

ผลของการฝึกฟังก์ชันนอลด้วยแรงดันอากาศที่มีต่อความเร็วในการเตะเฉียดระดับศีรษะของนักกีฬาเทควันโดชาย

กนกพร มีชัย และนางค์ ศรีหิรัญ

คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Received: 30 May 2019 / Revised: 19 June 2020 / Accepted: 3 February 2023

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการฝึกฟังก์ชันนอลด้วยแรงดันอากาศที่มีต่อความเร็วในการเตะเฉียดระดับศีรษะ และเปรียบเทียบการฝึกฟังก์ชันนอลด้วยน้ำหนักที่มีต่อความเร็วในการเตะเฉียดระดับศีรษะของนักกีฬาเทควันโดชาย

วิธีดำเนินการวิจัย นักกีฬาเทควันโด เพศชาย ระดับมหาวิทยาลัย อายุระหว่าง 18-22 ปี จำนวน 20 คน แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่ 1 ได้รับการฝึกฟังก์ชันนอลด้วยแรงดันอากาศ จำนวน 10 คน และกลุ่มที่ 2 ได้รับการฝึกฟังก์ชันนอลด้วยน้ำหนัก จำนวน 10 คน ทำการฝึกที่ความหนัก 40% 1RM ฝึก 3 วัน ต่อสัปดาห์ ระยะเวลา 6 สัปดาห์ ทำการทดสอบความเร็วในการเตะ (ความเร็วช่วงการยกเข้า ได้แก่ ความเร็วเชิงมุมสูงสุดของข้อสะโพก ความเร็วเชิงมุมสูงสุดของข้อเข่า และความเร็วช่วงการสะบัดปลายเท้า ได้แก่ ความเร็วเชิงเส้นสูงสุดของข้อเข่า และความเร็วเชิงเส้นสูงสุดของเท้า) ก่อนการฝึกและหลังการฝึก จากนั้น นำมาวิเคราะห์ผลทางสถิติโดยหาค่าเฉลี่ยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทดสอบค่าทีแบบรายคู่ (Pair samples t-test) ก่อนการฝึกและหลังการฝึก ภายในกลุ่ม และทดสอบค่าทีอิสระ (Independent samples t-test) ระหว่างกลุ่ม ที่ระดับความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

ผลการวิจัย กลุ่มฝึกฟังก์ชันนอลด้วยแรงดันอากาศ มีค่าเฉลี่ยความเร็วในการเตะ (ความเร็วช่วงการยกเข้า ได้แก่ ความเร็วเชิงมุมสูงสุดของข้อสะโพก ความเร็วเชิงมุมสูงสุดของข้อเข่า และความเร็วช่วงการสะบัดปลายเท้า ได้แก่ ความเร็วเชิงเส้นสูงสุดของข้อเข่า และความเร็วเชิงเส้นสูงสุดของเท้า) เพิ่มขึ้นมากกว่าก่อนการฝึก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และไม่พบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความเร็วในการเตะในกลุ่มฝึกฟังก์ชันนอลด้วยน้ำหนักภายหลังการฝึก

สรุปผลการวิจัย โปรแกรมการฝึกฟังก์ชันนอลด้วยแรงดันอากาศ สามารถพัฒนาความเร็วในการเตะเฉียดระดับศีรษะของนักกีฬาเทควันโดได้เป็นอย่างดี

คำสำคัญ : การฝึกฟังก์ชันนอล / การฝึกด้วยแรงดันอากาศ / ความเร็วในการเตะ / นักกีฬาเทควันโด

EFFECTS OF PNEUMATIC FUNCTIONAL TRAINING ON THE ROUNDHOUSE KICK VELOCITY TO THE HEAD IN MALE TAEKWONDO ATHLETES

Kanokporn Meechai and Kanang Srihirun

Faculty of Sports Science, Chulalongkorn University

Received: 30 May 2019 / Revised: 19 June 2020 / Accepted: 3 February 2023

Abstract

Purpose The purpose of this study was to investigate effects of pneumatic of functional training on the roundhouse kick velocity to the head and to compare with weight of functional training on the roundhouse kick velocity to the head in male taekwondo athletes.

Methods Twenty male taekwondo athletes from University, aged range between 18-22 years, were recruited. They were divided into two groups, 1) pneumatic functional training group (n=10) and 2) functional training group (n=10) Both groups were trained at 40% 1RM 3 days per week for 6 weeks. The dependent variables include kicking velocity: Hip angular velocity, knee angular velocity, knee velocity and foot velocity. The obtained data were analyzed in term of means and standard deviations and verified by comparing t-test with a technique of pair sampling t- test and independent t- test, respectively. Differences were considered to be significant at $p < .05$.

Results The mean values of kicking velocity: Hip angular velocity, knee angular velocity, knee velocity and foot velocity in the pneumatic of functional training group was significantly higher than pre-test at the .05 level and no significant different in the mean values of kicking velocity in the weight of functional training group among post-test

Conclusion The pneumatic of functional training group had positive effects on the roundhouse kick velocity to the head and can be used training for taekwondo athletes.

Keywords: Functional training / Pneumatic training / Kicking velocity / Taekwondo athletes

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

กีฬาเทควันโดเป็นศิลปะป้องกันตัวที่ให้ผลดีกับร่างกายจึงได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายทั่วโลก จนเป็นที่ยอมรับและส่งเสริมการพัฒนาเกี่ยวกับกีฬาเทควันโดอย่างต่อเนื่องมาจนถึงปัจจุบัน ในปัจจุบันกีฬาเทควันโดประเภทเคียวูกิ (Kyeorugi) หรือต่อสู้ แบ่งได้เป็นการแข่งขันประเภทบุคคล และการแข่งขันประเภททีม ซึ่งมีลักษณะการใช้เท้าเตะมากกว่าใช้หมัดชก ตามกติกาการแข่งขันและคำอธิบายของสหพันธ์เทควันโดโลก (World Taekwondo) ระยะเวลาการแข่งขันกีฬาเทควันโดของนักกีฬาชายและหญิงจะมีระยะเวลาการแข่งขัน แบ่งเป็นทั้งหมด 3 ยก ยกละ 2 นาที โดยระหว่างยก มีเวลาพัก 1 นาที กรณีสิ้นสุดการแข่งขันในยกที่ 3 ผู้เข้าแข่งขันมีคะแนนเท่ากันจะต่อเวลาการแข่งขันในยกที่ 4 อีก 1 นาที โดยให้ผู้เข้าแข่งขันพัก 1 นาทีก่อนแล้วเริ่มการแข่งขันภายใต้กฎ Golden Point (ผู้เข้าร่วมการแข่งขันฝ่ายใดทำคะแนนได้ก่อน ถือว่าเป็นผู้ชนะทันที) (World Taekwondo, 2018) เห็นได้ว่ากีฬาเทควันโดเป็นกีฬาที่ใช้เวลาสั้นมากในการแข่งขันแต่ละนัดสำคัญ จึงทำให้นักกีฬาต้องพยายามทำคะแนนด้วยการเตะที่ต้องใช้การช่วงชิงด้วยความเร็วให้ได้ก่อนคู่ต่อสู้

จากการสำรวจและเก็บรวบรวมข้อมูลทางสถิติของการทำคะแนนในการแข่งขันเทควันโดพบว่าจากการแข่งขันในแต่ละนัดที่สำคัญ ตามกติกาการให้คะแนนของกีฬาเทควันโดพบว่ากีฬาเทควันโดเป็นกีฬาที่เน้นการใช้เท้าเตะในการทำคะแนนตลอดการแข่งขัน โดยคะแนนที่ได้มานั้น 98 เปอร์เซ็นต์มาจากการเตะ และการที่ทำคะแนนได้นั้น 57 เปอร์เซ็นต์เกิดจากการที่นักกีฬาเป็นฝ่ายโจมตี (Kazemi, Waalen, Morgan, and White, 2006) จากการวิเคราะห์เกมสการแข่งขันของกีฬาเทควันโดพบว่าคะแนนที่ได้ในการแข่งขันมาจากการเตะเฉียง (Roundhouse kick) 89 เปอร์เซ็นต์ (Kim, Kim, and Im, 2011) ซึ่งการเตะนี้เป็นการเตะที่ง่ายต่อการทำคะแนนในการโจมตีคู่ต่อสู้อย่างรวดเร็ว (Ha, Choi, and Kim, 2009; Estevan, Falco, Alvarez, and Garcia, 2012) การเตะดังกล่าวจึงเป็น

ทักษะการเตะหนึ่งในกีฬาเทควันโดที่สำคัญมากในการแข่งขัน ที่สามารถนำมาใช้ทำคะแนนในการเตะบริเวณศีรษะซึ่งได้ถึง 3 คะแนน (Estevan, Alvarez, Falco, Garcia, and Castillo, 2011; Kukkiwon, 2013) เนื่องจากเป็นการเตะที่มีการเคลื่อนไหวรวดเร็ว และมีการโจมตีที่รุนแรงของกีฬาเทควันโด (Thibordee and Prasartwuth, 2014) อีกทั้งยังเป็นการเตะที่ใช้บ่อยที่สุด นับว่าการเตะดังกล่าวมีโอกาสสูงในการทำคะแนน (Estevan, Falco, Silvernail, and Jandacka 2015)

การแข่งขันกีฬาเทควันโดประเภทเคียวูกิ (Kyeorugi) หรือต่อสู้ให้ประสบความสำเร็จและมีชัยชนะคู่ต่อสู้ในการแข่งขันนั้น นักกีฬจะต้องมีความพร้อมของสมรรถภาพทางกายและจิตใจ รวมทั้งมีทักษะการเตะที่ดี อย่างไรก็ตามหนึ่งในปัญหาที่สำคัญของนักกีฬาเทควันโด คือความเร็วในการเตะขณะทำการแข่งขัน (Estevan, Jandacka, and Falco, 2013) เพราะกีฬาเทควันโดเป็นการแข่งขันที่ใช้การเคลื่อนไหวของขาด้วยความเร็ว ซึ่งสอดคล้องกับ Yu-Hsiang, Jung-San, and Wen-Tzu (2007) ที่กล่าวว่า ความเร็ว เป็นองค์ประกอบสำคัญของนักกีฬาเทควันโดที่จำเป็นต้องพัฒนาให้เกิดผลดีต่อตัวนักกีฬา การที่นักกีฬาเทควันโดจะมีสมรรถภาพทางกายที่ดีนั้น ต้องมีการฝึกซ้อมจนได้มาซึ่งความสามารถสูงสุด ซึ่งองค์ประกอบหนึ่งที่เป็นพื้นฐานสำคัญในหลายปัจจัยของสมรรถภาพทางกายพื้นฐานนั้น คือความแข็งแรง (Bompa, 1999a) ดังที่ Fong and Tsang (2012) ได้กล่าวว่านักกีฬาเทควันโดต้องมีทักษะการเตะ และสมรรถภาพทางกายพื้นฐานด้านความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ และความเร็วของร่างกายส่วนล่างโดยเริ่มตั้งแต่สะโพกจนถึงปลายเท้าที่ดี ที่เรียกว่า พลังกล้ามเนื้อ ดังคำกล่าวของ O'Shea (2000) ที่กล่าวว่า พลังกล้ามเนื้อ หมายถึง ความสามารถในการออกแรงของกล้ามเนื้ออย่างเต็มที่ด้วยความเร็วสูงสุด โดยสร้างขึ้นจากองค์ประกอบทางด้านความแข็งแรงกับความเร็ว ซึ่งพลังกล้ามเนื้อนั้นมีความสำคัญในทางการกีฬาอย่างมาก (Lawton, Cronin, and Lindsell, 2006)

เช่นเดียวกับ Bloomfield, Ackland, and Elliott (1994) ที่กล่าวว่าพลังกล้ามเนื้อเป็นสิ่งสำคัญที่ทำให้ นักกีฬาแสดงศักยภาพของทักษะกีฬา ซึ่งนักกีฬาเทควันโดจำเป็นต้องมีสมรรถภาพทางกายด้านพลังกล้ามเนื้อสูง เพื่อให้เกิดความเร็วในการเตะขณะทำการแข่งขัน รวมถึงสามารถแสดงศักยภาพทางกีฬามากมายได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น หากขาดสิ่งเหล่านี้ย่อมอย่างแน่นอนดังที่กล่าวข้างต้น อาจทำให้ความสามารถในการแสดงศักยภาพของนักกีฬาได้ไม่ดีเท่าที่ควร ดังนั้นพลังกล้ามเนื้อจึงเป็นคุณสมบัติเฉพาะที่บ่งบอกถึงความสำเร็จของนักกีฬาได้ค่อนข้างชัดเจนด้านหนึ่ง และการมีรูปแบบของการฝึกซ้อมที่เหมาะสมจะช่วยเพิ่มพลังกล้ามเนื้อขาที่ตอบสนองต่อทักษะในการเตะเฉียงของนักกีฬาเทควันโดได้เป็นอย่างดี

ในปัจจุบันรูปแบบของการฝึกซ้อมพลังกล้ามเนื้อขานักกีฬาเทควันโดมีหลายรูปแบบ เช่น การฝึกแบบพลัยโอเมตริก (Plyometric training) การฝึกด้วยน้ำหนัก (Weight training) เป็นต้น แต่อย่างไรก็ตามรูปแบบการฝึกแบบพลัยโอเมตริกมีข้อจำกัดเนื่องจากเป็นวิธีการฝึกที่อาศัยแรงต้านจากแรงโน้มถ่วงเป็นหลัก ซึ่งเป็นแรงในแนวตั้ง ทำให้การฝึกซ้อมในท่าทางที่มีการออกแรงในแนวตั้งฉากกับแรงโน้มถ่วงของโลกไม่มีประสิทธิภาพ เพราะไม่มีแรงต้านในการเคลื่อนที่ และรูปแบบการฝึกด้วยน้ำหนักสามารถสร้างแรงต้านที่สูงในช่วงเริ่มต้นของการเคลื่อนไหวเท่านั้น แต่เมื่อมุมของการเคลื่อนไหวเพิ่มขึ้นแรงต้านจะลดลง (Dokchan, 2555) สอดคล้องกับ Peltonen, Hakkinen, and Avela (2013) ที่กล่าวว่า การฝึกด้วยน้ำหนักแรงต้านที่ได้จะขึ้นอยู่กับแผ่นน้ำหนักทั้งหมด ดังนั้นจะทำให้เกิดแรงเฉื่อยในการเคลื่อนไหวที่ไม่สม่ำเสมอ ซึ่งทำให้แรงที่ออกน้อยลง ไม่คงที่ในทุกช่วงของการเคลื่อนไหว ในปัจจุบันได้นำเทคโนโลยีเข้ามาช่วยในการฝึกซ้อมให้นักกีฬามีความแข็งแรง รวมถึงมีพลังกล้ามเนื้อเพิ่มมากขึ้น และยังทำให้เกิดประสิทธิภาพในการฝึกซ้อมมากที่สุด คือเทคโนโลยีแรงดันอากาศ (Pneumatic Technology) เป็นเทคโนโลยีของเครื่องออกกำลังกายที่

ใช้แรงดันจากแรงดันอากาศเข้ามาช่วยฝึกพลังกล้ามเนื้อ (Frost, Cronin, and Newton, 2010) ได้กล่าวว่าโดยที่อุปกรณ์จากแรงดันอากาศ (Pneumatic devices) จะให้แรงต้านโดยไม่ขึ้นกับมวลของวัตถุ แต่จะขึ้นอยู่กับแรงดันของอากาศที่สร้างขึ้น ซึ่งการฝึกด้วยแรงดันอากาศจะทำให้กล้ามเนื้อสามารถออกแรงเพิ่มมากขึ้นตลอดมุมของการเคลื่อนไหวเมื่อเปรียบเทียบกับ การฝึกด้วยน้ำหนัก เช่นเดียวกับ Corporation (2011) ที่ทำการศึกษาร่วมกับค่าแรงในการออกกำลังกายด้วยท่าเตะขาไปด้านหน้า (Leg extension) ระหว่างการใช้แผ่นน้ำหนักกับการใช้เครื่องแรงดันอากาศ พบว่าการออกแรงต้านด้วยแผ่นน้ำหนัก มีความแปรปรวน ไม่คงที่ตลอดช่วงของการเคลื่อนไหว ขณะที่การออกแรงต้านด้วยแรงดันอากาศ สามารถออกแรงได้สม่ำเสมอ คงที่ตลอดช่วงของการเคลื่อนไหว ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของ Corporation (2011) ที่ว่าการฝึกด้วยแรงดันอากาศ เป็นรูปแบบหนึ่งของการฝึกแบบไอโซคิเนติกที่สามารถปรับแรงต้านได้อย่างเหมาะสม เพื่อให้กล้ามเนื้อออกแรงได้สม่ำเสมอ คงที่ตลอดช่วงของการเคลื่อนไหว นอกจากนี้ Frost, Cronin, and Newton (2008) ได้กล่าวว่าการฝึกด้วยแรงดันอากาศจะให้ผลที่ดีกว่าและมีความเฉพาะเจาะจงกว่าการฝึกด้วยน้ำหนัก เนื่องจากความเร็วในการเคลื่อนที่มีมากกว่า ทำให้การทำงานของกล้ามเนื้อมีค่าสูงขึ้นในช่วงสุดท้ายของการเคลื่อนไหว เพราะมวลของแรงต้านด้วยแรงดันอากาศน้อยกว่าแรงต้านด้วยน้ำหนักในขณะออกกำลังกายในปริมาณที่น้ำหนักเท่ากัน ต่อมา Department of Physical Education (2559) ได้กล่าวว่าการฝึกด้วยแรงดันอากาศได้พัฒนาให้ตอบสนองความต้องการฝึกในรูปแบบการเคลื่อนไหวต่างๆ และออกแบบให้ใกล้เคียงกับการเคลื่อนไหวจริงในการเล่นกีฬาแต่ละชนิด การฝึกด้วยแรงดันอากาศ จึงเป็นการฝึกที่มีบทบาทในการพัฒนากล้ามเนื้อได้เป็นอย่างดี โดยเฉพาะกลุ่มกล้ามเนื้อที่ใช้ในการเคลื่อนไหวของร่างกายกลุ่มใหญ่ๆ เช่นเดียวกับ Pantong (2560) ได้ทำการศึกษาลักษณะของการฝึกการเข้าท่าด้วยท่าลันจ์ด้วยแรงต้านจากแรงดันอากาศที่มีต่อ

ประสิทธิภาพในท่าลันจ์ของนักกีฬาตาสากล พบว่าการฝึกการเข้าท่าด้วยท่าลันจ์ด้วยแรงต้านจากแรงดันอากาศสามารถพัฒนาความแข็งแรงสูงสุดของการเข้าท่าด้วยท่าลันจ์ ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขา เวลาในการเปลี่ยนแปลงทิศทาง และเวลาในการเข้าท่าด้วยท่าลันจ์แบบซ้ำได้มากกว่าการฝึกการเข้าท่าด้วยท่าลันจ์แบบไม่มีแรงต้าน

จากการศึกษาที่กล่าวมาข้างต้นจะเห็นได้ว่าการฝึกด้วยแรงดันอากาศสามารถช่วยสร้างความแข็งแรงพัฒนาพลังกล้ามเนื้อ และเพิ่มความเร็วได้ เนื่องจากในการศึกษาที่ผ่านมาแล้วยังไม่มีรูปแบบการฝึกที่มีลักษณะเฉพาะเจาะจงสำหรับการพัฒนาความเร็วในการเตะด้วยการฝึกด้วยแรงดันอากาศของนักกีฬาเทควันโด ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจในการที่จะศึกษาถึงผลของการฝึกฟังก์ชั่นนอลด้วยแรงดันอากาศที่มีต่อความเร็วในการเตะเฉียงระดับศีรษะของนักกีฬาเทควันโดชาย โดยทำการศึกษาตัวแปรด้านความเร็วในการเตะ (Kicking velocity) ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ช่วง ดังนี้ ความเร็วในการเตะช่วงของการยกเข้า ได้แก่ ความเร็วเชิงมุมของข้อสะโพก (Hip angular velocity) ความเร็วเชิงมุมของข้อเข่า (Knee angular velocity) และความเร็วในการเตะช่วงของการสับปลายเท้า ได้แก่ ความเร็วเชิงเส้นของข้อเข่า (Knee velocity) ความเร็วเชิงเส้นของเท้า (Foot velocity) ที่เป็นองค์ประกอบสำคัญต่อประสิทธิภาพในการเตะเฉียงของนักกีฬาเทควันโด และเป็นแนวทางในการพัฒนารูปแบบการฝึกซ้อมระหว่างการเตรียมตัวของนักกีฬาเทควันโดก่อนการแข่งขันต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาผลของการฝึกฟังก์ชั่นนอลด้วยแรงดันอากาศที่มีต่อความเร็วในการเตะเฉียงระดับศีรษะของนักกีฬาเทควันโดชาย
2. เพื่อเปรียบเทียบผลของการฝึกฟังก์ชั่นนอลด้วยแรงดันอากาศกับการฝึกด้วยน้ำหนักที่มีต่อความเร็วในการเตะเฉียงระดับศีรษะของนักกีฬาเทควันโดชาย

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental research design) และได้ผ่านการพิจารณาจริยธรรมการวิจัย โดยคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมวิจัยในคน กลุ่มสหสถาบัน ชุดที่ 1 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย รับรองเมื่อวันที่ 5 กุมภาพันธ์ 2562

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักกีฬาเทควันโด เพศชาย ระดับมหาวิทยาลัย อายุระหว่าง 18-22 ปี จำนวน 20 คน แบ่งเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 10 คน ได้แก่ กลุ่มฝึกฟังก์ชั่นนอลด้วยแรงดันอากาศ และกลุ่มฝึกฟังก์ชั่นนอลด้วยน้ำหนัก

เกณฑ์การคัดเลือกผู้เข้าร่วมวิจัย

1. นักกีฬาเทควันโด เพศชาย ระดับมหาวิทยาลัย ช่วงอายุ 18-22 ปี ระดับสายดำตั้ง 1 เป็นต้นไป
2. มีประสบการณ์ในการแข่งขันต่อเนื่องอย่างน้อย 1 ปี
3. ไม่มีโรคประจำตัว เช่น โรคหัวใจ โรคความดันโลหิต หอบหืด ไม่มีประวัติการบาดเจ็บของกลุ่มกล้ามเนื้อที่เกี่ยวข้องกับการเตะของขาทั้ง 2 ข้างที่อยู่ในเกณฑ์รุนแรงจนต้องเข้ารับการรักษาทางการแพทย์ ก่อนเข้าร่วมงานวิจัยอย่างน้อย 6 เดือน และไม่มีประวัติการเข้ารับการรักษากายภาพบำบัดหรือการฉีดยาของขาทั้ง 2 ข้าง ก่อนเข้าร่วมงานวิจัยอย่างน้อย 1 ปี
4. มีความสมัครใจในการเข้าร่วมในการวิจัย และยินดียินยอมในใบยินยอมเข้าร่วมการวิจัย

เกณฑ์การคัดเลือกผู้เข้าร่วมวิจัยออกจากการวิจัย

1. เข้าร่วมการฝึกไม่ถึง 80% ของช่วงระยะเวลาในการฝึก หรือเข้าร่วมฝึกไม่ถึง 15 ครั้ง จากทั้งหมด 18 ครั้ง
2. เกิดเหตุสุดวิสัยที่ทำให้ไม่สามารถเข้าร่วมการวิจัยต่อได้ เช่น การบาดเจ็บจากอุบัติเหตุหรือมีอาการป่วย เป็นต้น
3. ไม่สมัครใจในการเข้าร่วมการทดลองต่อ

ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

1. การทดสอบก่อนการฝึก (Pre-test) ผู้วิจัยดำเนินการเก็บข้อมูลของผู้เข้าร่วมการวิจัย จำนวน 20 คน โดยทำการวัด และเก็บข้อมูลตัวแปรทางสรีรวิทยาทั่วไป การทดสอบตัวแปรด้านความเร็วในการเตะ (Kicking velocity) และการทดสอบความแข็งแรงสูงสุด (1RM) ตามขั้นตอนดังนี้

1.1) การวัด และเก็บข้อมูลตัวแปรทางสรีรวิทยาทั่วไป ได้แก่ อายุ (Age, year) ส่วนสูง (Height, cm) น้ำหนัก (Weight, kg) และวัดระยะห่างจากฐานของเป้าถึงจุดยืน (ระยะในการเตะ) เท่ากับความยาวจากพื้นขึ้นไปถึงกระดูกเชิงกราน (Anterior superior iliac spine)

1.2) การทดสอบตัวแปรด้านความเร็วในการเตะ (Kicking velocity) ทำการทดสอบในการเตะเฉียงระดับศีรษะของขาข้างที่ถนัดด้วยชุดอุปกรณ์วิเคราะห์การเคลื่อนไหว (Motion analysis)

1.3) ทำการแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 10 คน

1.4) การทดสอบความแข็งแรงสูงสุด (1RM) ทำการทดสอบในการเตะเฉียงระดับศีรษะของ

ขาข้างที่ถนัดด้วยเครื่องฝึกด้วยแรงดันอากาศ และเครื่องฝึกด้วยน้ำหนัก (ตามที่คุณวิจัยได้แบ่งกลุ่ม)

- กลุ่มฝึกฟังก์ชันนอลด้วยแรงดันอากาศ ฝึกที่ความหนัก 40% ของความแข็งแรงสูงสุด (1RM) จำนวน 8 ครั้ง ทั้งหมด 4 เซต พักระหว่างเซต 4 นาที ในจังหวะ/ความเร็วของการฝึก คือเร็วที่สุด ไปยังเป้าที่เป็นหมวกป้องกันศีรษะที่มีขนาดเท่ากับ 23 x 24 x 25 เซนติเมตร

- กลุ่มฝึกฟังก์ชันนอลด้วยน้ำหนัก ฝึกที่ความหนัก 40% ของความแข็งแรงสูงสุด (1RM) จำนวน 8 ครั้ง ทั้งหมด 4 เซต พักระหว่างเซต 4 นาที ในจังหวะ/ความเร็วของการฝึก คือเร็วที่สุด ไปยังเป้าที่เป็นหมวกป้องกันศีรษะที่มีขนาดเท่ากับ 23 x 24 x 25 เซนติเมตร

2. หลังการฝึก 6 สัปดาห์ ทำการทดสอบหลังการฝึก (Post-test) โดยผู้เข้าร่วมการวิจัยจำนวน 20 คน จะได้รับการทดสอบตัวแปรด้านความเร็วในการเตะ (Kicking velocity) ตามขั้นตอนการทดสอบก่อนการฝึก (Pre-test) เมื่อสิ้นสุดการฝึก จากนั้นผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ผลทางสถิติ



รูปที่ 1 การฝึกฟังก์ชันนอลด้วยแรงดันอากาศ



รูปที่ 2 การฝึกฟังก์ชันนอลด้วยน้ำหนัก

การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติดังนี้

1. ค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)
2. วิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความเร็วเชิงมุมของข้อสะโพก ความเร็วเชิงมุมของข้อเข่า ความเร็วเชิงเส้นของข้อเข่า และความเร็วเชิงเส้นของเท้า ภายในกลุ่มด้วยการทดสอบค่าที่แบบรายคู่ (Paired samples t-test) เพื่อเปรียบเทียบ ก่อนและหลังการฝึก 6 สัปดาห์
3. วิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความเร็วเชิงมุมของข้อสะโพก ความเร็วเชิงมุมของข้อ

เข่า ความเร็วเชิงเส้นของข้อเข่า และความเร็วเชิงเส้นของเท้า ระหว่างกลุ่มด้วยการหาค่าเฉลี่ยค่าทีอิสระ (Independent samples t-test) เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของทั้งสองกลุ่ม ก่อนและหลังการฝึก 6 สัปดาห์

4. กำหนดความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผลการวิจัย

1. ข้อมูลพื้นฐานทั่วไป ได้แก่ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของอายุ น้ำหนัก และส่วนสูงของผู้เข้าร่วมการวิจัย ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรด้านสรีรวิทยาทั่วไปของผู้เข้าร่วมการวิจัย

ตัวแปร	กลุ่มฝึกฟังก์ชันนอลด้วยแรงดันอากาศ (n=10)	กลุ่มฝึกฟังก์ชันนอลด้วยน้ำหนัก (n=10)
อายุ (ปี)	19.00±1.50	19.90±1.59
ส่วนสูง (เซนติเมตร)	175.10±7.63	178.20±4.58
น้ำหนัก (กิโลกรัม)	66.10±7.34	73.80±10.01

p > .05

2. ข้อมูลความเร็วในการเตะ (ความเร็วช่วงการยกเข้า ได้แก่ ความเร็วเชิงมุมสูงสุดของข้อสะโพก ความเร็วเชิงมุมสูงสุดของข้อเข่า และความเร็วช่วงการสะบัดปลายเท้า ได้แก่ ความเร็วเชิงเส้นสูงสุดของข้อเข่า ความเร็วเชิงเส้นสูงสุดของเท้า) ก่อนและหลังการฝึก 6 สัปดาห์ ดังแสดงในตารางที่ 2 และ 3

ตารางที่ 2 แสดงค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความเร็วในการเตะ ก่อนการฝึกและหลังการฝึก 6 สัปดาห์ ของกลุ่มฝึกฟังก์ชันนอลด้วยแรงดันอากาศและกลุ่มฝึกฟังก์ชันนอลด้วยน้ำหนัก โดยการทดสอบค่าทีแบบรายคู่ (Pair samples t-test)

กลุ่มการฝึก	ความเร็วในการเตะ	ก่อนการฝึก	หลังการฝึก 6 สัปดาห์	t	p
กลุ่มฝึกฟังก์ชันนอลด้วยแรงดันอากาศ (n=10)	ความเร็วช่วงการยกเข้าของขาข้างที่ถนัด				
	ความเร็วเชิงมุมสูงสุดของข้อสะโพก (เรเดียนต่อวินาที)	0.66±0.18	1.03±0.15	-8.099	.000*
	ความเร็วเชิงมุมสูงสุดของข้อเข่า (เรเดียนต่อวินาที)	1.51±0.11	1.79±0.21	-5.551	.000*
	ความเร็วช่วงการสะบัดปลายเท้าของขาข้างที่ถนัด				
	ความเร็วเชิงเส้นสูงสุดของข้อเข่า (เมตรต่อวินาที)	7.60±0.76	8.48±0.61	-8.490	.000*
	ความเร็วเชิงเส้นสูงสุดของเท้า (เมตรต่อวินาที)	16.67±1.25	17.61±1.42	-6.076	.000*
กลุ่มฝึกฟังก์ชันนอลด้วยน้ำหนัก (n=10)	ความเร็วช่วงการยกเข้าของขาข้างที่ถนัด				
	ความเร็วเชิงมุมสูงสุดของข้อสะโพก (เรเดียนต่อวินาที)	0.51±0.14	0.59±0.10	-1.471	.175
	ความเร็วเชิงมุมสูงสุดของข้อเข่า (เรเดียนต่อวินาที)	1.40±0.13	1.45±0.19	-1.743	.115
	ความเร็วช่วงการสะบัดปลายเท้าของขาข้างที่ถนัด				
	ความเร็วเชิงเส้นสูงสุดของข้อเข่า (เมตรต่อวินาที)	7.43±0.69	7.55±0.58	-.811	.438
	ความเร็วเชิงเส้นสูงสุดของเท้า (เมตรต่อวินาที)	15.76±1.03	15.92±0.94	-.507	.624

*p < .05

ตารางที่ 3 แสดงค่าเฉลี่ย และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความเร็วในการเตะ เปรียบเทียบก่อนการฝึกของกลุ่มฝึกฟังก์ชันนอลด้วยแรงดันอากาศ และกลุ่มฝึกฟังก์ชันนอลด้วยน้ำหนัก โดยการใช้การทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยค่าทีอิสระ (Independent samples t-test)

กลุ่มการฝึก	ความเร็วในการเตะ	กลุ่มฝึก ฟังก์ชันนอล ด้วยแรง ดันอากาศ (n=10)	กลุ่มฝึก ฟังก์ชันนอล ด้วยน้ำหนัก (n=10)	t	p
ก่อนการฝึก	ความเร็วช่วงการยกเข้าของขาข้างที่ถนัด				
	ความเร็วเชิงมุมสูงสุดของข้อ สะโพก (เรเดียนต่อวินาที)	0.66±0.18	0.51±0.14	2.052	.055
	ความเร็วเชิงมุมสูงสุดของข้อ เข่า (เรเดียนต่อวินาที)	1.51±0.11	1.40±0.13	2.013	.059
	ความเร็วช่วงการสับตลายเท้าของขาข้างที่ถนัด				
	ความเร็วเชิงเส้นสูงสุดของข้อ เข่า (เมตรต่อวินาที)	7.60±0.76	7.43±0.69	.515	.613
	ความเร็วเชิงเส้นสูงสุดของเท้า (เมตรต่อวินาที)	16.67±1.25	15.76±1.03	1.772	.093
หลังการฝึก 6 สัปดาห์	ความเร็วช่วงการยกเข้าของขาข้างที่ถนัด				
	ความเร็วเชิงมุมสูงสุดของข้อ สะโพก (เรเดียนต่อวินาที)	1.03±0.15	0.59±0.10	7.386	.000*
	ความเร็วเชิงมุมสูงสุดของข้อ เข่า (เรเดียนต่อวินาที)	1.79±0.21	1.45±0.19	3.735	.002*
	ความเร็วช่วงการสับตลายเท้าของขาข้างที่ถนัด				
	ความเร็วเชิงเส้นสูงสุดของข้อ เข่า (เมตรต่อวินาที)	8.48±0.61	7.55±0.58	3.470	.003*
	ความเร็วเชิงเส้นสูงสุดของเท้า (เมตรต่อวินาที)	17.61±1.42	15.92±0.94	3.130	.006*

*p < .05

อภิปรายผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาผลของการฝึกฟังก์ชั่นนอลด้วยแรงดันอากาศที่มีต่อความเร็วในการเตะเฉียดระดับศีรษะของนักกีฬาเทควันโดชาย ผลการวิจัยพบว่า หลังการฝึก 6 สัปดาห์ กลุ่มฝึกฟังก์ชั่นนอลด้วยแรงดันอากาศ มีความเร็วช่วงการยกเข้าของขาข้างที่ถนัดได้แก่ ความเร็วเชิงมุมของข้อสะโพก ความเร็วเชิงมุมของข้อเข่า และความเร็วช่วงการสับตบปลายเท้าของขาข้างที่ถนัด ได้แก่ ความเร็วเชิงเส้นของข้อเข่า ความเร็วเชิงเส้นของเท้า เพิ่มขึ้นมากกว่าก่อนการฝึก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เนื่องจากการฝึกด้วยแรงดันอากาศเป็นรูปแบบหนึ่งของการฝึกแบบไอโซคINETIK ที่สามารถปรับแรงต้านได้อย่างเหมาะสม เพื่อให้กล้ามเนื้อออกแรงได้สม่ำเสมอ คงที่ตลอดช่วงของการเคลื่อนไหว (Corporation, 2011) สอดคล้องกับงานวิจัยของ Pantong (2560) ที่ทำการศึกษาค้นคว้าผลของการฝึกการเข้าท่าด้วยท่าลันจ์ด้วยแรงต้านจากแรงดันอากาศที่มีต่อประสิทธิภาพในท่าลันจ์ของนักกีฬาดาบสากล พบว่าการฝึกการเข้าท่าด้วยท่าลันจ์ด้วยแรงต้านจากแรงดันอากาศสามารถพัฒนาความแข็งแรงสูงสุดของการเข้าท่าด้วยท่าลันจ์ ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขา เวลาในการเปลี่ยนแปลงทิศทาง และเวลาในการเข้าท่าด้วยท่าลันจ์แบบซ้ำได้ การฝึกแรงต้านดังกล่าว จึงทำให้เกิดการปรับตัวของระบบประสาทกล้ามเนื้อที่มีผลมาจากกล้ามเนื้อที่มีการประสานการทำงานภายในกล้ามเนื้อมัดเดียวกัน (Intramuscular coordination) ได้ดีขึ้น (Albernethy, Kippers, Hanrahan, Pandey, McManus, and Mackinnon, 2013) ซึ่งทำให้กล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง (Hamstring) และกล้ามเนื้อเหยียดสะโพก (Gluteus Maximus) มีการทำงานแบบความยาวเพิ่มขึ้น (Eccentric contraction) จากการเหยียดออกของ

กล้ามเนื้ออย่างรวดเร็ว ส่งผลให้เกิดรีเฟล็กซ์ยืด (Stretch reflex) ดังนั้น การฝึกด้วยแรงดันอากาศ นอกจากจะช่วยให้กล้ามเนื้อมีการทำงานแบบเหยียดออกที่รวดเร็ว แรงดันอากาศจากสายเคเบิลยังมีแรงกระชากกลับที่พยายามจะดึงสายเคเบิลคืนสู่ความยาวเดิม ทำให้กล้ามเนื้อมีการเหยียดออกและตามด้วยการหดสั้นได้อย่างรวดเร็ว จึงทำให้ความเร็วในการเตะมีการพัฒนาที่ดีขึ้น (Bompa and Carrera, 2005)

นอกจากนี้ยังพบว่า หลังการฝึก 6 สัปดาห์ กลุ่มฝึกฟังก์ชั่นนอลด้วยแรงดันอากาศ มีความเร็วช่วงการยกเข้าของขาข้างที่ถนัด ได้แก่ ความเร็วเชิงมุมสูงสุดของข้อสะโพก ความเร็วเชิงมุมสูงสุดของข้อเข่า และความเร็วช่วงการสับตบปลายเท้าของขาข้างที่ถนัด ได้แก่ ความเร็วเชิงเส้นสูงสุดของข้อเข่า และความเร็วเชิงเส้นสูงสุดของเท้า เพิ่มขึ้นมากกว่ากลุ่มฝึกฟังก์ชั่นนอลด้วยน้ำหนัก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เนื่องจากการฝึกด้วยแรงดันอากาศจะทำให้กล้ามเนื้อสามารถออกแรงเพิ่มมากขึ้นตลอดมุมของการเคลื่อนไหว เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มฝึกด้วยน้ำหนัก ส่วนการฝึกด้วยน้ำหนักแรงต้านที่ได้จะขึ้นอยู่กับแผ่นน้ำหนักทั้งหมด ดังนั้นจะทำให้เกิดแรงเฉื่อยในการเคลื่อนไหวที่ไม่สม่ำเสมอ ซึ่งทำให้แรงที่ออกน้อยลง ไม่คงที่ในทุกช่วงของการเคลื่อนไหว (Peltonen et al., 2013) สอดคล้องกับงานวิจัยของ คอปเปอร์เรชั่น (Corporation, 2011) ที่ทำการศึกษาค้นคว้าเปรียบเทียบค่าแรงในการออกกำลังกายด้วยท่าเตะขาไปด้านหน้า (Leg extension) ระหว่างการใช้แผ่นน้ำหนักกับการใช้เครื่องแรงดันอากาศ พบว่าการออกแรงต้านด้วยแผ่นน้ำหนัก มีความแปรปรวน ไม่คงที่ตลอดช่วงของการเคลื่อนไหว ขณะที่การออกแรงต้านด้วยแรงดันอากาศ สามารถออกแรงได้สม่ำเสมอ คงที่ตลอดช่วงของการเคลื่อนไหว นอกจากนี้ (Frost et al., 2008) ได้กล่าว

ว่าการฝึกด้วยแรงดันอากาศจะให้ผลที่ดีกว่าและมีความเฉพาะเจาะจงกว่าการฝึกด้วยน้ำหนัก เนื่องจากความเร็วในการเคลื่อนที่มีมากกว่า ทำให้การทำงานของกล้ามเนื้อมีค่าสูงขึ้นในช่วงสุดท้ายของการเคลื่อนไหว เพราะมวลของแรงต้านด้วยแรงดันอากาศน้อยกว่าแรงต้านด้วยน้ำหนักในขณะที่ออกกำลังภายในปริมาณที่น้ำหนักเท่ากัน ซึ่งในการแข่งขันจริงต้องการความเร็วสูงในการเตะและเคลื่อนที่ ทำให้การฝึกฟังก์ชันนอลด้วยแรงดันอากาศมีความแรงที่มากกว่าการฝึกฟังก์ชันนอลด้วยน้ำหนัก (Makaya, 2007) ; (Pettersson, Jansen, Hogan, and Nassif, 2001) ซึ่งการฝึกด้วยแรงดันอากาศ ทำให้กล้ามเนื้อของนักกีฬาเทควันโดที่ได้รับการฝึกการเตะเฉยๆ ที่มีลักษณะเฉพาะเจาะจงกับทักษะของกีฬาเทควันโด ที่ทำการฝึกสัปดาห์ละ 3 ครั้ง เป็นเวลา 6 สัปดาห์ สามารถพัฒนาความเร็วในการเตะเฉยๆระดับสี่ระยะในนักกีฬาเทควันโดชายได้

สรุปผลการวิจัย

โปรแกรมการฝึกฟังก์ชันนอลด้วยแรงดันอากาศสามารถพัฒนาความเร็วในการเตะเฉยๆระดับสี่ระยะของนักกีฬาเทควันโดได้เป็นอย่างดี

ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

จากโปรแกรมการฝึกฟังก์ชันนอลด้วยแรงดันอากาศที่มีรูปแบบการฝึกที่เฉพาะเจาะจง จึงควรนำการฝึกไปใช้กับกีฬาที่เป็นศิลปะการต่อสู้ป้องกันตัว เพื่อเพิ่มความเร็วในการเตะ เช่น คาราเต้ ปั่นจักสีลัด เป็นต้น

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณทุนสนับสนุนจากกองทุนอุดหนุนในการทำวิทยานิพนธ์บัณฑิตวิทยาลัย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยทุกท่านที่ให้ความร่วมมือในการทำวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- Abernethy, B., Kippers, V., Hanrahan, S. J., Pandey, M. G., McManus, A. M., and Mackinnon, L. (2013). *Biophysical Foundations of Human Movement (Third edition.)* Champaign, IL: Human Kinetics.
- Bompa, T. O. (1999a). *Periodization training for sport: Agility and strength training.* Toronto, Canada: Veritas.
- Bompa, T. O., and Carrera, M (2005). *Periodization training for sport (second edition.)* Champaign, IL: Human kinetics.
- Bloomfield, j., Ackland, T. R., and Elliott, B. C. (1994). *Applied anatomy and biomechanics in sport.* Melbourne: Blackwell Scientific Publications.
- Department of Physical Education. (2016). *Taekwondo sports trainer training manual according to the professional standard course, Taekwondo sports trainer.* (Online). Retrieved June 16,2018, from Department of Physical Education Website: <https://www.dpe.go.th/manual-files-392891791927>
- Dokchan, V. (2012). *A Comparison of two different resistance training on velocity and force of axe kick in female taekwondo athletes.* Master's Thesis, Faculty of

- Sport Science, Chulalongkorn University. Bangkok.
- Estevan, I., Alvarez, O., Falco, C., Garcia, M. J., and Castillo, I. (2011). Impact force and time analysis in fluenced by execution distance in a roundhouse kick to the head in Taekwondo. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(10) , 2851-2856.
- Estevan, I., Falco, C., Alvarez, O., and Garcia, M. J. (2012). Effect of Olympic Weight Category on Performance in the Roundhouse Kick to the Head in Taekwondo. *Journal of Human Kinetics*, 31, 37-43.
- Estevan, I., Jandacka, D., and Falco, C. (2013). Effect of stance position on kick performance in Taekwondo. *Journal of Sports Sciences*, 31(16), 1815–1822.
- Estevan, I. , Falco, C. , Silvernail, J. F. , & Jandacka, D. (2015). Comparison of Lower Limb Segments Kinematics in a Taekwondo Kick. An Approach to the Proximal to Distal Motion. *Journal of human kinetics*, 47, 41-49.
- Fong, S. S. M. and Tsang, W. W. N. (2012) Relationship between the duration of Taekwondo training and lower limb muscle strength in adolescents. *Hong Kong Physiotherapy Journal*. 30, 25-28.
- Frost, D. M., Cronin, J. B., & Newton, R. U. (2008) . A comparison of the kinematics, kinetics and muscle activity between pneumatic and free weight resistance. *European journal of applied physiology*, 104(6), 937-956.
- Frost, D. M., Cronin, J., and Newton, R. U. (2010). A biomechanical evaluation of resistance: fundamental concepts for training and sports performance. *Sports Medicine*, 40(4), 303-326.
- Ha, C. S., Choi, M. H., and Kim, B. Y. (2009). The kinematical analysis of the Taekwondo sparring players Bandal Chagi in kinematics. *International Journal of Applied Sports Sciences*, 21(1), 115-131.
- Kazemi, M., Waalen, J., Morgan, C., & White, A. R. (2006) . A profile of olympic taekwondo competitors. *Journal of sports science & medicine*, 5(CSSI) , 114-121.
- Keiser Corporation. (2011) . *When is a pound not a pond? Keiser compares iron and air.* (Online) . Retrieved September 11,2018, from Keiser Corporation [US] Website: <http://www.keiser.com/media/pound.pdf>
- Kim, Y. K., Kim, Y. H., & Im, S. J. (2011). Inter-joint coordination in producing kicking

- velocity of taekwondo kicks. *Journal of sports science & medicine*, 10(1), 31–38.
- Kukkiwon. (2013). *Foreigner Instructors course text book*. Seoul.
- La-Bantao, K. (2011). *A comparison of training effects between different proportion of combined of pneumatic and free weight resistance on muscular strength and power*. Master's Thesis, Faculty of Sport Science, Chulalongkorn University. Bangkok.
- Lawton, T. W., Cronin, J. B., & Lindsell, R. P. (2006). Effect of interrepetition rest intervals on weight training repetition power output. *Journal of strength and conditioning research*, 20(1), 172-176.
- Makaya, I. (2007). Martial arts conditioning: Elastic resistance band training. *Martial arts Illustrated magazine*. [Online]. Available from: <http://www.martialartsunltd.co.uk>.
- Patterson, R. M., Stegink Jansen, C. W., Hogan, H. A., & Nassif, M. D. (2001). Material properties of Thera- Band Tubing. *Physical therapy*, 81(8), 1437-1445.
- Peltonen, H., Häkkinen, K., & Avela, J. (2013). Neuromuscular responses to different resistance loading protocols using pneumatic and weight stack devices. *Journal of electromyography and kinesiology*, 23(1), 118-124.
- Pantong, S. (2017). *Effects of attack lunge training with pneumatic resistance on lunge performance in fencers*. Master's Thesis, Faculty of Sport Science, Chulalongkorn University. Bangkok.