

Original article

QUADRICEPS FEMORIS AND HAMSTRINGS MUSCLE STRENGTH IN RECREATIONAL RUNNERS WITH DIFFERENT HAMSTRINGS MUSCLE LENGTH

Napawan KEAMANUCHET, Pannapa LEEPOKPINYO*, Dusita WONGSA-NGASRI, and Komsak SINSURIN

*Biomechanics and Sport Research Unit, Faculty of Physical Therapy, Mahidol University, Thailand, 73170***ABSTRACT**

Purpose: The purpose of the study was, to investigate quadriceps femoris and hamstrings muscle strength in different hamstring length groups of recreational runners and, secondly, to examine the association of hamstrings muscle length and knee muscle performance. **Materials and Methods:** Twenty healthy recreational runners who were healthy and met the inclusion criteria were included in the study. Runners hamstring muscle length was assessed using a passive knee extension test and knee muscle strengths was assessed using an isokinetic dynamometer. Data of 40 limbs were divided into 3 groups based on the knee range of motion (ROM) results from the passive knee extension test, including group 1: 130°-145° (n=14), group 2: 146°-160° (n=13), and group 3: 161°-180° (n=13). Hamstrings muscle length and knee muscle strength were reported and analyzed using One-way ANOVA was used to compare between groups and using Pearson's correlation was used to analyze the correlation within groups. **Results:** Group 2 showed higher value of the hamstrings: quadriceps strength ratio (H:Q ratio), and quadriceps femoris and hamstring muscle performance. Hamstring muscle length exhibited a significantly negative correlation with quadriceps femoris and hamstring muscle strength in the group 3. **Conclusion:** The study indicates high knee muscle strength in the group 2 which has 146°-160° knee ROM with using a passive knee extension test. In the group 3, a greater 160° knee ROM exhibited poor knee muscle strength. In order to maintain quadriceps femoris and hamstring muscle strength, 146°-160° knee ROM is recommended in recreational runners, which could also be suggested as a rehabilitation goal, especially in runners with poor flexibility of hamstrings muscle.

(Journal of Sports Science and Technology 2022; 22(1):86-98)

(Received: 24 November 2021, Revised: 11 April 2022, Accepted: 18 April 2022)

Keywords: Hamstrings Muscle Length/ Muscle Strength/ Stretching/ Recreational Runners**Corresponding author:** Pannapa LEEPOKPINYO

Biomechanics and Sport Research Unit,

Faculty of Physical Therapy, Mahidol University, Nakhon Pathom, THAILAND

E-mail: pannapa.lee@mahidol.edu

นิพนธ์ต้นฉบับ

ความแข็งแรงกล้ามเนื้อ Quadriceps Femoris และ Hamstrings ในนักวิ่งเพื่อสุขภาพที่มีความยาวกล้ามเนื้อ Hamstrings แตกต่างกัน

นภวรรณ เขมะนุเชษฐ์ พรรณนา ลีโกลิณญ์* ดุสิตา วงศ์สง่าศรี และ คมศักดิ์ สิ้นสุรินทร์

หน่วยวิจัยชีวกลศาสตร์และกีฬา คณะกายภาพบำบัด มหาวิทยาลัยมหิดล จ.นครปฐม 73170

บทคัดย่อ

การมีความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อที่ไม่เพียงพอเป็นส่วนหนึ่งที่ทำให้เกิดการบาดเจ็บจากการวิ่งได้ นักวิชาชีพด้านสุขภาพจึงส่งเสริมความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง (hamstrings muscle) นี้ด้วยการยืดกล้ามเนื้อเพื่อป้องกันการบาดเจ็บจากการวิ่ง อย่างไรก็ตามการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับความยาวกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลังที่เหมาะสม ที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพของกล้ามเนื้อรอบข้อเข่าและต่อการป้องกันการบาดเจ็บจากการวิ่งในปัจจุบันนั้นยังมีจำกัด วัตถุประสงค์ของการศึกษานี้ เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของกล้ามเนื้อรอบข้อเข่าในนักวิ่งเพื่อสุขภาพที่มีความยาวของกล้ามเนื้อ ต้นขาด้านหลังที่แตกต่างกัน และค้นหาความสัมพันธ์ของความยาวกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลังที่แตกต่างกันในแต่ละกลุ่มต่อประสิทธิภาพของกล้ามเนื้อรอบข้อเข่า โดยผู้เข้าร่วมการศึกษาวิจัยเป็นนักวิ่งเพื่อสุขภาพจำนวน 20 คนที่ผ่านเกณฑ์คัดเข้าถูกประเมินความยาวกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลังด้วยวิธีการตรวจ passive knee extension และประเมินความแข็งแรงของกล้ามเนื้อรอบข้อเข่าด้วยเครื่องไอโซไคเนติก (isokinetic dynamometer) ข้อมูลหาทั้ง 40 ช้างจากการตรวจประเมินถูกแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มตามมุมมองของข้อเข่าด้วยวิธีการตรวจ passive knee extension ดังนี้ กลุ่มที่ 1: 130°-145° (n=14) กลุ่มที่ 2: 146°-160° (n=13), และกลุ่มที่ 3: 161°-180° (n=13) และถูกนำไปวิเคราะห์ทางสถิติ สถิติ One-way ANOVA ถูกใช้ในการวิเคราะห์ความต่างระหว่างกลุ่ม และสถิติ Pearson's correlation ถูกใช้ในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ภายในกลุ่ม ผลการศึกษา กลุ่มที่ 2 พบอัตราส่วนความแข็งแรงระหว่างกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลังต่อกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า (H:Q ratio) และค่าสมรรถนะของกล้ามเนื้อรอบข้อเข่ามากกว่ากลุ่มอื่น ๆ และพบความสัมพันธ์เชิงผกผันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติต่อความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า และกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลังในกลุ่มที่ 3 จากผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่า สมรรถนะของกล้ามเนื้อรอบข้อเข่าในกลุ่มที่ 2 มุมมองของข้อเข่าช่วง 146°-160° มีค่ามากที่สุดในทุกสามกลุ่ม และในกลุ่มที่ 3 มุมมองของข้อเข่าช่วง 161°-180° มีประสิทธิภาพของกล้ามเนื้อรอบข้อเข่าลดลง ในการดูแลสมรรถนะของกล้ามเนื้อรอบข้อเข่านี้ การยืดกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลังในนักวิ่งเพื่อสุขภาพควรยืดให้มีมุมมองของข้อเข่าอยู่ระหว่าง 146°-160° เพื่อประสิทธิภาพการดูแลฟื้นฟูที่เหมาะสมที่สุด

(วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการกีฬา 2565; 22(1):86-98)

คำสำคัญ: ความยาวกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง/ ความแข็งแรง/ การยืดเหยียดกล้ามเนื้อ/ นักวิ่งเพื่อสุขภาพ

บทนำ

การวิ่งเป็นกีฬาและกิจกรรมออกกำลังกายที่ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายไปทั่วโลก¹ ปัจจุบันประชาชนให้ความสนใจเรื่องสุขภาพและการออกกำลังกายมากขึ้น เนื่องจากการวิ่งเป็นกิจกรรมที่สามารถทำได้โดยง่ายและสามารถทำได้ทุกเพศทุกวัย² อีกทั้งให้ประโยชน์ทั้งด้านการเผาผลาญพลังงานและเสริมสร้างความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ จากการศึกษาวิจัยที่ผ่านมาของทรงศักดิ์ รักพ่วง² พบว่า สถิติของจำนวนผู้ออกกำลังกายด้วยการวิ่งในประเทศไทย ปี พ.ศ. 2554 มีจำนวน 5.5 ล้านคน และเพิ่มมากขึ้นในปี พ.ศ. 2559 ซึ่งมีจำนวน 11.69 ล้านคน จากการรายงานที่ผ่านมามีพบว่า แนวโน้มของผู้ออกกำลังกายด้วยการวิ่งมีจำนวนมากขึ้น

อย่างไรก็ตาม การออกกำลังกายด้วยการวิ่งนั้นมีประเด็นสำคัญตามมา ได้แก่ การบาดเจ็บจากการวิ่ง มีรายงาน 50% ของนักวิ่งได้รับการบาดเจ็บปีละ 1 ครั้ง³ และการบาดเจ็บนั้นอาจมาจากอุบัติเหตุจากการวิ่งหรือการใช้งานที่มากเกินไปของร่างกาย 65% ของการบาดเจ็บพบว่าสาเหตุมาจากการใช้งานที่มากเกินไป^{4,5} โดยกลไกการเคลื่อนไหวทางชีวกลศาสตร์ถือเป็นปัจจัยเสี่ยงที่ทำให้เกิดการบาดเจ็บได้ในนักวิ่ง ซึ่งระหว่างการวิ่งที่เท้าสัมผัสพื้นจะมีแรงปฏิกิริยาจากพื้น (ground reaction force) ที่กระทำต่อร่างกายนักวิ่งโดยผ่านรางขาและข้อต่อจากส่วนปลายสู่ส่วนต้น⁶ จากการศึกษาวิจัยพบว่า ข้อเข่า เป็นข้อต่อที่มีรายงานการบาดเจ็บจำนวนมากที่สุดในกลุ่มนักวิ่ง⁷ โดยพบการบาดเจ็บข้อเข่าและข้อพับในนักวิ่งมาราธอนถึง 54.1%⁸ การบาดเจ็บของข้อเข่ามีปัจจัยเสี่ยงมาจากหลายสาเหตุได้ เช่น ความไม่สมดุลของกล้ามเนื้อรอบข้อสะโพกและกล้ามเนื้อรอบข้อเข่า รวมถึงความยืดหยุ่นกล้ามเนื้อ (flexibility) การศึกษาวิจัยของ Neal BS และคณะ⁹ พบว่ากล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า (quadriceps femoris muscle) ที่อ่อนแรง อาจเป็นปัจจัยที่ส่งเสริมทำให้เกิดการบาดเจ็บของข้อเข่าด้านหน้า (patellofemoral pain syndrome) ได้ในอนาคต และยังพบว่ากำลังกล้ามเนื้อ (muscle power) มัดต่าง ๆ ของข้อสะโพกและข้อเข่ามีผลอย่างมากในเรื่องของประสิทธิภาพในการวิ่ง ทั้งเรื่องความเร็วในการวิ่ง และความทนทาน

การอบอุ่นร่างกาย (warm-up) ถูกแนะนำเพื่อใช้เตรียมความพร้อมให้กล้ามเนื้อและส่วนต่าง ๆ ของนักกีฬาสำหรับก่อนเล่นกีฬา และการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ (stretching) เป็นส่วนหนึ่งในการอบอุ่นร่างกายโดยการยืดเหยียดกล้ามเนื้อนั้นมักใช้การยืดแบบเหยียดคงค้าง (static stretching) ซึ่งมีการศึกษาวิจัยจำนวนมากพบว่า การยืดแบบเหยียดคงค้างจะทำให้ประสิทธิภาพของกล้ามเนื้อลดลง¹¹⁻¹³ ดังนั้น การอบอุ่นร่างกายโดยการยืดเหยียดกล้ามเนื้ออาจไม่ช่วยลดความเสี่ยงการบาดเจ็บจากการออกกำลังกาย³ ซึ่งอาจสามารถอธิบายได้จากความสัมพันธ์ระหว่างความยาวและแรงตึง (length-tension relationship) ของกล้ามเนื้อ ที่กล่าวถึงกล้ามเนื้อที่มีความยาวที่เหมาะสมจะสามารถสร้างแรงของกล้ามเนื้อได้มากที่สุด¹⁰ หากกล้ามเนื้อยาวหรือสั้นเกินไปจะทำให้แรงของกล้ามเนื้อนั้นลดลงและอาจส่งผลต่อการบาดเจ็บได้³ และจากการศึกษาวิจัยการเปรียบเทียบระหว่างการอบอุ่นร่างกายก่อนการออกกำลังกายรวมกับการยืดเหยียดกล้ามเนื้อระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าการอบอุ่นร่างกายรวมกับการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ สามารถลดอัตราการบาดเจ็บได้เพียงเล็กน้อยเท่านั้น^{3,12} ดังนั้น เป็นไปได้ว่าการยืดเหยียดกล้ามเนื้อเพื่อเพิ่มความยาวกล้ามเนื้ออาจไม่ใช่คำตอบที่เหมาะสมในจุดประสงค์เพื่อป้องกันการบาดเจ็บจากการเล่นกีฬา

ปัจจุบันยังมีการให้โปรแกรมการรักษาด้วยการยืดเหยียดกล้ามเนื้อในทางกายภาพบำบัดคลินิกและการดูแลนักวิ่งที่มีการจำกัดการเคลื่อนไหว (movement limitation) หรือมีความยาวกล้ามเนื้อ (muscle length) ที่ลดลงเพื่อเพิ่มช่วงการเคลื่อนไหวหรือเพิ่มความยาวกล้ามเนื้อ อย่างไรก็ตาม ยังไม่พบข้อมูลที่แสดงถึงความเหมาะสมของความยาวกล้ามเนื้อในกลุ่มนักวิ่ง โดยเฉพาะความยาวของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลังซึ่งเป็นหนึ่งในกล้ามเนื้อหลักของข้อเข่า จากความสัมพันธ์ระหว่างความยาวและแรงตึงและผลการศึกษาวิจัยต่าง ๆ ที่กล่าวไปข้างต้น การยืดกล้ามเนื้อเพื่อรักษาระยะ

ความยาวกล้ามเนื้อที่เหมาะสมรวมถึงการมีช่วงการเคลื่อนไหวเหยียดเข่าที่เหมาะสม อาจช่วยลดโอกาสการบาดเจ็บและ มีผลต่อการออกแรงของกล้ามเนื้อเหยียดเข่าได้

กล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้าเป็นกล้ามเนื้อที่สำคัญของร่างกายในการทำกิจกรรมต่าง ๆ รวมถึงการวิ่ง บพบาทและความพร้อมของกล้ามเนื้อจึงมีผลต่อสมรรถภาพและช่วยลดอัตราการเกิดการบาดเจ็บของข้อเข่าจากการออกกำลังกาย กล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้ามีบทบาทสำคัญในการกระจายน้ำหนักที่ข้อเข่า^{15,16} โดยทำงานประสานกับกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง การศึกษาวิจัยที่ผ่านมาได้รายงานถึงความไม่สมดุลของอัตราส่วนความแข็งแรงระหว่างกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลังต่อกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า (H:Q ratio) หากมีความไม่สมดุลของอัตราส่วนความแข็งแรงระหว่างกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลังต่อกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้ามาก อาจเป็นปัจจัยที่ทำให้เกิดการบาดเจ็บที่กล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง (hamstring muscle strain) ได้ ซึ่งเป็นหนึ่งในสาเหตุหลักของการบาดเจ็บของข้อเข่าจากการออกกำลังกาย ทั้งอาจเกิดปัญหาความไม่มั่นคงของข้อเข่า (joint shifting and buckling) ได้ในอนาคต¹⁷

การตรวจร่างกายเพื่อประเมินความเสี่ยงต่อการบาดเจ็บรวมถึงสมรรถนะของนักวิ่งถือเป็นสิ่งสำคัญ จากการศึกษาในปี พ.ศ. 2561 ได้กล่าวถึงความยาวของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง จากการตรวจด้วยวิธี active knee extension โดยมุมองศาของข้อเข่าควรมีน้อยกว่า 20° และหากมากกว่า 20° จะหมายถึงมีความตึงตัว (muscle tightness) ของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง¹⁸ อย่างไรก็ตาม ยังไม่พบการรายงานเกี่ยวกับความยาวกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง ที่เหมาะสมของข้อเข่าในกลุ่มนัก อีกทั้งจาก ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวและแรงตึง การสร้างความแข็งแรงของกล้ามเนื้อที่ดีที่สุดจะต้องมีความยาวกล้ามเนื้อที่เหมาะสมด้วย¹⁰ ดังนั้นการยืดเหยียดกล้ามเนื้อโดยไม่ทราบความยาวของกล้ามเนื้อที่เหมาะสมจึงทำให้ไม่ได้ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อที่ดีที่สุดและอาจส่งผลให้เกิดการบาดเจ็บตามมาได้ โดยการศึกษาวิจัยที่ผ่านมาได้ศึกษาปัจจัยเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของการยืดเหยียดกล้ามเนื้อและการบาดเจ็บจากการออกกำลังกายพบว่า การยืดเหยียดกล้ามเนื้อไม่มีผลต่อการลดการบาดเจ็บจากการออกกำลังกาย^{12,14} อย่างไรก็ตาม ยังไม่สามารถสรุปได้แน่ชัดในเรื่องของผลเสียที่เกิดจากการยืดเหยียดกล้ามเนื้อเพื่อเพิ่มความยาวของกล้ามเนื้อ จึงเป็นที่มาของการศึกษาวิจัยครั้งนี้ โดยประโยชน์จากการศึกษาวิจัยนี้ เพื่อนำผลการศึกษาคความยาวกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลังที่เหมาะสมไปประยุกต์ใช้เป็นข้อมูลในการดูแลป้องกันการบาดเจ็บในกลุ่มนักวิ่งที่อาจจะมีกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลังที่ไม่เหมาะสมจนส่งผลกระทบต่อสมรรถนะการวิ่งได้

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาความแตกต่างของความยาวกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง และความสัมพันธ์ระหว่างความยาวกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลังต่อสมรรถนะการทำงานของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้าและกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลังในกลุ่มนักวิ่งเพื่อสุขภาพ

วิธีดำเนินการวิจัย

รูปแบบการศึกษา

การศึกษานี้เป็นการศึกษาวิจัยเชิงสังเกต (observational study) โดยการศึกษา มีการดึงข้อมูลแบบย้อนหลัง (retrospective study) โดยทำการศึกษาคความสัมพันธ์ของความยาวกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลังต่อความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ต้นขาด้านหน้าและกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลังในกลุ่มนักวิ่งเพื่อสุขภาพ (recreational runners) โดย การศึกษานี้ ได้ผ่านการพิจารณาและรับรองจริยธรรมการวิจัยในคนจากมหาวิทยาลัยมหิดล (COA No. MU-CIRB2018/078.0404).

ผู้เข้าร่วมงานวิจัย

ข้อมูลของนักวิ่งเพื่อสุขภาพจากโครงการ “กายพร้อม ใจพร้อม เราวิ่งได้ ครั้งที่ 6” ประจำปี พ.ศ. 2562 จำนวน 49 คน ณ ศูนย์กายภาพบำบัด มหาวิทยาลัยมหิดล ได้ถูกนำมาทำการศึกษาวิเคราะห์ โดยได้มีการเซ็นยินยอมอนุญาตให้ใช้ข้อมูลเพื่อการศึกษาวิจัยไว้เป็นที่เรียบร้อยแล้ว ซึ่งเกณฑ์การคัดเข้า (inclusion criteria) คือ เป็นนักวิ่งเพื่อสุขภาพที่ซ้อมวิ่ง 3-5 ครั้งต่อสัปดาห์ และเกณฑ์การคัดออก (exclusion criteria) คือ มีประวัติการบาดเจ็บของร่างกาย เช่น ในส่วนของ สะโพก ต้นขา เข่า น่อง หรือหน้าแข้ง ภายใน 3 เดือนก่อนการตรวจประเมินร่างกาย

จากการพิจารณาตามเกณฑ์การคัดเข้าและการคัดออก ข้อมูลนักวิ่งจำนวน 20 คน ผ่านการเข้าศึกษาวิจัยครั้งนี้ คิดเป็นจำนวนข้อมูลทั้งหมด 40 รายการ ข้อมูลจากการตรวจประเมินความยาวกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลังและการตรวจประเมินความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้าและกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง ถูกนำไปรายงานและวิเคราะห์ข้อมูล

การตรวจประเมิน

ผู้เข้าร่วมการศึกษามีได้รับการตรวจประเมินความยาวของกล้ามเนื้อและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อโดยนักกายภาพบำบัดทางการกีฬา ผู้ตรวจประเมินทุกคนผ่านการฝึกซ้อมการตรวจประเมินเพื่อให้การตรวจประเมินเป็นไปในรูปแบบที่คงที่และไม่ต่างกัน

1. การตรวจประเมินความยาวกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลังด้วยวิธี passive knee extension test^{19,20}

Passive knee extension test คือการตรวจประเมินความยาวกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลังมีความน่าเชื่อถือระดับดี มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในชั้น (intraclass correlation coefficient) ของการตรวจประเมินเท่ากับ 0.77²⁰

ผู้เข้าร่วมการศึกษานอนหงาย งอสะโพกและเข่าทำมุม 90° บนเตียงตรวจประเมิน ขาอีกข้างหนึ่งวางเหยียดตรง กำหนดการจัดตำแหน่งของเครื่องมือวัดมุม (goniometer) โดยให้ตำแหน่งของจุดหมุนอยู่ที่แนวข้อเข่าด้านนอก (lateral knee joint line) ตำแหน่งของแกนอยู่กับที่ (stationary arm) วางขนานกับกระดูกต้นขา (femur bone) ชี้ตรงไปที่ปุ่มกระดูกใหญ่ของกระดูกต้นขา (greater trochanter of femur) และตำแหน่งของแกนหมุน (movable arm) วางขนานกับกระดูกขาท่อนล่าง (tibia bone) ชี้ตรงไปที่ตาตุ่มด้านนอก (lateral malleolus)

ผู้ตรวจประเมินจับบริเวณตำแหน่งเหนือข้อเข่าและขาท่อนล่าง จากนั้นผู้ทดสอบทำการจับเข่าเหยียดออก (passive knee extension) จนถึงตำแหน่งองศาสุดท้ายของการเคลื่อนไหวที่กล้ามเนื้อสามารถไปถึงได้ พร้อมกับเคลื่อนแกนหมุนโดยที่ข้อสะโพกยังคงทำมุม 90° จากนั้นอ่านค่าองศาการเคลื่อนไหวบนเครื่องมือวัดมุม

2. การตรวจประเมินความแข็งแรงกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้าและกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลังด้วยเครื่องไอโซไดเนติก (Biodex system 3 dynamometer, Biodex medical system, Shirley, NY)^{21,22}

ผู้เข้าร่วมการศึกษามีถูกประเมินความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้าและกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลังด้วยการออกแรงเหยียดเข่า (knee concentric extension) และงอเข่า (knee concentric flexion) ที่ความเร็วเชิงมุม (angular velocity) 60° ต่อวินาที โดยทดสอบในขาข้างซ้ายแล้วตามด้วยข้างขวา เริ่มต้นด้วยการปรับเบาะรองนั่งของเก้าอี้สำหรับทดสอบที่มุม 0° ในแนวราบ และปรับพนักพิงเอนไปด้านหลัง 15° จากนั้นให้ผู้เข้าร่วมการศึกษานั่งบนเก้าอี้ งอสะโพกทำมุม 90° ติดตั้งอุปกรณ์สำหรับทดสอบกำลังกล้ามเนื้อเข่า (knee attachment) เข้ากับเครื่องไอโซไดเนติก และปรับตำแหน่งของจุดหมุนให้ตรงกับปุ่มกระดูกต้นขา (femoral condyle) ของขาข้างที่ทดสอบ จากนั้นใช้สายรัดที่ลำตัวทั้ง 2 ผืน เหว ต้นขาและข้อเท้าในขาที่ทดสอบ และให้ผู้เข้าร่วมการศึกษามีจับแท่นยึดที่เก้าอี้ เพื่อป้องกันการเคลื่อนไหวที่ไม่พึงประสงค์ (movement compensation)

ผู้ตรวจประเมินอธิบาย วัตถุประสงค์และขั้นตอนของการตรวจประเมิน จากนั้นทำการทดสอบโดยใช้รูปแบบ bilateral isokinetic knee concentric flexion/extension ซึ่งทำการทดสอบช่วงการเคลื่อนไหว 0° - 90° ของการงอและเหยียดเข่า ที่ความเร็วเชิงมุม 60° ต่อวินาที โดยออกแรงทดสอบ จำนวน 5 ครั้ง ในการทดสอบแต่ละครั้ง มีช่วงพักเป็นเวลา 30 วินาที ระหว่างการทดสอบ ผู้ตรวจประเมินจะส่งเสียงกระตุ้นผู้เข้าร่วมวิจัยเพื่อให้เกิดการออกแรงเหยียดเข่าและงอเข่าอย่างเต็มความสามารถ และเต็มองศาการเคลื่อนไหว

จากนั้นนำตัวแปรทางชีวกลศาสตร์จากผลการตรวจประเมินที่สนใจ ได้แก่ อัตราส่วนความแข็งแรงระหว่างกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลังต่อกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า (H:Q ratio), ค่าเฉลี่ยของความแข็งแรงสูงสุดที่ความเร็วเชิงมุม 60° ต่อวินาทีของการงอเข่าและเหยียดเข่า (average peak torque $60^{\circ}/s$ in flexion and extension), ความแข็งแรงสูงสุดที่ความเร็วเชิงมุม 60° ต่อวินาทีของการงอเข่าและเหยียดเข่า (peak torque $60^{\circ}/s$ in flexion and extension), และความแข็งแรงสูงสุดต่อน้ำหนักตัวที่ความเร็วเชิงมุม 60° ต่อวินาทีของการงอเข่าและเหยียดเข่า (peak torque/body weight 60° in flexion and extension) โดยตัวแปรค่าความแข็งแรงสูงสุด (peak torque) ถูกเลือกมาจากครั้งที่สูงที่สุดจากการทดสอบ 5 ครั้ง และนำตัวแปรทั้งหมดเข้าสู่กระบวนการวิเคราะห์ทางสถิติ

ขั้นตอนการศึกษา

ทีมผู้ศึกษาวิจัยนำข้อมูลของนักวิ่งที่ผ่านตามเกณฑ์การคัดเลือกที่ได้จากแบบบันทึกการตรวจร่างกาย โดยมีการปกปิดชื่อผู้เข้าร่วมโครงการและใส่เป็นรหัสแทน ทีมผู้ศึกษาวิจัยแบ่งข้อมูลการตรวจประเมินความยาวกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง ออกเป็น 3 กลุ่ม โดยการพิจารณาจากข้อมูลทั้งหมดจาก 40 รายวิชา ถูกแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มตามการตรวจประเมินความยาวของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลังจากการตรวจ passive knee extension ได้แก่ กลุ่มที่ 1 มุมองศาข้อเข่าช่วง 130° - 145° ($n=14$), กลุ่มที่ 2 มุมองศาข้อเข่าช่วง 146° - 160° ($n=13$), และกลุ่มที่ 3 มุมองศาข้อเข่าช่วง 161° - 180° ($n=13$)

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

การศึกษานี้ใช้โปรแกรมวิเคราะห์ทางสถิติ SPSS Version 18.0 สถิติเชิงพรรณนาถูกใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลคุณลักษณะทั่วไปของนักวิ่ง สถิติ one-way ANOVA ถูกใช้ในการวิเคราะห์ความต่างระหว่างกลุ่มและตัวแปรทางชีวกลศาสตร์ สถิติ post hoc test (Bonferroni correction) ถูกใช้ในการวิเคราะห์ความต่างระหว่างคู่เทียบในตัวแปรที่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

สถิติ Pearson's correlation ถูกใช้ในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของตัวแปรทางชีวกลศาสตร์ โดยกำหนดนัยสำคัญทางสถิติ $p < 0.05$ และการแปรความค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) เพื่อแสดงถึงระดับความสัมพันธ์ดังนี้ หากค่าอยู่ระหว่าง 0.00 ถึง 0.30 แสดงถึงการไม่มีความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล (negligible correlation), ค่า 0.30 ถึง 0.50 แสดงถึงความสัมพันธ์ระดับต่ำ (low correlation), ค่า 0.50 ถึง 0.70 แสดงถึงความสัมพันธ์ระดับปานกลาง (moderate correlation), ค่า 0.70 ถึง 0.90 แสดงถึงความสัมพันธ์สูง (high correlation), และค่า 0.90-1.00 แสดงถึงความสัมพันธ์ระดับสูงมาก (very high correlation)²³

ผลการวิจัย

ข้อมูลนักวิ่งที่ผ่านเกณฑ์จำนวน 20 คน อายุเฉลี่ย 39.8 ± 10.5 ปี น้ำหนักเฉลี่ย 66.55 ± 9.3 กิโลกรัม ส่วนสูงเฉลี่ย 168.1 ± 7.9 ซม. ค่าเฉลี่ยดัชนีมวลกาย 23.5 ± 2.0 กก./ม² แบ่งเป็นเพศชาย 15 คน (75%) เพศหญิง 5 คน (25%)

ตารางที่ 1 แสดงคุณลักษณะทั่วไปของนักวิ่ง

ค่าคุณลักษณะทั่วไปของนักวิ่ง	Mean $\pm$ SD
อายุ (ปี)	39.8 $\pm$ 10.5
น้ำหนัก (กิโลกรัม)	66.5 $\pm$ 9.3
ส่วนสูง (เซนติเมตร)	168.1 $\pm$ 7.9
ดัชนีมวลกาย (กก./ม ²)	23.5 $\pm$ 2.0

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบค่าตัวแปรทางชีวกลศาสตร์ระหว่างกลุ่มที่ 1 มุมองศาข้อเข่าช่วง 130°-145°, กลุ่มที่ 2 มุมองศาข้อเข่าช่วง 146°-160°, และกลุ่มที่ 3 มุมองศาข้อเข่าช่วง 161°-180°

ตัวแปรทางชีวกลศาสตร์		กลุ่มที่ 1 130°-145° (n=14)	กลุ่มที่ 2 146°-160° (n=13)	กลุ่มที่ 3 161°-180° (n=13)	p - value
การประเมินความยาว กล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง (°)	mean $\pm$ SD	140.36 $\pm$ 4.99 ^{a,b}	152.69 $\pm$ 3.88 ^a	172.31 $\pm$ 6.33	<0.001
	95% CI (lower - upper)	137.48 - 143.24	150.35 - 155.04	168.48 - 176.13	
อัตราส่วนความแข็งแรง ระหว่างกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลังต่อกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า (%)	mean $\pm$ SD	48.23 $\pm$ 11.94	51.86 $\pm$ 7.76	48.89 $\pm$ 7.07	0.566
	95% CI (lower - upper)	41.34 - 55.12	47.17 - 56.55	44.62 - 53.16	
ค่าเฉลี่ยของความแข็งแรง สูงสุดที่ความเร็วเชิงมุม 60° ต่อวินาทีของการงอเข่า (นิวตันเมตร)	mean $\pm$ SD	45.60 $\pm$ 11.94	54.52 $\pm$ 7.76	45.04 $\pm$ 7.07	0.166
	95% CI (lower - upper)	37.60 - 53.60	46.88 - 62.17	35.70 - 54.38	
ค่าเฉลี่ยของความแข็งแรง สูงสุดที่ความเร็วเชิงมุม 60° ต่อวินาทีของการเหยียดเข่า (นิวตันเมตร)	mean $\pm$ SD	92.79 $\pm$ 24.81	102.90 $\pm$ 22.56	93.18 $\pm$ 34.62	0.575
	95% CI (lower - upper)	78.46 - 107.11	89.27 - 116.53	72.26 - 114.10	
ความแข็งแรงสูงสุดที่ความเร็ว เชิงมุม 60° ต่อวินาทีของการ งอเข่า (นิวตันเมตร)	mean $\pm$ SD	48.94 $\pm$ 11.86	57.25 $\pm$ 13.15	47.36 $\pm$ 15.10	0.142
	95% CI (lower - upper)	42.09 - 55.79	49.30 - 65.20	38.24 - 56.48	
ความแข็งแรงสูงสุดที่ความเร็ว เชิงมุม 60° ต่อวินาทีของการ เหยียดเข่า (นิวตันเมตร)	mean $\pm$ SD	103.90 $\pm$ 22.35	111.22 $\pm$ 24.64	99.67 $\pm$ 35.14	0.568
	95% CI (lower - upper)	90.99 - 116.81	96.32 - 126.11	78.43 - 120.90	

ความแข็งแรงสูงสุดต่อน้ำหนัก ตัวที่ความเร็วเชิงมุม 60° ต่อ วินาทีของการงอเข้า (นิวตันเมตร/กิโลกรัม)	mean $\pm$ SD	51.41 $\pm$ 23.49 ^a	53.34 $\pm$ 11.90 ^a	33.74 $\pm$ 7.97	0.006
	95% CI (lower - upper)	37.84 - 64.97	46.14 - 60.53	28.92 - 38.55	
ความแข็งแรงสูงสุดต่อน้ำหนัก ตัวที่ความเร็วเชิงมุม 60° ต่อ วินาทีของการเหยียดเข้า (นิวตันเมตร/กิโลกรัม)	mean $\pm$ SD	109.09 $\pm$ 46.83 ^a	109.00 $\pm$ 25.83 ^a	70.99 $\pm$ 20.08	0.007
	95% CI (lower - upper)	82.04 - 136.13	93.39 - 124.61	58.86 - 83.13	

แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ $p < 0.05$

^a แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับกลุ่มที่ 3

^b แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับกลุ่มที่ 2

ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างกลุ่มของตัวแปรทางชีวกลศาสตร์ ได้แก่ ค่าอัตราส่วนความแข็งแรงระหว่างกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลังต่อกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า, ค่าเฉลี่ยของความแข็งแรงสูงสุดที่ความเร็วเชิงมุม 60° ต่อวินาทีของการงอเข้าและเหยียดเข้า, และค่าความแข็งแรงสูงสุดที่ความเร็วเชิงมุม 60° ต่อวินาทีของการงอเข้าและเหยียดเข้า แต่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างกลุ่มของค่าตัวแปรทางชีวกลศาสตร์ ได้แก่ ค่าการประเมินความยาวกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง (hamstrings muscle length evaluation) และค่าความแข็งแรงสูงสุดต่อน้ำหนักตัวที่ความเร็วเชิงมุม 60° ต่อวินาทีของการงอเข้าและเหยียดเข้า และนำข้อมูลตัวแปรที่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติมาวิเคราะห์ความต่างระหว่างคู่ ดังนี้ ค่าการประเมินความยาวกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลังพบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างกลุ่มที่ 1 และ 2, กลุ่มที่ 1 และ 3, กลุ่มที่ 2 และ 1, และกลุ่มที่ 2 และ 3 ค่าความแข็งแรงสูงสุดต่อน้ำหนักตัวที่ความเร็วเชิงมุม 60° ต่อวินาทีของการงอเข้า พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างกลุ่มที่ 1 และ 3 และกลุ่มที่ 2 และ 3 และค่าความแข็งแรงสูงสุดต่อน้ำหนักตัวที่ความเร็วเชิงมุม 60° ต่อวินาทีของการเหยียดเข้า พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างกลุ่มที่ 1 และ 3 และกลุ่มที่ 2 และ 3

ตารางที่ 3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความยาวกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลังและตัวแปรทางชีวกลศาสตร์ระหว่างกลุ่มที่ 1 มุมองศาข้อเข่าช่วง 130° - 145°, กลุ่มที่ 2 มุมองศาข้อเข่าช่วง 146° - 160°, และกลุ่มที่ 3 มุมองศาข้อเข่าช่วง 161° - 180°

	กลุ่มที่ 1 130° - 145° (n=14)		กลุ่มที่ 2 146° - 160° (n=13)		กลุ่มที่ 3 161° - 180° (n=13)	
	r	p - value	r	p - value	r	p - value
การประเมินความยาวกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลังและอัตราส่วนความแข็งแรงระหว่างกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลังต่อกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า 60°	0.45	0.107	- 0.29	0.340	0.54	0.058
การประเมินความยาวกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลังและค่าเฉลี่ยของความแข็งแรงสูงสุดที่ความเร็วเชิงมุม 60° ต่อวินาทีของการงอเข่า	0.09	0.762	- 0.32	0.295	- 0.58	0.039
การประเมินความยาวกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลังและค่าเฉลี่ยของความแข็งแรงสูงสุดที่ความเร็วเชิงมุม 60° ต่อวินาทีของการเหยียดเข่า	- 0.09	0.757	- 0.23	0.450	- 0.70	0.007
การประเมินความยาวกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลังและความแข็งแรงสูงสุดที่ความเร็วเชิงมุม 60° ต่อวินาทีของการงอเข่า	0.14	0.630	- 0.36	0.223	- 0.56	0.048
การประเมินความยาวกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลังและความแข็งแรงสูงสุดที่ความเร็วเชิงมุม 60° ต่อวินาทีของการเหยียดเข่า	- 0.26	0.379	- 0.25	0.420	- 0.68	0.011
การประเมินความยาวกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลังและความแข็งแรงสูงสุดต่อน้ำหนักตัวที่ความเร็วเชิงมุม 60° ต่อวินาทีของการงอเข่า	0.11	0.702	0.04	0.899	- 0.70	0.008
การประเมินความยาวกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลังและความแข็งแรงสูงสุดต่อน้ำหนักตัวที่ความเร็วเชิงมุม 60° ต่อวินาทีของการเหยียดเข่า	- 0.08	0.779	0.32	0.288	- 0.80	0.001

แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ $p < 0.05$

$r = 0.50 - 0.70$ แสดงถึงความสัมพันธ์ระดับปานกลาง (moderate correlation)

$r = 0.70 - 0.90$ แสดงถึงความสัมพันธ์สูง (high correlation)

ไม่พบความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างค่าการประเมินความยาวกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลังและค่าอัตราส่วนความแข็งแรงระหว่างกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลังต่อกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า 60° ในทั้งสามกลุ่ม และไม่พบ

ความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของตัวแปรทางชีวกลศาสตร์ระหว่างค่าการประเมินความยาวกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลังและค่าเฉลี่ยความแข็งแรงสูงสุดที่ความเร็วเชิงมุม 60° ต่อวินาทีของการงอเข่าและเหยียดเข่า, ค่าความแข็งแรงสูงสุดที่ความเร็วเชิงมุม 60° ต่อวินาทีของการงอเข่าและเหยียดเข่า, และค่าความแข็งแรงสูงสุดต่อน้ำหนักตัวที่ความเร็วเชิงมุม 60° ต่อวินาทีของการงอเข่าและเหยียดเข่าในกลุ่มที่ 1 และ 2

พบความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของตัวแปรทางชีวกลศาสตร์ระหว่างค่าการประเมินความยาวกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลังและค่าเฉลี่ยความแข็งแรงสูงสุดที่ความเร็วเชิงมุม 60° ต่อวินาทีของการงอเข่าและเหยียดเข่า, ค่าความแข็งแรงสูงสุดที่ความเร็วเชิงมุม 60° ต่อวินาทีของการงอเข่าและเหยียดเข่า, และค่าความแข็งแรงสูงสุดต่อน้ำหนักตัวที่ความเร็วเชิงมุม 60° ต่อวินาทีของการงอเข่าและเหยียดเข่าในกลุ่มที่ 3 โดยพบความสัมพันธ์เชิงผกผันระดับปานกลางระหว่างค่าการประเมินความยาวกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลังและค่าเฉลี่ยความแข็งแรงสูงสุดที่ความเร็วเชิงมุม 60° ต่อวินาทีของการงอเข่า, ค่าความแข็งแรงสูงสุดที่ความเร็วเชิงมุม 60° ต่อวินาทีของการงอเข่าและเหยียดเข่า, และค่าความแข็งแรงสูงสุดต่อน้ำหนักตัวที่ความเร็วเชิงมุม 60° ต่อวินาทีของการงอเข่า และพบความสัมพันธ์เชิงผกผันระดับสูงระหว่างค่าการประเมินความยาวกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง ค่าเฉลี่ยความแข็งแรงสูงสุดที่ความเร็วเชิงมุม 60° ต่อวินาทีของการงอเข่า และค่าความแข็งแรงสูงสุดต่อน้ำหนักตัวที่ความเร็วเชิงมุม 60° ต่อวินาทีของการเหยียดเข่า

อภิปรายผล

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของความยาวกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลังต่อสมรรถนะการทำงานของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้าและกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลังกลุ่มนักวิ่งเพื่อสุขภาพที่มีความยาวกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลังแตกต่างกันโดยการศึกษาได้ทำการศึกษาความยาวกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลังของนักวิ่งที่ต่างกัน 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่ 1 มุมองศาข้อเข่าช่วง 130° - 145° กลุ่มที่ 2 มุมองศาข้อเข่าช่วง 146° - 160° และกลุ่มที่ 3 มุมองศาข้อเข่าช่วง 161° - 180°

จากการศึกษาเปรียบเทียบตัวแปรทางชีวกลศาสตร์ระหว่างกลุ่ม พบว่าค่าเฉลี่ยตัวแปรทางชีวกลศาสตร์ทุกตัวแปรในกลุ่มที่ 2 มีความมากกว่ากลุ่มที่ 1 และ 3 (ตารางที่ 2) อย่างไรก็ตาม ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติพบในการเปรียบเทียบค่าตัวแปรความแข็งแรงสูงสุดต่อน้ำหนักตัวที่ความเร็วเชิงมุม 60° ต่อวินาทีของการงอเข่าและเหยียดเข่าระหว่างกลุ่มที่ 1 และ 3 และระหว่างกลุ่มที่ 2 และ 3 เท่านั้น เนื่องจากค่าตัวแปรความแข็งแรงสูงสุดต่อน้ำหนักตัวนั้นเป็นการบอกข้อมูลความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเป็นค่าตัวแปรที่หารน้ำหนักตัวเรียบร้อยแล้ว จึงเป็นการบอกข้อมูลเฉพาะรายบุคคลที่สามารถเปรียบเทียบความแตกต่างในรายบุคคลได้เฉพาะเจาะจงมากกว่า เป็นที่น่าสังเกตว่า ทุกตัวแปรทางชีวกลศาสตร์ในกลุ่มที่ 2 มีค่ามากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ 1 และ 3 จะเห็นได้จากผลการศึกษาค้างนี้ในตารางที่ 2 เมื่อมุมองศาเหยียดข้อเข่ามากขึ้นกว่า 160° จะทำให้สมรรถภาพของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้าและกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลังลดลง โดยดูได้จากค่าตัวแปรความแข็งแรงสูงสุดต่อน้ำหนักตัวที่ความเร็วเชิงมุม 60° ต่อวินาทีของการงอเข่าและเหยียดเข่า ซึ่งในกลุ่มที่ 3 ลดลงมากกว่ากลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 อย่างเห็นได้ชัดและมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งสอดคล้องกับความสัมพันธ์ระหว่างความยาวและแรงดึง ที่กล่าวถึงความยาวกล้ามเนื้อที่เหมาะสมจะทำให้เกิดความแข็งแรงที่ดีที่สุดของกล้ามเนื้อ และอาจเป็นไปได้ว่าความยาวกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลังที่เหมาะสมในกลุ่มนักวิ่งเพื่อสุขภาพ เมื่อตรวจประเมินด้วย passive knee extension ควรมีมุมองศาที่สามารถยืดเหยียดเข่าอยู่ในช่วง 146° - 160° ซึ่ง

จากการศึกษาครั้งนี้แสดงให้เห็นว่ามุมมองศาเหยียดเข่าในช่วงนี้ ทำให้เกิดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อรอบข้อเข่าที่ดีที่สุด และอาจส่งเสริมต่อประสิทธิภาพการใช้งานขณะวิ่งหรืออาจป้องกันการบาดเจ็บได้

การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความยาวของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลังด้วยการตรวจ passive knee extension และตัวแปรทางชีวกลศาสตร์จากการประเมินความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้าและต้นขาด้านหลังด้วยเครื่องไอโซโคเนติกในกลุ่มที่ 3 พบมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในทุกตัวแปร ยกเว้นอัตราส่วนความแข็งแรงระหว่างกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลังต่อกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า แต่ไม่พบในกลุ่มที่ 1 และ 2 ในทุกตัวแปร (ตารางที่ 3) เป็นที่น่าสนใจในกลุ่มที่ 3 ซึ่งเป็นกลุ่มที่มีความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลังมากที่สุด โดยความยาวของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลังมีความสัมพันธ์เชิงผกผันระดับสูงกับตัวแปรค่าเฉลี่ยความแข็งแรงสูงสุดที่ความเร็วเชิงมุม 60° ต่อวินาทีของการเหยียดเข่า , ค่าความแข็งแรงสูงสุดต่อน้ำหนักตัวที่ความเร็วเชิงมุม 60° ต่อวินาทีของการงอเข่าและเหยียดเข่า อีกทั้งความยาวของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง มีความสัมพันธ์เชิงผกผันระดับปานกลางกับตัวแปรค่าเฉลี่ยความแข็งแรงสูงสุดที่ความเร็วเชิงมุม 60° ต่อวินาทีของการงอเข่า และค่าความแข็งแรงสูงสุดที่ความเร็วเชิงมุม 60° ต่อวินาทีของการงอเข่าและเหยียดเข่า การศึกษาวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่า ในกลุ่มนักวิ่งเพื่อสุขภาพที่มีมุมมองศาเหยียดเข่าด้วยการตรวจ passive knee extension มากกว่า 160° จะมีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้าและกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลังลดลง และจากการศึกษาของ Deshmukh และคณะทำการศึกษาประเมินความยาวกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง ว่ามุมมองศาเหยียดข้อเข่าที่ปกติควรมีมากกว่า 160° ถ้าการตรวจได้น้อยกว่า 160° หมายถึงมีความตึงตัวของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง¹⁸ ซึ่งจากผลการศึกษาวิจัยครั้งนี้เมื่อเทียบกับการศึกษาของ Deshmukh และคณะ แสดงให้เห็นว่า ณ มุมองศาเหยียดข้อเข่าของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลังที่ปกติ จะทำให้ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้าและกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลังลดลง โดยอาจเป็นผลของระบบประสาท (neural effect) อ้างอิงจากการศึกษาของ Avela และคณะ ในปี พ.ศ. 2547 ที่ทำการวัดค่าการตรวจคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (EMG) ของกล้ามเนื้อขณะหดตัวสูงสุดหลังจากการยืดเหยียดกล้ามเนื้อพบว่า เมื่อมีการยืดเหยียดกล้ามเนื้อออกมากขึ้น ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อจะลดลงจากผลของระบบประสาท²⁴

การศึกษานี้แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างความยาวของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลังต่อความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้าและกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลังผ่านตัวแปรทางชีวกลศาสตร์ จากผลการศึกษาพบว่า กลุ่มที่ 3 ซึ่งมีมุมมองศาข้อเข่าขณะยืดเหยียดกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลังที่ $161^\circ - 180^\circ$ มีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้าและกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลังลดลง เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ 1 และ 2 ในทางกายภาพบำบัดทางคลินิกหรือสหวิชาชีพที่ดูแลนักวิ่ง สามารถนำผลการศึกษาครั้งนี้ ไปประยุกต์ใช้ในโปรแกรมการยืดเหยียดกล้ามเนื้อเพื่อรักษาช่วงการเคลื่อนไหวความยืดหยุ่นกล้ามเนื้อ หรือเพื่อการอบอุ่นร่างกายก่อนการเล่นกีฬาได้ โดยเป้าหมายความยืดหยุ่นกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลังเมื่อตรวจประเมินด้วย passive knee extension ควรมีองศาเหยียดเข่าประมาณ $146^\circ - 160^\circ$ ซึ่งอาจเป็นปัจจัยช่วยให้การทำงานของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้าและกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลังที่เหมาะสมและอาจเป็นส่วนหนึ่งของการส่งเสริมประสิทธิภาพของการวิ่งและการเล่นกีฬาอีกด้วย

สรุปผล

การศึกษานี้พบว่า มุมองศาข้อเข่าขณะยืดเหยียดกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลังที่ 161° - 180° ในกลุ่มที่ 3 ซึ่งเป็นองศาที่ใช้แสดงถึงความยาวปกติของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลังนั้น¹⁸ มีความสัมพันธ์เชิงผกผันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติต่อความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้าและกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลังและมีค่าเฉลี่ยสมรรถนะการทำงานของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้าและกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลังน้อยกว่ากลุ่มที่ 2 อีกด้วย ดังนั้น เมื่อต้องการยืดเหยียดกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลังไม่ควรยืดเหยียดกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลังที่มุมองศาเขี่ยดเข้ามากเกินกว่า 160° เพราะอาจจะส่งผลต่อสมรรถนะของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้าและกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลังในกรณีที่นักวิ่งมีความบกพร่องเรื่องความยืดหยุ่นกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลังควรตั้งเป้าหมายความยืดหยุ่นกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลังเมื่อตรวจประเมินด้วย passive knee extension ที่องศาเขี่ยดเข้าประมาณ 146° - 160° ซึ่งอาจเป็นปัจจัยช่วยให้มีการทำงานของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้าและกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลังเหมาะสมและอาจเป็นส่วนหนึ่งของการส่งเสริมประสิทธิภาพของการวิ่งและการเล่นกีฬาอีกด้วย

เอกสารอ้างอิง

1. Tschoop M, Brunner F. [Diseases and overuse injuries of the lower extremities in long distance runners]. Z Rheumatol. 2017;76(5):443-50.
2. Rakpuang S. Marathon in Thailand: Social network and challenges in 21st century. RPJ. 2019;37(1):9-11. (in Thai)
3. Fields KB, Sykes JC, Walker KM, et al. Prevention of running injuries. Curr Sports Med Rep. 2010;9(3):176-82.
4. Arnold MJ, Moody AL. Common Running Injuries: Evaluation and Management. Am Fam Physician. 2018;97(8):510-6.
5. Messier SP, Legault C, Schoenlank CR, et al. Risk factors and mechanisms of knee injury in runners. Med Sci Sports Exerc. 2008;40(11):1873-9.
6. Baur H, Hirschmüller A, Müller S, et al. Is EMG of the lower leg dependent on weekly running mileage? Int J Sports Med. 2012;33(1):53-7.
7. Mellinger S, Neurohr GA. Evidence based treatment options for common knee injuries in runners. Ann Transl Med. 2019;7(Suppl 7):S249.
8. Mongkonpattarasuk A, Sinsurin K, Warathanagassame P, et al. Lower extremity injuries and associated factors in marathon runners: A survey study in Bangkok marathon 2013. J Sports Sci Technol. 2018;18(2):73-80. (in Thai)
9. Neal BS, Lack SD, Lankhorst NE, et al. Risk factors for patellofemoral pain: a systematic review and meta analysis. Br J Sports Med. 2019;53(5):270-81.
10. Brughelli M, Cronin J. Altering the length-tension relationship with eccentric exercise : implications for performance and injury. Sports Med. 2007;37(9):807-26.
11. Behm DG, Chaouachi A. A review of the acute effects of static and dynamic stretching on performance. Eur J Appl Physiol. 2011;111(11):2633-51.

12. McHugh MP, Cosgrave CH. To stretch or not to stretch: the role of stretching in injury prevention and performance. *Scand J Med Sci Sports*. 2010;20(2):169-81.
13. Balle SS, Magnusson SP, McHugh MP. Effects of contract-relax vs static stretching on stretch-induced strength loss and length-tension relationship. *Scand J Med Sci Sports*. 2015;25(6):764-9.
14. Small K, Mc Naughton L, Matthews M. A systematic review into the efficacy of static stretching as part of a warm-up for the prevention of exercise-related injury. *Res Sports Med*. 2008;16(3):213-31.
15. Hott A, Brox JI, Pripp AH, et al. Effectiveness of Isolated Hip Exercise, Knee Exercise, or Free Physical Activity for Patellofemoral Pain: A Randomized Controlled Trial. *Am J Sports Med*. 2019;47(6):1312-22.
16. DeVita P, Aaboe J, Bartholdy C, et al. Quadriceps-strengthening exercise and quadriceps and knee biomechanics during walking in knee osteoarthritis: A two-centre randomized controlled trial. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*. 2018;59:199-206.
17. Segal NA, Nevitt MC, Welborn RD, et al. The association between antagonist hamstring coactivation and episodes of knee joint shifting and buckling. *Osteoarthritis Cartilage*. 2015;23(7):1112-21.
18. Deshmukh A, Sadhoo S, Meshram S, et al. Comparison of 90-90 passive hamstring stretching technique plus knee to chest position with 90-90 passive hamstring stretching alone in normal healthy individuals of age 18 to 25 years. *PJMS*. 2020;8:107-12.
19. Malliaropoulos N, Papalexandris S, Papalada A, et al. The role of stretching in rehabilitation of hamstring injuries: 80 athletes follow-up. *Med Sci Sports Exerc*. 2004;36(5):756-9.
20. Reurink G, Goudswaard GJ, Oomen HG, et al. Reliability of the active and passive knee extension test in acute hamstring injuries. *Am J Sports Med*. 2013;41(8):1757-61.
21. Feiring DC, Ellenbecker TS, Derscheid GL. Test-retest reliability of the biodex isokinetic dynamometer. *J Orthop Sports Phys Ther*. 1990;11(7):298-300.
22. Lund H, Søndergaard K, Zachariassen T, et al. Learning effect of isokinetic measurements in healthy subjects, and reliability and comparability of Biodex and Lido dynamometers. *Clin Physiol Funct Imaging*. 2005;25(2):75-82.
23. Mukaka MM. Statistics corner: A guide to appropriate use of correlation coefficient in medical research. *Malawi Med J*. 2012;24(3):69-71.
24. Avela J, Finni T, Liikavainio T, et al. Neural and mechanical responses of the triceps surae muscle group after 1 h of repeated fast passive stretches. *J Appl Physiol (1985)*. 2004;96(6):2325-32.