

นิพนธ์ต้นฉบับ (Original articles)

สรีรวิทยาการออกกำลังกายและกีฬา (Sports and Exercise Physiology)

THE ACUTE EFFECTS WARM UP WITH POST ACTIVATION POTENTIATION TECHNIQUE: ACUTE EFFECTS ON MUSCLE POWER, SPEED AND AGILITY

Songdet SINGCHOO¹, Niromlee MAKAJE¹ and Ratree REUNGTHAI¹

¹ Department of Sports and Health, Faculty of Sports Science, Kasetsart University. Kampeangsean Campus, Nakhonpathom. Thailand. 73140

ABSTRACT

The purposes of this research were to study the acute effects of warm up with different post activation potentiation (PAP) technique on muscle power, speed and agility. Fifteen male futsal players aged 19-21 yrs who were join The SS. Futsal champions cup 2015 participated in this research. All subjects were performed into three post activation potentiation warm up which included resistance, plyometric and complex technique. Muscle power, speed and agility were measured suddenly after PAP warm up in each technique. Data were analyzed by using mean, standard deviation and one-way ANOVA with repeated measure. Multiple comparisons were performed using the Tukey method. All test used the 0.05 level of significance

The results showed that muscle power, speed and agility after PAP warm up between resistance, plyometric and complex technique were no significant difference ($P>0.05$) However, muscle power, speed and agility after PAP warm up in each technique were better than before experimented condition ($P<0.05$). In conclusion, the PAP warm up which included resistance, plyometric and complex technique could improve muscle power, speed and agility.

(Journal of Sports Science and Technology 2015; 15(2); 111-122)

Key words: Post activation potentiation, muscle power, speed and agility.

นิพนธ์ต้นฉบับ (Original articles)

สรีรวิทยาการออกกำลังกายและกีฬา (Sports and Exercise Physiology)

การอบอุ่นร่างกายด้วยเทคนิคโฟสต์ แอคทีเวชั่น โฟเทนทีเอชั่น: ผลแบบเฉียบพลันที่มีต่อพลังของกล้ามเนื้อ ความเร็ว และความคล่องแคล่วว่องไว

ทรงเดช สิงห์ชู¹ นิรอมลี มะกาเจ¹ และราตรี เรืองไทย¹

¹ภาควิชาวิทยาศาสตร์การกีฬาและสุขภาพ คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน
จังหวัดนครปฐม 73140

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลแบบเฉียบพลันของการอบอุ่นร่างกายด้วยเทคนิคโฟสต์ แอคทีเวชั่น โฟเทนทีเอชั่น ในรูปแบบที่แตกต่างกัน ที่มีต่อพลังของกล้ามเนื้อ ความเร็ว และความคล่องแคล่วว่องไว กลุ่มตัวอย่างเป็น นักฟุตบอลชาย อายุระหว่าง 19-21 ปี ที่เข้าร่วมการแข่งขัน SS. Futsal Champions Cup 2015 จำนวน 15 คน โดยการสุ่มอย่างง่าย กลุ่มตัวอย่างทั้งหมดจะทำการอบอุ่นร่างกายโดยใช้เทคนิคโฟสต์ แอคทีเวชั่น โฟเทนทีเอชั่น (พีเอพี) ทั้งหมด 3 รูปแบบ คือ รูปแบบแรงต้าน รูปแบบพลัยโอเมตริก และรูปแบบคอมเพล็กซ์ ภายหลังจากสิ้นสุดการอบอุ่นร่างกายด้วยเทคนิคพีเอพีแต่ละรูปแบบ กลุ่มตัวอย่างจะทำการทดสอบพลังของกล้ามเนื้อ ความเร็วและความคล่องแคล่วว่องไวทันที นำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์ผลทางสถิติโดยใช้ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน วิเคราะห์ความแปรปรวนแบบวัดซ้ำมิติเดียว และเปรียบเทียบภายหลังการวิเคราะห์ความแปรปรวนโดยใช้สถิติ Turkey กำหนดความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ผลการวิจัย พบว่า พลังของกล้ามเนื้อ ความเร็ว และความคล่องแคล่วว่องไว ภายหลังจากการอบอุ่นร่างกายด้วยเทคนิคพีเอพี ทั้ง 3 รูปแบบไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 อย่างไรก็ดี เมื่อเปรียบเทียบกับช่วงก่อนการทดลอง พบว่า พลังของกล้ามเนื้อ ความเร็ว และความคล่องแคล่วว่องไวหลังได้รับการอบอุ่นร่างกายด้วยเทคนิคพีเอพี ทั้ง 3 รูปแบบ เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ดังนั้นสรุปได้ว่า การการอบอุ่นร่างกายด้วยเทคนิคพีเอพี รูปแบบคือ รูปแบบแรงต้าน รูปแบบพลัยโอเมตริก และรูปแบบคอมเพล็กซ์สามารถทำให้พลังกล้ามเนื้อ ความเร็ว และความคล่องแคล่วว่องไวเพิ่มสูงขึ้นได้

(Journal of Sports Science and Technology 2015; 15(2); 111-122)

คำสำคัญ : โฟสต์ แอคทีเวชั่น โฟเทนทีเอชั่น พลังของกล้ามเนื้อ ความเร็ว และความคล่องแคล่วว่องไว

บทนำ

การอบอุ่นร่างกายเป็นองค์ประกอบที่สำคัญประการหนึ่งของการฝึกซ้อมและการแข่งขันกีฬานักกีฬานักกีฬาจะต้องให้ความสำคัญในทุกขั้นตอนของการปฏิบัติ ผลของการอบอุ่นร่างกายที่ได้มีการปฏิบัติอย่างถูกต้องและเหมาะสมกับสภาพร่างกายและระดับความสามารถของนักกีฬาแต่ละคน จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพและความสามารถในการทำงานของร่างกาย ช่วยกระตุ้นให้เกิดการประสานสัมพันธ์ของระบบประสาทกล้ามเนื้อและการเคลื่อนไหว เพิ่มความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อและข้อต่อ และเพิ่มอัตราความเร็วและความแรงในการหดตัวของกล้ามเนื้อได้ (เจริญ, 2557) โดยทั่วไป การอบอุ่นร่างกายจะทำให้ร่างกายได้รับการกระตุ้นให้มีการใช้พลังงานเพิ่มขึ้น ปริมาณเลือดไหลเวียนไปยังกล้ามเนื้อเพื่อนำออกซิเจนและสารอาหารไปหล่อเลี้ยงเพิ่มขึ้น กระบวนการเผาผลาญและผลิตพลังงานในเซลล์ปรับเปลี่ยนเพิ่มขึ้นทำให้อุณหภูมิของกล้ามเนื้อและข้อต่อในร่างกายเพิ่มขึ้น ช่วยเพิ่มความอบอุ่นตัว และช่วยลดอัตราเสี่ยงที่จะเกิดการบาดเจ็บกล้ามเนื้อยืดหดตัวได้มากและเร็วขึ้น การรับรู้พลังงานของระบบประสาทเร็วขึ้นเมื่ออุณหภูมิในร่างกายเพิ่มขึ้นประมาณ 1- 2 องศาเซลเซียส กระบวนการดังกล่าวนี้จะเป็นการกระตุ้นร่างกายให้ปรับตัวเตรียมพร้อมที่จะทำงานในสภาวะที่ต้องใช้แรงมากขึ้นเกินกว่าปกติ ซึ่งเป็นการเตรียมความพร้อมของอวัยวะระบบต่าง ๆ ภายในร่างกายให้ปรับตัวรับกับงานหรือความหนักที่ร่างกายจะต้องออกแรงกระทำการเคลื่อนไหวในขณะฝึกซ้อมหรือแข่งขันได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Sharkey and Gaskill, 2007) จะเห็นได้ว่าการอบอุ่นร่างกายนั้นมีความสำคัญและจำเป็นต่อนักกีฬาทั้งในการฝึกซ้อมและการแข่งขันโดยเฉพาะในการแข่งขัน โดยปัจจุบันนักวิจัยได้มีการศึกษาค้นคว้าเพื่อหาวิธีการที่จะทำให้การอบอุ่นร่างกายมีประสิทธิภาพมากที่สุด เพื่อให้ให้นักกีฬานั้นแสดงความสามารถออกมาได้อย่างเต็มที่

การอบอุ่นร่างกายโดยใช้เทคนิคโพสต์ แอคทีเวชัน โฟเทนทีโอชัน(พีเอพี) (Post Activation Potentiation : PAP) เป็นเทคนิคที่ทำให้กล้ามเนื้อเกิดการหดตัวแบบทันทีทันใดภายหลังการกระตุ้นด้วยความหนักสูง เป็นผลให้เกิดการกระตุ้นกล้ามเนื้อให้แสดงความสามารถออกมาได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุดโดยเฉพาะด้านพลังแรงระเบิด ซึ่งผลจากการใช้เทคนิคพีเอพี นี้ จะคงอยู่ได้ประมาณ 2-20 นาที (Ebben, 2002; Sale, 2004; Tilli and Bishop, 2009) โดยเทคนิคพีเอพี จะเป็นการให้กล้ามเนื้อหดตัวจากการใช้ความหนักระดับสูง ซึ่งจะสามารถกระตุ้นการทำงานของประสาทส่วนกลางและส่งผลให้มีการระดมหน่วยยนต์เพิ่มขึ้นก่อให้เกิดการสร้างแรงที่มากขึ้นได้ อีกทั้งเทคนิคพีเอพี ยังเป็นการเพิ่มการทำงานของ เซช-รีเฟล็กซ์ (H-reflex) ทำให้มีการเคลื่อนไหวที่ของกระแสนประสาทไปยังกล้ามเนื้อเร็วขึ้นได้ (Rixon *et al.*, 2007) นอกจากนั้น เทคนิคพีเอพี สามารถที่จะกระตุ้นให้กล้ามเนื้อสร้างแรงและพลังอย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยที่จะเป็นการกระตุ้นกล้ามเนื้อให้มีการจับตัวของแอกติน และมายโอซินมากขึ้น การระดมของหน่วยยนต์ก็จะเพิ่มขึ้นตามไปด้วย (Hodgson *et al.*, 2005; Zoiset *et al.*, 2011) ดังนั้นการอบอุ่นร่างกายด้วยเทคนิคพีเอพี จึงสามารถช่วยพัฒนาประสิทธิภาพของกิจกรรมที่ต้องใช้แรงระเบิดต่าง ๆ ได้ เช่น การยกน้ำหนัก การกระโดดและการทุ่ม ฟัน ขว้างและการวิ่งเร็ว เป็นต้น (Horwath and Kravitz, 2008)

จากประโยชน์ที่ได้จากการอบอุ่นร่างกายโดยใช้เทคนิคพีเอพี จึงทำให้มีนักศึกษาค้นคว้าวิจัยกันมากขึ้น โดยงานวิจัยที่เกี่ยวกับการใช้เทคนิคพีเอพี ส่วนใหญ่นิยมใช้หลายรูปแบบ เช่น เทคนิคพีเอพี โดยใช้รูปแบบของแรงต้านรูปแบบการหดตัวแบบไอโซเมตริก และรูปแบบพลัยโอเมตริก (Esformes *et al.*, 2010; Masamoto *et al.*, 2003 และ McBride *et al.*, 2005) ซึ่งการอบอุ่นร่างกายโดยใช้เทคนิคพีเอพีแต่ละรูปแบบ ก็ส่งผลต่อความสามารถและสมรรถนะด้านต่าง ๆ ของนักกีฬาแตกต่างกันไป เช่น Matthews (2010) ได้ทำการศึกษาการใช้เทคนิค พีเอพี รูปแบบการใช้แรงต้านด้วยท่า back squat จำนวน 5 ครั้ง พบว่า สามารถทำให้เวลาในการวิ่งระยะสั้นของนักกีฬาดิฉัน ส่วนงานวิจัยของ

Charilaos et.al (2011) ได้ทำการศึกษาการใช้เทคนิคพีเอพี รูปแบบของไอโซเมตริก ในท่า leg press โดยการค้างไว้ 3 วินาที จำนวน 3 ครั้ง และรูปแบบของพลัยโอเมตริก ในการกระโดดท่า double legged tuck jump จำนวน 5 ครั้ง พบว่า ความสูงของการกระโดดภายหลังการใช้เทคนิคพีเอพี รูปแบบของพลัยโอเมตริก ให้ผลที่ดีกว่ารูปแบบของไอโซเมตริก นอกจากนั้นงานวิจัยของ Till and Bishop (2009) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบการใช้เทคนิคพีเอพี ระหว่างรูปแบบแรงต้าน ในท่า dead lift จำนวน 5 ครั้ง รูปแบบ ไอโซเมตริก ในท่า knee extensions ค้างไว้ 3 วินาที จำนวน 3 ครั้ง และรูปแบบ พลัยโอเมตริก ในการกระโดดท่า double legged tuck jump จำนวน 5 ครั้ง พบว่า ความสูงในการกระโดดและความเร็วในการวิ่ง ภายหลังการใช้เทคนิคพีเอพีทั้ง 3 รูปแบบให้ผลไม่แตกต่างกัน แต่มีแนวโน้มว่า รูปแบบแรงต้าน และรูปแบบพลัยโอเมตริก จะให้ผลที่ดีกว่ารูปแบบไอโซเมตริก ซึ่งผลจากการศึกษาในงานวิจัยข้างต้น จะเห็นได้ว่าการใช้เทคนิคพีเอพีรูปแบบแรงต้าน และรูปแบบพลัยโอเมตริก มีประโยชน์มากในการเพิ่มพลังของกล้ามเนื้อและความเร็วของนักกีฬาได้

จากความสำคัญของการใช้เทคนิคพีเอพี ข้างต้น ทำให้ผู้วิจัยมีความสนใจที่นำเทคนิคพีเอพี รูปแบบแรงต้าน และรูปแบบพลัยโอเมตริกมาใช้ร่วมกัน ในรูปแบบคอมเพล็กซ์ โดยมีวัตถุประสงค์หลักของการวิจัยคือ เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบผลของการอบอุ่นร่างกายด้วยเทคนิคพีเอพี รูปแบบแรงต้าน รูปแบบพลัยโอเมตริก และรูปแบบคอมเพล็กซ์ที่มีต่อพลังของกล้ามเนื้อ ความเร็ว และความคล่องแคล่วของว่องไว ซึ่งเป็นตัวแปรสมรรถภาพที่สำคัญสำหรับกีฬาสินต่าง ๆ โดยประโยชน์ที่ได้จากการวิจัยในครั้งนี้ จะเป็นแนวทางในการปฏิบัติให้กับนักกีฬา หรือผู้ที่เกี่ยวข้องนำมาใช้ในการเตรียมความพร้อมของร่างกายโดยการอบอุ่นร่างกายเพื่อให้นักกีฬามีความพร้อมและแสดงความสามารถออกมาได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุดได้

วิธีดำเนินการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างเป็นนักกีฬาฟุตซอลเพศชายอายุ 19-21 ปีจำนวน 15 คน ที่เข้าร่วมการแข่งขันกีฬา SS. Futsal champions cup 2015 ซึ่งจัดโดยคณะวิทยาศาสตร์การกีฬา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ โดยการสุ่มอย่างง่าย (simple random sampling) โดยมีเกณฑ์การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างเข้าร่วมการวิจัย (inclusion criteria) และเกณฑ์การคัดกลุ่มตัวอย่างออกจากการวิจัย (exclusion criteria) ดังนี้

- เกณฑ์การคัดเข้า

1. เป็นนักฟุตบอลชาย ในตำแหน่งของผู้เล่น
2. มีประสบการณ์การฝึกแรงต้านมาอย่างน้อย 2 ปี
2. มีการฝึกซ้อมอย่างต่อเนื่อง สม่ำเสมอ อย่างน้อย 3 วันต่อสัปดาห์
3. ไม่มีปัญหาการบาดเจ็บของเอ็น กล้ามเนื้อ และข้อต่อ ที่เปื้อนต่อการวิจัย

- เกณฑ์การคัดออก

1. เกิดเหตุสุดวิสัยที่ไม่สามารถเข้าร่วมการวิจัยต่อได้ เช่น มีปัญหาบาดเจ็บ และเกิดอุบัติเหตุ เป็นต้น
2. ไม่ให้ความร่วมมือ และขาดการเข้าร่วมวิจัยตามวันและระยะเวลาที่ผู้วิจัยกำหนดไว้

ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

1. ก่อนการวิจัย 1 สัปดาห์ กลุ่มตัวอย่างทั้งหมดจะต้องฝึกและทำความคุ้นเคยกับท่าปฏิบัติต่าง ๆ ในการทำการวิจัยเพื่อให้เกิดความเข้าใจและปฏิบัติท่าทางต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง ซึ่งท่าที่ใช้ในการฝึกประกอบด้วย ท่า back squat และ ท่า double legged tuck jump พร้อมทั้งให้กลุ่มตัวอย่างทำการ

2. ก่อนการทดลอง 3 วัน กลุ่มตัวอย่างทั้งหมดทำการทดสอบทดสอบหาความแข็งแรงสูงสุด (1 Repetition Maximum: RM) ในท่า back squat การทดสอบพลังของกล้ามเนื้อขาในการกระโดดท่า counter movement jump การทดสอบความเร็วในการวิ่งระยะ 20 เมตร และทดสอบความคล่องแคล่วว่องไวโดยวิธีการ FAF'S Slalom Test (Balsom, 1994) ตามลำดับ

3. รูปแบบการวิจัยครั้งนี้ จะใช้วิธีการทดลองแบบไขว้ (cross-over designs) โดยจะแบ่งกลุ่มตัวอย่างทั้ง 15 คน ออกเป็นสามกลุ่ม ๆ กลุ่มละ 5 คน แต่ละกลุ่มจะทำการอบอุ่นร่างกายด้วยเทคนิคพีเอพีครบทั้งสามรูปแบบ ได้แก่ รูปแบบแรงต้าน รูปแบบพลัยโอเมตริก และรูปแบบคอมเพล็กซ์ โดยการทดลองแต่ละรูปแบบจะเว้นช่วงระยะเวลาพักห่างกัน 3 วัน

4. เริ่มต้นการทดลอง กลุ่มตัวอย่างจะทำการอบอุ่นร่างกายโดยการวิ่งเหยาะเป็นเวลา 5 นาที แล้วทำการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนที่ (dynamic warm up) ด้วยท่า leg swings, butt kicks, high knees, pogo hops จำนวน 10 ครั้ง 2 เซต ตามรูปแบบของ Lim, (2013) จากนั้นจะพักโดยการเดิน 4 นาที แล้วจึงทำการอบอุ่นร่างกายโดยใช้เทคนิค พีเอพีในรูปแบบต่าง ๆ ทั้งสามรูปแบบ

5. การอบอุ่นร่างกายโดยใช้เทคนิคพีเอพีในรูปแบบแรงต้าน รูปแบบพลัยโอเมตริก และรูปแบบคอมเพล็กซ์มีรายละเอียดวิธีการดังนี้

5.1 การอบอุ่นร่างกายโดยใช้เทคนิคพีเอพีในรูปแบบแรงต้าน จะใช้ท่า back squat ที่ความหนักระดับ 85% ของ 1 RM 3 ครั้ง จำนวน 1 เซต (Kurt *et al.*, 2008)

5.2 การอบอุ่นร่างกายโดยใช้เทคนิคพีเอพีในรูปแบบพลัยโอเมตริก จะใช้การกระโดดท่า double legged tuck jump 5 ครั้ง จำนวน 3 เซต แต่ละเซต พักโดยการเดิน เป็นเวลา 1 นาที (Charilaos *et al.*, 2011)

5.3 การอบอุ่นร่างกายโดยใช้เทคนิคพีเอพีในรูปแบบคอมเพล็กซ์ จะใช้ท่า back squat ที่ความหนัก 85% ของ 1RM จำนวน 3 ครั้ง ต่อด้วยท่า double legged tuck jump 3 ครั้ง ทำทั้งหมด 3 เซต แต่ละเซต พักโดยการเดิน เป็นเวลา 1 นาที

6. ภายหลังเสร็จสิ้นการอบอุ่นร่างกายด้วยเทคนิคพีเอพีในแต่ละรูปแบบ ให้กลุ่มตัวอย่างพักโดยการเดินเป็นเวลา 4 นาที จากนั้นจะทำการทดสอบพลังของกล้ามเนื้อ ความเร็ว และความคล่องแคล่วว่องไวทันที เช่นเดียวกับรูปแบบการทดสอบในช่วงก่อนการทดลอง โดยการทดสอบแต่ละด้านจะพักโดยการเดินเป็นเวลา 4 นาที (Baker D., 2003; Kilduff *et al.*, 2007)

7. นำข้อมูลด้านพลังของกล้ามเนื้อ ความเร็วในการวิ่งระยะ 20 เมตร และความคล่องแคล่วว่องไวในช่วงก่อนทดลองและหลังได้รับการอบอุ่นร่างกายแต่ละรูปแบบ ไปวิเคราะห์ผลทางสถิติ

การใช้สถิติเพื่อการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้วิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป โดยทดสอบการแจกแจงข้อมูลของกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้สถิติ The Shapiro Wilks W Test คำนวณหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยก่อนและหลังการอบอุ่นร่างกาย t-test dependent เปรียบเทียบความแตกต่างของตัวแปรต่าง ๆ ภายหลังอบอุ่นร่างกายทั้งสามรูปแบบโดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนรูปแบบการทดลองวัดซ้ำแบบมิติเดียว (One way analysis of variance with repeated measures) และเปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่ภายหลังการวิเคราะห์ความแปรปรวนรูปแบบการทดลองวัดซ้ำแบบมิติเดียวด้วยวิธีของ Tukey โดยกำหนดความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ผลการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่เข้าร่วมการวิจัยครั้งนี้ มีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของอายุเท่ากับ 20.00 ± 0.53 ปี น้ำหนักเท่ากับ 65.13 ± 8.45 กิโลกรัม และ ส่วนสูงเท่ากับ 172.33 ± 6.66 เซนติเมตร โดยผลการวิจัยสรุปได้จากตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 1 การเปรียบเทียบพลังของกล้ามเนื้อก่อนและหลังการใช้เทคนิคพีเอพี รูปแบบแรงต้าน รูปแบบพลัยโอเมตริก และรูปแบบคอมเพล็กซ์และร้อยละของการเปลี่ยนแปลง

รูปแบบเทคนิคพีเอพี	พลังของกล้ามเนื้อ (เซนติเมตร)	ร้อยละการเปลี่ยนแปลง (%)
ก่อนการทดลองใช้เทคนิคพีเอพี	53.13 ± 7.32	-
เทคนิคพีเอพี รูปแบบแรงต้าน	55.27 ± 7.40^a	3.82 ± 3.28
เทคนิคพีเอพี รูปแบบพลัยโอเมตริก	55.53 ± 6.65^a	4.32 ± 6.74
เทคนิคพีเอพี รูปแบบคอมเพล็กซ์	57.07 ± 7.30^a	6.80 ± 6.33

^a แตกต่างกับก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากตารางที่ 1 พบว่า พลังของกล้ามเนื้อภายหลังการอบอุ่นของร่างกายโดยใช้เทคนิคพีเอพี รูปแบบแรงต้าน รูปแบบพลัยโอเมตริก และรูปแบบคอมเพล็กซ์แตกต่างกับก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 โดยพลังของกล้ามเนื้อ ก่อนการทดลองเท่ากับ 53.13 ± 7.32 เซนติเมตร และภายหลังการอบอุ่นร่างกายโดยใช้เทคนิคพีเอพี รูปแบบแรงต้าน รูปแบบพลัยโอเมตริก และรูปแบบคอมเพล็กซ์ มีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 55.27 ± 7.40 เซนติเมตร 55.53 ± 6.65 เซนติเมตร และ 57.07 ± 7.30 เซนติเมตร ตามลำดับและเมื่อเปรียบเทียบร้อยละของการเปลี่ยนแปลงของพลังกล้ามเนื้อเทียบกับก่อนการทดลอง พบว่า การอบอุ่นร่างกายโดยใช้เทคนิคพีเอพีทั้งสามรูปแบบไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดย รูปแบบแรงต้าน รูปแบบพลัยโอเมตริก และรูปแบบคอมเพล็กซ์ มีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเพิ่มขึ้นเท่ากับ $3.82 \pm 3.28\%$ $4.32 \pm 6.74\%$ และ $6.80 \pm 6.33\%$ ตามลำดับ

ตารางที่ 2 การเปรียบเทียบความเร็วในการวิ่งระยะ 20 เมตร ก่อนและหลังการใช้เทคนิคพีเอฟพีรูปแบบแรงต้าน
รูปแบบพลัยโอเมตริก และรูปแบบคอมเพล็กซ์และร้อยละของการเปลี่ยนแปลง

รูปแบบเทคนิคพีเอฟพี	ความเร็วในการวิ่ง 20 เมตร (วินาที)	ร้อยละการเปลี่ยนแปลง (%)
ก่อนการทดลองใช้เทคนิคพีเอฟพี	3.39 ± 0.14	-
เทคนิคพีเอฟพี รูปแบบแรงต้าน	3.30 ± 0.11^a	-2.78 ± 2.59
เทคนิคพีเอฟพี รูปแบบพลัยโอเมตริก	3.32 ± 0.09^a	-2.13 ± 3.86
เทคนิคพีเอฟพี รูปแบบคอมเพล็กซ์	3.33 ± 0.10^a	-1.58 ± 2.25

^a แตกต่างกับก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากตารางที่ 2 พบว่า ความเร็วในการวิ่งระยะ 20 เมตร ภายหลังการอบอุ่นของร่างกายโดยใช้เทคนิคพีเอฟพีรูปแบบแรงต้าน รูปแบบพลัยโอเมตริก และรูปแบบคอมเพล็กซ์แตกต่างกับก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 โดยความเร็วในการวิ่งระยะ 20 เมตร ก่อนการทดลองเท่ากับ 3.39 ± 0.14 วินาที และภายหลังการอบอุ่นร่างกายโดยใช้เทคนิคพีเอฟพี รูปแบบแรงต้าน รูปแบบพลัยโอเมตริก และรูปแบบคอมเพล็กซ์ มีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.30 ± 0.11 วินาที 3.32 ± 0.09 วินาที และ 3.33 ± 0.10 วินาที ตามลำดับ และเมื่อเปรียบเทียบร้อยละของการเปลี่ยนแปลงของความเร็วในการวิ่งระยะ 20 เมตร เทียบกับก่อนการทดลอง พบว่า ร้อยละของการเปลี่ยนแปลงของความเร็วในการวิ่งระยะ 20 เมตร ภายหลังการอบอุ่นร่างกายโดยใช้เทคนิคพีเอฟพีทั้งสามรูปแบบไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยรูปแบบแรงต้าน รูปแบบพลัยโอเมตริก และรูปแบบคอมเพล็กซ์ มีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของร้อยละการเปลี่ยนแปลงของความเร็วในการวิ่งระยะ 20 เมตร เท่ากับ $-2.78 \pm 2.59\%$ $-2.13 \pm 3.86\%$ และ $-1.58 \pm 2.25\%$ ตามลำดับ

ตารางที่ 3 การเปรียบเทียบความคล่องแคล่วว่องไว ก่อนและหลังการใช้เทคนิคพีเอฟพี รูปแบบแรงต้าน
รูปแบบพลัยโอเมตริก และรูปแบบคอมเพล็กซ์และร้อยละของการเปลี่ยนแปลง

รูปแบบเทคนิคพีเอฟพี	ความคล่องแคล่วว่องไว (วินาที)	ร้อยละการเปลี่ยนแปลง (%)
ก่อนการทดลองใช้เทคนิคพีเอฟพี	8.37 ± 0.19	-
เทคนิคพีเอฟพี รูปแบบแรงต้าน	8.08 ± 0.33^a	-3.62 ± 2.90
เทคนิคพีเอฟพี รูปแบบพลัยโอเมตริก	8.01 ± 0.23^a	-4.47 ± 1.76
เทคนิคพีเอฟพี รูปแบบคอมเพล็กซ์	8.04 ± 0.24^a	-4.04 ± 2.46

^a แตกต่างกับก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากตารางที่ 3 พบว่า ความคล่องแคล่วว่องไวภายหลังการอบอุ่นร่างกายโดยใช้เทคนิคพีเอฟพี รูปแบบแรงต้าน รูปแบบพลัยโอเมตริก และรูปแบบคอมเพล็กซ์ แตกต่างกับก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 โดยความคล่องแคล่วว่องไว ก่อนการทดลองเท่ากับ 8.37 ± 0.19 วินาที และ ภายหลังการอบอุ่นร่างกายโดยใช้เทคนิคพีเอฟพี รูปแบบแรงต้าน รูปแบบพลัยโอเมตริก และรูปแบบคอมเพล็กซ์ มีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 38.08 ± 0.33 วินาที 8.01 ± 0.23 วินาที และ 8.04 ± 0.24 วินาที ตามลำดับ และเมื่อเปรียบเทียบร้อยละของการเปลี่ยนแปลงของความคล่องแคล่วว่องไวเทียบกับก่อนการทดลอง พบว่า ร้อยละของการเปลี่ยนแปลงของความคล่องแคล่วว่องไวภายหลังการอบอุ่นร่างกายโดยใช้เทคนิคพีเอฟพีทั้งสามรูปแบบไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยรูปแบบแรงต้าน รูปแบบพลัยโอเมตริก และรูปแบบคอมเพล็กซ์ มีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของร้อยละการเปลี่ยนแปลงของความคล่องแคล่วว่องไว เท่ากับ $-3.62 \pm 2.90\%$ $-4.47 \pm 1.76\%$ และ $-4.04 \pm 2.46\%$ ตามลำดับ

บทวิจารณ์

ในวิจารณ์ผลที่ได้จากการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้วิจารณ์โดยแยกหัวข้อออกเป็นสองประเด็น คือ การเปรียบเทียบพลังของกล้ามเนื้อ ความเร็วและความคล่องแคล่วว่องไวก่อนและหลังการใช้เทคนิคพีเอฟพี และการเปรียบเทียบพลังของกล้ามเนื้อ ความเร็วและความคล่องแคล่วว่องไวหลังการใช้เทคนิคพีเอฟพีทั้ง 3 รูปแบบ โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. การเปรียบเทียบพลังของกล้ามเนื้อ ความเร็ว และความคล่องแคล่วว่องไวก่อนและหลังการใช้เทคนิคพีเอฟพี

จากการเปรียบเทียบความแตกต่างของพลังของกล้ามเนื้อก่อนและหลังการใช้เทคนิคพีเอฟพี รูปแบบแรงต้าน รูปแบบพลัยโอเมตริก และรูปแบบคอมเพล็กซ์ (ตารางที่ 1) พบว่า พลังของกล้ามเนื้อ ก่อนและหลังการใช้เทคนิคพีเอฟพี ทั้ง 3 รูปแบบ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 โดยก่อนและหลังการใช้เทคนิคพีเอฟพี รูปแบบแรงต้าน รูปแบบพลัยโอเมตริก และรูปแบบคอมเพล็กซ์ มีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 53.13 ± 7.32 เซนติเมตร 55.27 ± 7.40 เซนติเมตร 55.53 ± 6.65 เซนติเมตร และ 57.07 ± 7.30 เซนติเมตร ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับ Kilduff *et al.* (2007) ได้ทำการทดสอบพลังของกล้ามเนื้อจากความสูงในการกระโดด หลังจากการกระตุ้นด้วยเทคนิคพีเอฟพี ในนักกีฬารักบี้ระดับมืออาชีพ ผลการวิจัยพบว่า ความสูงในการกระโดดเพิ่มขึ้นสูงกว่าก่อนได้รับการกระตุ้นด้วยเทคนิคพีเอฟพี 7% – 8% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และ Weber *et al.* (2008) ได้ทำการเปรียบเทียบความสูงของการกระโดดก่อนและหลังใช้เทคนิคพีเอฟพี ในนักกีฬาบาสเกตบอล พบว่า ความสูงในการกระโดดเพิ่มขึ้น 2.9% หลังจากถูกกระตุ้นด้วยเทคนิคพีเอฟพี เมื่อเปรียบเทียบกับก่อนได้รับการกระตุ้นด้วยเทคนิคพีเอฟพี และ Kurt *et al.* (2008) พบว่า ความสูงในการกระโดดเพิ่มขึ้นหลังจากถูกกระตุ้นด้วยเทคนิคพีเอฟพี เมื่อเปรียบเทียบกับก่อนได้รับการกระตุ้นด้วยเทคนิคพีเอฟพี ในนักกีฬากรีฑาประเภทลู่อและลาน

ในส่วนของการเปรียบเทียบความแตกต่างของความเร็วระยะ 20 เมตร ก่อนและหลังการใช้เทคนิคพีเอฟพี รูปแบบแรงต้าน รูปแบบพลัยโอเมตริก และรูปแบบคอมเพล็กซ์ (ตารางที่ 2) พบว่า ความเร็วในการวิ่งระยะ 20 เมตร ก่อนและหลังการใช้เทคนิคพีเอฟพี ทั้ง 3 รูปแบบ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 โดยก่อนและหลังการใช้เทคนิคพีเอฟพี รูปแบบแรงต้าน รูปแบบพลัยโอเมตริก และรูปแบบคอมเพล็กซ์ ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความเร็ว เท่ากับ 3.39 ± 0.14 วินาที 3.30 ± 0.11 วินาที 3.32 ± 0.09 วินาที และ 3.33 ± 0.10 วินาที ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับ McBride *et al.* (2005) พบว่าความเร็วในการวิ่งระยะทาง 10 เมตร 20 เมตร 30 เมตร และ 40 เมตร ดีขึ้นจากการทดสอบวิ่งระยะทาง 10 เมตร 20 เมตร 30 เมตร และ 40 เมตร ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับก่อนและหลังจากถูกกระตุ้นด้วยเทคนิคพีเอฟ

พี ในนักกีฬาฟุตบอลระดับสมัครเล่น และ Bevan *et al.* (2010) พบว่าความเร็วในการวิ่งระยะทาง 5 เมตร และ 10 เมตร ในนักกีฬารักบี้ดีขึ้น หลังจากถูกกระตุ้นด้วยเทคนิคพีเอพี สอดคล้องกับ Kilduff *et al.* (2007); Bevan *et al.* (2009) พบว่าความเร็วในการวิ่งระยะทาง 5 เมตร และ 10 เมตร ของนักกีฬารักบี้ดีขึ้นหลังจากได้รับการกระตุ้นด้วยความความหนักสูง โดยใช้เทคนิคพีเอพี (โดยความเร็วในระยะ 5 เมตร เพิ่มขึ้น 4.6% และความเร็วระยะ 10 เมตร เพิ่มขึ้น 5.3%)

สำหรับการเปรียบเทียบความแตกต่างของความคล่องแคล่วว่องไว ก่อนและหลังการใช้เทคนิคพีเอพี รูปแบบแรงต้าน รูปแบบพลัยโอเมตริก และรูปแบบคอมเพล็กซ์ (ตารางที่ 3) พบว่า ความคล่องแคล่วว่องไว ก่อนและหลังการใช้เทคนิคพีเอพี ทั้ง 3 รูปแบบ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 โดยก่อนและหลังการใช้เทคนิคพีเอพี รูปแบบแรงต้าน รูปแบบพลัยโอเมตริก และรูปแบบคอมเพล็กซ์ มีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 8.37 ± 0.19 วินาที 8.08 ± 0.33 วินาที 8.01 ± 0.23 วินาที และ 8.04 ± 0.24 วินาที ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับ และ Supagond *et al.* (2014) ได้ทำการศึกษาในนักกีฬาบาสเกตบอล พบว่า การกระตุ้นด้วยเทคนิคพีเอพี ในท่า 5 RM barbell squats และ 5 RM Elastic squats ทำให้ความคล่องแคล่วว่องไวดีขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับท่าออกกำลังกายรูปแบบกิจกรรมการเคลื่อนไหว และ Zois *et al.* (2011) ได้ศึกษาในนักกีฬาฟุตบอล พบว่าหลังถูกกระตุ้นด้วยการอบอุ่นร่างกายด้วยเทคนิคพีเอพี ความคล่องแคล่วว่องไวดีขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับท่าออกกำลังกายด้วยการเล่นเกมสนามเล็ก และการอบอุ่นร่างกายแบบทั่วไปของฟุตบอล คิดเป็น 4.7% 3.8% และ 0.9% ตามลำดับ

การที่พลังของกล้ามเนื้อ ความเร็ว และความคล่องแคล่วว่องไวเพิ่มขึ้นจากก่อนการใช้เทคนิคพีเอพี เพราะเทคนิคพีเอพี ทำให้กล้ามเนื้อแสดงความสามารถออกมาได้มากขึ้นหลังจากที่ได้รับการกระตุ้นที่มีความหนักความเข้มข้นสูงถึงสูงสุด นำไปสู่การเพิ่มขึ้นของแรงในการหดตัวของกล้ามเนื้อทำให้การแสดงความสามารถออกมาได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น โดยการให้กิจกรรมด้วยความหนักระดับสูงจะสามารถกระตุ้นการทำงานของประสาทส่วนกลางและส่งผลให้มีการระดมหน่วยยนต์เพิ่มขึ้นก่อให้เกิดการสร้างแรงที่มากขึ้นได้ อีกทั้งเทคนิคพีเอพี ยังเป็นการเพิ่มการทำงานของ H-reflex ซึ่งจะส่งผลให้การเคลื่อนที่ของกระแสประสาทไปยังกล้ามเนื้อเร็วขึ้นได้ (Robbins, 2005; Scott and Docherty, 2004) และยังเป็นกระตุ้นกล้ามเนื้อให้มากขึ้นทำให้ Ca^{2+} ในระบบเซลล์กล้ามเนื้อมีมากขึ้น การเพิ่มการกระตุ้นของโปรตีน myosin ทำให้การหดตัวของกล้ามเนื้อเพิ่มมากขึ้นกว่าปกติ (Rixon *et al.*, 2007) สอดคล้องกับ Hodgson *et al.*, (2005) และ Zois *et al.*, (2011) กล่าวว่า การให้กิจกรรมที่มีความหนักระดับสูง สามารถที่จะกระตุ้นให้กล้ามเนื้อสร้างแรงและพลังอย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพมากขึ้นโดยที่จะเป็นการกระตุ้นกล้ามเนื้อโดยให้มีการจับตัวของ actin และ myosin มากขึ้นและเป็นผลให้เพิ่มการระดมหน่วยยนต์ได้มากขึ้น และ Hodgson *et al.* (2005) กล่าวว่า เทคนิคพีเอพีเป็นการกระตุ้นระบบประสาทกล้ามเนื้อ ซึ่งจะเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพและอัตราของแรงกระตุ้นเส้นประสาทไปยังกล้ามเนื้อ ทำให้กระแสประสาททำงานได้เร็วและดีมากขึ้น ทำให้การหดตัวของกล้ามเนื้อเร็วและแรงมากขึ้น รวมไปถึงการเพิ่มประสิทธิภาพของเซลล์ประสาทมอเตอร์ยนต์ทำให้เกิดการระดมหน่วยยนต์ที่มากขึ้น ในเส้นใยกล้ามเนื้อมีการหดตัวได้พร้อมเพียงกันทำให้มีประสิทธิภาพในการหดตัวได้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ด้วยเหตุผลที่กล่าวข้างต้นจึงทำให้ค่าของพลังของกล้ามเนื้อ ความเร็ว และความคล่องแคล่วว่องไวก่อนและหลังอบอุ่นร่างกายด้วยเทคนิคพีเอพีมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

2. การเปรียบเทียบพลังของกล้ามเนื้อ ความเร็วและความคล่องแคล่วว่องไวหลังการใช้เทคนิคพีเอพีทั้ง 3 รูปแบบ

จากผลการวิจัย เมื่อเปรียบเทียบพลังของกล้ามเนื้อ ความเร็ว และความคล่องแคล่วว่องไวภายหลังการอบอุ่นร่างกายโดยใช้เทคนิคพีเอพีทั้งสามรูปแบบ โดยคิดจากร้อยละของการเปลี่ยนแปลง (ตารางที่ 1-3) พบว่า การอบอุ่น

ร่างกายด้วยเทคนิคพีเอฟ 3 รูปแบบส่งผลต่อพลังของกล้ามเนื้อ ความเร็ว และความคล่องแคล่วว่องไว ไม่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยในส่วนของพลังกล้ามเนื้อภายหลังการอบอุ่นร่างกายโดยใช้เทคนิคพีเอฟ รูปแบบแรงต้าน รูปแบบพลัยโอเมตริก และรูปแบบคอมเพล็กซ์ ส่งผลให้พลังกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น 3.82% 4.32% และ 6.80% ตามลำดับ ในส่วนของความเร็วในการวิ่งระยะ 20 เมตร ภายหลังการอบอุ่นร่างกายโดยใช้เทคนิคพีเอฟ รูปแบบแรงต้าน รูปแบบพลัยโอเมตริก และรูปแบบคอมเพล็กซ์ ส่งผลให้ความเร็วดีขึ้น (ระยะเวลาในการวิ่งลดลง) คิดเป็น -2.78% -2.13% และ -1.58% ตามลำดับ สำหรับความคล่องแคล่วว่องไว ภายหลังการอบอุ่นร่างกายโดยใช้เทคนิคพีเอฟ รูปแบบแรงต้าน รูปแบบพลัยโอเมตริก และรูปแบบคอมเพล็กซ์ ส่งผลให้ความเร็วดีขึ้น (ระยะเวลาที่ได้จากการทดสอบลดลง) คิดเป็น -3.62% -4.47% และ -4.04 % ตามลำดับ ซึ่งการที่การอบอุ่นร่างกายทั้ง 3 รูปแบบส่งผลต่อพลังของกล้ามเนื้อ ความเร็ว และความคล่องแคล่วว่องไวไม่แตกต่างกันนั้นเนื่องจากการอบอุ่นร่างกายโดยใช้เทคนิคพีเอฟ รูปแบบแรงต้านโดยใช้ท่า back squat ที่ความหนักระดับ 85% ของ 1 RM 3 ครั้ง จำนวน 1 เซต นั้น ผู้วิจัย ได้ใช้รูปแบบตามงานวิจัยของ Kurt *et al.*, 2008 ส่วนการอบอุ่นร่างกายโดยใช้เทคนิคพีเอฟในรูปแบบพลัยโอเมตริก โดยการกระโดดท่า double legged tuck jump ได้ใช้รูปแบบตามงานวิจัยของ Charilaos *et al.*, 2011 สำหรับการอบอุ่นร่างกายโดยใช้เทคนิคพีเอฟในรูปแบบคอมเพล็กซ์ จะรูปแบบทั้งสองรูปแบบข้างต้นคือรูปแบบแรงต้านและรูปแบบพลัยโอเมตริกมาใช้ร่วมกัน ดังนั้นผลการวิจัยที่ได้ จึงส่งผลไม่แตกต่างกัน โดยสอดคล้องกับการวิจัยของ Masamoto *et al.*, (2003) Esformes *et al.*, 2010 และ Charilaos *et al.* (2011) พบว่า เทคนิคพีเอฟโดยใช้รูปแบบแรงต้านและรูปแบบพลัยโอเมตริกส่งผลต่อพลังกล้ามเนื้อและความเร็วไม่แตกต่างกัน ดังนั้นเมื่อผู้วิจัยได้นำสองรูปแบบมาใช้ร่วมกันในรูปแบบคอมเพล็กซ์ จึงส่งผลให้พลังของกล้ามเนื้อ ความเร็ว และความคล่องแคล่วว่องไวไม่ต่างกันเช่นเดียวกัน

นอกจากนั้น ในการวิจัยครั้งนี้ การอบอุ่นร่างกายโดยใช้เทคนิคพีเอฟรูปแบบแรงต้านจะใช้ท่า back squat และรูปแบบพลัยโอเมตริกจะใช้ท่า double legged tuck jump ซึ่งเป็นกลุ่มกล้ามเนื้อมัดเดียวกัน มีระดับความหนักสูงใกล้เคียงกันต่างหากที่ลักษณะการหดตัว ซึ่งการใช้ท่า back squat และท่า double legged tuck jump สามารถกระตุ้นการระดมหน่วยยนต์เพื่อสร้างแรงการหดตัวของกล้ามเนื้อให้เพิ่มขึ้น และเพิ่มการทำงานของ H-reflex ได้เช่นเดียวกัน เนื่องจากเป็นกิจกรรมใช้ความหนักระดับสูง ดังนั้นจึงส่งผลให้พลังของกล้ามเนื้อ ความเร็ว และความคล่องแคล่วว่องไว ไม่ซึ่งเป็นสมรรถภาพที่ต้องใช้แรงในการหดตัวสูงสุดภายหลังการอบอุ่นร่างกายโดยใช้เทคนิคพีเอฟทั้งสามรูปแบบจึงไม่แตกต่างกัน

สรุปผล

พลังของกล้ามเนื้อ ความเร็ว และความคล่องแคล่วว่องไว ก่อนและหลังการใช้เทคนิคพีเอฟทั้ง 3 รูปแบบแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 อย่างไรก็ตาม การอบอุ่นร่างกายด้วยเทคนิคพีเอฟทั้ง 3 รูปแบบ ส่งผลต่อพลังของกล้ามเนื้อ ความเร็ว และความคล่องแคล่วว่องไว ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ดังนั้นการอบอุ่นร่างกายด้วยเทคนิคพีเอฟ ทั้งรูปแบบแรงต้าน รูปแบบพลัยโอเมตริก และรูปแบบคอมเพล็กซ์ สามารถนำมาใช้ในการอบอุ่นร่างกายก่อนการแข่งขันสำหรับนักกีฬาได้ โดยสามารถเพิ่มในส่วนของพลังของกล้ามเนื้อ ความเร็ว และความคล่องแคล่วว่องไว ซึ่งถือเป็นสมรรถภาพทางกายที่สำคัญในกีฬานิตต่าง ๆ ได้

เอกสารอ้างอิง

1. เจริญ กระบวนรัตน์. วิทยาศาสตร์การฝึกสอนกีฬา. กรุงเทพฯ: สโมสรนักกีฬาสมัครเล่น; 2557.
2. Baker D. Acute effect of alternating heavy and light resistances on power output during upper body complex training. *J Strength Cond Res.* 2003;17:493–497.
3. Balsom, PD. Evaluation of Physiological Performance, pp. 102-123. Blackwell Publication : In B. Ekblom ed. *Handbook of Sports Medicine and Science Football (Soccer)*; 1994.
4. Bevan, HR, Owen, NJ, Cunningham, DJ, Kingsley, MIC, and Kilduff, LP. Complex training in professional rugby players: Influence of recovery time on upper body power output. *J Strength Cond Res.* 2009; 23:1780–1785.
5. Charilaos T, G.C.B., A Nikolaou and E Zacharogiannis. Influence of type of muscle contraction and gender on postactivation potentiation of upper and lower limb explosive performance in elite fencers. *Sports Med.* 2011; 10:577-583.
6. Ebben, W P. Complex training: A brief review. *Sports Med.* 2002; 1:42-46.
7. Esformes, J., Cameron, N, and Bampouras, TM. Postactivation potentiation following different modes of exercise. *J Strength Cond Res.* 2010; 24(7):1911–1916.
8. Esformes, J., Cameron, N, and Bampouras, TM. Postactivation Potentiation Following Different Modes of Exercise. *J Strength Cond Res.* 2010; 24(7):1911–1916.
9. Hodgson, M., D. Docherty and D. Robbins. Post-activation potentiation: underlying physiology and implication for motor performance. *Sports Med.* 2005; 35(7):585-595.
10. Horwath, R. and Kravitz, L. Postactivation potentiation: A brief review. *IDEA Fitness J.* 2008; 5(5):21-23.
11. Kilduff, LP, Bevan, HR, Kingsley, MIC, Owen, NJ, Bennett, MA, Hore, AM, Maw, JR, and Cunningham, DJ. Postactivation potentiation in professional rugby players: Optimal recovery. *J Strength Cond Res.* 2007; 21:1134–1138.
12. Kurt R. Weber, L.E.B., Jared W. Coburn, and Steven M. Zinder. The Acute Effects of a Heavy Load Back Squat Condition on Consecutive Squat Jump Performance. *J Strength Cond Res.* 2008; 22(3):726-730.
13. Lim, J.a.K., PW. Effects of Isometric and Dynamic Postactivation Potentiation Protocols on Maximal Sprint Performance. *J Strength Cond Res.* 2013; 27(10):2730–2736.
14. Masamoto, N., Larson, R, Gates, T, and Faigenbaum, A. Acute Effects of Plyometric Exercise on Maximum Squat Performance in Male Athletes. *J Strength Cond Res.* 2003; 17:68–71.
15. Matthews, M., Comfort, P, and Crebin, R. Complex training in ice hockey: the effects of a heavy resisted sprint on subsequent ice-hockey sprint performance. *J Strength Cond Res.* 2010; 24(11):2883–2887.
16. McBride, J., Nimphius, S, and Erickson, TM. The acute effects of heavy-load squats and loaded countermovement jumps on sprint performance. *J Strength Cond Res.* 2005; 19:893–897.

17. Rixon, KP., Lamont, HS., and Bemben, MG. Influence of type of muscle contraction, gender and lifting experience on post activation potentiation performance. *J Strength Cond Res.* 2007;21(2): 500-505
18. Robbins, D. Post activation Potentiation and its practical applicability: A Brief Review. *J Strength Cond Res.* 2005; 19:453–458.
19. Ale, D. Post activation Potentiation: role in performance. *Sports Med.* 2004; 38:386-387.
20. Scott, SL, and Docherty, D. Acute effects of heavy preloading on vertical and horizontal jump performance. *J Strength Cond Res.* 2004; 18(2):201-205.
21. Sharkey, Brian J. and Gaskill, Steven E. *Fitness and Health.* Champaign: Human Kinetics; 2007.
22. [Supagond P](#), Phornphon P, Apatsara A. Effect of warm-up with weight machine and elastic tubes on reactive agility and vertical jump performance in basketball players. *JSST.* 2014;14(1):53-61.
23. Tilli, M.N.A. and D. Bishop. Factors modulating post-activation potentiation and its effect on performance of subsequent explosive activities. *Sports Med.* 2009; 39(2):147-166.
24. Weber, KR, Brown, LE, Coburn, JW, and Zinder, SM. Acute effects of heavy-load squats on consecutive squat jump performance. *J Strength Cond Res.* 2008; 22(3):726-730.
25. Zois, J., D.J. Bishop, K. Ball and R.J. Aughey. High-intensity warm-ups elicit superior performance to a current soccer warm-up routine. *Med Sci Sports Exerc.* 2011; 14(6):522-528.