 1 ครั้ง หลังจากนั้นให้ผู้ร่วมวิจัยพักในท่านั่ง 5 นาที แล้วจึงทำการวัด BP ในขณะพักทุกๆ 1 นาที และหาค่าเฉลี่ยของ diastolic BP ทั้ง 5 ครั้ง ค่าที่ได้เรียกว่า Average normal DBP หลังจากนั้นให้ออกแรงบีบมือค้างไว้ที่ระดับ 30% ของแรงบีบที่แรง

ที่สุดในครั้งแรก บีบค้างไว้ 3 นาที ทำการวัด BP ทุกๆ 1 นาที ค่าสูงสุดของ DBP ในการวัดทั้ง 3 ครั้ง เรียกว่า Max DBP ค่าความแตกต่างระหว่าง Max DBP กับ Average normal DBP เรียกว่า Max DBP rise หรือ BPRSH

การวิเคราะห์ข้อมูล

ข้อมูลที่ได้แสดงเป็นค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การทดสอบเปรียบเทียบการตอบสนองของระบบประสาทอัตโนมัติควบคุมระบบไหลเวียนของดัชนีมวลกายทั้ง 3 ช่วง ระหว่างเพศชายและเพศหญิง ใช้การทดสอบแบบ Two-way Analysis of Variances (Two-way ANOVA) ค่าที่ได้ถือว่ามีความสำคัญทางสถิติ เมื่อ $p < 0.05$

ผลการวิจัย

ลักษณะทางกายภาพ

ผลลักษณะทางกายภาพ (physical characteristic) ในแต่ละกลุ่มทั้งเพศชายและเพศหญิง ได้แก่ อายุ (age) ค่าดัชนีมวลกาย (Body Mass Index: BMI) ค่าอัตราการเต้นของหัวใจในขณะพัก (Resting Heart Rate: RHR) และค่าความดันโลหิตขณะพัก (Resting Systolic Blood Pressure: RSBP; resting diastolic blood pressure: RDBP) พบว่า อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานในช่วงอายุระหว่าง 17-29 ปี ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของลักษณะทางกายภาพ (physical characteristic) แบ่งตามช่วงดัชนีมวลกายและเพศ

	Male			Female		
	Normal (n=10)	Overweight (n=10)	Obesity (n=10)	Normal (n=10)	Overweight (n=10)	Obesity (n=10)
Age (year)	21.2 ± 1.2	20.5 ± 2.1	19.9 ± 1.3	21.1 ± 0.6	20.2 ± 1.23	19.2 ± 1.1
BMI (kg/m ²)	21.9 ± 1.9	28.0 ± 1.5	32.5 ± 1.1	20.5 ± 1.6	27.5 ± 1.5	32.9 ± 1.5
RHR (bpm)	66.6 ± 8.8	68.1 ± 7.2	76.0 ± 11.7	70.8 ± 7.9	78.1 ± 8.7	74.9 ± 13.3
RSBP (mmHg)	115.3 ± 9.1	123.0 ± 8.7	132.5 ± 8.2	103.0 ± 5.4	123.9 ± 13.7	124.2 ± 14.2
RDBP (mmHg)	60.1 ± 8.8	61.2 ± 10.3	63.5 ± 8.3	55.8 ± 5.5	70.7 ± 9.8	68.4 ± 9.3

BMI = Body Mass Index (ดัชนีมวลกาย)

RHR = Resting Heart Rate (อัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก)

RSBP = Resting Systolic Blood Pressure (ความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวในขณะพัก)

RDBP = Resting Diastolic Blood Pressure (ความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัวในขณะพัก)

ผลการเปลี่ยนแปลงการตอบสนองของระบบประสาทอัตโนมัติควบคุมระบบไหลเวียน

ผลการเปลี่ยนแปลงการตอบสนองของระบบประสาทอัตโนมัติควบคุมระบบไหลเวียน เมื่อแบ่งตามดัชนีมวลกายและเพศในแต่ละการทดลอง ได้แก่ การเปลี่ยนแปลงความดันโลหิต และอัตราการเต้นของหัวใจขณะเปลี่ยนท่า (PBPR และ HRRS ตามลำดับ) อัตราการเต้นของหัวใจที่ตอบสนองขณะหายใจลึก (HRRDB) และ ความดันโลหิตขณะออกแรงบีบมือ (BPRSH) แสดงในตารางที่ 2-5 ตามลำดับ

จากผลการทดสอบการเปรียบเทียบค่า PBPR พบว่า ที่ระดับต่างๆ ของช่วงดัชนีมวลกายให้ผล PBPR ไม่แตกต่างกัน ($p>0.05$) และไม่แตกต่างระหว่างเพศชายและเพศหญิง ($p>0.05$) เมื่อพิจารณาอิทธิพลร่วมระหว่างระดับต่างๆ ของดัชนีมวลกายและเพศ พบว่า

ตัวแปรทั้งสองไม่ส่งผลร่วมกัน ต่อผลของ PBPR ($p>0.05$)

ผลการทดสอบการเปรียบเทียบค่า HRRS พบว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างกลุ่มน้ำหนักตัวปกติ และกลุ่มน้ำหนักตัวเกิน ($p<0.05$) แต่ไม่มีความแตกต่างระหว่างเพศชายและเพศหญิง ($p>0.05$) เมื่อพิจารณาอิทธิพลร่วม ระหว่างระดับต่างๆ ของดัชนีมวลกายและเพศ พบว่า ตัวแปรทั้งสองส่งผลร่วมกัน ต่อผลของ HRRS ($p<0.05$)

จากผลการทดสอบเปรียบเทียบค่า HRRDB พบว่า ที่ระดับต่างๆ ของช่วงดัชนีมวลกายให้ผล HRRDB ไม่แตกต่างกัน ($p>0.05$) และไม่มีความแตกต่างระหว่างเพศชายและเพศหญิง ($p>0.05$) เมื่อพิจารณาอิทธิพลร่วมระหว่างระดับต่างๆ ของดัชนีมวลกายและเพศ พบว่า ตัวแปรทั้งสองไม่ส่งผลร่วมกัน ต่อผลของ HRRDB ($p>0.05$)

จากผลการทดสอบเปรียบเทียบค่า BPRSH พบว่า ที่ระดับต่างๆ ของช่วงดัชนีมวลกายให้ผล BPRSH ไม่แตกต่างกัน ($p>0.05$) แต่ความแตกต่างระหว่างเพศชายและเพศหญิงมีผลต่อค่า BPRSH โดยพบว่า

เพศชายมีค่า BPRSH มากกว่าเพศหญิงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) เมื่อพิจารณาอิทธิพลร่วมระหว่างระดับต่างๆ ของดัชนีมวลกายและเพศ พบว่า ตัวแปรทั้งสองไม่ส่งผลร่วมกันต่อผลของ BPRSH ($p>0.05$)

ตารางที่ 2 แสดงผลการทดสอบเพื่อเปรียบเทียบค่า PBPR (mmHg) แบ่งตามช่วงดัชนีมวลกายและเพศ

	Mean	SD	n	F-value	F-prob
BMI				0.040	0.961
Normal	1.325	7.979	20		
Overweight	0.800	6.007	20		
Obesity	1.375	7.204	20		
Gender				0.398	0.531
Male	0.583	6.060	30		
Female	1.750	7.878	30		
BMI*Gender				0.879	0.421

ตารางที่ 3 แสดงผลการทดสอบเพื่อเปรียบเทียบค่า HRRS (bpm) แบ่งตามช่วงดัชนีมวลกายและเพศ

	Mean	SD	n	F-value	F-prob
BMI				3.368	0.042*
Normal	1.142	0.129	20		
Overweight	1.282	0.228	20		
Obesity	1.211	0.161	20		
Gender				0.000	0.988
Male	1.212	0.203	30		
Female	1.211	0.167	30		
BMI*Gender				3.936	0.025*

* มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

ตารางที่ 4 แสดงผลการทดสอบเพื่อเปรียบเทียบค่า HRRDB (bpm) แบ่งตามช่วงดัชนีมวลกายและเพศ

	Mean	SD	n	F-value	F-prob
BMI				2.127	0.129
Normal	23.836	9.977	20		
Overweight	24.333	7.745	20		
Obesity	19.393	7.005	20		
Gender				1.583	0.214
Male	23.875	8.930	30		
Female	21.165	7.958	30		
BMI*Gender				0.694	0.504

ตารางที่ 5 แสดงผลการทดสอบเพื่อเปรียบเทียบค่า BPRSH (mmHg) แบ่งตามช่วงดัชนีมวลกายและเพศ

	Mean	SD	n	F-value	F-prob
BMI				0.281	0.756
Normal	26.260	11.562	20		
Overweight	24.020	10.024	20		
Obesity	24.360	9.347	20		
Gender				4.726	0.034*
Male	27.740	10.575	30		
Female	22.020	9.161	30		
BMI*Gender				0.054	0.948

* มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

อภิปรายและวิเคราะห์ผลการวิจัย

จากผลการทดลอง พบว่าลักษณะทางกายภาพของผู้ร่วมวิจัย ได้แก่ อัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก และความดันโลหิตขณะพัก (ความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัว และความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัว) ทั้ง 3 กลุ่มอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานระหว่างช่วงอายุ 17-29 ปี¹⁵ ดังนั้นกลุ่มผู้ร่วมวิจัยทั้ง 3 กลุ่ม ถือได้ว่าเป็นผู้ที่มีสุขภาพดี

การศึกษานี้เป็นการศึกษาถึงการเปลี่ยนแปลงการตอบสนองของระบบประสาทอัตโนมัติ ควบคุมระบบไหลเวียน ซึ่งเป็นการศึกษาถึงการเปลี่ยนแปลงทั้งระบบประสาทซิมพาเทติกและพาราซิมพาเทติก โดยการทดสอบระบบประสาทซิมพาเทติกในการศึกษานี้มี 2 วิธี คือ การทดสอบความดันโลหิตขณะเปลี่ยนท่า (postural blood pressure response; PBPR)

เป็นค่าความแตกต่างของความดันโลหิตขณะเปลี่ยนจากท่านอนเป็นท่านยืน โดยปกติความดันโลหิต ขณะหัวใจบีบตัวจะมีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย คือลดลงจากเดิม <10 มิลลิเมตรปรอท ภายใน 30 วินาที หลังจากยืน ถ้ามีความผิดปกติจะพบว่าความดันโลหิต ขณะหัวใจบีบตัวเพิ่มขึ้น >30 มิลลิเมตรปรอท¹³ จากผลการทดลองในครั้งนี้พบว่า ค่าเฉลี่ยของ PBPR ทุกช่วงดัชนีมวลกายทั้งเพศชายและหญิงอยู่ในเกณฑ์ปกติ

อีกวิธีหนึ่งของการทดสอบการทำงานของระบบประสาทซิมพาเธติก คือ การทดสอบความดันโลหิตขณะออกแรงบีบมือ (BPRSH) โดยนำค่าความแตกต่างของความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัวในขณะพักกับขณะออกแรงบีบมือเป็นตัวบ่งชี้ โดยปกติ เมื่อออกแรงบีบมือที่ระดับ 30% ของแรงบีบสูงสุด ความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัวจะเพิ่มขึ้น >16 มิลลิเมตรปรอท ถ้ามีความผิดปกติจะพบว่าความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัวจะมีค่าลดลง <10 มิลลิเมตรปรอท¹³ จากผลการทดลองในครั้งนี้พบว่า ค่าเฉลี่ยของ BPRSH เพศชายมีค่ามากกว่าเพศหญิง แต่อย่างไรก็ตามค่าเฉลี่ยของ BPRSH ของทุกช่วงดัชนีมวลกายทั้งเพศชายและหญิงอยู่ในเกณฑ์ปกติ

จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงการทำงานของระบบประสาทซิมพาเธติกทั้งเพศชายและเพศหญิง ผลการศึกษานี้สอดคล้องกับผลการศึกษาของ Yakinci และคณะ¹⁴ และ Rossi และคณะ¹⁶ ซึ่งทำการศึกษาถึงการทำงานของระบบประสาทอัตโนมัติในผู้ที่มีการอ้วนพบว่า การอ้วนไม่มีผลต่อการทำงานของระบบประสาทซิมพาเธติกเมื่อเทียบกับภาวะปกติ ในทางตรงข้ามการศึกษาของ Laederach-Hofmann และคณะ¹⁷ ซึ่งศึกษาการทำงานของระบบประสาทอัตโนมัติในผู้ที่มีการอ้วน พบว่าผู้ที่มีการอ้วนมีการทำงานของประสาทซิมพาเธติกลดลง จากการศึกษาที่กล่าวมาข้างต้นพบว่าผลการทดลองแตกต่าง จากที่มีรายงานมาก่อน อาจเกิดจากวิธีการวัดการทำงานของระบบประสาทอัตโนมัติ อายุและช่วงดัชนีมวลกายของผู้ร่วมวิจัยมีความแตกต่างกัน

ส่วนการทดสอบการทำงานของระบบประสาท

พาราซิมพาเธติกมี 2 วิธี คือ การทดสอบอัตราการเต้นของหัวใจที่ตอบสนองในท่านยืน (HRRS) เป็นค่าอัตราส่วนของระยะเวลาที่หัวใจบีบและคลายตัว ครั้งที่ 30 และครั้งที่ 15 หลังจากยืน พบว่าระยะเวลาที่หัวใจบีบและคลายตัว ครั้งที่ 15 หลังจากยืนจะมีค่าน้อยที่สุดหรือมีอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด และระยะเวลาที่หัวใจบีบและคลายตัว ครั้งที่ 30 หลังจากยืนจะมีค่ามากที่สุดหรือมีอัตราการเต้นของหัวใจต่ำสุด โดยปกติอัตราส่วนที่ได้จะมีค่า ≥ 1.04 ถ้ามีความผิดปกติอัตราส่วนจะมีค่า ≤ 1.0 ¹³ จากผลการทดลองนี้พบว่า ค่าเฉลี่ยของ HRRS ในกลุ่มน้ำหนักตัวปกติต่ำกว่ากลุ่มน้ำหนักตัวเกิน แต่อย่างไรก็ตาม ค่าเฉลี่ยของ HRRS ของทุกช่วงดัชนีมวลกายทั้งเพศชายและหญิงอยู่ในเกณฑ์ปกติ

สำหรับการทดสอบที่บ่งบอกถึงการทำงานของระบบประสาทพาราซิมพาเธติก คือการทดสอบอัตราการเต้นของหัวใจขณะหายใจลึก (HRRDB) เป็นค่าผลต่างของระยะเวลาที่หัวใจบีบและคลายตัวขณะหายใจลึก คำนวณจากการที่ผู้ร่วมวิจัยหายใจเข้า 5 วินาทีและหายใจออก 5 วินาที ซึ่งขณะหายใจเข้าลึกๆ ระยะเวลาที่หัวใจบีบและคลายตัวจะสั้นที่สุด หรือมีอัตราการเต้นของหัวใจมากที่สุด และขณะหายใจออกยาวๆ ระยะเวลาที่หัวใจบีบและคลายตัวจะยาวที่สุด หรือมีอัตราการเต้นของหัวใจน้อยที่สุด จากนั้นหาค่าเฉลี่ยของผลต่างทั้ง 3 ครั้ง โดยปกติค่าผลต่างที่ได้จะมีค่า ≥ 15 หากมีความผิดปกติจะมีค่าผลต่าง ≤ 10 ¹³ จากผลการทดลองในครั้งนี้พบว่า ค่าเฉลี่ยของ HRRDB ทุกช่วงดัชนีมวลกายทั้งเพศชายและเพศหญิง อยู่ในเกณฑ์ปกติ

ผลทดสอบการทำงานของระบบประสาทพาราซิมพาเธติก แสดงให้เห็นว่าน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงการทำงานของระบบประสาทพาราซิมพาเธติกทั้งเพศชายและเพศหญิง แต่จากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่า การทำงานของประสาทพาราซิมพาเธติกจะลดลงในผู้ที่มีน้ำหนักตัวเพิ่มขึ้น ตัวอย่างเช่น การศึกษาของ Rossi และคณะ¹⁶ Laederach-Hofmann และคณะ¹⁷ และ Arrone และคณะ¹⁸ ซึ่งศึกษาการทำงานของระบบประสาทอัตโนมัติในผู้ที่มีการอ้วน และพบว่า การทำงานของระบบประสาทพาราซิมพาเธติกจะลดลงในผู้ที่มีภาวะอ้วน การศึกษาของ Hirsch และคณะ¹⁹ พบว่าการ

ทำงานของประสาทพาราซิมพาเทติกที่ลดลงมีความสัมพันธ์กับน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น เห็นว่าได้มีผลการทดลองที่แตกต่างกับการศึกษาในครั้งนี้ ซึ่งอาจเกิดจากจำนวนอายุและช่วงดัชนีมวลกายของผู้ร่วมวิจัย และวิธีการวัดการทำงานของระบบประสาทอัตโนมัติที่ต่างกัน

จากผลการทดลองการเปลี่ยนแปลงการตอบสนองของระบบประสาทอัตโนมัติในคนอ้วน เมื่อแบ่งช่วงดัชนีมวลกายออกเป็นกลุ่มน้ำหนักตัวปกติ กลุ่มน้ำหนักตัวเกิน กลุ่มคนอ้วน พบว่าการเปลี่ยนแปลงของการตอบสนองของระบบประสาทอัตโนมัติ ไม่มีความแตกต่างกันทั้งประสาทซิมพาเทติกและพาราซิมพาเทติกในทุกกลุ่มการทดลองทั้งเพศชายและหญิง ทั้งนี้อาจเป็นไปได้ว่าผู้ร่วมวิจัยในกลุ่มอ้วนนั้น มีค่าดัชนีมวลกายอยู่ในระดับ 1⁵ ซึ่งความอ้วน ระดับนี้อาจไม่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงการทำงานของระบบประสาทอัตโนมัติ จากการศึกษาของ Bray²⁰ พบว่า การเพิ่มขึ้นของน้ำหนักตัวเป็นปัจจัยเสี่ยงในการเกิดโรคต่างๆ เช่น โรคความดันโลหิตสูง โรคหลอดเลือดหัวใจ และโรคเบาหวาน เป็นต้น ซึ่งจะส่งผลต่อการเพิ่มอัตราการเสียชีวิต และปัจจัยเสี่ยงต่างๆ จะเพิ่มมากขึ้น เมื่อมีค่าดัชนีมวลกายมากกว่า 40 กิโลกรัม/เมตร² นอกจากนี้อายุของผู้ร่วมวิจัยครั้งนี้ มีอายุอยู่ในช่วง 18-25 ปี ซึ่งเป็นช่วงที่มีโอกาสเกิดโรคต่างๆ โดยเฉพาะโรคทางระบบหัวใจและหลอดเลือดน้อยกว่าในผู้สูงอายุ ดังนั้นอาจเป็นสาเหตุให้ไม่พบการเปลี่ยนแปลงการตอบสนองของระบบประสาทอัตโนมัติในการศึกษาครั้งนี้

สรุปผลการวิจัย

จากผลการทดลองในครั้งนี้พบว่า ลักษณะทางกายภาพ เช่น อัตราการเต้นของหัวใจ และความดันโลหิตของผู้ร่วมวิจัยอยู่ในเกณฑ์ปกติ เมื่อทดสอบการทำงานของระบบประสาทอัตโนมัติที่ควบคุมระบบไหลเวียนทั้งระบบประสาทซิมพาเทติกและพาราซิมพาเทติก พบว่ามีค่าปกติในทุกช่วงดัชนีมวลกาย ทั้งเพศชายและเพศหญิง ดังนั้นการทดลองนี้สรุปได้ว่า ภาวะอ้วนในผู้ที่สุขภาพดี อาจไม่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงการตอบสนองของระบบประสาทอัตโนมัติที่ควบคุมระบบไหลเวียน

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณนิสิตมหาวิทยาลัยนเรศวรทุกท่านที่สละเวลาเป็นผู้เข้าร่วมการวิจัย และขอขอบคุณภาควิชากายภาพบำบัด และภาควิชาเทคโนโลยีหัวใจและทรวงอก คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวรที่เอื้อเฟื้ออุปกรณ์ในการทำวิจัย

เอกสารอ้างอิง

1. แสงโสม สินะวัฒน์, นิรมล ดามาพงษ์, นันทจิต บุญมงคล. สถานการณ์โรคอ้วนในประเทศไทย. FACT SHEET-ด้านโภชนาการ 1998; 3(5). [online]. [cited 2003 Jun 9]. Available from: URL: <http://www.anamai.moph.go.th/factsheet/nutri3-5.html>
2. National Center for Chronic Disease Prevention and Health Promotion. Body mass index for age. [online]. [cited 2003 May 27]. Available from: URL: <http://www.cdc.gov/nccdphp/dnpa/bmi/bmi-for-age.html>
3. Csabi G, Torok K, Jeges S, Molnar D. Presence of metabolic cardiovascular syndrome in obese children. Eur J Pediatr 2000; 159: 91-4.
4. El-Hazmi MA, Warsy AS. The prevalence of obesity and overweight in 1-18-year-old Saudi children. Ann Saudi Med 2002; 22: 303-7.
5. Myers MD. Definition of Obesity. Obesity 2001. [online]. [cited 2003 May 22]. Available from: URL: <http://www.weight.com/definition.asp>
6. Australian Government Department of Health and Aging. About overweight and obesity. [online]. [cited 2003 May 22]. Available from: URL: <http://www.dhac.gov.au/pubhlth/strateg/hlthwt/obesity/html>
7. Horwich TB, Fonarow GC, Hamilton MA, MacLellan WR, Woo MA, Tillisch JH. The relationship between obesity and mortality in

- patients with heart failure. *J Am Coll Cardiol* 2001; 38: 789-95.
8. Dirckx JH. Dealing with hazardous waists: trends in the management of obesity. *Perspectives*, Winter 1999-2000: 36-41.
 9. Martins D, Tareen N, Pan D, Norris K. The relationship between body mass index and pulse pressure in older adults with isolated systolic hypertension. *Am J Hypertens* 2002; 15: 538-43.
 10. Onat A, Sansoy V. Systolic and diastolic blood pressure related to six other risk parameters in Turkish adults: strong correlation with relative weight. *Int J cardiol* 1998; 63: 295-303.
 11. Rockstroh JK, Schmieder RE, Schachinger H, Messerli FH. Stress response pattern in obesity and systemic hypertension. *Am J Cardiol* 1992; 70: 1035-9.
 12. สุพรพิมพ์ เจียสกุล, กนกวรรณ ดิรกุลชัย, วัฒนา วัฒนาภา, ชัยเลิศ พิชิตพรชัย. สรีรวิทยา 1. ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ : เรือนแก้วการพิมพ์, 2539.
 13. Ewing DJ, Martyn CN, Young RJ, Clarke BF. The value of cardiovascular autonomic function tests: 10 years experience in diabetes. *Diabetes Care* 1985; 8: 491-8.
 14. Yakinci C, Mungen B, Karabiber H, Tayfun M, Evereklioglu C. Autonomic nervous system functions in obese children. *Brain Dev.* 2000; 22: 151-3.
 15. ชุมพล ผลประมูล, มนต์รี จุลสมัย, สมบัติ กาญจนกิจ, พิพัฒน์ เจิดรังสี, กัลยา กิจบุญชู, สุพิตร สมานิติโต และคณะ. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ เรื่อง สมรรถนะของมนุษย์ ภายใต้ ชุดโครงการวิจัยเพื่อพัฒนาสุขภาพของคนไทย; 2545.
 16. Rossi M, Marti G, Ricordi L, Fornasari G, Finardi G, Fratino P, et al. Cardiac autonomic dysfunction in obese subjects. *Clin Sci* 1989; 76: 567-72.
 17. Laederach-Hofmann K, Mussgay L, Ruddel H. Autonomic cardiovascular regulation in obesity. *J Endocrinol* 2000; 164: 59-66.
 18. Arrone LJ, Mackintosh R, Rosenbaum M, Leibel RL, Hirsch J. Cardiac autonomic nervous system activity in obese and never-obese young men. *Obes Res* 1997; 5: 354-9.
 19. Hirsch J, Leibel RL, Mackintosh R, Aguirre A. Heart rate variability as a measure of autonomic function during weight change in humans. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol* 1991; 261: R1418-23.
 20. Bray GA. Obesity: definition, diagnosis and disadvantages. *Med J Aust* 1985; 142: s2-8.