

KINEMATIC ANALYSIS OF JUMPING AND THE ACUTE EFFECTS OF JUMPING PROPRIOCEPTIVE TRAINING ON MAXIMUM FORCE, PEAK POWER AND JUMPING PERFORMANCES

Orawan Tongdecharoen^{*}, Wisute Tongdecharoen, Phatcharee Wongsason

Faculty of Sports Science and Health, Thailand National Sports University Si Sa Ket Campus

^{*}Corresponding author

E-mail address: wanorat@gmail.com

Received: Oct 22, 2021

Revised: Dec 5, 2021

Accepted: Dec 18, 2021

Abstract

Purpose: To study and compare the acute effects before and after a jumping proprioceptive training on maximum force, peak power and jump performance.

Methods: The sample consisted of 30 athletes, divided into control group and experimental group, 15 participants each. Physical data were collected and tested for jumping ability without limiting knee angle before the experiment. Test the angle of standing jump. They were tested on next 7 days for their free knee jumping performance with the control group, a 90-degree knee jumping performance with the experimental group. The experimental group was asked to the perception on 90 degree knee jump training, and then retested their jump ability again. The pre and post test data analyzed with a statistical program computer were computed mean, standard deviation, compare mean difference within experimental group by One Way ANOVA repeated measurement and Bonferroni post hoc. Compare between groups were t-test independent, the significance level .05.

Results: The comparing within the experimental group found that the jump performance before and after jumping proprioceptive training were significantly difference ($p < .05$), but when compared between the control and experimental groups, jumping performance were no significantly different

Conclusion: The jumping proprioceptive training had been the effect on jumping performance. However, when comparing the training results with the control group, there were no significant difference.

Keyword: Kinematic, jumping proprioceptive training, jumping performances

บทความวิจัย

การวิเคราะห์คิเนแมติกส์ของการกระโดดและผลเฉียบพลันของการฝึกการรับรู้ของข้อต่อในการกระโดดที่มีต่อแรงสูงสุด
พลังสูงสุดและความสามารถในการกระโดด

Kinematic Analysis of Jumping and the Acute Effects of Jumping Proprioceptive Training on Maximum Force,
Peak Power and Jumping performances

การวิเคราะห์คิเนแมติกส์ของการกระโดดและผลเฉียบพลันของการฝึกการรับรู้ของข้อต่อ ในการกระโดดที่มีต่อแรงสูงสุด พลังสูงสุดและความสามารถในการกระโดด

อรรณพ ทองดีเจริญ^{1*} วิสูตร ทองดีเจริญ¹ พัชร วิชาสน¹

¹คณะวิทยาศาสตร์การกีฬาและสุขภาพ มหาวิทยาลัยการกีฬาแห่งชาติ วิทยาเขตศรีสะเกษ

*Corresponding author

E-mail address: wanorat@gmail.com

รับบทความ: 22 ตุลาคม 2564

แก้ไขบทความ: 5 ธันวาคม 2564

ตอบรับบทความ: 18 ธันวาคม 2564

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์: เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบผลเฉียบพลันก่อนและหลังการฝึกการรับรู้ของข้อต่อในการกระโดดที่มีต่อพลัง แรงสูงสุดและความสามารถในการกระโดด

วิธีดำเนินการ: อาสาสมัครเป็นนักกีฬา 30 คน แบ่งเป็นกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง กลุ่มละ 15 คน เก็บข้อมูลทางกายภาพและทดสอบความสามารถในการกระโดดก่อนการทดลอง โดยทดสอบความสามารถในการกระโดด ได้แก่ ความสูง แรงสูงสุดและพลังโดยใช้แผ่นวัดแรงกระโดด Kinematics measurement system ส่วนมุมข้อต่อทดสอบด้วยชุดวิเคราะห์การเคลื่อนไหวของ Simi Aktisys 2D เว้นระยะห่างกัน 7 วัน ทำการทดสอบความสามารถในการกระโดดโดยไม่จำกัดมุมเข้ากับกลุ่มควบคุม และทดสอบความสามารถในการกระโดดโดยจำกัดมุมเข้าที่ 90 องศาในกลุ่มทดลอง จากนั้นให้กลุ่มทดลองฝึกการรับรู้ของข้อต่อในการกระโดดที่จำกัดมุมเข้า 90 องศาแล้วทดสอบความสามารถในการกระโดดที่จำกัดมุมเข้า 90 องศาในกลุ่มทดลองอีกครั้ง วิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป หาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทำการเปรียบเทียบความแตกต่างในกลุ่มโดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวชนิดวัดซ้ำและเปรียบเทียบภายหลังเป็นรายคู่โดยใช้บอแนเฟอโรนี และเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มโดยใช้ค่า "ที" กำหนดระดับนัยสำคัญที่ .05

ผลการวิจัย: เมื่อเปรียบเทียบภายในกลุ่มทดลองพบว่า ความสามารถในการกระโดด (แรงสูงสุด พลังสูงสุดและความสูงในการกระโดด) ก่อนและหลังการฝึกการรับรู้ของข้อต่อในการกระโดด แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ .05 แต่เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มควบคุมและทดลองพบว่าความสามารถในการกระโดดไม่แตกต่างกัน

สรุปผล: การฝึกการรับรู้ของข้อต่อในการกระโดดมีผลต่อความสามารถในการกระโดด แต่เมื่อเปรียบเทียบผลการฝึกกับกลุ่มควบคุมพบว่าความสามารถในการกระโดดไม่แตกต่างกัน

คำสำคัญ : คิเนแมติกส์, ผลเฉียบพลันของการฝึกการรับรู้ของข้อต่อ, ความสามารถในการกระโดด

บทความวิจัย

การวิเคราะห์คิเนแมติกของการกระโดดและผลเฉียบพลันของการฝึกการรับรู้ของข้อต่อในการกระโดดที่มีต่อแรงสูงสุด
พลังสูงสุดและความสามารถในการกระโดด

Kinematic Analysis of Jumping and the Acute Effects of Jumping Proprioceptive Training on Maximum Force,
Peak Power and Jumping performances

บทนำ

มหาวิทยาลัยการกีฬาแห่งชาติเป็นสถาบันการศึกษาที่มี 17 วิทยาเขตและ 13 โรงเรียนกีฬา โดยมี ปรัชญา วิสัยทัศน์และพันธกิจ ดังนี้ คือ ปรัชญา “พลศึกษาและกีฬา พัฒนาคน พัฒนาชาติ” วิสัยทัศน์ “เป็นมหาวิทยาลัยอันดับหนึ่งด้านศาสตร์การกีฬาในภูมิภาคอาเซียน” และมีพันธกิจ คือ 1) ผลิิตและพัฒนาบุคลากรด้านศาสตร์การกีฬา 2) ทำการวิจัยและพัฒนาองค์ความรู้ นวัตกรรมด้านศาสตร์การกีฬา 3) บริการวิชาการแก่สังคม 4) ทะนุบำรุงศิลปวัฒนธรรม การละเล่นพื้นบ้านและกีฬาไทย และ 5) ส่งเสริมและพัฒนานักเรียนและนักศึกษาให้มีศักยภาพด้านกีฬาสูงสุดของแต่ละบุคคล (1) ซึ่งจากพันธกิจในข้อ 5 มหาวิทยาลัยการกีฬาแห่งชาติทุกวิทยาเขตได้จัดตั้งศูนย์กีฬาเพื่อความเป็นเลิศประจำวิทยาเขต ซึ่งมีนักกีฬาสังกัดวิทยาเขตละ 30 คน เพื่อสนองพันธกิจดังกล่าวในการส่งเสริมและพัฒนาให้นักศึกษาให้มีศักยภาพด้านกีฬาสูงสุดนักกีฬาในสังกัดประกอบด้วยกีฬามวยปล้ำ เซปักตะกร้อและวอลเลย์บอล ซึ่งประเด็นในการพัฒนา คือ ทำอย่างไรนักกีฬาจึงจะมีความสามารถของร่างกายในการออกแรงได้สูงสุด สามารถกระโดดได้สูงสุด มีความรวดเร็วที่สุด และที่สำคัญต้องมีความแม่นยำและทำซ้ำ ๆ ได้จากการทดสอบสมรรถภาพของนักกีฬามวยปล้ำ เซปักตะกร้อและวอลเลย์บอล ของศูนย์วิทยาศาสตร์การกีฬา มหาวิทยาลัยการกีฬาแห่งชาติ วิทยาเขตศรีสะเกษ (2) พบว่านักกีฬามีความต้องการพัฒนาความสามารถในการทุ่ม การกระโดด และการเคลื่อนที่ที่รวดเร็ว

ปัจจัยที่ทำให้ให้นักกีฬาหรือทีมกีฬาประสบความสำเร็จนั้น มีองค์ประกอบที่จำเป็น คือ ทักษะกีฬาที่ดีซึ่งหมายถึงทักษะกีฬาส่วนบุคคลหรือทักษะกีฬาทีม สมรรถภาพทางกายที่ดีจะช่วยให้ นักกีฬาสามารถแสดงทักษะสมรรถนะได้อย่างมีประสิทธิภาพ และสมรรถภาพทางจิตที่สามารถควบคุมความเครียดหรือความวิตกกังวลในภาวะเหมาะสม สำหรับนักกีฬาที่มีความเป็นเลิศจะมีทักษะและสมรรถภาพใกล้เคียงกัน การประสบผลสำเร็จจึงขึ้นอยู่กับความสามารถในการควบคุมเกมส์การแข่งขันว่าใครสามารถควบคุมการเล่นได้ย่อมเป็นผู้ชนะ ซึ่งจำเป็นต้องมีสมรรถภาพทางกายที่เหนือกว่าฝ่ายตรงข้ามจึงจะทำได้ เพราะสมรรถภาพทางกายที่ดีนั้นส่งผลให้นักกีฬาสามารถแสดงทักษะที่มีประสิทธิภาพได้สูงสุด สมรรถภาพที่จำเป็น คือ พลังกล้ามเนื้อ ความเร็ว ความคล่องแคล่ว การทำงานประสานกันระหว่างประสาทกล้ามเนื้อ ปฏิริยาตอบสนองและการทรงตัว เมื่อร่างกายนักกีฬาตอบสนองโดยสามารถควบคุมให้มีความสมดุลได้จะส่งผลให้นักกีฬาแสดงทักษะได้อย่างถูกต้องเหมาะสม รุนแรง รวดเร็ว แม่นยำและทำซ้ำ ๆ ได้ (3) ทักษะกลไกพื้นฐาน ได้แก่ การวิ่ง การกระโดด การทุ่ม พุ่ง ขว้าง นั้นเป็นพื้นฐานทักษะกีฬาเกือบทุกชนิดกีฬา ซึ่งหากนักกีฬามีการฝึกเพื่อพัฒนากล้ามเนื้อ และระบบประสาทกล้ามเนื้อ ก็จะส่งผลให้มีทักษะกีฬาที่ดียิ่งขึ้น (4)

การฝึกกล้ามเนื้อด้วยแรงต้านเป็นวิธีการที่ได้รับความนิยมอย่างกว้างขวางในการสร้างเสริม ความอดทน ความแข็งแรงและพลังกล้ามเนื้อ Hill, Daniel & Soon-M (5) ได้ศึกษาผลเฉียบพลันของการฝึกด้วยแรงต้านในท่า squat โดยใช้ความหนักแตกต่างกันที่มีต่อความสามารถในการกระโดดสูง พบว่าการฝึกด้วยแรงต้าน 75-85% 1-RM สามารถเพิ่มความสามารถในการยืนกระโดดสูงได้ และ Warren (6) กล่าวว่า การฝึกด้วยแรงต้านด้วยท่า barbell squat เป็นเวลา 8 สัปดาห์ ทำให้เพิ่มความแข็งแรงกล้ามเนื้อได้ 21% (1-RM squat test) และทำให้ความสามารถในการกระโดดแนวในแนวดิ่งเพิ่มขึ้น 21% แสดงให้เห็นว่าการฝึกเพื่อเพิ่มความแข็งแรงของขา นั้นสามารถเพิ่มสมรรถนะทักษะการกระโดดได้เป็นอย่างดี Warren, Brian & Greg (7) ศึกษา พบว่าความแข็งแรงสูงสุดและพลังของกล้ามเนื้อ ความสามารถแบบไม่ใช้ออกซิเจน ทำให้นักมวยปล้ำชั้นยอดมีความได้เปรียบอย่างมากในการใช้เทคนิคการปล้ำในการแข่งขันมวยปล้ำโอลิมปิก

นอกจากการฝึกเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพกล้ามเนื้อที่เป็นกลไกในการสร้างแรงแล้วยังสัมพันธ์กับทิศทางมุม การเคลื่อนไหวและมุมของข้อต่อต่าง ๆ ของนักกีฬาขณะเคลื่อนที่ในทักษะกีฬาต่าง ๆ และจากการศึกษาเอกสารเกี่ยวกับคิเนแมติกของการกระโดดในกีฬาบาสเกตบอล วอลเลย์บอล พบว่า มุมสะโพกอยู่ระหว่าง 70-90 องศา มุมเข่าอยู่ระหว่าง 68-100 องศา และมุมข้อเท้าประมาณ 57 องศาเป็นมุมที่นักกีฬาสามารถสร้างแรงทำให้กระโดดได้

บทความวิจัย

การวิเคราะห์คิเนแมติกส์ของการกระโดดและผลเฉียบพลันของการฝึกการรับรู้ของข้อต่อในการกระโดดที่มีต่อแรงสูงสุด
พลังสูงสุดและความสามารถในการกระโดด

Kinematic Analysis of Jumping and the Acute Effects of Jumping Proprioceptive Training on Maximum Force,
Peak Power and Jumping performances

สูงที่สุด (8, 9) ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดเกี่ยวกับองค์ประกอบของทักษะในการเปลี่ยนทิศทางการเคลื่อนที่ (Agility) ของ Warren (6) นั้นประกอบด้วย 1) การรับรู้และการตัดสินใจ ได้แก่การมองเห็น การจำแนกสถานการณ์และการประมวลสถานการณ์ และ 2) ความสามารถในการเปลี่ยนทิศทาง ได้แก่ ประการแรก เทคนิคการเคลื่อนที่ (ความกว้างของเท้าขณะยืน อัตราความเร่งของก้าวและการจัดสมดุลร่างกาย ประการที่สองความยาว ความถี่และอัตราเร่งของก้าว ประการที่สามคุณสมบัติของกล้ามเนื้อขา ได้แก่ ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขา พลังกล้ามเนื้อและแรงปฏิกิริยากับพื้น (reaction strength) และประการที่สี่ ชีวกลศาสตร์การเคลื่อนไหวของนักกีฬา ซึ่งสามารถประยุกต์ใช้กับทักษะกลไกการเคลื่อนไหวในกีฬาแต่ละประเภทได้

จากแนวคิดดังกล่าว ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะฝึกการรับรู้ในการกระโดดที่เหมาะสมที่จะทำให้ให้นักกีฬามีแรง พลัง และความสูงในการกระโดดมากที่สุด จากแนวคิดที่ว่าทักษะการกระโดดเกิดจากการรับรู้และสั่งการของประสาทกล้ามเนื้อที่จะตอบสนองด้วยทักษะที่เหมาะสม พลังกล้ามเนื้อที่เกี่ยวข้องกับทักษะทำให้เกิดการเคลื่อนที่ได้อย่างรวดเร็วและเป็นอัตโนมัติ ซึ่งประกอบกับลักษณะทางชีวกลศาสตร์การเคลื่อนไหวของนักกีฬาที่ทำให้สามารถใช้แรง ความเร็วและมีความสมดุล ดังนั้น การฝึกเพื่อให้เกิดการรับรู้ในมุมเข่าที่สามารถสร้างแรงได้มากและเร็วที่สุด ร่วมกับการฝึกพลังกล้ามเนื้อไปพร้อมกันจะทำให้เกิดการรับรู้และจดจำรูปแบบการตอบสนองของประสาทกล้ามเนื้อและการใช้แรงที่เหมาะสมและจะสามารถเพิ่มความสามารถในการกระโดดได้หรือไม่

วัตถุประสงค์

- เพื่อเปรียบเทียบผลเฉียบพลันก่อนและหลังการฝึกการรับรู้ของข้อต่อในการกระโดดที่มีต่อพลังสูงสุดและความสามารถในการกระโดด
- เพื่อเปรียบเทียบพลัง แรงสูงสุดและความสามารถในการกระโดดระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง

วิธีดำเนินการวิจัย

ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi experimental research) ใช้รูปแบบ Randomized Control Trial

การฝึกการรับรู้ข้อต่อในการยืนกระโดดสูง

การฝึกการรับรู้ข้อต่อในการยืนกระโดดสูง เป็นโปรแกรมที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เพื่อฝึกการรับรู้ข้อต่อในการยืนกระโดดสูง โดยใช้เครื่องออกกำลังกายที่ใช้แรงต้านจากแรงดันอากาศ ยี่ห้อ Kiser รุ่น Air 300 Squat ประเทศสหรัฐอเมริกา วิธีการฝึก มีดังนี้

1.อบอุ่นร่างกาย ประมาณ 5 นาที โดยให้กลุ่มตัวอย่าง

1.1 ยืดเหยียดกล้ามเนื้อ และข้อต่อสะโพก เข่าและข้อเท้า

1.2 ยืนยกเท้าประมาณช่วงไหล่ในเครื่องฝึก โดยปรับความสูงของคานแบกให้เหมาะสมความสูง ปรับความหนักประมาณ 20 % 1-RM Squat Test แล้ววัดความเร็วปานกลาง จำนวน 1 เซต 15 ครั้ง

2. ชื่นฝึก ให้กลุ่มตัวอย่างฝึกในท่าย่อกระโดดด้วยเครื่อง Kiser Squat air 300 จำนวน 3 เซต ๗ ละ 4 ครั้ง ใช้ความหนักการฝึกที่ 40 % 1-RM Squat test โดยจำกัดมุมเข่าขณะย่อตัวที่ 90 องศา ในการกระโดดแต่ละครั้งใช้ความเร็วสูงสุด (100 % Peak Power) และพักระหว่างเซต 3-4 นาที

3. คลายอุ่น ใช้เวลาประมาณ 5 นาที โดยการยืดเหยียดกล้ามเนื้อน่อง ต้นขา สะโพก

การหาความตรงเชิงโครงสร้าง (Content Validity) นำเครื่องมือที่สร้างขึ้นให้ผู้เชี่ยวชาญด้านสรีรวิทยาและชีวกลศาสตร์การกีฬาจำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้าง โดยการตรวจสอบเนื้อหาของการฝึกว่าสอดคล้องกับกรอบแนวความคิด หรือทฤษฎีที่ใช้กำหนดเป็นโครงสร้างในการวัดหรือไม่ โดยจัดทำเป็นตาราง

บทความวิจัย

การวิเคราะห์หาค่าสัมประสิทธิ์ของการกระโดดและผลเฉียบพลันของการฝึกการรับรู้ของข้อต่อในการกระโดดที่มีต่อแรงสูงสุด
พลังสูงสุดและความสามารถในการกระโดด

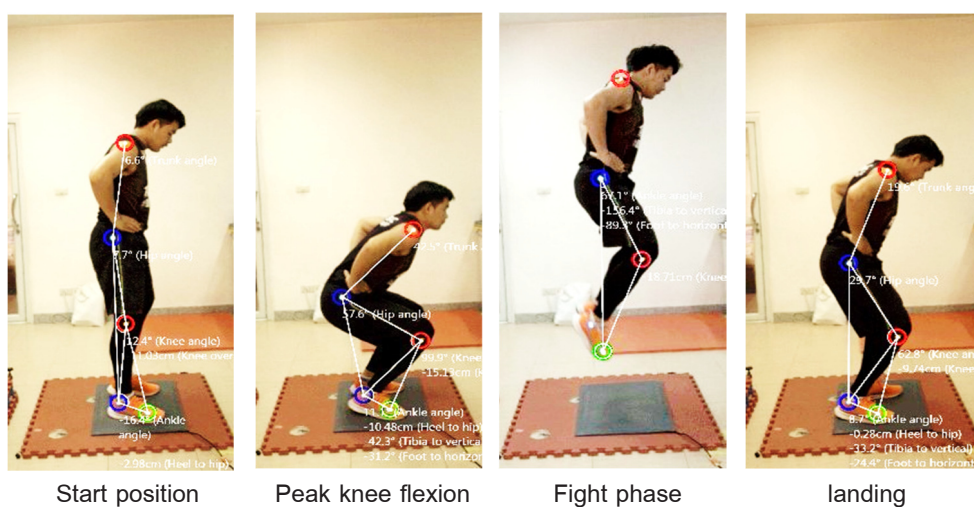
Kinematic Analysis of Jumping and the Acute Effects of Jumping Proprioceptive Training on Maximum Force,
Peak Power and Jumping performances

โครงสร้างให้ผู้เชี่ยวชาญได้พิจารณาตรวจสอบ และหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item-Objective Congruence: IOC) ได้ค่าเท่ากับ 0.80

การวิเคราะห์หาค่าสัมประสิทธิ์ของการกระโดด

ในครั้งนี้เป็นการศึกษารายละเอียดการขึ้นกระโดด โดยมุ่งศึกษามุมของเข่าที่ 90 องศา โดยมุ่งอธิบายตำแหน่งของร่างกายในแนวเส้นตรงและเชิงมุมตลอดจนเวลาที่ใช้ในการเคลื่อนไหว เป็นการระบุส่วนสำคัญของทักษะในลักษณะของการสร้างการเคลื่อนไหว โดยทำการศึกษาระดับสูงสุดในแนวตั้งขณะขึ้นกระโดด (Maximum Force Vertical Jump at take-off) และพลังสูงสุด มุมของเข่าในการกระโดด (Take-off angle) ระยะเวลาในการลอยตัว (Flight time) มุมเข่าในการลงสู่พื้น (Entry angle)

การทดสอบ ทดสอบแรง พลังและความสูงในการกระโดด โดยใช้แผ่นวัดแรง (ในชุดทดสอบ Kinematics measurement system: Single Jump test, version 2 ของบริษัท Fitness Technology ผลิตในประเทศออสเตรเลีย) มีค่าความเชื่อมั่น (reliability) เท่ากับ .95 (10) วิถีปฏิบัติให้กลุ่มตัวอย่างขึ้นและกระโดดบนกระโดด และใช้ และทดสอบมุมของการขึ้นกระโดด โดยใช้ชุดวิเคราะห์การเคลื่อนไหวด้วยคอมพิวเตอร์แบบ 2D (ของ Simi Aktisys 2D ผลิตในประเทศอเมริกา) มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .94 (11) (ภาพที่ 1)



ภาพที่ 1 วิธีการทดสอบการขึ้นกระโดด

วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดสอบก่อนฝึกและหลังการฝึก ห่างกันเป็นเวลา 7 วัน (ตารางที่ 1) ดังต่อไปนี้

บทความวิจัย

การวิเคราะห์คิเนแมติกของการกระโดดและผลเฉียบพลันของการฝึกการรับรู้ของข้อต่อในการกระโดดที่มีต่อแรงสูงสุด
พลังสูงสุดและความสามารถในการกระโดด

Kinematic Analysis of Jumping and the Acute Effects of Jumping Proprioceptive Training on Maximum Force,
Peak Power and Jumping performances

ตารางที่ 1 รายละเอียดการเก็บข้อมูล

วันที่ 1	วันที่ 8	
เวลา 9.00 -16.30 น	เวลา 9.00 -12.00 น	เวลา 13.30 -16.30 น
1. สสำรวจข้อมูลพื้นฐาน ได้แก่ อายุ น้ำหนัก ส่วนสูงและดัชนีมวลกาย 2. ทดสอบความสามารถในการกระโดดโดย การยืนกระโดดสูงโดยไม่จำกัดมุมเข้าในการกระโดด เพื่อทดสอบแรงสูงสุด พลังสูงสุด ความสูงในการกระโดด โดยทำการทดสอบ 2 ครั้ง บันทึกค่าที่ดีที่สุด 3. แบ่งกลุ่มตัวอย่างเข้ากลุ่ม ๆ 15 คน	กลุ่มควบคุม ทดสอบความสามารถในการกระโดดโดย การยืนกระโดดสูงโดยไม่จำกัดมุมเข้าในการกระโดด เพื่อทดสอบแรงสูงสุด พลังสูงสุด ความสูงในการกระโดด โดยทำการทดสอบ 2 ครั้ง บันทึกค่าที่ดีที่สุด	กลุ่มทดลอง 1. ทดสอบความสามารถในการกระโดดโดย การยืนกระโดดสูงโดยจำกัดมุมเข้าที่ 90 องศา เพื่อทดสอบแรงสูงสุด พลังสูงสุด ความสูงในการกระโดด โดยทำการทดสอบ 2 ครั้ง บันทึกค่าที่ดีที่สุด 2. พัก 5 นาทีแล้วทำการฝึกการรับรู้ของเข้าในการกระโดดที่ 90 องศาด้วยเครื่อง Kiser Squat air 300 จำนวน 3 เซต ๆ ละ 4 ครั้ง ที่ความหนัก 40% 1-RM พักระหว่างเซต 3-4 นาที 3. พัก 5 นาทีแล้วทำการทดสอบซ้ำอีกครั้ง

วันที่ 1 กลุ่มตัวอย่างทำการทดสอบการกระโดด 2 ครั้ง บันทึกค่าครั้งที่ดีที่สุด

วันที่ 8 กลุ่มควบคุมทำการทดสอบการกระโดดเหมือนเดิมในช่วงเช้า

กลุ่มทดลองทำการทดสอบการกระโดดแบบจำกัดมุมเข้า มีการฝึกการรับรู้ของเข้าและทำการทดสอบการกระโดดแบบจำกัดมุมเข้า

คณะกรรมการจริยธรรม

งานวิจัยนี้ได้ผ่านการรับรองจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์จากมหาวิทยาลัยการกีฬาแห่งชาติ รับรองเมื่อวันที่ 29 มีนาคม 2562 เลขที่โครงการวิจัย: 027/2562

อาสาสมัคร

กลุ่มประชากร คือ นักกีฬาตัวแทนมหาวิทยาลัยการกีฬาแห่งชาติ วิทยาเขตศรีสะเกษที่เข้าร่วมการแข่งขันกีฬามหาวิทยาลัยการกีฬาแห่งชาติ ประจำปีการศึกษา 2562 จำนวน 254 คน

กลุ่มตัวอย่าง คือ อาสาสมัครนักกีฬาวอลเลย์บอลในร่ม เซปักตะกร้อและมวยปล้ำ สังกัดศูนย์กีฬาเพื่อความเป็นเลิศ มหาวิทยาลัยการกีฬาแห่งชาติ วิทยาเขตศรีสะเกษ ปีการศึกษา 2562 ได้มาโดยการสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Sampling) จำนวน 30 คน ซึ่งจำนวนกลุ่มตัวอย่างได้จากการกำหนดค่าเพาเวอร์ (Power) ที่ระดับ .95 ค่าอัลฟา (Alpha) ที่ระดับ .05 ค่าเอฟเฟกต์ (Effect size) เท่ากับ .88 (12) แบ่งเป็นกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง กลุ่มละ 15 คน โดยสุ่มตัวอย่างแบบอย่างง่ายด้วยวิธีการจับฉลากแบ่งกลุ่ม

เกณฑ์การคัดเลือกผู้เข้าร่วมวิจัย

- เป็นนักกีฬาสังกัดศูนย์กีฬาเพื่อความเป็นเลิศ มหาวิทยาลัยการกีฬาแห่งชาติวิทยาเขตศรีสะเกษ
- เป็นผู้ที่มีสุขภาพแข็งแรงปราศจากโรคหรืออาการที่ทำให้ไม่พร้อมที่จะออกกำลังกาย ผ่านการประเมินความพร้อมเพื่อการออกกำลังกาย (Physical Activity Readiness Questionnaire หรือ PAR-Q)
- ไม่มีอาการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อ เอ็นและข้อต่อหรือการบาดเจ็บใด ๆ ที่เป็นอุปสรรคต่อการทดลอง
- สมัครใจเข้าร่วมโครงการวิจัยพร้อมกับลงนามในหนังสือแสดงความยินยอมเป็นกลุ่มตัวอย่าง

บทความวิจัย

การวิเคราะห์เอนิเมติกส์ของการกระโดดและผลเฉียบพลันของการฝึกการรับรู้ของข้อต่อในการกระโดดที่มีต่อแรงสูงสุด
พลังสูงสุดและความสามารถในการกระโดด

Kinematic Analysis of Jumping and the Acute Effects of Jumping Proprioceptive Training on Maximum Force,
Peak Power and Jumping performances

เกณฑ์การคัดเลือกผู้เข้าร่วมวิจัยออกจากการศึกษา

- เกิดเหตุสุดวิสัยไม่สามารถเข้าร่วมการวิจัยต่อได้ เช่น เกิดการบาดเจ็บจากอุบัติเหตุ มีอาการเจ็บป่วย
- เข้าร่วมการทดสอบและการฝึกไม่ครบทุกครั้ง การวิจัยครั้งนี้มีการฝึกและทดสอบทั้งสิ้นจำนวน 4 ครั้ง

หรือมีความประสงค์ขอยกจากการวิจัยในระหว่างดำเนินการทดลอง

การวิเคราะห์ข้อมูล

นำผลการทดสอบมาจัดทำข้อมูล และวิเคราะห์ทางสถิติ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางคอมพิวเตอร์เพื่อหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของ อายุ ส่วนสูง น้ำหนักและดัชนีมวลกาย แรงสูงสุด พลังสูงสุด และความสามารถในการกระโดด ทำการเปรียบเทียบผลการทดลองภายในกลุ่มโดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวชนิดวัดซ้ำ (One Way ANOVA Repeated Measurement) และเปรียบเทียบภายหลังเป็นรายคู่โดยใช้บอแนเฟอโรนี (Bonferroni) และเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มโดยใช้ค่า “ที” (t-tests independent) โดยกำหนดระดับนัยสำคัญที่ .05

ผลการวิจัย

ข้อมูลอายุ น้ำหนัก ส่วนสูง และดัชนีมวลกาย ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลทางกายภาพ ($n_1=15$, $n_2=15$)

กลุ่ม	เพศ		อายุ (ปี)	น้ำหนัก (กก.)	ส่วนสูง (ซม.)	ดัชนีมวลกาย (กก./ม ²)
	ชาย	หญิง				
ควบคุม	93.33 (14)	6.67 (1)	20.13±1.06	71.59±13.99	171.40±7.87	24.16±31.12
ทดลอง	93.33 (14)	6.67 (1)	20.20±1.57	71.89±21.99	168.00±6.76	25.36±6.81

ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของแรงสูงสุด พลังสูงสุด ความสูงในการกระโดด และมุมเข้าของการกระโดดแบบไม่จำกัดมุมข้อเข่า (วันที่ 1) ก่อนและหลังการฝึกการรับรู้ของข้อต่อในการกระโดดของกลุ่มทดลองแสดงในตารางที่ 3 การวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า แรงสูงสุด พลังสูงสุด และความสูงในการกระโดด หลังการฝึกการรับรู้ของข้อต่อในการกระโดด สูงกว่าการกระโดดแบบไม่จำกัดมุมข้อเข่าอย่างมีนัยสำคัญที่ .05 (วันที่ 1) แต่มุมเข้าในการกระโดดทั้ง 3 ครั้ง ไม่แตกต่างกัน และแรงสูงสุด พลังสูงสุด ความสูงในการกระโดด และมุมเข้า ก่อนและหลังการฝึกการรับรู้ของข้อต่อ ไม่แตกต่างกัน (ตารางที่ 3)

บทความวิจัย

การวิเคราะห์คิเนแมติกส์ของการกระโดดและผลเฉียบพลันของการฝึกการรับรู้ของข้อต่อในการกระโดดที่มีต่อแรงสูงสุด
พลังสูงสุดและความสามารถในการกระโดด

Kinematic Analysis of Jumping and the Acute Effects of Jumping Proprioceptive Training on Maximum Force,
Peak Power and Jumping performances

ตารางที่ 3 การเปรียบเทียบความสามารถในการกระโดด แรงสูงสุด พลังสูงสุด ความสูงในการกระโดด
และมุมเข้า ก่อนและหลังการฝึกการรับรู้ข้อต่อในการกระโดด ของกลุ่มทดลอง (n=15)

รายการทดสอบ	วันที่ 1	วันที่ 8	วันที่ 8	F	P
	(ไม่จำกัดมุมเข้า)	(จำกัดมุมเข้า 90 องศา)	(จำกัดมุมเข้า 90 องศา)		
	ก่อนฝึกการรับรู้ข้อต่อ	ก่อนฝึกการรับรู้ข้อต่อ	หลังฝึกการรับรู้ข้อต่อ		
	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$		
แรงสูงสุด (นิวตัน)	206.96 $\pm$ 59.77	221.68 $\pm$ 65.00	228.88 $\pm$ 64.75*	8.89	.01*
พลังสูงสุด (วัตต์/กก.)	11.93 $\pm$ 2.72	12.39 $\pm$ 3.11	12.76 $\pm$ 2.91*	7.73	.02*
ความสูงในการกระโดด (ซม.)	29.56 $\pm$ 0.06	31.35 $\pm$ 0.06	32.49 $\pm$ 0.06*	8.29	.01*
มุมเข้า (องศา)	85.94 $\pm$ 14.57	89.39 $\pm$ 15.67	92.79 $\pm$ 16.27	4.31	.06

*P<.05

หมายเหตุ * คือ ก่อนฝึกการรับรู้ข้อต่อ (วันที่ 1) แตกต่างกับหลังฝึกการรับรู้ข้อต่อ

การเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ของแรงสูงสุด พลังสูงสุด ความสูงในการกระโดด และมุมเข้า ของการกระโดดแบบไม่จำกัดมุมเข้า (วันที่ 1) ไม่แตกต่างกัน เช่นเดียวกับการเปรียบเทียบการกระโดดแบบไม่จำกัดมุมเข้า (กลุ่มควบคุม) และการกระโดดแบบจำกัดมุม (กลุ่มทดลอง) พบว่าไม่แตกต่างกัน และเมื่อเปรียบเทียบความสามารถในการกระโดดของกลุ่มควบคุมระหว่างวันที่ 1 กับ 8 พบว่าไม่แตกต่างกัน (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 4 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความสามารถในการกระโดดก่อนและหลังการฝึกการรับรู้ข้อต่อ ของกลุ่มควบคุมกับกลุ่มทดลอง

รายการทดสอบ	วันที่ 1		วันที่ 8	
	ไม่จำกัดมุมเข้า		ไม่จำกัดมุมเข้า	จำกัดมุมเข้าที่ 90 องศา
	(หลังฝึก)			
	กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง
	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$
แรงสูงสุด (นิวตัน)	208.72 $\pm$ 63.48	206.96 $\pm$ 59.77	220.74 $\pm$ 69.23	228.88 $\pm$ 64.76
พลังสูงสุด (วัตต์/กก.)	11.29 $\pm$ 3.49	11.93 $\pm$ 2.72	12.41 $\pm$ 31.12	12.76 $\pm$ 2.91
ความสูงในการกระโดด (ซม.)	29.96 $\pm$ 0.09	29.56 $\pm$ 0.06	31.61 $\pm$ 0.07	32.49 $\pm$ 0.06
มุมเข้า (องศา)	86.74 $\pm$ 12.07	85.94 $\pm$ 14.57	86.34 $\pm$ 22.64	92.79 $\pm$ 16.27

*p<.05

บทความวิจัย

การวิเคราะห์หาคิเนแมติกของการกระโดดและผลเฉียบพลันของการฝึกการรับรู้ของข้อต่อในการกระโดดที่มีต่อแรงสูงสุด
พลังสูงสุดและความสามารถในการกระโดด

Kinematic Analysis of Jumping and the Acute Effects of Jumping Proprioceptive Training on Maximum Force,
Peak Power and Jumping performances

อภิปรายผลการวิจัย

จากการเปรียบเทียบผลเฉียบพลันของการฝึกการรับรู้ของข้อต่อในการกระโดดที่มีต่อความสามารถในการกระโดด ภายหลังฝึกพบว่าแรงสูงสุด พลังสูงสุดและความสูงในการกระโดด จากการทดสอบการกระโดดโดยจำกัดมุมเข้าที่ 90 องศา ก่อนการฝึก อาจเป็นผลจากมีการปรับอัตราการสร้างแรงในมุมที่จำกัด จากการฝึกการรับรู้มุมเข้าและมีแรงต้านทำให้มีการระดมระบบประสาทไปที่กล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น ส่งผลให้เกิดอัตราการเร่งการสร้างแรงเพิ่มขึ้น (13) สอดคล้องกับ Newton & Kraemer (14) ที่กล่าวว่า นักกีฬาที่จะออกแรงสูงสุดด้วยความเร็วได้นั้นเกิดจากกลไกการทำงานของกล้ามเนื้อที่สำคัญสองประการ คือ ความสามารถในการพัฒนาแรงของกล้ามเนื้อในเวลาอันสั้น ซึ่งเรียกว่าอัตราการพัฒนาแรง (Rate of force development) และความสามารถของกล้ามเนื้อที่จะออกแรงสูงสุดได้ช้า ๆ อย่างต่อเนื่อง ในขณะที่ความเร็วเพิ่มขึ้น ซึ่งคุณสมบัติที่สำคัญทั้งสองประการนี้ สามารถฝึกได้โดยต้องพัฒนากล้ามเนื้อ 5 ขั้นตอน ได้แก่ 1. ความแข็งแรงที่ความเร็วต่ำ (Slow velocity strength) 2. ความแข็งแรงที่ความเร็วสูง (High velocity strength) 3. อัตราการพัฒนาแรง (Rate of force development) 4. วงจรเหยียดตัวออกและหดสั้นลง (Strength-shortening cycle) 5. การทำงานประสานกันระหว่างกล้ามเนื้อที่ร่วมกันทำงานและทักษะของการเคลื่อนไหว (Intermuscular coordination) ซึ่งในการฝึกการรับรู้การยืนกระโดดสูงนั้นสอดคล้องกับหลักการดังกล่าวได้แก่ ฝึกใช้ความแข็งแรงที่ความเร็วสูง สร้างอัตราการพัฒนาแรงโดยใช้วงจรการเหยียดตัวออกและหดสั้นลงของกล้ามเนื้อและฝึกควบคู่กับทักษะการยืนกระโดดสูง ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Nobre และคณะ (15) ที่พบว่า การฝึกการรับรู้ของประสาทกล้ามเนื้อด้วยวิธีกาบัต (Kabat method) สามารถเพิ่มประสิทธิภาพการขว้างลูกของนักกีฬาแฮนด์บอลได้เร็วและมีความแม่นยำมากขึ้น

เมื่อเปรียบเทียบหลังการฝึกระหว่างกลุ่มควบคุมกับกลุ่มทดลอง พบว่าความสามารถในการกระโดดไม่แตกต่างกัน อาจเกิดจากการฝึกในระยะเวลาสั้น ๆ ทำให้การรับรู้เพื่อให้อาสาสมัครตอบสนองต่อสิ่งเร้าเป็นสิ่งที่ทำได้ยาก การฝึกกระโดดสูงด้วยการจำกัดมุมเข้าและต้องให้กล้ามเนื้อออกแรงมากที่สุดในเวลาที่สั้นที่สุด จำเป็นต้องใช้เวลาฝึกเพื่อให้ นักกีฬามีประสบการณ์ เพื่อให้ระบบประสาทส่วนกลางเกิดการจดจำและตอบสนองเป็นอัตโนมัติ (16) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Baroni, Rodrigues, Franke, Geremia, Rassier & Vaz (17) พบว่า ความแข็งแรงในขณะที่กล้ามเนื้อเหยียดตัวออกและเกร็งค้างไว้จะเพิ่มได้ ต้องใช้เวลาฝึก 8 สัปดาห์ เพราะการระดมประสาทและมวลกล้ามเนื้อจะเพิ่มขึ้นจากการฝึกไม่น้อยกว่า 4 สัปดาห์ ดังนั้นกลไกในการพัฒนาอัตราการสร้างแรงเกิดขึ้นได้หลังจากการเพิ่มมวลกล้ามเนื้อและอีกทั้งการฝึกยังเป็นการกระตุ้นการระดมของประสาทสั่งการทำงานกล้ามเนื้อ และสอดคล้องกับ Romero-Franco, Martínez-López, Lomas- Vega, Hita-Contreras & Martínez-Amat (18) เป็นเวลา 6 สัปดาห์ฝึกวันละ 30 นาทีที่มีผลต่อการทรงตัว ความสามารถในการกระโดด และ Aman, Elangovan, Yeh I-L & Konczak (19) ที่พบว่า การกระตุ้นระบบประสาทที่ฝึกโดยการกระตุ้นจากประสาทส่วนปลายของขา ใช้เวลา 12 สัปดาห์ สามารถลดเวลารับรู้ของเส้นประสาทส่วนปลายหน้าแข้งได้ ดังนั้นหากต้องการให้การฝึกการรับรู้และข้อต่อของการกระโดดได้ผลอย่างชัดเจน อาจต้องใช้เวลาในการฝึกอย่างน้อย 6-8 สัปดาห์ เพื่อให้ประสาทกล้ามเนื้อเกิดการปรับตัวทางสรีรวิทยา และจำจรูปแบบการเคลื่อนไหวเพื่อความรวดเร็วในการสั่งการ ซึ่งจะช่วยให้ลดเวลาปฏิกิริยาตอบสนองและทำให้เคลื่อนไหวได้อย่างรวดเร็ว (8)

ข้อสรุปจากการศึกษาครั้งนี้ พบว่าในกลุ่มทดลอง การฝึกการรับรู้ข้อต่อมีผลต่อความสามารถในการกระโดด แต่เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมแล้วไม่พบความแตกต่าง ซึ่งอาจเกิดจากการฝึกการรับรู้ต้องการเวลาการฝึกที่เป็นช่วงฝึกระยะยาว

บทความวิจัย

การวิเคราะห์คิเนแมติกของการกระโดดและผลเฉียบพลันของการฝึกการรับรู้ของข้อต่อในการกระโดดที่มีต่อแรงสูงสุด
พลังสูงสุดและความสามารถในการกระโดด

Kinematic Analysis of Jumping and the Acute Effects of Jumping Proprioceptive Training on Maximum Force,
Peak Power and Jumping performances

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาครั้งนี้ พบว่าในกลุ่มทดลองการฝึกการรับรู้ข้อต่อความสามารถในการกระโดด แสดงว่าการฝึกการรับรู้ข้อต่อมีอิทธิพลความสามารถในการกระโดด แต่เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมแล้วไม่พบความแตกต่าง อาจเกิดจากอิทธิพลของระยะเวลาการฝึกที่ต้องฝึกซ้ำ ๆ เป็นเวลานานพอที่จะทำให้เกิดการปรับตัวของร่างกายต่อการรับรู้ของระบบประสาทกล้ามเนื้อ

ข้อเสนอแนะจากผลการวิจัยในครั้งนี้ ควรมีการศึกษาความสามารถในการกระโดดในกลุ่มตัวอย่างที่มีประวัติการบาดเจ็บของข้อเข่าเพิ่มเติมเป็นพิเศษ ควรศึกษาผลการฝึกการรับรู้ข้อต่อในการกระโดดโดยมีระยะเวลาในการฝึกไม่น้อยกว่า 8-12 สัปดาห์ และ ควรมีการศึกษาเกี่ยวกับความสัมพันธ์ขององค์ประกอบการรับรู้ (cognitive) เพื่อการตัดสินใจตอบสนอง (Discussion Marking) ในทางกีฬา

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ คณะวิทยาศาสตร์การกีฬาและสุขภาพ มหาวิทยาลัยการกีฬาแห่งชาติ วิทยาเขตศรีสะเกษ ที่ให้ทุนสนับสนุนวิจัยในครั้งนี้ ขอขอบคุณที่ปรึกษาวิจัย รองศาสตราจารย์ ดร.สนธยา สีละมาด และผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบเครื่องมือวิจัยทุกท่าน ผู้ให้ข้อมูลและกลุ่มตัวอย่างทุกท่านเป็นอย่างสูง

เอกสารอ้างอิง

- (1) Thailand National Sports University, Ministry of Tourism and Sports. Thailand National Sports University Strategy 2018–2022 (Review Edition) Fiscal year B.E. 2563. Chonburi: Thailand National Sports University.
- (2) Tongdecharoen O. editor. Report of Elite Sport Center Physical Fitness Test. Monthly Meeting. 2018 Sep 30; Elite Sport Center. Si Sa Ket. Thailand Nation Sport University, Si Sa Ket Campus; 2019.
- (3) Krabuanrat J. Science of Coaching. Bangkok: Sintana Copy Center CO.,LTD. 2557.
- (4) Riansoi Y. The Effects of Combined Plyometric and Proprioceptive Neuromuscular Facilitation Training on Legs Muscular Power. Journal of Sports Science and Health. 2016; 17(2): 43-55.
- (5) Hill A R, Daniel L L, Soon-M C. The Acute Effects of Different Squat Intensities on Vertical Jump Performance. International Journal of Exercise Science. 2019; 2(11): Article 32.
- (6) Warren B Y. Transfer of Strength and Power Training to Sports Performance. International Journal of Sports Physiology and Performance, 2006; 1(2): 74-83.
- (7) Warren B Y, Brian D, Greg J. H. Agility and Change-of-Direction Speed are Independent Skills: Implications for Training for Agility in Invasion Sports. International Journal of Sports Science & Coaching. 2015; 10(1): 159-169.
- (8) Subhashish K S. Kinematic and Kinetic Analysis of Squat Jump and Counter-movement Jump. Thesis Bachelor of Technology in Biomedical Engineering. India: Rourkela, Odisha; 2015.
- (9) Wagner T M, von Duvillard S P. Mueller E. Kinematic Analysis of Volleyball Spike Jump. International Journal Sports Medicine. 2009; 30(10): 760-765.
- (10) Rahmani A, Dalleau G, Viale F, Hautier C A & Lacour J-R. Validity and Reliability of a kinematic Device for Measuring the Force Developed During Squatting. Journal of Applied Biomechanics.

บทความวิจัย

การวิเคราะห์ในเมตริกซ์ของการกระโดดและผลเฉียบพลันของการฝึกการรับรู้ของข้อต่อในการกระโดดที่มีต่อแรงสูงสุด
พลังสูงสุดและความสามารถในการกระโดด

Kinematic Analysis of Jumping and the Acute Effects of Jumping Proprioceptive Training on Maximum Force,
Peak Power and Jumping performances

Conference of the International Society of Biomechanics in Sports, Cologne, Germany, 2000; 16, 26-35.

(11) Frühschütz H, Becker L, Russ P. & Spitzenpfeil P. Evaluation of Silhouette-Based Markerless Tracking for Kinematics in Sport. International Society of Biomechanics in Sports. 2017; 35(1): 231.

(12) Cohen J. Statistical power analysis for the behavioral sciences. 2nd ed. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers; 1988.

(13) Laffaye G, Wagner P, Tombleson T. Countermovement Jump Height: Gender and Sport-Specific Differences in The Force-Time Variables. The Journal of Strength and Conditioning Research. 2014; 28(4). 1096-1105.

(14) Newton R U, Kraemer W J, Developing Explosive Muscular Power Implications for a Mixed Methods Training Strategy. Strength and Conditioning Journal. 1994; 16(5): 20-31.

(15) Nobre T L, et al .The Use of Proprioceptive Neuromuscular Facilitation for Increasing Throwing Performance. Rev Bras Med Esporte.2020; 26(4): 332-336.

(16) Daehan Kim, Guido Van Rysseghem and Junggi Hong .Overcoming the Myth of Proprioceptive Training. Clinical Kinesiology.2011; 65(1): Spring, 18-28.

(17) Baroni B M, Rodrigues R, Franke R A, Geremia J M, Rassier D E, Vaz M A. Time Course of Neuromuscular Adaptations to Knee Extensor Eccentric Training. International Journal of Sports Medicine. 2013; 34(10): 904–911.

(18) Romero-Franco N, Martínez-López E, Lomas- Vega R, Hita-Contreras F & Martínez- Amat A. Effects of proprioceptive training program on core stability and center of gravity control in sprinters. The Journal of Strength & Conditioning Research, 2012; 26(8): 2071-2077.

(19) Aman J E, Elangovan N, Yeh I-L & Konczak J. The effectiveness of proprioceptive training for improving motor function: a systematic review. Frontiers in Human Neuroscience. 2015; 8(1075) 1-18.