O-HS 004

การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 10

The 10th STOU National Research Conference

ผลของการควบคุมการหายใจต่อการทำงานของระบบประสาทอัตโนมัติในอาสาสมัครที่นอนหลับไม่เพียงพอ

The Effect of Breathing Control on Autonomic Nervous System in Subjects with Sleep Deprivation

จารุวรรณ เวียร์ร่า (Jaruwan Vierra)[1] ปิยะพงษ์ ประเสริฐศรี (Piyapong Prasertsri)[2], อรชร บุญลา (Orachorn Boonla)[3]

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบผลของการควบคุมการหายใจแบบ 4-7-8 ต่อความดันโลหิตและการทำงานของระบบประสาทอัตโนมัติที่ควบคุมการทำงานของหัวใจ ในอาสาสมัครที่นอนหลับเพียงพอและไม่เพียงพอ โดยทำการศึกษาในอาสาสมัครสุขภาพดี อายุ 18-25 ปี แบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือกลุ่มนอนหลับเพียงพอ 18 คน และนอนหลับไม่เพียงพอ 18 คน ทำการวัดตัวแปรก่อนและหลังการควบคุมการหายใจแบบ 4-7-8 ทันที ผลการศึกษาพบว่าอัตราการเต้นของหัวใจ ความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัว ความแตกต่างของความดันโลหิต งานของหัวใจ และค่าความดันเลือดแดงเฉลี่ยลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ร่วมกับมีค่าสัญญาณความถี่ต่ำลดลง สัญญาณความถี่สูงเพิ่มขึ้น และค่าสัดส่วนของค่าความถี่ต่ำ/ความถี่สูงลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ หลังการควบคุมการหายใจ ผลการศึกษาครั้งนี้ชี้ให้เห็นว่า การควบคุมการหายใจสามารถปรับปรุงการทำงานของระบบประสาทอัตโนมัติได้ทั้งกลุ่มนอนหลับเพียงพอและไม่เพียงพอ โดยเพิ่มการทำงานของระบบพาราซิมพาเธติก และลดการทำงานของระบบประสาทซิมพาเธติกที่ควบคุมการทำงานของหัวใจ

คำสำคัญ การควบคุมการหายใจ ระบบประสาทอัตโนมัติ นอนหลับไม่เพียงพอ ความแปรปรวนการเต้นของหัวใจ

[1] นักศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

[2] คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

[3] หน่วยวิจัยนวัตกรรมและวิทยาศาสตร์การออกกำลังกายและโภชนาการ มหาวิทยาลัยบูรพา

Abstract

The objective of this study was to determine and compare effects of 4-7-8 breathing control pattern on blood pressure and autonomic nervous system function in subjects with and without sleep deprivation. Healthy subjects aged 18-25 years were enrolled and divided into 2 groups consisting of 18 adequate sleep subjects and 18 sleep deprivation subjects. All subjects were examined outcomes before and immediately after the 4-7-8 breathing control. The results showed that subjects in both groups had significantly decreased in heart rate, systolic blood pressure, pulse pressure, rate-pressure product, and mean arterial pressure values. Moreover, the 4-7-8 breathing control also improved autonomic nervous system function by significant reducing LF and LF/HF ratio values and increasing HF value compared to baseline values. The results of this study suggested that the 4-7-8 breathing control pattern may improve autonomic nervous system function in healthy subjects both with and without sleep deprivation by decreasing sympathetic nervous activity and increasing parasympathetic nervous activity.

Keywords: Breathing control, Autonomic nervous system, Sleep deprivation, Heart rate variability

บทนำ

การนอนหลับไม่เพียงพอ (Sleep deprivation) เป็นปัญหาที่แพร่หลายในสังคมปัจจุบัน ซึ่งส่งผลเสียต่อสรีรวิทยาในร่างกาย (Wolkow, Ferguson, Aisbett, & Main, 2015) และส่งผลต่อการเกิดโรคฉับพลันและเรื้อรัง ที่เพิ่มอัตราการเจ็บป่วยและการตายจากโรคหัวใจและหลอดเลือด (Cardiovascular diseases) (Liu & Chen, 2019) โดยสถาบันสุขภาพแห่งชาติ (National Institutes of Health: NIH ประเทศสหรัฐอเมริกา) ได้แนะนำระยะเวลาการนอนหลับที่เหมาะสม โดยในเด็กควรนอนหลับให้ได้อย่างน้อย 10 ชั่วโมง วัยรุ่น 9-10 ชั่วโมงและ ผู้ใหญ่ 7-8 ชั่วโมง ซึ่งพบว่ามีความชุกของการนอนหลับไม่เพียงพอ (น้อยกว่า 7 ชั่วโมง) เพิ่มขึ้นถึงร้อยละ 31 ในปี ค.ศ.2009-2010 (Ren et al., 2018) ใน ปี ค.ศ.2014 มีรายงานเกือบ 1 ใน 3 ของผู้ใหญ่นอนหลับน้อยกว่า 6 ชั่วโมงต่อคืน (Schoenborn & Adams, 2010) และจากการสำรวจปัญหาการนอนหลับไม่เพียงพอในประชากรไทย พบว่ามีปัญหาถึงร้อยละ 30-40 ของประชากรทั้งหมดหรือประมาณ 19 ล้านคน (โรงพยาบาลจิตเวชโคราช, 2562) ซึ่งปัญหาเหล่านี้เกิดเพิ่มมากขึ้นในหลายๆ ประเทศ เช่น จีน ญี่ปุ่น สหรัฐอเมริกา และยุโรป (Nasim, Saade, & AlBuhairan, 2019) การนอนหลับไม่เพียงพอนั้นเกิดขึ้นได้จากหลายสาเหตุ ทั้งจากความผิดปกติทางร่างกาย เช่น ภาวะนอนไม่หลับ ภาวะเครียด โรคหยุดหายใจขณะนอนหลับ (Obstructive Sleep Apnea: OSA) หรือความเสื่อมของร่างกายที่เกี่ยวข้องกับการทำงานของสมองและระบบประสาทอัตโนมัติ หรืออาจเกิดจากการพฤติกรรมการใช้ชีวิต เช่น การทำงานเป็นกะเวลา ทำงานหนัก การนอนผิดเวลา (Grandner, Jackson, Pak, & Gehrman, 2012) รวมไปถึงการเล่นโทรศัพท์ก่อนนอน ซึ่งการนอนผิดเวลาส่งผลต่อการหลั่ง Melatonin (Ackermann et al., 2013) สาเหตุเหล่านี้ล้วนส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาภายในร่างกาย เช่น ระบบประสาทอัตโนมัติมีการทำงานของระบบประสาทซิมพาเธติก (Sympathetic) เพิ่มมากขึ้น (Carey et al., 2018; Dettoni et al., 2012; Jike, Itani, Watanabe, Buysse, & Kaneita, 2018) การเพิ่มขึ้นของการอักเสบภายในร่างกาย (Ferrie, Kumari, Salo, Singh-Manoux, & Kivimaki, 2011) การเพิ่มขึ้นของอนุมูลอิสระ (Oxidative stress) ภาวะเซลล์บุผิวหลอดเลือดทำงานผิดปกติ (Endothelial dysfunction) การดื้อต่อฮอร์โมนอินซูลิน (Insulin resistance) (De Bernardi Rodrigues et al., 2016; Nedeltcheva, Kessler, Imperial, & Penev, 2009) หลอดเลือดแดงแข็ง (Atherosclerosis) ปัจจัยเสี่ยงเหล่านี้ล้วนส่งผลต่อการพัฒนาไปเป็นโรคหัวใจและหลอดเลือด (Cardiovascular disease) และภาวะบกพร่องของระบบเผาผลาญของร่างกาย (Metabolic syndrome) (Tobaldini et al., 2019) นอกจากนี้ยังพบว่าผู้ที่มีนอนหลับไม่เพียงพอ จะมีการตอบสนองต่อการระบายอากาศของระบบหายใจที่ผิดปกติไป (Adler & Janssens, 2019)

จากงานวิจัยก่อนหน้านี้พบว่าการนอนหลับไม่เพียงพอนั้นส่งผลให้ความดันโลหิตสูง พร้อมกับลด Adrenergic tone ซึ่งเกิดจากการทำงานของ Sympathetic arterial baroreflex (Itani, Jike, Watanabe, & Kaneita, 2017) ในตัวอย่างคลื่นไฟฟ้าหัวใจของคนที่นอนหลับไม่เพียงพอแสดงให้เห็นถึงความสมดุลในการทำงานของระบบประสาทอัตโนมัติที่ลดลง (Malmberg, Persson, Flisberg, & Orbaek, 2011) และในการศึกษาของ Virtanen และคณะ ยังพบว่าการนอนหลับไม่เพียงพอนั้นส่งผลเพิ่มการทำงานของซิมพาเธติกอย่างชัดเจน ซึ่งพบว่าการทำงานของซิมพาเธติกที่เพิ่มมากขึ้นเกี่ยวข้องกับการเพิ่มอัตราความเสี่ยงและอัตราการตายของโรคหัวใจและหลอดเลือด เนื่องจากการทำงานของระบบหัวใจและหลอดเลือดนั้นถูกควบคุมผ่านการทำงานของระบบประสาทอัตโนมัติ (Virtanen, Kalleinen, Urrila, Leppanen, & Polo-Kantola, 2015) โดยพบว่าข้อมูลจากการสำรวจสุขภาพประชาชนไทยโดยการตรวจร่างกายของประชากรไทยอายุ 15 ปีขึ้นไป พบความชุกของปัจจัยเสี่ยงต่อการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือด มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ซึ่งการนอนหลับไม่เพียงพอนั้นเป็นสาเหตุหนึ่งที่กระตุ้น

ปัจจัยเสี่ยงนั้น (สถาบันวิจัยระบบสาธารณสุข, 2557) นอกจากนี้มีงานศึกษาพบว่าการนอนหลับไม่เพียงพอเป็นปัจจัยเสี่ยงที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของระบบการเผาผลาญและต่อมไร้ท่อ โดยในการศึกษาของ De Bernardi Rodrigues AM และคณะ พบว่าวัยรุ่นที่มีการนอนหลับไม่เพียงพอ (น้อยกว่า 8 ชม./วัน) นั้นมีระดับความดันโลหิตสูงและ Adiposity markers สูง ซึ่งแสดงให้เห็นถึงการกระจายตัวของไขมันสู่ศูนย์กลางสูง ร่วมกับการมีระดับน้ำตาลในเลือดสูงจากการลดลงของ Insulin sensitivity เมื่อเปรียบเทียบกับคนที่นอนหลับพักผ่อนเพียงพอ (มากกว่า 8 ชม./วัน) (De Bernardi Rodrigues et al., 2016; Rodrigues et al., 2016) จากการศึกษาที่กล่าวมาพบว่าการนอนหลับไม่เพียงพอนั้นกระตุ้นการทำงานของระบบประสาทซิมพาเธติก และเป็นหนึ่งในสาเหตุที่ทำให้ระบบการเผาผลาญทำงานแย่ลง ซึ่งเหนี่ยวนำให้เกิดโรคหัวใจและหลอดเลือดตามมา โดยการประเมินการทำงานของ Autonomic nervous system มักนิยมใช้การประเมินที่เรียกว่า ค่าความแปรปรวนการเต้นของหัวใจ (heart rate variability, HRV) หรือการเปลี่ยนแปลงจังหวะการเต้นของหัวใจ (Beat-to-beat) ซึ่งสามารถชี้วัดการเปลี่ยนแปลงการทำงานของระบบประสาทซิมพาเธติก และ พาราซิมพาเธติก (Parasympathetic) ทั้งในคนปกติทั่วไป ผู้ป่วยโรคทั่วไป และผู้ที่มีภาวะที่ผิดปกติที่เกี่ยวข้องกับการทำงานของระบบประสาท (Lombardi & Stein, 2011) โดยการวัด HRV สามารถวิเคราะห์ได้จากหลายอย่าง เช่น สัญญาณความถี่ต่ำ (Low Frequency, LF) สะท้อนถึงการทำงานของระบบประสาททั้ง 2 ระบบ หากสูงแสดงให้เห็นถึงการทำงานของระบบประสาทซิมพาเธติกเด่น, สัญญาณความถี่สูง (High Frequency, HF) สะท้อนการทำงานของระบบประสาทพาราซิมพาเธติก และค่าสัดส่วนของค่าความถี่ต่ำ/ความถี่สูง (LF/HF ratio) แสดงให้เห็นถึงความสมดุลการทำงานของระบบประสาททั้ง 2 ระบบ (Thayer, Åhs, Fredrikson, Sollers III, & Wager, 2012)

การหายใจ (Breathing) เป็นธรรมชาติของร่างกายมนุษย์และส่งผลต่อการทำงานของระบบพาราซิมพาเธติก การควบคุมการหายใจ (Breathing control) คือการควบคุมการหายใจทั้งจังหวะและความลึกของการหายใจ โดยขณะควบคุมการหายใจจะต้องผ่อนคลายทรวงอกส่วนบน และหัวไหล่ (Main & Denehy, 2016) พบว่าเมื่อกำหนดลมหายใจหรือหายใจลึกๆ (Deep breath) กล่าวคือช่วงเวลาในการหายใจออกยาวนานกว่าระยะการหายใจเข้า ร่างกายจะปรับให้อยู่ในภาวะที่เข้าใกล้สภาวะที่เหมือนกับพาราซิมพาเธติก มีงานศึกษาพบว่าการหายใจช้าๆ 6 ครั้งต่อนาที ช่วยเพิ่ม Baroreflex sensitivity ส่งผลให้การทำงานของระบบประสาทซิมพาเธติก ลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับการหายใจปกติ (Russo, Santarelli, & O'Rourke, 2017) สอดคล้องกับงานศึกษาของ Mason และคณะ ที่พบว่าการหายใจอย่างช้า 6 ครั้งต่อนาที ส่งผลให้ออกซิเจนเพิ่มขึ้น Chemoreflex sensitivity ลดลง และมีประสิทธิภาพในการเพิ่ม Baroreflex sensitivity เช่นกัน ซึ่งผลจากงานวิจัยทั้งสองพบว่าการควบคุมการหายใจยังลดความดันโลหิตลดลงอีกด้วย (Mason et al., 2013) การควบคุมการหายใจมีหลายวิธี โดยหนึ่งในนั้นคือการควบคุมการหายใจแบบ 4-7-8 ซึ่งเป็นเทคนิคหนึ่งในการผ่อนคลายร่างกาย โดย Dr.Weil เป็นผู้ริเริ่ม การควบคุมการหายใจแบบ 4-7-8 ทำให้จิตใจสงบและเกิดการผ่อนคลายกล้ามเนื้อ (Weil, 2016) อีกทั้งยังเป็นรูปแบบการหายใจที่ค่อนข้างแพร่หลายและเป็นที่รู้จัก โดยขั้นตอนควบคุมการหายใจแบบ 4-7-8 เริ่มจาก การหายใจเข้าช้าๆ นับ 1-4 จากนั้นกลั้นหายใจไว้ให้นับ 1-7 แล้วค่อยๆ หายใจออก ให้นับ 1-8 โดยการนับเลขนั้นต้องนับเป็นจังหวะไม่ช้าไม่เร็วไป จากนั้นทำวนซ้ำๆ 4-5 รอบ (Ivtzan, 2019) โดยสรุปพบว่าในระยะสั้นการหายใจช้าๆ ส่งผลลด O_2 consumption ลดอัตราการเต้นของหัวใจ ลดความดันโลหิต เพิ่ม Theta wave และ Delta wave ซึ่งแสดงให้เห็นถึงการทำงานของระบบประสาทอัตโนมัติ พาราซิมพาเธติกที่เด่นขึ้น ซึ่งเหนี่ยวนำให้ระบบประสาทอัตโนมัติซิมพาเธติกทำงานน้อยลง และทำให้เกิดความสมดุลของการทำงานของระบบประสาทอัตโนมัติ นอกจากนี้ในระยะยาวส่งผลลดความเสี่ยงต่อการเกิดโรคหัวใจและ

หลอดเลือด เบาหวานชนิดที่ 2 และเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของระบบหายใจ (Bhimani, Kulkarni, Kowale, & Salvi, 2011; Jerath, Edry, Barnes, & Jerath, 2006; Sharma et al., 2013)

เมื่อพิจารณาผลของการนอนหลับไม่เพียงพอที่เพิ่มขึ้นในวัยรุ่น ร่วมกับความชุกของโรคหัวใจและหลอดเลือดที่เพิ่มขึ้นของประชากรอายุ 15 ปีขึ้นไป ซึ่งเกี่ยวข้องกับทำงานของระบบประสาทซิมพาเธติกที่มากเกินไป และการควบคุมการหายใจที่ส่งผลต่อการเพิ่มการทำงานของระบบประสาทพาราซิมพาเธติก ลดการทำงานของระบบประสาทซิมพาเธติก แล้วร่วมกับยังไม่มีงานศึกษาใดศึกษาผลของการควบคุมการหายใจแบบ 4-7-8 ต่อการทำงานของระบบประสาทอัตโนมัติในผู้ที่นอนหลับไม่เพียงพอ ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาผลของการควบคุมการหายใจแบบ 4-7-8 ต่อการทำงานของระบบประสาทอัตโนมัติที่ควบคุมการทำงานของหัวใจ

วัตถุประสงค์

1. เพื่อเปรียบเทียบผลของการควบคุมการหายใจแบบ 4-7-8 ต่อความดันโลหิตและการทำงานของระบบประสาทอัตโนมัติที่ควบคุมการทำงานของหัวใจในผู้ที่นอนหลับไม่เพียงพอและนอนหลับเพียงพอ ระหว่างก่อนและหลังการควบคุมการหายใจ
2. เพื่อเปรียบเทียบผลของการควบคุมการหายใจแบบ 4-7-8 ต่อความดันโลหิตและการทำงานของระบบประสาทอัตโนมัติที่ควบคุมการทำงานของหัวใจ ระหว่างผู้ที่นอนหลับไม่เพียงพอและนอนหลับเพียงพอ หลังการควบคุมการหายใจ

ระเบียบวิธีวิจัย

การศึกษาครั้งนี้มีรูปแบบเป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi-experimented study) โดยอาสาสมัครทั้งหมดสมัครใจและลงนามในใบยินยอมเข้าร่วมการศึกษา โดยการศึกษาครั้งนี้ผ่านการรับรองจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ จากคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรม มหาวิทยาลัยบูรพา เลขที่ G-SH 028-2563 วันที่ 17 กรกฎาคม พ.ศ.2563 โดยข้อมูลต่างๆ ของอาสาสมัครจะถูกเก็บเป็นความลับและจะถูกทำลายหลังการเผยแพร่ผลการวิจัยแล้ว 1 ปี

กลุ่มประชากร

อาสาสมัครวัยผู้ใหญ่ตอนต้น อายุ 18-25 ปี ที่อาศัยในเขตตำบลแสนสุข อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี

กลุ่มตัวอย่าง

เกณฑ์คัดเข้า

1. เพศชายหรือหญิง อายุ 18-25
2. สุขภาพกายและจิตดี มีดัชนีมวลกายอยู่ในช่วง 18.5-22.9
3. เป็นผู้ที่นอนหลับไม่เพียงพอ (นอนหลับน้อยกว่า 7 ชั่วโมง/วัน) หรือนอนหลับเพียงพอ (นอนหลับมากกว่าหรือเท่ากับ 7 ชั่วโมง/วัน) โดยต้องมีภาวะนี้อย่างน้อย 3 เดือนขึ้นไปก่อนหน้านี้
4. ไม่มีการฝึกสมาธิหรือการควบคุมการหายใจรูปแบบต่างๆ ต่อเนื่องมาเป็นเวลาอย่างน้อย 1 ปี

เกณฑ์คัดออก

1. เป็นโรคอ้วน โรคความดันโลหิตสูง โรคหัวใจและหลอดเลือด โรคเบาหวาน โรคไต หรือโรคต่อมไทรอยด์ที่ส่งผลต่อการทำงานของหัวใจและระบบประสาทอัตโนมัติที่ควบคุมหัวใจ

2. ผู้ที่ที่สูบบุหรี่, ดื่มแอลกอฮอล์เป็นประจำหรือบริโภคคาเฟอีน >400 มิลลิกรัม/วัน

3. มีประวัติการใช้สารเสพติด ใช้ยารักษาโรคซึมเศร้าหรือโรคทางจิตเวชในปัจจุบัน

4. อาสาสมัครผู้หญิงที่ไม่อยู่ในช่วงมีประจำเดือน ตั้งครรภ์ หรืออยู่ในช่วงให้นมบุตร

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. วัดองค์ประกอบของร่างกาย (Body composition) ได้แก่ มวลกล้ามเนื้อ ร้อยละของมวลกล้ามเนื้อ มวลไขมัน ร้อยละของมวลไขมัน มวลร่างกายที่ไร้ไขมัน ร้อยละมวลร่างกายที่ไร้ไขมัน ปริมาณน้ำในร่างกาย ร้อยละของน้ำในร่างกายมวลแร่ธาตุ และระดับไขมันในช่องท้อง ด้วยเครื่องชั่งน้ำหนักและวัดไขมัน (InBody 270 Body Composition Analyzer, Korea)

2. วัดการกระจายของไขมันในร่างกาย (Body fat distribution) ได้แก่ ความกว้างรอบเอว ความกว้างรอบสะโพก และอัตราส่วนของความกว้างรอบเอวต่อสะโพก (waist to hip ratio: WHR) ด้วยการใช้สายวัดโดยผู้วิจัยคนเดียวกันตลอดโครงการ

3. วัดสัญญาณชีพ (Physiological measurement) ได้แก่ ความดันโลหิตและอัตราการเต้นของหัวใจด้วยเครื่องเครื่องวัดความดันชนิดดิจิตอล (Automatic sphygmomanometer) (Microlife, Switzerland) และนำมาวิเคราะห์ค่าความแตกต่างของความดันโลหิต (Pulse pressure) และปริมาณของออกซิเจนที่กล้ามเนื้อหัวใจต้องการใช้หรืองานของหัวใจ (Rate-pressure product) ซึ่งบ่งบอกถึงการทำงานของหัวใจ

4. ประเมินการทำงานของระบบประสาทอัตโนมัติที่ควบคุมหัวใจ (Cardiac autonomic function) จะถูกวิเคราะห์จากคลื่นไฟฟ้าหัวใจที่ได้จากการวัด electrocardiography Lead II โดยใช้ HRV module software รุ่น PowerLab 4/30 (ADInstruments, Australia) ตัวแปรที่วัด ได้แก่ LF, HF และ LF/HF ratio

ขั้นตอนการเก็บข้อมูล

หลังจากการคัดกรองอาสาสมัครโดยการซักประวัติและใช้แบบสอบถาม อาสาสมัครก่อนวันเก็บข้อมูลอาสาสมัครจะถูกร้องขอให้เข้านอนตามเวลาปกติในแต่ละวัน งดกิจกรรมที่ใช้แรงมาก งดดื่มชา กาแฟ และงดอาหารอย่างน้อย 8 ชั่วโมงก่อนทดสอบ ในวันเก็บข้อมูล เมื่ออาสาสมัครมาถึง ให้อาสาสมัครนอนพักเป็นเวลา 15 นาที จากนั้นผู้วิจัยจึงทำการเก็บข้อมูลโดยวัดความดันโลหิต อัตราการเต้นของหัวใจ และวัดความแปรปรวนการเต้นของหัวใจ (HRV) โดยวัดในท่านอน เป็นเวลา 15 นาที หลังจากนั้นผู้วิจัยให้อาสาสมัครควบคุมการหายใจแบบ 4-7-8 (หายใจเข้านับ 1-4 กลั้นหายใจนับ 1-7 และหายใจออกทางปากนับ 1-8) ทั้งหมด 6 รอบ/ครั้ง แต่ละครั้งพักหายใจปกติ 1 นาที ทั้งหมด 3 ครั้ง โดยในขณะควบคุมการหายใจนั้นมีการบันทึกคลื่นไฟฟ้าหัวใจร่วมด้วย เมื่อสิ้นสุดการควบคุมการหายใจทำการวัดความดันโลหิตและอัตราการเต้นของหัวใจอีกครั้งหลังจากนั้นทำการวัด body composition โดยใช้เครื่อง Inbody และวัด Body fat distribution ด้วยสายวัด โดยวัดความยาวรอบเอวจากตำแหน่งอยู่กึ่งกลางระหว่างกระดูกซี่โครงชิ้นสุดท้ายและ iliac crest ห้ามแขม่วท้องหรือเบ่งท้องตึง ส่วนความยาวรอบสะโพกวัดตำแหน่งกึ่งกลางสะโพก หรือแนวของหัวกระดูก femur

ข้อมูลที่ได้จากการศึกษาจะถูกวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม SPSS Statistics โดยแสดงในรูปค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (mean ± SD) ทดสอบการแจกแจงข้อมูลโดยใช้สถิติ Kolmogorov-Smirnov test พบว่าตัวแปรมีการแจกแจงปกติ วิเคราะห์ความแตกต่างของค่า Baseline ระหว่างกลุ่มด้วยสถิติ Independent t-test วิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างกลุ่มด้วยสถิติ One-way ANCOVA และวิเคราะห์ความแตกต่างภายในกลุ่มด้วยสถิติ Paired t-test โดยกำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติไว้ที่ $p<0.05$

ผลการวิจัย

อาสาสมัครส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง ร้อยละ 86.1 (เพศชาย 5 คน เพศหญิง 29 คน) มีค่าเฉลี่ยของ อายุ ความสูง น้ำหนักตัว ดัชนีมวลกาย ระดับความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวและคลายตัว ร้อยละของไขมัน มวลไขมัน ร้อยละของมวลร่างกายที่ปราศจากไขมัน มวลร่างกายที่ปราศจากไขมัน ร้อยละปริมาณน้ำในร่างกาย ปริมาณน้ำในร่างกาย มวลกล้ามเนื้อ มวลเกลือแร่ ความกว้างรอบเอว ความกว้างรอบสะโพก สัดส่วนความกว้างรอบเอวต่อความกว้างรอบสะโพก ระดับไขมันในอวัยวะภายใน อัตราการเผาผลาญขณะพัก และระยะเวลาในการนอนแต่ละคืน (ตารางที่ 1) เมื่อเปรียบเทียบข้อมูลพื้นฐานระหว่างกลุ่มนอนหลับเพียงพอและกลุ่มนอนหลับไม่เพียงพอ ด้วยสถิติ Independent t–test พบว่าข้อมูลพื้นฐานของทั้ง 2 กลุ่ม ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ก่อนการควบคุมการหายใจพบว่า อัตราการเต้นของหัวใจ (Heart rate) ความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัว (Systolic blood pressure) ความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัว (Diastolic blood pressure) ความแตกต่างของความดันโลหิต (Pulse pressure) งานของหัวใจ (Rate-pressure product) และความดันในหลอดเลือดแดงเฉลี่ย (Mean arterial pressure) ไม่แตกต่างกันทางสถิติทั้งในกลุ่มนอนหลับไม่เพียงพอและนอนหลับไม่เพียงพอ (ตารางที่ 2)

ผลหลังจากการควบคุมการหายใจแบบ 4-7-8 แสดงให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงอัตราการเต้นของหัวใจ ความดันโลหิตและงานของหัวใจในกลุ่มอาสาสมัครที่นอนหลับเพียงพอและนอนหลับไม่เพียงพอ (ตารางที่ 2) โดยพบว่าอัตราการเต้น

ของหัวใจ (4.1 ± 4.2, $p< 0.05$) ความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัว (3.1 ± 3.4, $p<0.05$) ความแตกต่างของความดันโลหิต (2 ± 3.8, $p< 0.05$) งานของหัวใจ (645 ± 581.3, $p< 0.05$) และค่าความดันเลือดแดงเฉลี่ย (1.8 ± 3.3, $p<0.05$) ของอาสาสมัครทั้งสองกลุ่มภายหลังการควบคุมการหายใจมีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับก่อนควบคุมการหายใจ แต่เมื่อเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงระหว่างกลุ่ม พบว่าไม่มีความแตกต่างกัน เป็นที่น่าสนใจว่าการควบคุมการหายใจแบบ 4-7-8 สามารถลดอัตราการเต้นของหัวใจ ความดันโลหิต และงานของหัวใจ

ตารางที่ 1 ข้อมูลพื้นฐานของอาสาสมัครกลุ่มนอนหลับเพียงพอและนอนหลับไม่เพียงพอข้อมูลแสดงในรูปค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน. อาสาสมัครกลุ่มละ 18 คน.

ตัวแปร	กลุ่มนอนหลับเพียงพอ	กลุ่มนอนหลับไม่เพียงพอ
อายุ (ปี)	22.6 ± 1.5	20.8 ± 1.3
ความสูง (เมตร)	162.0 ± 7.1	161.4 ± 6
น้ำหนัก (กิโลกรัม)	52.8 ± 6.2	52 ± 5.9
ดัชนีมวลกาย (กิโลกรัม/เมตร^2)	20.1 ± 1.6	19.9 ± 1.3
ความดันขณะหัวใจบีบตัว (มิลลิเมตรปรอท)	108 ± 6.6	107.9 ± 7.9
ความดันขณะหัวใจคลายตัว (มิลลิเมตรปรอท)	71.1 ± 5.6	70.7 ± 7.6
ร้อยละมวลไขมัน (เปอร์เซ็นต์)	27.1 ± 7.1	28.2 ± 4.8
มวลไขมัน (กิโลกรัม)	14.3 ± 4.1	14.6 ± 2.7
ร้อยละมวลร่างกายที่ปราศจากไขมัน (เปอร์เซ็นต์)	71.9 ± 8.3	71.1 ± 5.4
มวลร่างกายที่ปราศจากไขมัน (กิโลกรัม)	37.9 ± 6.1	37.1 ± 6.3
ปริมาณน้ำในร่างกาย (กิโลกรัม)	53.4 ± 5.3	52.6 ± 3.6
ร้อยละปริมาณน้ำในร่างกาย (เปอร์เซ็นต์)	28.2 ± 4.7	27.4 ± 4.3
มวลกล้ามเนื้อ (กิโลกรัม)	7.5 ± 1.3	7.3 ± 1.2
มวลแร่ธาตุ (กิโลกรัม)	2.7 ± 0.4	2.7 ± 0.4
ความกว้างรอบเอว (เซนติเมตร)	68 ± 5.7	66 ± 3.7
ความกว้างรอบสะโพก (เซนติเมตร)	89.7 ± 5.2	90.2 ± 5.3
อัตราส่วนของความกว้างรอบเอวต่อสะโพก	0.8 ± 0.1	0.73 ± 0.1
ระดับไขมันในช่องท้อง	5.3 ± 1.8	5.5 ± 1.2
อัตราการเผาผลาญขณะพัก (กิโลแคลอรี/วัน)	1201.3 ± 135.8	1178.4 ± 127.1
ระยะเวลาการนอน (ชั่วโมง)	7.4 ± 0.6	6.1 ± 0.4

ข้อมูลแสดงในรูปค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน. อาสาสมัครกลุ่มละ 18 คน.

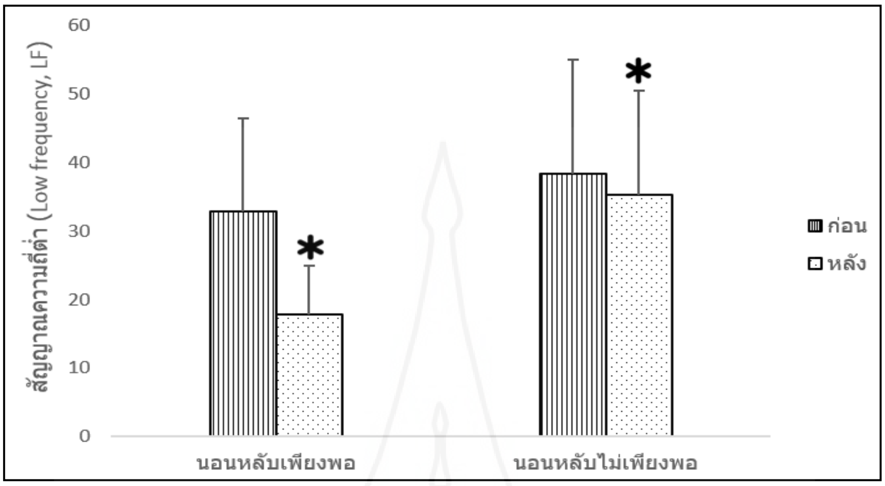
ตารางที่ 2 ค่าตัวแปรในระบบไหลเวียนโลหิต และค่าความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจ ในอาสาสมัครกลุ่มนอนหลับเพียงพอและนอนหลับไม่เพียงพอ ก่อนและหลังการควบคุมการหายใจแบบ 4-7-8

ตัวแปร	กลุ่มนอนหลับเพียงพอ		กลุ่มนอนหลับไม่เพียงพอ	
	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง
อัตราการเต้นของหัวใจ (ครั้ง/นาที)	71.4 ± 7.9	66.2 ± 6.3*	67.6 ± 11.9	64.6 ± 10.9*
ความดันขณะหัวใจบีบตัว (มิลลิเมตรปรอท)	108.4 ± 7	105.1 ± 8.6*	107.7 ± 7.4	104.9 ± 6.7*
ความดันขณะหัวใจคลายตัว (มิลลิเมตรปรอท)	71.4 ± 5.4	69.2 ± 5.7	70.7 ± 7.6	70.7 ± 8
ความแตกต่างของความดันโลหิต (มิลลิเมตรปรอท)	37.9 ± 5.7	36.5 ± 6.3*	38 ± 5.9	35.1 ± 5.3*
งานของหัวใจ (มิลลิเมตรปรอท/นาที)	7805.2 ± 1007	6942.8 ± 894.7*	7385 ± 1428.2	6834.1 ± 1299.4*
ความดันเลือดแดงเฉลี่ย	83.7 ± 5.3	81.1 ± 6.1*	83 ± 7.2	82.1 ± 7.2*
สัญญาณความถี่ต่ำ (normal unit)	32.8 ± 13.7	17.8 ± 7.2*	38.3 ± 16.7	35.3 ± 15.2*
สัญญาณความถี่สูง (normal unit)	59.5 ± 16.8	70.1 ± 14.1*	52 ± 16.4	53.4 ± 15.2*
สัดส่วนของค่าความถี่ต่ำ/ความถี่สูง	0.6 ± 0.5	0.3 ± 0.1*	1.1 ± 1.3	0.8 ± 0.5*

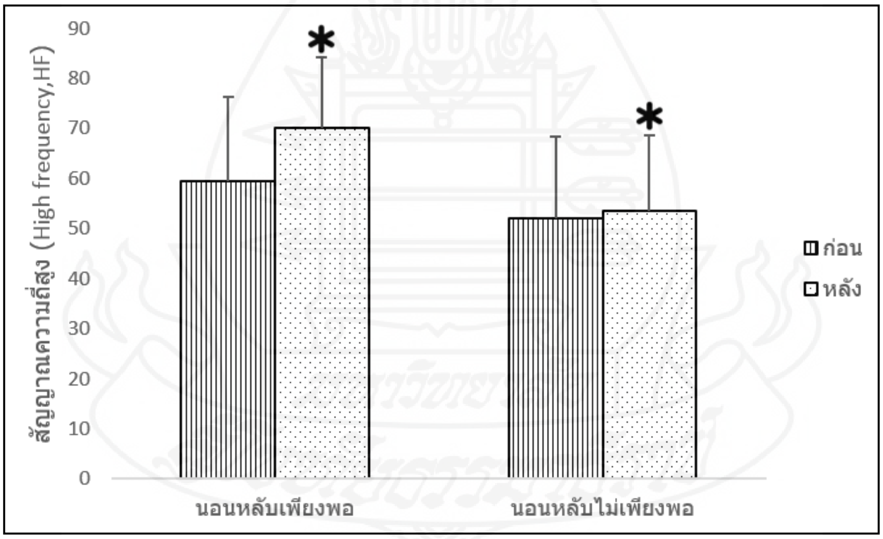
ข้อมูลแสดงในรูปค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน. อาสาสมัครกลุ่มละ 18 คน.

*, แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการควบคุมการหายใจ ($p<0.05$)

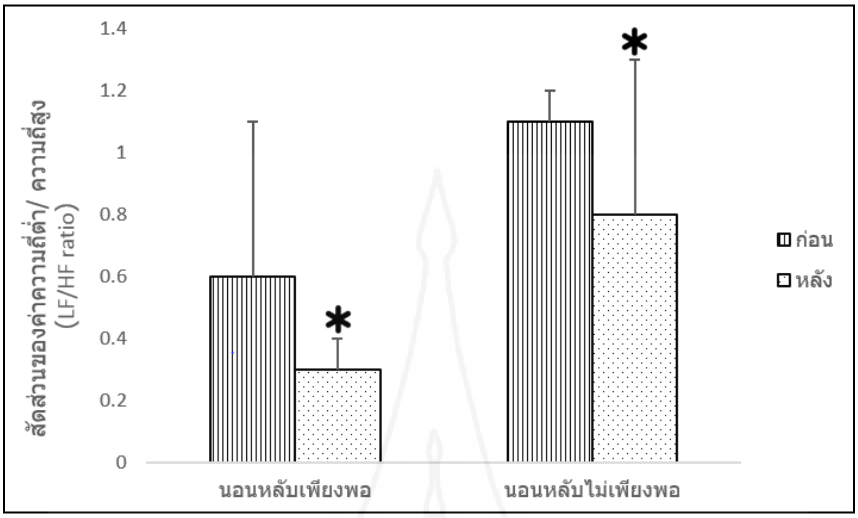
การควบคุมการหายใจแบบ 4-7-8 มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจ ทั้งในอาสาสมัครกลุ่มนอนหลับเพียงพอและนอนหลับไม่เพียงพอ ดังแสดงให้เห็นในการลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ของค่าสัญญาณความถี่ต่ำ ซึ่งแสดงให้เห็นการทำงานของระบบประสาทซิมพาเธติกที่ลดลง ร่วมกับการเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ของค่าสัญญาณความถี่สูง ที่แสดงให้เห็นถึงการทำงานของระบบประสาทพาราซิมพาเธติกที่เพิ่มขึ้น สอดคล้องกับการลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ของค่าสัดส่วนของค่าความถี่ต่ำ/ ความถี่สูง บ่งบอกถึงสมดุลการทำงานของระบบประสาทอัตโนมัติทั้ง 2 ระบบที่ดีขึ้น หลังฝึกควบคุมหายใจแบบ 4-7-8 (ภาพที่ 1-3) แต่เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มพบว่าไม่มีความแตกต่างกันของอาสาสมัครทั้งสองกลุ่ม



ภาพที่ 1 สัญญาณความถี่ต่ำ (LF) ก่อนและหลังการควบคุมการหายใจแบบ 4-7-8
*, แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการควบคุมการหายใจ ($p<0.05$)



ภาพที่ 2 สัญญาณความถี่สูง (HF) ก่อนและหลังการควบคุมการหายใจแบบ 4-7-8
*, แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการควบคุมการหายใจ ($p<0.05$)



ภาพที่ 3 สัดส่วนของค่าความถี่ต่ำ/ความถี่สูง (LF/HF ratio) ก่อนและหลังการควบคุมการหายใจแบบ 4-7-8
*, แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการควบคุมการหายใจ ($p<0.05$)

อภิปรายผลการวิจัย

ผลการศึกษาครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าหลังจากการควบคุมการหายใจแบบ 4-7-8 ส่งผลให้อัตราการเต้นของหัวใจ ความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัว ความแตกต่างของความดันโลหิต งานของหัวใจ และค่าความดันเลือดแดงเฉลี่ยลดลง นอกจากนี้ยังพบว่าหลังการควบคุมการหายใจแบบ 4-7-8 การทำงานของระบบประสาทซิมพาเธติกลดลง และการทำงานของระบบประสาทพาราซิมพาเธติกเพิ่มมากขึ้นในอาสาสมัครกลุ่มนอนหลับเพียงพอและกลุ่มนอนหลับไม่เพียงพอเมื่อเปรียบเทียบระหว่างก่อนและหลังการควบคุมการหายใจ แต่ไม่พบความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม จากผลลัพธ์ข้างต้นแสดงให้เห็นว่าการควบคุมการหายใจแบบ 4-7-8 มีประสิทธิภาพในการลดการทำงานของระบบประสาทซิมพาเธติกและเพิ่มการทำงานของระบบประสาทพาราซิมพาเธติก นอกจากนี้ยังช่วยลดอัตราการเต้นของหัวใจ และความดันโลหิต ในอาสาสมัครสุขภาพดีที่มีภาวะนอนหลับเพียงพอและไม่เพียงพอ

การนอนหลับไม่เพียงพอส่งผลให้การทำงานของระบบประสาทซิมพาเธติกทำงานมากขึ้น ซึ่งทำให้เสี่ยงต่อการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือด โดยจากงานศึกษาของ Dettoni และคณะในปีค.ศ. 2012 และ Villa และคณะในปีค.ศ. 2016 ซึ่งพบว่า เมื่อนอนหลับไม่เพียงพอ เป็นผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของ Sympathetic tone ซึ่งแสดงให้เห็นจากการวัด HRV พบว่ามีการเพิ่มขึ้นของ LF และการลดลงของ HF แสดงให้เห็นถึงการเพิ่มขึ้นของ Sympathetic tone และการลดลงของ Parasympathetic tone (Dettoni et al., 2012; Villa et al., 2016) นอกจากนี้การนอนหลับไม่เพียงพอนั้นยังส่งผลต่อแนวโน้มความเสี่ยงต่อการเป็นโรคอ้วน (Obesity) (Aldabal & Bahammam, 2011) ซึ่งขัดแย้งกับการศึกษาครั้งนี้ที่ไม่พบความแตกต่างกันของค่าความแปรปรวนการเต้นของหัวใจ ดัชนีมวลกาย และความดันโลหิตในกลุ่มที่มีภาวะนอนหลับเพียงพอและไม่เพียงพอ

การหายใจที่มีระยะเวลาในการหายใจออกยาวนานกว่าระยะการหายใจเข้านั้นสามารถกระตุ้นการทำงานของระบบประสาทพาราซิมพาเธติกได้ (Russo et al., 2017) โดยจากการศึกษาก่อนหน้าพบว่าการหายใจที่ช้าลงมีผลต่อการ

เปลี่ยนแปลงของค่า HRV โดยพบว่ามีค่า HF เพิ่มมากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเปรียบเทียบกับการหายใจปกติ ซึ่งแสดงให้เห็นถึงการทำงานของระบบประสาทพาราซิมพาเธติกที่เพิ่มมากขึ้นในอาสาสมัครผู้ชายสุขภาพดี (Gerritsen & Band, 2018) ซึ่งจากการศึกษาในครั้งนี้ที่พบว่าการควบคุมการหายใจแบบ 4-7-8 ทำให้ค่า HF เพิ่มขึ้น และค่า LF ลดลงในอาสาสมัครสุขภาพดีทั้งเพศชายและหญิงที่มีภาวะนอนหลับเพียงพอและไม่เพียงพอ นอกจากนี้การหายใจช้าๆ 6ครั้ง/นาที ทำให้ chemoreflex sensitivity ลดลง เพิ่มประสิทธิภาพของ Baroreflex sensitivity ซึ่งส่งผลให้ความดันโลหิตของอาสาสมัครในการศึกษาลดลงด้วย (Mason et al., 2013; Russo et al., 2017) สอดคล้องกับผลการศึกษาครั้งนี้ที่พบว่าการควบคุมการหายใจแบบ 4-7-8 ส่งผลให้อัตราการเต้นของหัวใจ ความดันโลหิต และงานของหัวใจลดลงเช่นกัน จากรูปแบบการควบคุมการหายใจแบบ 4-7-8 ที่มีต้นแบบมาจากการหายใจแบบปราณายามะหรือการหายใจที่ใช้ในการเล่นโยคะและนั่งสมาธิ (Weil, 2016) ซึ่งมีงานศึกษาพบว่าการทำงานของระบบทางเดินหายใจขณะนั่งสมาธิอาจมีความเกี่ยวข้องกับการทำงานของระบบประสาทอัตโนมัติและการทำงานของ amygdala ด้วย (Jerath, Harden, Crawford, Barnes, & Jensen, 2014) การหายใจช้าๆ นั้นส่งผลให้ความดันในหลอดเลือดแดงสูงขึ้นบางส่วน ซึ่งจะส่งผลกระตุ้น Baroreceptor ที่มีหน้าที่ตรวจจับความดันในหลอดเลือดที่เพิ่มสูงขึ้น ส่งผลต่อความไวของ Baroreflex ที่เพิ่มขึ้นเช่นกันและส่งสัญญาณไปยังสมองส่วน medulla ทำให้การทำงานของระบบประสาทซิมพาเธติกลดลงและเส้นประสาท Vagus ที่ไปเลี้ยงหัวใจทำงานมากขึ้น หัวใจเต้นช้าลง ความแรงในการบีบตัวลดลง ส่งผลให้ระดับความดันโลหิตลดลงด้วย (Hofmann et al., 2018; Mason et al., 2013) จากผลการศึกษาทั้งหมดสรุปได้ว่าการควบคุมการหายใจนั้นส่งเสริมให้การทำงานของระบบประสาทพาราซิมพาเธติกเด่นขึ้น และระบบประสาทซิมพาเธติกทำงานน้อยลง เหนี่ยวนำให้เกิดความสมดุลของการทำงานของระบบประสาทอัตโนมัติ นำไปสู่การทำงานของหัวใจที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น ซึ่งแสดงให้เห็นในสัญญาณชีพ (Heart rate, Blood pressure) ที่ดีขึ้นของอาสาสมัครทั้ง 2 กลุ่ม

การศึกษานี้มีข้อจำกัดคือระยะเวลาการนอนหลับของทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกันมากและอาสาสมัครทั้งหมดเป็นอาสาสมัครสุขภาพดี รวมทั้งอาสาสมัครส่วนใหญ่เป็นเพศหญิงซึ่งอาจทำให้ให้ไม่สามารถเห็นความแตกต่างการเปลี่ยนแปลงการทำงานของระบบประสาทอัตโนมัติของทั้งสองกลุ่มชัดเจน และอาจส่งผลต่อความแตกต่างของตัวแปรต่างๆ ระหว่างกลุ่มที่มีภาวะนอนหลับเพียงพอและไม่เพียงพอ การศึกษาในอนาคตจึงควรทำศึกษาในกลุ่มอาสาสมัครที่ใหญ่ขึ้นและทั้งสองกลุ่มควรมีความแตกต่างของระยะเวลาในการนอนมากกว่านี้

เอกสารอ้างอิง

โรงพยาบาลจิตเวชนครราชสีมา. (2562). เผยคนไทย "นอนไม่หลับ" 19 ล้านคน อย่าซื้อยากินเอง. สืบค้นจาก https://www.thaihealth.or.th/Content/47967-เผยคนไทย%20"นอนไม่หลับ"%2019%20ล้านคน%20อย่าซื้อยากินเอง.html

สถาบันวิจัยระบบสาธารณสุข. (2557). ข้อเสนอโครงการสำรวจสุขภาพประชาชนไทย โดยการตรวจร่างกายครั้งที่ 5. สืบค้นจาก https://www.hiso.or.th/hiso5/report/report9.php

Ackermann, K., Plomp, R., Lao, O., Middleton, B., Revell, V. L., Skene, D. J., & Kayser, M. (2013). Effect of sleep deprivation on rhythms of clock gene expression and melatonin in humans. *Chronobiol Int,* 30(7), 901-909.

Adler, D., & Janssens, J.-P. (2019). The Pathophysiology of Respiratory Failure: Control of Breathing, Respiratory Load, and Muscle Capacity. *Respiration,* 97(2), 93-104.

Aldabal, L., & Bahammam, A. S. (2011). Metabolic, endocrine, and immune consequences of sleep deprivation. *Open Respir Med J,* 5, 31-43.

Bhimani, N. T., Kulkarni, N. B., Kowale, A., & Salvi, S. (2011). Effect of Pranayama on stress and cardiovascular autonomic function. *Indian J Physiol Pharmacol,* 55(4), 370-377.

Carey, R. M., Calhoun, D. A., Bakris, G. L., Brook, R. D., Daugherty, S. L., Dennison-Himmelfarb, C. R., . . . Judd, E. (2018). Resistant hypertension: detection, evaluation, and management: a scientific statement from the American Heart Association. *Hypertension,* 72(5), e53-e90.

De Bernardi Rodrigues, A. M., da Silva Cde, C., Vasques, A. C., Camilo, D. F., Barreiro, F., Cassani, R. S., . . . et. al. (2016). Association of Sleep Deprivation With Reduction in Insulin Sensitivity as Assessed by the Hyperglycemic Clamp Technique in Adolescents. *JAMA Pediatr,* 170(5), 487-494.

Dettoni, J. L., Consolim-Colombo, F. M., Drager, L. F., Rubira, M. C., Souza, S. B., Irigoyen, M. C., . . . Lorenzi-Filho, G. (2012). Cardiovascular effects of partial sleep deprivation in healthy volunteers. *J Appl Physiol (*1985*),* 113(2), 232-236.

Ferrie, J. E., Kumari, M., Salo, P., Singh-Manoux, A., & Kivimaki, M. (2011). Sleep epidemiology--a rapidly growing field. *Int J Epidemiol,* 40(6), 1431-1437.

Gerritsen, R. J., & Band, G. P. (2018). Breath of life: The respiratory vagal stimulation model of contemplative activity. *Frontiers in human neuroscience,* 12, 397.

Grandner, M. A., Jackson, N. J., Pak, V. M., & Gehrman, P. R. (2012). Sleep disturbance is associated with cardiovascular and metabolic disorders. *J Sleep Res,* 21(4), 427-433.

Hofmann, R., Witt, N., Lagerqvist, B., Jernberg, T., Lindahl, B., Erlinge, D., . . . Omerovic, E. (2018). Oxygen therapy in ST-elevation myocardial infarction. *European heart journal,* 39(29), 2730-2739.

Itani, O., Jike, M., Watanabe, N., & Kaneita, Y. (2017). Short sleep duration and health outcomes: a systematic review, meta-analysis, and meta-regression. *Sleep medicine,* 32, 246-256.

Ivtzan, I. (2019). *Handbook of mindfulness-based programmes : mindfulness interventions from education to health and therapy* (1. ed.). New York City: Routledge.

Jerath, R., Edry, J. W., Barnes, V. A., & Jerath, V. (2006). Physiology of long pranayamic breathing: neural respiratory elements may provide a mechanism that explains how slow deep breathing shifts the autonomic nervous system. *Med Hypotheses,* 67(3), 566-571.

Jerath, R., Harden, K., Crawford, M., Barnes, V. A., & Jensen, M. (2014). Role of cardiorespiratory synchronization and sleep physiology: effects on membrane potential in the restorative functions of sleep. *Sleep Med,* 15(3), 279-288. doi:10.1016/j.sleep.2013.10.017

Jike, M., Itani, O., Watanabe, N., Buysse, D. J., & Kaneita, Y. (2018). Long sleep duration and health outcomes: A systematic review, meta-analysis and meta-regression. *Sleep medicine reviews,* 39, 25-36.

Liu, H., & Chen, A. (2019). Roles of sleep deprivation in cardiovascular dysfunctions. *Life Sci,* 219, 231-237.

Lombardi, F., & Stein, P. K. (2011). Origin of heart rate variability and turbulence: an appraisal of autonomic modulation of cardiovascular function. *Front Physiol,* 2, 95.

Main, E., & Denehy, L. (2016). *Cardiorespiratory physiotherapy : Adults and Paediatrics* (Fifth edition. ed.). Edinburgh: Elsevier.

Malmberg, B., Persson, R., Flisberg, P., & Orbaek, P. (2011). Heart rate variability changes in physicians working on night call. *Int Arch Occup Environ Health,* 84(3), 293-301.

Mason, H., Vandoni, M., Debarbieri, G., Codrons, E., Ugargol, V., & Bernardi, L. (2013). Cardiovascular and respiratory effect of yogic slow breathing in the yoga beginner: what is the best approach? *Evid Based Complement Alternat Med,* 2013, 743504.

Nasim, M., Saade, M., & AlBuhairan, F. (2019). Sleep deprivation: prevalence and associated factors among adolescents in Saudi Arabia. *Sleep Med,* 53, 165-171.

Nedeltcheva, A. V., Kessler, L., Imperial, J., & Penev, P. D. (2009). Exposure to recurrent sleep restriction in the setting of high caloric intake and physical inactivity results in increased insulin resistance and reduced glucose tolerance. *J Clin Endocrinol Metab,* 94(9), 3242-3250.

Ren, R., Covassin, N., Yang, L., Li, Y., Zhang, Y., Zhou, J., . . . Tang, X. (2018). Objective but Not Subjective Short Sleep Duration Is Associated With Hypertension in Obstructive Sleep Apnea. *Hypertension,* 72(3), 610-617.

Rodrigues, A. M. D. B., da Silva, C. d. C., Vasques, A. C. J., Camilo, D. F., Barreiro, F., Cassani, R. S. L., . . . Geloneze, B. (2016). Association of sleep deprivation with reduction in insulin sensitivity as assessed by the hyperglycemic clamp technique in adolescents. *JAMA pediatrics,* 170(5), 487-494.

Russo, M. A., Santarelli, D. M., & O'Rourke, D. (2017). The physiological effects of slow breathing in the healthy human. *Breathe,* 13(4), 298-309.

Schoenborn, C. A., & Adams, P. E. (2010). Health behaviors of adults: United States, 2005-2007. *Vital Health Stat* 10(245), 1-132.

Sharma, V. K., Trakroo, M., Subramaniam, V., Rajajeyakumar, M., Bhavanani, A. B., & Sahai, A. (2013). Effect of fast and slow pranayama on perceived stress and cardiovascular parameters in young health-care students. *Int J Yoga,* 6(2), 104-110.

Thayer, J. F., Åhs, F., Fredrikson, M., Sollers III, J. J., & Wager, T. D. (2012). A meta-analysis of heart rate variability and neuroimaging studies: implications for heart rate variability as a marker of stress and health. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews,* 36(2), 747-756.

Tobaldini, E., Fiorelli, E. M., Solbiati, M., Costantino, G., Nobili, L., & Montano, N. (2019). Short sleep duration and cardiometabolic risk: from pathophysiology to clinical evidence. *Nat Rev Cardiol,* 16(4), 213-224.

Villa, K. L., Berry, K. P., Subramanian, J., Cha, J. W., Oh, W. C., Kwon, H. B., . . . Nedivi, E. (2016). Inhibitory Synapses Are Repeatedly Assembled and Removed at Persistent Sites In Vivo. *Neuron,* 89(4), 756-769.

Virtanen, I., Kalleinen, N., Urrila, A. S., Leppanen, C., & Polo-Kantola, P. (2015). Cardiac autonomic changes after 40 hours of total sleep deprivation in women. *Sleep Med,* 16(2), 250-257.

Weil, A. (2016). Three Breathing Exercises And Techniques. Available from https://www.drweil.com/health-wellness/body-mind-spirit/stress-anxiety/breathing-three-exercises/

Wolkow, A., Ferguson, S., Aisbett, B., & Main, L. (2015). Effects of work-related sleep restriction on acute physiological and psychological stress responses and their interactions: A review among emergency service personnel. *Int J Occup Med Environ Health,* 28(2), 183-208.