

THE EFFECTS OF SLEEP DEPRIVATION ON BRAIN WAVES,
LOUGHBOROUGH SOCCER PASSING TEST AND MOODS IN COLLEGIATE SOCCER PLAYERS

Papatsorn RAMYARANGSI¹, Vorasith SIRIPORNPANICH², Waree WIDJAJA¹, Amornpan AJJIMAPORN^{1*}

¹College of Sports Science and Technology, Mahidol University, Nakorn Pathom, Thailand 73170

²Research Center for Neuroscience, Institute of Molecular Biosciences, Mahidol University, Nakorn Pathom,
Thailand 73170

ABSTRACT

Soccer is one of the popular sports in Thailand. Sleep deprivation (SD) have been found in the players who frequently travel for the game away home which may impair the ability to perform mental and physical tasks. However, there are no data about the effects of SD on brain waves, Loughborough soccer passing test (LSPT) and moods in collegiate soccer players. Therefore, the purpose of this study was to compare brain waves, soccer passing skills and moods between normal sleep (CN) and SD condition in collegiate soccer players. **Methods:** Eleven male soccer players in age range 18-22 years volunteered to participate in randomized crossover design study. Participants were measured resting-eye closed electroencephalogram (EEG) recording, LSPT and Thai-Brunel Mood Scale (Thai-BRUMS) at 4.00 pm. after completed each sleep condition; CN (7 hours sleep time) and SD (sleep 2.5 hours sleep time). Delta waves at midline frontal electrode (Fz), theta waves at Fz electrode, Time taken only of LSPT and fatigue mood were significantly increased in SD condition compared to CN condition ($p<0.05$). Alpha waves at midline central electrode (Cz), alpha waves at midline parietal electrode (Pz), beta waves at Pz electrode and vigor mood were significantly decreased in SD condition compared to CN condition ($p<0.05$), whereas there were no significant differences in penalty time, performance time of LSPT and other moods. In conclusion SD resulted in the partial changes of the brain waves, which indicated drowsiness, decreased alertness and attention. It also found the delayed passing ball which indicated decreased gross motor required to pass the ball. In addition, SD also resulted in the decreased vigor mood and increased fatigue in athletes, indicating a lower power state and the tiredness of athletes following SD. Therefore, the results of this study demonstrate negative effects of SD on brain waves, passing skill and moods in soccer players, especially, SD at the night before the match which can affect losing or winning of the game.

(Journal of Sports Science and Technology 2018; 18(2): 21-34)

Keywords: Loughborough soccer passing test / Electroencephalogram / Fatigue/ Vigor

*Corresponding author: Amornpan AJJIMAPORN

College of Sports Science and Technology,

Mahidol University, Nakorn Pathom, Thailand 73170

E-mail: g4036011@gmail.com

**ผลของการอดนอนต่อคลื่นไฟฟ้าสมอง ทักษะการผ่านบอล Loughborough และอารมณ์
ในนักกีฬาฟุตบอลมหาวิทยาลัย**

ปภัศสร รัมยะรังสี¹, วรสิทธิ์ ศิริพรพาณิชย์², วารี วิดจาया¹, อมรพันธ์ อัจฉิมภาพ^{1*}

¹วิทยาลัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการกีฬา มหาวิทยาลัยมหิดล จ.นครปฐม, ประเทศไทย 73170

²ศูนย์วิจัยประสาทวิทยาศาสตร์ สถาบันชีววิทยาศาสตร์โมเลกุล มหาวิทยาลัยมหิดล จ.นครปฐม, ประเทศไทย 73170

บทคัดย่อ

บทนำ กีฬาฟุตบอลเป็นหนึ่งในกีฬาที่ได้รับความนิยมในประเทศไทย ซึ่งการอดนอนมักพบได้ในนักกีฬาที่ต้องเดินทางไปแข่งขันในเกมเยือน ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อความสามารถทางด้านจิตใจและด้านร่างกาย อย่างไรก็ตามยังไม่พบข้อมูลเกี่ยวกับผลของการอดนอนต่อคลื่นไฟฟ้าสมอง ทักษะการผ่านบอล Loughborough และอารมณ์ในนักกีฬาฟุตบอลมหาวิทยาลัย ดังนั้นการศึกษานี้จึงศึกษาเปรียบเทียบคลื่นไฟฟ้าสมอง ทักษะเฉพาะทางกีฬาฟุตบอลและอารมณ์ ระหว่างการนอนปกติ และการอดนอนในนักกีฬาฟุตบอลมหาวิทยาลัย **วิธีการวิจัย** นักฟุตบอลมหาวิทยาลัยเพศชาย 11 คน อายุระหว่าง 18-22 ปี สมัครใจเข้าร่วมการศึกษาโดยการสุ่มแบบไขว้ อาสาสมัครเข้ารับการบันทึกคลื่นไฟฟ้าสมองโดยหลับตาขณะพัก ทดสอบทักษะการผ่านบอล Loughborough และตอบแบบสอบถามวัดอารมณ์ บรูเนล ฉบับภาษาไทย เวลา 16.00 น. หลังจากเสร็จสิ้นการนอนแต่ละลักษณะ คือ การนอนปกติ (นอนประมาณ 7 ชั่วโมง) และการอดนอน (นอนประมาณ 2.5 ชั่วโมง) **ผลการวิจัย** คลื่นเดลต้าและคลื่นบีต้า ที่บริเวณจุดกึ่งกลางเปลือกสมองส่วนหน้าเพิ่มขึ้น ระยะเวลาในการทดสอบการผ่านบอลนานขึ้น รวมทั้งค่าคะแนนอารมณ์เหนื่อยล้าเพิ่มขึ้นเมื่ออดนอนเทียบกับการนอนปกติ คลื่นอัลฟาที่บริเวณจุดกึ่งกลางสมองส่วนกลาง คลื่นอัลฟาที่จุดกึ่งกลางสมองด้านข้าง คลื่นเบต้าที่บริเวณจุดกึ่งกลางสมองด้านข้าง และมีค่าคะแนนอารมณ์กระปรี้กระเปร่าลดลงเมื่ออดนอนเทียบกับการนอนปกติ แต่ไม่พบความแตกต่างของระยะเวลาที่เกิดความผิดพลาดและระยะเวลาทั้งหมดในการผ่านบอล **สรุปผลการวิจัย** การอดนอนส่งผลให้คลื่นสมองบางส่วนมีการเปลี่ยนแปลงซึ่งบ่งชี้ถึงภาวะง่วงซึม การตื่นตัวและความสนใจจดจ่อลดลง ทักษะการผ่านบอลช้าลง แสดงถึงประสิทธิภาพการใช้กล้ามเนื้อที่จำเป็นต่อทักษะในการผ่านบอลลดลง นอกจากนี้การอดนอนยังส่งผลให้อารมณ์กระปรี้กระเปร่าลดลงและอารมณ์เหนื่อยล้าเพิ่มขึ้นซึ่งบ่งชี้ถึงสถานะของพลังงานที่ต่ำลง และความเหนื่อยล้าของนักกีฬาหลังจากการอดนอนเพิ่มขึ้น จากผลการศึกษานี้แสดงให้เห็นถึงผลเสียของการอดนอนต่อคลื่นไฟฟ้าสมอง ทักษะการผ่านบอลและอารมณ์ในนักกีฬาฟุตบอล โดยเฉพาะอย่างยิ่งการอดนอนก่อนคืนที่ทำการแข่งขันอาจจะส่งผลต่อการแพ้ หรือชนะได้

(วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการกีฬา 2561 ; 18(2): 21- 34)

คำสำคัญ: ทักษะการผ่านบอล Loughborough, เครื่องวัดคลื่นไฟฟ้าสมอง, ความเหนื่อยล้า, อารมณ์กระปรี้กระเปร่า

บทนำ

การนอนหลับเป็นกิจกรรมที่สำคัญของชีวิตซึ่งมีผลต่อสรีรวิทยาและสมรรถนะการรู้คิดของมนุษย์ การนอนที่เพียงพอในแต่ละวัน จำเป็นสำหรับการหลั่งฮอร์โมนซึ่งจะส่งผลต่อการทำงานของร่างกาย⁽¹⁾ การขัดขวางวงจรการนอน ด้วยการทำงาน การอ่านหนังสือเรียน หรือการทำกิจกรรมทางสังคม สามารถส่งผลเสียต่อระบบทางสรีรวิทยา ทั้งสุขภาพกายและสุขภาพจิต⁽²⁾ อย่างไรก็ตาม คุณภาพของการนอนหลับที่ดี ยังเป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อสมรรถนะการรู้คิด อารมณ์ การเรียนรู้ และความจำ ซึ่งเป็นสิ่งจำเป็นในการดำรงชีวิตเช่นกัน⁽³⁾

การอดนอน หมายถึงการนอนไม่เพียงพอ โดยมีการลดลงของระยะเวลาการนอนหลับตามปกติ 4-5 ชั่วโมงต่อคืน⁽⁴⁾ เช่น การอดนอนตลอดทั้งคืน การเข้านอนดึก หรือตื่นนอนเร็วกว่าปกติ เป็นต้น การอดนอน 24 ชั่วโมง ส่งผลให้ความสามารถในการแก้ไขปัญหาทางคณิตศาสตร์ การแก้ปัญหาด้านทักษะความจำลดลง 20% การศึกษาถึงผลกระทบของการอดนอนมักทำในคนงานที่มีการทำงานเป็นกะ บุคลากรทางการแพทย์ คนขับรถ หรือนักบินที่ต้องทำงานล่วงเวลาและอยู่ในสภาพแวดล้อมที่สามารถเกิดผลกระทบร้ายแรงได้เมื่อเกิดข้อผิดพลาดจากความเหนื่อยล้าจากการอดนอน⁽⁵⁾ การศึกษาที่ผ่านมาชี้ให้เห็นว่าการนอนหลับเป็นสิ่งสำคัญสำหรับการทำกิจกรรมในขณะตื่น โดยขณะหลับสมองมีการรับสัญญาณจากพื้นที่ของสมองส่วนต่าง ๆ เพื่อให้เกิดการประมวลผลได้ดีที่สุดในช่วงที่ตื่น หากมีการอดนอนจะส่งผลเสียต่อระบบต่าง ๆ ของร่างกายมนุษย์ได้ เช่น ระบบต่อมไร้ท่อ ระบบภูมิคุ้มกันของ ระบบประสาท และระบบหัวใจและหลอดเลือด⁽⁶⁾ จากการศึกษาของ Spiegel และคณะพบว่า ในผู้ใหญ่สุขภาพดี 11 คน หลังจากการอดนอนเป็นเวลา 4 ชั่วโมงต่อคืน ติดต่อกัน 6 คืน จะมีการหลั่งฮอร์โมนความเครียด (cortisol) เพิ่มขึ้น มีการทำงาน ระบบประสาทซิมพาเทติก (Sympathetic nervous system) เพิ่มขึ้น และไทรอยด์ฮอร์โมน (thyroid hormone) ทำงานลดลง⁽⁷⁾ ยังพบอีกว่าปริมาณการหลั่งของโกรทฮอร์โมน (growth hormone) ลดลง เทียบกับคนที่นอนปกติ⁽⁸⁾ นอกจากนี้พบว่า การอดนอน 24 ชั่วโมง ส่งผลไปกระตุ้นกลไกการอักเสบของร่างกายได้⁽⁹⁾

ปัจจุบันผลของการอดนอนต่อการเปลี่ยนแปลงของคลื่นไฟฟ้าสมองสามารถวัดจากการตรวจคลื่นไฟฟ้าสมอง (electroencephalographic (EEG)) โดยคลื่นไฟฟ้าสมองแบ่งได้ 4 กลุ่มคือ 1. คลื่นเดลต้า (delta waves) มีคลื่นความถี่ต่ำกว่า 3.5 เฮิร์ตซ์ ซึ่งเกิดขึ้นเมื่อนอนหลับลึก 2. คลื่นธีต้า (theta) มีความถี่ระหว่าง 4-7 เฮิร์ตซ์ พบได้เมื่อง่วงนอนหรือเกิดความเครียด 3. คลื่นอัลฟา (alpha wave) มีความถี่ระหว่าง 8-13 เฮิร์ตซ์ จะพบคลื่นนี้เป็นจังหวะเมื่อตื่นอยู่แล้วรู้สึกสงบ ผ่อนคลาย 4. คลื่นเบต้า (beta wave) มีความถี่ระหว่าง 13-30 เฮิร์ตซ์ พบเมื่อตื่นตัว สนใจจดจ่อ และเมื่อแก้ปัญหา⁽¹⁰⁾ การเปลี่ยนแปลงวงจรการนอนหลับของมนุษย์จากการอดนอนเป็นเวลานานจะส่งผลให้พบคลื่นธีต้าเพิ่มขึ้นในระหว่างที่ตื่น การศึกษาในปีค.ศ. 2014 ของ Verweij และคณะพบว่า คลื่นอัลฟาตกลงที่บริเวณสมองส่วนหน้าสุดซึ่งทำหน้าที่เกี่ยวข้องกับสมาธิ เมื่อมีการอดนอนตลอดคืน⁽¹¹⁾

ในนักกีฬา การอดนอนมักเกิดจากการฝึกซ้อมและการแข่งขัน⁽³⁾ การอดนอนทำให้ใช้เวลาในการตอบสนองต่อสิ่งเร้านานขึ้น และทำให้เกิดการเคลื่อนไหวที่ผิดพลาดเพิ่มขึ้น⁽⁵⁾ การศึกษาของ Azboy และคณะ ปีค.ศ. 2009 พบว่า หลังจากการอดนอน 25-30 ชั่วโมง มีการลดลงของเวลาการออกกำลังกายจนเหนื่อย (Time to exhaustion) ในนักกีฬาวอลเลย์บอลเมื่อทดสอบด้วยการปั่นจักรยาน (incremental cycling test)⁽¹²⁾ Hefzollasan และคณะในปีค.ศ. 2012 พบว่า ทักษะการผ่านบอลและทักษะการยิงประตูลดลงเมื่ออดนอน 30 ชั่วโมงเทียบกับการนอน 8 ชั่วโมง ในนักศึกษามหาวิทยาลัย 18 คน⁽¹³⁾ อย่างไรก็ตาม ในทางกลับกันการศึกษาก่อนของ Reilly และคณะในปีค.ศ. 1983 พบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ของ

ประสิทธิภาพความอดทนในการวิ่ง หลังจากทีนอนเพียง 2.5 ชั่วโมงต่อคืนเป็นเวลา 3 คืน⁽¹⁴⁾ นอกจากนี้การอดนอนยังส่งผลต่อด้านอารมณ์อีกด้วยโดยในปีค.ศ.1998 Meney และคณะ พบว่ามีการเพิ่มขึ้นของอารมณ์เหนื่อยล้า และการลดลงของอารมณ์กระปรี้กระเปร่าเมื่ออดนอน 24 ชั่วโมงเทียบกับการนอนปกติในอาสาสมัครสุขภาพดี 11 คน⁽¹⁵⁾

กีฬาฟุตบอลเป็นกีฬาที่ได้รับความนิยมมากที่สุดชนิดหนึ่งในประเทศไทย นักกีฬาอาจเดินทางเพื่อไปแข่งเกมเยือนบ่อยครั้ง ทำให้ส่งผลกระทบต่อปริมาณและคุณภาพของการนอนหลับ ซึ่งอาจส่งผลเสียต่อสมรรถภาพร่างกายและจิตใจได้⁽¹⁶⁾ ในประเทศไทยมีการจัดการแข่งขันฟุตบอลมากมาย เช่น โตโยต้าไทยพรีเมียร์ลีก ยามาฮ่าลีควัน เอไอเอสลีก และการแข่งขันระหว่างมหาวิทยาลัย เป็นต้น ถึงแม้ว่าจะทราบผลกระทบของการอดนอนบ้างแล้ว แต่ไม่พบว่าเคยมีการศึกษาที่เกี่ยวกับผลของการอดนอนต่อคลื่นไฟฟ้าสมอง (EEG) ทักษะเฉพาะทางกีฬาฟุตบอล (Specific soccer performances) และอารมณ์ (Moods) ในนักกีฬาฟุตบอลมหาวิทยาลัยเพศชาย ดังนั้นการศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลดังกล่าว

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีอาสาสมัครเป็น นักกีฬาฟุตบอลมหาวิทยาลัยเพศชาย จำนวน 11 คน อายุระหว่าง 18-22 ปี โดยอาสาสมัครทุกคนถูกสุ่มให้นอน 2 แบบคือ การนอนปกติ(Normal sleep condition; CN) และการอดนอน (Sleep deprivation condition; SD) โดยก่อนเข้าร่วมการศึกษา อาสาสมัครได้รับการทดสอบความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด (Vo₂max) โดยใช้วิธีของ Bruce (Bruce Protocol)⁽¹⁷⁾ ร่วมกับเครื่องวิเคราะห์การใช้แก๊ส (Oxycon mobile , JAEGER™, Germany) ระหว่างการทดสอบยุติการทดสอบเมื่อ ความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดเพิ่มขึ้นน้อยกว่า 2 มิลลิลิตรต่อนาทีต่อกิโลกรัม หลังจากผ่านไป 2 นาที หรือ อัตราส่วนการแลกเปลี่ยนแก๊สมีค่ามากกว่า 1.2 หรืออาสาสมัครสามารถยุติการทดสอบได้ด้วยตัวเอง

เกณฑ์การคัดเลือกเข้าร่วมการวิจัย (Inclusion Criteria)

- เป็นผู้ที่มีสุขภาพดี
- มีประสบการณ์ในทีมกีฬาฟุตบอลมหาวิทยาลัยเป็นเวลาอย่างน้อย 1 ปี และทำการฝึกอย่างน้อย 3 วัน/สัปดาห์ ประมาณ 2 ชั่วโมง/วัน
- มีค่าการใช้ออกซิเจนสูงสุดในขณะออกกำลังกายมากกว่า 42.5 มิลลิลิตร/กิโลกรัม/นาที
- ค่าดัชนีมวลกายอยู่ระหว่าง 18.5-22.9 กิโลกรัม/เมตร²
- การมองเห็นและการได้ยินปกติ
- เป็นผู้นอนหลับดี คือมีคุณภาพการนอนดี โดยวัดจากแบบประเมินคุณภาพการนอนหลับของพิตส์เบิร์ก ฉบับภาษาไทย ซึ่งต้องมีคะแนนมากกว่า 5 คะแนน⁽¹⁸⁾

เกณฑ์การคัดออกผู้เข้าร่วมวิจัย (Exclusion criteria)

- มีปัญหาเกี่ยวกับการนอน หรือภาวะทางจิต
- รับประทานในกลุ่ม ยาต้านซึมเศร้า ยาแก้แพ้ หรือยาที่มีผลข้างเคียงต่อการนอนหลับ (ในช่วง 1 สัปดาห์ ก่อนทำการวิจัย) ซึ่งอาจส่งผลต่อการวัดคลื่นสมอง

- มีความสนใจหรือสมาธิบกพร่อง
- มีโรคหรือปัญหาทางระบบหัวใจและปอด, กระดูกและข้อ, ประสาทและกล้ามเนื้อ หรือระบบเผาผลาญที่ส่งผลกระทบต่อผู้เข้าร่วมการวิจัยในการออกกำลังกายความหนักระดับสูง

ผู้วิจัยทำการชักประวัติและวัดสัดส่วน น้ำหนัก ส่วนสูง ดัชนีมวลกาย แบบสอบถามข้อมูลทั่วไป แบบประเมินคุณภาพการนอนหลับของพิตส์เบิร์กฉบับภาษาไทย⁽¹⁸⁾ จากนั้นอาสาสมัครเข้าทดสอบความสามารถการใช้ออกซิเจนสูงสุด เพื่อใช้ในการคัดกรองผู้เข้าร่วมการวิจัยก่อนการทดสอบ

อาสาสมัครทุกคนเข้าร่วมการวิจัยแบบไขว้ (cross over design) และถูกสุ่มให้นอน 2 แบบ โดยใช้โปรแกรม Excel โดยเว้นระยะห่างกันอย่างน้อย 36 ชั่วโมง และห้องที่อาสาสมัครนอน เป็นห้องเก็บเสียง มีการควบคุมอุณหภูมิที่ 22-24 องศาเซลเซียส แสงสว่างน้อยกว่า 1 ลักซ์ และอาสาสมัครรับประทานอาหารแบบเดียวกันโดยผู้วิจัยเป็นผู้จัดให้

การนอน 2 แบบ ได้แก่ การนอนปกติ (CN) (ระยะเวลาการนอนประมาณ 7 ชั่วโมง ใน 1 คืน) และ การอดนอน (SD) (ระยะเวลาการนอนประมาณ 2.5 ชั่วโมง ใน 1 คืน) โดยคืนทดสอบ อาสาสมัครเดินทางมาที่ห้องทดสอบเวลา 20.00 น. สวมนาฬิกาข้อมือบันทึกการนอน เตรียมตัวเข้านอน โดยให้หลับช่วงเวลาระหว่าง 23.00 – 07.00 น. สำหรับการนอนปกติ และช่วงเวลาระหว่าง 23.00 – 02.30 น. สำหรับการอดนอน จากนั้นให้ตื่นตลอดเวลาโดยทำกิจกรรม เช่น อ่านหนังสือ ฟังเพลง เพื่อรอกการทดสอบตัวแปรต่าง ๆ เวลา 16.00 น.

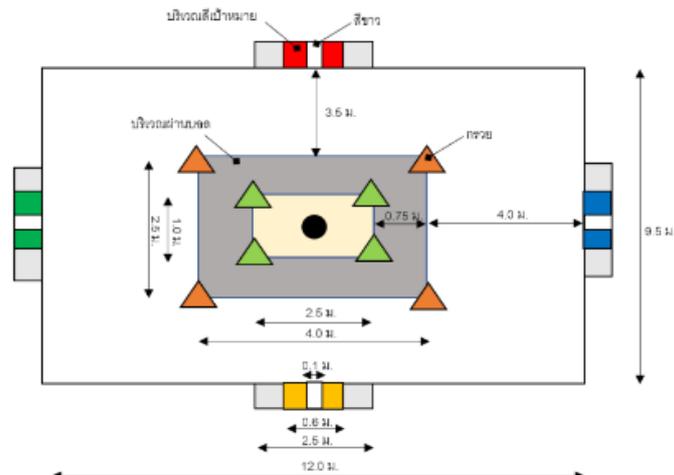
ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

คลื่นไฟฟ้าสมอง

อาสาสมัครสวมหมวกอีเล็กโทรดตามขนาดที่พอดี ซึ่งมีการต่อเข้ากับอุปกรณ์วัดคลื่นไฟฟ้าสมอง (ANT Neuro, USA) ซึ่งมีจำนวน 32 ช่องสัญญาณ จากนั้นหยอดเจลสำหรับการวัดคลื่นไฟฟ้าสมองลงในตำแหน่งที่เชื่อมต่อกับขั้วไฟฟ้าได้หมวกอีเล็กโทรดเพื่อลดค่าความต้านทานไฟฟ้า โดยกำหนดให้ค่าความต้านทานแต่ละขั้วไฟฟ้ามีค่าน้อยกว่า 5 กิโลโอห์ม ตั้งค่าการกรองสัญญาณความถี่ต่ำที่ 0.3 เฮิร์ต ความถี่สูงที่ 30 เฮิร์ต ทำการวัดค่าขณะที่อาสาสมัครนั่งหลับตาเป็นระยะเวลา 5 นาที บนเก้าอี้ที่นิ่งสบาย ตัวแปรที่วัด คือ คลื่นไฟฟ้าสมอง ได้แก่ คลื่นเดลต้า คลื่นธีต้า คลื่นเบต้า คลื่นอัลฟา ที่บริเวณ จุดกึ่งกลางเปลือกสมองส่วนหน้า (Fz) , จุดกึ่งกลางสมองส่วนกลาง (Cz) และจุดกึ่งกลางสมองด้านข้าง (Pz) โดยมีขั้วไฟฟ้าบริเวณหลังใบหูด้านซ้ายและขวา (M1 และ M2) เป็นขั้วไฟฟ้าอ้างอิง⁽¹⁹⁾

ทักษะการผ่านบอล Loughborough (Loughborough Soccer Passing Test; LSPT) (รูปที่ 1)

อาสาสมัครอยู่ตรงกลางของพื้นที่ทดสอบและได้รับคำสั่งให้ส่งบอลไปยังบริเวณพื้นที่ที่ผู้วิจัยกำหนดให้เร็วที่สุดที่ทำได้ โดยต้องให้เกิดข้อผิดพลาดให้น้อยที่สุด ผู้วิจัยทำการจับเวลาในการส่งบอลและความผิดพลาดที่เกิดขึ้น ตัวแปรที่วัดได้จากการทดสอบ คือ ระยะเวลาที่ใช้ผ่านบอล (Time taken only) ระยะเวลาที่เกิดความผิดพลาด (Penalty time only) และระยะเวลาทั้งหมดในการผ่านบอล (Performance time) (ระยะเวลาที่ใช้ผ่านบอล+ระยะเวลาที่เกิดความผิดพลาด)⁽²⁰⁾



รูปที่ 1: ทักษะการผ่านบอล Loughborough

แบบสอบถามวัดอารมณ์ บรูเนล ฉบับภาษาไทย

อาสาสมัครจะถูกขอให้ตอบแบบสอบถามทางจิตวิทยาเพื่อวัดอารมณ์ (Moods) โดยแบบสอบถามวัดอารมณ์ บรูเนล ฉบับภาษาไทย (Thai-BRUMS) ที่นำมาใช้ในการศึกษานี้มีทั้งหมด 24 คำถาม สามารถแบ่งแยกได้ 6 อารมณ์ คือ โกรธ (Angry) สับสน (Confuse) กัดดัน (Tension) เหนื่อยล้า (Fatigue) กระปรี้กระเปร่า (Vigor) และซึมเศร้า (Depression) มี 5 จุดคะแนน โดย 0=ไม่มีเลย และ 5 = มากที่สุด⁽²¹⁾

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ข้อมูลทั่วไป เช่น อายุ น้ำหนัก ส่วนสูง ค่าดัชนีมวลกาย นำเสนอด้วยค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ส่วนค่าคลื่นไฟฟ้าสมอง สมรรถภาพเฉพาะทางกีฬาฟุตบอลและแบบสอบถามวัดอารมณ์ นำเสนอด้วยค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนค่าเฉลี่ยทำการทดสอบการแจกแจงแบบปกติด้วย Shapiro wilk W-test วิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างลักษณะการนอนโดย one-way repeated measures ANOVA กำหนดระดับความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ผลการวิจัย

ผู้เข้าร่วมวิจัย เป็นเพศชาย จำนวน 11 คน โดยมีลักษณะทางกายภาพของประกอบด้วย อายุ น้ำหนัก ส่วนสูง ดัชนีมวลกาย ค่าการใช้ออกซิเจนสูงสุดในขณะออกกำลังกาย และระยะเวลาที่ฝึกซ้อมฟุตบอล อยู่ในเกณฑ์คัดเข้าของการวิจัยทั้งหมด ดังตารางที่ 1 และแสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนระยะเวลาการนอนในแต่ละลักษณะของผู้เข้าร่วมวิจัย ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานลักษณะทางกายภาพของผู้เข้าร่วมวิจัย

ตัวแปร	ค่าเฉลี่ย \pm ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (จำนวน =11 คน)
อายุ (ปี)	20 \pm 1
ส่วนสูง (เซนติเมตร)	177 \pm 1
น้ำหนัก (กิโลกรัม)	64.41 \pm 4.77
ดัชนีมวลกาย (กิโลกรัม/เมตร ²)	21.6 \pm 1.2
ค่าการใช้ออกซิเจนสูงสุดในขณะออกกำลังกาย (มล./กก.นาที)	52.95 \pm 9.60
ระยะเวลาที่ฝึกซ้อม (ชั่วโมง/สัปดาห์)	9 \pm 2

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานระยะเวลาการนอนในแต่ละลักษณะของผู้เข้าร่วมวิจัย

ตัวแปร	การนอนปกติ	การอดนอน
ระยะเวลาการนอน (ชั่วโมง)	7.08 \pm 0.12	2.31 \pm 0.47

คลื่นไฟฟ้าสมอง

หลังจากคืนที่มีการอดนอน พบว่าคลื่นเดลต้าและคลื่นธีต้า ที่บริเวณ Fz มีค่าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.023$ และ 0.005 ตามลำดับ) คลื่นอัลฟาที่บริเวณ Cz ($p=0.017$), Pz ($p=0.006$) ลดลง และคลื่นเบต้าที่บริเวณ Pz ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.031$) เมื่อเทียบกับหลังจากคืนที่มีการนอนปกติ (ตารางที่ 3)

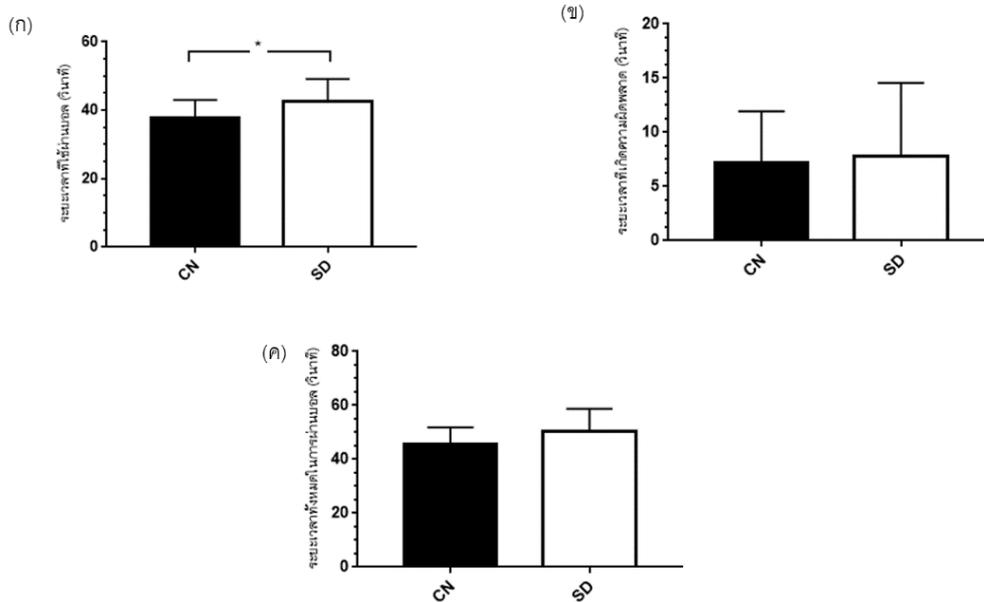
ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคลื่นไฟฟ้าสมอง

บริเวณของสมอง		ค่าเฉลี่ยกำลังของคลื่นไฟฟ้าสมอง (ไมโครโวลต์ ²)	
		การนอนปกติ	การอดนอน
Fz	Delta	36.52 \pm 10.21	57.34 \pm 24.58*
	Theta	13.01 \pm 4.16	18.93 \pm 6.87*
	Alpha	27.16 \pm 19.26	15.40 \pm 9.26
	Beta	21.04 \pm 41.95	13.13 \pm 19.41
Cz	Delta	43.50 \pm 29.48	57.55 \pm 27.66
	Theta	17.66 \pm 16.93	25.00 \pm 14.55
	Alpha	34.90 \pm 21.02	18.07 \pm 8.25*
	Beta	7.15 \pm 2.44	6.21 \pm 1.56
Pz	Delta	33.34 \pm 10.51	38.81 \pm 19.64
	Theta	9.50 \pm 3.06	13.22 \pm 6.79
	Alpha	38.24 \pm 17.51	20.65 \pm 10.41*
	Beta	7.78 \pm 3.84	5.44 \pm 1.47*

โดย Fz = จุดกึ่งกลางเปลือกสมองส่วนหน้า, Cz = จุดกึ่งกลางสมองส่วนกลาง, Pz = จุดกึ่งกลางสมองด้านหลัง, *ความแตกต่างกันระหว่างการนอนปกติและการอดนอน ($p < 0.05$)

ทดสอบทักษะการผ่านบอล Loughborough

พบว่า ในคืนที่มีการอดนอน นักกีฬาใช้ระยะเวลาในการทดสอบการผ่านบอลนานขึ้น เมื่อเทียบกับคืนที่นอนปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p -value=0.011) (นอนปกติ = 37.81 ± 5.24 วินาที และ อดนอน = 42.71 ± 7.73 วินาที) แต่เมื่อทดสอบระยะเวลาที่เกิดความผิดพลาด และระยะเวลาทั้งหมดในการผ่านบอล ไม่พบว่ามีความแตกต่างกันระหว่างคืนที่มีการนอนปกติ และคืนที่มีการอดนอน (ระยะเวลาที่เกิดความผิดพลาด นอนปกติ = 7.20 ± 4.73 วินาที และ อดนอน = 7.80 ± 6.76 วินาที) (ระยะเวลาทั้งหมดในการผ่านบอล นอนปกติ = 45.70 ± 6.09 วินาที และ อดนอน = 50.51 ± 8.23 วินาที) (รูปที่ 2)



*ความแตกต่างกันระหว่างการนอนปกติและการอดนอน ($p < 0.05$)

รูปที่ 2 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลทักษะการผ่านบอล Loughborough (วินาที)

(ก) ระยะเวลาที่ใช้ผ่านบอล (ข) ระยะเวลาที่เกิดความผิดพลาด และ (ค) ระยะเวลาทั้งหมดในการผ่านบอล
แบบสอบถามวัดอารมณ์ บรูเนล ฉบับภาษาไทย

จากการศึกษาพบว่านักกีฬามีค่าคะแนนอารมณ์ที่ปรับจะแปร่ลดลง ($p=0.01$) และค่าคะแนนอารมณ์เหนื่อยล้าเพิ่มขึ้น ($p=0.10$) ในคืนที่มีการอดนอน เมื่อเทียบกับคืนที่มีการนอนปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างไรก็ตามค่าคะแนนอารมณ์โกรธ สับสน ซึมเศร้า และกดดัน ไม่มีความแตกต่างกันระหว่างคืนที่มีการนอนปกติและคืนที่มีการอดนอน (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 4 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนจากแบบสอบถามวัดอารมณ์ บรูเนล ฉบับภาษาไทย

ตัวแปร	นอนปกติ (CN)	อดนอน (SD)
โกรธ (คะแนน)	0±0	0±0
สับสน (คะแนน)	0±0	0±0
ซีเมเศร้า (คะแนน)	0±0	0±0
เหนื่อยล้า (คะแนน)	1±1	4±3*
กดดัน (คะแนน)	0±0	0±0
กระปรี้กระเปร่า(คะแนน)	6±4	1±0*

*ความแตกต่างกันระหว่างการนอนปกติและการอดนอน ($p<0.05$)

อภิปรายผลการวิจัย

คลื่นไฟฟ้าสมอง

จากการศึกษาครั้งนี้ เมื่อทำการวัดคลื่นสมองของนักกีฬาหลังจากการนอน 2.5 ชั่วโมง พบว่า คลื่นเดลต้า และคลื่นธีต้าเพิ่มขึ้นที่บริเวณจุดกึ่งกลางสมองส่วนหน้า (Fz) ส่วนคลื่นอัลฟาตกลงที่บริเวณ จุดกึ่งกลางสมองส่วนกลาง (Cz) และจุดกึ่งกลางสมองด้านข้าง (Pz) เมื่อเทียบกับการนอนปกติ 7 ชั่วโมงต่อคืน โดยทั่วไปคลื่นเดลต้าเป็นคลื่นที่มีความถี่ต่ำมักพบได้ในช่วงการหลับลึก โดยค่าเดลต้าที่เพิ่มขึ้นในการศึกษานี้สอดคล้องกับการศึกษาของ Brunner และคณะในปี ค.ศ. 1993 พบว่าคลื่นเดลต้ามีค่าเพิ่มขึ้นหลังอดนอน (นอน 4 ชั่วโมงแล้วตื่นตลอดหลังจากตื่นนอน) เทียบกับการนอนปกติในอาสาสมัครสุขภาพดี 9 คน⁽²²⁾ โดยการอดนอนทำให้เกิดการง่วงนอนซึ่งอาจส่งผลให้คลื่นเดลต้ามีค่าเพิ่มขึ้นได้⁽²³⁾ คลื่นธีต้ามักพบได้เมื่อง่วงซึม ขาดแรงจูงใจและความตื่นตัว⁽²⁴⁾ ส่วนคลื่นอัลฟามักพบในขณะตื่นตัวโดยที่หลับตา⁽²⁵⁾ มีรายงานก่อนหน้านี้กล่าวว่าคลื่นอัลฟาที่เพิ่มขึ้นแสดงถึงอารมณ์ที่ดี มั่นคง และสมดุล สามารถรับมือกับความเครียด และรักษาความสงบในสถานการณ์ที่ตึงเครียดได้⁽²⁶⁾ ดังนั้น การลดลงของคลื่นอัลฟา อาจบ่งบอกได้ว่านักกีฬามีอารมณ์ที่ไม่มั่นคงและอารมณ์เชิงลบมากขึ้นภายหลังจากคืนที่มีการอดนอน โดยคลื่นอัลฟาที่ลดลงอาจเชื่อมโยงกับการที่บริเวณใต้เปลือกนอกของสมอง (underneath cortical areas) ถูกกระตุ้นลดลง ร่วมกับมีการกระตุ้นที่บริเวณเปลือกสมองเพิ่มขึ้นโดยสัมพันธ์กับการไหลเวียนของเลือดที่สมองบริเวณใต้เปลือกนอกของสมอง เช่น ระบบลิมบิก (limbic system) เป็นต้น เพิ่มมากขึ้น⁽²⁶⁾ ซึ่งระบบลิมบิกมีส่วนเกี่ยวข้องกับ การเปลี่ยนแปลงของอารมณ์⁽²⁷⁾ การศึกษาครั้งนี้ยังพบอีกว่าหลังจากการอดนอน คลื่นสมองของนักกีฬาพบคลื่นเบต้าที่บริเวณจุดกึ่งกลางสมองด้านข้างลดลง คลื่นเบต้าเป็นคลื่นที่มีความถี่มากที่สุด มักพบในขณะตื่นตัวและมีการลืมตาพร้อมด้วย⁽²⁸⁾ การศึกษานี้สอดคล้องกับการศึกษาของ Ferreira และคณะ ในปี ค.ศ.2006 พบว่าคลื่นเบต้าที่มีค่าลดลงบริเวณสมองส่วนขมับด้วย อีกทั้งยังพบคลื่นธีต้าที่มีค่าเพิ่มมากขึ้นบริเวณสมองส่วนขมับ และสมองส่วนท้ายทอย เมื่ออดนอนตลอดคืนเทียบกับก่อนอดนอนในอาสาสมัครสุขภาพดี 11 คน ซึ่ง Ferreira และคณะระบุว่า การลดลงของคลื่นเบต้าอาจสัมพันธ์กับการเพิ่มขึ้นของคลื่นธีต้าหลังจากการอดนอน⁽²³⁾

ดังนั้น การลดลงของคลื่นอัลฟาและเบต้า และการเพิ่มขึ้นของคลื่นเดลต้าและธีต้า ที่พบจากการวัดคลื่นสมองของ นักกีฬาฟุตบอลภายหลังจากคืนที่มีการอดนอน อาจบ่งชี้ถึงภาวะง่วงซึม ขาดความตื่นตัว⁽²⁴⁾ อารมณ์ที่ไม่มั่นคงและอารมณ์เชิงลบมากขึ้น อีกทั้งการตื่นตัวและความสนใจจดจ่อที่ลดลงได้⁽²⁹⁾

ทักษะการผ่านบอล Loughborough

เป็นที่ทราบกันอย่างกว้างขวางว่า การทดสอบทักษะการผ่านบอล Loughborough เป็นหนึ่งในการทดสอบทักษะเฉพาะของกีฬาฟุตบอล โดยทักษะนี้วัดค่าตัวแปร 3 ตัว ได้แก่ ระยะเวลาที่ใช้ผ่านบอล ระยะเวลาที่เกิดความผิดพลาด และระยะเวลาทั้งหมดในการผ่านบอล โดยตัวแปรระยะเวลาที่ใช้ผ่านบอล และตัวแปรระยะเวลาทั้งหมดในการผ่านบอลสามารถนำมาประเมินประสิทธิภาพการเล่นโดยรวมของนักกีฬาฟุตบอล ส่วนตัวแปรระยะเวลาที่เกิดความผิดพลาดนั้นสามารถนำมาประเมินความแม่นยำของนักกีฬาฟุตบอลได้⁽²⁰⁾ จากการศึกษาพบว่านักกีฬาใช้ระยะเวลาในการผ่านบอลที่นานขึ้นหลังจากคืนที่มีการอดนอน เมื่อเทียบกับคืนที่มีการนอนปกติ จากการสืบค้นข้อมูล การศึกษาผลของการอดนอนต่อทักษะเฉพาะทางกีฬาฟุตบอลที่ผ่านมา ยังไม่เคยมีรายงานการทดสอบทักษะการผ่านบอล Loughborough มาก่อน มีเพียง Harris และคณะ ในปี ค.ศ. 2017 ทำการศึกษาในนักฟุตบอล 19 คน พบว่าการอดนอนเป็นเวลา 24 ชั่วโมง มีผลในด้านลบต่อทักษะการเตะฟุตบอลแบบต่อเนื่อง (The continuous kicking test)⁽³⁰⁾ การศึกษาของ Abdelmalek และคณะ ในปี ค.ศ. 2013 พบว่าในนักกีฬาฟุตบอลที่นอนเพียง 4.5 ชั่วโมงต่อคืนส่งผลให้ค่ากำลังเฉลี่ย และค่ากำลังสูงสุด ลดลงเช่นกัน⁽³¹⁾ ซึ่งอาจอธิบายได้ว่า การอดนอนส่งผลต่อนาฬิกาชีวภาพ (Circadian rhythm) ของระบบหัวใจและหลอดเลือด⁽³²⁾ และระบบเผาผลาญพลังงาน⁽³³⁾ นอกจากนี้การอดนอนยังส่งผลต่อ ระบบประสาทซิมพาเทติกทำให้ฮอร์โมนคอร์ติซอลเพิ่มขึ้น จึงส่งผลให้ทักษะทางกีฬาของนักกีฬาภายหลังจากการอดนอนลดลงได้⁽³³⁾ ระยะเวลาที่เกิดความผิดพลาด และระยะเวลาทั้งหมดในการผ่านบอลของการศึกษานี้ไม่พบความแตกต่างระหว่างการนอนปกติและการอดนอน โดย Mah และคณะระบุว่าทักษะทางกีฬาที่เปลี่ยนแปลงหรือไม่เปลี่ยนแปลงอาจเกิดจากการการฝึกซ้อมตามปกติหรือการแข่งขันและการอดนอนส่งผลอาจให้พลังงานลดลง⁽³⁾

ดังนั้นจากการศึกษานี้ ที่พบว่าทักษะการผ่านบอล Loughborough ของนักกีฬาฟุตบอล ภายหลังจากคืนที่มีการอดนอนทำได้ช้าลง อาจบ่งชี้ถึงการลดประสิทธิภาพการใช้กล้ามเนื้อที่จำเป็นในการผ่านบอลของนักกีฬาฟุตบอลภายจากการอดนอนได้

แบบสอบถามวัดอารมณ์ บรูเนล ฉบับภาษาไทย

จากการศึกษานี้พบว่า หลังจากการอดนอน นักกีฬามีอารมณ์กระปรี้กระเปร่าลดลง และมีอารมณ์เหนื่อยล้าเพิ่มขึ้น เมื่อเทียบกับคืนที่มีการนอนตามปกติ โดยอารมณ์กระปรี้กระเปร่าแสดงถึงสถานะของพลังงาน และแรงทางกายภาพ อารมณ์เหนื่อยล้าแสดงถึงสถานะความอ่อนล้าและการมีพลังงานที่ต่ำลง⁽³⁴⁾ การศึกษานี้สอดคล้องกับการศึกษาของ Louca และ Short (2014) ซึ่งพบว่าอารมณ์ทั้งหมด (ซีเมเคิร์รา สับสน วิตกกังวล โกรธ กระปรี้กระเปร่า และเหนื่อยล้า) มีค่าคะแนนลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ หลังอดนอนทั้งคืนเทียบกับการนอนปกติในวัยรุ่นสุขภาพดี 12 คน⁽³⁵⁾ โดยการเปลี่ยนแปลงของ

อารมณ์ในการศึกษานี้ อาจเกี่ยวข้องกับคลื่นอัลฟาที่ลดลงซึ่งบ่งบอกถึงอารมณ์ที่ไม่มั่นคงและการมีอารมณ์เชิงลบเพิ่มขึ้นได้⁽²⁶⁾ โดยการศึกษาที่สรุปว่าการอดนอนมีส่วนเกี่ยวข้องกับการแปรปรวนของอารมณ์⁽³⁶⁾

ดังนั้นจากการศึกษานี้ ที่พบว่าอารมณ์กระปรี้กระเปร่ามีคะแนนลดลง รวมทั้งการเหนื่อยล้าที่เพิ่มขึ้นจากการแบบสอบถามวัดอารมณ์ บรูเนล ของนักกีฬาฟุตบอลภายหลังจากคืนที่มีการอดนอน อาจบ่งชี้ถึงสถานะของพลังงานต่ำลง แรงทางกายภาพลดลง และความอ่อนล้าที่มีเพิ่มมากขึ้น

สรุปผลการวิจัย

การศึกษานี้พบว่า นักกีฬาฟุตบอลที่อดนอนโดยนอนหลับเพียง 2.5 ชั่วโมงต่อคืน ส่งผลต่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในด้านลบต่อการทำงานของสมอง โดยมีการเพิ่มขึ้นของคลื่นเดลต้า คลื่นธีต้า และการลดลงของคลื่นอัลฟา ซึ่งบ่งชี้ถึงการตื่นตัวลดลง อารมณ์ไม่มั่นคง ความสนใจจดจ่อที่ลดลง และยังพบว่านักกีฬาใช้เวลาในการผ่านบอลได้ช้าลงซึ่งบ่งชี้ถึงประสิทธิภาพการใช้กล้ามเนื้อที่จำเป็นต่อทักษะในการผ่านบอลลดลง นอกจากนี้การอดนอนยังส่งผลให้อารมณ์กระปรี้กระเปร่าลดลงและอารมณ์เหนื่อยล้าเพิ่มขึ้นซึ่งบ่งชี้ถึงสถานะของพลังงานที่ต่ำลง และมีความเหนื่อยล้าของนักกีฬาหลังจากการอดนอนเพิ่มขึ้น จากผลการศึกษาที่สามารถนำไปแนะนำให้แก่นักกีฬาฟุตบอลถึงผลเสียที่จะเกิดขึ้นหากมีการอดนอน โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ในคืนก่อนการแข่งขัน อันอาจจะส่งผลต่อการแพ้ หรือชนะได้

เอกสารอ้างอิง

1. Hastings M, O'Neill JS, Maywood ES. Circadian clocks: regulators of endocrine and metabolic rhythms. *J Endocrinol.* 2007;195(2):187-98.
2. Alhola P, Polo-Kantola P. Sleep deprivation: Impact on cognitive performance. *Neuropsychiatr Dis Treat.* 2007;3(5):553-67.
3. Mah CD, Mah KE, Kezirian EJ, Dement WC. The effects of sleep extension on the athletic performance of collegiate basketball players. *Sleep.* 2011;34(7):943-50.
4. Dinges DF, Pack F, Williams K, Gillen KA, Powell JW, Ott GE, et al. Cumulative sleepiness, mood disturbance and psychomotor vigilance performance decrements during a week of sleep restricted to 4-5 hours per night. *Sleep.* 1997;20(4):267-77.
5. Sleep Deprivation and Sports Performance [Internet] [cited 2016 October 10]. Available from: <http://www.sjsd.net/~rkangas/S0290194F.5/Sleep%20Deprivation%20and%20Sports%20Performance.pdf>2016
6. Banks S, Dinges DF. Behavioral and physiological consequences of sleep restriction. *J Clin Sleep Med.* 2007;3(5):519-28.
7. Spiegel K, Leproult R, Van Cauter E. Impact of sleep debt on metabolic and endocrine function. *Lancet.* 1999;354(9188):1435-9.

8. Spiegel K, Leproult R, Colecchia E, L'Hermite-Balériaux M, Nie Z, Copinschi G, et al. Adaptation of the 24-h growth hormone profile to a state of sleep debt. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol*. 2000;279(3):874-83.
9. Dinges D, Douglas S, Zaugg L, Campbell D, McMann J, Whitehouse W, et al. Leukocytosis and natural killer cell function parallel neurobehavioral fatigue induced by 64 hours of sleep deprivation. *J Clin Invest*. 1994;93(5):1930-9.
10. Sawant HK, Jalali Z. Detection and classification of EEG waves. *Oriental J Comput Sci Technol* 2010;3(1):207-13.
11. Verweij IM, Romeijn N, Smit DJ, Piantoni G, Van Someren EJ, van der Werf YD. Sleep deprivation leads to a loss of functional connectivity in frontal brain regions. *BMC Neurosci*. 2014;15:88.
12. Azboy O, Kaygisiz Z. Effects of sleep deprivation on cardiorespiratory functions of the runners and volleyball players during rest and exercise. *Acta Physiol Hung*. 2009;96(1):29-36.
13. Mehrdad H, Sohrab G, Naser B. The effects of 30 hours sleep deprivation on basic football skills of soccer players. *Pedagog Psychol Med-Biol Probl Phys Train Sports*. 2012(7):137-41.
14. Reilly T, Deykin T. Effects of partial sleep loss on subjective states, psychomotor and physical performance tests. *J Hum Movement Stud*. 1983;9:157-70.
15. Meney I, Waterhouse J, Atkinson G, Reilly T, Davenne D. The effect of one night's sleep deprivation on temperature, mood, and physical performance in subjects with different amounts of habitual physical activity. *Chronobiol Int*. 1998;15(4):349-63.
16. Richmond LK, Dawson B, Stewart G, Cormack S, Hillman DR, Eastwood PR. The effect of interstate travel on the sleep patterns and performance of elite Australian Rules footballers. *J Sci Med Sport*. 2007;10(4):252-8.
17. Van der Cammen-van MH, IJsselstijn H, Takken T, Willemsen SP, Tibboel D, Stam HJ, et al. Exercise testing of pre-school children using the Bruce treadmill protocol: new reference values. *Eur J Appl Physiol*. 2010;108(2):393-9.
18. Sitasuwan T, Bussaratid S, Ruttanaumpawan P, Chotinaiwattarakul W. Reliability and validity of the Thai version of the Pittsburgh Sleep Quality Index. *J Med Assoc Thai*. 2014;97(3):57-67.
19. Campbell IG. EEG recording and analysis for sleep research. *Curr Protoc Neurosci*. 2009;10(2): 10-2
20. Ali A, Williams C, Hulse M, Strudwick A, Reddin J, Howarth L, et al. Reliability and validity of two tests of soccer skill. *J Sport Sci*. 2007;25(13):1461-70.

21. C C. The Brunel Mood Scale. Translated to Thai by the permission of Peter C. Terry & Andrew M. Lane. 2008.
22. Brunner DP, Dijk D-J, Borbély AA. Repeated partial sleep deprivation progressively changes the EEG during sleep and wakefulness. *Sleep*. 1993;16(2):100-13.
23. Ferreira C, Deslandes A, Moraes H, Cagy M, Pompeu F, Basile LF, et al. Electroencephalographic changes after one night of sleep deprivation. *Arq Neuropsiquiatr*. 2006;64(2B):388-93.
24. Yin Y, Zhu Y, Xiong S, Zhang J. Drowsiness Detection from EEG Spectrum Analysis. *Informatics in Control, Automation and Robotics: Springer*; 2011;753-9.
25. Klimesch W. EEG alpha and theta oscillations reflect cognitive and memory performance: a review and analysis. *Brain Res Rev*. 1999;29(2-3):169-95.
26. Sadato N, Nakamura S, Oohashi T, Nishina E, Fuwamoto Y, Waki A, et al. Neural networks for generation and suppression of alpha rhythm: a PET study. *Neuroreport*. 1998;9(5):893-7.
27. Hariri AR, Bookheimer SY, Mazziotta JC. Modulating emotional responses: effects of a neocortical network on the limbic system. *Neuroreport*. 2000;11(1):43-8.
28. Britton J, Frey LC, Hopp J, Korb P, Koubeissi M, Lievens W, et al. *Electroencephalography (EEG): An introductory text and atlas of normal and abnormal findings in adults, children, and infants: Epilepsy Curr*, Chicago; 2016.
29. Gorgoni M, Ferrara M, D'Atri A, Lauri G, Scarpelli S, Truglia I, et al. EEG topography during sleep inertia upon awakening after a period of increased homeostatic sleep pressure. *Sleep Med*. 2015;16(7):883-90.
30. Pallesen S, Gundersen HS, Kristoffersen M, Bjorvatn B, Thun E, Harris A. The effects of sleep deprivation on soccer skills. *Percept Motor Skills*. 2017;124(4):812-29.
31. Abdelmalek S, Chtourou H, Aloui A, Aouichaoui C, Souissi N, Tabka Z. Effect of time of day and partial sleep deprivation on plasma concentrations of IL-6 during a short-term maximal performance. *Eur J Appl Physiol*. 2013;113(1):241-8.
32. Souissi N, Sesboüé B, Gauthier A, Larue J, Davenne D. Effects of one night's sleep deprivation on anaerobic performance the following day. *Eur J Appl Physiol*. 2003;89(3-4):359-66.
33. Kim TW, Jeong J-H, Hong S-C. The impact of sleep and circadian disturbance on hormones and metabolism. *Int J Endocrinol*. 2015;2015.

34. Brandt R, Herrero D, Massetti T, Crocetta TB, Guarnieri R, de Mello Monteiro CB, et al. The Brunel mood scale rating in mental health for physically active and apparently healthy populations. *Health*. 2016;8(02):125-32.
35. Louca M, Short MA. The effect of one night's sleep deprivation on adolescent neurobehavioral performance. *Sleep*. 2014;37(11):1799-807.
36. Baum KT, Desai A, Field J, Miller LE, Rausch J, Beebe DW. Sleep restriction worsens mood and emotion regulation in adolescents. *J Child Psychol Psychiatry*. 2014;55(2):180-90.