

บทความวิจัย

ผลของการฝึกเน้นความหนักเอกเซ็นตริกที่มีต่อการเพิ่มสมรรถภาพกล้ามเนื้อขา
ในนักวิ่งระยะสั้นระดับเยาวชน

ครรชิต มุละสึวะ และสำราญ ศรีสังข์

คณะวิทยาศาสตร์การกีฬาและสุขภาพ มหาวิทยาลัยการกีฬาแห่งชาติ วิทยาเขตอ่างทอง

Received: 6 March 2024 / Revised: 1 April 2024 / Accepted: 24 April 2024

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาผลของการฝึกเน้นความหนักเอกเซ็นตริกที่มีต่อสมรรถภาพของกล้ามเนื้อขาในนักวิ่งระยะสั้นระดับเยาวชน

วิธีการดำเนินการวิจัย กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักวิ่งระยะสั้นโรงเรียนกีฬาจังหวัดอ่างทอง เพศหญิง อายุระหว่าง 16-18 ปี จำนวน 20 คน ซึ่งได้จากการเลือกแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive sampling) ก่อนทำการทดลอง กลุ่มตัวอย่างจะได้รับการฝึกด้วยแรงต้านในการทำแบบสควอตด้วยเครื่องสมิทแมชชีน (Smith machine) ที่ความหนัก 60% ของน้ำหนักที่มากที่สุดที่ยกได้อย่างถูกต้อง 1 ครั้ง จำนวน 15 ครั้ง 3 เซต 2 ครั้งต่อสัปดาห์ เป็นเวลา 2 สัปดาห์ เพื่อพัฒนาความแข็งแรงและให้คุ้นเคยกับการออกกำลังกายด้วยแรงต้าน หลังจากนั้นทำการแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่มละ 10 คน ด้วยวิธีการกำหนดกลุ่มแบบจับคู่ โดยใช้ความแข็งแรงสัมพัทธ์เป็นเกณฑ์ กลุ่มที่ 1 กลุ่มทดลองฝึกเสริมด้วยโปรแกรมฝึกเน้นความหนักเอกเซ็นตริกที่ระดับความหนักเอกเซ็นตริกต่อคอนเซ็นตริก 105/85 % ของ 1 อาร์เอ็ม และกลุ่มที่ 2 เป็นกลุ่มควบคุมฝึกซ้อมตามโปรแกรมปกติที่มีการฝึกทักษะการวิ่งแบบต่างๆ โดยไม่มีการฝึกซ้อมด้วยน้ำหนักใดๆ กลุ่มทดลองทำการฝึกในสัปดาห์ที่ 1 และ 2 จำนวน 3 เซต สัปดาห์ที่ 3 และ 4 จำนวน 4 เซต และสัปดาห์ที่ 5 และ 6 จำนวน 5 เซตๆ ละ 6 ครั้ง 2 ครั้งต่อสัปดาห์ เป็นเวลา 6 สัปดาห์ ก่อนและหลังการทดลอง 6 สัปดาห์ ทำการทดสอบพลังสูงสุด แรงปฏิกิริยาสูงสุด ความเร็วสูงสุด ความแข็งแรงสัมพัทธ์ และเวลาในการวิ่งระยะ 10 เมตร, 20 เมตร, 30 เมตร และ 40 เมตร นำข้อมูลที่ได้มาหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เปรียบเทียบความแตกต่างของข้อมูลก่อนและหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 6 ภายในกลุ่มโดยการทดสอบค่าทีแบบสัมพันธ์กัน และเปรียบเทียบข้อมูลระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมหลังการทดลองโดยใช้การทดสอบค่าทีแบบ

เป็นอิสระจากกัน กำหนดระดับความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ผลการวิจัย หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 6 พบว่า กลุ่มที่ฝึกเสริมด้วยโปรแกรมฝึกเน้นความหนักเอกเซ็นตริก มีค่าพลังกล้ามเนื้อขา ความแข็งแรงสัมพัทธ์ของกล้ามเนื้อขาเพิ่มขึ้น และเวลาในการวิ่งระยะ 10 เมตร, 20 เมตร, 30 เมตร และ 40 เมตร ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ขณะที่กลุ่มควบคุมมีค่าความแข็งแรงสัมพัทธ์ของกล้ามเนื้อขาเพิ่มขึ้น และเวลาในการวิ่งระยะ 10 เมตร, 20 เมตร, 30 เมตร และ 40 เมตร ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มพบว่ากลุ่มที่ฝึกเสริมด้วยโปรแกรมฝึกเน้นความหนักเอกเซ็นตริกมีค่าความแข็งแรงสัมพัทธ์ของกล้ามเนื้อขาเพิ่มขึ้น และเวลาในการวิ่งระยะ 10 เมตร ลดลงมากกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ขณะที่ตัวแปรอื่นไม่พบความแตกต่าง โดยเมื่อเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การพัฒนาในทุกๆ ตัวแปรพบว่ากลุ่มที่ฝึกเสริมด้วยโปรแกรมฝึกเน้นความหนักเอกเซ็นตริกมีแนวโน้มดีกว่าในกลุ่มควบคุม

สรุปผลการวิจัย การฝึกเน้นความหนักเอกเซ็นตริกเป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์สามารถพัฒนาพลังของกล้ามเนื้อขา ความแข็งแรงสัมพัทธ์ของกล้ามเนื้อขา และเวลาในการวิ่งระยะ 10 เมตร, 20 เมตร, 30 เมตร และ 40 เมตร ผลการทดลองนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการฝึกสมรรถภาพกล้ามเนื้อขาของนักวิ่งระยะสั้นระดับเยาวชนได้

คำสำคัญ: การฝึกเน้นความหนักเอกเซ็นตริก / สมรรถภาพกล้ามเนื้อขา / นักวิ่งระยะสั้นระดับเยาวชน

Original Article

THE EFFECT OF ACCENTUATED ECCENTRIC LOADING TRAINING ON LEG MUSCULAR PERFORMANCE IN YOUTH SPRINTERS

Khanchit Mulasiwa and Sumran Sreesung

Faculty of Sports Science and Health, Thailand National Sports University, Angthong campus

Received: 6 March 2024 / Revised: 1 April 2024 / Accepted: 24 April 2024

Abstract

Purpose The purpose of this study was to compare effects of accentuated eccentric loading (AEL) on leg muscular performance in youth short sprint athletes.

Method Twenty female sprinters, age between 16 and 18 years old, from Angthong Sport School participated in this study. Before the experiment, all subjects underwent a resistance training program at a load of 60% 1 RM, twice a week for two weeks for familiarization. Thereafter, the participants were randomly assigned into 2 groups matched by 1RM relative back squat strength. The first experimental group (n=10), (AEL), performed an accentuated eccentric loading program consisted of 6 repetitions at a load of eccentric/concentric was 105/85 % 1RM with 3 sets in first and second week, 4 sets in third and fourth week and 5 sets in fifth and sixth week. The second was control group (n=10), (CON), performed practice according to the normal program. AEL group continued to train twice a week for a total of 6 weeks. Peak power, peak ground reaction force, peak velocity, relative strength, and 10,20,30 and 40-meters sprint time were measured before and after 6 weeks of training. Data were expressed as means $\pm$ S.D. and were analyzed using

independent sample t-test and paired sample t-test. The statistically significant was set at p-value < 0.05.

Results The results demonstrated that after 6 weeks of training, the AEL presented significant increases in peak power, peak ground reaction force, peak velocity, relative strength, and decreases 10, 20, 30 and 40-meters sprint time (p<.05), while The CON showed improvements in relative strength and decreases 10, 20, 30 and 40-meters sprint time. Interestingly, The AEL revealed greater improvement in relative strength and 10 meters sprint time compared to The CON group.

Conclusion Our results demonstrated that accentuated eccentric loading have favorable effects on peak power, peak ground reaction force, peak velocity, relative strength, and 10, 20, 30 and 40-meters sprint time therefore be used as an adjunctive exercise program for improving leg muscular performance in youth t sprinters.

Keywords: Accentuated Eccentric Loading / Leg Muscular Performance / Youth Sprinters

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

กีฬาวิ่งระยะสั้น นักกีฬาจะต้องวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดเพื่อเข้าเส้นชัยโดยใช้ระยะเวลาให้น้อยที่สุด และเป็นการแข่งขันที่ใช้แรงระเบิด พลังของกล้ามเนื้อ และความเร็วควบคู่กับปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ เพราะฉะนั้นในการพัฒนาความเร็วของนักวิ่งระยะสั้น จะต้องให้ความสำคัญกับองค์ประกอบทั้งหมดของความเร็ว ได้แก่ ความสามารถในการเร่งความเร็ว การวิ่งด้วยความเร็วสูงสุด และการรักษาความเร็วให้คงที่ จากผลการวิเคราะห์ความเร็วในนักวิ่ง 100 เมตรชาย ที่เข้ารอบรองชนะเลิศ และรอบชิงชนะเลิศของการแข่งขันกีฬาโอลิมปิกเมื่อปี ค.ศ. 1988 พบว่าความเร็วที่จุด 10 เมตร จากจุดเริ่มต้นคิดเป็น 45 % ของความเร็วสูงสุด ซึ่งเป็นระยะที่มีการเร่งความเร็วเพิ่มขึ้นได้มากที่สุด (Bruggemann and Glad, 1990) ซึ่ง Bosch และ Klomp (2001) ได้กล่าวว่า ท่าทางและวิธีในการเคลื่อนที่ของร่างกายในขณะเริ่มต้นออกวิ่งแล้วเร่งความเร็ว กับในขณะวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดจะมีความแตกต่างกันอย่างสิ้นเชิง ดังนั้นในการฝึกวิ่งระยะสั้นโดยเฉพาะนักวิ่ง 100 เมตร ที่มีการออกวิ่งจากที่ยืนท่าอย่างรวดเร็วจึงต้องให้ความสำคัญกับท่าทางและวิธีในการเคลื่อนที่ของร่างกายในขณะเริ่มต้นออกวิ่งแล้วเร่งความเร็ว ซึ่งการเร่งความเร็วอย่างมีประสิทธิภาพจะทำให้นักวิ่งสามารถเร่งความเร็วไปสู่ความเร็วสูงสุดได้อย่างรวดเร็ว ซึ่งอาศัยพลังระเบิดของกล้ามเนื้อโดยเฉพาะกลุ่มกล้ามเนื้อสะโพกและต้นขาที่ต้องทำงานหนัก เพราะฉะนั้นการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อที่ใช้ในการเร่งความเร็วของนักวิ่งนั้นจะต้องพัฒนาพลังกล้ามเนื้อในการเหยียดสะโพก เหยียดเข่า และกล้ามเนื้อเหยียดข้อเท้าเป็นสำคัญ ซึ่งสอดคล้องกับ Weineck (1990) ในการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อที่ใช้ในการเร่งความเร็วของนักวิ่งนั้นจะต้องพัฒนาพลัง

กล้ามเนื้อเหยียดสะโพก กล้ามเนื้อเหยียดเข่า และกล้ามเนื้อเหยียดข้อเท้า ซึ่งเป็นกล้ามเนื้อที่ประกอบไปด้วยเส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้เร็วเป็นส่วนใหญ่ ดังนั้นในการฝึกด้วยน้ำหนักเพื่อพัฒนาความแข็งแรงและพลังกล้ามเนื้อของกล้ามเนื้อเหล่านี้ จะต้องใช้ความหนักในระดับที่สามารถระดมเส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้เร็วมาทำงานได้

การฝึกแบบเน้นความหนักเอกเซ็นตริกคือรูปแบบการฝึกด้วยน้ำหนักโดยเน้นความหนักในช่วงการยืดออกของความยาวกล้ามเนื้อแล้วส่งผลทำให้การหดตัวของกล้ามเนื้อในช่วงการหดตัวสั้นลงของความยาวกล้ามเนื้อมีแรงเพิ่มมากขึ้น พบว่าการฝึกรูปแบบนี้สามารถพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ พลังของกล้ามเนื้อ และความเร็วในการหดตัวของกล้ามเนื้อมีประสิทธิภาพดีกว่าการฝึกด้วยน้ำหนักทั่วไป (Cook, Beaven and Kilduff, 2013; Douglas, Pearson, Ross, and McGuigan, 2017) เพราะการฝึกแบบเน้นความหนักเอกเซ็นตริกจะช่วยเพิ่มการทำงานของเส้นใยกล้ามเนื้อให้มีความยาวเพิ่มมากขึ้นเนื่องจากการยืดตัวของเอ็นกล้ามเนื้อที่มาก และมีการสะสมของพลังงานการยืดของกล้ามเนื้อในช่วงการทำงานแบบเอกเซ็นตริกแล้วไปเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของกล้ามเนื้อแบบคอนเซ็นตริกที่ทำงานสลับกันไป (Komi and Bosco, 1978 ; Cronin, McNair and Marshal, 2001) ซึ่งกลไกดังกล่าวเกิดขึ้นเนื่องจากการเน้นความหนักเอกเซ็นตริกจะกระตุ้นสัญญาณประสาทนำเข้าของเส้นใยกล้ามเนื้อทำให้มีการตอบสนองของศูนย์ควบคุมเส้นใยกล้ามเนื้อและส่งสัญญาณประสาทไปยังช่วงการทำงานของกล้ามเนื้อแบบคอนเซ็นตริกทำให้กล้ามเนื้อมีความตึงตัวและยืดหยุ่นมากขึ้น (Bobbert, 1996) การเน้นความหนักเอกเซ็นตริกจะเพิ่มแรง

ขับเคลื่อนสัญญาณประสาทและเรียกหน่วยยนต์ให้มาร่วมกัน จึงทำให้มีประสิทธิภาพมากที่สุด และการเน้นความหนักเอกเซนตริกยังมีกระบวนการนำเข้าสู่สัญญาณประสาทที่หลากหลายกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับ การหดตัวแบบคอนเซนตริก (Moore, Weiss, Schilling, Fry and Li, 2007; Duchateau and Enko, 2016) วิธีการฝึกนี้มีหลักฐาน พบว่า มีการเปลี่ยนแปลงของไมโอซินเฮฟวี่เชน (Myosin Heavy Chain) ที่เร็วขึ้น และมีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นของพื้นที่หน้าตัดกล้ามเนื้อ (Cross-sectional Area) รวมไปถึงการปรับตัวของระบบประสาทกล้ามเนื้อ (Neuromuscular Adaptation) (Aagaard, Simonsen, Andersen, Magnusson and Dyhre-Poulsen, 2002; Friedmann, Bauer, Kinscherf, Vorwald, Klute, Bischoff and Billeter, 2010; Phungern and Yimlamai, 2021)

จากการศึกษาของ Brandenburg และ Docherty (2002) ที่ได้ทำการฝึกเน้นความหนักเอกเซนตริกในช่วงเอกเซนตริก/คอนเซนตริก: 120/70 และ 120/75 ของเปอร์เซ็นต์ความหนักหนึ่งอาร์เอ็ม ผลการศึกษาพบว่า ช่วงคอนเซนตริกไม่พบความเปลี่ยนแปลงใดๆ ในทุกความหนักของการฝึก ขณะที่ การศึกษาของ Godard, Wygand, Carpinelli, Catalano และ Otto (1998) พบว่า การฝึกแบบเน้นความหนักเอกเซนตริก ในช่วงเอกเซนตริก/คอนเซนตริก : 120/80 ของเปอร์เซ็นต์ความหนักหนึ่งอาร์เอ็ม มีการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่หน้าตัดของกล้ามเนื้อและมีการระดมหน่วยยนต์ที่ดีขึ้น และพบว่า การฝึกแบบเน้นความหนักเอกเซนตริกสามารถพัฒนาความแข็งแรงและการเปลี่ยนแปลงขนาดของกล้ามเนื้อได้ดีขึ้น (Hortobagyi, Devita, Money and Barrier, 2001) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ John, Glendenning, Marchant, Montgomery, Stewart, Wood และคณะ

(2018) ที่พบว่า การฝึกแบบเน้นความหนักเอกเซนตริก ในช่วงเอกเซนตริก/คอนเซนตริก: 105/80 ของเปอร์เซ็นต์ความหนักหนึ่งอาร์เอ็ม ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงอัตราการเกิดแรงในช่วงเอกเซนตริกและคอนเซนตริก พลังของกล้ามเนื้อ ขนาดของกล้ามเนื้อเพิ่มมากขึ้น มัสเซลสปินเดิล (Muscle Spindles) ทำงานได้ดีมากยิ่งขึ้น (Cromie, McGuigan and Newton, 2010) รวมถึงการยึดติดของสะพานเชื่อม (Cross-bridges) ที่แคลเซียมไหลผ่านทำงานได้ดีมากยิ่งขึ้น (Bobbert, Gerritsen, Litjens and Van Soest, 1996) ดังนั้นการฝึกเน้นความหนักเอกเซนตริกที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงด้านความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ พลังของกล้ามเนื้อ เมื่อกำหนดความหนักช่วงเอกเซนตริกประมาณ 105-120 ของเปอร์เซ็นต์ความหนักหนึ่งอาร์เอ็ม และช่วงคอนเซนตริกตั้งแต่ 80 ของเปอร์เซ็นต์ความหนักหนึ่งอาร์เอ็ม เป็นต้นไป (Chakshuraksha, 2021)

จากปัญหาและความสำคัญของนักวิ่งระยะสั้น และข้อดีจากการฝึกเน้นความหนักเอกเซนตริกที่ได้กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะทำการศึกษาผลของการฝึกแบบเน้นความหนักเอกเซนตริกที่มีต่อสมรรถภาพกล้ามเนื้อขาในนักวิ่งระยะสั้นระดับเยาวชน โดยกำหนดความหนักช่วงเอกเซนตริก 105 ของเปอร์เซ็นต์ความหนักหนึ่งอาร์เอ็ม ซึ่งเป็นความหนักที่น้อยที่สุดที่สามารถกระตุ้นการทำงานของกล้ามเนื้อแบบเอกเซนตริกและเพื่อการบาดเจ็บที่อาจจะเกิดขึ้นกับนักกีฬา และเลือกความหนักช่วงคอนเซนตริก 85 เปอร์เซ็นต์ความหนักหนึ่งอาร์เอ็ม ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงอัตราการเกิดแรงในช่วงเอกเซนตริกและคอนเซนตริก พลังของกล้ามเนื้อ ขนาดของกล้ามเนื้อเพิ่มมากขึ้น (Cromie, McGuigan and Newton, 2010)

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาผลของการฝึกเน้นความหนักเอกเซ็นตริกที่มีต่อสมรรถภาพของกล้ามเนื้อขาในนักวิ่งระยะสั้นระดับเยาวชน

สมมติฐานของการวิจัย

การฝึกเสริมด้วยการฝึกเน้นความหนักเอกเซ็นตริกส่งผลต่อการเพิ่มสมรรถภาพกล้ามเนื้อขาดีกว่ากลุ่มที่ฝึกซ้อมตามโปรแกรมปกติที่มีการฝึกทักษะการวิ่งรูปแบบต่างๆ และไม่มีการฝึกด้วยน้ำหนักใดๆ ในนักวิ่งระยะสั้นระดับเยาวชน

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง และได้ผ่านการพิจารณาจริยธรรมการวิจัย โดยคณะกรรมการจริยธรรมวิจัยของมหาวิทยาลัยการกีฬาแห่งชาติ รหัสโครงการวิจัย TNSU-SCI 025/2566 รับรองเมื่อวันที่ 23 สิงหาคม 2566

กลุ่มตัวอย่าง กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักวิ่งระยะสั้นโรงเรียนกีฬาจังหวัดอ่างทอง เพศหญิง อายุระหว่าง 16-18 ปี โดยทำการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างด้วยวิธีการเลือกแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive Sampling) โดยการกำหนดขนาดตัวอย่างจากการเปิดตารางของโคเฮน (Cohen, 1977) โดยกำหนดอำนาจการทดสอบ (Power of the Test) ที่ 0.80 ค่าประมาณขนาดอิทธิพล (Effect Size) ที่ 0.60 และค่าระดับความมีนัยสำคัญที่ 0.05 ทำให้ได้กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ จำนวน 20 คน จากนั้นทำการแบ่งกลุ่มออกเป็น 2 กลุ่มๆละ 10 คน ด้วยวิธีการกำหนดกลุ่มแบบจับคู่ (matched pair)

เกณฑ์การคัดเลือกผู้เข้าร่วมงานวิจัย

1. เป็นนักวิ่งระยะสั้นโรงเรียนกีฬาจังหวัดอ่างทอง เพศหญิง อายุ 16-18 ปี
2. มีการฝึกซ้อมวิ่งระยะสั้นเป็นประจำครั้งละ 1 ชั่วโมง อย่างน้อย 2 วันต่อสัปดาห์
3. สามารถเข้ารับการฝึกตามโปรแกรมการฝึกคือวันละ 45 นาที 2 วันต่อสัปดาห์ เป็นเวลา 6 สัปดาห์ต่อเนื่องกัน
4. ไม่มีประวัติได้รับการบาดเจ็บของกระดูกและกล้ามเนื้อจากการฝึกซ้อมหรือจากการแข่งขันอย่างรุนแรงจนต้องเข้ารับการรักษาทันทีก่อนการเข้าร่วมทดสอบอย่างน้อย 6 เดือน
5. มีความแข็งแรงสมรรถภาพของกล้ามเนื้อขาในท่าแบคสควอท ไม่น้อยกว่า 1.5 เท่าของน้ำหนักตัว
6. มีความสนใจในการเข้าร่วมการทดสอบและลงลายมือชื่อยินยอมเข้าร่วมการทดสอบด้วยความเต็มใจ

เกณฑ์การคัดเลือกผู้เข้าร่วมงานวิจัยออกจากงานวิจัย

1. ผู้เข้าร่วมวิจัยเกิดเหตุสุดวิสัยที่ทำให้ไม่สามารถเข้าร่วมการวิจัยได้ เช่น การได้รับการบาดเจ็บจากอุบัติเหตุหรืออาการเจ็บป่วย เป็นต้น
2. ผู้เข้าร่วมวิจัยเข้าร่วมการฝึกไม่ถึง 80% ของระยะเวลาการฝึกหรือจำนวน 10 ครั้งจากทั้งหมด 12 ครั้ง
3. ผู้เข้าร่วมการวิจัย ไม่สามารถทำการทดสอบได้ครบทุกรายการที่กำหนด
4. ผู้เข้าร่วมวิจัยไม่สนใจเข้าร่วมงานวิจัยต่อจนเสร็จสิ้น

ขั้นตอนการวิจัย

1. ผู้วิจัยศึกษาค้นคว้าจากทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสมรรถภาพของกล้ามเนื้อขาในนักวิ่งระยะสั้น และการฝึกเน้นความหนักเอกเซ็นตริก

2. ผู้วิจัยออกแบบโปรแกรมการฝึกเน้นความหนักเอกเซ็นตริก

3. นำโปรแกรมการฝึกเน้นความหนักเอกเซ็นตริกให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่านพิจารณาตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) แล้วประเมินความสอดคล้องตามวัตถุประสงค์ของการทดลอง (Item Objective Congruence; IOC) และปรับปรุงโปรแกรมการฝึกให้มีความเหมาะสมได้ค่าดัชนีความสอดคล้อง 0.85

4. ผู้วิจัยทำหนังสือขอความอนุเคราะห์กลุ่มตัวอย่างจากผู้อำนวยการโรงเรียนกีฬาจังหวัดอ่างทอง แล้วดำเนินการประชาสัมพันธ์ให้ผู้เข้าร่วมวิจัยด้วยตนเอง โดยวาจา ณ โรงเรียนกีฬาจังหวัดอ่างทอง โดยคัดรายชื่อนักเรียนที่เป็นนักกีฬาวิ่งระยะสั้นที่อยู่ในเกณฑ์กำหนดไว้เบื้องต้น หลังจากนั้นจะดำเนินการเชิญผู้เข้าร่วมวิจัยตอบแบบสอบถามข้อมูลทั่วไปโดยใช้ระยะเวลาประมาณ 10 นาที เมื่อผู้เข้าร่วมวิจัยผ่านเกณฑ์คัดเข้าตามที่กำหนดไว้ ผู้วิจัยจะอธิบายรายละเอียดวิธีการวิจัย ตลอดจนโปรแกรมการฝึกเน้นความหนักเอกเซ็นตริกให้ผู้เข้าร่วมวิจัยทราบ

5. ผู้เข้าร่วมวิจัยในครั้งนี้ จะต้องได้รับความยินยอมเข้าร่วมการวิจัยจากผู้ปกครอง หรือผู้อยู่ในการปกครองของสถานศึกษาในหนังสือขอความยินยอมเข้าร่วมการวิจัย สำหรับพ่อแม่ ผู้ปกครอง และผู้อยู่ในการปกครองก่อนเข้าร่วมการวิจัย

6. การพิทักษ์สิทธิของกลุ่มตัวอย่าง โดยผู้วิจัยจะแนะนำตัว อธิบายวัตถุประสงค์และวิธีการดำเนินการต่างๆ พร้อมทั้งขอความร่วมมือในการทำ

วิจัยด้วยความสมัครใจ และสามารถจะปฏิเสธที่จะเข้าร่วมหรือถอนตัวจากการวิจัยได้ทุกขณะโดยไม่ต้องใช้เหตุผลและไม่สูญเสียประโยชน์ที่พึงจะได้รับ

7. ผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยจะกำกับดูแล ควบคุมการฝึกตลอดจนการทดสอบเองทั้งหมด

8. ในการวิจัยครั้งนี้มีการป้องกันการแทรกแซงของกลุ่มควบคุม ซึ่งผู้วิจัยจะทำการควบคุมดูแลอย่างใกล้ชิด โดยจะนำกลุ่มทดลองมาทำการฝึกที่ศูนย์วิทยาศาสตร์การกีฬา มหาวิทยาลัยการกีฬาแห่งชาติ วิทยาเขตอ่างทอง แล้วกลับไปโรงเรียนกีฬาจังหวัดอ่างทองเพื่อฝึกซ้อมตามโปรแกรมการฝึกทักษะการวิ่งของโรงเรียนพร้อมกับกลุ่มควบคุม

9. การทำวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยจะดำเนินการด้วยตนเองด้วยการพูดคุยถึงข้อดี และประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัยในครั้งนี้ เพื่อเป็นแรงจูงใจให้กับนักกีฬาที่อยากจะพัฒนาสมรรถภาพของกล้ามเนื้อเพื่อนำไปใช้ได้จริงในการแข่งขันให้เกิดผลสำเร็จ และทำให้การวิจัยในครั้งนี้เกิดประสิทธิภาพ

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. คณะผู้วิจัย เตรียมสถานที่ และอุปกรณ์ในการฝึก ณ ศูนย์วิทยาศาสตร์การกีฬา มหาวิทยาลัยการกีฬาแห่งชาติ วิทยาเขตอ่างทอง

2. ผู้เข้าร่วมงานวิจัยที่ผ่านคัดเข้ายินดีเข้าร่วมวิจัยลงนามใบเข้าร่วมงานวิจัย และกรอกข้อมูลทั่วไปเพื่อเก็บข้อมูลเบื้องต้น

3. อธิบายวัตถุประสงค์ และวิธีปฏิบัติและการเก็บข้อมูลให้ผู้เข้าร่วมวิจัยทุกคนทราบ

4. ดำเนินการเก็บข้อมูลวิจัย โดยมีขั้นตอนดังนี้

4.1) ผู้เข้าร่วมการวิจัยทุกคนทำการฝึกในท่าแบค สควอทด้วยเครื่องสมิทแมชชีน จำนวน 15 ครั้ง 3 เซตพักระหว่างเซต 2 นาที ฝึกสัปดาห์ละ 2 ครั้ง ในวันจันทร์ และวันศุกร์ เวลา 16.00 น. ใช้เวลาครั้งละ

45 นาที เพื่อพัฒนาความแข็งแรง ณ ศูนย์วิทยาศาสตร์การกีฬา มหาวิทยาลัยการกีฬาแห่งชาติ วิทยาเขตอ่างทอง

4.2) ผู้เข้าร่วมการวิจัยทุกคนทำการทดสอบค่า 1 อาร์เอ็ม ในท่าแบคสควอทด้วยเครื่องสมิธแมชชีน จากนั้นทำการแบ่งกลุ่มตัวอย่างเข้าสู่กลุ่มด้วยวิธีจับคู่จากความแข็งแรงสัมพัทธ์ โดยนำค่าความแข็งแรงสัมพัทธ์มาเรียงลำดับจากมากไปน้อยแล้วแบ่งเข้ากลุ่มเป็นรายคู่ได้แก่กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

4.3) ทำการทดสอบก่อนการทดลอง ได้แก่ การชั่งน้ำหนักและวัดส่วนสูง การทดสอบหาค่า 1 อาร์เอ็มในท่าแบคสควอทด้วยท่าย่อเข่าท่ามูม 90 องศาด้วยเครื่องสมิธแมชชีน พร้อมน้ำหนักยี่ห้อ Cybex รุ่น 5341-305B ประเทศอังกฤษ แล้วคำนวณหาค่าความแข็งแรงสัมพัทธ์ (Relative Strength) ทำการทดสอบการกระโดดเคอร์เตอร์มูฟเมนต์จัมพ์ด้วยเครื่องตรวจรับแรงกระแทก (Force plate) ยี่ห้อ Bertech พร้อมโปรแกรม Bertech Digital Acquire เวอร์ชัน 4.0.11 ประเทศสหรัฐอเมริกา เพื่อทดสอบพลังสูงสุด แรงปฏิกิริยาสูงสุด และความเร็วสูงสุดของกล้ามเนื้อ ทดสอบความเร็วในการวิ่งระยะ 10, 20, 30 และ 40 เมตรโดยใช้อุปกรณ์ Swift Speedlight Timing Gate รุ่น SW200 ประเทศออสเตรเลีย

5. ผู้เข้าร่วมการวิจัยที่เป็นกลุ่มทดลอง ทำการฝึกแบบเน้นความหนักเอกเซ็นตริกในท่าแบคสควอทด้วยเครื่องสมิธแมชชีนกับอุปกรณ์เสริมน้ำหนัก (Weight Releaser) โดยกำหนดความหนักช่วงแบบเอกเซ็นตริกต่อความหนักช่วงคอนเซ็นตริก คือ 105/85 ของเปอร์เซ็นต์ความหนักหนึ่งอาร์เอ็ม จำนวน 3 เซต ในสัปดาห์ที่ 1 และ 2 จำนวน 4 เซต ในสัปดาห์ที่ 3 และ 4 และ จำนวน 5 เซต ในสัปดาห์ที่ 5 และ 6 โดยทำการฝึกเซต ละ 6 ครั้ง พักระหว่างเซต 3 นาที

ทำการฝึก 6 สัปดาห์ๆ ละ 2 วัน คือ วันจันทร์ และ ศุกร์ เวลา 16.00 น ณ ศูนย์วิทยาศาสตร์การกีฬา มหาวิทยาลัยการกีฬาแห่งชาติ วิทยาเขตอ่างทอง แล้วกลับไปโรงเรียนกีฬาจังหวัดอ่างทองเพื่อฝึกซ้อมตามโปรแกรมการฝึกทักษะการวิ่งของโรงเรียนพร้อมกับกลุ่มควบคุม

6. กลุ่มควบคุมทำการฝึกซ้อมตามโปรแกรมปกติ คือ ฝึกทักษะการวิ่งต่างๆ ของโรงเรียนกีฬาจังหวัดอ่างทองเพียงอย่างเดียว โดยไม่มีการฝึกด้วยน้ำหนักใดๆ

7. ทำการทดสอบหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 6 เหมือนกับก่อนการทดลอง

การวิเคราะห์ข้อมูล นำข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้มาทำการวิเคราะห์ทางสถิติดังนี้

1. หาค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ของข้อมูลทั่วไปและตัวแปรต่างๆ และทดสอบการแจกแจงข้อมูลโดยใช้การวิเคราะห์การกระจายตัว Shapiro-wilk Test

2. เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของพลังกล้ามเนื้อ ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ และความเร็วในการวิ่งภายในกลุ่ม ระหว่างก่อนการทดลองและหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 6 โดยการทดสอบ Paired Samples T-test

3. เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของพลังกล้ามเนื้อ ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ และความเร็วในการวิ่งของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 6 โดยการทดสอบค่าที่แบบ Independent Samples T-test

4. กำหนดความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ผลการวิจัย

1. ก่อนการทดลองกลุ่มควบคุมและกลุ่มที่ฝึกเน้นความหนักเอกเซ็นตริกมีค่าเฉลี่ยของข้อมูลทั่วไปและความแข็งแรงสัมพัทธ์ในท่าแบคสควอทก่อนการทดลองไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 โดยกลุ่มควบคุม และกลุ่มที่ฝึกเน้นความหนักเอกเซ็นตริกมีค่าเฉลี่ยอายุเท่ากับ 17.20 ± 1.14 ปี และ 17.70 ± 1.06 ปี ตามลำดับ มีค่าเฉลี่ยน้ำหนักตัวเท่ากับ 55.50 ± 8.44 กิโลกรัม และ 57.64 ± 7.08 กิโลกรัม ตามลำดับ มีค่าเฉลี่ยส่วนสูงเท่ากับ 165.50 ± 7.23 เซนติเมตร และ 167.80 ± 7.55 เซนติเมตร ตามลำดับ มีค่าเฉลี่ยความแข็งแรงสัมพัทธ์ในท่าแบคสควอทเท่ากับ 1.54 ± 0.05 กิโลกรัมต่อน้ำหนักตัว และ 1.53 ± 0.03 กิโลกรัมต่อน้ำหนักตัว ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลทั่วไปและความแข็งแรงสัมพัทธ์ในท่าแบคสควอทของกลุ่มควบคุม และกลุ่มที่ฝึกเน้นความหนักเอกเซ็นตริก ก่อนการทดลอง

ข้อมูลทั่วไป	กลุ่มควบคุม (n=10) $\bar{X} \pm S.D.$	กลุ่มทดลอง (n=10) $\bar{X} \pm S.D.$	t	P
อายุ (ปี)	17.20 ± 1.14	17.70 ± 1.06	1.018	0.322
น้ำหนัก (กิโลกรัม)	55.50 ± 8.44	57.64 ± 7.08	0.615	0.546
ส่วนสูง (เซนติเมตร)	165.50 ± 7.23	167.80 ± 7.55	0.696	0.496
ความแข็งแรงสัมพัทธ์ในท่าแบคสควอท (กิโลกรัม/น้ำหนักตัว)	1.54 ± 0.05	1.53 ± 0.03	0.747	0.465

p > 0.05

2. หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 6 พบว่า กลุ่มที่ฝึกซ้อมตามโปรแกรมปกติที่มีการฝึกทักษะการวิ่งต่างๆ โดยไม่มีการฝึกด้วยน้ำหนักใดๆ มีค่าความแข็งแรงสัมพัทธ์ของกล้ามเนื้อขาเพิ่มขึ้น และความเร็วในการวิ่งระยะ 10 เมตร, 20 เมตร, 30 เมตร และ 40 เมตร ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ขณะที่ตัวแปรด้านพลังงานกล้ามเนื้อขาไม่พบความแตกต่างเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการทดลอง ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เพอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลง และผลการทดสอบค่าที (Paired Sample T-test) ของพลังกล้ามเนื้อ ความแข็งแรงสัมพัทธ์ของกล้ามเนื้อ และเวลาในการวิ่งระยะ 10 เมตร, 20 เมตร, 30 เมตร และ 40 เมตร ก่อนการทดลอง และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 6 ภายในกลุ่มควบคุม

ตัวแปรของกลุ่มควบคุม (n=10)	ก่อนทดลอง $\bar{X} \pm S.D.$	หลังทดลอง $\bar{X} \pm S.D.$	% Change	t	p
พลังกล้ามเนื้อขาสัมพันธ์แบบคอนเซนตริก					
พลังสูงสุด (วัตต์ต่อกิโลกรัม)	50.67 $\pm$ 10.27	50.72 $\pm$ 8.33	0.10	0.488	0.320
แรงปฏิกิริยาสูงสุด (นิวตันเมตร/กิโลกรัม)	22.49 $\pm$ 2.45	22.51 $\pm$ 2.37	0.09	0.553	0.300
ความเร็วสูงสุด (เมตรต่อวินาที)	2.45 $\pm$ 0.27	2.47 $\pm$ 0.28	0.82	-0.509	0.310
ความแข็งแรงสัมพัทธ์ของกล้ามเนื้อขา แบบคอนเซนตริก (กิโลกรัมต่อน้ำหนักตัว)	1.52 $\pm$ 0.03	1.57 $\pm$ 0.07	3.30	-2.021	0.030*
เวลาในการวิ่ง (วินาที)					
ระยะ 10 เมตร	1.839 $\pm$ 0.12	1.832 $\pm$ 0.16	0.38	3.469	0.004*
ระยะ 20 เมตร	3.147 $\pm$ 0.42	3.140 $\pm$ 0.21	0.22	3.079	0.004*
ระยะ 30 เมตร	4.430 $\pm$ 0.36	4.424 $\pm$ 0.32	0.14	3.347	0.004*
ระยะ 40 เมตร	5.754 $\pm$ 0.48	5.751 $\pm$ 0.41	0.05	3.959	0.002*

*p<0.05 แตกต่างกับก่อนการทดลอง

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เพอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลง และผลการทดสอบค่าที (Paired Sample T-test) ของพลังกล้ามเนื้อ ความแข็งแรงสัมพัทธ์ของกล้ามเนื้อ และเวลาในการวิ่งระยะ 10 เมตร, 20 เมตร, 30 เมตร และ 40 เมตร ก่อนการทดลอง และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 6 ภายในกลุ่มทดลอง

ตัวแปรของกลุ่มทดลอง (n=10)	ก่อนทดลอง $\bar{X} \pm S.D.$	หลังทดลอง $\bar{X} \pm S.D.$	% Change	t	p
พลังกล้ามเนื้อขาสัมพันธ์แบบคอนเซนตริก					
พลังสูงสุด (วัตต์ต่อกิโลกรัม)	53.04 $\pm$ 9.22	54.56 $\pm$ 9.39	2.87	-1.942	0.042*
แรงปฏิกิริยาสูงสุด (นิวตันเมตร/กิโลกรัม)	24.17 $\pm$ 5.66	25.56 $\pm$ 6.84	5.75	-2.622	0.014*
ความเร็วสูงสุด (เมตรต่อวินาที)	2.52 $\pm$ 0.26	2.61 $\pm$ 0.30	3.57	-1.997	0.040*
ความแข็งแรงสัมพัทธ์ของกล้ามเนื้อขา แบบคอนเซนตริก (กิโลกรัมต่อน้ำหนักตัว)	1.54 $\pm$ 0.05	1.76 $\pm$ 0.11	14.29	-9.475	0.001*
เวลาในการวิ่ง (วินาที)					
ระยะ 10 เมตร	1.775 $\pm$ 0.09	1.719 $\pm$ 0.10	3.15	54.319	0.001*
ระยะ 20 เมตร	3.154 $\pm$ 0.29	3.113 $\pm$ 0.28	1.30	48.192	0.001*
ระยะ 30 เมตร	4.279 $\pm$ 0.29	4.247 $\pm$ 0.30	0.75	32.362	0.001*
ระยะ 40 เมตร	5.461 $\pm$ 0.39	5.441 $\pm$ 0.41	0.37	7.878	0.001*

*p<0.05 แตกต่างกับก่อนการทดลอง

3. หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 6 พบว่ากลุ่มทดลองที่ฝึกเสริมด้วยโปรแกรมการฝึกเน้นความหนักเอกเซนตริกมีค่าพลังกล้ามเนื้อขา ความแข็งแรงสัมพัทธ์ของกล้ามเนื้อขาเพิ่มขึ้น และความเร็วในการวิ่งระยะ 10 เมตร, 20 เมตร, 30 เมตร และ 40 เมตร ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ดังแสดงในตารางที่ 3

4. หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 6 พบว่า กลุ่มที่ฝึกเสริมด้วยโปรแกรมการฝึกเน้นความหนักเอกเซนตริกมีค่าความแข็งแรงสัมพัทธ์ของกล้ามเนื้อขาเพิ่มขึ้น และความเร็วในการวิ่งระยะ 10 เมตร ลดลงมากกว่ากลุ่มที่ทำการฝึกซ้อมตามโปรแกรมปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ขณะที่ตัวแปรด้านพลังกล้ามเนื้อขาและความเร็วในการวิ่งระยะ 20 เมตร, 30 เมตร และ 40 เมตร ไม่พบความแตกต่างเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม ดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และผลการทดสอบค่าทีแบบอิสระจากกัน (Independent Sample T-test) ของพลังกล้ามเนื้อ ความแข็งแรงสัมพัทธ์ของกล้ามเนื้อ และเวลาในการวิ่งระยะ 10, 20, 30 และ 40 เมตร หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 6 ระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง

ตัวแปร	กลุ่มควบคุม (n=10) $\bar{X} \pm S.D.$	กลุ่มทดลอง (n=10) $\bar{X} \pm S.D.$	t	p
พลังกล้ามเนื้อขาสัมพัทธ์แบบคอนเซนตริก				
พลังสูงสุด (วัดต่อกิโลกรัม)	50.72±8.33	54.56±9.39	1.115	0.279
แรงปฏิกิริยาสูงสุด (นิวตันเมตร/กิโลกรัม)	22.51±2.37	25.56±6.84	1.331	0.200
ความเร็วสูงสุด (เมตรต่อวินาที)	2.47±0.28	2.61±0.30	1.014	0.324
ความแข็งแรงสัมพัทธ์ของกล้ามเนื้อขา แบบคอนเซนตริก (กิโลกรัมต่อน้ำหนักตัว)	1.57±0.07	1.76±0.11	4.266	0.001*
เวลาในการวิ่ง (วินาที)				
ระยะ 10 เมตร	1.832±0.16	1.719±0.10	-2.307	0.033*
ระยะ 20 เมตร	3.140±0.21	3.113±0.28	-0.237	0.815
ระยะ 30 เมตร	4.424±0.32	4.247±0.30	-1.237	0.232
ระยะ 40 เมตร	5.751±0.41	5.441±0.41	-1.596	0.128

*p<0.05 แตกต่างจากกลุ่มควบคุม

อภิปรายผลการวิจัย

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบผลของการฝึกเสริมด้วยโปรแกรมฝึกเน้นความหนักเอกเซ็นตริก และการฝึกตามโปรแกรมปกติที่มีการฝึกทักษะการวิ่งต่างๆ โดยไม่มีการฝึกด้วยน้ำหนักใดๆ ที่มีต่อการพัฒนาสมรรถภาพกล้ามเนื้อขา ในนักกีฬาวิ่งระยะสั้นระดับเยาวชน ผลการวิจัยพบว่า หลังการทดลอง 6 สัปดาห์ กลุ่มทดลองที่มีการฝึกเสริมด้วยโปรแกรมฝึกเน้นความหนักเอกเซ็นตริกมีค่าพลังสูงสุด แรงปฏิกิริยาสูงสุด ความเร็วสูงสุด ความแข็งแรงสัมพัทธ์ของกล้ามเนื้อขาเพิ่มขึ้น และเวลาในการวิ่งระยะ 10 เมตร, 20 เมตร, 30 เมตร และ 40 เมตร ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และยังพบว่ากลุ่มทดลองที่มีการฝึกเสริมด้วยโปรแกรมฝึกเน้นความหนักเอกเซ็นตริกมีการพัฒนาความแข็งแรงสัมพัทธ์ของกล้ามเนื้อขา และความเร็วในการวิ่งระยะ 10 เมตร มากกว่ากลุ่มควบคุมที่ได้รับการฝึกตามโปรแกรมปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 นอกจากนี้ยังพบว่ากลุ่มทดลองมีแนวโน้มการพัฒนา มากกว่ากลุ่มควบคุม โดยพลังสูงสุด (2.87% vs 0.10%) แรงปฏิกิริยาสูงสุด (5.75% vs 0.09%) ความเร็วสูงสุด (3.27% vs 0.82%) และความแข็งแรงสัมพัทธ์ของกล้ามเนื้อขา (14.29% vs 3.3%) ซึ่งผลจากการทดลองนี้สอดคล้องกับสมมุติฐานที่ว่า การฝึกเสริมด้วยโปรแกรมฝึกเน้นความหนักเอกเซ็นตริก ส่งผลต่อสมรรถภาพกล้ามเนื้อขาดีกว่ากลุ่มที่ได้รับเฉพาะการฝึกปกติในนักวิ่งระยะสั้นระดับเยาวชน โดยเฉพาะอย่างยิ่งความแข็งแรงสัมพัทธ์ของกล้ามเนื้อขา แรงปฏิกิริยาสูงสุด ความเร็วสูงสุด ที่มีการเพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัดถึง 14.29 %, 5.75%, และ 3.57% ตามลำดับ เนื่องจากกลุ่มทดลอง ทำการฝึกแบบเน้น

ความหนักเอกเซ็นตริกที่ความหนักสูงซึ่งมีการระดมหน่วยยนต์ของประสาทกล้ามเนื้อมากขึ้น ทำให้เพิ่มอัตราความถี่ของการกระตุ้นของระบบประสาทกล้ามเนื้อและทำให้การหดตัวของกล้ามเนื้อแบบยืดออก (Eccentric contraction) แล้วตามมาด้วยการหดตัวของกล้ามเนื้อแบบหดสั้นเข้า (Concentric contraction) อย่างรวดเร็ว ตัวเพิ่มวงจรการยืดออกและหดสั้นเข้า (Stretch-shortening cycle) ส่งผลทำให้เพิ่มการทำงานช่วงคอนเซ็นตริก และความเร็วสูงสุดที่เพิ่มขึ้นคาดว่าอาจเกิดจากการเพิ่มพรีโหลดในช่วงเอกเซ็นตริก (Chakshuraksha and Apanukul, 2021) ซึ่งสอดคล้องกับ Schoenfeld (2010) ที่พบว่าการฝึกแบบเอกเซ็นตริก เมื่อฝึกที่ความหนักสูงจะทำให้กล้ามเนื้อมีการปรับตัวโดยกระตุ้นการสร้างโปรตีนในกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ยังพบว่าการฝึกแบบเอกเซ็นตริกยังกระตุ้นการปรับตัวของการระดมหน่วยยนต์ รวมถึงการเพิ่มพื้นที่หน้าตัดของเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดหดตัวเร็ว (Friedmann, Bauer, Kinscherf, Vorwald, Klute, Bischoff and Billeter, 2010) และการศึกษาของ John และคณะ (2018) พบว่าการฝึกแบบเน้นความหนักเอกเซ็นตริกในช่วงเอกเซ็นตริก/คอนเซ็นตริก 105/80 ของเปอร์เซ็นต์ความหนักหนึ่งอาร์เอ็ม ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงอัตราการเกิดแรงในช่วงเอกเซ็นตริกและคอนเซ็นตริก พลังของกล้ามเนื้อ ขนาดของกล้ามเนื้อเพิ่มมากขึ้น และกระสวยกล้ามเนื้อ (Muscle spindle) ทำงานได้ดีมากยิ่งขึ้น

ผลการวิจัยนี้ ยังพบว่า เฉพาะกลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยพลังสูงสุด แรงปฏิกิริยาสูงสุด และความเร็วสูงสุดเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

(เพิ่มขึ้น 2.87%, 5.75% และ 3.57 ตามลำดับ) ทั้งนี้ เกิดจากการเพิ่มขึ้นของความแข็งแรงในการยึดหดตัวของกล้ามเนื้อ (Muscle stiffness) ที่เป็นปัจจัยสนับสนุนโดยเกิดจากการเพิ่มขึ้นของพื้นที่หน้าตัดของเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดหดตัวเร็วที่เพิ่มขึ้นจากการฝึกเน้นความหนักเอกเซนตริก (Friedmann, Bauer, Kinscherf, Vorwald, Klute, Bischoff and Billeter, 2010) โดยปัจจัยที่มีความสำคัญในช่วงเอกเซนตริกคือความแข็งแรงในการยึดหดตัวของกล้ามเนื้อขา (Muscle stiffness) ซึ่งจากการศึกษาของ Lindstedt, LaStayo และ Reich (2001) พบว่า การฝึกแบบเอกเซนตริกทำให้ความแข็งแรงตัวของกล้ามเนื้อขาเพิ่มมากขึ้น โดยจากสมการ (เมื่อ E_p คือพลังงานศักย์ยืดหยุ่น และ k คือความแข็งแรงตัวของกล้ามเนื้อ และ s คือ ระยะการเปลี่ยนแปลงจุดศูนย์กลางมวล) ซึ่งความแข็งแรงในการยึดหดตัวของกล้ามเนื้อขาจะทำหน้าที่ช่วยดูดซับพลังงานขณะทำงานแบบเอกเซนตริกอย่างรวดเร็ว และสามารถปลดปล่อยพลังงานนี้ออกมาขณะกล้ามเนื้อมีการหดตัวอย่างรวดเร็ว (Dalleau, Belli, Viale, Lacour and Bourdin, 2004) ทำให้กล้ามเนื้อหดตัวด้วยแรงที่มาก โดยช่วงคอนเซนตริกมีปัจจัยที่สำคัญได้แก่ความแรงและความเร็วในการหดตัวของกล้ามเนื้อ จึงส่งผลให้พลังกล้ามเนื้อเพิ่มสูงขึ้นตามสมการ พลังกล้ามเนื้อ = แรง $\times$ ความเร็ว ด้วยเหตุนี้การฝึกเสริมเน้นความหนักเอกเซนตริกจึงมีแนวโน้มในการพัฒนาพลังสูงสุด แรงปฏิกิริยาสูงสุด และความเร็วสูงสุดได้มากกว่ากลุ่มที่ฝึกซ้อมตามโปรแกรมปกติทั่วไป ซึ่งสอดคล้องกับ Chakshuraksha และ Apanukul (2021) ที่กล่าวว่า การเพิ่มขึ้นของพลังกล้ามเนื้อ และความเร็วในการหดตัวเป็นผลมาจากการฝึกเน้นความ

หนักเอกเซนตริกมีการเพิ่มการหดตัวของเส้นใยกล้ามเนื้อแบบหดตัวเร็ว (fast twitch) มากขึ้น

นอกจากนี้ ความเร็วในระยะช่วงเริ่มต้นของการวิ่งถือเป็นช่วงที่สำคัญเนื่องจากถ้านักกีฬาสารารถออกตัวจากจุดเริ่มต้นการวิ่งได้ดีจะส่งผลทำให้สามารถเร่งความเร็วไปสู่ช่วงทำความเร็วสูงสุดได้ จากการศึกษาครั้งนี้พบว่าหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 6 กลุ่มทดลองที่มีการฝึกเสริมด้วยโปรแกรมฝึกเน้นความหนักเอกเซนตริก มีเปอร์เซ็นต์การพัฒนาเวลาในการวิ่งดีกว่ากลุ่มควบคุม คือระยะ 10 เมตร (3.15% vs 0.38%), ระยะ 20 เมตร (1.3% vs 0.22%), ระยะ 30 เมตร (0.75% vs 0.14%) และ ระยะ 40 เมตร (0.37% vs 0.05%) โดยเฉพาะช่วง 10 เมตรแรกซึ่งพัฒนาได้มากกว่าอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับ 0.05 เนื่องจากการฝึกเน้นความหนักเอกเซนตริกมีการเพิ่มการหดตัวของเส้นใยกล้ามเนื้อแบบหดตัวเร็ว (fast twitch) มากขึ้น เกิดการกระตุ้นระบบประสาทกล้ามเนื้อซึ่งส่งผลให้พลังและความเร็วในช่วงระยะ 10 เมตร เพิ่มมากขึ้น (Haff and Nimphius, 2012) ซึ่งสอดคล้องกับ Cronin และ Hansen (2005) ที่กล่าวว่า ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและพลังกล้ามเนื้อที่เพิ่มขึ้นเกิดจากการฝึกเน้นความหนักเอกเซนตริก และสอดคล้องกับ Chakshuraksha และ Apanukul (2021) ที่กล่าวว่า การเพิ่มขึ้นของพลังกล้ามเนื้อ และความเร็วในการหดตัวเป็นผลมาจากการฝึกเน้นความหนักเอกเซนตริกมีการเพิ่มการหดตัวของเส้นใยกล้ามเนื้อแบบหดตัวเร็ว (fast twitch) มากขึ้น ดังนั้นการฝึกเน้นความหนักเอกเซนตริกจึงสามารถกระตุ้นการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อแล้วส่งผลให้ประสิทธิภาพด้านความเร็วเพิ่มขึ้น

อย่างไรก็ตาม จากการวิจัยครั้งนี้ ไม่พบความแตกต่างของพลังสูงสุด แรงปฏิกิริยาสูงสุด ความเร็วสูงสุด และเวลาในการวิ่งระยะ 20 เมตร, 30 เมตร และ 40 เมตร ระหว่างกลุ่มทดลองที่มีการฝึกเสริมด้วยโปรแกรมฝึกเน้นความหนักเอกเซ็นตริก และกลุ่มควบคุม ซึ่งไม่ตรงกับความคิดหวังอาจเป็นผลมาจากความหนักในช่วงการฝึกเน้นความหนักเอกเซ็นตริก (105 % ของ 1 อาร์เอ็ม) ไม่เหมาะสมต่อการเพิ่มการผลิตแรงในช่วงคอนเซ็นตริก หรือโปรแกรมการฝึกของกลุ่มควบคุมที่มีการฝึกซ้อมตามโปรแกรมปกติที่มีการฝึกทักษะการวิ่งรูปแบบต่างๆ ส่งผลทำให้สมรรถภาพของกล้ามเนื้อขาดีขึ้น หรืออาจเกิดจากกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักวิ่งระยะสั้น เพศหญิงอายุ 16-18 ปี ซึ่งผ่านช่วงการเจริญเติบโตทางด้านร่างกายมาแล้ว ทำให้ร่างกายมีความสมบูรณ์ประกอบกับเป็นช่วงของการฝึกซ้อมของกลุ่มตัวอย่าง จึงไม่พบความแตกต่างของพลังสูงสุด แรงปฏิกิริยาสูงสุด ความเร็วสูงสุด และเวลาในการวิ่งระยะ 20 เมตร, 30 เมตร และ 40 เมตร ระหว่างทั้งสองกลุ่ม

สรุปผลการวิจัย การฝึกที่เน้นความหนักเอกเซ็นตริกต่อคอนเซ็นตริก 105/85 % ของ 1 อาร์เอ็ม สามารถพัฒนาสมรรถภาพกล้ามเนื้อขาของนักวิ่งระยะสั้นระดับเยาวชน ได้แก่ พลังสูงสุด แรงปฏิกิริยาสูงสุด ความเร็วสูงสุด ความแข็งแรง และเวลาในการวิ่งระยะ 10 เมตร, 20 เมตร, 30 เมตร และ 40 เมตร เนื่องจากการฝึกแบบเอกเซ็นตริกเป็นการฝึกโดยที่กล้ามเนื้อมีการหดตัวแบบยืดยาวออกจึงทำให้ความแข็งแรงแบบเอกเซ็นตริกเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน และเมื่อฝึกที่ความหนักสูงจะทำให้กล้ามเนื้อมีการปรับตัว โดย

กระตุ้นการสร้างโปรตีนในกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ยังพบว่า การฝึกแบบเอกเซ็นตริกยังกระตุ้นการปรับตัวของการระดมหน่วยยนต์ รวมถึงการเพิ่มพื้นที่หน้าตัดของเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดหดตัวเร็ว ด้วยเหตุนี้การฝึกกล้ามเนื้อแบบเน้นความหนักเอกเซ็นตริก จึงสามารถพัฒนา พลังสูงสุด แรงปฏิกิริยาสูงสุด ความเร็วสูงสุด ความแข็งแรง และเวลาในการวิ่งระยะ 10 เมตร, 20 เมตร, 30 เมตร และ 40 เมตรได้

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัย

1. ควรมีการศึกษาการฝึกเน้นความหนักเอกเซ็นตริกในอัตราส่วนช่วงเอกเซ็นตริกต่อคอนเซ็นตริกในหลายๆ อัตราส่วนที่ใช้ในการพัฒนาทั้งแรง และพลังของกล้ามเนื้อ
2. ควรเลือกอัตราส่วนที่ใช้ในการฝึกเน้นความหนักเอกเซ็นตริกให้เหมาะสมกับช่วงของการแข่งขันของนักกีฬา
3. ควรมีการศึกษาการทำงานของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อควบคู่กับสมรรถภาพของกล้ามเนื้อ

กิตติกรรมประกาศ ในการทำวิจัยในครั้งนี้ คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณมหาวิทยาลัยการกีฬาแห่งชาติ วิทยาเขตอ่างทอง ที่ให้การสนับสนุนทุนอุดหนุนเงินรายได้ในการทำวิจัยประจำปี พ.ศ. 2566 ขอขอบพระคุณศาสตราจารย์ ดร. ธนอมวงศ์ กฤษณ์เพ็ชร ในการเป็นที่ปรึกษาในการวิจัยในครั้งนี้ และขอขอบคุณอาสาสมัครนักกีฬาวิ่งระยะสั้นจากโรงเรียนกีฬาอ่างทองทุกคนที่ให้ความร่วมมือในการวิจัยในครั้งนี้เป็นอย่างดี

เอกสารอ้างอิง

- Aagaard, P., Simonsen, E.B., Andersen, J.L., Magnusson, P., & Dyhre-Poulsen, P. (2002). Increased Rate of Force Development and Neural Drive of Human Skeletal Muscle Following Resistance Training. *Journal of Applied Physiology*, 93(4), 1318-1326.
- Bobbert, M.F., Gerritsen, K.G., Litjens, M.C., & Van Soest, A.J. (1996). Why Is Countermovement Jump Height Greater Than Squat Jump Height? *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 28, 1402-1412.
- Bosch, F., & Klomp, K. (2001). Running: Biomechanics and Exercise Physiology Applied in Practice. *Maarssen, The Netherlands: Churchill Livingstone*.
- Brandenburg, J. E., & Docherty, D. (2002). The Effects of Accentuated Eccentric Loading on Strength, Muscle Hypertrophy, And Neural Adaptations in Trained Individuals. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 16(1), 25-32.
- Bruggemann, G., And Glad, B. Time Analysis of The Sprint Events. In G. Bruggemann, And B. Glad (Eds.) *Scientific Research Project at The Game of Xxivth Olympiad-Seoul 1988*, International Athletic Foundation, 1990: Pp.11-89
- Chakshuraksha, P. (2021). *The Effect of Accentuated Eccentric Complex Training on Leg Muscular Performance in Male Rugby Players*. Master's Thesis, Faculty of Sports Science, Chulalongkorn University. Bangkok.
- Chakshuraksha, P., & Apanukul, S. (2021). Effects of Accentuated Eccentric Loading Combined with Plyometric Training on Strength, Power, Speed, And Agility in Male Rugby Players. *Journal of Exercise Physiology Online*, 24(3), 21-29.
- Cromie, P., Mcguigan, M. R., & Newton, R. U. (2010). Influence of Strength on Magnitude and Mechanisms of Adaptation to Power Training. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 42(8), 1566-1581
- Cronin, J. B., & Hansen, K. T. (2005). Strength and Power Predictors of Sports Speed. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 19(2), 349-357.
- Cronin, J., McNair, P. J., & Marshall, R. N. (2001). Developing Explosive Power: A Comparison of Technique and

- Training. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 4(1), 59-70.
- Cook, C. J., Beaven, C. M., & Kilduff, L. P. (2013). Three Weeks of Eccentric Training Combined with Overspeed Exercises Enhances Power and Running Speed Performance Gains in Trained Athletes. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 27(5), 1280-1286.
- Duchateau, J., & Enoka, R. M. (2016). Neural Control of Lengthening Contractions. *Journal of Experimental Biology*, 219(2), 197-204.
- Dalleau, G., Belli, A., Viale, F., Lacour, J. R., & Bourdin, M. (2004). A Simple Method for Field Measurements of Leg Stiffness in Hopping. *International Journal of Sports Medicine*, 25(3), 170-176.
- Douglas, J., Pearson, S., Ross, A., & McGuigan, M. (2017). Eccentric Exercise: Physiological Characteristics and Acute Responses. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 47(4), 663-675.
- Friedmann-Bette, B., Bauer, T., Kinscherf, R., Vorwald, S., Klute, K., Bischoff, D., Müller, H., Weber, M.A., Metz, J., Kauczor, H.U., Bärtsch, P., & Billeter, R. (2010). Effects of Strength Training with Eccentric Overload on Muscle Adaptation in Male Athletes. *European Journal of Applied Physiology*, 108(4), 821-836.
- Godard, M.P., Wygand, J.W., Carpinelli, R.N., Catalano, S., & Otto, R.M. (1998). Effects of Accentuated Eccentric Resistance Training on Concentric Knee Extensor Strength. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 12(1), 26-29.
- Hortobagyi, T., Devita, P., Money, J., & Barrier, J. (2001). Effects of Standard and Eccentric Overload Strength Training in Young Women. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 33(7), 1206-1212.
- Haff, G.G., & Nimphius, S. (2012). Training Principles for Power. *Strength & Conditioning Journal*, 34(6), 2-12.
- John, A., Glendenning, A. C., Marchant, A., Montgomery, P., Stewart, A., Wood, S., Lloyd, K., & Hawton, K. (2018). Self-Harm, Suicidal Behaviours, and Cyberbullying in Children and Young People: Systematic Review. *Journal of medical Internet research*, 20(4), e129. <https://doi.org/10.2196/jmir.9044>
- Komi, P.V., & Bosco, C. (1978). Utilization of Stored Elastic Energy in Leg Extensor Muscles by Men and Women. *Medicine and Science in Sports*, 10(4), 261-265.

- Lindstedt, S.L., Lastayo, P.C., & Reich, T.E. (2001). When Active Muscles Lengthen: Properties and Consequences of Eccentric Contractions. *Physiology*, 16(6), 256-261.
- Moore, C.A., Weiss, L.W., Schilling, B.K., Fry, A.C., & Li, Y. (2007). Acute Effects of Augmented Eccentric Loading on Jump Squat Performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 21(2), 372-377.
- Nelson, M. (2023). Using Genetic Testing in Order to Improve Retention Rates in Youth Sports.
- Phungern, A., & Yimlamai, T. (2021). Effects of Plyometric and Eccentric Training on Achilles Tendon Stiffness in Male Long-Distance Runners. *Journal of Sports Science and Health*. 22(2), 217-229.
- Schoenfeld, B.J. (2010). The Mechanisms of Muscle Hypertrophy and Their Application to Resistance Training. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(10), 2857-2872.
- Weineck, J. (1990). *Functional Anatomy in Sports*. 2nd Ed. St. Louis: Mosby-Year Book.