

VARIABILITY OF HIP AND KNEE ANGLES DURING A-30 MINUTE RUN IN HEALTHY RUNNERS

Parunchaya JAMKRAJANG, Chris MAWHINNEY and Weerawat LIMROONGREUNGRAT*

*College of Sports Science and Technology**Mahidol University, Nakhon Pathom***ABSTRACT**

Running is a popular activity, which is considered to be good for health, yet it may induce overuse injuries due to the repeated nature of the task. Thus, runner should avoid an overuse that could cause an injury. Movement variability of lower extremity is one of an interesting variable, however, the study of variability (hip and knee joint angle) during a 30-minute run has not been investigated in Thailand. Therefore, the aim of this study was to examine lower extremity variability during treadmill running over different durations. Seven healthy runners, consisting of five males and two females (age 33.6 ± 12.5 yrs; weight 64.0 ± 8.2 kg, height 171.3 ± 7.9 cm; VO_{2max} 46.9 ± 5.3 mL·kg⁻¹·min⁻¹) ran on a treadmill at an individual running speed equivalent to 70% VO_{2max} (7.3 ± 1.3 km/hr). Retroreflective markers were placed on anatomical landmarks. 3-D kinematic data of right lower extremity during running were recorded using 10 cameras at 100-Hz. The running motion during the 1st and 30th minute of running consisted of 8 consecutive running cycles were selected and analyzed. Paired t-test showed a significant difference of hip angle between the 1st and 30th minute at initial contact. Furthermore, this study found the extent of variability in hip and knee joint angles at initial contact for between-participant. However, there were small changes in the coefficient of variation within-participant. The reduction in movement variability when running for 30 minutes may due to the absence of fatigue or the runners getting into their rhythms.

(Journal of Sports Science and Technology 2020; 20((2):29-39)

(Received: 5 May 2020, Revised: 15 July 2020, Accepted: 24 July 2020)

KEY WORDS: Lower limbs / Variability / Running / Treadmill***Corresponding Author:** Weerawat LIMROONGREUNGRAT

College of Sports Science and Technology, Mahidol University,

Nakhon Pathom, THAILAND 73170

E-mail: weerawat.lim@mahidol.edu

ความแปรปรวนของมุมข้อสะโพกและข้อเข่าขณะวิ่ง 30 นาทีในนักวิ่งสุขภาพดี

ปริญญญา แจ่มกระจ่าง คริสโตเฟอร์ โมวินนี และ วีรวัฒน์ ลิ้มรุ่งเรืองรัตน์

วิทยาลัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการกีฬา

มหาวิทยาลัยมหิดล จ. นครปฐม 73170

บทคัดย่อ

การวิ่งเป็นกิจกรรมการออกกำลังกายที่ได้รับความนิยมเป็นอย่างมากในปัจจุบัน แม้ว่าการวิ่งจะมีประโยชน์ต่อสุขภาพ มันอาจมีความเสี่ยงที่จะทำให้เกิดการบาดเจ็บได้เนื่องจากการวิ่งก็เป็นการทำงานซ้ำ ๆ ดังนั้นนักวิ่งจึงควรระวังการบาดเจ็บจากการใช้งานมากเกินไป ความแปรปรวนของการเคลื่อนไหว (Movement variability) ของข้อต่ออย่างข้อสะโพกและข้อเข่าเป็นตัวแปรหนึ่งที่น่าสนใจเนื่องจากการศึกษาเกี่ยวกับความแปรปรวนของการเคลื่อนไหวของมุมข้อสะโพกและข้อเข่าขณะวิ่งในแต่ละช่วงเวลายังไม่มีในประเทศไทย ดังนั้นการศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์ที่จะตรวจสอบความแปรปรวนของข้อต่ออย่างข้อสะโพกและข้อเข่าในช่วงเวลาที่แตกต่างกันเพื่อใช้เป็นข้อมูลในการแก้ไขท่าทางการวิ่ง ซึ่งสามารถนำมาใช้ลดความเสี่ยงต่อการบาดเจ็บและเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการวิ่งที่ดียิ่งขึ้น ผู้เข้าร่วมงานวิจัยนี้เป็นนักวิ่งที่มีสุขภาพดีจำนวน 7 คน เป็นเพศชาย 5 คน หญิง 2 คน อายุระหว่าง 33.6 ± 12.5 ปี น้ำหนัก 64.0 ± 8.2 กิโลกรัม ส่วนสูง 171.3 ± 7.9 เซนติเมตร มีค่าความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดเฉลี่ยเท่ากับ 46.9 ± 5.3 มิลลิลิตร/กิโลกรัม/นาที ทดสอบการใช้ออกซิเจนสูงสุดเพื่อหาความเร็วเฉพาะของแต่ละบุคคลโดยกำหนดที่ 70% ของความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด (7.3 ± 1.3 กิโลเมตรต่อชั่วโมง) ผู้วิจัยทำการติดมาร์คเกอร์สะท้อนแสงบนร่างกาย ข้อมูลโคเนเมติกส์เชิง 3 มิติของร่างกายส่วนล่างข้างขวาจะถูกบันทึกทำด้วยกล้องจำนวน 10 ตัว ที่ความถี่ 100 เฮิรตซ์ ข้อมูลการเคลื่อนไหวในช่วงนาทีที่ 1 และช่วงนาทีที่ 30 ประกอบด้วย 8 วงรอบของการวิ่งจะถูกนำมาวิเคราะห์ ผลการทดสอบด้วยสถิติ paired t-test พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของข้อสะโพกขณะที่เท้าสัมผัสพื้นระหว่างนาทีที่ 1 และนาทีที่ 30 และพบว่ามีค่าความแปรปรวนของมุมข้อสะโพกและข้อเข่าในขณะที่เท้ากระทบพื้นระหว่างผู้เข้าร่วมวิจัย แต่พบความแปรปรวนเพียงเล็กน้อยในผู้เข้าร่วมวิจัยและมีการลดลงของความแปรปรวนเมื่อวิ่งเป็นเวลา 30 นาที ซึ่งอาจเนื่องมาจากกลุ่มตัวอย่างที่ทดสอบยังไม่เกิดการล้าหรือสามารถวิ่งได้เข้ากับจังหวะการวิ่งของตนเอง

(วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการกีฬา 2563; 20(2):29-39)

คำสำคัญ: รยางค์ล่าง / ความแปรปรวน / การวิ่ง / ลู่วิ่ง

บทนำ

การวิ่งเป็นกิจกรรมการออกกำลังกายรูปแบบหนึ่งที่นิยมอย่างแพร่หลายทั่วโลกและเป็นกีฬาที่ใช้ในการออกกำลังกายเพื่อสุขภาพและการแข่งขัน ซึ่งการแข่งขันวิ่งนั้นมีหลากหลายประเภทและระยะทาง ปัจจุบันมีการส่งเสริมให้ประชาชนชาวไทยหันมาสนใจสุขภาพมากขึ้น พบว่ามีผู้เข้าร่วมในการแข่งขันหรือกิจกรรมการวิ่งเพิ่มขึ้นในแต่ละปี และในปี พ.ศ. 2561 พบว่ามีการจัดการแข่งขันวิ่งเพื่อสุขภาพทั่วประเทศมากกว่า 700 รายการ และในบางรายการมีผู้เข้าร่วมการแข่งขันมากถึง 14,000 คน เช่น การแข่งขัน 12 AUG Half Marathon 2018 ณ ศูนย์ประชุมแห่งชาติสิริกิติ์(1)

นอกจากการวิ่งจะมีประโยชน์ต่อสุขภาพแล้วอาจมีความเสี่ยงที่จะทำให้เกิดการบาดเจ็บได้ โดยเกิดจาก 4 สาเหตุหลัก คือ 1) รูปแบบของการวิ่งตามหลักชีวกลศาสตร์ (Biomechanical gait patterns) 2) ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (Muscular strength) 3) การจัดระเบียบของร่างกายที่เหมาะสม (Anatomical alignment) และ 4) ความยืดหยุ่นของเนื้อเยื่อ (Tissue flexibility) (Ferber R, Macdonald SL., 2014)(2) ดังนั้นนักวิ่งจึงจำเป็นต้องคำนึงถึงปัจจัยเหล่านี้เพื่อป้องกันการบาดเจ็บที่อาจเกิดขึ้นระหว่างฝึกซ้อมและแข่งขัน ยกตัวอย่างเช่น ระยะทางการวิ่งซึ่งอาจทำให้เกิดอาการล้าและรองเท้าที่ใช้ สภาพสนามในการฝึกซ้อมและแข่งขัน ซึ่งปัจจัยเหล่านี้ อาจจะเป็นปัจจัยที่ส่งผลให้มีความแตกต่างกันของตัวแปรทางไคเนเมติกส์ของร่างกาย โดยเฉพาะส่วนของข้อต่อและส่วนต่าง ๆ ของร่างกายส่วนล่าง เพราะเป็นส่วนที่ถูกใช้งานและพบว่าการบาดเจ็บเกิดขึ้นมากที่สุดในนักวิ่ง (Van Gent RN et al., 2007) (3)

Bartlett และคณะ, 2007 กล่าวว่าความแปรปรวนของการเคลื่อนไหวที่เกิดขึ้นอาจเกิดมาจากหลายสาเหตุ เช่น การทำงานที่ผิดพลาดของระบบประสาทยนต์ จากสัญญาณรบกวนที่เกิดขึ้นขณะทำการวัด หรือเกิดจากการปรับตัวต่อสถานการณ์และสิ่งแวดล้อมขณะนั้น โดยพบว่าการเคลื่อนไหวต่าง ๆ มีความแปรปรวนที่เกิดขึ้นทั้งแบบระหว่างบุคคลและภายในบุคคล(ระหว่างการทดสอบ) ขณะทำทักษะกีฬา (inter- and intra-individual movement variability) เนื่องจากการฝึกทักษะกีฬาส່วนใหญ่เป็นการฝึกแบบซ้ำ ๆ เพื่อให้เกิดกลไกการเรียนรู้และมีความคุ้นชินจนสามารถทำทักษะกีฬานั้นได้อย่างมีประสิทธิภาพและแม่นยำ แต่ยังคงมีการโต้แย้งกันในหมู่นักวิจัยว่าอาจมีความแปรปรวนเกิดขึ้นได้ แม้ในนักกีฬาที่มีความสามารถมากและฝึกซ้อมมาหลายปี เพราะนักกีฬายังไม่สามารถที่จะทำท่าทางซ้ำในรูปแบบเดิมได้ 100 เปอร์เซ็นต์ และเพื่อลดความเสี่ยงของการบาดเจ็บที่อาจเกิดขึ้นจากการทำซ้ำ ๆ (overuse injury) และทำให้เกิดการปรับเปลี่ยนรูปแบบการทำงานประสานกัน (coordination patterns)(4) นอกจากนี้ Robins และคณะ 2006 ได้ทำการศึกษาวิจัยความแปรปรวนการเคลื่อนไหวทางการกีฬา เช่น การชดูลูกบาสเกตบอล 3 ระยะทาง พบว่ารูปแบบการเคลื่อนไหวของนักกีฬามีความคล้ายคลึงกันโดยเฉพาะที่ข้อไหล่และข้อศอกแต่ข้อมือเท่านั้นที่มีการเปลี่ยนแปลงตามระยะทาง (5) อย่างไรก็ตามความแปรปรวนของการเคลื่อนไหวส่วนใหญ่มักพบว่ามีค่าเพียงเล็กน้อย นอกจากนี้ในการศึกษาวิจัยของ Hamill และคณะ (1999) พบว่าในกลุ่มนักวิ่งที่มีอาการ patellofemoral pain มีค่าความแปรปรวนของการเคลื่อนไหวของร่างกายลดลง(6) Silvermail และคณะ (2015) ได้ทำการศึกษาและพบว่านักวิ่งมีการรักษารูปแบบการเคลื่อนไหวและความแปรปรวนขณะวิ่งกับการเพิ่มขึ้นของอายุ (7) นอกจากนี้ยังมีการศึกษาก่อนหน้าเกี่ยวกับความแปรปรวนในการก้าวในนักวิ่ง (Nakayama และคณะ 2010, Meardon และคณะ 2011 และ Fuller และคณะ 2017)(8-10) อย่างไรก็ตาม การศึกษาเรื่องความแปรปรวนการเคลื่อนไหว ส่วนใหญ่จะศึกษาในระยะก้าวหรือเวลาในการก้าว การศึกษารายละเอียดส่วนล่าง ของมุมข้อสะโพกและข้อเข่ายังมีจำนวนจำกัด นอกจากนี้ การศึกษาส่วนใหญ่จะศึกษาในช่วงระยะเวลาที่สั้น ระยะเวลาที่นานอาจส่งผลต่อความแปรปรวนของมุมการเคลื่อนไหว ดังนั้นการศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาความแปรปรวนของการเคลื่อนไหวของร่างกายขณะวิ่งในช่วงเวลาที่แตกต่างกันเพื่อศึกษาโอกาสที่จะทำให้เกิดการบาดเจ็บและอาจใช้เป็นข้อมูลในการแก้ไขท่าทางการวิ่งเพื่อลดความเสี่ยงที่จะได้รับการบาดเจ็บ อีกทั้งเพื่อประสิทธิภาพในการวิ่งที่ดียิ่งขึ้น

วิธีการศึกษา

ผู้เข้าร่วมงานวิจัยนี้เป็นนักวิ่งที่มีสุขภาพดีจำนวน 7 คน เป็นเพศชาย 5 คน หญิง 2 คน อายุระหว่าง 33.6 ± 12.5 ปี น้ำหนัก 64.0 ± 8.2 กิโลกรัม ส่วนสูง 171.3 ± 7.9 เซนติเมตร มีความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดเฉลี่ยเท่ากับ 46.9 ± 5.3 มิลลิลิตร/กิโลกรัม/นาทีก เป็นผู้ที่ออกกำลังกายด้วยการวิ่งอย่างสม่ำเสมออย่างน้อย 5 วัน/สัปดาห์ อย่างน้อยวันละ 5 กิโลเมตร ก่อนเริ่มดำเนินการวิจัย นักวิ่งทุกคนได้รับทราบรายละเอียดเกี่ยวกับงานวิจัยและเซ็นไบยินยอมเข้าร่วมงานวิจัยซึ่งผ่านการรับรองจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในคนมหาวิทยาลัยมหิดล (MU-CIRB 2019/132.0808) สำหรับเกณฑ์ในการคัดออก คือ ผู้ที่มีการบาดเจ็บของร่างกายส่วนล่างไม่น้อยกว่า 6 เดือน หรือ มีโรคประจำตัว เช่น ความดันโลหิตสูง โรคหัวใจ

การเก็บข้อมูลวิจัยถูกแบ่งเป็น 2 ครั้ง โดยครั้งที่ 1 เป็นการทดสอบความเร็วในการวิ่งของผู้เข้าร่วมวิจัย โดยก่อนทำการทดสอบ ให้ผู้เข้าร่วมวิจัยทำการอบอุ่นโดยการ ยืดเหยียดกล้ามเนื้อ 10 นาที และวิ่งบนลู่วิ่งด้วยความเร็วที่ผู้เข้าร่วมวิจัยกำหนดเองเป็นเวลา 5 นาที หลังจากนั้นทำการทดสอบการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_{2max} test) เพื่อหาความเร็วเฉพาะของแต่ละบุคคลโดยกำหนดที่ 70% ของอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด ($70\% VO_{2max}$) สำหรับการเก็บข้อมูลครั้งที่ 2 ก่อนเริ่มการเก็บข้อมูล ผู้เข้าร่วมวิจัยทำการอบอุ่นร่างกาย เป็นเวลา 15 นาที เหมือนกับครั้งแรก ผู้วิจัยทำการติดมาร์คเกอร์สะท้อนแสงบนร่างกายตามโมเดลของ Liverpool John Moores University (LLT) ซึ่งเป็นโมเดลที่ถูกใช้ในหลายๆ งานวิจัยสำหรับรายละเอียดของโมเดลนี้ ได้อธิบายไว้ใน Robinson และคณะ (2016)(11) การเคลื่อนไหวจะถูกบันทึกทำด้วยกล้อง จำนวน 10 ตัว (รุ่น Flex V100R2, OptiTrack Inc, USA) ผ่านโปรแกรมจับภาพ 3 มิติ (Motive, OptiTrack Inc, USA) ที่ความถี่ 100 เฮิรตซ์ โดยเครื่องมือบันทึกภาพจะถูกทำการทดสอบเทียบความเที่ยง (calibration) ตามคำแนะนำของบริษัท

ผู้เข้าร่วมวิจัยจะถูกบันทึกภาพขณะยืนอยู่หนึ่งๆเป็นเวลา 2 นาที จากนั้นผู้เข้าร่วมวิจัยจะทำการวิ่งบนลู่วิ่ง (WalkerView 3.0, TechnoBody, Inc., Italy) ด้วยความเร็วเฉพาะของแต่ละบุคคลที่ได้จากการทดสอบในครั้งที่ 1 เป็นเวลา 30 นาที โดยขณะวิ่งผู้วิจัยทำการบันทึกข้อมูลการเคลื่อนไหวในช่วงนาทีที่ 1 และช่วงนาทีที่ 30 ช่วงละ 15 วินาที เมื่อเสร็จสิ้นการทดสอบ ผู้เข้าร่วมวิจัยทำการคลายอุ่นร่างกาย

การจัดการข้อมูล

พิกัดมาร์คเกอร์จะถูกดิจิทัล interpolate และถูกสร้าง (reconstruct) เป็นข้อมูลพิกัด 3 มิติ ด้วยโปรแกรม Motive (OptiTrack Inc, USA) และถูก export ในรูปแบบของไฟล์ c3d ข้อมูลจะถูกตัดในช่วงของการวิ่ง 10 ก้าวหรือวงรอบ (cycle) โดยในหนึ่งวงรอบจะเริ่มจากเท้าสัมผัสพื้นจนเท้าสัมผัสพื้นอีกครั้ง โปรแกรม Visual3D (C-motion Inc., USA) ถูกใช้ในการสร้างอีเวนต์และวิเคราะห์ข้อมูล ข้อมูลพิกัดดิบจะถูกกรองสัญญาณด้วย Butterworth โดยมี cutoff frequency 10 เฮิรตซ์ และคำนวณค่ามุมของข้อสะโพกและข้อเข่า ในระนาบ sagittal ในแต่ละวงรอบ ณ ขณะที่เท้าสัมผัสพื้นและช่วงการเคลื่อนไหวซึ่งจะถูกนำมาหาค่าเฉลี่ยเพื่อทำการวิเคราะห์ต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

มูมข้อสะโพกและข้อเข่าจากการเคลื่อนไหวขณะวิ่ง 8 วงรอบ (วงรอบที่ 1 และวงรอบสุดท้ายจะไม่ถูกนำมาวิเคราะห์) ที่ต่อเนื่องจาก 10 วงรอบ โดยในแต่ละวงรอบจะถูกนำมา normalize เวลาให้เป็น 100% มูมข้อสะโพกและข้อเข่าขณะเท้าสัมผัสพื้นในนาทิตี 1 และ นาทิตี 30 และช่วงการเคลื่อนไหวทั้ง 8 วงรอบ จะถูกนำมาหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและค่าร้อยละสัมประสิทธิ์ของความแปรปรวนของมูมข้อสะโพกและข้อเข่า ด้วยโปรแกรม Excel 2016 (Microsoft Inc., USA) สำหรับค่าร้อยละสัมประสิทธิ์ของความแปรปรวนสามารถหาได้จาก

$$\text{ร้อยละค่าสัมประสิทธิ์ของความแปรปรวน (\%CV)} = \frac{\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\bar{x} - x_i)^2}{(n-1)}}}{\bar{x}} \times 100 \quad (\text{สมการที่ 1})$$

ซึ่งค่าร้อยละสัมประสิทธิ์ของความแปรปรวน จะถูกนำมาวิเคราะห์ความแปรปรวนที่เกิดขึ้นภายในบุคคล (intra-subject variability) ของการเคลื่อนไหวของข้อสะโพกและข้อเข่าในแต่ละวงรอบ

จากการทดสอบทางสถิติด้วย Shapiro-Wilk test พบว่าข้อมูลมีการกระจายตัวปกติ ดังนั้นจึงทำการทดสอบทางสถิติด้วย Paired T-test เพื่อหาค่าความแตกต่างของมูมและช่วงของการเคลื่อนไหว ในระหว่างนาทิตี 1 และ นาทิตี 30 โดยกำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ผลการวิจัย

ผู้เข้าร่วมวิจัยทั้งหมด มีจำนวน 9 คน แต่เนื่องจากมีปัญหาทางด้านเทคนิคทำให้ข้อมูลพิกัดจากการดิจิทัลไทม์ไม่สมบูรณ์ ทำให้เหลือข้อมูลของกลุ่มตัวอย่างที่สามารถนำมาวิเคราะห์ได้จำนวน 7 คน เป็นเพศชาย 5 คน หญิง 2 คน อายุระหว่าง 33.6±12.5 ปี น้ำหนัก 64.0±8.2 กิโลกรัม ส่วนสูง 171.3±7.9 เซนติเมตร มีความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดเฉลี่ยเท่ากับ 46.9±5.3 มิลลิลิตร/กิโลกรัม/นาทิตี โดยข้อมูลจากผู้เข้าร่วมวิจัยในแต่ละช่วงเวลา (นาทิตี 1 และนาทิตี 30) 8 วงรอบที่ต่อเนื่องกันจะถูกเลือกมาวิเคราะห์

ตารางที่ 1 แสดงมูมของข้อสะโพกและข้อเข่าในขณะเท้ากระทบพื้น ในช่วงนาทิตี 1 ของผู้เข้าร่วมวิจัยทั้งหมด ใน 8 วงรอบ พบว่าค่ามูมของข้อสะโพกและข้อเข่าในขณะเท้ากระทบพื้น มีค่าอยู่ในช่วงเดียวกันกับการศึกษาก่อนหน้านี้ (7) และมีค่าร้อยละสัมประสิทธิ์ของความแปรปรวนระหว่าง 2 – 23% และ 6-51% ตามลำดับ แต่เมื่อเวลาผ่านไป 30 นาที พบว่าค่ามูมของข้อสะโพกและข้อเข่าในขณะเท้ากระทบพื้นมีการเปลี่ยนแปลง โดยที่ค่าร้อยละสัมประสิทธิ์ของความแปรปรวนของข้อสะโพก มีค่าอยู่ระหว่าง 3 – 78% และค่าร้อยละสัมประสิทธิ์ของความแปรปรวนของข้อเข่ามีค่าระหว่าง 5 -24% โดยผู้เข้าร่วมวิจัยส่วนใหญ่มีแนวโน้มที่มีค่าร้อยละสัมประสิทธิ์ของความแปรปรวนเพิ่มขึ้น

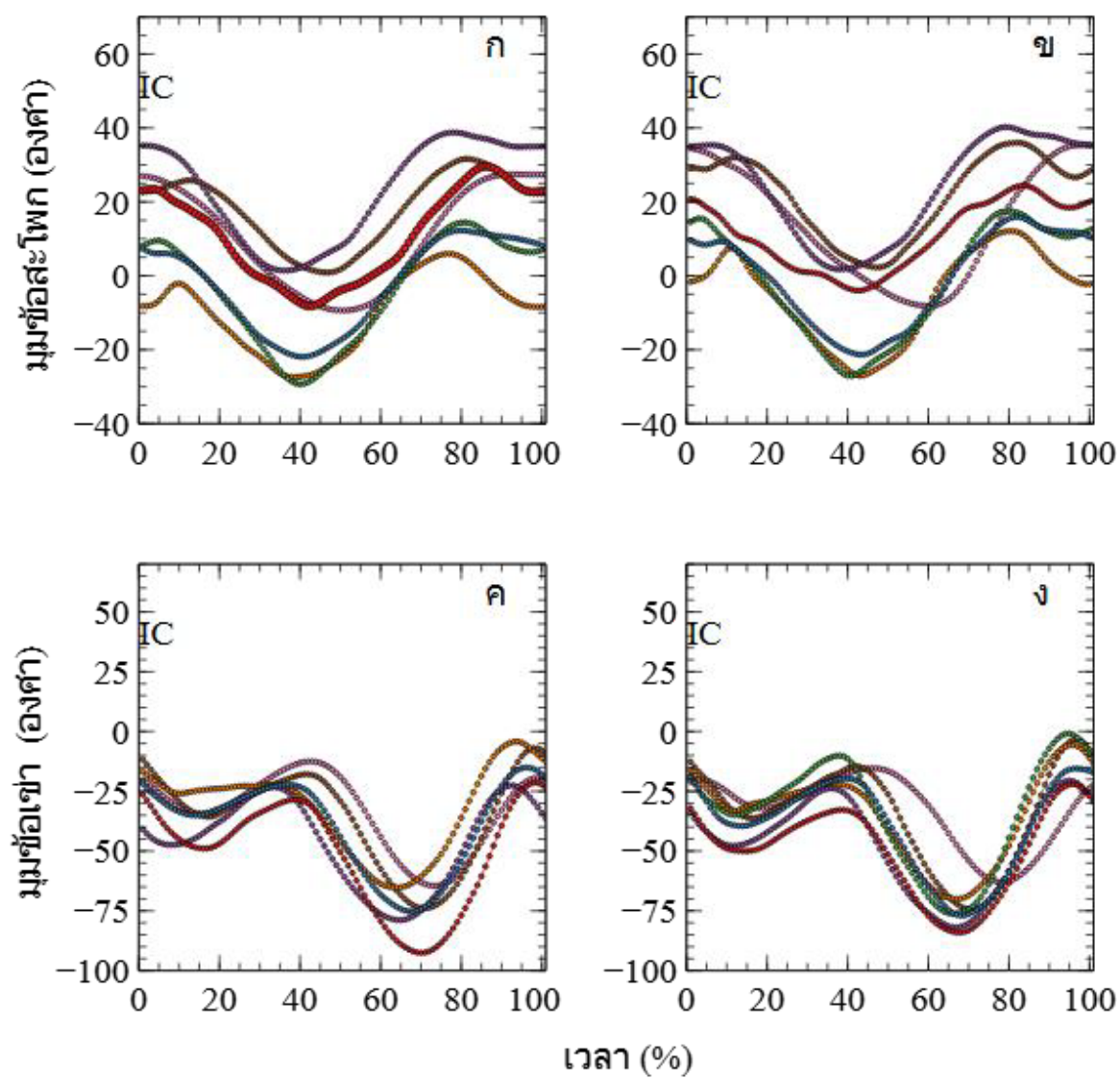
นอกจากมูมของข้อสะโพกและข้อเข่าขณะเท้าสัมผัสพื้นแล้ว ตารางที่ 2 แสดงช่วงของการเคลื่อนไหวของข้อสะโพกและข้อเข่าในขณะวิ่งในช่วงนาทิตี 1 และ นาทิตี 30 ผลการศึกษาพบว่า ช่วงการเคลื่อนไหวของข้อสะโพกมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 34.6±7.1 และ 36.0±9.0 องศา ตามลำดับ และช่วงการเคลื่อนไหวของข้อเข่ามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 62.5±9.0 และ 61.6±10.0 องศา ตามลำดับ ซึ่งพบว่าช่วงการเคลื่อนไหวเฉลี่ยของข้อต่อทั้งสองในทั้งสองช่วงเวลามีค่าใกล้เคียงกัน อย่างไรก็ตาม ค่าร้อยละสัมประสิทธิ์ของความแปรปรวนเพิ่มขึ้น ประมาณ 5% ในขณะที่ช่วงการเคลื่อนไหวของข้อเข่ามีการเปลี่ยนแปลงเพียง 2% ผลการทดสอบทางสถิติ Paired T-test พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างมูมของข้อสะโพก ในช่วงนาทิตี 1 และนาทิตี 30 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.045 (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 1 แสดงค่าเฉลี่ย (x) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และค่าสัมประสิทธิ์ของความแปรปรวน (CV) ของมุมข้อสะโพกและข้อเข่าเริ่มสัมผัสพื้น ในช่วงนาທີที่ 1 และนาທີที่ 30 ของกลุ่มตัวอย่าง (n = 7) ใน 8 วงจร (cycles)

		มุมข้อสะโพกขณะทำเริ่มการทบทพื้น ช่วงนาທີที่ 1 (องศา)										มุมข้อเข่าขณะทำเริ่มการทบทพื้น ช่วงนาທີที่ 1 (องศา)									
วงรอบที่	กลุ่มตัวอย่าง คนที่							x	SD	กลุ่มตัวอย่าง คนที่							x	SD			
	1	2	3	4	5	6	7			1	2	3	4	5	6	7					
1	22.3	7.9	7.6	34.3	-7.3	23.0	26.8	16.4	14.2	-25.5	-24.6	-13.6	-45.2	-20.9	-18.6	-19.4	-24.0	10.2			
2	24.2	6.1	9.8	34.6	-9.5	21.5	26.3	16.1	14.9	-29.5	-21.1	-13.3	-44.8	-19.5	-10.9	-21.8	-23.0	11.4			
3	23.6	7.6	7.0	35.8	-7.5	21.8	26.7	16.4	14.7	-27.7	-25.9	-11.3	-39.3	-16.0	-12.1	-22.4	-22.1	10.0			
4	23.1	5.6	7.0	34.4	-6.5	23.3	26.9	16.3	14.5	-25.4	-25.9	-13.1	-30.5	-16.9	-9.2	-20.9	-20.3	7.6			
5	22.0	8.2	7.3	34.5	-10.1	23.6	28.1	16.2	15.3	-27.7	-15.5	-12.1	-39.9	-16.9	-9.9	-19.7	-20.2	10.4			
6	23.5	8.1	7.9	36.2	-8.4	22.2	27.1	16.7	15.0	-22.3	-19.8	-9.6	-44.3	-16.6	-9.9	-20.1	-20.4	11.7			
7	23.3	8.1	8.2	36.5	-8.2	22.8	26.8	16.8	14.9	-28.0	-20.8	-15.8	-46.6	-11.6	-13.0	-19.4	-22.2	12.1			
8	23.3	6.8	10.2	35.9	-8.0	22.9	27.0	16.9	14.7	-25.4	-21.5	-21.6	-36.8	-16.0	-10.8	-19.7	-21.7	8.1			
x	23.2	7.3	8.1	35.3	-8.2	22.6	27.0			-26.4	-21.9	-13.8	-40.9	-16.8	-11.8	-20.4					
SD	0.7	1.1	1.9	0.9	1.3	0.7	0.6			2.6	3.4	7.1	6.0	2.6	3.9	1.2					
CV (%)	3.2	14.7	23.0	2.5	16.4	3.2	2.1			9.7	15.4	51.2	14.6	15.3	33.3	5.9					
		มุมข้อสะโพกขณะทำเริ่มการทบทพื้น ช่วงนาທີที่ 30							มุมข้อเข่าขณะทำเริ่มการทบทพื้น ช่วงนาທີที่ 30 (องศา)												
1	22.1	9.4	16.3	34.8	-2.3	29.3	33.8	20.5	13.7	-32.0	-18.7	-21.3	-40.7	-18.6	-11.3	-19.3	-23.1	9.9			
2	21.5	10.2	13.6	34.3	-0.5	28.1	32.3	19.9	12.8	-31.1	-20.2	-12.3	-31.2	-17.4	-13.4	-19.2	-20.7	7.7			
3	21.3	10.0	11.1	35.5	-3.6	27.9	36.2	19.8	14.7	-38.7	-18.7	-13.3	-33.5	-14.9	-12.2	-19.7	-21.6	10.4			
4	18.7	10.1	15.0	35.2	-0.1	26.8	33.9	19.9	12.9	-28.4	-18.9	-15.7	-33.5	-18.6	-12.1	-22.0	-21.3	7.4			
5	21.1	8.5	15.9	36.0	-2.8	29.4	36.0	20.6	14.5	-33.2	-19.9	-27.0	-38.6	-17.1	-14.4	-24.7	-25.0	8.7			
6	21.0	10.7	17.8	33.0	-0.2	31.9	33.8	21.2	12.9	-33.0	-19.7	-21.1	-32.5	-11.9	-15.9	-21.8	-22.3	7.9			
7	20.4	9.4	14.8	35.3	-1.1	30.5	34.3	20.5	13.7	-36.0	-19.1	-19.5	-22.9	-16.0	-13.3	-18.8	-20.8	7.3			
8	19.6	8.4	11.9	36.2	-2.5	28.5	35.7	19.7	14.7	-24.4	-18.7	-17.5	-38.6	-16.4	-8.5	-21.6	-20.8	9.3			
x	20.7	9.6	14.5	35.0	-1.6	29.1	34.5			-32.1	-19.2	-18.5	-33.9	-16.4	-12.6	-20.9					
SD	1.0	0.8	2.2	1.0	1.3	3.8	1.7			4.1	1.0	4.5	5.3	2.2	2.2	2.3					
CV (%)	5.0	8.3	14.8	2.9	78.1	13.2	4.9			12.8	5.4	24.4	15.5	13.5	17.4	10.8					

คำย่อ: X คือ ค่าเฉลี่ย SD คือ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน CV คือ ค่าสัมประสิทธิ์ของความแปรปรวน เครื่องหมาย + แสดงค่า hip flexion แสดงค่า – hip extension และ knee flexion

รูปที่ 1 แสดงมุมการเคลื่อนไหวของข้อสะโพกและข้อเข่าขณะวิ่งของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 6 คนใน ช่วงนาที่ที่ 1 และช่วงนาที่ที่ 30 (ก) มุมการงอของข้อสะโพกในช่วงนาที่ 1 (ข) มุมการงอของข้อสะโพกในช่วงนาที่ 30 (ค) มุมการงอข้อเข่าช่วงนาที่ที่ 1 (ง) มุมการงอข้อเข่าช่วงนาที่ที่ 30



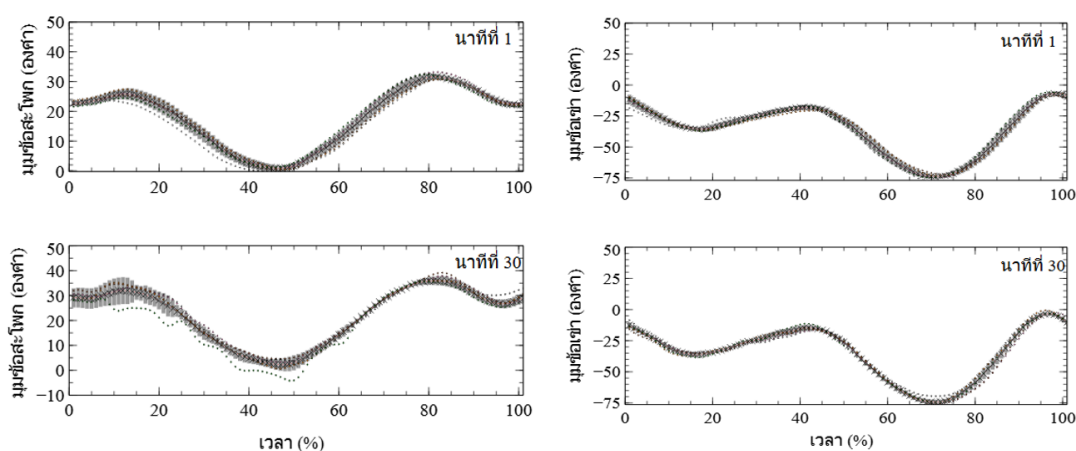
ผลการศึกษาวิจัยพบว่า รูปแบบการเคลื่อนไหวของสะโพกและข้อเข่าในขณะวิ่งจะมีความแตกต่างกันระหว่างบุคคล (รูปที่ 1) แต่เมื่อเปรียบเทียบรูปแบบการเคลื่อนไหวภายในบุคคล จะสังเกตว่ารูปแบบการเคลื่อนไหวของข้อสะโพกและข้อเข่าในแต่ละวงรอบจะมีรูปแบบการเคลื่อนไหวที่ไม่ต่างกันมาก รูปที่ 2 แสดงตัวอย่างของผู้เข้าร่วมวิจัย คนที่ 5 จะพบว่ารูปแบบของการเคลื่อนไหวค่อนข้างใกล้เคียงกัน แสดงถึงความแปรปรวนที่เกิดขึ้นภายในบุคคล (intra-subject variability) ที่แคบ

ตารางที่ 2 แสดงค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และค่าร้อยละสัมประสิทธิ์ของความแปรปรวน (CV) ของช่วงของการเคลื่อนไหวของมุมของข้อสะโพกและข้อเข่า ในช่วงนาทิตีที่ 1 และนาทิตีที่ 30

ช่วงของการเคลื่อนไหว (องศา)	$\bar{x} \pm SD$	CV (%)
ข้อสะโพก นาทิตีที่ 1	34.6+7.1	20.6
ข้อสะโพก นาทิตีที่ 30	36.0 +9.0	25.1
ข้อเข่า นาทิตีที่ 1	62.5+9.0	14.5
ข้อเข่า นาทิตีที่ 30	61.6+10.0	16.2

คำย่อ: $\bar{x}$ คือ ค่าเฉลี่ย SD คือ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน CV คือ ค่าสัมประสิทธิ์ของความแปรปรวน

รูปที่ 2 แสดงมุมการเคลื่อนไหวของข้อสะโพกและข้อเข่าของนักวิ่งคนที่ 5 คน ทั้ง 8 วงรอบ ช่วงนาทิตีที่ 1 และช่วงนาทิตีที่ 30



ตารางที่ 3 แสดงค่าสถิติ Paired T-test ของมุมและช่วงของการเคลื่อนไหวของมุมของข้อสะโพกและข้อเข่า ในช่วงนาที่ที่ 1 และนาที่ที่ 30

ตัวแปร	t-test	df	p
มุมของข้อสะโพกนาที่ที่ 1 และ 30	-2.5261	6.00	0.045 *
มุมของข้อเข่านาที่ที่ 1 และ 30	0.1403	6.00	0.893
ช่วงของการเคลื่อนไหวของมุมของข้อสะโพกนาที่ที่ 1 และ 30	-0.9009	6.00	0.402
ช่วงของการเคลื่อนไหวของมุมของข้อเข่านาที่ที่ 1 และ 30	-0.0788	6.00	0.940

*มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (< 0.05)

บทวิจารณ์

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา ความแปรปรวนของการเคลื่อนไหวของร่างกายส่วนล่าง โดยเฉพาะข้อสะโพก และข้อเข่าในขณะวิ่งว่ามีการเปลี่ยนแปลงอย่างไรเมื่อมีการวิ่งเป็นระยะเวลาที่นานขึ้น จากผลการศึกษาพบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างมุมของข้อสะโพกหลังจากวิ่งไปด้วยระยะเวลา 30 นาที อาจส่งผลมาจากการเคลื่อนไหวที่ของกระดูกเชิงกราน (anterior pelvic tilt) และมีการเหยียดของข้อสะโพกขณะวิ่ง รวมไปถึงความตึงตัวของกล้ามเนื้อที่ใช้ในการงอสะโพกที่เกิดขึ้นขณะวิ่ง (Schache AG. et al., 2000) (13)

Nakayamaและคณะ (2010) ศึกษาความแปรปรวนของก้าวขณะวิ่ง (stride variability) ของกลุ่มนักวิ่งระยะทางไกลกับกลุ่มที่ไม่ใช่นักวิ่งในความเร็วแตกต่างกัน 3 ความเร็ว (80% 100% และ 120% ของความเร็วที่ผู้เข้าร่วมวิจัยถนัด) โดยใช้ระยะเวลา 10 นาที ของแต่ละความเร็ว ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มนักวิ่งมีค่าร้อยละสัมประสิทธิ์ของความแปรปรวนของช่วงเวลาในการก้าวน้อยกว่าเมื่อเทียบกับกลุ่มที่ไม่ใช่นักวิ่ง และค่าร้อยละสัมประสิทธิ์ของความแปรปรวนมีค่าใกล้เคียงกันทั้ง 3 ความเร็ว ในขณะที่ในกลุ่มที่ไม่ใช่นักวิ่งมีค่าเพิ่มขึ้น (8) ในการวิจัยนี้ แม้ไม่ได้ศึกษาเรื่องเวลาในการก้าวโดยตรง เนื่องจากงานวิจัยนี้สนใจในส่วนของการเคลื่อนไหวของร่างกาย อย่างไรก็ตาม ผลการศึกษาค่ามุมของช่วงการเคลื่อนไหวของข้อสะโพกและข้อเข่า มีค่าใกล้เคียงกันทั้งในช่วงเริ่มต้นวิ่งและในช่วงนาที่ที่ 30 และมี ค่าร้อยละสัมประสิทธิ์ของความแปรปรวนเพิ่มขึ้น ประมาณ 5% ในข้อสะโพกและ 2% ในข้อเข่า ซึ่งแสดงถึงการมีช่วงการเคลื่อนไหวที่ค่อนข้างคงที่ ถึงแม้ว่ามุมในขณะที่ทำให้สัมผัสพื้นของแต่ละบุคคลจะมีค่าที่แตกต่างกันอย่างมาก อย่างไรก็ตามการศึกษานี้ของ Nakayamaและคณะ (2010) และการศึกษาที่มีความแตกต่างกัน กล่าวคือ ในการศึกษาของ Nakayamaและคณะ (2010) มีการปรับความเร็วในการวิ่งและใช้เวลานานขึ้น ในขณะที่การศึกษานี้กำหนดให้วิ่งด้วยความเร็วและระยะทางคงที่ (8) Silvernail และคณะ (2015) ศึกษาความแปรปรวนของสหสัมพันธ์ (coordination variability) ในกลุ่มนักวิ่ง 2 กลุ่มที่มีอายุต่างกัน โดยศึกษาตัวแปรทั้งไคเนมาติกส์และโคเนติกส์ โดยให้วิ่งบนพื้นราบระยะทางยาว 25 เมตร โดยบังคับให้เท้าขวาต้องวิ่งลงบนแผ่นวัดแรง ทำทั้งหมดจำนวน 10 ครั้ง ค่ามุมของข้อสะโพกและข้อเข่าในขณะที่ทำให้สัมผัสพื้นมีค่าอยู่ในช่วง 27.24 – 33.19 องศาและ -10.17-11.15 องศา ตามลำดับ และรายงานค่ามุมช่วงการเคลื่อนไหวของข้อสะโพกและข้อเข่ามีค่าอยู่ในช่วง 40.17 - 45.65 องศา และ 26.9 - 28.4 องศา ตามลำดับ (7) ซึ่งแตกต่างจากค่ามุมของงานวิจัยนี้ โดยเฉพาะมุมของข้อเข่าในงานวิจัยนี้ พบว่ามีการงอของข้อเข่ามากกว่าในช่วงที่ทำให้สัมผัสพื้นและมีช่วงการ

เคลื่อนไหวที่มากกว่า สำหรับค่ามุมที่ต่างกัน เนื่องมาจากการศึกษาของงานวิจัยก่อนหน้านี้ กำหนดให้กลุ่มตัวอย่างวิ่งบนพื้นราบและกำหนดให้เท้าขวาต้องกระทบกับแผ่นวัดแรงเพื่อนำมาคำนวณ inverse dynamics ทำให้อาจมีการปรับท่าวิ่งเพื่อให้เท้ากระทบพอดีกับ “เป้าหมาย” นอกจากนี้ การศึกษาของ Silvernail และคณะ (2015) ศึกษาเฉพาะในช่วงที่เท้ากระทบพื้น (stance phase) ในขณะที่ในการศึกษานี้ ศึกษาการวิ่งบนลู่วิ่งและศึกษาตลอดช่วงการเคลื่อนไหว ใน 1 รอบทั้งในช่วงที่เท้ากระทบพื้น (stance phase) และช่วงที่เท้าลอยจากพื้น (swing phase) ซึ่งมีความเป็นไปได้ที่จะมีค่าช่วงของการเคลื่อนไหวที่มากกว่า เนื่องจากไม่ได้ถูก constraint นอกจากนี้ ความเร็วของลู่วิ่งยังถูกควบคุมให้เหมาะสมกับนักวิ่งแต่ละคน ถึงแม้ว่าการวิ่งบนพื้นราบจะมีความแตกต่างจากการวิ่งบนลู่วิ่ง แต่ในการศึกษานี้ต้องการควบคุมความเร็วในขณะวิ่งให้คงที่ จึงได้ทำการศึกษานบนลู่วิ่ง (7)

เมื่อเปรียบเทียบ มุมของข้อสะโพกและข้อเข่าในขณะที่เท้าสัมผัสพื้น ระหว่างในช่วงนาที่ที่ 1 และ 30 พบว่าค่าร้อยละสัมประสิทธิ์ของความแปรปรวนของกลุ่มตัวอย่างมีค่าไม่คงที่ (inconsistency) กล่าวคือ ในช่วงเวลาที่ 30 ผู้เข้าร่วมวิจัยบางคนมีค่าเพิ่มขึ้น ในขณะที่บางคนมีค่าความแปรปรวนลดลง ซึ่งในส่วนนี้จะต่างจากคำถามงานวิจัยที่ตั้งไว้ว่า นักวิ่งส่วนใหญ่จะมีค่าสัมประสิทธิ์ของความแปรปรวนที่เพิ่มขึ้นเมื่อวิ่งไปนาน ๆ ทั้งนี้ เนื่องมาจากการที่มีความล้าเกิดขึ้น อย่างไรก็ตาม มีคำอธิบายที่เป็นไปได้ 2 ประการ คือ 1) อาจเป็นไปได้ว่า เวลา 30 นาทีสำหรับกลุ่มตัวอย่างนี้ ยังไม่มีการล้าเกิดขึ้น เนื่องจากกลุ่มตัวอย่างนี้เป็นนักกีฬาวิ่งที่วิ่งเป็นประจำในช่วงเวลาเท่ากับหรือมากกว่า 30 นาที หรือ 2) เมื่อนักกีฬาเริ่มต้นวิ่งยังมีค่า ความแปรปรวนที่มาก แต่เมื่อวิ่งไปนาน นักกีฬาจะเริ่มมีจังหวะในการวิ่งที่สม่ำเสมอทำให้ ค่าความแปรปรวนมีค่าลดลง ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Hausdorff และคณะ (1996) ที่พบว่าค่าความแปรปรวนของการเดินสามารถลดลงได้เมื่อมีการควบคุมจังหวะด้วยการใช้เสียงจากเมโทรโนม (12) ถึงแม้ว่าในการศึกษานี้ ไม่ได้มีการให้ข้อมูลป้อนกลับ (feedback) แต่กลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักวิ่ง น่าจะมีความเคยชินกับความเร็วของลู่วิ่งและจังหวะในการวิ่งของตนเอง (pace)

การศึกษานี้มีข้อจำกัดอยู่หลายประการ ประการแรกคือจำนวนกลุ่มตัวอย่างที่มีจำนวนน้อย ซึ่งในอนาคตควรทำการศึกษาในขนาดกลุ่มตัวอย่างที่มีใหญ่ขึ้น ประการที่ 2 คือ เฉพาะมุมของข้อสะโพกและข้อเข่า ในระนาบ sagittal plane เท่านั้นที่ถูกเลือกมาวิเคราะห์ในการศึกษานี้ ทั้งนี้เนื่องจาก มุมในระนาบนี้ ของทั้ง 2 ข้อต่อมีบทบาทสำคัญต่อการเคลื่อนไหวของร่างกายส่วนล่างในการวิ่ง อย่างไรก็ตาม ในการศึกษาต่อไป ควรวิเคราะห์มุมในระนาบต่างๆ เพิ่มมากขึ้น รวมทั้งข้อต่ออื่นๆ ข้อจำกัดประการสุดท้าย คือ การศึกษานี้ ทำการวิเคราะห์เฉพาะขาข้างขวา ซึ่งอาจจะไม่ได้เป็นขาข้างที่ถนัดของทุกคน การศึกษาในอนาคต อาจทำการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของทั้งขาขวาและขาซ้ายในขณะวิ่ง เพื่อดูว่ามีความแตกต่างกันหรือไม่

สรุปผลการวิจัย

การศึกษานี้พบว่า มุมของข้อสะโพกขณะวิ่ง ณ จุดที่เท้ากระทบพื้นมีความแตกต่างกันเมื่อวิ่งระยะเวลานานขึ้น มุมของข้อสะโพกและข้อเข่าในขณะที่เท้ากระทบพื้นของกลุ่มตัวอย่างแต่ละคนจะมีความแปรปรวนมาก แต่ช่วงของการเคลื่อนไหวจะมีความแปรปรวนที่แคบ เมื่อระยะเวลาเพิ่มขึ้น ความแปรปรวนของกลุ่มตัวอย่างมีค่าลดลง ทั้งนี้ อาจเนื่องมาจากกลุ่มตัวอย่างยังไม่มีอาการล้าหรือวิ่งเข้ากับจังหวะ (pace) การวิ่งของตนเอง

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณทุนอุดหนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยมหิดล บริษัท ซีเอสเทคโนโลยี จำกัด ในการเอื้อเฟื้อเครื่องมือในการทำวิจัย และนักศึกษาปริญญาโทวิทยาศาสตร์การกีฬา วิทยาลัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการกีฬามหาวิทยาลัยมหิดล ที่ช่วยเหลือในการเก็บข้อมูล

เอกสารอ้างอิง

1. การจัดการแข่งขันวิ่งเพื่อสุขภาพ . Thailand [Cited 2020 15 March] Available from: <http://www.jogandjoy.com>
2. Ferber R, Macdonald SL. Running mechanics and gait analysis. Human Kinetics; 2014 Apr 16.
3. Van Gent RN, Siem D, van Middelkoop M, Van Os AG, Bierma-Zeinstra SM, Koes BW. Incidence and determinants of lower extremity running injuries in long distance runners: a systematic review. Br J Sports Med. 2007 Aug 1;41(8):469-80.
4. Bartlett R, Wheat J, Robins M. Is movement variability important for sports biomechanists? Sport Biomech. 2007 May 1;6(2):224-43.
5. Robins, M., Wheat, J. S., Irwin, G., and Bartlett, R. The effect of shooting distance on movement variability in basketball. J Hum Mov Stud. 2006;50(4):217-38.
6. Hamill J, van Emmerik RE, Heiderscheit BC, Li L. A dynamical systems approach to lower extremity running injuries. Clinical biomechanics. 1999 Jun 1;14(5):297-308.
7. Silvernail JF, Boyer K, Rohr E, Brüggemann GP, Hamill J. Running mechanics and variability with aging. Med Sci Sport Exer. 2015 Oct 1;47(10):2175-80.
8. Nakayama Y, Kudo K, Ohtsuki T. Variability and fluctuation in running gait cycle of trained runners and non-runners. Gait Posture. 2010 Mar 1;31(3):331-5.
9. Meardon SA, Hamill J, Derrick TR. Running injury and stride time variability over a prolonged run. Gait Posture. 2011 Jan 1;33(1):36-40.
10. Fuller JT, Bellenger CR, Thewlis D, Arnold J, Thomson RL, Tsiros MD, Robertson EY, Buckley JD. Tracking performance changes with running-stride variability when athletes are functionally overreached. Int J Sport Physiol. 2017 Mar 1;12(3):357-63.
11. Robinson MA, Vanrenterghem J. An evaluation of anatomical and functional knee axis definition in the context of side-cutting. J Biomech. 2012;45(11):1941-1946.
12. Hausdorff JM, Purdon PL, Peng CK, Ladin Z, Wei JY, Goldberger AL. Fractal dynamics of human gait: stability of long-range correlations in stride interval fluctuations. J Appl Physiol 1996;80:1448-57
13. Schache AG, Blanch PD, Murphy AT. Relation of anterior pelvic tilt during running to clinical and kinematic measures of hip extension. Br J Sports Med. 2000 Aug 1;34(4):279-83.