

ความสัมพันธ์ของกิจกรรมทางกายและการรับประทานพริกต่อภาวะเครียดออกซิเดชัน และการทำงานของระบบประสาทอัตโนมัติในอาสาสมัครสุขภาพดี

อริสา ลาโสภา¹, กรรณิการ์ ฉัตรสันติประภา^{2*}, แก้วใจ เทพสุธรรมรัตน์³

¹นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาพิษวิทยา คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น 40002

²รองศาสตราจารย์ คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น 40002

³นักวิชาการการศึกษา สำนักงานระบาดวิทยา คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

* ติดต่อผู้พิมพ์: กรรณิการ์ ฉัตรสันติประภา คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น 40002

อีเมล: kannikar@kku.ac.th

บทคัดย่อ

ความสัมพันธ์ของกิจกรรมทางกายและการรับประทานพริกต่อภาวะเครียดออกซิเดชัน และการทำงานของระบบประสาทอัตโนมัติในอาสาสมัครสุขภาพดี

อริสา ลาโสภา¹, กรรณิการ์ ฉัตรสันติประภา^{2*}, แก้วใจ เทพสุธรรมรัตน์³

ว. เภสัชศาสตร์อีสาน 2563; 16(2) : 57-73

รับบทความ : 22 พฤศจิกายน 2562

แก้ไขบทความ: 13 มีนาคม 2563

ตอบรับ: 18 มีนาคม 2563

กิจกรรมทางกายและการรับประทานอาหารที่มีพริก ล้วนเป็นส่วนหนึ่งในการดำรงชีวิตประจำวันของคนส่วนใหญ่ และทั้งสองปัจจัยล้วนมีรายงานผลต่อพารามิเตอร์ทางระบบประสาทอัตโนมัติ แต่ยังไม่มียานงานวิจัยที่แสดงความสัมพันธ์จากทั้งสองปัจจัยร่วมกัน งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสองปัจจัยนี้ที่มีผลต่อฤทธิ์ต้านออกซิเดชันและการทำงานของระบบประสาทอัตโนมัติ วิธีวิจัย: อาสาสมัครสุขภาพดีชายหญิง 18-60 ปี 140 คน ได้ชิมอาหารเพื่อระดับความเผ็ดที่กินในชีวิตประจำวันและตอบแบบสอบถามข้อมูลทั่วไป ได้แก่ เพศ อายุ ดัชนีมวลกาย ความเครียด (DMH, 2007) การนอนหลับ อาชีพ การรับประทานอาหารเข้า การรับประทานอาหารที่มีไขมันสูง การดื่มน้ำอัดลมสีดำ การดื่มชา การดื่มกาแฟ การดื่มแอลกอฮอล์ การสูบบุหรี่ ประวัติคนในครอบครัวมีโรคทางระบบประสาทอัตโนมัติและเมตาบอลิกและกิจกรรมทางกาย (GPAQ, WHO, 2008) ในวันนัดอาสาสมัครซึ่งอดอาหารมาไม่น้อยกว่า 10 ชั่วโมง จะถูกเก็บตัวอย่างเลือด เพื่อวิเคราะห์ระยะเวลาบ่งชี้ความต้านทานออกซิเดชัน (Lag time) จากการวิเคราะห์ค่า Thiobarbituric acid reactive substances วัดความสามารถในการต้านออกซิเดชันโดยรวม (Total antioxidant power) จากการศึกษาความสามารถในการรีดิวซ์ (FRAP) และตรวจความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจ (Heart Rate Variability; HRV) โดยวัดคลื่นไฟฟ้าหัวใจ ในท่านอน (Supine) และท่ายกเตียงขึ้น 70 องศา (Tilt 70°) ทำละ 10 นาที ด้วย ADInstrument Power Lab ผลการวิจัย: พริกในอาหารเพิ่มความต้านทานออกซิเดชัน และสมดุลของระบบประสาทอัตโนมัติ กิจกรรมทางกายไม่มีผลต่อความต้านทานออกซิเดชัน แต่เพิ่มสมดุลของระบบประสาทอัตโนมัติ แม้ทั้ง 2 ปัจจัยจะไม่มีปฏิสัมพันธ์กันจากการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ (multiple linear regression) แต่พบแนวโน้มว่ากลุ่มที่มีกิจกรรมทางกายเพียงพอเพิ่มสมดุลของระบบประสาทอัตโนมัติได้มากกว่ากลุ่มที่มีกิจกรรมทางกายไม่เพียงพอเมื่อรับประทานพริกเพิ่มขึ้น สรุป: การรับประทานอาหารที่มีพริก (ค่าเฉลี่ยพริกจินดาแบบสด 11.587 ± 9.009 g/มื้อ หรือความเข้มข้นแคปไซซินในอาหาร 0.013 ± 0.010 mg/g อาหาร) จะเพิ่มความต้านทานออกซิเดชัน และเพิ่มสมดุลของระบบประสาทอัตโนมัติส่วนกิจกรรมทางกายที่เพียงพอ (≥ 600 MET-นาที/สัปดาห์) เพิ่มสมดุลของระบบประสาทอัตโนมัติ ผลงานวิจัยนี้มีแนวโน้มที่สามารถช่วยในการยืนยันผลดีต่อสุขภาพของการมีกิจกรรมทางกายอย่างเพียงพอและการรับประทานอาหารที่มีพริก

คำสำคัญ: แคปไซซิน, ความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจ, กิจกรรมทางกาย, ความเครียดออกซิเดชัน, พริก



Relationship between physical activities and chili consumption on anti-oxidative effects and autonomic nervous system activities in healthy volunteers

Arisa Lasopa¹, Kannikar Chatsantiprapa^{2*}, Kaewjai Thepsuthammarat³

¹M.S.(Toxicology) student, Faculty of Pharmaceutical Sciences, Khon Kaen University, Khon Kaen 40002

²Associate Professor, Faculty of Pharmaceutical Sciences, Khon Kaen University, Khon Kaen 40002

³Academic personnel, Epidemiology Unit, Faculty of Medicine, Khon Kaen University, Khon Kaen 40002

* **Corresponding author:** Kannikar Chatsantiprapa, Faculty of Pharmaceutical Sciences, Khon Kaen University, Khon Kaen 40002

E-mail : kannikar@kku.ac.th

Abstract

Relationship between physical activities and chili consumption on anti-oxidative effects and autonomic nervous system activities in healthy volunteers

Arisa Lasopa¹, Kannikar Chatsantiprapa^{2*}, Kaewjai Thepsuthammarat³

IJPS, 2020; 16(2) : 57-73

Received: 22 November 2019

Revised: 13 March 2020

Accepted: 18 March 2020

Since physical activity and chili consumption are parts of daily life in people and both factors have been reported effects on autonomic nervous system but there had been no reports on interactions of them. Therefore, this study was aimed to identify the relationship between physical activity and chili consumption on anti-oxidative effects and autonomic nervous system activities.

Methods: One hundred and forty healthy male and female volunteers of 18-60 years old were recruited. They were tested to identify the level of daily chili consumption and self-reports following questionnaires on controlled factors such as sex, age, BMI, stress (DMH, 2007), sleep, occupation, breakfast, high fat food, black soft drink, tea, coffee, alcohol, history of autonomic nervous system and metabolic diseases in family members, and physical activities (GPAQ, WHO, 2008) were recorded. On appointment date, after ≥ 10 hours fasting plasma of volunteers were taken to analyze for lag time by TBARS assay and for total antioxidant power by FRAP assay. Electrocardiogram (EKG) lead II were recorded continuously for 10 minutes each on supine and tilt 70° positions for heart rate variability (HRV) by AD Instrument Power Lab. **Results:** Study found that chili consumption in daily life increased total antioxidative power and balance of autonomic nervous system activities. Adequate physical activities had no effects on oxidative stress but increased balance of autonomic nervous system activities. Although chili consumption and physical activities had no significant interactions by multiple linear regression but they were found a trend that people who had adequate physical activities increased balance of autonomic nervous system activities when increased chili consumption more than those who had inadequate physical activities. **Conclusion:** Average chili consumption for *Capsicum frutescens* Linn. 11.587 ± 9.009 g fresh chili/meal or capsaicin concentration 0.013 ± 0.010 mg/g food increased antioxidative power and increased balance of autonomic nervous system activities; and adequate physical activities for ≥ 600 MET-min/week increased balance of autonomic nervous system activities. Therefore, chili consumption and adequate physical activities in daily life trend to be helpful in promoting health.

Keywords: capsaicin, heart rate variability or HRV, physical activity, oxidative stress, chili

บทนำ

พริกเป็นพืชในสกุล *Capsicum* มีหลายสายพันธุ์ เช่น *Capsicum annuum*, *C. frutescens* และ *C. chinense* โดยแคปไซซินอยด์ (capsaicinoids) เป็นสารประกอบหลักที่ทำให้ความเผ็ดร้อนในพืชสกุลนี้ สารแคปไซซินอยด์ส่วนใหญ่ที่พบ คือ แคปไซซิน (capsaicin) และ ไดไฮโดรแคปไซซิน (dihydrocapsaicin) รวมทั้งเป็น 90% โดยมีแคปไซซินประมาณ 71% (Al Othman *et al.*, 2011) ซึ่งในผลของพริกที่โตเต็มที่มียูโทนิคสูงและมีส่วนประกอบอื่นหลายอย่างที่มีคุณค่าทางโภชนาการในมนุษย์ (Olatunji, 2018)

ภาวะเครียดออกซิเดชันเป็นสภาวะที่มีการเพิ่มการผลิตอนุมูลอิสระออกซิเจน หรือ reactive oxygen species (ROS) ซึ่ง ROS มีบทบาทสำคัญในกระบวนการเกิดความผิดปกติทางระบบประสาทอัตโนมัติที่ส่งผลต่อโรคหลอดเลือดหัวใจ และโรคความดันโลหิตสูง (Hirooka *et al.*, 2010) ที่ผ่านมามีงานวิจัยเกี่ยวกับผลของพริกต่อการเกิดออกซิเดชันของไขมันในเลือดโดย Ahuja and Ball (2006) ซึ่งทำการศึกษาผลของการกินพริกเป็นเวลา 4 สัปดาห์ต่อ serum lipoprotein oxidation ในผู้ใหญ่เพศชายและหญิง พบว่า เพศหญิงกลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีพริกโดยเติมส่วนผสมของพริก 30 กรัม/วัน (ส่วนผสมของพริกประกอบด้วยพริกคาเยนเนส 55% ที่เหลือเป็นน้ำ น้ำตาล เกลือและอื่นๆ) มีระยะเวลาบ่งชี้ความต้านทานออกซิเดชัน (lag time) สูงกว่ากลุ่มที่ได้รับอาหารปกติที่ไม่มีพริก แสดงว่าการกินพริกเป็นเวลา 4 สัปดาห์เพิ่มความต้านทานออกซิเดชันของไขมันในเลือดได้ ส่วน Kentaro *et al.* (2002) ซึ่งศึกษากลไกการต้านการเกิดภาวะเครียดออกซิเดชันของแคปไซซินในหลอดทดลอง พบว่าปริมาณแคปไซซิน 98.2 นาโนโมล สามารถยับยั้งการเกิดลิพิดเปอร์ออกซิเดชัน (lipid peroxidation) อย่างมีนัยสำคัญ

ระบบประสาทอัตโนมัติ มีผลควบคุมการทำงานของระบบหัวใจและหลอดเลือด และเกี่ยวข้องกับโรคหลายชนิด เช่น โรคความดันโลหิตสูง โรคหัวใจและหลอดเลือด เป็นต้น การวัดกิจกรรมของระบบประสาทอัตโนมัติในเชิงปริมาณทำได้โดย การวัดค่าความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจ (Heart Rate Variability, HRV) (Suetake *et al.*, 2010) ค่า HRV สามารถวัดได้ทั้ง Time domains (Standard deviation of NN interval or SDNN, Square root of the mean of the sum of the squares of differences between adjacent NN interval or rMSSD) และ Frequency domains (Very-low-frequency or VLF, Low-frequency or LF, High-frequency or HF, Ratio of low-high frequency power or LF/HF) (ตารางที่ 1) โดยสามารถบันทึกผลแบบต่อเนื่องเป็นระยะเวลานาน (24 ชั่วโมง) หรือบันทึกผลเป็น

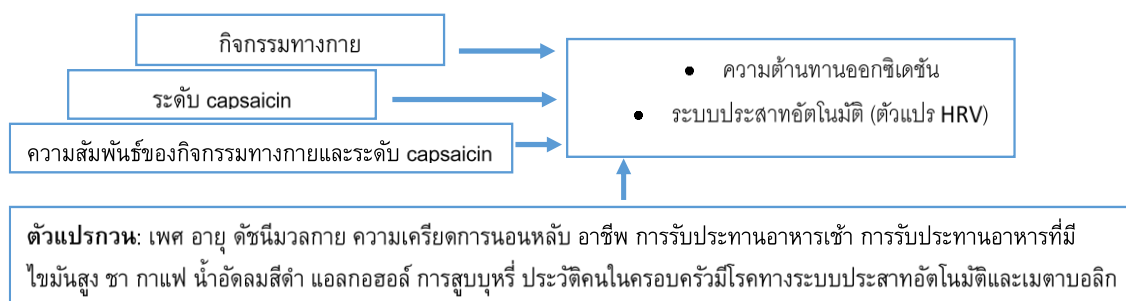
ช่วงเวลาสั้น 0.5 ถึง 5 นาที (Sztajzel, 2004) การเพิ่มขึ้นและลดลงของค่า HRV สะท้อนการทำงานของระบบประสาทอัตโนมัติของร่างกาย โดยความผิดปกติของค่า HRV เป็นปัจจัยเสี่ยงหนึ่งของการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือด การเปลี่ยนแปลงค่า HRV สามารถเกิดได้จากหลายกรณี เช่น การออกกำลังกาย การเปลี่ยนท่าทาง และการเปลี่ยนรูปแบบการหายใจ เป็นต้น (Bernadi *et al.*, 2000) ที่ผ่านมามีงานวิจัยที่ระบุว่า การมีกิจกรรมทางกาย (physical activities) ที่มากเพียงพอสามารถลดความดันโลหิต โรคอ้วน โรคเบาหวาน โรคหลอดเลือดหัวใจ ซึ่งกิจกรรมทางกายนี้อาจเป็นผลมาจากการประกอบอาชีพ และกิจกรรมต่างๆ ในชีวิตประจำวัน องค์การอนามัยโลกได้กำหนดไว้ว่า วัยผู้ใหญ่ควรมีกิจกรรมทางกายระดับปานกลางขึ้นไป 150 นาที/สัปดาห์ หรือกิจกรรมทางกายระดับหนักอย่างน้อย 75 นาที/สัปดาห์ หรือมีกิจกรรมทางกายรวม 600 MET-นาที/สัปดาห์ โดย MET หรือ Metabolic Equivalents Task - นาที/สัปดาห์ คือค่าพลังงานที่ใช้ไปกับการมีกิจกรรมทางกายต่อสัปดาห์ ซึ่ง MET หรือ ค่าพลังงานของกิจกรรมทางกายระดับหนัก = เวลารวมเป็นนาทีของกิจกรรมทางกายระดับหนัก $\times$ 8 และ MET หรือ ค่าพลังงานกิจกรรมระดับปานกลาง = เวลารวมเป็นนาทีของกิจกรรมทางกายระดับปานกลาง $\times$ 4 (WHO, 2008) ซึ่งการมีกิจกรรมทางกายจะช่วยให้สมรรถภาพการทำงานของหัวใจและปอดเพิ่มขึ้น รวมทั้งเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและกระดูก ทั้งยังช่วยลดความเสี่ยงต่อโรคไม่ติดต่อเรื้อรังและความเครียดได้ (WHO, 2010) และมีงานวิจัยที่รายงานว่า พริกมีผลต่อการทำงานของระบบประสาทอัตโนมัติ โดยระบุว่าทำให้เกิดการกระตุ้นการหลั่ง Adrenalin จาก Adrenal Medulla และมีผลต่อเนื้อเยื่อทำให้เกิดการใช้พลังงานของร่างกาย (Kawada *et al.*, 1988; Watanabe *et al.*, 1987)

เนื่องจากกิจกรรมทางกายและการรับประทานอาหารที่มีพริกล้วนเป็นสิ่งที่เกิดขึ้นเป็นปกติในการดำรงชีวิตประจำวันของคน และทั้งสองปัจจัยมีงานวิจัยที่แสดงผลต่อความต้านทานออกซิเดชันและระบบประสาทอัตโนมัติ แต่ยังไม่พบรายงานปฏิสัมพันธ์ของ 2 ปัจจัยนี้ต่อกัน งานวิจัยชิ้นนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของความสัมพันธ์ระหว่างกิจกรรมทางกายและการรับประทานพริกในชีวิตประจำวันที่มีความเข้มข้นแคปไซซิน หรือระดับความเผ็ดต่างๆ ต่อตัวแปรความต้านทานออกซิเดชันและการทำงานของระบบประสาทอัตโนมัติในอาสาสมัครสุขภาพดี โดยโครงการวิจัยได้รับอนุมัติจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์จากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์มหาวิทยาลัยขอนแก่น เลขที่ HE571383 เมื่อ 24 ธันวาคม 2558

ตารางที่ 1 ตัวแปรความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจ (HRV or heart rate variability) (Sztajzel, 2004; Sharma *et al*, 2009)

ตัวแปร	ความหมาย
SDNN (ms)	แสดงถึงค่า total power ใน frequency domain
rMSSD (ms)	แสดงถึงการทำงานของระบบประสาทพาราซิมพาเทติก
Total power (ms ²)	เป็นการรวมค่า LF, HF, ULF และ VLF เข้าด้วยกัน
VLF (ms ²) (<0.003-0.04 Hz)	แสดงถึง peripheral vasomotor สัมพันธ์กับการสร้างความร้อนในร่างกาย
LF (ms ²) (0.04-0.15 Hz)	แสดงถึงกิจกรรมของระบบประสาทซิมพาเทติกและบางส่วนของระบบประสาทพาราซิมพาเทติก
HF (ms ²) (0.15-0.4 Hz)	แสดงถึงกิจกรรมของระบบประสาทพาราซิมพาเทติก (vagal modulation of HRV)
LF/HF	แสดงถึงสมดุลของระบบประสาทอัตโนมัติ (sympathovagal balance)

กรอบแนวคิดการวิจัย



วิธีดำเนินการวิจัย

1. การคำนวณขนาดตัวอย่างวิจัย

คำนวณโดยใช้ขนาดตัวอย่างสำหรับตัวแบบการถดถอยพหุคูณเชิงเส้น (Cohen, 1988) กำหนดระดับนัยสำคัญเท่ากับ 5%, อำนาจการทดสอบ 80%, R² เท่ากับ 0.5 โดยใช้ความสัมพันธ์ระหว่างแคปไซซินกับ Lag time เป็น $r = 0.79$ (คำนวณจากงานวิจัยของ Ahuja and ball, 2006) ได้จำนวนตัวอย่าง 140 คน

2. พริกตัวอย่างที่ใช้ในงานวิจัย

พริกสดสายพันธุ์จินดา (*Capsicum frutescens* Linn.) โดยซื้อจากตลาดสดในอำเภอเมือง จ.ขอนแก่น นำมาตากแห้งและอบที่อุณหภูมิ 50°C จนน้ำหนักคงที่ (รวมเวลา 5 วัน) บดให้ละเอียด แล้วนำมาสกัดสารแคปไซซินโดยใช้พริกแห้งบด 1 กรัม ต่อเอทานอล (95%) 25 มิลลิตร ให้ความร้อนด้วยสอเทพลต์ที่มีการหมุนของเครื่องกวนแม่เหล็กด้วยความเร็วสม่ำเสมอให้เดือดช้าๆ เป็นเวลา 30 นาที ทิ้งให้เย็นแล้วกรองด้วยกระดาษกรองระเหยจนแห้งในตู้ดูดควันแล้วละลายและเจือจางสารละลายด้วยอะซีโตนไตรล (50%) ลง 500 เท่า กรองด้วยโซริกซ์กรองสารขนาด 0.45 ไมครอน ก่อนนำไปวิเคราะห์ปริมาณแคปไซซินและไดไฮโดรแคปไซซิน ด้วย HPLC โดยสถานะเคลื่อนที่ (mobile phase) ที่ใช้ คือ 50% อะซีโตนไตรล เวลาในการแยก

สาร 20 นาที อัตราการไหล 1 มิลลิลิตร/นาที และตรวจด้วย UV Detector ที่ความยาวคลื่น 280 นาโนเมตร (Chatsantiprapa, *et al.*, 2014)

3. อาสาสมัครในงานวิจัย

คัดเลือกอาสาสมัครสุขภาพดี (พิจารณาจากภาพถ่ายรังสีทรวงอก, EKG, น้ำตาลในเลือดและไขมันในเลือด ไม่มีโรคหัวใจ โรคความดันโลหิตสูง โรคตับ โรคไต โรคเบาหวาน โรคทางกระเพาะหรือลำไส้ โรคเรื้อรังหรือโรคประจำตัวที่ต้องกินยาเป็นประจำ แบบขาดเกิน 1 สัปดาห์ไม่ได้) ชายหรือหญิง อายุ 18-60 ปี โดยการชักประวัติและตรวจสุขภาพโดยแพทย์ ก่อนเก็บข้อมูลตัวแปรความต้านทานออกซิเดชันและตัวแปรทางระบบประสาทอัตโนมัติตามนัด อาสาสมัครจะต้องไม่ดื่มแอลกอฮอล์ ไม่สูบบุหรี่ ไม่รับประทานยาทุกชนิดอย่างน้อย 7 วัน และงดอาหารอย่างน้อย 10 ชั่วโมง ก่อนมา ในวันที่เก็บข้อมูล เมื่ออาสาสมัครมาถึงให้เข้าห้องน้ำ นั่งพัก 20 นาที จากนั้นวัดความดันโลหิต ทำการเจาะเลือด 14 มิลลิลิตร เพื่อนำไปวิเคราะห์ตัวแปรความต้านทานออกซิเดชัน (Lag time และ Total Antioxidative Power หรือ TAP) จากนั้นทำการเก็บข้อมูลตัวแปรทางระบบประสาทอัตโนมัติโดยวัดจากความแปรปรวนอัตราการเต้นของหัวใจ (Heart rate variability หรือ HRV) โดย

ติดแผ่นอิเล็กโทรด 3 แผ่น บริเวณข้อพับแขนซ้าย ขาซ้าย ขาขวา เพื่อบันทึกคลื่นไฟฟ้าหัวใจ (lead II) ด้วยเครื่อง ADInstrument Power Lab โดยวัดในท่านอน (Supine) ต่อเนื่องเป็นเวลา 10 นาที และปรับยกเตียงขึ้น 70 องศา (Tilt 70°) ต่อเนื่องเป็นเวลา 10 นาที

4. ตัวแปรในทางวิจัย

4.1 ความเข้มข้นแคปไซซินในอาหารที่รับประทานเป็นประจำในชีวิตประจำวัน

นำพริกป่นที่ทราบปริมาณแคปไซซิน 8 ระดับ คือ 0.3, 0.6, 1, 3, 5, 7, 9, 11 มิลลิกรัม (เทียบเป็นน้ำหนักพริกสดได้ 0.725, 1.453, 2.417, 7.261, 12.099, 16.940, 21.781, 26.621 กรัม ตามลำดับ) เติมน้ำในขวดต้มแต่ละขวดขนาด 1 ถ้วยตวง (250 กรัม) ที่มีส่วนผสมและปริมาณเหมือนกัน (คุณค่าทางโภชนาการเท่ากัน) คำนวณเป็นความเข้มข้นแคปไซซิน คือ 0.001, 0.002, 0.004, 0.012, 0.020, 0.028, 0.036, 0.044 มิลลิกรัม/กรัม อาหาร ตามลำดับ คลุกพริกป่นให้ทั่วแล้วให้อาสาสมัครเลือกชิมข้าวต้มในซาม โดยอาสาสมัครจะชิมข้าวต้มที่มีพริกแต่ละซามจนแน่ใจเพื่อระบุระดับความเผ็ดที่รับประทานเป็นประจำในชีวิตประจำวัน

4.2 ข้อมูลตัวแปรควบคุม

ให้อาสาสมัครตอบแบบสอบถามเกี่ยวกับข้อมูลตัวแปรควบคุมที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ เพศ, อายุ, ดัชนีมวลกาย (กก./ม.²), ความเครียด (ใช้แบบประเมินความเครียดของกรมสุขภาพจิตซึ่งแบ่งกลุ่มเป็นปกติ/มีความเครียด (DMH, 2007), การนอนหลับ (เพียงพอคือ 7-9 ชั่วโมง/ไม่เพียงพอคือ น้อยกว่า 7 ชั่วโมง (Hirshkowitz *et al.*, 2010), อาชีพ (แม่บ้าน/นักศึกษา/อื่นๆ), การรับประทานอาหารเช้า (ทุกวัน/บางวัน/ไม่รับประทาน), การรับประทานอาหารที่มีไขมันสูง (ทุกมื้อ/บางมื้อ/ไม่รับประทาน), การดื่มน้ำอัดลมสีดำ (มิลลิกรัม/วัน), การดื่มชา (ถ้วย/สัปดาห์), การดื่มกาแฟ (ถ้วย/สัปดาห์), การดื่มแอลกอฮอล์ (มก./วัน) การสูบบุหรี่ (มวน/วัน) ประวัติคนในครอบครัวมีโรคทางระบบประสาทอัตโนมัติและเมตาบอลิก เช่น เบาหวาน ความดันโลหิตสูง ไขมันในเลือดสูง หัวใจและหลอดเลือด โรคอ้วน (มี/ไม่มี) และข้อมูลกิจกรรมทางกาย (คำนวณเป็น MET-นาที/สัปดาห์) โดยใช้แบบสอบถาม Global Physical Activity Questionnaires (GPAQ) ขององค์การอนามัยโลก (WHO, 2008)

4.3 ตัวแปรความต้านทานออกซิเดชัน

4.3.1 Lag time หรือระยะเวลาบ่งชี้ความต้านทานออกซิเดชัน (Ohkawa *et al.*, 1979) จากการวิเคราะห์ค่า Thiobarbituric acid reactive substances วัดได้จากจุดตัดเส้นแกนเวลาของกราฟค่าดูดกลืนแสงของอัตราการเกิด Malondialdehyde (MDA) เมื่อเหนี่ยวนำการเกิดออกซิเดชัน

ด้วย Cu^{+2} โดยเตรียมหลอดทดลอง ก. ที่มี 0.1 mM BHT จำนวน 25 ไมโครลิตร, 8.1% SDS จำนวน 0.5 มิลลิตร, และ 0.6% TBA จำนวน 750 ไมโครลิตร ผสมกันไว้ จากนั้นนำเลือดอาสาสมัคร 3.0 มิลลิตร บั่นแยกเอาซีรัม เติมน้ำกลั่น 50 ไมโครลิตร และ 1% CuSO_4 solution 300 ไมโครลิตร (หลอด ข) เขย่าผสมให้ดีพร้อมจับเวลาทันที จากนั้นดูดสารผสมจากหลอด ข. ออกมา 0.5 มิลลิตร ทุกๆ 5 นาที (รวม 4 ครั้ง) เพื่อเติมลงในหลอด ก. เขย่าผสมในหลอดที่ปิดฝาเพื่อป้องกันการระเหย นำไปแช่ในอ่างน้ำอุณหภูมิ 95°C เป็นเวลา 20 นาที แล้วนำไปปั่นเหวี่ยงแยกตะกอนด้วยความแรง 3000 g เป็นเวลา 15 นาที ดูดเอาเฉพาะส่วนใส 200 ไมโครลิตร ใส่ microplate ไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 550 นาโนเมตร หักลบด้วยค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 750 นาโนเมตร นำค่าที่ได้ไปพลอตกราฟระหว่างค่าการดูดกลืนแสงกับเวลา ลากเส้นตรงจากความชันกราฟมาที่แกนเวลา ได้ค่า intercept เป็น lag time

4.3.2 ความสามารถในการต้านทานออกซิเดชันโดยรวม (Total antioxidant power) (Benzie and Strain, 1996) วัดจากวิธีทดสอบ ferric-reducing antioxidant power (FRAP) เพื่อตรวจสอบฤทธิ์การต้านออกซิเดชันโดยรวมของไลโปโปรตีน (direct test of total antioxidant power) โดย (ก) เตรียม FRAP working reagent จาก 300 mM acetate buffer, pH 3.6: 10 mM TPTZ (2, 4, 6-tripyridyl-s-triazine) ใน 40 mM HCl: 20 mM $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ในสัดส่วน 10:1:1 (ข) เติมน้ำซีรัมหรือสารมาตรฐาน (0.1, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1 mM) FeSO_4 150 ไมโครลิตร และเติม FRAP reagent 2850 ไมโครลิตร (จาก ก) เขย่าให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ที่มืด 30 นาที นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 593 นาโนเมตร

4.4 ตัวแปรทางระบบประสาทอัตโนมัติ แสดงโดยตัวแปร HRV คือ SDNN, rMSSD, Total power, VLF, LF, HF, LF/HF โดยการวัดและบันทึกคลื่นไฟฟ้าหัวใจ Electrocardiogram (EKG) (lead II) ด้วยเครื่อง ADInstrument Power Lab โดยวัดในท่านอน (Supine) ต่อเนื่องเป็นเวลา 10 นาที และปรับยกเตียงขึ้น 70 องศา (Tilt 70°) ต่อเนื่องเป็นเวลา 10 นาที

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

5.1 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ที่ละตัวแปรที่มีผลต่อตัวแปรความต้านทานออกซิเดชัน และตัวแปรทางระบบประสาทอัตโนมัติ ได้แก่ Independent t-test เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างตัวแปรทางระบบประสาทอัตโนมัติกับกิจกรรมทางกาย, Pearson's correlation เพื่อดูความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทางระบบประสาทอัตโนมัติกับความเข้มข้นแคปไซซินจากพริกที่รับประทานในชีวิตประจำวัน และ Shapiro Wilk



test เพื่อทดสอบการกระจายข้อมูลของตัวแปร และแปลงตัวแปรด้วย logarithm (logarithmic transformation: log10) เมื่อข้อมูลไม่ได้มีการกระจายแบบปกติ กำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ $p\text{-value} < 0.05$

5.2 วิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงเส้นแบบพหุตัวแปรของปริมาณกิจกรรมทางกายและความเข้มข้นแคปไซซินจากพริกที่รับประทานในชีวิตประจำวันรวมทั้งปฏิสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรปริมาณกิจกรรมทางกายกับความเข้มข้นแคปไซซินในอาหารที่รับประทานในชีวิตประจำวันต่อตัวแปรความต้านทานออกซิเดชัน และตัวแปรทางระบบประสาทอัตโนมัติพร้อมทั้งควบคุมตัวแปรกวน โดยใช้ stepwise Multiple linear regression กำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ $p\text{-value} < 0.05$

ผลการศึกษา

1. ผลการวิเคราะห์ปริมาณแคปไซซิน และไดไฮโดรแคปไซซินในพริก

พริกแห้งบด 1 กรัม พบปริมาณแคปไซซิน 1.52 มิลลิกรัม และปริมาณไดไฮโดรแคปไซซิน 0.82 มิลลิกรัม

อย่างไรก็ตาม ระดับความเผ็ดที่ใช้ในงานวิจัยนี้ อ้างอิงด้วยค่าปริมาณแคปไซซิน

2. ข้อมูลพื้นฐานของอาสาสมัคร

กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง ร้อยละ 72.1 มีอายุระหว่าง 18 – 30 ปี ร้อยละ 74.3 มีดัชนีมวลกาย 18.5 – 22.9 กิโลกรัม/เมตร² ร้อยละ 47.2 มีความเครียดอยู่ในสภาวะปกติ/ไม่เครียด ร้อยละ 71.4 มีการนอนหลับอย่างเพียงพอในชีวิตประจำวัน ร้อยละ 60.7 และส่วนใหญ่เป็นนักศึกษา ร้อยละ 63.6 กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่รับประทานอาหารเช้าเป็นบางวัน คิดเป็นร้อยละ 61.4 รับประทานอาหารผัดทอด/ไขมันสูง 1-2 มื้อต่อวัน/บางมื้อ ร้อยละ 87.9 ในการดื่มเครื่องดื่ม พบว่ากลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ไม่ดื่มชา ร้อยละ 44.3 ดื่มน้ำอัดลมสีดำ < 330 มิลลิลิตร/วัน ร้อยละ 51.4 ไม่ดื่มกาแฟ ร้อยละ 47.9 ไม่ดื่มแอลกอฮอล์ ร้อยละ 57.1 และไม่สูบบุหรี่ คิดเป็นร้อยละ 95 ส่วนใหญ่มีประวัติคนในครอบครัวมีโรคทางระบบประสาทอัตโนมัติและเมตาบอลิก ร้อยละ 75.7 และมีร้อยละ 78.6 ที่มีปริมาณกิจกรรมทางกายโดยรวมมากเพียงพอตามที่องค์การอนามัยโลกกำหนด (≥ 600 MET-นาที/สัปดาห์) (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 จำนวน ร้อยละ ข้อมูลจากแบบสอบถามของอาสาสมัครสุขภาพดีจำนวน 140 คน

ข้อมูลทั่วไป	จำนวน (ร้อยละ)	ข้อมูลทั่วไป	จำนวน (ร้อยละ)	ข้อมูลทั่วไป	จำนวน (ร้อยละ)
เพศ		ความเครียด		การนอนหลับ	
ชาย	39 (27.9)	ปกติ	100 (71.4)	เพียงพอ	85 (60.7)
หญิง	101 (72.1)	มีความเครียด	40 (28.6)	ไม่เพียงพอ	55 (39.3)
อายุ (ปี)		ดัชนีมวลกาย (kg/m ²)		อาชีพ	
18 – 30	104 (74.3)	< 18.5	23 (16.4)	นักศึกษา	89 (63.6)
31 – 40	14 (10)	18.5 – 22.5	66 (47.2)	แม่บ้าน/สำนักงาน	30 (21.4)
41 – 50	16 (11.4)	23.0 – 24.9	23 (16.4)	อื่นๆ	21 (15)
51 – 60	6 (4.3)	25.0 – 29.9	21 (15.0)		
		≥ 30	7 (5.0)		
รับประทานอาหารเช้า (วัน/สัปดาห์)		รับประทานอาหารไขมันสูง (มื้อ/วัน)		น้ำอัดลมสีดำ (ml/วัน)	
ทุกวัน (7 วัน)	38 (27.1)	ทุกมื้อ (3 มื้อ)	16 (11.4)	ไม่ดื่ม	54 (38.6)
บางวัน (1-6 วัน)	86 (61.4)	บางมื้อ (1-2 มื้อ)	123 (87.9)	ดื่ม < 330	72 (51.4)
ไม่รับประทาน	16 (11.4)	ไม่รับประทาน	1 (0.7)	ดื่ม ≥ 330	14 (10.0)
ชา (ถ้วย/สัปดาห์)		กาแฟ (ถ้วย/สัปดาห์)		แอลกอฮอล์ (mg/วัน)	
ไม่ดื่ม	62 (44.3)	ไม่ดื่ม	67 (47.9)	ไม่ดื่ม	80 (57.1)
ดื่ม ≤ 7	76 (54.3)	ดื่ม ≤ 7	62 (44.3)	ดื่ม < 10	50 (35.7)
ดื่ม > 8	2 (1.4)	ดื่ม > 8	11 (7.9)	ดื่ม ≥ 10.1	10 (7.1)
การสูบบุหรี่ (มวน/วัน)		ประวัติคนในครอบครัวมีโรคทางระบบ		กิจกรรมทางกาย (MET-นาที/สัปดาห์)	
ไม่สูบ	134 (95.7)	ประสาทอัตโนมัติและเมตาบอลิก		เพียงพอ (≥ 600)	110 (78.6)
สูบ > 1	6 (4.3)	มี	106 (75.7)	ไม่เพียงพอ (< 600)	30 (21.4)
		ไม่มี	34 (24.3)		



อาสาสมัครส่วนใหญ่รับประทานอาหารที่มีปริมาณแคปไซซิน 3 มิลลิกรัม/มื้อ หรือความเข้มข้นในอาหาร 0.012 มิลลิกรัม/กรัม อาหาร (ร้อยละ 28.6) รองลงมาคือ ปริมาณ 1, 5, 7, 0.6, 11, 9 มิลลิกรัม/มื้อ ตามลำดับ หรือความเข้มข้นในอาหาร 0.004, 0.020, 0.028, 0.002, 0.044, 0.036 มิลลิกรัม/กรัม อาหาร ตามลำดับ คิดเป็นร้อยละ 25.7, 24.3, 10, 3.6, 2.9, 2.1 ตามลำดับ และต่ำสุดคือปริมาณ 0 และ 0.3 มิลลิกรัม/มื้อ

หรือความเข้มข้นในอาหาร 0.001 มิลลิกรัม/กรัมอาหาร (ร้อยละ 1.4) (ตารางที่ 3) โดยค่าเฉลี่ยปริมาณแคปไซซิน และความเข้มข้นแคปไซซินจากพริกที่รับประทานในชีวิตประจำวัน คือ 3.150 ± 2.449 มิลลิกรัม/มื้อ และ 0.013 ± 0.010 มิลลิกรัม/กรัมอาหารตามลำดับ (เทียบเป็นน้ำหนักพริกสดเฉลี่ย 11.587 ± 9.009 กรัม/มื้อ)

ตารางที่ 3 จำนวน ร้อยละ ของระดับความเผ็ดในอาหารที่รับประทานโดยอาสาสมัคร แสดงโดยปริมาณแคปไซซิน น้ำหนักพริกสด และความเข้มข้นแคปไซซิน จากพริกที่รับประทานในชีวิตประจำวัน

จำนวนอาสาสมัคร (ร้อยละ)	2(1.4)	2(1.4)	14(10)	36(25.7)	40(28.6)	34(24.3)	5(3.6)	3(2.1)	4(2.9)
ปริมาณแคปไซซิน (มิลลิกรัม/มื้อ)	0	0.3	0.6	1	3	5	7	9	11
น้ำหนักพริกสด (กรัม/มื้อ)	0	0.725	1.453	2.417	7.261	12.099	16.940	21.781	26.621
ความเข้มข้นแคปไซซิน (มิลลิกรัม/กรัมอาหาร)	0	0.001	0.002	0.004	0.012	0.020	0.028	0.036	0.044

3. ผลการวิเคราะห์สองตัวแปร (bivariate analysis)

3.1 ความสัมพันธ์สองตัวแปรระหว่างปริมาณกิจกรรมทางกายกับความต้านทานออกซิเดชันหรือระบบประสาทอัตโนมัติ

พบว่าปริมาณกิจกรรมทางกายไม่มีความสัมพันธ์กับความต้านทานออกซิเดชัน (ทั้ง Lag time และ total antioxidant

power, TAP) และไม่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรทางระบบประสาทอัตโนมัติเมื่อวัดขณะนอน (Supine) แต่มีความสัมพันธ์เมื่อวัดขณะยกเตียง (Tilt) 70° คือ T_HF และ T_LF/HF โดยกลุ่มที่มีปริมาณกิจกรรมทางกายมากเพียงพอจะมีค่า T_HF ต่ำกว่าและมีค่า T_LF/HF สูงกว่ากลุ่มที่มีกิจกรรมทางกายไม่มากเพียงพออย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์สองตัวแปรเพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของปริมาณกิจกรรมทางกายที่มีต่อตัวแปรความต้านทานออกซิเดชัน และตัวแปรทางระบบประสาทอัตโนมัติขณะนอน (Supine) และขณะยกเตียง (Tilt) 70°

ตัวแปรตาม	ปริมาณกิจกรรมทางกาย		P-value
	เพียงพอ (≥ 600 MET-นาทิต/สัปดาห์) N = 110	ไม่เพียงพอ (< 600 MET-นาทิต/สัปดาห์) N = 30	
Lag time (min)	11.130 $\pm$ 4.500	12.397 $\pm$ 4.182	.168
TAP (mM FeSO ₄ /150 μ l serum)	0.598 $\pm$ 0.133	0.571 $\pm$ 0.152	.357
S_SDNN(ms)	63.964 $\pm$ 29.684	64.606 $\pm$ 35.997	.913
S_rMSSD (ms)	68.233 $\pm$ 45.897	63.221 $\pm$ 49.844	.585
S_total power(ms ²)	4705.823 $\pm$ 4823.095	4847.727 $\pm$ 6288.800	.966
S_VLF(ms ²)	1576.985 $\pm$ 1875.019	1714.814 $\pm$ 1970.201	.653
S_LF(ms ²)	1104.966 $\pm$ 1460.618	1079.450 $\pm$ 1758.550	.563
S_HF(ms ²)	1769.947 $\pm$ 2035.996	1898.705 $\pm$ 2601.487	.577
S_LF/HF ratio	0.860 $\pm$ 0.813	0.598 $\pm$ 0.376	.142
T_SDNN(ms)	57.598 $\pm$ 38.066	53.427 $\pm$ 22.758	.803
T_rMSSD (ms)	39.799 $\pm$ 57.206	46.876 $\pm$ 46.288	.585
T_total power(ms ²)	2734.058 $\pm$ 2696.407	3242.849 $\pm$ 3463.566	.428
T_VLF(ms ²)	1369.611 $\pm$ 1410.141	1572.418 $\pm$ 1717.306	.579
T_LF(ms ²)	816.181 $\pm$ 879.142	635.954 $\pm$ 504.662	.685
T_HF(ms ²)	424.896 $\pm$ 684.023	753.376 $\pm$ 1050.533	.043*
T_LF/HF ratio	2.797 $\pm$ 2.479	1.584 $\pm$ 2.030	.003*

*P < 0.05 วิเคราะห์โดยสถิติ Independent T-Test

3.2 ความสัมพันธ์สองตัวแปรระหว่างความเข้มข้นแคปไซซินในอาหารที่รับประทานกับตัวแปรความต้านทานออกซิเดชันหรือตัวแปรทางระบบประสาทอัตโนมัติ

พบว่าความเข้มข้นแคปไซซินในอาหารที่รับประทานในชีวิตประจำวันมีความสัมพันธ์เชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในระดับน้อยต่อตัวแปร TAP (total antioxidant power) และ ตัวแปรทางระบบประสาทอัตโนมัติเมื่อวัดในขณะ Supine

คือ S_SDNN, S_rMSSD, S_total power, S_LF, S_HF และในขณะยกเตียง 70° คือ T_rMSSD, T_LF, T_LF/HF ซึ่งแสดงถึงความสัมพันธ์ของความเข้มข้นแคปไซซินในอาหารที่รับประทานในชีวิตประจำวันต่อระบบประสาทอัตโนมัติทั้งต่อระบบประสาทซิมพาเทติกและระบบประสาทพาราซิมพาเทติก (ตารางที่ 5)

ตารางที่ 5 ผลการวิเคราะห์ตัวแปรสองตัวแปรเพื่อหาความสัมพันธ์ของความเข้มข้นแคปไซซินในอาหารที่รับประทานในชีวิตประจำวันกับตัวแปรความต้านทานออกซิเดชันและตัวแปรทางระบบประสาทอัตโนมัติ เมื่อวัดขณะนอน และในท่ายกเตียง 70°

ตัวแปรต้น	ตัวแปรตาม (mean±S.D.)	r	p-value
ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นแคปไซซินในอาหารที่รับประทาน (mean±S.D. = 0.013±0.010 มิลลิกรัม/กรัมอาหาร)	Lag time (11.401±4.450) min	-.013	.875
	TAP (0.592±0.137) mM FeSO ₄ /150 µl serum	.236	.005*
	S_SDNN (64.101±31.006) ms	.239	.004*
	S_rMSSD (67.159±46.631) ms	.261	.002*
	S_total power (4736.23±5147.452) ms ²	.231	.006*
	S_VLF (1606.159±1889.440) ms ²	.161	.057
	S_LF (1099.499±1522.585) ms ²	.216	.010*
	S_HF (1797.538±2159.953) ms ²	.251	.003*
	S_LF/HF ratio (0.804±0.748)	.082	.337
	T_SDNN(56.704±35.317) ms	.099	.244
	T_rMSSD (41.316±154.970) ms	.261	.002*
	T_total power(2843.085±2871.957) ms ²	.141	.097
	T_VLF(1413.070±1477.020) ms ²	.126	.138
	T_LF(777.561±815.306) ms ²	.219	.009*
	T_HF(495.285±748.509) ms ²	.019	.827
	T_LF/HF ratio (2.595±2.414)	.227	.007*

*P < 0.05 วิเคราะห์โดยสถิติ Pearson's correlation

4 ผลการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณเชิงเส้น (multiple linear regression)

4.1 การวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณเชิงเส้น (multiple linear regression) ความสัมพันธ์ของปริมาณกิจกรรมทางกายและความเข้มข้นแคปไซซิน ในอาหารที่รับประทานในชีวิตประจำวันต่อตัวแปรความต้านทานออกซิเดชันและตัวแปรทางระบบประสาทอัตโนมัติ

ในเบื้องต้นการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณเชิงเส้นความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรปริมาณกิจกรรมทางกายกับความเข้มข้นแคปไซซินในอาหารที่รับประทานในชีวิตประจำวันโดย

ควบคุมปัจจัยอื่นๆ ร่วมด้วยไม่พบความสัมพันธ์ดังกล่าว ดังนั้นในการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณเชิงเส้นอื่นๆ จึงไม่มีการนำปฏิสัมพันธ์ของทั้งสองปัจจัยเข้าไปในการวิเคราะห์ข้อมูล

4.2 การวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณเชิงเส้น (multiple linear regression) ของปริมาณกิจกรรมทางกายและความเข้มข้นแคปไซซินในอาหารที่รับประทานในชีวิตประจำวันต่อตัวแปรความต้านทานออกซิเดชันและตัวแปรทางระบบประสาทอัตโนมัติ

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลถดถอยพหุคูณเชิงเส้นเพื่อตรวจสอบอิทธิพลของตัวแปรต้นทั้งหมด (โดยตัวแปรต้นหลัก



คือ กิจกรรมทางกาย และความเข้มข้นแคปไซซินในอาหารที่รับประทานในชีวิตประจำวันและตัวแปรควบคุม คือ เพศ, อายุ, ดัชนีมวลกาย, ความเครียด, การนอนหลับ, อาชีพ, การรับประทานอาหารเข้า, การรับประทานอาหารที่มีไขมันสูง, การดื่มน้ำอัลมอนด์ดำ, การดื่มชา, การดื่มกาแฟ, การดื่มแอลกอฮอล์, การสูบบุหรี่, และประวัติคนในครอบครัวมีโรคทางระบบประสาทอัตโนมัติและเมตาบอลิก) ที่มีต่อความต้านทานออกซิเดชัน (Lag time และ TAP) พบว่า ปริมาณกิจกรรมทางกายไม่มีอิทธิพลต่อ

ความต้านทานออกซิเดชัน (ทั้ง Lag time และ TAP) แต่ความเข้มข้นแคปไซซินในอาหารที่รับประทานในชีวิตประจำวันมีอิทธิพลเพิ่ม TAP (total antioxidant power) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 6) นอกจากนี้ยังพบตัวแปรควบคุมอื่นๆมีผลต่อความต้านทานออกซิเดชัน (Lag time และหรือ TAP (total antioxidant power)) ด้วย เช่น ประวัติคนในครอบครัวมีโรคทางระบบประสาทอัตโนมัติและเมตาบอลิก, การดื่มน้ำอัลมอนด์ดำ, การดื่มชา (ไม่ได้แสดงผลในตาราง)

ตารางที่ 6 ผลการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณเชิงเส้น ปัจจัยที่มีผลต่อความต้านทานออกซิเดชัน (Lag time และ TAP)

ตัวแปรตาม	กิจกรรมทางกายไม่เพียงพอ (MET-นาฬิกา/สัปดาห์) (กลุ่มอ้างอิง: กิจกรรมทางกายเพียงพอ)			ความเข้มข้นแคปไซซิน (มิลลิกรัม/กรัมอาหาร)		
	B (SE)	Beta	p-value	B (SE)	Beta	p-value
Lag time (min) ¹	1.127 (0.904)	0.104	0.214	13.134 (39.104)	0.029	0.737
TAP (mM FeSO ₄ /150 µl serum) ²	-0.022 (0.027)	-0.067	0.409	3.155 (1.140)	0.225	0.006*

¹Lag time (min): [constant, B(SE) = 11.000 (0.724), p-value < 0.001"] R = 0.246, R² = 0.061, SEE = 4.376, F = 2.183 sig of F = 0.074

ตัวแปรควบคุม ได้แก่ การดื่มชา

²TAP (mM FeSO₄/150 µl serum): [constant, B(SE) = 0.489 (0.030), p-value < 0.001"] R = 0.356, R² = 0.126, SEE = 0.131, F = 3.878 sig of F = 0.003 ตัวแปรควบคุม ได้แก่ ประวัติคนในครอบครัวมีโรคทางระบบประสาทอัตโนมัติและเมตาบอลิกและการดื่มน้ำอัลมอนด์ดำ

*P < 0.05

เมื่อตรวจสอบอิทธิพลของตัวแปรต้นทั้งหมดต่อตัวแปรทางระบบประสาทอัตโนมัติแต่ละตัวแปร พบว่า ปริมาณกิจกรรมทางกายไม่มีอิทธิพลต่อตัวแปรทางระบบประสาทอัตโนมัติเมื่อวัดขณะ Supine แต่พบว่าความเข้มข้นแคปไซซินในอาหารที่รับประทานมีอิทธิพลในการเพิ่มตัวแปร S_SDNN, S_rMSSD, S_total power, S_LF, และ S_HF อย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 7) นอกจากนี้ยังพบว่าประวัติคนในครอบครัวมีโรคทางระบบประสาทอัตโนมัติและเมตาบอลิก การรับประทานอาหารไขมันสูง การดื่มน้ำอัลมอนด์ดำ การดื่มชา อายุ เพศและดัชนีมวลกาย ก็มีอิทธิพลต่อบางตัวแปรของระบบประสาทอัตโนมัติเมื่อวัดขณะ Supine โดยมีอิทธิพลต่อแต่ละตัวแปรแตกต่างกันไป (ไม่ได้แสดงผลในตาราง)

เมื่อพิจารณาอิทธิพลต่อตัวแปรทางระบบประสาทอัตโนมัติเมื่อวัดในท่ายืนเพียง 70° (ตารางที่ 8) พบว่า ปริมาณกิจกรรมทางกายมีอิทธิพลต่อ T_LF/HF และพบว่าความเข้มข้นแคปไซซินในอาหารที่รับประทานในชีวิตประจำวันมีอิทธิพลต่อตัวแปร T_rMSSD, T_LF และ T_LF/HF นอกจากนี้ยังพบว่าปัจจัยด้านเพศ ประวัติคนในครอบครัวมีโรคทางระบบประสาทอัตโนมัติและเมตาบอลิก การดื่มชา การดื่มกาแฟ การดื่มน้ำอัลมอนด์ดำ การดื่มแอลกอฮอล์ อายุและดัชนีมวลกายก็มีอิทธิพลต่อบางตัวแปรของระบบประสาทอัตโนมัติเมื่อวัดในท่ายืนเพียง 70° โดยมีอิทธิพลต่อแต่ละตัวแปรแตกต่างกันไป (ไม่ได้แสดงรายละเอียดในตาราง) ทั้งนี้เมื่อพิจารณาเฉพาะ 2 ปัจจัยหลักที่สนใจ พบว่าทั้งความเข้มข้นแคปไซซินในอาหารที่รับประทานในชีวิตประจำวันและปริมาณกิจกรรมทางกาย ล้วนมีอิทธิพลต่อ T_LF/HF เช่นเดียวกัน (ตารางที่ 8)



ตารางที่ 7 ผลการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณเชิงเส้น ปัจจัยที่มีผลต่อตัวแปรทางระบบประสาทอัตโนมัติขณะนอน

ตัวแปรตาม	ตัวแปรต้น	กิจกรรมทางกายไม่เพียงพอ (MET-min/week) (กลุ่มอ้างอิง: กิจกรรมทางกายเพียงพอ)			ความเข้มข้นแคปไซซิน (มิลลิกรัม/กรัมอาหาร)		
		B (SE)	Beta	p-value	B (SE)	Beta	p-value
S_SDNN (ms) ¹		-0.036 (0.038)	-0.075	0.347	4.385 (.558)	0.218	0.006 [*]
S_rMSSD (ms) ²		-0.085 (0.048)	-0.133	0.083	6.394 (1.999)	0.239	0.002 [*]
S_Total Power (ms ²) ³		-0.080 (0.079)	-0.080	0.314	8.232 (3.249)	0.196	0.012 [*]
S_VLF (ms ²) ⁴		0.025 (0.089)	0.023	0.780	5.250 (3.643)	0.118	0.152
S_LF (ms ²) ⁵		-0.146 (0.094)	-0.125	0.123	8.462 (3.878)	0.173	0.031 [*]
S_HF (ms ²) ⁶		-0.027 (0.093)	-0.022	0.775	9.175 (3.903)	0.185	0.020 [*]
S_LF/HF ⁷		-0.105 (0.069)	-0.128	0.131	-2.984 (2.899)	-0.087	0.305

¹S_SDNN: [constant B(SE) = 1.818 (0.043), p-value < 0.001^{***}] R = 0.507, R² = 0.257, SEE = 0.176, F = 4.463 sig of F = <0.001
ตัวแปรควบคุม ได้แก่ ประวัติคนในครอบครัวมีโรคทางระบบประสาทอัตโนมัติและเมตาบอลิก, อายุ, ดัชนีมวลกาย

²S_rMSSD: [constant B(SE) = 1.654 (0.088), p-value < 0.001^{***}] R = 0.583, R² = 0.340, SEE = 0.224, F = 4.986 sig of F = <0.001
ตัวแปรควบคุม ได้แก่ การรับประทานอาหารที่มีไขมันสูง, ประวัติคนในครอบครัวมีโรคทางระบบประสาทอัตโนมัติและเมตาบอลิก, น้ำตาลกลูโคส, อายุและดัชนีมวลกาย

³S_Total power: [constant B(SE) = 3.492 (0.072), p-value < 0.001^{***}] R = 0.505, R² = 0.255, SEE = 0.367, F = 4.941 sig of F = <0.001
ตัวแปรควบคุม ได้แก่ อายุและดัชนีมวลกาย

⁴S_VLF: [constant B(SE) = 3.035 (0.097), p-value < 0.001^{***}] R = 0.406, R² = 0.165, SEE = 0.411, F = 3.225 sig of F = 0.002
ตัวแปรควบคุม ได้แก่ ประวัติคนในครอบครัวมีโรคทางระบบประสาทอัตโนมัติและเมตาบอลิก, การดื่มกาแฟ, อายุ

⁵S_LF: [constant B(SE) = 2.789 (0.073), p-value < 0.001^{***}] R = 0.428, R² = 0.183, SEE = 0.441, F = 6.017 sig of F = <0.001
ตัวแปรควบคุม ได้แก่ อายุ

⁶S_HF: [constant B(SE) = 2.856 (0.089), p-value < 0.001^{***}] R = 0.494, R² = 0.244, SEE = 0.434, F = 6.101 sig of F = <0.001
ตัวแปรควบคุม ได้แก่ การดื่มชาและอายุ

⁷S_LF/HF: [constant B(SE) = -0.166 (0.049), p-value = 0.001^{***}] R = 0.152, R² = 0.023, SEE = 0.335, F = 1.622 sig of F = 0.201
ตัวแปรควบคุม ไม่มี

*P < 0.05

ตารางที่ 8 ผลการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณเชิงเส้น ปัจจัยที่มีผลต่อตัวแปรทางระบบประสาทอัตโนมัติในท่ายกเตียง 70°

ตัวแปรตาม	ตัวแปรต้น	กิจกรรมทางกายไม่เพียงพอ (MET-min/week) กลุ่มอ้างอิง: กิจกรรมทางกายเพียงพอ			ความเข้มข้นแคปไซซิน (มิลลิกรัม/กรัมอาหาร)		
		B (SE)	Beta	p-value	B (SE)	Beta	p-value
T_SDNN (ms) ¹		-0.060 (0.039)	-0.127	0.125	1.044 (1.596)	0.052	0.514
T_rMSSD (ms) ²		-0.085 (0.048)	-0.133	0.083	6.394 (1.999)	0.239	0.002 ^{***}
T_Total Power (ms ²) ³		0.030 (0.069)	0.035	0.665	2.291 (2.916)	0.064	0.434
T_VLF (ms ²) ⁴		-0.020 (0.080)	-0.021	0.806	3.953 (3.276)	0.099	0.230
T_LF (ms ²) ⁵		-0.091 (0.081)	-0.091	0.266	7.623 (3.345)	0.181	0.024 [*]
T_HF (ms ²) ⁶		0.137 (0.092)	0.125	0.139	-1.178 (3.917)	-0.026	0.764
T_LF/HF ⁷		-0.207 (0.073)	-0.234	0.005 [*]	7.538 (2.979)	0.204	0.013 [*]

ตารางที่ 8 ผลการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณเชิงเส้น ปัจจัยที่มีผลต่อตัวแปรทางระบบประสาทอัตโนมัติในท่ายกเตียง 70° (ต่อ)

¹T_SDNN: [constant B(SE) = 1.756 (0.037), p-value < 0.001"] R = 0.465, R² = 0.217, SEE = 0.180, F = 3.568 sig of F < 0.001

ตัวแปรควบคุมที่มีนัยสำคัญทางสถิติ ได้แก่ เพศ, อายุและดัชนีมวลกาย

²T_rMSSD: [constant B(SE) = 1.654 (0.088), p-value < 0.001"] R = 0.583, R² = 0.340, SEE = 0.223, F = 4.986 sig of F < 0.001

ตัวแปรควบคุม ได้แก่ การรับประทานอาหารเช้าที่มีไขมันสูง, ประวัติคนในครอบครัวมีโรคทางระบบประสาทอัตโนมัติและเมตาบอลิก การดื่ม
น้ำอัดลมสีดำ อายุและดัชนีมวลกาย

³T_Total power: [constant B(SE) = 3.189 (0.070), p-value < 0.001"] R = 0.436, R² = 0.191, SEE = 0.323, F = 3.854 sig of F < 0.001

ตัวแปรควบคุม ได้แก่ เพศ, การดื่มชาและอายุ

⁴T_VLF: [constant B(SE) = 2.957 (0.076), p-value < 0.001"] R = 0.425, R² = 0.180, SEE = 0.368, F = 2.559 sig of F = 0.006

ตัวแปรควบคุม ได้แก่ การดื่มแอลกอฮอล์ อายุและดัชนีมวลกาย

⁵T_LF: [constant B(SE) = 2.647 (0.068), p-value < 0.001"] R = 0.434, R² = 0.188, SEE = 0.380, F = 5.147 sig of F < 0.001

ตัวแปรควบคุม ได้แก่ เพศและอายุ

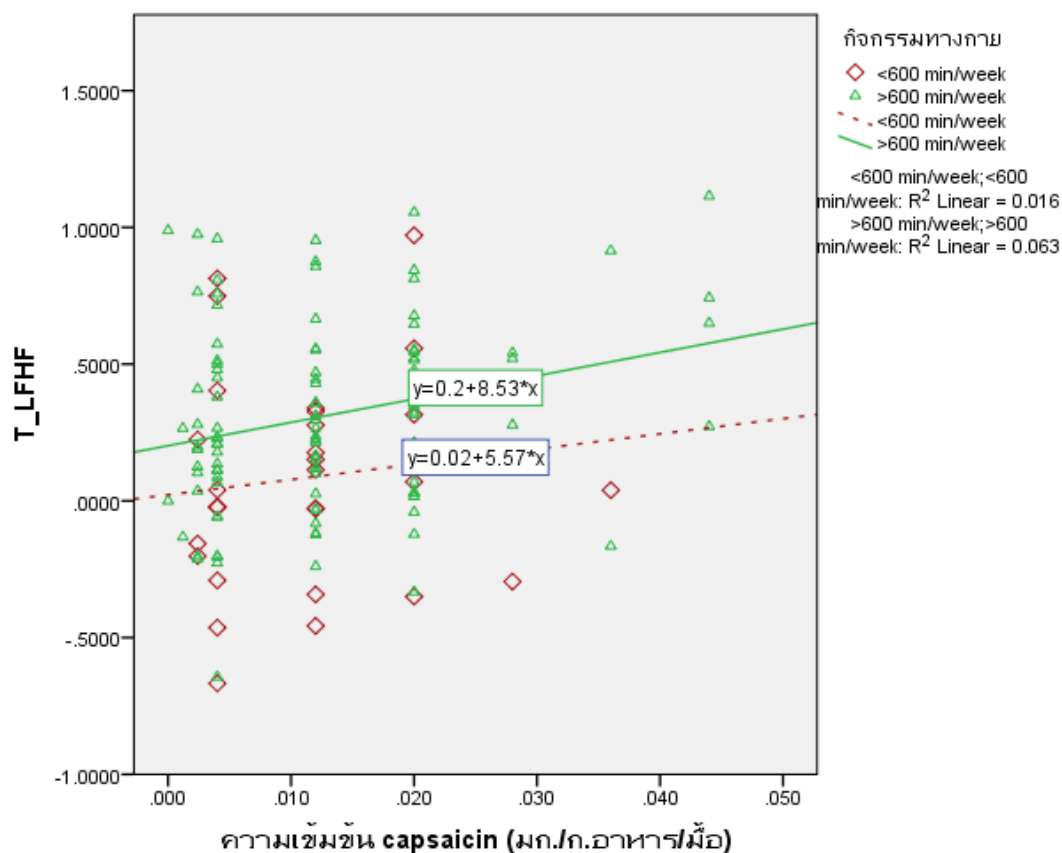
⁶T_HF: [constant B(SE) = 2.414 (0.085), p-value < 0.001"] R = 0.361, R² = 0.130, SEE = 0.435, F = 2.450 sig of F 0.017

ตัวแปรควบคุม ได้แก่ การดื่มชาและดัชนีมวลกาย

⁷T_LF/HF: [constant B(SE) = 0.161 (0.066), p-value = 0.017] R = 0.442, R² = 0.195, SEE = 0.337, F = 3.508 sig of F < 0.001

ตัวแปรควบคุม ได้แก่ อายุและดัชนีมวลกาย

*P < 0.05



รูปที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างกิจกรรมทางกายและความเข้มข้นแคปไซซินในอาหารที่รับประทานในชีวิตประจำวันต่อตัวแปร T_LF/HF (เส้นทึบ คือ กิจกรรมทางกายปริมาณเพียงพอ, เส้นประ คือ กิจกรรมทางกายไม่เพียงพอ)

เมื่อสร้างกราฟ Scatter plot เพื่อแสดงความสัมพันธ์ระหว่างกิจกรรมทางกายและความเข้มข้นแคปไซซินในอาหารที่รับประทานต่อค่า T_{LF}/HF (รูปที่ 2) โดยไม่ดูตัวแปรควบคุมอื่นๆ พบว่าความเข้มข้นแคปไซซินในอาหารที่รับประทานในชีวิตประจำวันเพิ่มขึ้นมีผลในการเพิ่มค่า T_{LF}/HF และยังพบว่ากลุ่มที่มีปริมาณกิจกรรมทางกายมากเพียงพอเมื่อเพิ่มความเข้มข้นแคปไซซินในอาหารที่รับประทานในชีวิตประจำวันจะเพิ่มค่า T_{LF}/HF ได้สูงกว่ากลุ่มที่มีกิจกรรมทางกายไม่มากเพียงพอ

อภิปรายและสรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาความสัมพันธ์ของปริมาณกิจกรรมทางกายและความเข้มข้นแคปไซซินในอาหารที่รับประทานในชีวิตประจำวันในอาสาสมัครสุขภาพดีจำนวน 140 คน ผลการวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณเชิงเส้น (multiple linear regression) โดยควบคุมตัวแปรอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง พบว่า ปริมาณกิจกรรมทางกายมีอิทธิพลต่อตัวแปรทางระบบประสาทอัตโนมัติในท่า ยกเตียง 70° คือ T_{LF}/HF อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยกลุ่มที่มีปริมาณกิจกรรมทางกายเพียงพอมีค่า T_{LF}/HF มากกว่ากลุ่มที่มีปริมาณกิจกรรมทางกายไม่เพียงพออย่างมีนัยสำคัญเนื่องจาก ค่า T_{LF}/HF สะท้อนสมดุลของระบบประสาทอัตโนมัติ (ทั้งซิมพาเทติกและพาราซิมพาเทติก) เป็น sympathovagal balance ผลที่ปรากฏนี้จึงแสดงให้เห็นว่าเมื่อวัดในท่า ยกเตียง 70° กลุ่มตัวอย่างที่มีกิจกรรมทางกายปริมาณมากเพียงพอมีความสามารถในการเพิ่มสมดุลระบบประสาทอัตโนมัติได้มากกว่า ซึ่งผลนี้ไม่ปรากฏเมื่อวัดในขณะนอน เหตุที่เป็นเช่นนี้อาจอธิบายได้ว่าเนื่องจากในขณะนอน กิจกรรมทางระบบประสาทอัตโนมัติจะมีในระดับต่ำ จึงอาจไม่มากเพียงพอที่ปริมาณกิจกรรมทางกายที่แตกต่างกันระหว่าง 2 กลุ่มตัวอย่าง (กลุ่มตัวอย่างที่มีกิจกรรมทางกายปริมาณเพียงพอกับกลุ่มที่มีกิจกรรมทางกายปริมาณไม่เพียงพอ) จะแสดงให้เห็นความแตกต่างกันได้ชัดเจน ต่อเมื่อมีการยกเตียงขึ้น (Tilt 70°) ความแตกต่างของกิจกรรมทางระบบประสาทอัตโนมัติระหว่าง 2 กลุ่มนี้จึงแสดงให้เห็นได้ชัดเจนขึ้น อย่างไรก็ตาม ความแตกต่างของกิจกรรมทางระบบประสาทอัตโนมัตินี้แสดงให้เห็นได้เฉพาะตัวแปร T_{LF}/HF เท่านั้น ตัวแปรอื่นๆ ไม่แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งนี้ อาจเป็นการแสดงว่า T_{LF}/HF คือตัวแปรที่มีความไวที่สุดในการบ่งชี้ความแตกต่างของกิจกรรมทางระบบประสาทอัตโนมัติจากปริมาณกิจกรรมทางกายที่แตกต่างกัน

กัน ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Shama *et al.*, 2009 ที่ทำการวัดค่า HRV ทั้ง time domain และ frequency domain เพื่อเปรียบเทียบค่า HRV ขณะนอน และในท่า ยกเตียง 10° , 70° พบว่า เมื่อวัดในท่า ยกเตียง 70° ค่า SDNN, rMSSD, HF มีค่าลดลง และ LF power มีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับท่า ยกเตียง 10° และขณะนอน โดยผลงานวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่า ในท่า ยกเตียง 70° การทำงานทาง vagal modulation หรือระบบประสาทพาราซิมพาเทติกจะลดลงแต่จะไปเพิ่มการทำงานของระบบประสาทซิมพาเทติก

รายงานการศึกษาของ Rennie *et al.* (2003) พบว่า ปริมาณกิจกรรมทางกายขนาดปานกลางและขนาดหนักมีความสัมพันธ์กับความแปรปรวนอัตราการเต้นของหัวใจ (HRV) ที่สูงขึ้น และอัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก (resting HR) ที่ลดลง ส่วนการศึกษาของ Fagard *et al.* (1999) and Horston *et al.* (1994) พบว่าระดับกิจกรรมทางกายที่สูงขึ้นสัมพันธ์กับค่า LF และค่า HF ที่สูงขึ้นด้วย ในขณะที่ Nagai and Moritani (2004) ที่ศึกษาผลของกิจกรรมทางกายต่อการทำงานของระบบประสาทอัตโนมัติในเด็กผอมและเด็กอ้วน ที่มีกิจกรรมทางกายและไม่มีการออกกำลังกายกลุ่มละ 24 คน พบว่า ในกลุ่มเด็กผอมที่มีกิจกรรมทางกายมีค่าอัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก (resting HR) รวมทั้งค่า Total power (TP), LF และ HF สูงกว่ากลุ่มอื่นอย่างมีนัยสำคัญ ตรงกันข้ามกับกลุ่มเด็กอ้วนที่ไม่มีกิจกรรมทางกาย แสดงค่า TP ลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่เหลือ และค่า LF, HF ต่ำกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มเด็กผอม จึงคาดว่าเด็กอ้วนจะมีกิจกรรมของระบบประสาทซิมพาเทติกและระบบประสาทพาราซิมพาเทติกต่ำกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับเด็กผอมที่มีกิจกรรมทางกายในระดับเดียวกัน การลดลงของระบบประสาทอัตโนมัติเกี่ยวข้องกับไขมันในร่างกายในสภาวะที่ไม่มีกิจกรรมทางกาย อาจจะเป็นสาเหตุหนึ่งของการพัฒนาเป็นเด็กอ้วนในทางกลับกันการควบคุมกิจกรรมทางกายทำให้เกิดการเพิ่มกิจกรรมของระบบประสาทอัตโนมัติทั้งหมดทั้งในเด็กที่ผอมและเด็กที่อ้วนได้ และในการศึกษาก่อนหน้านี้ของ Liao *et al.* (1997) ได้สรุปว่าการตรวจพบ HF และ LF ในระดับต่ำจะบ่งชี้ความเสี่ยงต่อการเกิดโรคหลอดเลือดหัวใจ (Coronary Heart Disease) การศึกษาเหล่านี้สอดคล้องกับผลการศึกษาของเราในครั้งนี้ที่พบว่าการมีกิจกรรมทางกายในปริมาณที่เพียงพอจะเพิ่มสมดุลของระบบประสาทอัตโนมัติสูงกว่าการมีกิจกรรมทางกายไม่เพียงพอ



จากงานวิจัยนี้ยังพบว่า ความเข้มข้นแคปไซซินในอาหารที่รับประทานในชีวิตประจำวันมีอิทธิพลต่อความสามารถในการต้านออกซิเดชันโดยรวม (total antioxidant power, TAP) และกิจกรรมของระบบประสาทอัตโนมัติหลายตัวแปร (S_SDNN, S_rMSSD, S_total power, S_LF, S_HF, T_rMSSD, T_LF, T_LF/HF) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ไม่มีอิทธิพลต่อ Lag time แสดงว่าเมื่อความเข้มข้นแคปไซซินในอาหารที่รับประทานในชีวิตประจำวันเพิ่มขึ้น จะมีผลเพิ่ม total antioxidant power (TAP) และเพิ่มกิจกรรมของระบบประสาทอัตโนมัติทั้งระบบประสาทซิมพาเทติกและระบบประสาทพาราซิมพาเทติก มีการศึกษาของ Luqman & Rizvi (2006) ได้รายงานว่แคปไซซิน (10 μ M) มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระได้เช่นเดียวกับวิตามินซี โดยพบว่าแคปไซซิน ลดระดับ MDA (malondialdehyde) และ protein carbonyl group content อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยลดระดับ MDA ได้สูงกว่าวิตามินซี แต่ลด protein carbonyl group content ได้ต่ำกว่าวิตามินซี นอกจากนี้ Oboh *et al.* (2007) รายงานว่าในพริกแต่ละชนิดมีความเข้มข้นแคปไซซินที่แตกต่างกัน รวมทั้งมีปริมาณคาโรทีนอยด์ (carotenoids) ซึ่งเป็นสารสีตามธรรมชาติและสารประกอบฟีนอลิกที่สามารถต้านอนุมูลอิสระได้ (Kim, 2008) ซึ่งงานวิจัยเหล่านี้สอดคล้องกับผลการศึกษาของเราในครั้งนี้ที่พบว่า การรับประทานอาหารที่มีพริกมีผลในการเพิ่มความต้านทานออกซิเดชันโดยเพิ่ม total antioxidant power (TAP) แม้ว่าจะไม่เห็นความแตกต่างในค่า Lag time ซึ่งเป็นดัชนีตัวหนึ่งในการวัดความต้านทานออกซิเดชัน การศึกษาในครั้งนี้ยังพบว่า มีปัจจัยควบคุมอื่นที่มีอิทธิพลต่อความต้านทานออกซิเดชันด้วย ได้แก่ การดื่มชา ประวัติคนในครอบครัวมีโรคทางระบบประสาทอัตโนมัติและเมตาบอลิก การดื่มน้ำอัดลม และปัจจัยที่มีผลต่อการทำงานของระบบประสาทอัตโนมัติ เช่น เพศ อายุ ดัชนีมวลกาย การดื่มชา กาแฟ น้ำอัดลม การรับประทานที่มีไขมันสูง ประวัติคนในครอบครัวมีโรคทางระบบประสาทอัตโนมัติและเมตาบอลิก

ทั้งนี้พบว่าระดับความเผ็ดที่อาสาสมัครส่วนใหญ่เลือกรับประทานที่มีความถี่สูงสุด 3 อันดับแรก คือ ความเข้มข้นของแคปไซซิน 0.012 มิลลิกรัม/กรัม, 0.004 มิลลิกรัม/กรัม และ 0.020 มิลลิกรัม/กรัม ตามลำดับ ซึ่งค่าเฉลี่ยของความเข้มข้นแคปไซซินในอาหารของอาสาสมัครทั้งหมด คือ 0.013 ± 0.010 มิลลิกรัม/กรัม หรือคิดเป็นปริมาณพริกสดจินดา 11.587 $\pm$ 9.009 กรัม/มื้อ เมื่อเปรียบเทียบกับรายงานการรับประทานพริกในอินเดีย คือ 2.5 กรัม/คน/วัน และรายงานอื่นในประเทศไทย คือ

5 กรัม/คน/วัน (Monserenusoon, 1983) ในขณะที่ประเทศเม็กซิโกคือ 20 กรัม/คน/วัน (Lopez-Carrillio *et al.*, 1994) และการรับประทานพริกเฉลี่ยในเมืองริยาด (ประเทศซาอุดีอาระเบีย) คือ 15.5 กรัม/คน/วัน หรือคิดเป็นปริมาณแคปไซซิน 7.584 mg/คน/วัน (Al Othman *et al.*, 2011) หรือที่มีการประมาณการรับประทานแคปไซซินจากความเข้มข้น 5 ppm ในอุตสาหกรรมการผลิตอาหาร เป็นค่าเฉลี่ยและค่าสูงสุด เท่ากับ 0.77 และ 2.64 มิลลิกรัม/วัน (CREDDOC/OCA, 1998) ความแตกต่างนี้น่าจะเนื่องจากความแตกต่างทางวัฒนธรรม สายพันธุ์ของพริกที่มีในท้องถิ่นและรูปแบบของพริกที่ใช้ในการศึกษา

มีรายงานการศึกษาที่พบว่าแคปไซซิน ซึ่งเป็นสารให้ความเผ็ดในพริก จะเพิ่มการหลั่งสารสื่อประสาท catecholamine โดยการกระตุ้นระบบประสาทส่วนกลาง (Watanabe *et al.*, 1988) เมื่อแคปไซซินเข้าไปในระบบหมุนเวียนเลือดอัลบูมินจะนำแคปไซซินไปยัง adrenal gland ที่ซึ่งจะถูกกระตุ้นให้มีการหลั่งสารสื่อประสาท catecholamine (Kawada *et al.*, 1988) และมีรายงานของ Snitker *et al.* (2009) ว่าแคปไซซินจากอาหารจะกระตุ้น TRPV1 receptor ของเส้นประสาทที่อยู่บนลิ้น และแคปไซซินมีความสามารถในการกระตุ้น TRPV1 receptor ในลำไส้ นำมาซึ่งการเพิ่มการกระตุ้นระบบประสาทซิมพาเทติก นอกจากนี้ยังมีรายงานของ Josse *et al.* (2010) ที่ทำการทดลองในอาสาสมัครสุขภาพดี และพบว่าแคปไซซินสามารถเพิ่มกิจกรรมของระบบประสาทซิมพาเทติกได้ ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของเราในครั้งนี้ที่พบว่า ความเข้มข้นแคปไซซินในอาหารมีผลในการเพิ่มกิจกรรมของระบบประสาทอัตโนมัติ ซึ่งการศึกษาของ Spraul *et al.*, 1993 ในชาวคอเคเซียน พบว่าการเพิ่มกิจกรรมของระบบประสาทซิมพาเทติกมีความสำคัญเป็นส่วนใหญ่ในการใช้พลังงาน

เมื่อพิจารณาผลของกิจกรรมทางกายและความเข้มข้นแคปไซซินจากพริกที่รับประทานในชีวิตประจำวัน พบว่าตัวแปรทั้งสองมีผลต่อสมรรถนะระบบประสาทอัตโนมัติ ซึ่งผลการวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณเชิงเส้นต่อสมรรถนะระบบประสาทอัตโนมัติ (LF/HF) ในงานวิจัยนี้ พบว่าตัวแปรที่มีอิทธิพลมากที่สุดคือ กิจกรรมทางกาย รองลงมาคือ ความเข้มข้นแคปไซซินในอาหารที่รับประทานในชีวิตประจำวัน การดื่มน้ำอัดลม ดัชนีมวลกาย และอายุ ตามลำดับ โดยกลุ่มที่มีกิจกรรมทางกายปริมาณมากเพียงพอจะมีสมรรถนะของระบบประสาทอัตโนมัติสูงกว่ากลุ่มที่มีกิจกรรมทางกายไม่เพียงพอ แต่ไม่พบปฏิสัมพันธ์ระหว่างปริมาณกิจกรรมทางกายและความเข้มข้นแคปไซซินในอาหารที่รับประทานในชีวิตประจำวัน เมื่อวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณที่มีตัวแปรควบคุม

อื่นๆ เข้ามาเกี่ยวข้อง อย่างไรก็ตามเมื่อวิเคราะห์โดยสร้างกราฟ scatter plot เพื่อแสดงความสัมพันธ์เฉพาะระหว่างปริมาณกิจกรรมทางกายและความเข้มข้นแคปไซซินในอาหารที่รับประทานในชีวิตประจำวันต่อค่า T_LF/HF (สมดุลของระบบประสาทอัตโนมัติ) โดยไม่มีตัวแปรควบคุมอื่นๆ จะพบว่า การเพิ่มความเข้มข้นแคปไซซินในอาหารที่รับประทานในชีวิตประจำวันสูงขึ้น ทำให้สมดุลของระบบประสาทอัตโนมัติสูงขึ้นทั้งในกลุ่มที่มีกิจกรรมทางกายเพียงพอและกลุ่มที่มีกิจกรรมทางกายไม่เพียงพอ แต่การเพิ่มความเข้มข้นแคปไซซินที่เท่ากัน กลุ่มที่มีกิจกรรมทางกายเพียงพอจะมีสมดุลของระบบประสาทอัตโนมัติเพิ่มขึ้นสูงกว่ากลุ่มที่มีกิจกรรมทางกายไม่เพียงพอ แสดงว่าการรับประทานอาหารที่มีพริกส่งผลในการเพิ่มกิจกรรมของระบบประสาทอัตโนมัติ และการมีปริมาณกิจกรรมทางกายที่เพียงพอจะช่วยเพิ่มสมดุลของระบบประสาทอัตโนมัติได้มากยิ่งขึ้น อย่างไรก็ตามในการดำรงชีวิตประจำวันยังมีทั้งปัจจัยภายในและปัจจัยภายนอกอีกมากมายที่ควบคุมได้ยากเข้ามาเกี่ยวข้อง เนื่องจากระบบประสาทอัตโนมัติของร่างกายเป็นระบบที่ซับซ้อน มีงานวิจัยมากมายที่เคยแสดงให้เห็นบทบาทของปัจจัยอื่นๆ ที่มีอิทธิพลต่อการทำงานของระบบประสาทอัตโนมัติ ซึ่งทำให้ปัจจัยเหล่านี้ต้องถูกควบคุมในงานวิจัยของเรา ตัวอย่างเช่น Bonnimeir *et al.* (2003) ซึ่งศึกษาความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจในอาสาสมัครสุขภาพดี จำนวน 166 คน ที่มีอายุระหว่าง 20 - 70 ปี (42 ± 15 ปี) พบว่า HRV จะลดลงเมื่ออายุเพิ่มขึ้นและความผันแปรพบมากในกรณีของเพศหญิงมากกว่าเพศชาย ในขณะที่ Yadav *et al.* (2017) พบว่าการเพิ่มอัตราส่วนของรอบเอวต่อรอบสะโพกที่เป็นตัวบ่งชี้ของไขมันในช่องท้อง มีความเกี่ยวข้องกับการลด cardiac parasympathetic และเพิ่มกิจกรรมของระบบประสาทซิมพาเทติกในคนอ้วนเมื่อกำหนดโดยดัชนีมวลกาย และมีรายงานว่า การดื่มแอลกอฮอล์ อายุที่เพิ่มขึ้น การเพิ่มอัตราการเต้นของหัวใจและความดัน การใช้ยา β -blocker และประวัติการมีปัญหากับหัวใจเกี่ยวข้องกับการลดลงของ HRV (Tsuji *et al.*, 1996) อีกทั้ง Romanowics *et al.*, (2011) รายงานการศึกษาว่าการดื่มแอลกอฮอล์แบบเฉียบพลัน (acute alcohol consumption) ในหลายขนาด เป็นสาเหตุของการลดกิจกรรมของระบบประสาทพาราซิมพาเทติกและเพิ่มกิจกรรมของระบบประสาทซิมพาเทติก นอกจากนี้ Jee *et al.* (2014) รายงานการศึกษาการบริโภคกาแฟต่อความดันเลือดในมนุษย์ โดยการประเมินใช้ random-effect model ใน 11 การทดลอง ระยะเวลา

เฉลี่ย 56 วัน (ในช่วง 14-79 วัน) และปริมาณเฉลี่ยของกาแฟ 5 ถ้วย/วัน พบว่าสามารถเพิ่ม systolic blood pressure และ diastolic blood pressure 2.4 mmHg และ 1.2 mmHg ตามลำดับ และการศึกษาของ Syce (2015) ที่รายงานว่าชากระตุ้นการทำงานของระบบประสาทซิมพาเทติกและยับยั้งกิจกรรมของระบบประสาทพาราซิมพาเทติก จากรายงานการศึกษาเหล่านี้จะเห็นได้ว่ามีหลายปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการทำงานของระบบประสาทอัตโนมัติ และปัจจัยเหล่านี้ล้วนเกี่ยวข้องกับการดำรงชีวิตประจำวันทั้งสิ้น ซึ่งในการศึกษาของเราครั้งนี้พบว่าเมื่อวิเคราะห์ข้อมูลแบบสองตัวแปรจะพบว่ากิจกรรมทางกายมีผลต่อตัวแปร T_HF แต่เมื่อนำมาวิเคราะห์พหุตัวแปร โดย multiple linear regression ซึ่งนำตัวแปรควบคุมอื่นเข้าไปวิเคราะห์ด้วย พบว่า กิจกรรมทางกายไม่มีอิทธิพลต่อตัวแปร T_HF จึงอาจสันนิษฐานได้ว่าเป็นผลเนื่องจากมีปัจจัยอื่นๆ ที่มีอิทธิพลต่อตัวแปร T_HF ด้วยเช่นกัน อย่างไรก็ตามการศึกษาของเราในครั้งนี้เนื่องจากการเก็บข้อมูลกิจกรรมทางกายจากแบบสอบถามและการรับประทานอาหารที่มีพริกในชีวิตประจำวันเป็นการชิมเพื่อระดับความเผ็ดของอาหารที่รับประทานในชีวิตประจำวันไม่ได้เป็น intervention experiment ผลการศึกษาจึงอาจคลาดเคลื่อนได้บ้างขึ้นอยู่กับระดับความรู้สึกและความจำของอาสาสมัครในวันที่เก็บข้อมูล อย่างไรก็ตามนักวิจัยมีความตระหนักดีถึงโอกาสเกิดความคลาดเคลื่อนเหล่านี้ตั้งแต่ก่อนเริ่มการวิจัย และได้ควบคุมทุกปัจจัยเท่าที่สามารถทำได้ จึงเชื่อว่าผลสรุปของงานวิจัยมีความเชื่อถือได้ และผลจากงานวิจัยชิ้นนี้นับได้ว่าเป็นผลจากการกินพริกและกิจกรรมทางกายในระยะยาว จึงมีความเชื่อถือได้มากขึ้น

ดังนั้น ผลการวิจัยนี้จึงสรุปได้ว่า การรับประทานอาหารที่มีพริกในชีวิตประจำวัน จะช่วยเพิ่มความต้านทานออกซิเดชัน รวมทั้งเพิ่มสมดุลของระบบประสาทอัตโนมัติ ซึ่งเป็นผลดีต่อสุขภาพ นอกจากนี้ปริมาณกิจกรรมทางกายโดยรวมที่มากเพียงพอก็มีผลในการเพิ่มสมดุลของระบบประสาทอัตโนมัติเช่นเดียวกันทั้งระบบประสาทซิมพาเทติกและระบบประสาทพาราซิมพาเทติก นั่นคือ ผลงานวิจัยนี้มีแนวโน้มที่สามารถช่วยในการยืนยันผลดีต่อสุขภาพของการมีกิจกรรมทางกายโดยรวมอย่างเพียงพอและการรับประทานอาหารที่มีพริก โดยสามารถนำผลที่ได้จากการศึกษาในครั้งนี้เพื่อเป็นข้อสนับสนุนว่าปัจจัยกิจกรรมทางกายและการรับประทานอาหารที่มีพริกเป็นหนึ่งในปัจจัยที่มีผลต่อการทำงานของระบบประสาทอัตโนมัติ



กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณทุนอุดหนุนทั่วไป มหาวิทยาลัยขอนแก่น ประจำปีงบประมาณ พศ. 2558 และทุนการศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา คณะเภสัชศาสตร์ ประจำปีภาคต้น ปีการศึกษา 2558 รวมทั้งขอขอบคุณภาควิชาสรีรวิทยา คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่นที่อนุญาตให้ใช้เครื่อง ADInstrument Powerlab เพื่อประเมินการทำงานของระบบประสาทอัตโนมัติ

References

- Ahuja KD, Ball MJ. Effects of daily ingestion of chili on serum lipoprotein oxidation in adult men and women. *Br J Nutr* 2006; 96: 239-242.
- Al Othman ZA, Ahmed YB, Habila MA, et al. Determination of capsaicin and dihydrocapsaicin in capsicum fruit samples using high performance liquid chromatography. *Molecules* 2011; 16(10): 8919-8929.
- Benzie IF, Strain JJ. The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of "antioxidant power": the FRAP assay. *Anal Biochem* 1996; 239(1): 70-76.
- Bernardi L, Wdowczyk-Szulc J, Valenti C, et al. Effects of controlled breathing, mental activity and mental stress with or without verbalization on heart rate variability. *J Am Coll Cardiol* 2000; 35: 1462-1429.
- Bonnimeir H, Wiegand UKH, Brandes A, Klag N, Katus H, Richardt G. Circadian profile of cardiac autonomic nervous modulation in healthy subject: Differing effect of aging and gender on heart rate variability. *J Cardiovasc Electrophysiol* 2003; 14(8): 778-780.
- Chatsantiprapa K, Hurst C, Thepsuthammarat K, Thapunkaw N, Khrisanapant W, Acute effects of hot red chili on autonomic and metabolic functions in healthy subjects. *The Thai Journal of Pharmaceutical Sciences*. 2014; 38(4): 195-201.
- Cohen J. *Statistic power analysis for the behavioral science*. 2nd ed. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates; 1988.
- CREDOC/OCA (Observatoire des Consommations Alimentaires) Estimation des niveaux d'ingestion de substances aromatisantes saffrole, estragole, coumarine et capsaïcine. Note Technique No. 98. 1998. p. 25.
- Department of Mental Health. (DMH). Suanprung Stress Test-20 (SPST-20). [online]. 2550. [Cited 2015 Nov 9]. Available from: http://envocc.ddc.moph.go.th/uploads/%E0%B8%9B%E0%B8%A3%E0%B0%E0%B8%8A%E0%B8%B8%E0%B8%A1/20-21_11_61/C_4.pdf.
- Fagard RH, Pardaens K, Staessen JA. Influence of demographic, anthropometric and lifestyle characteristics on heart rate and its variability in the population. *J Hypertens* 1999; 17: 1589-1599.
- Hirooka Y, Sagara Y, Kishi T, et al. Oxidative stress and central cardiovascular regulation.- Pathogenesis of hypertension and therapeutic aspects. *Circ J*. 2010; 74(5): 827-835.
- Jee SH, He J, Whelton PK, Suh I, Klag MT. The effect of chronic coffee drinking on blood pressure: A meta-analysis of controlled clinical trials. *Hypertension* 1999; 33(2): 647-652.
- Josse AR, Sherriffs SS, Holwerda AM, et al. Effects of capsinoid ingestion on energy expenditure and lipid oxidation at rest and during exercise. *Nutr Metab* 2010; 7: 65.
- Kawada T, Sakabe S, Watanabe T, et al. Some pungent principles of spices cause the adrenal medulla to secrete catecholamine in anesthetized rats. *Exp Biol Med* 1988; 188(2), 229-233.
- Kentaro K., Satoru G, Miki N, et al. Mechanism of potent antiperoxidative effect of capsaicin. *Biochimica et Biophysica Acta* 2002; 1573, 84-92.
- Kim S, Youl Ha T, Park J. Characteristics of pigment composition and colour value by the difference of harvesting times in Korean red pepper varieties (*Capsicum annuum*, L.). *INT J FOOD SCI TECH* 2008; 43: 915-920.

- Kosuge S, Furuta M. Studies on the pungent principle of *Capsicum*. Part XIV: Chemical constitution of the pungent principle. *Agric Biol Chem* 1970; 34(2): 248-256.
- Liao D, Cai J, Rosamond WD, et al. Cardiac autonomic function and incident coronary heart disease: a population-based case-cohort study. *The ARIC Study*. *Am J Epidemiol* 1997; 145: 696-706.
- Lopez-Carrillo L, Avila HM, Dubrow R. Chili pepper consumption and gastric cancer in Mexico: A case-control study. *Am. J. Epidemiol.* 1994; 139: 263-271.
- Luqman S, Rizvi SI. Protection of lipid peroxidation and carbonyl formation in proteins by capsaicin in human erythrocytes subjected to oxidative stress. *Phytother Res* 2006; 20(4): 303-306.
- Molgaard H, Hermanse K, Bjerregaard P. Spectral components of short-term RR interval variability in healthy subjects and effects if risk factors. *Eur Heart J* 1994; 15: 1174-1183.
- Monseerenuosorn Y. Subchronic toxicity studies of capsaicin and capsicum in rats. *Res Commun Chem Pathol. Pharmacol* 1983; 41(1): 95-110.
- Nagai N, Moritani T. Effect of physical activity on autonomic nervous system function in lean and obese children. *Int J Obes relat Metab Disord* 2004; 28(1): 27-33.
- Oboh G, Puntel RL, Rocha JBT. Hot pepper (*Capsicum annum*, *Tepin* and *Capsicum Chinese*, *Habanero*) prevents Fe²⁺-induced lipid peroxidation in brain – in vitro. *Food Chem* 2007; 102: 178-185.
- Ohkawa H, Ohishi N, Yagi K. Assay for lipid peroxides in animal tissues by thiobarbituric acid reaction. *Anal Biochem* 1979; 95(2): 351-358.
- Olatunji TL, Afolayan AJ. The suitability of chili pepper (*Capsicum annum* L.) for alleviating micronutrient dietary deficiencies: A review. *Food Sci Nutr* 2018; 6(8): 239-2251.
- Rennie KL, Hemingway H, Bruner E, et al. Effects of moderate and vigorous physical activity on heart rate variability in a British study of civil servants. *Am J Epidemiol* 2003; 158(2): 135-143.
- Romanowicz M, Schmidt JE, Bostwick JM, Mrazek DA, Karpyak VM. Changes in heart rate variability associated with acute alcohol consumption: current knowledge and implications for practice and research. *Alcohol Clin Exp Res* 2011; 35(6): 1092-1105.
- Shama P, Paudel BH, Singh PN, et al. Heart rate variability: Response to graded head up tilt in health men. *Kathmandu Univ Med J* 2009; 7(27): 252-257.
- Snitker S, Fujishima Y, Shen H, et al. Effect of novel capsinoid treatment on fatness and energy metabolism in human: possible pharmacogenetic implications. *Am J Clin Nutr* 2009; 89(1): 45-50.
- Spraul M, Ruvussin E, Fontvielle AM, et al. Reduce sympathetic nervous activity: A potential mechanism predisposing to body weight gain. *J Clin Invest* 1993; 92(4): 1730-1735.
- Suetake N, Motita Y, Suzuki D, et al. Evaluation of autonomic nervous system by heart rate variability and differential count of leukocytes in athletes. *Health* 2010; 2(10): 1191-1198.
- Syde DV. A cup of black tea does not modify heart rate variability. *Journal of caffeine research* 2014; 5(1): 55-59
- Sztajzel J. Heart rate variability: a noninvasive electrocardiographic method to measure the autonomic nervous system. *Swiss Med Wkly* 2004; 134(35-36): 514-522.
- Tsuji H, Venditti FJ, Mandes ES, et al. Determinants of heart rate variability. *J Am Coll Cardiol* 1996; 28(6): 1539-1546.
- Watanabe T, Kawada T, Iwai K. Effect of capsaicin pretreatment on capsaicin –induced secretion from the adrenal medulla in rats. *Proc Soc Exp Biology Med* 1988; 187(3): 370-374.



World Health Organization (WHO). Global Physical Activity

Questionnaire (GPAQ) [online] 2008. [Cited 2015

Nov 9]; [23 ×screen]. Available from:

<https://www.who.int/ncds/surveillance/steps/GPAQ>

World health organization (WHO). Global recommendation

on physical activity for health 16-18 years old

[online]. 2010. [Cited 2015 Nov 9]. Available from:

<https://www.who.int/health-topics/physical-activity>.

Yadav RL, Yadav PK, Yadav LK, Agrawal K, Sah SK,

Islam MN. Association between obesity and heart

rate variability indices: an intuition toward cardiac

autonomic alteration – a risk of CVD. *Diabetes*

Metab Syndr Obes 2017; 10: 57-64.