ผลที่เริ่มอย่างรวดเร็วและรุนแรงของการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบอยู่กับที่ แบบเคลื่อนที่ และแบบกระตุ้นระบบประสาท ที่มีต่อกำลังกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า

Acute Effects of Static, Dynamic and Neuromuscular Facilitation Stretching on Muscle Power of Quadriceps

ศิวะ ลียวัฒนานุพงศ์[1*], *อุดร รัตนภักดิ์*[2] *และ สุพิตร สมาหิโต*[1]

Siwa Leeyawattananupong[1*], *Udorm Ratanapakd*[2] *and Supitr Samahito*[1]

ABSTRACT

The purpose of this study were to compare the acute effects of static, dynamic and neuromuscular facilitation stretching's on muscle power of quadriceps. The participants were 37 freshmen of the Faculty of Sports Science at Kasetsart University, Kampaengsaen campus. The participant's quadriceps muscle power was measured under 4 conditions, non stretch and after static, dynamic and neuromuscular facilitation stretches by using Isokinetic Machine (Biodex System 3) at the speed of 120 degree angle per second. The data were analyzed by one way analysis of variance and the multiple comparison testing using the Tukey's method. All testing's used the .05 level of significance.

The results showed that means difference of static stretching, dynamic stretching and neuromuscular facilitation stretching were significantly different at .05 level. The power of quadriceps under dynamic stretch was the highest (156.28 watts), followed by that under neuromuscular facilitation stretch (153.30 watts) and the lowest power of quadriceps was that under static stretching (127.60 watts). However, there was no significant difference between the power of quadriceps under dynamic stretching and neuromuscular facilitation stretching.

Key words: muscle power, stretching, static stretching, dynamic stretching, neuromuscular facilitation stretching

[1*] คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน อ.กำแพงแสน จ.นครปฐม 73140

Faculty of Sports Science, Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus, Nakhon Pathom 73140, Thailand.

[2] คณะศึกษาศาสตร์และพัฒนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน อ.กำแพงแสน จ.นครปฐม 73140

Faculty of Education and Development Sciences, Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus, Nakhon Pathom 73140, Thailand.

[*]Corresponding author: Tel. 08-1206-1115, E-mail address: otajang_@hotmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลและเปรียบเทียบแตกต่างของผลระยะเฉียบพลันของการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบอยู่กับที่, การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนที่ และแบบการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบกระตุ้นระบบประสาทกล้ามเนื้อ ที่มีต่อกำลังของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า กลุ่มประชากรในการวิจัยครั้งนี้เป็นนิสิต ชายชั้นปีที่ 1 คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จำนวน 37 คน โดยทำการทดสอบค่ากำลังของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้าของประชากรทุกคน คนละ 4 ครั้ง คือ ขณะที่ไม่มีการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ และภายหลังการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบอยู่กับที่, การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนที่ และแบบการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบกระตุ้นระบบประสาทกล้ามเนื้อ ด้วยเครื่องไอโซคิเนติค ยี่ห้อไบโอเด็ก รุ่นที่ 3 ที่ระดับความเร็วเชิงมุม 120 องศาต่อวินาที จากนั้นทำการวิเคราะห์ข้อมูลของกำลังของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า โดยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวและเปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่โดยใช้วิธีของ Turkey กำหนดระดับความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผลการวิจัยพบว่า ภายหลังการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบอยู่กับที่, การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนที่ และแบบการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบกระตุ้นระบบประสาทกล้ามเนื้อ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนที่ มีค่าเฉลี่ยของกำลังกล้ามเนื้อของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้าสูงที่สุด (156.28 วัตต์) รองลงมาเป็นการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบกระตุ้นระบบประสาทกล้ามเนื้อ (153.30 วัตต์) และการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบอยู่กับที่ มีค่าเฉลี่ยการเพิ่มขึ้นน้อยที่สุด (127.60 วัตต์) แต่ไม่พบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติของค่ากำลังกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า ระหว่างการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนที่ และการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบกระตุ้นระบบประสาทกล้ามเนื้อ

คำสำคัญ: กำลังกล้ามเนื้อ การยืดเหยียดกล้ามเนื้อ การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบอยู่กับที่ การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนที่ การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบกระตุ้นระบบประสาทกล้ามเนื้อ

คำนำ

สมรรถภาพทางกายของนักกีฬาทุกคนนั้นเป็นสิ่งสำคัญในการออกกำลังกาย หรือเป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อแรงที่ร่างกายส่งผ่านออกมา ดังนั้นการเคลื่อนไหวที่ดีนั้น จะต้องมีสมรรถภาพที่ดีเพื่อที่จะต้องทำการควบคุมร่างกายอย่างมีประสิทธิภาพดังที่ เจริญ (2544) ได้กล่าวว่า ความสัมพันธ์ระหว่างความแข็งแรง ความเร็ว และความอดทนของกล้ามเนื้อ เป็นความสามารถทางด้านร่างกายที่สำคัญของผู้เล่นที่จะนำไปสู่ความสำเร็จในการเล่นหรือการแข่งขันกีฬา และความสามารถในการเคลื่อนไหวของร่างกายที่นำไปใช้และสามารถแสดงออกทางการกีฬาที่ทำให้นักกีฬามีความโดดเด่นอย่างเห็นได้ชัด ดังนั้นก่อนการออกกำลังกายหรือก่อนการแข่งขันจึงจำเป็นจะต้องมีการอบอุ่นร่างกาย และมีการยืดเหยียดกล้ามเนื้อที่ถูกต้องและเหมาะสมกับการออกกำลังกายในกีฬาแต่ละประเภท ในส่วนของการยืดเหยียดกล้ามเนื้อจะสามารถแบ่งออกได้เป็น 4 วิธี คือ การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบอยู่กับที่ (static stretching), การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนที่ (dynamic stretching), การยืดเหยียดกล้ามเนื้อโดยใช้ผู้ช่วย (passive stretching) และการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบกระตุ้นระบบประสาทกล้ามเนื้อ (proprioceptive neuromuscular facilitation) ดังที่ Michael (1998), Robert (1993)

และ Alter (1998) ได้กล่าวไว้ว่า การเลือกใช้เทคนิคในการยืดเหยียดกล้ามเนื้อนั้นขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการนำไปใช้ เนื่องจากการยืดเหยียดกล้ามเนื้อจัดได้ว่าเป็นการกระตุ้นการทำงานของกล้ามเนื้อเพื่อเป็นการเตรียมความพร้อมก่อนการทำกิจกรรมหลัก ดังนั้นการยืดเหยียดกล้ามเนื้อจึงมีความสำคัญในการกระตุ้นระบบประสาทกล้ามเนื้อก่อนการทำกิจกรรมหลัก ดังที่ Manoel *et al.* (2008) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับผลของการยืดเหยียดในระยะเฉียบพลันแบบอยู่กับที่ แบบเคลื่อนที่ และแบบกระตุ้นระบบประสาทกล้ามเนื้อ ที่มีผลต่อกำลังกล้ามเนื้อในผู้หญิง เพื่อต้องการทราบความแตกต่างกันของการยืดเหยียดกล้ามเนื้อทั้ง 3 แบบ ว่าการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบไหนที่ส่งผลให้มีกำลังของกล้ามเนื้อมากที่สุด ที่ความเร็วเชิงมุม 60 และ 180 องศาต่อวินาที พบว่าการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนที่ในระยะเฉียบพลันส่งผลต่อกำลังกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น 8.9% ที่ความเร็วเชิงมุม 60 องศาต่อวินาที และ 6.3% ที่ความเร็วเชิงมุม 180 องศาต่อวินาที และไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ระหว่างการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบอยู่กับที่ กับการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบกระตุ้นระบบประสาทกล้ามเนื้อ แต่มีแนวโน้มว่าการยืดเหยียดแบบกระตุ้นระบบประสาทกล้ามเนื้อส่งผลต่อค่ากำลังกล้ามเนื้อมากกว่าแบบการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบอยู่กับที่

วิธีการดำเนินการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนิสิตคณะวิทยาศาสตร์การกีฬา เพศชาย ระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จำนวน 37 คน และสถานที่ในการทำการวิจัยครั้งนี้ คือ คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน เครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบกำลังของกล้ามเนื้อด้วยเครื่องไอโซคิเนติค (isokinetic) ยี่ห้อ ไบโอเด็ก (biodex) รุ่นที่ 3 โดยประชากรจะต้องทำการทดสอบค่ากำลังของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้ารวมทั้งหมด 4 ครั้ง คือ ขณะที่ไม่มีการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ หลังจากการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบอยู่กับที่ หลังจากการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนที่ และหลังจากการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบกระตุ้นระบบประสาทกล้ามเนื้อ โดยก่อนทำการยืดเหยียดกล้ามเนื้อนั้นประชากรจะต้องทำการอบอุ่นร่างกายด้วยการปั่นจักรยาน (cycle ergo meter) เป็นเวลา 3 นาที โดยนับจากอัตราการเต้นของหัวใจอยู่ระหว่าง 120 – 130 ครั้งต่อนาที หลังจากนั้นประชากรจะต้องเข้าสู่โปรแกรมการยืดเหยียดกล้ามเนื้อทั้ง 3 วิธี แต่ละวิธีจะต้องทำการยืดเหยียดกล้ามเนื้อทั้งหมด 4 มัดกล้ามเนื้อ ซึ่งประกอบด้วย gastrocnemius muscle, sartorius muscle, hamstring muscle และ quadriceps muscle โดยแต่ละมัดกล้ามเนื้อทำการยืดเหยียดเป็นจำนวน 3 ครั้งๆ ละ 15 วินาที และการพักระหว่างครั้งเป็นเวลา 15 วินาที และเมื่อประชากรทำการยืดเหยียดกล้ามเนื้อเสร็จสิ้นแล้วนั้นให้ประชากรทำการพักเป็นเวลา 5 นาที ก่อนจะเข้ารับการทดสอบค่ากำลังของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า โดยตั้งค่าช่วงการเคลื่อนไหวที่ระดับความเร็วเชิงมุม 120 องศาต่อวินาที จำนวน 3 ครั้ง ส่วนขณะที่ไม่มีการยืดเหยียดกล้ามเนื้อนั้นเมื่อประชากรทำการอบอุ่นร่างกายโดยการปั่นจักรยาน (cycle ergo meter) เสร็จสิ้นแล้วให้ประชากรทำการพักเป็นเวลา 5 นาที ก่อนจะเข้ารับการทดสอบค่ากำลังของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า โดยตั้งค่าช่วงการเคลื่อนไหวที่ระดับความเร็วเชิงมุม 120 องศาต่อวินาที จำนวน 3 ครั้ง เหมือนกับการทดสอบค่ากำลังของการยืดเหยียดกล้ามเนื้อทั้ง 3 วิธี ที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น จากนั้นให้หยุดพัก 2 วัน แล้วกลับมาทำการทดสอบค่ากำลังของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้าอีกครั้ง

การวิเคราะห์ข้อมูล

1.คำนวณหาค่าเฉลี่ย (mean) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation) ของค่ากำลังของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า

2.การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (one way analysis of variance) ของค่ากำลังของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้าภายหลังการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบอยู่กับที่,การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนที่และแบบการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบกระตุ้นระบบประสาทกล้ามเนื้อ

3.ภายหลังการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (one way analysis of variance) หากพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จะทำการเปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่ ด้วยวิธีของ Tukey

4.ทดสอบความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผลการวิจัย

1.ค่าเฉลี่ยและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกำลังกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้าที่ความเร็วเชิงมุม 120 องศาต่อวินาที ของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้าขณะที่ไม่มีการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ และภายหลังการยืดเหยียดกล้ามเนื้อทั้ง 3 วิธี พบว่าการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนที่มีค่ามากที่สุด รองลงมาเป็นการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบกระตุ้นระบบประสาทกล้ามเนื้อ, การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบอยู่กับที่ และขณะที่ไม่มีการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ มีค่ากำลังของกล้ามเนื้อด้านหน้าน้อยที่สุด มีค่าเท่ากับ 156.28 ± 33.10 วัตต์, 153.30 ± 41.46 วัตต์, 127.60 ± 34.26 วัตต์ และ 112.02 ± 27.63 วัตต์ ตามลำดับ ดังแสดงใน Table 1

Table 1 Mean and S.D. of power of quadriceps muscle under non stretching and after three stretching.

Methods	Power (Watts)
Non Stretching	112.02 ± 27.63
Static Stretching	127.60 ± 34.26
Dynamic Stretching	156.28 ± 33.10
PNF Contract-Relax	153.30 ± 41.46

Note: Data as mean ± standard deviation

2.ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวของค่าเฉลี่ยกำลังที่ความเร็วเชิงมุม 120 องศาต่อวินาทีของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้าขณะที่ไม่มีการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ และภายหลังการยืดเหยียดกล้ามเนื้อทั้ง 3 วิธี พบว่าการทดสอบกำลังของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้าที่ความเร็วเชิงมุม 120 องศาต่อวินาที เป็นการวัดค่ากำลังของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้าของประชากร พบว่า ค่ากำลังของกล้ามเนื้อขณะที่ไม่มีการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ และภายหลังการยืดเหยียดกล้ามเนื้อทั้ง 3 วิธี มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่า การยืดเหยียดกล้ามเนื้อวิธีการใดวิธีการหนึ่ง ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงกำลังของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้าแตกต่างจากวิธีการอื่นๆ (Table 2)

Table 2 One-way analysis of variance of the average angular velocity which is maximum at 120 °/s of quadriceps muscle under non stretching, and after three stretching.

variance	SS	df	MS	F	p
Between Group	49927.64	3	16642.55	14.00	.000*
Within Groups	171106.30	144	1188.23		
Total	221033.90	147			

*p < .05

3.ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวของค่าเฉลี่ยของกำลังของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งภายหลังวิเคราะห์ความแตกต่างเป็นรายคู่ โดยวิธีของ Tukey พบว่าค่าเฉลี่ยของกำลังกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้าขณะที่ไม่มีการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแตกต่างจากค่าเฉลี่ยของกำลังของกล้ามเนื้อของการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนที่ และการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบกระตุ้นระบบประสาทกล้ามเนื้อ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยมีแนวโน้มว่า การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนที่มีการเพิ่มขึ้นของกำลังของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้ามากที่สุด ส่วนระหว่างขณะที่ไม่มีการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ และการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบกระตุ้นระบบประสาทกล้ามเนื้อ พบว่าการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบกระตุ้นระบบประสาทกล้ามเนื้อ มีแนวโน้มการเพิ่มขึ้นของค่ากำลังของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้ามากกว่า ขณะที่ไม่มีการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนค่าเฉลี่ยของกำลังของกล้ามเนื้อโดยมีการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบอยู่กับที่ แตกต่างจากค่าเฉลี่ยของกำลังของการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนที่ และการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบกระตุ้นระบบประสาทกล้ามเนื้ออย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยมีแนวโน้มว่าการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนที่มีการเพิ่มขึ้นของกำลังกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้ามากที่สุด ส่วนระหว่างการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบอยู่กับที่ และการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบกระตุ้นระบบประสาทกล้ามเนื้อ พบว่าการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบกระตุ้นระบบประสาทกล้ามเนื้อ มีแนวโน้มการเพิ่มขึ้นของค่ากำลังกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้ามากกว่า การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบอยู่กับที่ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่ระหว่างการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนที่ กับการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบกระตุ้นระบบประสาทกล้ามเนื้อ นั้นพบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่มีแนวโน้มว่า การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนที่ส่งผลต่อค่ากำลังกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้ามากกว่าการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบกระตุ้นระบบประสาทกล้ามเนื้อ (Table 3)

Table 3 Comparison methods of different possible pairs of the maximum power in average angular velocity maximum 120 degree/s of quadriceps muscle under non stretching, and after three stretching.

(Unit: Watts)

Methods	mean	Non Stretching	Static Stretching	Dynamic Stretching	PNF Stretching
maximum power		112.02	127.60	156.28	153.30
Non Stretching	112.02		-15.58	-44.26*	-41.28*
Static Stretching	127.60			-28.68*	-25.70*
Dynamic Stretching	156.28				-2.98
PNF Stretching	153.30				

Note: * Difference is statistically significant at the 0.05 level.

สรุปและอภิปลายผล

จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวของค่าเฉลี่ยของค่ากำลังของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้าที่ความเร็วเชิงมุม 120 องศาต่อวินาที ขณะที่ไม่มีการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ และภายหลังการยืดเหยียดกล้ามเนื้อทั้ง 3 วิธี คือ การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบอยู่กับที่ การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนที่ และการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบกระตุ้นระบบประสาทกล้ามเนื้อ (Table 1) มีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ขณะที่ไม่มีการยืดเหยียดกล้ามเนื้อเท่ากับ 112.02±27.63 วัตต์ การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบอยู่กับที่เท่ากับ 127.60±34.10 วัตต์ การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนที่ เท่ากับ 156.28±33.10 วัตต์ และการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบกระตุ้นระบบประสาทกล้ามเนื้อ เท่ากับ 153.30±41.46 วัตต์ ตามลำดับ เมื่อทำการวิเคราะห์หาความแตกต่างของกำลังของกล้ามเนื้อขณะที่ไม่มีการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ และภายหลังการยืดเหยียดกล้ามเนื้อทั้ง 3 วิธี (Table 2) พบว่ามีความแตกต่างกันอย่ามีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ในการเปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม และทำการเปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่ โดยวิธีของ Tukey พบว่าค่าของกำลังกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้าขณะที่ไม่มีการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ กับการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบอยู่กับที่ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่มีแนวโน้มว่า การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบอยู่กับที่มีการเพิ่มขึ้นของกำลังกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า ส่วนค่าของกำลังกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้าขณะที่ไม่มีการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ แตกต่างจากค่าเฉลี่ยของกำลังกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้าของการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนที่ และการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบกระตุ้นระบบประสาทกล้ามเนื้อ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยมีแนวโน้มว่าการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนที่ มีการเพิ่มขึ้นของกำลังของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้ามากที่สุด ส่วนการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบกระตุ้นระบบประสาทกล้ามเนื้อ มีการเพิ่มขึ้นของกำลังของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้ารองลงมาจากการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนที่ ระหว่างการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบอยู่กับที่ กับการการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนที่ และการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบกระตุ้นระบบประสาทกล้ามเนื้อ มีความแตกต่างอย่างมี

นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยมีแนวโน้มว่า การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนที่ มีการเพิ่มขึ้นของกำลังกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้ามากที่สุด ส่วนการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบกระตุ้นระบบประสาทกล้ามเนื้อมีการเพิ่มขึ้นของกำลังกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้ารองลงมาจากการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนที่ และระหว่างการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนที่ กับการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบกระตุ้นระบบประสาทกล้ามเนื้อ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่มีแนวโน้มว่าการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนที่มีการเพิ่มขึ้นของค่ากำลังกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้ามากกว่าการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบกระตุ้นระบบประสาทกล้ามเนื้อ

จากผลการศึกษา พบว่า มีความสอดคล้องกับ Manoel *et al.* (2008) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับผลของการยืดเหยียดในระยะเฉียบพลันแบบอยู่กับที่ แบบเคลื่อนที่ และแบบกระตุ้นระบบประสาทกล้ามเนื้อ ที่มีผลต่อกำลังกล้ามเนื้อในผู้หญิง โดยมีวัตถุประสงค์คือต้องการทราบความแตกต่างกันของการยืดเหยียดกล้ามเนื้อทั้ง 3 แบบ ว่าการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบไหนที่ส่งผลให้มีกำลังของกล้ามเนื้อมากที่สุดที่ความเร็วเชิงมุม 60 และ 180 องศาต่อวินาที มากที่สุด พบว่าการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนที่ในระยะเฉียบพลันส่งผลต่อกำลังกล้ามเนื้อ เพิ่มขึ้น 8.9% ที่ความเร็วเชิงมุม 60 องศาต่อวินาที และ 6.3% ที่ความเร็วเชิงมุม 180 องศาต่อวินาที และไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ระหว่างการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบอยู่กับที่ กับการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบกระตุ้นระบบประสาทกล้ามเนื้อ แต่มีแนวโน้มว่าการยืดเหยียดแบบกระตุ้นระบบประสาทกล้ามเนื้อส่งผลต่อค่ากำลังกล้ามเนื้อมากกว่าแบบการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบอยู่กับที่

การเปลี่ยนแปลงของค่าแรงเชิงมุมที่ความเร็ว 120 องศาต่อวินาที ที่ส่งผลต่อค่ากำลังกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้าขณะที่ไม่มีการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ และภายหลังการยืดเหยียดกล้ามเนื้อทั้ง 3 วิธี พบว่า การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนที่ มีค่าความกำลังกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้ามากกว่าการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบกระตุ้นระบบประสาทกล้ามเนื้อ การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบอยู่กับที่ และขณะที่ไม่มีมีการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ ตามลำดับ ทั้งนี้อาจเป็นผลเนื่องมาจากการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนที่ และการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบกระตุ้นระบบประสาทกล้ามเนื้อ มีการกระตุ้นที่ตัวรับรู้ความรู้สึกจากกล้ามเนื้อและข้อต่อมากกว่ายืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบอยู่กับที่ ของกลุ่มกล้ามเนื้อที่ทำหน้าที่หลัก (agonist) ในการเคลื่อนไหวและกลุ่มกล้ามเนื้อที่ทำหน้าที่ตรงกันข้าม (antagonist) โดยการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนที่ และการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบกระตุ้นระบบประสาทกล้ามเนื้อนั้นเป็นการยืดเหยียดกล้ามเนื้อโดยที่มีการเคลื่อนไหวของกล้ามเนื้อตามสภาพจริงในการทดสอบ และยังมีการเปลี่ยนแปลงในความยาวของกล้ามเนื้ออย่างรวดเร็วทันทีทันใด จึงก่อให้เกิดการหดตัวของกล้ามเนื้ออย่างรุนแรง แต่การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบอยู่กับที่นั้นเป็นการยืดเหยียดกล้ามเนื้อเพื่อเพิ่มความยาวของกล้ามเนื้อ ซึ่งเป็นบริเวณที่มีตัวรับรู้ของระบบประสาทการรับรู้การยืดเหยียด (golgi tendon organ) ตั้งอยู่ ซึ่งจะมีการบันทึกการเปลี่ยนแปลงในความตึงและส่งสัญญาณไปยังระดับไขสันหลังซึ่งจะมีการตอบสนองข้อมูลดังกล่าว จากนั้นจะก่อให้เกิดปฏิกิริยาการยืดยาวออก จะเป็นการยับยั้งกล้ามเนื้อจากการหดตัวและเป็นผลให้กล้ามเนื้อมีการผ่อนคลาย (สนธยา, 2551) ซึ่งสอดคล้องกับผลงานของ ราตรี (2539) ได้กล่าวไว้ว่าการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบอยู่กับที่เป็นการทำให้เกิด stretch reflex เกิดแรงตึงตัวของกล้ามเนื้อไปกระตุ้นการทำงานของ golgi tendon ผ่านทางเส้นประสาท Ib (type A) ไปที่สมองส่วน cerebellum ส่งผลให้มีการยับยั้งการส่งกระแสประสาทกลับมาทางเส้นประสาท

Ib afferent ลดลง กล้ามเนื้อมัดที่มี golgi tendon นั้นจะมีการคลายตัว เช่นเดียวกับผลงานของ Bruce (1998) ที่กล่าวว่าการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบอยู่กับที่ทำให้กล้ามเนื้อคลายตัวและมีการลดการตึงตัวของกล้ามเนื้อ

ในขณะเดียวกันนั้นทางผู้วิจัยยังได้ทำการบันทึกค่าของมุมการเคลื่อนไหวของการทดสอบซึ่งเป็นปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลต่อค่ากำลังกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า ซึ่งการบันทึกค่าขณะที่ไม่มีทำการยืดเหยียดกล้ามเนื้อเท่ากับ 113.33 องศา การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบอยู่กับที่ เท่ากับ 123.00 องศา การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนที่ เท่ากับ 124.35 องศา และการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบกระตุ้นระบบประสาทกล้ามเนื้อเท่ากับ 125.47 องศา ซึ่งมุมองศาของการเคลื่อนไหวที่กล่าวมาข้างต้นอาจเป็นปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลต่อกำลังกล้ามต้นขาด้านหน้าได้ ซึ่งเป็นผลมาจากความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับความยาวของกล้ามเนื้อ ดังเช่นที่ สาลี่ (2541) ได้กล่าวว่า กล้ามเนื้อที่มีการเรียงตัวกันแบบขนานจะสามารถผลิตแรงดึงสูงสุดเมื่อความยาวของมัดกล้ามเนื้อมีการยืดออกไปเกินกว่าความยาวในสภาวะปกติเพียงเล็กน้อย เป็นเพราะองค์ประกอบของความยืดหยุ่น ซึ่งทำหน้าที่สะสมพลังงานแล้วปล่อยออกไปเหมือนสปริง ทำให้มีการช่วยเพิ่มแรงดึงที่กล้ามเนื้อผลิตขึ้น สอดคล้องกับผลงานของ Cornwell *et al.*(2001) กล่าวว่า การเปลี่ยนแปลงของการสร้างแรงในการหดตัวของกล้ามเนื้อ (force or torque production)อาจจะมีสาเหตุมาจากความสัมพันธ์ของความยาวและความตึงตัวของกล้ามเนื้อ (length–tension relationship) อย่างไรก็ตามขณะที่องค์ประกอบความยืดหยุ่น(series elastic component, SEC) และพลังงานความยืดหยุ่น (elastic energy) นั้นก็เป็นอีกเหตุผลหนึ่งที่สำคัญในการอธิบายถึงเปลี่ยนแปลงค่าแรงเชิงมุมสูงสุดภายหลังการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนที่มากกว่า Alter (2004) ได้กล่าวเสริมไว้ว่า ลักษณะพิเศษของการยืดเหยียดแบบเคลื่อนที่นั้นมีผลขององค์ประกอบของความยืดหยุ่นกล้ามเนื้อ (SEC) เข้ามามีบทบาทเกี่ยวข้องมากกว่าการยืดเหยียดแบบกระตุ้นระบบประสาทกล้ามเนื้อ และแบบอยู่กับที่ ซึ่งมีผลต่อองค์ประกอบของความยืดหยุ่นกล้ามเนื้อ(SEC) มีส่วนสำคัญในการเคลื่อนไหวที่รวดเร็ว (fast movements) ดังนั้นประโยชน์ที่เกิดขึ้นกับผู้ที่นำไปฝึกหรือนักกีฬาก็คือ จะทำมีพลังงานยืดหยุ่นเก็บสะสมไว้ในกล้ามเนื้อและสามารถที่จะนำมาใช้เพื่อเพิ่มความสามารถสูงสุดในการทำงานของกล้ามเนื้อ ซึ่งมีความเห็นตรงกันกับพงษ์จันทร์ (2551) ได้กล่าวไว้ว่า ความยาวของซาร์โคเมียร์และความตึงตัวของกล้ามเนื้อจากการหดตัวของเส้นใยกล้ามเนื้อเป็นการทำงานของไมโอซินและแอกทินฟิลาเมนต์ในกล้ามเนื้อจะเพิ่มขึ้นตรงกันข้ามเมื่อมีการยืดเหยียดกล้ามเนื้อการซ้อนกันของซาร์โคเมียร์ในกล้ามเนื้อจะลดลง เพื่อยอมให้เส้นใยกล้ามเนื้อยืดยาวออกไป และหากการซ้อนกันของซาร์โคเมียร์มีระยะการยืดยาวออกในช่วงเหมาะสมหรือมีความยาวเท่ากับความยาวขณะพักกล้ามเนื้อ จะมีแรงหดตัวได้ดีที่สุด เพราะทุกครอสบริดจ์ในซาร์โคเมียร์จะมีการทำงานพร้อมกันกับแอกทินและไมโอซินจับกันได้พอดี

ข้อเสนอแนะ

1. ควรมีการศึกษาเปรียบเทียบในกลุ่มนักกีฬาที่เฉพาะเจาะจงในการใช้กำลังกล้ามเนื้อเป็นหลัก

2. ควรมีการศึกษาเปรียบเทียบในกลุ่มนักกีฬาเพศหญิง และเพศชายว่ามีผลต่อค่ากำลังของกล้ามเนื้อแตกต่างกันหรือไม่

3. ควรมีการศึกษาเปรียบเทียบผลระยะเฉียบพลันของการยืดเหยียดกล้ามเนื้อมีผลต่อความสัมพันธ์ระหว่างค่ากำลังของกล้ามเนื้อและค่าคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อสูงสุดว่ามีความแตกต่างกันหรือไม่

เอกสารอ้างอิง

เจริญ กระบวนรัตน์. 2544. การฝึกกล้ามเนื้อด้วยการยกน้ำหนัก. ใน การอบรมเชิงปฏิบัติการ.คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

พงษ์จันทร์ อยู่แพทย์.2551. สรีรวิทยาระบบกล้ามเนื้อ. พิมพ์ครั้งที่ 2. มหาวิทยาลัยรังสิต ,กรุงเทพฯ.

ราตรี สุดทรวง. 2539. ประสาทวิทยา. พิมพ์ครั้งที่ 3. สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

สนธยา สีละมาด. 2551. หลักการเป็นผู้ฝึกกีฬา สำหรับผู้ฝึกสอนกีฬา. พิมพ์ครั้งที่ 3. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

สาลี่ สุภาภรณ์. 2541. เอกสารประกอบคำสอนวิชากลศาสตร์ชีวภาพในการกีฬาและการออกกำลังกาย. ภาควิชาพลศึกษา คณะพลศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, กรุงเทพฯ.

Alter, M. J. 1998. Sport Stretch. (2ed.). Human Kinetic, Champaign, IL. Illinois.

_____. 2004. Science of Flexibility. 3rded. Kinetics, Illinoi.

Bruce. 1998. Training in Sport. John Wiley & Sons Ltd., Chichester.

Cornwell, A., A.G.Nelson, G.D. Heise , Sidaway, B., 2001. Acute Effects of Passive Muscle Stretching on Vertical Jump Performance. Journal of Human Movement Studies.

Michael, J. 1998. Sport Stretch. 2nd ed. Human Kinetic, Illinoi.

Manoel, ME., MO., Harris-Love, JV.Danoff. and TA. Miller. 2008. Acute effects of static, dynamic, and proprioceptive neuromuscular facilitation stretching on muscle power in women. Journal of Strength and Conditioning Research. 22(5):1528-1534.

Robert, E. 1993. Facilitated Stretching. Human Kinetic, Illinoi.

Received 7 April 2010

Accepted 23 May 2010