การศึกษาอิทธิพลของระยะทาง อัตราเร็ว และพลังที่มีต่อความสูงในการกระโดดเลย์อัพของนักกีฬาบาสเกตบอล

กนกวรรณ รัศมียูงทอง สนธยา สีละมาด และวัชรี ฤทธิวัชร์
ภาควิชาวิทยาศาสตร์การกีฬาและการออกกำลังกาย คณะพลศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

บทคัดย่อ

งานวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอิทธิพลของระยะทาง อัตราเร็ว และพลังที่มีต่อความสูงในการกระโดดของนักกีฬาบาสเกตบอล กลุ่มตัวอย่าง คือ นักกีฬาบาสเกตบอล 12 คน วิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมวิเคราะห์การเคลื่อนไหวแบบ 3 มิติ นำผลที่ได้มาวิเคราะห์ 1) หาค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ค่าต่ำสุด (Min) และค่าสูงสุด (Max) ของตัวแปรความยาวก้าวที่ 1 ความยาวก้าวที่ 2อัตราเร็วก้าวที่ 1 อัตราเร็วก้าวที่ 2 พลังในการกระโดดและความสูงในการกระโดดเลย์อัพ 2) หาความสัมพันธ์ระหว่างความยาวก้าวที่ 1 ความยาวก้าวที่ 2 อัตราเร็วก้าวที่ 1 อัตราเร็วก้าวที่ 2 พลังในการกระโดดและความสูงในการกระโดดเลย์อัพ โดยใช้สถิติสหสัมพันธ์เพียร์สัน 3) หาความสามารถในการพยากรณ์ความสูงในการกระโดดเลย์อัพของความยาวก้าวที่ 1 ความยาวก้าวที่ 2 อัตราเร็วก้าวที่ 1 อัตราเร็วก้าวที่ 2 และพลังในการกระโดด โดยใช้สถิติสมการถดถอยแบบพหุคูณ กำหนดค่านัยสำคัญทางสถิติที่ .05 ผลการวิจัยพบว่า ความยาวก้าวที่ 1 ความยาวก้าวที่ 2 อัตราเร็วก้าวที่ 1 อัตรา เร็วก้าวที่ 2 และพลังในการกระโดด มีความสัมพันธ์กับความสูงในการกระโดดเลย์อัพอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และผลการหาความสามารถในการพยากรณ์ความสูง พบว่า พลังในการกระโดด ความยาวก้าวที่ 2 และอัตราเร็วก้าวที่ 2 สามารถพยากรณ์ความสูงในการกระโดดเลย์อัพได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยความสามารถในการพยากรณ์ตัวแปรทั้ง 3 ตัวมีอิทธิพลต่อความสูงในการกระโดดเลย์อัพร้อยละ 59.5% จากการ ศึกษาครั้งนี้ พบว่า ความยาวของการก้าวเท้าเป็นองค์ประกอบหนึ่งที่สำคัญต่อความสำเร็จในการยิงประตูเพื่อให้เกิดความแม่นยำ อีกทั้งยังเป็นปัจจัยสำคัญต่อการสร้างอัตราเร็วที่จะช่วยส่งพลังในการกระโดดส่งผลให้ความสูงในการกระโดดของนักกีฬามีประสิทธิภาพสูงสุดโดยเฉพาะก้าวสุดท้ายก่อนทำการกระโดดขึ้นเพราะเมื่อนักกีฬาทำการ เคลื่อนไหวเพื่อเปลี่ยนทิศทางของร่างกายจากแนวระนาบไปสู่การเคลื่อนที่ในแนวดิ่ง หากมีการปรับและควบคุมจุดศูนย์ถ่วงให้อยู่ในระดับที่ต้องการจะช่วยในเรื่องการทรงตัวขณะเร่งความเร็วส่งผลให้เกิดความสัมพันธ์ที่มั่นคงและอัตราเร็วในการเคลื่อนที่ได้ดียิ่งขึ้น ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อทักษะการเลย์อัพ

คำสำคัญ ระยะทาง อัตราเร็ว พลัง ความสูง เลย์อัพ

Corresponding Author: นางสาวกนกวรรณ รัศมียูงทอง ภาควิชาวิทยาศาสตร์การกีฬาและการออกกำลังกาย คณะพลศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ Email: Kanokwan4193@gmail.com

วารสารวิชาการ มหาวิทยาลัยการกีฬาแห่งชาติ
ปีที่ 13 ฉบับที่ 1 (มกราคม - เมษายน 2564)
ISSN 2697-5793 (online)

A STUDY OF THE INFLUENCE OF DISTANCE, SPEED AND POWER IN HEIGHT OF LAY UP JUMPING IN BASKETBALL PLAYERS

Kanokwan Ratsamiyungthong, Sonthaya Sriramart and Watcharee Rittiwat
Sports and Exercise Science, Faculty of Physical Education, Srinakharinwirot University

Abstract

The purpose of this research was to study the influence of distance, speed and power in height of layup jumping in basketball players. Methods The samples consisted of twelve male basketball players. Data were analyzed using 3D motion analysis program. The data analytics instruments used in this research were 1) Mean ($\bar{x}$), Standard Deviation (S.D.), Minimum (Min) and Maximum (Max) of the first stride length and the second stride length, speed of the first stride and speed of the second stride, peak power and the layup vertical jump height 2) to find out the relationship between first stride length, the second stride length, speed of the first stride and speed of the second stride, peak power and the vertical jump height of layup using Pearson's correlation statistics 3) to analyze the ability to predict the layup vertical jump height of the first stride length, the second stride length, speed of the first stride and speed of the second stride, peak power using multiple regression statistics with a statistical significance at 0.05 level. Results were found that the first stride length, the second stride length, speed of the first stride, the speed of the second stride, and peak power had statistically significant correlation with the vertical jump height of layup of 0.05. Also, the analysis of prediction of height indicated that the peak power, the second stride length, and speed of the second stride had statistically significant correlation with the prediction of vertical jump height of layup of 0.05. The three predict abilities influence 59.5% of the jump height. It is found that the length of stride is one of key drivers in accuracy of shooting which also important to build-up the most effective power of jumping, especially the last stride before jumping. Hence, the movement from horizontal to vertical direction requires proper gravity to balance the body during speed-up. This promotes stability and speed of movement which are important skills for layup jumping.

Keywords: Distance, Speed, Power, Height, Layup

Corresponding Author: Kanokwan ratsamiyungthong Sports and Exercise Science Faculty of Physical Education Srinakharinwirot University Email: Kanokwan4193@gmail.com

บทนำ

กีฬาบาสเกตบอล เป็นกีฬาที่ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายในประเทศไทย มีการจัดการแข่งขันกีฬาบาสเกตบอลทั้งในระดับสมัครเล่น และระดับลีกอาชีพ บาสเกตบอลเป็นกีฬาประเภททีมมีผู้เล่นทั้งหมด12 คน แบ่งออกเป็นตัวจริงลงสนาม ฝ่ายละ 5 คน และตัวสำรอง 7 คน ทำการแข่งขันทั้งหมด 4 ควอร์เตอร์ควอร์เตอร์ละ 10 นาที (Aphichat Onsoi & Preecha Siriratphaibun, 2012; Turnbull, 1973) ดังนั้น นักกีฬาจำเป็นต้องมีสมรรถภาพและความสามารถเฉพาะตัว เช่น ทักษะ เทคนิคและแทคติกในการแข่งขัน ปัจจุบันวิทยาศาสตร์การกีฬา ได้เข้ามามีบทบาทสำคัญต่อการพัฒนาความสามารถทางการกีฬา โดยเฉพาะด้านชีวกลศาสตร์การกีฬาได้มีการศึกษาวิเคราะห์เทคนิคการเคลื่อนไหวที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพสูงสุดในการเล่นกีฬา และเพื่อพัฒนาความสามารถ ของนักกีฬาสู่ความเป็นเลิศ (Adashevskiy, Lermakov, & Marchenko, 2013; Artur, Bogdan, & Jerzy, 2014; Mary, Sewell, Christopher, Brown, Baldwin, & David, 2012)

การทำคะแนนในกีฬาบาสเกตบอลแบ่งออกเป็นระยะพื้นที่ 2 คะแนน และ 3 คะแนน โดยในระยะพื้นที่ 2 คะแนนเป็นระยะที่ใกล้ห่วงและมีโอกาสทำคะแนนได้มากที่สุด ทักษะการเลย์อัพ (Lay-up) เป็นทักษะที่นิยมใช้ในการทำคะแนนในระยะพื้นที่ 2 คะแนน เพราะการเลย์อัพเป็นการเคลื่อนที่เข้ายิงประตูที่มีระยะการยิงใกล้ห่วงมากที่สุด (Bal, Deol, & Kaur, 2009; Chua, Quek, & Kong, 2017) นักกีฬาต้องสร้างอัตราเร็วในการเคลื่อนที่เพื่อช่วยส่งแรงในการกระโดดให้สูงที่สุด (Ivan, Milos, Aleksandar, & Dusan, 2014) เพื่อนำลูกลงห่วงได้อย่างรวดเร็วโดยไม่ให้ฝ่ายตรงข้ามป้องกันได้ ทักษะการเลย์อัพจึงต้องอาศัยเทคนิคและแทคติก โดยเฉพาะความสามารถในการสร้างอัตราเร็วในการเคลื่อนที่ ระยะการก้าวที่เหมาะสมและแรงในก้าวสุดท้ายเพื่อส่งผลต่อความสูงในการกระโดด (Christopher, Irene, Thomas, & Jones, 2017; Gledson, Petrus, Heloiana, & Paulo, 2018; Ivan et al., 2014) ซึ่งทั้งหมดต้องอาศัยองค์ประกอบการประสานสัมพันธ์การทำงานของระยางค์ส่วนต่างๆ ของร่างกายการส่งแรงผ่านข้อต่อรวมถึงการจัดระเบียบมุมของร่างกาย (Joel, Thomas, Dennis, & Glenn, 2011; Kumar, Guru, & Chandra, 2015)

อัตราเร็วในการเคลื่อนที่เป็นพื้นฐานสำคัญและเป็นหัวใจสำคัญของกีฬาที่ใช้การเคลื่อนที่ในระยะทางสั้นๆ (Pedro, Pierre, Matt, & Jean-BenoiT, 2017; Seyoung, Sukyung, & Sangkyu, 2014; Shaher, Ammar, Ghazi, & Espen, 2011) เมื่อนักกีฬามีอัตราเร็วในการเคลื่อนที่จะทำให้เกิดพลังที่จะช่วยในการกระโดด (Charoen Krabuanrat, 1997, p. 1) ในงานวิจัยกระโดดสูงของ Covadonga, Manuel, José, and Teresa (2019) พบว่า อัตราเร็วในการเคลื่อนที่นั้นเป็นตัวแปรสำคัญของระยะทางในแต่ละก้าวโดยเฉพาะระยะทางของก้าวสุดท้ายก่อนทำการกระโดดขึ้นเพราะนักกีฬาจะเปลี่ยนทิศทางของร่างกายเพื่อทำการกระโดดให้ข้ามไม้ขวาง ดังนั้นนักกีฬาจึงต้องมีอัตราเร็วและระยะทางเหมาะสมที่จะช่วยในการทรงตัวเพื่อส่งพลังให้กระโดดได้สูงสุดสอดคล้องกับงานวิจัยการเลย์อัพของ อรวรีย์ อิงคเตชะ (Onwaree Ingkatecha, 2016) พบว่า หากนักกีฬาเพิ่มความเร็วในขณะเคลื่อนที่เลย์อัพได้มากพอจะทำให้ความสามารถในการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัมของจากแนวระนาบไปสู่การกระโดดขึ้นแนวดิ่งในการเลย์อัพได้อย่างมีประสิทธิภาพเพิ่มมากยิ่งขึ้น ความยาวในการก้าวเป็นปัจจัยสำคัญต่อการสร้างอัตราเร็วในการยิงประตูเพราะเป็นตัวกำหนดตำแหน่งก้าวสุดท้ายที่เหมาะสมก่อนทำการยิงประตู หากก้าวสุดท้ายมีระยะที่ไม่เหมาะสมหรือห่างจากห่วงมากเกินไปจะทำให้การยิงประตูมีประสิทธิภาพลดลง ในงานวิจัยการเลย์อัพของ อรวรีย์ อิงคเตชะ (Onwaree Ingkatecha, 2016) พบว่า ถ้านักกีฬาวางเท้าไปข้างหน้าในก้าวสุดท้ายก่อนทะยานตัวขึ้นกระโดดมากเกินไปทำให้ลำตัวเอนมาทางด้านหลังซึ่งส่งผลให้พลังในการกระโดดลดลงเนื่องจากเกิดแรงฉุด (Breaking force) ทำให้อัตราเร็วและแรงลดลง อีกทั้งยังทำให้จุดศูนย์ถ่วงของร่างกายต่ำซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อความสูงในการกระโดด

ISSN 2697-5793 (online)

พลังในการกระโดดเกิดจากแรงและอัตราเร็วจากการเคลื่อนไหวของนักกีฬาจะเป็นตัวแปรที่สำคัญที่จะทำให้การกระโดดมีประสิทธิภาพสูงสุด (Radivoj, Sasa, & Slobodan, 2015; Shaher et al., 2011) สอดคล้องกับงานวิจัยบาสเกตบอลของ Kumar et al. (2015) เปรียบเทียบการยืนกระโดดยิงประตูระยะ 3 คะแนน หลังจบการแข่งขันควอร์เตอร์ที่ 1 และจบควอร์เตอร์ที่ 4 พบว่า พลังในการกระโดดยิงประตูนั้นมีความแตกต่างกันสาเหตุมาจากแรงและอัตราเร็วในการเคลื่อนที่ลดลง แรงและอัตราเร็วของการเคลื่อนที่จึงมีความสำคัญต่อความสูงในการกระโดดยิงประตูเพื่อช่วยส่งพลังในการกระโดดให้สูงที่สุด ((Charoen Krabuanrat, 1997, p. 1) ดังนั้นกีฬาบาสเกตบอลจึงต้องการอัตรา เร็วในการเคลื่อนที่ระยะการก้าวที่เหมาะสมและแรงในก้าวสุดท้ายเพื่อส่งผลต่อความสูงในการกระโดด

ปัจจุบันการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการเลย์อัพทั้งในประเทศไทยและต่างประเทศยังมีไม่มากนัก และยังมีข้อถกเถียงในเรื่องของตัวแปรที่สำคัญที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพในการเลย์อัพ เช่น อัตราเร็ว ความยาวแต่ละก้าว แรงในการกระโดด และปัจจัยอื่นๆ ที่ส่งผลต่อความสูงในการกระโดดเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการเลย์อัพ ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาอิทธิพลของระยะทาง อัตราเร็ว และพลังที่มีต่อความสูงในการกระโดดเลย์อัพของนักกีฬาบาสเกตบอล โดยมีคำถามงานวิจัย คือ (1) ตัวแปรทางชีวกลศาสตร์ ได้แก่ ความยาวก้าวที่ 1 ความยาวก้าวที่ 2 อัตราเร็วก้าวที่ 1 อัตราเร็วก้าวที่ 2 พลังในการกระโดดเลย์อัพ และความสูงในการกระโดดเลย์อัพของนักกีฬาบาสเกตบอลเป็นอย่างไร (2) ความยาวก้าวที่ 1 ความยาวก้าวที่ 2 อัตราเร็วก้าวที่ 1 อัตราเร็วก้าวที่ 2 พลังในการกระโดดเลย์อัพและความสูงในการกระโดดเลย์อัพมีความสัมพันธ์กันหรือไม่ และ (3) ความยาวก้าวที่ 1 ความยาวก้าวที่ 2 อัตราเร็วก้าวที่ 1 อัตราเร็วก้าวที่ 2 และพลังในการกระโดดเลย์อัพ สามารถพยากรณ์ความสูงในการกระโดดเลย์อัพได้หรือไม่ โดยใช้การวิเคราะห์แบบ 3 มิติร่วมกับการใช้แผ่นวัดแรงคำตอบที่ได้จะใช้เป็นแนวทางการวางแผนในการฝึกซ้อมของนักกีฬา ผู้ฝึกสอน และบุคคลที่สนใจในการพัฒนารูปแบบการฝึกซ้อมเทคนิคและการเคลื่อนไหวให้มีศักยภาพสูงสุดในการแข่งขัน

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาตัวแปรทางชีวกลศาสตร์ ได้แก่ ความยาวก้าวที่ 1 ความยาวก้าวที่ 2 อัตราเร็วก้าวที่ 1อัตรา เร็วก้าวที่ 2 พลังในการกระโดดเลย์อัพ และความสูงในการกระโดดเลย์อัพ
2. เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่าง ความยาวก้าวที่ 1 ความยาวก้าวที่ 2 อัตราเร็วก้าวที่ 1อัตราเร็วก้าวที่ 2 พลังในการกระโดดเลย์อัพ และความสูงในการกระโดดเลย์อัพ
3. เพื่อศึกษาความสามารถในการพยากรณ์ความสูงในการกระโดดเลย์อัพของความยาวก้าวที่ 1 ความยาวก้าวที่ 2 อัตราเร็วก้าวที่ 1 อัตราเร็วก้าวที่ 2 และพลังในการกระโดดเลย์อัพ

สมมุติฐานของการวิจัย

1. ตัวแปรทางชีวกลศาสตร์ ได้แก่ ความยาวก้าวที่ 1 ความยาวก้าวที่ 2 อัตราเร็วก้าวที่ 1 อัตราเร็วก้าวที่ 2 และพลังในการกระโดดเลย์อัพ มีความสัมพันธ์ต่อความสูงในการกระโดดเลย์อัพ
2. ตัวแปรทางชีวกลศาสตร์ ได้แก่ ความยาวก้าวที่ 1 ความยาวก้าวที่ 2 อัตราเร็วก้าวที่ 1 อัตราเร็วก้าวที่ 2 และพลังในการกระโดดเลย์อัพ สามารถพยากรณ์ความสูงในการกระโดดเลย์อัพ

วิธีการดำเนินการวิจัย

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักกีฬาบาสเกตบอล 12 คน เพศชาย สังกัดทีม HT-TITANSซึ่งได้รับรางวัลชนะเลิศอันดับ 1 รายการ Thailand Basketball Development League 2017 โดยมีค่าเฉลี่ยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด ของกลุ่มตัวอย่างดังนี้

- อายุ มีค่าเท่ากับ 21.88±2.69 (19-26 ปี)
- น้ำหนัก มีค่าเท่ากับ 73.38±9.38 (60-85 กิโลกรัม)
- ส่วนสูง มีค่าเท่ากับ 178.63±8.03 (1.67-1.87 เมตร)
- ประสบการณ์ มีค่าเท่ากับ 9.38±1.99 (7-12 ปี)
- แรงในการยืนกระโดด มีค่าเท่ากับ 2200.75±364.12 (1763-2737 นิวตัน)
- แรงในการกระโดดเลย์อัพ มีค่าเท่ากับ 2995±1213.34 (2093-5924 นิวตัน)
- ความยาวก้าวที่ 1 มีค่าเท่ากับ 0.99±0.15 (0.72-1.29 เมตร)
- ความยาวก้าวที่ 2 มีค่าเท่ากับ 1.18±0.11 (0.91-1.46 เมตร)
- อัตราเร็วก้าวที่ 1 มีค่าเท่ากับ 3.90±0.46 (3.14-5.07 เมตรต่อวินาที)
- อัตราเร็วก้าวที่ 2 มีค่าเท่ากับ 4.26±0.60 (3.10-5.80 เมตรต่อวินาที)
- พลังในการกระโดดเลย์อัพ มีค่าเท่ากับ 9708.94±2213.01 (6119.39-14639.35 วัตต์)
- ความสูงในการกระโดดเลย์อัพ มีค่าเท่ากับ 1.48±0.08 (1.29-1.66 เมตร)

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

วิเคราะห์การเคลื่อนไหวเป็นระบบสามมิติ โดยการบันทึกภาพการแสดงทักษะของนักกีฬา

1.1 กล้องบันทึกภาพเคลื่อนไหวยี่ห้อ Qualysis รุ่น OQUS7+ ความถี่ 200 เฮิร์ต จำนวน 6 เครื่อง ใช้ในการบันทึกการเคลื่อนไหวเป็นระบบสามมิติ ในการแสดงทักษะการเลย์อัพของนักกีฬา

1.2 โปรแกรมวิเคราะห์ข้อมูล Visual 3D v6 Professional ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลของตัวแปร จากการบันทึกการเคลื่อนไหวระบบสามมิติ ในการแสดงทักษะการเลย์อัพของนักกีฬาโดยหน่วยวัดของแต่ละตัวแปรมีดังนี้

- ความยาวก้าว มีหน่วยเป็น เมตร (m)
- อัตราเร็ว มีหน่วยเป็น เมตรต่อวินาที (m/s)
- พลังในการกระโดดเลย์อัพ มีหน่วยเป็น วัตต์ (watt)
- ความสูงในการกระโดด มีหน่วยเป็น เมตร (m)

1.3 อุปกรณ์กำหนดพิกัดไม้ T-pod (Calibration Frame) ใช้ในการ Calibration บริเวณพื้นที่ที่ใช้เก็บข้อมูล

1.4 เครื่องหมายติดตามข้อต่อของร่างกาย จำนวน 37 ตัว ใช้ในการทดสอบทักษะการเลย์อัพของนักกีฬา

1.5 แผ่นวัดแรงการกระโดดยี่ห้อ Kistles ความถี่ 2.5-5 กิโลนิวตัน (kN) จำนวน 2 เครื่อง

1.6 แท่นกระโดดความสูง 25 เซนติเมตร ใช้ในการเก็บข้อมูลแรงในการกระโดดเพื่อเปรียบเทียบระหว่างแรงในการยืนกระโดดกับแรงในการกระโดดเลย์อัพ มีหน่วยวัดเป็น นิวตัน (n)

1.7 ลูกบาสเกตบอลยี่ห้อ Molten ขนาดเบอร์ 7 จำนวน 3 ลูก ใช้ในการทดสอบทักษะการเลย์อัพของนักกีฬา

1.8 แป้นบาสเกตบอลมาตรฐาน ใช้ในการทดสอบทักษะการเลย์อัพของนักกีฬา

ISSN 2697-5793 (online)

การดำเนินการเก็บข้อมูล

1. ผู้วิจัยทำหนังสือขออนุญาตการทำวิจัยในมนุษย์โดยผ่านความเห็นชอบจากคณะกรรมการพิจารณาการศึกษางานวิจัยในมนุษย์มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เลขที่โครงการวิจัย SWUEC-G-052/2562 วันที่ 16 กันยายน 2562

2. ผู้วิจัยยื่นเรื่องไปทางบัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อทำหนังสือขออนุญาตใช้สถานที่และอุปกรณ์ในการเก็บข้อมูลวิจัยและขออนุญาตถึงหน่วยงานสังกัดของนักกีฬาบาสเกตบอล

ขั้นตอนการทดลอง

ขั้นตอนที่ 1 ผู้วิจัยทำการจัดเตรียมสถานที่โดยทำการ Calibration ในบริเวณพื้นที่ที่ใช้ในการเก็บข้อมูล

ขั้นตอนที่ 2 ผู้วิจัยทำการเก็บข้อมูล ชั่งน้ำหนัก วัดส่วนสูง นักกีฬาก่อนทำการทดสอบ

ขั้นตอนที่ 3 นักกีฬาทำการวิ่งวอล์มอบอุ่นร่างกายให้พร้อมก่อนทำการทดลองโดยใช้เวลา 5-10 นาที

ขั้นตอนที่ 4 เมื่อนักกีฬาทำการอบอุ่นร่างกายเสร็จแล้วจึงทำการทดสอบยืนกระโดดบนแผ่นวัดแรงโดยผู้ทดสอบยืนท่าเตรียมพร้อมบนแท่นกระโดด แล้วทำการกระโดดขาซ้ายข้างเดียวลงบนแผ่นวัดแรงแล้วจึงทำการกระโดดขึ้นเต็มความสามารถจำนวน 2 ครั้ง เลือกครั้งที่ดีที่สุดมาวิเคราะห์ข้อมูล

ขั้นตอนที่ 5 เมื่อนักกีฬาพร้อมทำการทดสอบเลย์อัพ ให้นักกีฬาทำการเลย์อัพเต็มความสามารถเหมือนสถานการณ์แข่งขันจริง คนละ 8 ครั้ง แต่ละครั้งพัก 1-2 นาที

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. การคำนวณหา หาค่าเฉลี่ย $\overline{X}$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ค่าต่ำสุด (Min) และค่าสูงสุด (Max) ของความยาวก้าวที่ 1 ความยาวก้าวที่ 2 อัตราเร็วก้าวที่ 1 อัตราเร็วก้าวที่ 2 พลังในการกระโดดเลย์อัพ และความสูงในการกระโดดเลย์อัพ

2. หาความสัมพันธ์ระหว่าง ความยาวก้าวที่ 1 ความยาวก้าวที่ 2 อัตราเร็วก้าวที่ 1 อัตราเร็วก้าวที่ 2 พลังในการกระโดดเลย์อัพ และความสูงในการกระโดดเลย์อัพโดยใช้สถิติสหสัมพันธ์เพียร์สัน (Pearson Product Moment Correlation)

3. การพยากรณ์ความสูงในการกระโดดเลยอัพของตัวแปรความยาวก้าวที่ 1 ความยาวก้าวที่ 2อัตราเร็วก้าวที่ 1 อัตราเร็วก้าวที่ 2 และพลังในการกระโดดเลย์อัพโดยใช้สถิติสมการถดถอยแบบพหุคูณ (Multiple Linear regression)

4. กำหนดค่านัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผลการวิจัย

ตารางที่ 1 หาความสัมพันธ์ระหว่างความยาวก้าวที่ 1 ความยาวก้าวที่ 2 อัตราเร็วก้าวที่ 1 อัตราเร็วก้าวที่ 2พลังในการกระโดดเลย์อัพ และความสูงในการกระโดดเลย์อัพ

ตัวแปรที่ศึกษา	r	p
ความยาวก้าวที่ 1 และความสูงในการกระโดดเลย์อัพ	.295*	.018
ความยาวก้าวที่ 2 และความสูงในการกระโดดเลย์อัพ	.553**	.001
อัตราเร็วก้าวที่ 1 และความสูงในการกระโดดเลย์อัพ	.569**	.001
อัตราเร็วก้าวที่ 2 และความสูงในการกระโดดเลย์อัพ	519**	.001
พลังในการกระโดดเลย์อัพ และความสูงในการกระโดดเลย์อัพ	.689**	.001

** $p < .01$

* $p < .05$

จากตารางที่ 1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความยาวก้าวที่ 1 ความยาวก้าวที่ 2 อัตราเร็วก้าวที่ 1อัตรา เร็วก้าวที่ 2 และพลังในการกระโดด พบว่า ทุกตัวแปรมีความสัมพันธ์กับความสูงในการกระโดดเลย์อัพ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ($p < 0.05$)

ตารางที่ 2 ความสามารถในการพยากรณ์ความสูงในการกระโดดเลย์อัพของพลังในการกระโดดเลย์อัพ ความยาวก้าวที่ 2 และอัตราเร็วก้าวที่ 2

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
ค่าคงที่ (Constant)	.754	.083		9.111	.001
พลังในการกระโดดเลย์อัพ (watt)	.007	.001	.901	6.084	.001
ความยาวก้าวที่ 2 (m)	.276	.082	.372	3.355	.001
อัตราเร็วก้าวที่ 2 (m/s)	-.070	.024	-.480	-2.898	.005
R^2 = .595		F = 29.431		Sig = .001	

จากตารางที่ 2 แสดงค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของพลังในการกระโดดเลย์อัพ ความยาวก้าวที่ 2 และอัตราเร็วก้าวที่ 2 กับความสูงในการกระโดดเลย์อัพ

(ความสูงในการกระโดดเลย์อัพ) = .754+ .007 (พลังในการกระโดดเลย์อัพ) + .276 (ความยาวก้าวที่ 2) - .070 (อัตราเร็วก้าวที่ 2)

โดยตัวแปรมีอิทธิพลต่อความสูงในการกระโดดเลย์อัพร้อยละ 59.5% และอีก 40.5% เกิดจากอิทธิพลของตัวแปรอื่นๆ ที่ไม่ได้นำมาศึกษา อาจเป็นเรื่องของ ทักษะเฉพาะตัวลักษณะทางกายภาพ หรือความแข็งแรงของกล้ามเนื้อฯลฯ เป็นต้น

อภิปรายผลการวิจัย

ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวของการก้าวเท้ากับความสูงในการกระโดดเลย์อัพ

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวของการก้าวเท้ากับความสูงในการกระโดดเลย์อัพเป็นการวิเคราะห์ความยาวในการก้าวเท้าหรือการเคลื่อนที่เพื่อเข้าไปทำคะแนน เมื่อนักกีฬาทำการเคลื่อนที่เข้ามาถึงจุดทดสอบของความยาวก้าวที่ 1 ต่อเนื่องไปยังจุดความยาวก้าวที่ 2 พบว่า นักกีฬามีความยาวก้าวที่ 2 เพิ่มขึ้นตามลำดับ ส่งผลให้ระยะทางในการยิงประตูใกล้ห่วงทำคะแนน สอดคล้องกับการศึกษาของ Shaher et al. (2011) ศึกษาความ สัมพันธ์ระหว่างอัตราเร็วที่ส่งผลต่อการกระโดดสูงของนักกีฬาบาสเกตบอลโดยการวิ่งระยะทาง 40 เมตร พบว่า ความยาวก้าวมีความสัมพันธ์กับความสูงในการกระโดด สอดคล้องกับการศึกษาของ Covadonga et al. (2019) ศึกษาการเคลื่อนที่ในกีฬากระโดดสูงที่ส่งผลต่อการกระโดด พบว่า ความยาวก้าวมีความสัมพันธ์กับการกระโดดโดยเฉพาะความยาวก้าวสุดท้ายก่อนทำการกระโดดขึ้นนักกีฬาจะเปลี่ยนทิศทางของร่างกายเพื่อทำการกระโดดให้ผ่านไม้ขวาง สอดคล้องกับการศึกษาของ อรวรีย์ อิงคเตชะ (Onwaree Ingkatecha, 2016) ศึกษาวิเคราะห์ตัวแปร คิเนติกส์และคิเนเมติกส์เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างโมเมนตัมของก้าวที่ 1 โมเมนตัมของก้าว 2 และในขณะกระโดดขึ้นเลย์อัพ พบว่า โมเมนตัมของก้าวที่ 1 และก้าวที่ 2 ไม่มีความสัมพันธ์กับโมเมนตัมของขณะกระโดดขึ้นเลย์อัพ เนื่องจากนักกีฬาวางเท้าในก้าวสุดท้าย

ISSN 2697-5793 (online)

ก่อนกระโดดมากเกินไปทำให้ลำตัวเอนมาทางด้านหลังจึงส่งผลให้เกิดแรงฉุด (Breaking force) ทำให้อัตราเร็วและแรงลดลงอีกทั้งยังทำให้จุดศูนย์ถ่วงของร่างกายต่ำซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญต่อการทรงตัว จากผลการทดลองในครั้งนี้ทำให้พบข้อสรุปที่แน่ชัดในเรื่องของระยะทางนั้นเป็นปัจจัยในการสร้างอัตราเร็วที่จะช่วยทำให้เกิดพลังในการกระโดดส่งผลให้การกระโดดเลย์อัพมีประสิทธิภาพมากขึ้นซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญต่อทักษะการเลย์อัพ

ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราเร็วของการก้าวเท้ากับความสูงในการกระโดดเลย์อัพ

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราเร็วของการก้าวเท้ากับความสูงในการกระโดดเลย์อัพเป็นการศึกษาอัตราเร็วในการเคลื่อนที่ของการก้าวเท้าทั้ง 2 ก้าวเพื่อเข้าไปทำคะแนน พบว่า ตัวแปรอัตราเร็วมีความสัมพันธ์ กับความสูงในการกระโดดทั้ง 2 ก้าว เมื่อนักกีฬาทำการเคลื่อนที่ถึงจุดทดสอบของอัตราเร็วก้าวที่ 1 ต่อเนื่องไปจุดอัตรา เร็วก้าวที่ 2 พบว่า นักกีฬามีอัตราเร็วก้าวที่ 2 เพิ่มขึ้นตามลำดับ ทำให้นักกีฬากระโดดนำลูกลงห่วงทำคะแนนได้อย่างรวดเร็วและแม่นยำ สอดคล้องกับการศึกษาของ Covadonga et al. (2019) ศึกษาการเคลื่อนที่ในกีฬากระโดดสูงที่ส่งผลต่อการกระโดด พบว่า อัตราเร็วมีความสัมพันธ์กับการกระโดดโดยเฉพาะก้าวสุดท้ายก่อนทำการกระโดดขึ้นเพื่อเปลี่ยนทิศทางของร่างกายทำการกระโดดให้ผ่านไม้ขวาง สอดคล้องกับการศึกษาของ Shaher et al. (2011) ศึกษาความสัมพันธ์อัตราเร็วที่ส่งผลต่อการกระโดดสูงของนักกีฬาบาสเกตบอลโดยการวิ่งระยะทาง 40 เมตร พบว่า อัตราเร็วมีความสัมพันธ์กับความสูงในการกระโดดเลย์อัพ

ความสัมพันธ์ระหว่างพลังในการกระโดดเลย์อัพกับความสูงในการกระโดดเลย์อัพ

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างพลังในการกระโดดกับความสูงในการกระโดดเลย์อัพ พบว่า ตัวแปรพลังในการกระโดดมีความสัมพันธ์กับความสูงในการกระโดด โดยก่อนทำการทดลองผู้วิจัยได้ทำการเก็บข้อมูลแรงในการยืนกระโดดเพื่อเปรียบเทียบกับแรงในการกระโดดเลย์อัพ พบว่า แรงในการกระโดดเลย์อัพนั้นมีแรงในการกระโดดเพิ่มจากเดิม 1-2 เท่า ชี้ให้เห็นว่าระยะทางและอัตราเร็วเป็นตัวแปรที่สำคัญทำให้เกิดพลัง (Radivoj et al., 2015; Shaher et al., 2011) สอดคล้องกับการศึกษาของ Shaher et al. (2011) ที่ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างอัตราเร็วที่ส่งผลต่อการกระโดดสูงของนักกีฬาบาสเกตบอลโดยการวิ่งระยะทาง 40 เมตร พบว่า พลังสูงสุดในการกระโดดมีความสัมพันธ์กับความสูงในการกระโดด สอดคล้องกับการศึกษาของ Struzik, Pietraszewski, and Zawadzki (2014) ศึกษาการกระโดดยิงประตูในกีฬาบาสเกตบอล พบว่า กำลังเฉลี่ย กำลังสูงสุด กำลังเฉลี่ยสัมพัทธ์ของการกระโดดมีความสัมพันธ์กับประสิทธิภาพการกระโดดยิงประตู ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าพลังในการกระโดดส่งผลให้การกระโดดเลย์อัพมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นอย่างไรก็ตามผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่า ตัวแปรความยาวก้าวที่ 1 ความยาวก้าวที่ 2 อัตราเร็วก้าวที่ 1 อัตราเร็วก้าวที่ 2 และพลังในการกระโดดมีความสัมพันธ์กับความสูงในการกระโดดเลย์อัพ อีกทั้งยังสามารถพัฒนาความสามารถในเรื่องของความสูงในการกระโดดเลย์อัพให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

ความสามารถในการพยากรณ์ความสูงในการกระโดด

พลังในการกระโดดเลย์อัพมีอิทธิพลต่อการพยากรณ์มากที่สุด แสดงให้เห็นว่าพลังมีอิทธิพลต่อการกระโดดในทักษะการเลย์อัพเป็นอย่างมากที่จะช่วยส่งแรงดันขึ้นลอยตัวเคลื่อนที่เข้าไปอยู่ในระยะการทำคะแนนได้ใกล้ห่วงมากที่สุดเพื่อนำลูกบอลลงห่วงได้อย่างรวดเร็วเพื่อหลีกเลี่ยงการป้องกันของฝ่ายผู้ต่อสู้สอดคล้องกับการศึกษาของ Shaher et al., (2011) ที่ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างอัตราเร็วที่ส่งผลต่อการกระโดดสูงโดยการวิ่งระยะทาง 40 เมตรในนักกีฬาบาสเกตบอล พบว่า พลังในการกระโดดมีอิทธิพลต่อความสูงในการกระโดด

รองมา คือ ความยาวก้าวที่ 2 เมื่อนักกีฬาทำการเคลื่อนไหวเพื่อเปลี่ยนทิศทางของร่างกายจากแนวระนาบไปสู่แนวดิ่งหากนักกีฬามีระยะทางก้าวสุดท้ายที่เหมาะสมจะทำให้ควบคุมจุดศูนย์ถ่วงให้อยู่ในระดับที่ต้องการเพื่อช่วยเรื่อง

การทรงตัวในการกระโดดให้มีโอกาสทำคะแนนสอดคล้องกับการศึกษาของ Covadonga et al. (2019) ศึกษาการเคลื่อนที่ในกีฬากระโดดสูงที่ส่งผลต่อการกระโดดพบว่า ความยาวก้าวมีความสัมพันธ์กับการกระโดดโดยเฉพาะความยาวของก้าวสุดท้ายก่อนทำการกระโดดขึ้นนักกีฬาจะเปลี่ยนทิศทางของร่างกายจากแนวระนาบสู่แนวดิ่งเพื่อช่วยเรื่องของการทรงตัวและทำการกระโดดให้ผ่านไม้ขวางสอดคล้องกับการศึกษาของ อรวรีย์ อิงคเตชะ (Onwaree Ingkatecha, 2016) ศึกษาตัวแปรคิเนติกส์และคิเนเมติกส์เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างโมเมนตัมของก้าวที่ 1 โมเมนตัมของก้าว 2 และในขณะกระโดดขึ้นเลย์อัพพบว่า โมเมนตัมของก้าวที่ 1 และก้าวที่ 2 ไม่มีความ สัมพันธ์กับโมเมนตัมของขณะกระโดดขึ้นเลย์อัพเนื่องจากนักกีฬาวางเท้าในก้าวสุดท้ายก่อนกระโดดมากเกินไปทำให้ลำตัวเอนมาทางด้านหลังจึงส่งผลให้เกิดแรงฉุด (Breaking force) ทำให้อัตราเร็วและแรงลดลงอีกทั้งยังทำให้จุดศูนย์ถ่วงของร่างกายต่ำซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญต่อการทรงตัว

รองมาคืออัตราเร็วก้าว 2 เนื่องจากทักษะการเลย์อัพเป็นการเคลื่อนที่ในระยะทางสั้นๆ เพื่อทำคะแนนนักกีฬาจึงต้องมีอัตราเร็วในก้าวสุดท้ายเพื่อส่งพลังและทำการกระโดดให้ถึงห่วงได้อย่างรวดเร็ว หากนักกีฬามีอัตราเร็วที่ไม่มากพอจะทำให้ผู้ต่อสู้ป้องกันได้ (Charoen Krabuanrat, 1997, p. 1) สอดคล้องกับการศึกษาของ Covadonga et al (2019) ศึกษาการเคลื่อนที่ในกีฬากระโดดสูงที่ส่งผลต่อการกระโดด พบว่า อัตราเร็วในการเคลื่อนที่นั้นมีอิทธิพลต่อระยะทางในก้าวสุดท้ายเมื่อนักกีฬามีอัตราเร็วและระยะทางที่เหมาะสมจะช่วยในเรื่องการทรงตัวในการเคลื่อนที่เพื่อส่งพลังให้การกระโดดมีประสิทธิภาพสูงสุด

ส่วนความยาวก้าวที่ 1 และอัตราเร็วก้าวที่ 1 พบว่า ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อพิจารณาองค์ประกอบแล้ว พบว่าอาจเนื่องมาจากงานวิจัยนี้ได้ทำการทดลองในห้องปฏิบัติการ (Laboratory) ซึ่งมีพื้นที่จำกัดจึงมีผลอย่างมากต่อระยะทางในการเคลื่อนที่ทำให้อัตราเร็วก้าวที่ 1 ไม่เพียงพอ สอดคล้องกับการศึกษาของ Mário and Mikel (2014) ที่ศึกษาตัวแปรคิเนติกส์และคิเนเมติกส์ในการวิ่งระยะ 10 เมตร ที่มีความสัมพันธ์กับความสามารถของการกระโดดสูงทดลองโดยวิ่งระยะทาง 10 เมตร แล้วทำการกระโดดแบบ CMJ พบว่าระยะทาง 10 เมตร ไม่มีความ สัมพันธ์กับพลังและความสูงในการกระโดดอาจขึ้นอยู่กับความแข็งแรงของกล้ามเนื้อร่างกายส่วนล่าง โดยการพยากรณ์นี้พบค่าตัวแปรมีอิทธิพลต่อความสูงในการกระโดดเลย์อัพร้อยละ 59.5% และอีก 40.5% เกิดจากอิทธิพลของตัวแปรอื่นๆ ที่ไม่ได้นำมาศึกษา เช่น ทักษะเฉพาะตัว ลักษณะทางกายภาพหรือความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ฯลฯ เป็นต้นอธิบายได้จากงานวิจัยที่ผ่านมาของ Davis, Briscoe, Markowski, and Saville (2003) ศึกษาลักษณะทางกายภาพที่พยากรณ์ความสามารถการกระโดดของนักกีฬาบาสเกตบอลชาย พบว่า ลักษณะทางกายภาพเรื่องปริมาณไขมันในร่างกายของนักกีฬาบาสเกตบอลมีความสัมพันธ์กับความสูงในการกระโดดและสามารถร่วมกันพยากรณ์การกระโดดได้และยังพบอีกว่าการพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาวชนิดหดตัว (White Fast-Twitch Fibres) เป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อขาที่จะช่วยในเรื่องการกระโดดแนวดิ่ง (Vertical Jump) ให้มีประสิทธิภาพสูงสุดเช่นเดียวกับการศึกษาของ Hoffman & Kang (2002) ศึกษาการกระโดดสูงเพื่อหาความสามารถในการออกแรงการกระโดดของนักกีฬาบาสเกตบอล พบว่า พลังแอนแอโรบิค (Anaerobic Power) มีความสัมพันธ์กับการกระโดดสูง จึงสรุปได้ว่าตัวแปรพลังในการกระโดดเลย์อัพ ความยาวก้าวที่ 2 และอัตราเร็วก้าวที่ 2 สามารถพยากรณ์ความสูงในการกระโดดเลย์อัพได้ และยังมีปัจจัยอื่นๆ ที่ผู้วิจัยไม่ได้นำมาศึกษา เช่น ทักษะเฉพาะตัวลักษณะทางกายภาพหรือความแข็งของกล้ามเนื้อที่สามารถพยากรณ์ความสูงในการกระโดดเลย์อัพได้

ISSN 2697-5793 (online)

สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาครั้งนี้ พบว่า ระยะทางเป็นองค์ประกอบหนึ่งที่สำคัญต่อความสำเร็จในการยิงประตูเพื่อให้เกิดความแม่นยำ อีกทั้งยังเป็นปัจจัยสำคัญต่อการสร้างอัตราเร็วที่จะช่วยส่งพลังในการกระโดดส่งผลให้ความสูงในการกระโดดของนักกีฬามีประสิทธิภาพสูงสุด โดยเฉพาะก้าวสุดท้ายก่อนทำการกระโดดขึ้นเพราะเมื่อนักกีฬาทำการเคลื่อนไหวเพื่อเปลี่ยนทิศทางของร่างกายจากแนวระนาบไปสู่การเคลื่อนที่ในแนวดิ่งหากมีการปรับและควบคุมจุดศูนย์ถ่วงให้อยู่ในระดับที่ต้องการจะช่วยในเรื่องการทรงตัวขณะเร่งความเร็วส่งผลให้เกิดความสัมพันธ์ที่มั่นคงและอัตราเร็วในการเคลื่อนที่ได้ดียิ่งขึ้น ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อทักษะการเลย์อัพ ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า จากการวิเคราะห์ทางชีวกลศาสตร์ตัวแปรความยาวก้าว อัตราเร็วพลังและความสูงในการกระโดดเลย์อัพสามารถช่วยแก้ไขการเคลื่อนไหวและการจัดท่าทางที่ถูกต้องให้เหมาะสมกับนักกีฬาแต่ละบุคคลที่จะช่วยนำไปสู่การพัฒนาหรือปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องในแต่ละขั้นตอนของการฝึกเทคนิคเพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดต่อผู้ฝึกสอน นักกีฬา หรือผู้ที่สนใจในทักษะการเลย์อัพได้

ข้อเสนอแนะ

งานวิจัยนี้สามารถช่วยแก้ไขการเคลื่อนไหวและการจัดท่าทางที่ถูกต้องให้เหมาะสมกับนักกีฬาแต่ละบุคคลที่จะช่วยนำไปสู่การพัฒนาหรือปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องในแต่ละขั้นตอนของการฝึกเทคนิคเพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดต่อผู้ฝึกสอน นักกีฬา หรือผู้ที่สนใจในทักษะการเลย์อัพได้

ข้อเสนอแนะในการทำการวิจัยครั้งต่อไป

ควรมีการศึกษา พลังในการกระโดดควบคู่กับมุมและความเร็วเชิงเส้นของข้อต่อข้อเท้า หัวเข่าสะโพก ข้อมือในขณะปล่อยลูกบอลออกจากมือ และความเร็วของลูกบอลในขณะปล่อยลูกบอลออกจากมือจนลูกบอลลงห่วง

References

Adashevskiy, V. M., Lermakov, S. S., & Marchenko, A. A. (2013). Biomechanics aspects of technique of high jump. *Physical Education of Students, 17*(2), 11-17.

Aphichat Onsoi & Preecha Siriratphaibun. (2012). *Basketball* (1st ed.). Pathum Thani: Run To Vision.

Artur Struzik, Bogdan Pietraszewski, & Jerzy Zawadzki. (2014). Biomechanical analysis of the jump shot in basketball. *Journal of Human Kinetics, 42*(1), 73-79.

Bal, Baljinder Singh, Deol, Nishan Singh, & Kaur, Perminder Jeet. (2009). Relationship of kinematic variables with the performance of basketballplayers in lay-up shot. *Citius Altius Fortius, 24*(3), 112-119.

Charoen Krabuanrat. (1997). *Speed training*. Bangkok: Sport Science. Kasetsart University.

Christopher, Thomas, Irene, Kyriakidou, Thomas, Dos'Santos, & Jones, Paul A. (2017). Differences in vertical jump force-time characteristics between stronger and weaker adolescent basketball players. *Sports (Basel, Switzerland), 5*(3).

Chua, Yaohui K., Quek, Raymond K. K., & Kong, Pui W. (2017). Basketball lay-up - foot loading characteristics and the number of trials necessary to obtain stable plantar pressure variables. *Sports Biomechanics, 16*(1), 13-22.

Covadonga, Mateos-Padorno, Manuel, García-Manso Juan, José, Martínez-Patiño María, & Teresa, Valverde-Esteve. (2019). Analysis of effectiveness of free segment actions and antero-posterior and lateral body displacements during the take-off phase of high jump (flop style). *International Journal of Performance Analysis in Sport, 19*(1), 14-27.

Davis, D. Scott., Briscoe, David A., Markowski, Craig T., & Saville, Samuel E. (2003). Physical characteristics that predict vertical jump performance in recreational male athletes. *Physical Therapy in Sport, 4*(4), 167-174.

Gledson, Oliveira, Petrus, Gantois, Heloiana, Faro, & Paulo, Do Nascimento. (2018). Vertical jump and handgrip strength in basketball athletes by playing position and performance. *Journal of Physical Education and Sport, 18*(1), 132-137.

Hoffman, Jay R, & Kang, Jie. (2002). Evaluation of a new anaerobic power testing system. *Journal of Strength and Conditioning Research, 16*, 142-148.

Ivan, Cuk, Milos, Markovic, Aleksandar, Nedeljkovic, & Dusan, Ugarkovic. (2014). Force–velocity relationship of leg extensors obtained from loaded and unloaded vertical jumps. *European Journal of Applied Physiology, 114*(8), 1703-1714.

Joel, Smith P., Thomas, Kernozek W., Dennis, Kline E., & Glenn, Wright A. (2011). Kinematic and kinetic variations among three depth jump conditions in male NCAA Division III athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research, 25*(1), 94-102.

Kumar, Santosh, Guru, Datt Ghai, & Chandra, Joshi Hem. (2015). Kinematic comparison of three point shot after first and fourth quarter in basketball. *International Journal of Sports Sciences & Fitness, 5*(2), 223-234.

Mário, Marques C., & Mikel, Izquierdo C. (2014). Kinetic and kinematic associations between vertical jump performance and 10-m sprint time. *Journal of Strength and Conditioning Research, 28*(8), 2366-2371.

Mary-Kathryn, Sewell-Loftin, Christopher, Brown B., Scott, Baldwin H., & David, Merryman W. (2012). A novel technique for quantifying mouse heart valve leaflet stiffness with atomic force microscopy. *The Journal of heart valve disease, 21*(4), 513.

Onwaree Ingkatecha. (2016). *The relationship of momentum of lower extremities during layup in collegiate players*. National Academic Conference Kasetsart University 13th Kamphaeng Saen Campus. Kasetsart University Kamphaeng Saen Campus.

Pedro, Jimenez-Reyes, Pierre, Samozino, Matt, Brughelli, & Jean-BenoiT, Morin. (2017). Effectiveness of an Individualized training based on force-velocity profiling during jumping (Report). *Frontiers in Physiology, 7*.

ISSN 2697-5793 (online)

Radivoj, Mandic, Sasa, Jakovljevic, & Slobodan, Jaric. (2015). Effects of countermovement depth on kinematic and kinetic patterns of maximum vertical jumps. *Journal of Electromyography and Kinesiology, 25*(2), 265-272.

Seyoung, Kim, Sukyung, Park, & Sangkyu, Choi. (2014). Countermovement strategy changes with vertical jump height to accommodate feasible force constraints. *Journal of Biomechanics, 47*(12), 3162-3168.

Shaher, Shalfawi Ai, Ammar, Sabbah Ai, Ghazi, Kailani Ai, & Espen, Tønnessen Ai. (2011). The relationship between running speed and measures of vertical jump in professional basketball players: A field-test approach. *Journal of Strength and Conditioning Research, 25*(11), 3088-3092.

Struzik, Artur, Pietraszewski, Bogdan, & Zawadzki, Jerzy. (2014). Biomechanical analysis of the jump shot in basketball. *Journal of Human Kinetics, 42*(1), 73-79.

Turnbull, Anne C. (1973). *Basketball for women*: *Reading*. Mass: Addison-Wesley.

Received: February, 7, 2020
Revised: April, 16, 2019
Accepted: April, 20, 2019