

**ผลเฉียบพลันของการออกกำลังกายที่ระดับความหนักสูงก่อนการเข้านอน ที่ส่งผลต่อ
คุณภาพการนอนหลับและความสามารถทางสมอง**
**Acute Effects of Evening High-Intensity Exercise before Bedtime on Sleep Quality
and Cognitive Performance**

**จตุรพร พงษ์สุข,¹ พรพล พิมพาพร,^{1*} วิมลมาศ ประชากุล,¹ อำนวย ตันพานิชย์¹
และ มนต์ชัย โชติดาว²**

***Jaturaporn Pongsuk,¹ Phornphon Phimphaphorn,^{1*} Wimonmas Prachakul,¹ Amnuay Tanphanich¹
and Monchai Chottidao²***

Received 17 March 2026, Revised 11 May 2026, Accepted 19 May 2026

ABSTRACT

The purpose of this study was to investigate and compare the acute effects of evening high-intensity exercise before bedtime on sleep quality and cognitive performance. The participants were 11 male undergraduate students from the Faculty of Sport and Health Science, Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus, aged 20–27 years. A randomized crossover experimental design was employed consisting of four experimental conditions (1) no exercise with bedtime at the scheduled time (12.00 a.m. – 08.00 a.m.) (2) exercise completed 4 hours before bedtime (3) exercise completed 3 hours before bedtime (4) exercise completed 2 hours before bedtime. The exercise protocol consisted of continuous treadmill running for 30 minutes at an intensity of 80–85% of heart rate reserve. Physiological variables, sleep quality variables and cognitive performance were measured. The data were analyzed using mean and standard deviation and one-way repeated measures analysis of variance. The level of statistical significance set at 0.05.

The findings indicated that completing high-intensity exercise 2 hours before bedtime resulted in reduced sleep quality, as evidenced by a higher mean sleeping heart rate, higher pre-sleep body temperature, reduced sleep efficiency, and longer sleep onset latency compared with the other conditions. However,

^{1*}สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬาและการออกกำลังกาย คณะวิทยาศาสตร์การกีฬาและสุขภาพ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน อ.กำแพงแสน จ.นครปฐม 73140

Department of Sports and Exercise Science, Faculty of Sport and Health Science, Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus, Nakhon Pathom 73140, Thailand.

² สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา วิทยาลัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการกีฬา มหาวิทยาลัยมหิดล อ.พุทธมณฑล จ.นครปฐม 73170

Department of Sports Science, College of Sports Science and Technology, Mahidol University, Phuttamonthon, Nakhon Pathom 73170, Thailand.

* Corresponding author: E-mail address: phornphon.p@ku.th

it does not affect cognitive performance. These effects may be attributed to residual physiological and neural activation induced by high-intensity exercise. In conclusion, high-intensity exercise should be avoided within 2 hours before bedtime to prevent negative effects on sleep quality.

Keywords: High-intensity exercise, Exercise before bedtime, Sleep quality

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบผลเฉียบพลันของการออกกำลังกายที่ระดับความหนักสูงก่อนการเข้านอน ที่ส่งผลต่อคุณภาพการนอนหลับและความสามารถทางสมอง กลุ่มตัวอย่างเป็นนิสิตเพศชาย คณะวิทยาศาสตร์การกีฬาและสุขภาพ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน อายุ 20-27 ปี จำนวน 11 คน การวิจัยครั้งนี้ทดลองรูปแบบไขว้ แบ่งออกเป็น 4 รูปแบบการทดลอง คือ (1) ไม่มีการออกกำลังกายและกลุ่มตัวอย่างเข้านอนตามเวลาที่กำหนด (00.00 – 08.00 น.) (2) ออกกำลังกายเสร็จสิ้นก่อนเข้านอน 4 ชม. (3) ออกกำลังกายเสร็จสิ้นก่อนเข้านอน 3 ชม. (4) ออกกำลังกายเสร็จสิ้นก่อนเข้านอน 2 ชม. กำหนดให้ออกกำลังกายโดยการวิ่งบนลู่วิ่งต่อเนื่อง 30 นาที ที่ร้อยละ 80 - 85 ของอัตราการเต้นหัวใจสำรอง วัดค่าตัวแปรทางสรีรวิทยา ตัวแปรคุณภาพการนอนหลับ และทดสอบความสามารถทางสมอง นำผลที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติ โดยใช้สถิติค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบวัดซ้ำมิติเดียว กำหนดความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่าการออกกำลังกายเสร็จสิ้นก่อนเข้านอน 2 ชม. ส่งผลให้มีคุณภาพการนอนหลับลดลง โดยส่งผลให้ค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นหัวใจขณะนอนหลับสูงขึ้น อุณหภูมิร่างกายก่อนการนอนหลับสูงขึ้น ประสิทธิภาพการนอนหลับลดลง และมีระยะเวลาตั้งแต่เข้านอนจนกระทั่งหลับนานกว่ารูปแบบอื่น แต่ไม่มีผลต่อความสามารถทางสมอง ทั้งนี้เพราะร่างกายยังมีการกระตุ้นจากกระบวนการทางสรีรวิทยาและการทำงานของระบบประสาทที่เกิดขึ้นระหว่างออกกำลังกาย จากผลการวิจัยสามารถสรุปได้ว่าควรหลีกเลี่ยงการออกกำลังกายระดับความหนักสูงที่เสร็จสิ้นก่อนเข้านอน 2 ชม. เพื่อป้องกันผลเสียที่เกิดขึ้นกับคุณภาพการนอนหลับ

คำสำคัญ: ออกกำลังกายระดับความหนักสูง ออกกำลังกายก่อนเข้านอน คุณภาพการนอนหลับ

บทนำ

การนอนหลับเป็นความต้องการพื้นฐานที่จำเป็นต่อร่างกายมนุษย์ เพื่อช่วยให้ร่างกายได้พักผ่อน จากกิจกรรมและความล้าที่เกิดขึ้นระหว่างวัน (Foley *et al.*, 2004) คุณภาพการนอนหลับที่ดีเพียงพอจึงมีความสำคัญ มูลนิธิการนอนหลับแห่งชาติแนะนำว่าช่วงอายุ 18 - 64 ปี ระยะเวลาในการนอนที่เหมาะสม คือ 7-9 ชั่วโมงต่อคืน และไม่ควรถูกรบกวนในขณะหลับ โดยจำนวนชั่วโมงของการนอนหลับจะแตกต่างกันไปในแต่ละบุคคลขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ เช่น อายุ เพศ สุขภาพ และการใช้งานของร่างกาย (Hirshkowitz *et al.*, 2015) การนอนหลับเป็นวัฏจักรของการหลับและการตื่น

หมุนเวียนกันไป เป็นช่วงที่ร่างกายมีการลดปฏิกิริยาตอบสนองต่อสิ่งเร้าภายนอก ให้ร่างกายมีการหยุดพักชั่วคราว การใช้พลังงานลดลง ความรู้สึกเปลี่ยนแปลงไป เป็นภาวะที่ไม่มีการรู้สึกตัวชั่วขณะ ร่างกายมีกระบวนการซ่อมแซมตัวเองเติมพลังงานและจิตใจเตรียมพร้อมสำหรับการต่อสู้กับปัญหาและการกิจในวันถัดไป การนอนหลับที่ไม่มีคุณภาพจะทำให้ร่างกายเกิดอาการอ่อนเพลีย ง่วงนอน เกิดความเครียดและภูมิคุ้มกันร่างกายลดลง (Carskadon & Dement, 2022)

การออกกำลังกายเป็นที่นิยมในการช่วยดูแลสุขภาพร่างกายให้แข็งแรง ลดอัตราเสี่ยงการเกิดโรคทั่วไปต่าง ๆ เช่น โรคเบาหวาน โรคหัวใจ โรคความดัน

โลहितสูง ฯลฯ (Atkinson & Davenne, 2007) American Academy of Sleep Medicine (2005) แนะนำว่าการออกกำลังกายเป็นวิธีที่มีต้นทุนต่ำและมีประสิทธิภาพ ซึ่งได้รับการพิสูจน์ว่าสามารถช่วยปรับปรุงคุณภาพการนอนหลับได้ การศึกษาเกี่ยวกับผลของการออกกำลังกายต่อการนอนหลับ แสดงให้เห็นว่าการออกกำลังกายแบบเฉียบพลันและแบบเป็นประจามีผลดีต่อการนอนหลับ โดยช่วยปรับปรุงคุณภาพการนอนหลับหลายประการ เช่น ระยะเวลาตั้งแต่เข้านอนจนกระทั่งหลับ และประสิทธิภาพการนอนหลับ (Kredlow *et al.*, 2015) ในสังคมปัจจุบันมีการเร่งรีบในการใช้ชีวิตประจำวัน ทำให้มีเวลาจำกัดในการออกกำลังกายและการนอนหลับ (Yao & Basner, 2019) การไม่มีเวลาได้กลายเป็นอุปสรรคที่ขัดขวางการออกกำลังกายของผู้คนยุคปัจจุบัน การออกกำลังกายในช่วงเวลากลางคืนจึงกลายเป็นทางเลือกที่น่าสนใจ และได้รับความนิยมสำหรับผู้ที่ต้องการออกกำลังกายในสังคมยุคปัจจุบัน แต่ต้องทำงานหนักหรือไม่มีเวลาว่างในช่วงเวลากลางวัน (Yue *et al.*, 2022)

แม้ว่าการออกกำลังกายอาจส่งผลดีต่อการนอนหลับ แต่การออกกำลังกายในช่วงเวลากลางคืนอาจส่งผลเสียต่อคุณภาพการนอนหลับได้เช่นกัน American Academy of Sleep Medicine (2005) ได้แนะนำให้หลีกเลี่ยงการออกกำลังกายที่มีความหนักสูงในช่วงใกล้เวลาเข้านอน เนื่องจากการออกกำลังกายจะส่งผลให้ร่างกายตื่นตัว อุณหภูมิแกนกลางร่างกายสูงขึ้น อัตราการเต้นของหัวใจสูงขึ้น เกิดความเหนื่อยล้าของระบบประสาท ซึ่งอาจเป็นอุปสรรคในการมีคุณภาพการนอนหลับที่ดี ดังที่ Oda & Shirakawa (2014) ได้ศึกษาผลของการออกกำลังกายที่ความหนักแตกต่างกันในช่วงใกล้เวลาเข้านอนในผู้ชายสุขภาพดี โดยให้ออกกำลังกาย 40 นาที ที่ความหนัก 60% และ 80% ของอัตราการเต้นหัวใจสำรอง (Heart rate reserve) ก่อนเข้านอน 1 ชม. พบว่าการออกกำลังกายที่ความหนัก 80% ทำให้ระยะเวลาตั้งแต่เข้านอนจนกระทั่งหลับเพิ่มขึ้น ระยะเวลาการนอนหลับลดลง และประสิทธิภาพการนอน

หลับลดลง ซึ่งอธิบายได้จากการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของร่างกายก่อนการนอนหลับ ผลลัพธ์พบว่าวันที่ออกกำลังกายความหนัก 80 % อัตราการเต้นหัวใจขณะนอนหลับและอุณหภูมิแกนกลางร่างกายก่อนนอนเพิ่มขึ้น เมื่อเทียบกับวันที่ไม่ออกกำลังกาย อย่างไรก็ตาม การศึกษาของ Dworak *et al.* (2008) ที่ศึกษาการออกกำลังกายในเด็ก จำนวน 11 คน โดยวิธีปั่นจักรยานเวลา 30 นาที ความหนักปานกลาง (65 – 70% ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด: HRmax) และความหนักสูง (85–90% HRmax) 3 – 4 ชม. ก่อนเข้านอน พบว่ามีเพียงการออกกำลังกายที่ความหนักสูง ที่ส่งผลให้มีประสิทธิภาพการนอนหลับที่ดีขึ้น และทำให้ระยะเวลาตั้งแต่เข้านอนจนกระทั่งหลับสั้นลง

นอกจากนี้ ความสามารถทางสมองมีความสัมพันธ์กับคุณภาพการนอนหลับ โดยการนอนหลับที่มีคุณภาพดีจะส่งผลสำคัญต่อการทำงานของสมอง เพราะช่วยจัดเก็บความจำ พื้นฟูระบบประสาท เพิ่มความสามารถในการเรียนรู้และการแก้ปัญหา (Jones *et al.*, 2022) ในทางตรงกันข้ามภาวะที่บุคคลรู้สึกง่วง สมองตื้อ ชั่วคราวหลังตื่นนอน อาจทำให้ประสิทธิภาพ การรู้คิด การตัดสินใจ การตอบสนองลดลง ซึ่งเกิดขึ้นในช่วงเปลี่ยนผ่านจากภาวะหลับสู่ภาวะตื่น โดยอาการอาจอยู่ได้ตั้งแต่ไม่กี่นาทีจนถึง 1 ชม. หลังตื่นนอน (Hilditch & McHill, 2019) สอดคล้องกับ Lim & Dinges (2010) รายงานว่าการอดนอนเพียงเล็กน้อยสามารถลดความตื่นตัว ความเร็วในการตอบสนอง และไม่สามารถจดจ่อกับสิ่งที่กำลังทำอยู่ได้อย่างต่อเนื่อง ซึ่งส่งผลทำให้มีโอกาสที่จะตัดสินใจที่ผิดพลาดเพิ่มมากขึ้น

จากข้อมูลข้างต้นแสดงให้เห็นว่าผลลัพธ์ของการออกกำลังกายในช่วงเวลากลางคืนใกล้กับเวลาเข้านอนที่มีต่อคุณภาพการนอนหลับยังไม่ชัดเจน และยังไม่มีการวิจัยเปรียบเทียบที่มากพอในการตอบคำถามว่าออกกำลังกายระดับความหนักสูงเสร็จสิ้นใกล้ช่วงเวลาเข้านอนเพียงใดจึงเกิดผลเสีย ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาและเปรียบเทียบผลของการออกกำลังกาย

กายแบบแอโรบิกที่ระดับความหนักสูงในช่วงเวลาใกล้เคียงกันที่ส่งผลต่อคุณภาพการนอนหลับและความสามารถทางสมอง เพื่อที่จะทราบผลลัพธ์และตอบคำถามว่าการออกกำลังกายที่ทำใกล้เคียงเวลานอนจะส่งผลดีหรือผลเสียต่อการนอนหลับหรือไม่ รวมถึงเป็นประโยชน์ในการใช้เป็นแนวทางแนะนำการออกกำลังกายเพื่อพัฒนาคุณภาพการนอนหลับต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. การทดสอบความสามารถการใช้ออกซิเจนสูงสุด ($VO_2\max$) อุปกรณ์ประกอบด้วย 1) ลู่วิ่งกล ยี่ห้อ Trackmaster รุ่น TMX482CP 2) เครื่องวัดอัตราการเต้นหัวใจแบบไร้สาย ยี่ห้อ Polar รุ่น H9 3) นาฬิกาจับเวลา เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ โปรแกรมการทดสอบความสามารถการใช้ออกซิเจนสูงสุด ($VO_2\max$) ของ Bruce Protocol Treadmill Maximal Test (Bruce *et al.*, 1973) จับเวลาทดสอบ วัดอัตราการเต้นหัวใจและระดับการรับรู้การออกแรงของร่างกายทุก 3 นาที จนกระทั่งกลุ่มตัวอย่างหมดแรง

2. การทดสอบออกกำลังกายรูปแบบแอโรบิก อุปกรณ์ประกอบด้วย 1) ลู่วิ่งกล (Treadmill) ยี่ห้อ Impulse รุ่น DC2950 2) เครื่องวัดอัตราการเต้นหัวใจแบบไร้สาย ยี่ห้อ Polar รุ่น H9 3) นาฬิกาจับเวลา เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ โปรแกรมการทดสอบออกกำลังกายแอโรบิก อ้างอิงการศึกษาของ Oda & Shirakawa (2014) โดยให้กลุ่มตัวอย่างวิ่ง Warm up บนลู่วิ่ง 5 นาที จากนั้นวิ่งต่อเนื่อง 30 นาที โดยควบคุมอัตราการเต้นหัวใจให้อยู่ที่ 80% – 85% ของอัตราการเต้นหัวใจสำรอง และ Cool down 5 นาที รวมระยะเวลาทดสอบทั้งสิ้น 40 นาที

3. การทดสอบคุณภาพการนอนหลับ อุปกรณ์ประกอบด้วย 1) นาฬิกาวัดคุณภาพการนอนหลับ ยี่ห้อ Actigraph รุ่น LEAP 2) เครื่องวัดอุณหภูมิร่างกายทางหู ยี่ห้อ Omron รุ่น TH839S โดยให้กลุ่มตัวอย่างใส่นาฬิกาวัดคุณภาพการนอนหลับบริเวณข้อมือ เข้านอนและตื่นนอนตามเวลาที่ผู้วิจัยกำหนด เพื่อวัดอัตราการเต้นหัวใจขณะนอนหลับ และข้อมูลคุณภาพการนอนหลับต่าง โดยกลุ่มตัวอย่างต้องวัดอุณหภูมิร่างกายและทำแบบประเมินความเครียดก่อนการเข้านอนทุกวัน และกลุ่มตัวอย่างต้องทำแบบทดสอบภาวะความตื่นตัวและภาวะง่วงนอนทุกวันหลังตื่นนอน

4. การทดสอบความสามารถทางสมอง (อชรัฐ และคณะ, 2563) ของกรมพลศึกษา อุปกรณ์ประกอบด้วย 1) คอมพิวเตอร์พกพา Lenovo E15 Gen2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ ชุดทดสอบความสามารถทางสมองด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ประกอบด้วย 2 รูปแบบการทดสอบ คือ 1) การทดสอบเวลาปฏิกิริยาแบบตัวเลือก (Choice reaction time test: CRT) กลุ่มตัวอย่างกดปุ่มตามสีวงกลมที่ปรากฏขึ้นบนหน้าจอ ถ้า “วงกลมสีแดง” ให้กดปุ่ม “Z” ถ้า “วงกลมสีน้ำเงิน” ให้กดที่ปุ่ม “/” และ ถ้า “วงกลมสีเหลือง” ไม่ต้องกดปุ่ม ทำการทดสอบรวมทั้งหมด 60 ครั้ง และ 2) การทดสอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ (Spatial visualization test: SVT) กลุ่มตัวอย่างพิจารณาภาพตัวอย่างวัตถุ 3 มิติบนซ้ายมือว่าถูกหมุนอย่างไรจึงกลายเป็นภาพด้านขวามือ จากนั้นพิจารณาภาพคำถามและเลือกภาพคำตอบซึ่งเป็นภาพที่ถูกหมุนในทิศทางเดียวกันกับภาพตัวอย่าง ทำแบบทดสอบทั้งหมด 30 ข้อ ภายในเวลา 25 นาที

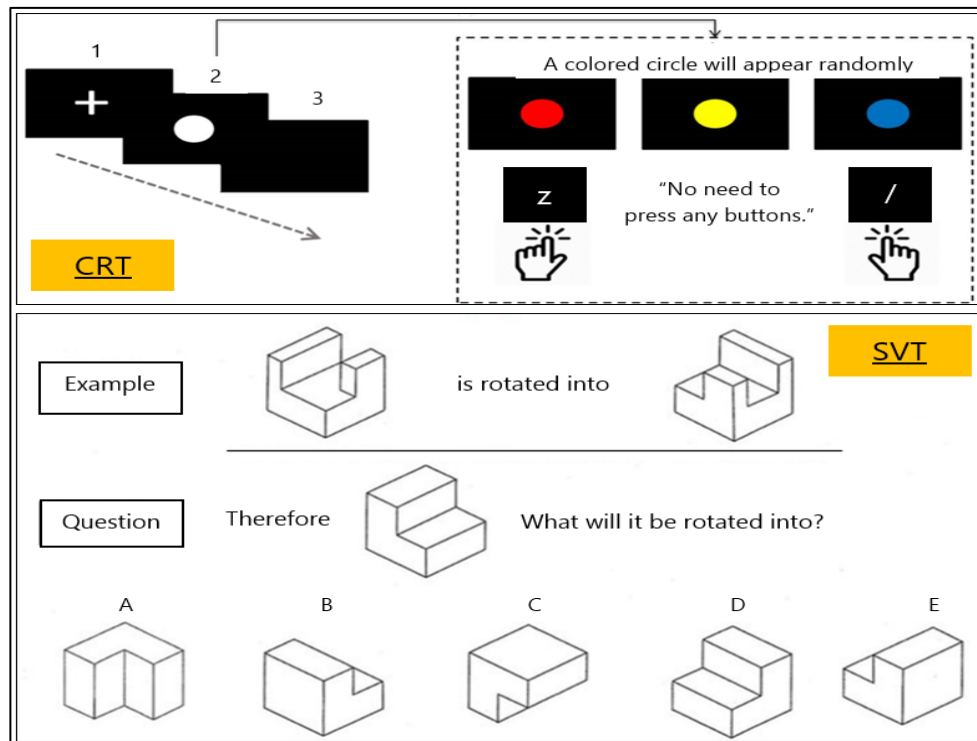


Figure 1 Schematic representation of cognitive performance

5.แบบประเมินคุณภาพการนอนหลับพิทท์สเบิร์ก (The Pittsburgh Sleep Quality Index: PSQI) (ตะวันชัย และวรัญ, 2540) ประกอบด้วยคำถาม 9 ข้อ แต่ละข้อมี 0-3 คะแนน ผู้ที่ได้คะแนนตั้งแต่ 5 คะแนนขึ้นไปแสดงว่าคุณภาพการนอนหลับไม่ดี

6.แบบประเมินความพร้อมก่อนออกกำลังกาย (Physical Activity Readiness Questionnaire: PAR-Q) (Warburton *et al.*, 2011)

7.แบบทดสอบภาวะความตื่นตัวและภาวะง่วงนอน Visual Analog Scale (VAS) of Alertness and Well – Being (Mairesse *et al.*, 2010) ประกอบด้วยตัวเลขตั้งแต่ 1-7 ให้วงกลมไปที่ตัวเลขตามความรู้สึก 1 = น้อย 7 = มาก

8.แบบประเมินความเครียด ST – 5 (กรมสุขภาพจิต, 2567) ประกอบด้วยข้อคำถาม 5 ข้อ คะแนน 0-3 ในแต่ละข้อ คะแนนรวม 0-4 หมายถึง มีความเครียดน้อย

ข้อพิจารณาด้านจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์

การวิจัยผ่านการพิจารณาอนุมัติในด้านจริยธรรมจากคณะกรรมการพิจารณาการศึกษาวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ให้ดำเนินการวิจัยตามรหัสโครงการ KUREC-KPS68/005 วันที่ 25 มีนาคม 2568

ขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูล

วิธีการวิจัย การวิจัยครั้งนี้เป็นงานวิจัยเชิงทดลอง ศึกษาในกลุ่มนิสิตเพศชาย คณะวิทยาศาสตร์ การกีฬาและสุขภาพ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จำนวน 11 คน

การได้มาของกลุ่มตัวอย่างคำนวณโดยโปรแกรม G*Power version 3.1.9.7 กำหนดอำนาจการทดสอบ (Power) เท่ากับ 0.95 ขนาดอิทธิพลของตัวแปร (Effect size) เท่ากับ 1.62 และระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05 โดยอ้างอิงจากงานวิจัย (Oda & Shirakawa, 2014) ได้ขนาดกลุ่มตัวอย่างจำนวน 9 คน เพื่อป้องกันการสูญหาย (Drop out) อีก 3 คน ดังนั้นกลุ่มตัวอย่างจะมีทั้งหมด 12 คน แต่มีกลุ่ม

ตัวอย่างถอนตัวไป 1 คน การวิจัยครั้งนี้จึงมีกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 11 คน

โดยมีเกณฑ์การคัดเข้า ดังนี้

1. เป็นนิสิตคณะวิทยาศาสตร์การกีฬาและสุขภาพ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เพศชาย อายุ 20–27 ปี มีการออกกำลังกายรูปแบบแอโรบิกอย่างน้อย 3 วันต่อสัปดาห์

2. ไม่มีภาวะผิดปกติของการนอนหลับจากการทำแบบประเมินคุณภาพการนอนหลับพิทส์เบิร์ก (The Pittsburgh Sleep Quality Index: PSQI) โดยต้องได้คะแนนรวมไม่เกิน 5 คะแนน จากคะแนนเต็ม 21 คะแนน

3. มีค่าความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด ($VO_2\max$) จากการทดสอบอยู่ในระดับปานกลาง (36.5-42.4 มล./กก./นาที) ขึ้นไปตามเกณฑ์มาตรฐานความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด

4. มีช่วงเวลาเข้านอนปกติในเวลา 23.00 – 00.00 น. ตื่นนอนเวลา 7.00 – 8.00 น. และมีเวลาเฉลี่ยของการนอนหลับปกติต่อคืน 7 – 9 ชม.

5. เป็นบุคคลที่มีสุขภาพดี มีความพร้อมในการออกกำลังกาย จากการตอบแบบประเมินความพร้อมก่อนออกกำลังกาย (PAR-Q) โดยต้องตอบว่า “ไม่เคย” ทุกข้อ จึงจะผ่านเกณฑ์

มีเกณฑ์การคัดออก ดังนี้

1. กลุ่มตัวอย่างเกิดเหตุสุดวิสัยที่ทำให้ไม่สามารถเข้าร่วมการวิจัยต่อไปได้ เช่น เกิดการบาดเจ็บทางร่างกาย มีอาการเจ็บป่วย เกิดอุบัติเหตุ เป็นต้น

2. กลุ่มตัวอย่างไม่ให้ความร่วมมือในการทำวิจัย หรือไม่มาเข้าร่วมวิจัยตามเวลาที่ผู้วิจัยนัดหมาย

3. กลุ่มตัวอย่างไม่สมัครใจเข้าร่วมการวิจัย

โดยการทดลองแบ่งออกเป็น 4 รูปแบบเพื่อดูผลกระทบของระยะเวลาการออกกำลังกายเสร็จสิ้นก่อนเข้านอนที่แตกต่างกัน กลุ่มตัวอย่างจะถูกตรวจสอบการนอนหลับจากผู้วิจัยอย่างเคร่งครัด โดยให้กลุ่มตัวอย่างถ่ายรูปรายงานและบันทึกเวลาเข้า

นอน-ตื่นนอน จากนาฬิกาวัดคุณภาพการนอนหลับในทุกวันที่มีการทดสอบ โดยมีขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูลดังนี้

1. ติดต่อประสานงานยืมเครื่องมือ อุปกรณ์ จัดเตรียมสถานที่ และชี้แจงรายละเอียดของการวิจัย ข้อตกลงเบื้องต้นให้กลุ่มตัวอย่างรับทราบ กลุ่มตัวอย่างกรอกประวัติส่วนตัวและลงนามในใบยินยอมเข้าร่วมโครงการวิจัย

2. ก่อนการทดลอง 1 สัปดาห์ กลุ่มตัวอย่างทุกคนจะได้รับการวัดองค์ประกอบพื้นฐานร่างกาย ซึ่งน้ำหนัก วัดส่วนสูง ทำแบบประเมินคุณภาพการนอนหลับ PSQI และกลุ่มตัวอย่างทุกคนต้องทดสอบออกกำลังกายด้วย Bruce Protocol Treadmill Maximal Test (Bruce *et al.*, 1973) เพื่อทดสอบหาความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด ($VO_2\max$) เพื่อเป็นเกณฑ์การคัดเข้าและคำนวณหาความเร็วการวิ่งออกกำลังกายในวันทดลอง

3. ก่อนการทดลอง 1 สัปดาห์ กลุ่มตัวอย่างทุกคนทดลองทดสอบออกกำลังกายตามโปรแกรมทดสอบการออกกำลังกาย (Oda & Shirakawa, 2014) เพื่อหาความเร็วในการวิ่งที่เหมาะสม และสร้างความคุ้นชินกับโปรแกรมการออกกำลังกาย และกลุ่มตัวอย่างจะได้ทดลองสวมนาฬิกาวัดการนอนหลับขณะนอนหลับเพื่อสร้างความคุ้นชิน

4. แบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 4 รูปแบบการทดลอง 4 กลุ่ม กลุ่มละ 3 คน ด้วยวิธีการสุ่มอย่างง่าย โดยทำการจับฉลาก แต่ละกลุ่มต้องปฏิบัติครบทั้ง 4 รูปแบบ (cross over design) การทดลองแต่ละครั้งห่างกัน 72 ชม. โดยมีรายละเอียดดังนี้

รูปแบบที่ 1 ไม่มีการทดสอบออกกำลังกาย กลุ่มตัวอย่างเข้านอนเวลา 00.00 น. และตื่นนอนเวลา 8.00 น. (Baseline)

รูปแบบที่ 2 ทดสอบออกกำลังกายเสร็จสิ้นก่อนเข้านอน 4 ชม. (ออกกำลังกายเวลา 19.20 –

20.00 น.) กลุ่มตัวอย่างเข้านอนเวลา 00.00 น. และตื่นนอนเวลา 8.00 น.

รูปแบบที่ 3 ทดสอบออกกำลังกายเสร็จสิ้นก่อนเข้านอน 3 ชม. (ออกกำลังกายเวลา 20.20 – 21.00 น.) กลุ่มตัวอย่างเข้านอนเวลา 00.00 น. และตื่นนอนเวลา 8.00 น.

รูปแบบที่ 4 ทดสอบออกกำลังกายเสร็จสิ้นก่อนเข้านอน 2 ชม. (ออกกำลังกายเวลา 21.20 – 22.00 น.) กลุ่มตัวอย่างเข้านอนเวลา 00.00 น. และตื่นนอนเวลา 8.00 น.

5.ในวันที่ทำการทดสอบ กลุ่มตัวอย่างจะต้องทำการทดสอบออกกำลังกายตามเวลาที่กำหนด จากนั้นกลุ่มตัวอย่างต้องทำการวัดอุณหภูมิร่างกายด้วยเครื่องวัดอุณหภูมิทางหูและทำแบบประเมินความเครียด ST – 5 ก่อนเข้านอนไม่เกิน 10 นาที

6.หลังตื่นนอน 1 ชม. กลุ่มตัวอย่างทำการทดสอบ ชุดทดสอบความสามารถทางสมองด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ และทำแบบทดสอบภาวะความตื่นตัวและภาวะง่วงนอน

7.กลุ่มตัวอย่างทุกกลุ่มสลับทำการทดสอบออกกำลังกายจนกระทั่งทั้ง 4 กลุ่ม ทำครบทั้ง 4 รูปแบบ

8.เมื่อเก็บรวบรวมข้อมูลในแต่ละรูปแบบครบแล้ว นำค่าที่ได้จากการทดสอบมาวิเคราะห์ผลทางสถิติและสรุปผล

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1.หาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของอายุ น้ำหนัก ส่วนสูง ดัชนีมวลกาย เปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย ความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด ($VO_2\max$) ข้อมูลสรีรวิทยา ข้อมูลคุณภาพการนอนหลับ การทดสอบความสามารถทางสมอง และจากแบบประเมิน

2.ใช้สถิติ Shapiro Wilk test ทดสอบความถูกต้องของทฤษฎี (Test goodness of fit) ว่าข้อมูลมีการกระจายเป็นโค้งปกติหรือไม่

3.ใช้สถิติวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบวัดซ้ำ มิติเดียว (One-way ANOVA with repeated measures) ในการวิเคราะห์ความแตกต่างค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่มีการกระจายเป็นโค้งปกติ หากพบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย จะทำการเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ โดยวิธี LSD

4.ใช้สถิติ Friedman test ในการวิเคราะห์ความแตกต่างค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่ไม่มีการกระจายเป็นโค้งปกติ หากพบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย จะทำการเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ โดยวิธี Wilcoxon signed rank test

ผล

จาก Table 1 พบว่ากลุ่มตัวอย่างมีอายุเฉลี่ย 22.45 ± 2.46 ปี น้ำหนัก 69.40 ± 8.30 กก. ส่วนสูง 172.27 ± 5.83 ซม. ไขมันในร่างกาย 17.79 ± 4.48 % ความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด 42.15 ± 3.25 มล./กก./นาที และคะแนนคุณภาพการนอนหลับ 3.18 ± 1.32 คะแนน ตามลำดับ

Table 1 Mean and standard deviation of age, weight, height, fat, $VO_2\max$, PSQI

	Age (year)	Weight (kg)	Height (cm)	Fat (%)	$VO_2\max$ (ml/kg/min)	PSQI (Score)
	$\bar{X} \pm S.D.$	$\bar{X} \pm S.D.$	$\bar{X} \pm S.D.$	$\bar{X} \pm S.D.$	$\bar{X} \pm S.D.$	$\bar{X} \pm S.D.$
Subject	22.45 ± 2.46	69.40 ± 8.30	172.27 ± 5.83	17.79 ± 4.48	42.15 ± 3.25	3.18 ± 1.32

Table 2 Normality test, Mean and standard deviation of physiology variables, sleep data, cognitive performance, ST-5, alertness and well-being in protocol baseline, exercise 4, 3 and 2 hours before bedtime

	Exercise before Bedtime			
	Baseline	4 Hours	3 Hours	2 Hours
	$\bar{X} \pm \text{S.D.}$	$\bar{X} \pm \text{S.D.}$	$\bar{X} \pm \text{S.D.}$	$\bar{X} \pm \text{S.D.}$
Physiology variables				
Heart rate (bpm)	44.02 $\pm$ 1.32	45.99 $\pm$ 1.52 ^a	48.28 $\pm$ 1.71 ^{a, b}	50.12 $\pm$ 0.82 ^{a, b, c}
Temperature ($^{\circ}\text{C}$)	36.52 $\pm$ 0.10	36.79 $\pm$ 0.08 ^a	36.83 $\pm$ 0.05 ^a	36.97 $\pm$ 0.12 ^{a, b, c}
Sleep data				
Time in bed (min)	472.27 $\pm$ 4.00	469.55 $\pm$ 2.65	468.73 $\pm$ 3.13	469.64 $\pm$ 4.90
Sleep efficiency (%)	85.62 $\pm$ 6.34	85.10 $\pm$ 6.50	82.81 $\pm$ 7.23	79.22 $\pm$ 9.47 ^{a, b, c}
Sleep onset latency (min)*	4.64 $\pm$ 5.37	8.18 $\pm$ 10.79	10.27 $\pm$ 12.60	26.45 $\pm$ 25.52 ^{a, b, c}
Total sleep time (min)	405.45 $\pm$ 27.52	396.18 $\pm$ 30.48	384.27 $\pm$ 30.89 ^a	377.64 $\pm$ 44.98 ^a
Time awake (min)	66.82 $\pm$ 26.26	70.27 $\pm$ 29.44	79.00 $\pm$ 31.46	92.00 $\pm$ 45.17 ^a
Cognitive Performance				
CRT (ms)	374.27 $\pm$ 30.26	385.00 $\pm$ 30.97	387.73 $\pm$ 24.39	390.73 $\pm$ 28.26
SVT (score)*	17.00 $\pm$ 6.60	16.09 $\pm$ 7.02	17.36 $\pm$ 6.91	16.64 $\pm$ 6.59
ST-5 (score)*	2.09 $\pm$ 1.70	2.09 $\pm$ 1.64	2.45 $\pm$ 2.06	2.55 $\pm$ 2.11
Alertness (score)*	5.82 $\pm$ 0.87	5.09 $\pm$ 1.04	5.00 $\pm$ 1.26	4.18 $\pm$ 1.16 ^{a, b}
Well-being (score)*	5.91 $\pm$ 0.94	5.73 $\pm$ 1.00	5.45 $\pm$ 1.03	5.18 $\pm$ 1.40

Note: * statistically significant difference normality test ($P < 0.05$)^a statistically significant difference when compared to Baseline ($P < 0.05$)^b statistically significant difference when compared to 4 Hour ($P < 0.05$)^c statistically significant difference when compared to 3 Hour ($P < 0.05$)

จาก Table 2 แสดงให้เห็นว่า อัตราการเต้นหัวใจขณะนอนหลับ อุณหภูมิร่างกายก่อนนอนหลับ ระยะเวลาอนอนบนเตียง ประสิทธิภาพการนอนหลับ ระยะเวลาอนหลับ ระยะเวลาตื่นขณะนอนหลับ การทดสอบเวลาปฏิกิริยาแบบตัวเลือก ข้อมูลมีการกระจายเป็นโค้งปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และพบว่าระยะเวลาดังแต่เข้านอนจนกระทั่งหลับ การทดสอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ แบบประเมินความเครียด แบบทดสอบภาวะความตื่นตัว แบบทดสอบภาวะง่วงนอน ข้อมูลไม่มี

การกระจายเป็นโค้งปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จาก Table 2 พบว่าค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นหัวใจขณะนอนหลับระหว่างวันที่ไม่มีการออกกำลังกาย (Baseline) แตกต่างกับวันที่มีการออกกำลังกายเสร็จสิ้นก่อนเข้านอน 4, 3 และ 2 ชม. ค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นหัวใจขณะนอนหลับระหว่างวันที่มีการออกกำลังกายเสร็จสิ้นก่อนเข้านอน 4 ชม. แตกต่างกับวันที่มีการออกกำลังกายเสร็จสิ้นก่อนเข้านอน 3 และ 2 ชม. ค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นหัวใจขณะนอนหลับระหว่างวันที่มีการออกกำลังกายเสร็จสิ้นก่อนเข้านอน

3 ชม. แตกต่างกับวันที่มีการออกกำลังกายเสร็จสิ้นก่อนเข้านอน 2 ชม. อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิร่างกายก่อนนอนหลับระหว่างวันที่ไม่มีการออกกำลังกาย (Baseline) แตกต่างกับวันที่มีการออกกำลังกายเสร็จสิ้นก่อนเข้านอน 4, 3 และ 2 ชม. ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิร่างกายก่อนนอนหลับระหว่างวันที่มีการออกกำลังกายเสร็จสิ้นก่อนเข้านอน 4 ชม. แตกต่างกับวันที่มีการออกกำลังกายเสร็จสิ้นก่อนเข้านอน 2 ชม. ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิร่างกายก่อนนอนหลับระหว่างวันที่มีการออกกำลังกายเสร็จสิ้นก่อนเข้านอน 3 ชม. แตกต่างกับวันที่มีการออกกำลังกายเสร็จสิ้นก่อนเข้านอน 2 ชม. อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพการนอนหลับระหว่างวันที่มีการออกกำลังกายเสร็จสิ้นก่อนเข้านอน 2 ชม. แตกต่างกับวันที่ไม่มีการออกกำลังกาย (Baseline) วันที่มีการออกกำลังกายเสร็จสิ้นก่อนเข้านอน 4 และ 3 ชม. อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ค่าเฉลี่ยระยะเวลาตั้งแต่เข้านอนจนกระทั่งหลับระหว่างวันที่มีการออกกำลังกายเสร็จสิ้นก่อนเข้านอน 2 ชม. แตกต่างกับวันที่ไม่มีการออกกำลังกาย (Baseline) วันที่มีการออกกำลังกายเสร็จสิ้นก่อนเข้านอน 4 และ 3 ชม. อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ค่าเฉลี่ยระยะเวลานอนหลับระหว่างวันที่ไม่มีการออกกำลังกาย (Baseline) แตกต่างกับวันที่มีการออกกำลังกายเสร็จสิ้นก่อนเข้านอน 3 และ 2 ชม. อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ค่าเฉลี่ยระยะเวลาตื่นขณะนอนหลับระหว่างวันที่ไม่มีการออกกำลังกาย (Baseline) แตกต่างกับวันที่มีการออกกำลังกายเสร็จสิ้นก่อนเข้านอน 2 ชม. อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ค่าเฉลี่ยแบบทดสอบภาวะความตื่นตัวระหว่างวันที่มีการออกกำลังกายเสร็จสิ้นก่อนเข้านอน 2 ชม. แตกต่างกับวันที่ไม่มีการออกกำลังกาย

(Baseline) วันที่มีการออกกำลังกายเสร็จสิ้นก่อนเข้านอน 4 ชม. อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

วิจารณ์

จากการศึกษาผลเฉียบพลันของการออกกำลังกายที่ระดับความหนักสูงก่อนการเข้านอน ที่ส่งผลต่อคุณภาพการนอนหลับและความสามารถทางสมอง โดยแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 4 กลุ่มรูปแบบการทดลอง กลุ่มละ 3 คน ทุกกลุ่มต้องปฏิบัติตามทั้ง 4 รูปแบบ การทดลองแต่ละครั้งห่างกัน 72 ชม. ผลการวิจัยปรากฏดังนี้

จากผลการวิจัยโดยการเปรียบเทียบความแตกต่างอัตราการเต้นหัวใจขณะนอนหลับของการทดลองทั้ง 4 รูปแบบ พบว่าการออกกำลังกายที่ระดับความหนักสูงก่อนเข้านอนส่งผลให้อัตราการเต้นหัวใจขณะนอนหลับมีค่าสูงขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อออกกำลังกายเสร็จสิ้นก่อนเข้านอน 2 ชม. ส่งผลให้ค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นหัวใจขณะนอนหลับมีค่าสูงขึ้นมากถึง 6 ครั้ง/นาที เมื่อเปรียบเทียบกับวันที่ไม่มีการออกกำลังกาย การที่อัตราการเต้นหัวใจขณะนอนหลับสูงขึ้น เป็นผลมาจากขณะออกกำลังกายที่มีความหนักสูงอัตราการเต้นหัวใจจะสูงขึ้นมากจากการกระตุ้นของระบบประสาทอัตโนมัติ เมื่อออกกำลังกายจะกระตุ้นให้หัวใจเต้นเร็วขึ้น เพื่อเพิ่มการไหลเวียนเลือดและนำออกซิเจนไปเลี้ยงกล้ามเนื้อที่ทำงานระหว่างออกกำลังกาย นอกจากนี้การออกกำลังกายยังทำให้อุณหภูมิร่างกายสูงขึ้น ซึ่งร่างกายจะตอบสนองโดยการเพิ่มการไหลเวียนเลือดไปผิวหนังเพื่อระบายความร้อน ทำให้หัวใจต้องทำงานหนักขึ้นเพื่อสูบฉีดเลือดไปยังส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย ผลลัพธ์ของการวิจัยครั้งนี้สอดคล้องกับการศึกษาของ Aloulou *et al.* (2020) ที่ได้ศึกษาผลกระทบของการออกกำลังกายที่ระดับความหนักสูงแบบ intermittent ช่วงเวลากลางคืน พบว่าอัตราการเต้นหัวใจขณะนอนหลับของกลุ่มตัวอย่างในวันที่ทดสอบออกกำลังกายสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญในช่วง 3 ชม. แรกของการนอนหลับเมื่อ

เปรียบเทียบกับวันที่ไม่มีการออกกำลังกาย ทั้งนี้เป็นเพราะการออกกำลังกายระดับความหนักสูงที่ใกล้เคียงเวลานอนมากเกินไป ทำให้ร่างกายยังคงมีการกระตุ้นจากการทำงานของระบบประสาทซิมพาเทติก (sympathetic) ส่งผลกระตุ้นให้เพิ่มอัตราการเต้นหัวใจเพิ่มความดันโลหิต กระตุ้นการหลั่งอะดรีนาลีน ทำให้รูม่านตาขยาย ซึ่งอาจเป็นอุปสรรคต่อการนอนหลับ (Hall & Hall, 2020)

เมื่อเปรียบเทียบผลการวิจัยพบอีกว่าการออกกำลังกายที่ระดับความหนักสูงใกล้เคียงเวลาเข้านอนทำให้อุณหภูมิร่างกายก่อนเข้านอนยังคงสูงอยู่เมื่อเข้านอน โดยเฉพาะเมื่อออกกำลังกายเสร็จสิ้นก่อนเข้านอน 2 ชม. พบว่าค่าเฉลี่ยอุณหภูมิร่างกายสูงขึ้นถึง 0.5 °C เมื่อเปรียบเทียบกับวันที่ไม่มีการออกกำลังกาย ผลลัพธ์การวิจัยสอดคล้องกับการศึกษาของ Oda & Shirakawa (2014) พบว่าการออกกำลังกายความหนักสูงก่อนเข้านอน 1 ชม. ทำให้อุณหภูมิร่างกายเฉลี่ยสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญก่อนการนอนหลับ เมื่อเทียบกับการออกกำลังกายความหนักปานกลางและวันพัก เนื่องจากขณะออกกำลังกายอุณหภูมิร่างกายจะเพิ่มสูงขึ้นจากการทำงานของกล้ามเนื้อและการเผาผลาญพลังงานที่มากขึ้น การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิแกนกลางร่างกายที่เกิดจากการออกกำลังกาย อาจขัดขวางการลดลงของอุณหภูมิแกนกลางร่างกายก่อนการนอนหลับ ซึ่งอาจส่งผลต่อคุณภาพการนอนหลับ และเพิ่มการตื่นตัวในตอนกลางคืน (Roberts *et al.*, 2019; Robey *et al.*, 2013)

การเปรียบเทียบผลการวิจัยด้านคุณภาพการนอนหลับแสดงให้เห็นว่าการออกกำลังกายเสร็จสิ้นก่อนเข้านอน 2 ชม. มีค่าประสิทธิภาพการนอนหลับลดลงต่ำกว่า 80% และมีระยะเวลาตั้งแต่เข้านอนจนกระทั่งหลับนานขึ้น 15-20 นาที เมื่อเทียบกับการทดลองรูปแบบอื่น ผลลัพธ์ของงานวิจัยนี้ สอดคล้องกับการศึกษาของ Souissi *et al.* (2012) ที่พบว่าการออกกำลังกายแบบแอโรบิคความหนักสูงสุด ในกลุ่มคนสุขภาพดีช่วงเวลากลางคืนก่อนเข้านอน 1 ชม. ทำ

ให้ระยะเวลาตั้งแต่เข้านอนจนกระทั่งหลับนานขึ้น 8 นาที และมีค่าประสิทธิภาพการนอนหลับลดลง 8% เมื่อเปรียบเทียบกับวันที่ออกกำลังกายในช่วงเวลาตอนเย็น ทั้งนี้เนื่องจากร่างกายยังมีความปรับค่าทางสรีรวิทยาสูงจากการออกกำลังกาย ซึ่งอาจเกิดด้วยเหตุผลหลายประการ เช่น การกระตุ้นของระบบประสาทซิมพาเทติก (sympathetic) อุณหภูมิร่างกายที่สูงขึ้นขณะออกกำลังกาย ระบบฮอร์โมน การบาดเจ็บกล้ามเนื้อจากการออกกำลังกาย (Roberts *et al.*, 2019) ผลลัพธ์นี้ชี้ให้เห็นถึงการฟื้นตัวของระบบสรีรวิทยาที่ล่าช้า และความจำเป็นของร่างกายที่ต้องการเวลาพักฟื้นที่เพียงพอเมื่อออกกำลังกายก่อนการเข้านอน

นอกจากนี้ผลการวิจัยยังแสดงให้เห็นว่าการออกกำลังกายเสร็จสิ้นก่อนเข้านอน 2 ชม. ส่งผลให้ระยะเวลานอนหลับลดลงเหลือ 377 นาที และมีระยะเวลาดื่นขณะนอนหลับ 92 นาที ซึ่งนานขึ้นและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเปรียบเทียบกับวันที่ไม่มีการออกกำลังกาย ผลวิจัยสอดคล้องกับการศึกษาของ Oda & Shirakawa (2014) พบว่าการออกกำลังกายความหนักสูงก่อนเข้านอน 1 ชม. ในคนสุขภาพดี ทำให้ระยะเวลานอนหลับลดลง 15 นาที เมื่อเทียบกับวันที่ไม่ออกกำลังกาย ทั้งนี้เป็นเพราะการกระตุ้นของระบบประสาทซิมพาเทติก (sympathetic) ทำให้สมดุลการทำงานของสารสื่อประสาทฮอร์โมน Epinephrine และ Norepinephrine เปลี่ยนไป การออกกำลังกายส่งผลให้ระดับฮอร์โมนของ Epinephrine และ Norepinephrine เพิ่มขึ้น การมีระดับฮอร์โมน Epinephrine และ Norepinephrine สูงมากเกินไปอาจทำให้รู้สึกกระสับกระส่าย นอนหลับได้ยาก (Chokroverty & Cortelli, 2021) การออกกำลังกายยังเพิ่มความเครียดให้ร่างกายทำให้มีการหลั่งฮอร์โมน cortisol มากขึ้นระดับของฮอร์โมน cortisol ที่สูงเกินไปในเวลากลางคืนสามารถทำให้เกิดปัญหาในการนอนหลับได้ เช่น นอนหลับยาก ตื่นกลางดึก หรือนอนหลับไม่สนิท (Yap *et al.*, 2024)

การเปรียบเทียบการทดสอบความสามารถทางสมองทั้งการทดสอบเวลาปฏิกิริยาแบบตัวเลือก และการทดสอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ พบว่าทั้ง 4 รูปแบบการทดลองค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะผู้วิจัยกำหนดเวลาให้กลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบภายหลังการตื่นนอน 1 ชม. เพื่อหลีกเลี่ยงอาการง่วงชั่วคราวหลังการตื่นนอน ตามที่ Hilditch & McHill (2019) รายงานว่าภาวะที่บุคคลรู้สึกง่วง สมองตื้อ ชั่วคราวทันทีหลังตื่นนอนจะส่งผลให้ความตื่นตัวและประสิทธิภาพทางปัญญาลดลงชั่วคราว แต่จะค่อย ๆ ดีขึ้นเมื่อเวลาผ่านไป ซึ่งการที่ผู้วิจัยกำหนดให้กลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบภายหลังการตื่นนอน 1 ชม. ทำให้กลุ่มตัวอย่างสามารถทำแบบทดสอบได้เต็มความสามารถในทุกครั้งที่ทดสอบ ผลลัพธ์การทดสอบแต่ละครั้งจึงไม่มีความแตกต่างกัน

ผลการวิจัยพบว่ากลุ่มตัวอย่างมีคะแนนแบบประเมินความเครียด ST-5 ในแต่ละคืนก่อนการนอนหลับคะแนนไม่มีความแตกต่างกัน ผลลัพธ์ของคะแนนแปลผลออกมาได้ว่ากลุ่มตัวอย่างมีระดับความเครียดน้อยในทุกรูปแบบการทดลอง แสดงให้เห็นว่าในการวิจัยครั้งนี้ มีการตรวจสอบป้องกันไม่ให้ความเครียดส่งผลกระทบต่อคุณภาพการนอนหลับของกลุ่มตัวอย่าง

ผลการวิจัยยังพบว่ากลุ่มตัวอย่างรู้สึกตื่นตัวน้อยลงเมื่อตื่นขึ้นหลังวันที่ออกกำลังกายเสร็จสิ้นก่อนเข้านอน 2 ชม. โดยมีคะแนนเฉลี่ยแบบทดสอบภาวะตื่นตัว 4.18 คะแนน ซึ่งลดลงเมื่อเทียบกับการทดลองรูปแบบอื่น สอดคล้องกับ Aloulou *et al.* (2020) ที่ได้ศึกษาผลกระทบของการออกกำลังกายที่ระดับความหนักสูงแบบ intermittent ช่วงเวลากลางคืน ในนักวิ่งชาย พบว่าคะแนนคุณภาพการนอนหลับจากการทำแบบประเมินคุณภาพการนอนหลับลดลงอย่างมีนัยสำคัญ และมีการรับรู้การตื่นกลางดึกเพิ่มขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับวันที่ไม่มีการออกกำลังกายเช่นเดียวกัน Arias *et al.* (2016) รายงานว่ากลุ่ม

ตัวอย่างรู้สึกนอนหลับได้ไม่เต็มที่และไม่สดชื่นเมื่อตื่นนอนในวันที่มีการออกกำลังกายช่วงเวลากลางคืน

จากผลการวิจัยสรุปได้ว่าการออกกำลังกายแบบแอโรบิคระดับความหนักสูงที่เสร็จสิ้นใกล้เวลา ก่อนเข้านอนมากเกินไปส่งผลให้คุณภาพการนอนหลับแย่ลง ทั้งนี้เป็นเพราะร่างกายยังมีการกระตุ้นจากระบบการทางสรีรวิทยาและการทำงานของระบบประสาทที่เกิดขึ้นระหว่างออกกำลังกาย ทำให้ร่างกายมีอัตราการเต้นหัวใจสูงและอุณหภูมิร่างกายสูงก่อนการเข้านอน ซึ่งร่างกายต้องการระยะเวลาพักฟื้นเพื่อปรับสภาพให้กลับมาใกล้เคียงกับขณะพักก่อนเข้านอน จากผลลัพธ์การวิจัยจึงแนะนำให้หลีกเลี่ยงการออกกำลังกายที่เสร็จสิ้นก่อนเข้านอน 2 ชม. และควรออกกำลังกายเสร็จสิ้นก่อนเข้านอน 4 ชม. ขึ้นไป เพื่อป้องกันผลเสียที่เกิดขึ้นกับการนอนหลับจากการออกกำลังกายระดับความหนักสูง

ข้อเสนอแนะจากการวิจัยในครั้งนี้ เนื่องจากเหตุผลด้านสถานที่และงบประมาณนี้การวิจัยครั้งนี้ให้กลุ่มตัวอย่างนอนหลับที่สถานที่พักของตนเอง ทำให้อาจมีข้อจำกัดในการควบคุมเรื่องอุณหภูมิและสภาพแวดล้อมของสถานที่นอนหลับของกลุ่มตัวอย่าง

ข้อเสนอแนะจากการวิจัยในครั้งต่อไป 1.ควรศึกษาผลกระทบของการออกกำลังกายรูปแบบอื่น ๆ เช่น การออกกำลังกายด้วยแรงต้าน 2.ควรศึกษาในกลุ่มตัวอย่างที่มีปัญหาการด้านนอนหลับ หรือมีเวลานอนหลับปกติที่แตกต่างจากคนทั่วไป

เอกสารอ้างอิง

กรมสุขภาพจิต. (2567). แบบประเมินความเครียด (ST5). <https://www.dmh.go.th/test/qtest5/>

ตะวันชัย จิระมุขพิทักษ์ และวรัญ ดันชัยสวัสดิ์. (2540). ปัญหาคุณภาพการนอนหลับของพยาบาลประจำการโรงพยาบาลสงขลา นครินทร์. วารสารสมาคมจิตแพทย์แห่งประเทศไทย, 42(3), 123-132.

- อัครัฐ ยงทวี ธิติวัฒน์ น้อยคำเมือง และนิรุทธิ์ สุขดี. (2563). ความฉลาดทางการกีฬา: บทบาทของความสามารถทางสมองที่มีต่อความสำเร็จทางการกีฬาในนักกีฬาเยาวชนไทย. กรมพลศึกษา กระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬา.
- Aloulou, A., Duforez, F., Bieuzen, F., & Nedelec, M. (2020). The effect of night-time exercise on sleep architecture among well-trained male endurance runners. *Journal of sleep research*, 29(6), e12964. <https://doi.org/10.1111/jsr.12964>
- American Academy of Sleep Medicine. (2005). *The international classification of sleep disorders: Diagnostic and coding manual* (2nd ed.). American Academy of Sleep Medicine.
- Arias, P., Madinabeitia-Mancebo, E., Santiago, M., Corral Bergantinos, Y., & Robles-Garcia, V. (2016). Effects of early or late-evening fatiguing physical activity on sleep quality in non-professional sportsmen. *The Journal of Sports medicine and physical fitness*, 56(5), 597-605.
- Atkinson, G., & Davenne, D. (2007). Relationships between sleep, physical activity and human health. *Physiology & behavior*, 90(2-3), 229-235. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2006.09.015>
- Bruce, R. A., Kusumi, F., & Hosmer, D. (1973). Maximal oxygen intake and nomographic assessment of functional aerobic impairment in cardiovascular disease. *American heart journal*, 85(4), 546-562. [https://doi.org/10.1016/0002-8703\(73\)90502-4](https://doi.org/10.1016/0002-8703(73)90502-4)
- Carskadon, M. A., & Dement, W. C. (2022). Normal human sleep. In M. H. Kryger, T. Roth, & C. A. Goldstein (Eds.), *Principles and practice of sleep medicine* (7th ed.). Elsevier.
- Chokroverty, S., & Cortelli, P. (2021). *Autonomic nervous system and sleep*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-62263-3>
- Dworak, M., Wiater, A., Alfer, D., Stephan, E., Hollmann, W., & Struder, H. K. (2008). Increased slow wave sleep and reduced stage 2 sleep in children depending on exercise intensity. *Sleep Med*, 9(3), 266-272. <https://doi.org/10.1016/j.sleep.2007.04.017>
- Foley, D., Ancoli-Israel, S., Britz, P., & Walsh, J. (2004). Sleep disturbances and chronic disease in older adults: results of the 2003 National Sleep Foundation Sleep in America Survey. *Journal of Psychosomatic Research*, 56(5), 497-502. <https://doi.org/10.1016/j.jpsychores.2004.02.010>
- Hall, J. E., & Hall, M. E. (2020). *Guyton and Hall Textbook of Medical Physiology E-Book: Guyton and Hall Textbook of Medical Physiology E-Book*. Elsevier Health Sciences.
- Hilditch, C. J., & McHill, A. W. (2019). Sleep inertia: Current insights. *Nature and science of sleep*, 11, 155-165. <https://doi.org/10.2147/NSS.S188911>

- Jones, B. J., Chen, M. E., Simoncini, L., & Spencer, R. M. (2022). Sleep enhances reconsolidation-based strengthening of visuospatial memories. *Scientific reports*, 12(1), 7307. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-11135-6>
- Kredlow, M. A., Capozzoli, M. C., Hearon, B. A., Calkins, A. W., & Otto, M. W. (2015). The effects of physical activity on sleep: a meta-analytic review. *Journal of Behavioral Medicine*, 38(3), 427-449. <https://doi.org/10.1007/s10865-015-9617-6>
- Lim, J., & Dinges, D. F. (2010). A meta-analysis of the impact of short-term sleep deprivation on cognitive variables. *Psychological bulletin*, 136(3), 375-389. <https://doi.org/10.1037/a0018883>
- Mairesse, O., Hofmans, J., Neu, D., Dinis, A., Cluydts, R., & Theuns, P. (2010). The algebra of sleepiness: Investigating the interaction of homeostatic (S) and circadian (C) processes in sleepiness using linear metrics. *Psicológica*, 31(3), 541-559.
- Oda, S., & Shirakawa, K. (2014). Sleep onset is disrupted following pre-sleep exercise that causes large physiological excitement at bedtime. *European Journal of Applied Physiology*, 114(9), 1789-1799. <https://doi.org/10.1007/s00421-014-2873-2>
- Roberts, S. S. H., Teo, W.-P., & Warmington, S. A. (2019). Effects of training and competition on the sleep of elite athletes: a systematic review and meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine*, 53(8), 513-522. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2018-099322>
- Robey, E., Dawson, B., Halson, S., Gregson, W., King, S., Goodman, C., & Eastwood, P. (2013). Effect of evening postexercise cold water immersion on subsequent sleep. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 45(7), 1394-1402. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e318287f321>
- Souissi, M., Chtourou, H., Zrane, A., Cheikh, R. B., Dogui, M., Tabka, Z., & Souissi, N. (2012). Effect of time-of-day of aerobic maximal exercise on the sleep quality of trained subjects. *Biological Rhythm Research*, 43(3), 323-330. <https://doi.org/10.1080/09291016.2011.589159>
- Hirshkowitz, M., Whiton, K., Albert, S. M., Alessi, C., Bruni, O., DonCarlos, L., Hazen, N., Herman, J., Adams Hillard, P. J., Katz, E. S., Kheirandish-Gozal, L., Neubauer, D. N., O'Donnell, A. E., Ohayon, M., Peever, J., Rawding, R., Sachdeva, R. C., Setters, B., Vitiello, M. V., & Ware, J. C. (2015). National Sleep Foundation's updated sleep duration recommendations: Final report. *Sleep Health*, 1(4), 233-243. <https://doi.org/10.1016/j.sleh.2015.10.004>

- Warburton, D. E., Jamnik, V. K., Bredin, S. S., & Gledhill, N. (2011). The physical activity readiness questionnaire for everyone (PAR-Q+) and electronic physical activity readiness medical examination (ePARmed-X+). *The Health & Fitness Journal of Canada*, 4(2), 3-17. <https://doi.org/10.14288/hfjc.v4i2.103>
- Yao, C. J., & Basner, M. (2019). Healthy behaviors competing for time: associations of sleep and exercise in working Americans. *Sleep Health*, 5(1), 23-30. <https://doi.org/10.1016/j.sleh.2018.10.001>
- Yap, Y., Tung, N. Y. C., Shen, L., Bei, B., Phillips, A., & Wiley, J. F. (2024). Daily associations between salivary cortisol and electroencephalographic-assessed sleep: a 15-day intensive longitudinal study. *Sleep*, 47(9), zsae087. <https://doi.org/10.1093/sleep/zsae087>
- Yue, T., Liu, X., Gao, Q., & Wang, Y. (2022). Different intensities of evening exercise on sleep in healthy adults: A systematic review and network meta-analysis. *Nature and Science of Sleep*, 14, 2157-2177. <https://doi.org/10.2147/NSS.S388863>