



# การวิเคราะห์ทางคิเนเมติกส์และคิเนติกส์ของท่าจัมพ์โพลต์เสิร์ฟในนักกีฬาบอลเลย์บอลหญิง เยาวชนทีมชาติไทย



ศิริรัตน์ หิรัญรัตน์<sup>1</sup> และ พัชรพร พ่อคำชำนาญ<sup>2</sup>

<sup>1</sup>โรงเรียนวิทยาศาสตร์การเคลื่อนไหวและสุขภาพ คณะเทคโนโลยีวิทยาศาสตร์สุขภาพ

วิทยาลัยวิทยาศาสตร์การแพทย์เจ้าฟ้าจุฬาภรณ ราชวิทยาลัยจุฬาภรณ์

<sup>2</sup>คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## บทคัดย่อ

การเสิร์ฟเป็นทักษะสำคัญในกีฬาบอลเลย์บอล ซึ่งปัจจุบันพบว่า นักกีฬาหญิงนิยมการเสิร์ฟแบบจัมพ์โพลต์เสิร์ฟ (Jump float serve) การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ อธิบายตัวแปรทางชีวกลศาสตร์ทั้งข้อมูลคิเนเมติกส์และคิเนติกส์ของการจัมพ์โพลต์เสิร์ฟในนักกีฬาบอลเลย์บอลเยาวชนหญิงทีมชาติไทยอายุ 18 ปี จำนวน 15 คน โดยทำการเก็บข้อมูลแบบ 2 มิติ ด้วยกล้องความเร็วสูง Sony Exmor Super 35 CMOS วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยหาค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน พบว่า อัตราความเร็วเชิงเส้นตรงสูงสุดขณะมือกระทบบอลของข้อมือ ข้อศอก ข้อไหล่ ข้อสะโพก ข้อเข่า และข้อเท้า มีค่าเท่ากับ 10.5, 6.02, 3.78, 2.85, 4.24 และ 6.05 เมตรต่อวินาที ตามลำดับ อัตราความเร็วเชิงเส้นตรงสูงสุดของข้อมือ ข้อศอก ข้อไหล่ ข้อสะโพก ข้อเข่า และข้อเท้า มีค่าเท่ากับ 240.83, 85.97, 58.05, 23.54, 30.86 และ 61.51 เมตรต่อวินาที<sup>2</sup> ตามลำดับ อัตราความเร็วเชิงมุมของข้อมือ ข้อศอก ข้อไหล่ ข้อสะโพก ข้อเข่า และข้อเท้า มีค่าเท่ากับ 4.28, 25.75, 8.09, 6.68, 11.74 และ 2.09 เรเดียนต่อวินาที ตามลำดับ อัตราความเร็วเชิงมุมสูงสุดของข้อมือ ข้อศอก ข้อไหล่ ข้อสะโพก ข้อเข่า และข้อเท้า มีค่าเท่ากับ 484.81, 685.83, 287.29, 300.29, 115.45 และ 106.36 เรเดียนต่อวินาที<sup>2</sup> ตามลำดับ ความเร็วและตำแหน่งจุดศูนย์กลางร่างกายสูงสุดขณะมือกระทบบอล 3.40 เมตรต่อวินาที และ 1.57 เมตร ความเร็วบอลสูงสุดเท่ากับ 70.89 กิโลเมตรต่อชั่วโมง โดยพลังงานกลรวม พลังงานศักย์ และพลังงานจลน์ที่ใช้ในการเสิร์ฟสูงสุดเท่ากับ 1530.12, 1168.95 และ 392.60 นิวตัน.เมตร ตามลำดับ การศึกษาครั้งนี้แสดงให้เห็นข้อมูลและรูปแบบการจัมพ์โพลต์เสิร์ฟในระดับเยาวชน เพื่อให้ผู้ฝึกสอนเห็นความสำคัญการทำงานของข้อต่อต่าง ๆ รวมทั้งนำไปฝึกส่วนบนและส่วนล่างของร่างกาย

**คำสำคัญ:** คิเนเมติกส์ คิเนติกส์ จัมพ์โพลต์เสิร์ฟ

Corresponding Author: รศ.ดร.ศิริรัตน์ หิรัญรัตน์ โรงเรียนวิทยาศาสตร์การเคลื่อนไหวและสุขภาพ

คณะเทคโนโลยีวิทยาศาสตร์สุขภาพ วิทยาลัยวิทยาศาสตร์การแพทย์เจ้าฟ้าจุฬาภรณ ราชวิทยาลัยจุฬาภรณ์.

Email: u\_kai@hotmail.com



## KINEMATICS AND KINETICS ANALYSIS OF “JUMP FLOAT SERVE” IN THAI YOUTH NATIONAL WOMEN’S VOLLEYBALL PLAYER

Sirirat Hirunrat<sup>1</sup> and Pacharaporn Porkachamnan<sup>2</sup>

<sup>1</sup>School of Human Kinetics and Health, Faculty of Health Science Technology,  
HRH Princess Chulabhorn College of Medical Science, Chulabhorn Royal Academy

<sup>2</sup>Faculty of Sports Science, Chulalongkorn University

### Abstract

Serving is one of the most dramatic skills in modern volleyball as a jump float serve which is performed in the international matches. Many international women players use the “jump float serve”. The purpose of this study was to describe the parameters of biomechanics in kinematic and kinetic characteristics of the volleyball jump float serve. Fifteen Thai national female youth players performed jump float serve. Two-dimensional analysis with a Sony Exmor Super 35 CMOS camera recording the players performed jump float serve. The statistics used for analysis was mean and SD. The results of maximum linear velocity of wrist, elbow, shoulder, hip, knee, and ankle were 10.5, 6.02, 3.78, 2.85, 4.24, and 6.05 m/s respectively, maximum linear acceleration of wrist, elbow, shoulder, hip, knee, and ankle were 240.83, 85.97, 58.05, 23.54, 30.86, and 61.51 m/s<sup>2</sup> respectively. The maximum angular velocity of wrist, elbow, shoulder, hip, knee, and ankle were 4.28, 25.75, 8.09, 6.68, 11.74, and 2.09 rad/s respectively, and the maximum angular acceleration of wrist, elbow, shoulder, hip, knee, and ankle were 484.81, 685.83, 287.29, 300.29, 115.45, and 106.36 rad/s<sup>2</sup> respectively. The maximum height of center of mass position was 1.57 m., as well as the maximum velocity of center of mass was 3.40 m/s, and the maximum of ball velocity was 70.89 km/hr. The maximum of mechanical energy was 1530.12 Nm with potential energy of 1168.95 Nm and kinetic energy of 392.6 Nm. The results from this study can provide useful information of joints motion for coach in order to focus on the training of the upper and lower parts of the body.

**Keywords:** Kinematics, Kinetics, Jump float serve

---

*Corresponding Author: Sirirat Hirunrat, School of Human Kinetics and Health, Faculty of Health Science Technology, HRH Princess Chulabhorn College of Medical Science, Chulabhorn Royal Academy.*

*Email: u\_kai@hotmail.com*



## บทนำ

การเสิร์ฟในกีฬาวอลเลย์บอล เป็นทักษะที่สำคัญทักษะหนึ่งของกีฬาวอลเลย์บอล ผลของการเสิร์ฟที่ดีจะเป็นการทำลายเกมของคู่ต่อสู้ทั้งทางด้านจิตวิทยาและแผนการเล่น การเสิร์ฟที่นิยมใช้ทั้งในนักกีฬาชายและหญิงมี 2 แบบ คือ การยิ้นเสิร์ฟ (Float serve) และการกระโดดเสิร์ฟ (Jump serve) ปัจจุบันการยิ้นเสิร์ฟกำลังเป็นที่นิยมและใช้กันอย่างกว้างขวางในนักกีฬาหญิง โดยเฉพาะในการแข่งขันระดับนานาชาติ พบว่า นิยมการเสิร์ฟแบบจัมพ์โฟลด์เสิร์ฟ (Jump float serve) ซึ่งเป็นการนำรูปแบบการยิ้นเสิร์ฟแบบโฟลด์มาผสมผสานกับการกระโดดขึ้นเล็กน้อยตามจังหวะและมือที่กางออก โดยให้แรงจากมือเดินทางผ่านจุดศูนย์กลางบอล (Reeser, Joy, Porucznik, Berg, Colliver, & Willick, 2010) สหพันธ์วอลเลย์บอลนานาชาติ (FIVB) ได้ทำการบันทึกในช่วงการแข่งขันกีฬาวอลเลย์บอลชายในกีฬาโอลิมปิกปี 2004 พบว่า นักกีฬาชายใช้การเสิร์ฟแบบจัมพ์โฟลด์เสิร์ฟเพิ่มขึ้นจากปกติ 15% และในกีฬาโอลิมปิกปี 2008 เพิ่มขึ้นอีกเป็น 30% ประกอบกับ Hayrinen, Lahtinen, Mikkola, Honkanen, Paananen, & Blomqvist (2007) Tsvika & Papadopoulou (2008) ทำการศึกษาในการแข่งขันวอลเลย์บอลชิงแชมป์ยุโรป พบว่า นักกีฬาชายของทีมชั้นนำจากสเปน ใช้การเสิร์ฟแบบจัมพ์โฟลด์เสิร์ฟถึง 52% และฝรั่งเศสใช้ 43% ขณะที่นักกีฬาหญิงของทีมชั้นนำ 8 ทีม มีการใช้การเสิร์ฟแบบจัมพ์โฟลด์เสิร์ฟถึง 22 คน (Agelonidis, 2004; Hayrinen, Lahtinen, Mikkola, Honkanen, Paananen, & Blomqvist, 2007; Moras, Busca, Pena, Rodriguez, Vallejo, Tous-Fajardo, & Mujika, 2008; Tsvika & Papadopoulou, 2008) ส่วนในระดับเยาวชนนั้นพบว่าทักษะพื้นฐานในการกระโดดเสิร์ฟไม่มีความแตกต่างกับรุ่นใหญ่มากนัก เมื่อเปรียบเทียบกับค่าทางคิเนติกส์ต่าง ๆ ยกเว้นเทคนิคและค่าอัตราความเร็วก่อนมือกระทบบอล (Sirirut Hirunrat, Phavadul Raktavee, Duangjun Phantayuth, & Saksayam Sawaengwaisayasuk, 2012)

การศึกษาวิเคราะห์ท่าทางการเสิร์ฟด้านคิเนติกส์ประกอบด้วยความเร็วลูกในเชิงเส้นตรง ความเร็วเชิงมุมของส่วนต่าง ๆ ของข้อต่อ เช่น ข้อสะโพก ข้อเข่า ข้อเท้า ข้อศอก ต้นแขน และข้อมือ (Samson & Roy, 1975) ด้านคิเนติกส์ในส่วนของพลังที่ได้มาจากแรงการเคลื่อนไหวยาระบบปิด (Kinetic chain) จะถ่ายทอดแรงจากข้อเท้ามาสู่ข้อเข่า ข้อสะโพก กระดูกหน้าอก ข้อไหล่ และแขนท่อนบน Hayrinen, Lahtinen, Mikkola, Honkanen, Paananen, & Blomqvist (2007) ศึกษาการทำงานรยางค์ส่วนล่าง แต่ไม่ได้กล่าวถึงการบิดหมุนข้อสะโพก ปี ค.ศ. 1993 Coleman, Benham & Northcott (1993) ได้ศึกษาท่าทางการกระโดดเสิร์ฟและกระโดดตบแบบ 3 มิติ พบว่า การบิดหมุนของข้อสะโพกไม่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญกับความเร็วลูกแต่อัตราความเร็วเชิงมุมของรยางค์ส่วนบนของร่างกาย ซึ่งประกอบด้วย ข้อศอก และการเหยียดของแขนท่อนบน เป็นสิ่งที่สัมพันธ์กับความเร็วของลูก ส่วนอัตราความเร็วเชิงมุมของรยางค์ส่วนล่างที่ใช้ในการถีบตัวขึ้น (Take-off) ไม่มีความสัมพันธ์กับความเร็วของจุดศูนย์กลางของมวล (Center of mass) ทั้งในแนวตั้งและแนวนอน และท่าทางกระโดดเสิร์ฟจะเป็นเช่นเดียวกับกระโดดตบ (Spike action) ถ้าไม่มีการบิดหมุนของข้อสะโพกจะหมายความว่า การถีบตัวขึ้นของลำตัวนั้น ลำตัวต้องขนานไปกับแนวเส้นด้านข้างของสนาม จึงจะดีที่สุด การยิ้นเสิร์ฟมีคุณสมบัติและองค์ประกอบที่ชัดเจนเรียกว่ายิ้นเสิร์ฟ โดยมีท่าทางการโยนบอลขึ้นอย่างช้า ๆ เข้าถึงบอลตามจังหวะและกระโดดหรือก้าวเท้าเล็กน้อย มือที่ตีกางออกเพื่อให้แรงจากมือเดินทางผ่านจุดศูนย์กลางบอล ซึ่งลูกจะไม่หมุนแต่จะลอยนิ่งกลางอากาศเนื่องจากแรงจากมือตีผ่านจุดศูนย์กลางบอล (Huang & Hu, 2007)

การศึกษานี้เป็นการศึกษาแบบ 2 มิติ (Two-dimensional) ของการยิ้นเสิร์ฟผสมผสานด้วยการกระโดด (Jump float serve) โดยศึกษาจากค่าคิเนติกส์และคิเนติกส์เฉพาะพลังงานของท่าทางการเสิร์ฟระดับเยาวชนหญิงทีมชาติไทย เพื่อเป็นรูปแบบท่าทางการเสิร์ฟของเยาวชนไทย อายุไม่เกิน 18 ปี ซึ่งยังไม่มีการศึกษาค้นคว้ามาก่อนและข้อมูลต่าง ๆ จะเป็นพื้นฐานเบื้องต้น เพื่อนำไปสู่การพัฒนาเป็นนักกีฬาวอลเลย์บอลทีมชาติไทยชุดใหญ่ต่อไป



## วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

1. เพื่อศึกษาข้อมูลทางด้านคิเนติกส์ประกอบท่าทางการเสิร์ฟแบบจัมพ์โพลต์เสิร์ฟของนักกีฬาโอลิมปิกบอลระดับเยาวชนหญิง
2. เพื่อศึกษาข้อมูลทางด้านคิเนติกส์ในส่วนของการใช้พลังงานประกอบท่าทางการเสิร์ฟแบบจัมพ์โพลต์เสิร์ฟของนักกีฬาโอลิมปิกบอลระดับเยาวชนหญิง

## วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาครั้งนี้กำหนดกลุ่มตัวอย่างเป็นนักกีฬาโอลิมปิกบอลเยาวชนหญิงทีมชาติไทย รุ่นอายุไม่เกิน 18 ปี จำนวน 15 คน โดยเกณฑ์การคัดเลือก คือ เป็นนักกีฬาที่ผ่านการคัดเลือกจากผู้ฝึกสอนนักกีฬาโอลิมปิกบอลเยาวชนหญิงทีมชาติไทย รุ่นอายุไม่เกิน 18 ปี พ.ศ. 2562 และไม่มีอาการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อและกระดูกขณะเข้าร่วมการวิจัย ทำการเก็บข้อมูลที่อาคารฝ่ายวิทยาศาสตร์การกีฬา ชั้น 3 การกีฬาแห่งประเทศไทย หัวหมาก และอาคารกีฬาในร่มโรงเรียนกีฬาจังหวัดสุพรรณบุรี

### การคำนวณค่า

1. อัตราความเร็วเชิงเส้นตรงของร่างกาย และจุดศูนย์กลาง ใช้สูตร  $v = d/t$  มีหน่วยเป็นเมตรต่อวินาที
2. อัตราความเร็วเชิงมุมหรือเส้นโค้งของข้อต่อ ใช้สูตร  $\omega = \theta / t$  มีหน่วยเป็นเรเดียนต่อวินาที
3. อัตราความเร่งเชิงเส้นตรง ของร่างกาย และจุดศูนย์กลาง ใช้สูตร  $a = v/t$  มีหน่วยเป็นเมตรต่อวินาที<sup>2</sup>
4. อัตราความเร่งเชิงมุมหรือเส้นโค้งของข้อต่อ ใช้สูตร  $\alpha = \omega / t$  มีหน่วยเป็นเรเดียนต่อวินาที<sup>2</sup>
5. พลังงานศักย์ ใช้สูตร Potential Energy =  $mgh$  มีหน่วยเป็นนิวตัน.เมตร
6. พลังงานจลน์ ใช้สูตร Kinetic Energy =  $1/2mv^2$  มีหน่วยเป็นนิวตัน.เมตร
7. อัตราความเร็วบอล มีหน่วยเป็นกิโลเมตรต่อชั่วโมง
8. อัตราความเร็วและเร่งเชิงมุมหรือเส้นโค้งของข้อต่อมีหน่วยเป็นเรเดียน (1 เรเดียน = 57.3 องศา)

### ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษาวิจัย

ระหว่างเดือนมิถุนายน 2562 ถึง เดือนกันยายน 2562

## เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. กล้องถ่ายภาพวิดีโอความเร็วสูง Sony Exmor Super 35 CMOS โดยติดตั้งไว้ด้านข้างสนาม หรือขนานกับการเคลื่อนที่ในแนวราบของนักกีฬาในด้านขวา
2. โปรแกรมคอมพิวเตอร์ ได้แก่ โปรแกรม Skill Spector เพื่อทำการวิเคราะห์การเคลื่อนไหว
3. เครื่องชั่งน้ำหนัก และวัดความสูง (Weight and height Balance) เพื่อวัดข้อมูลทางด้านสรีรวิทยาขั้นพื้นฐาน
4. สายวัดระยะ (Measuring Tape) สำหรับวัดความยาวของรยางค์และความสูงของกล้อง

## ขั้นตอนการทดลอง / เก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยทำการติดตั้งกล้อง วัดระยะและกำหนดตำแหน่งให้อยู่ด้านขนานกับการเคลื่อนที่ในแนวราบของนักกีฬา จากนั้นให้นักกีฬาทำการอบอุ่นร่างกาย 30 นาที ต่อด้วยทำการเสิร์ฟแบบจัมพ์โพลต์เสิร์ฟอีก 10 นาที หลังจากนั้นผู้วิจัยทำการสุ่ม โดยการจับฉลากเพื่อเลือกนักกีฬามาทำการทดสอบ โดยกำหนดให้นักกีฬาทำการเสิร์ฟให้ได้ลูกดี (ลูกที่ตกลงภายในสนามตามกติกาของสหพันธ์วอลเลย์บอลนานาชาติ) จำนวน 3 ครั้ง จากนั้นทำการเลือกข้อมูลครั้งที่นักกีฬาทำความเร็วของบอลมากที่สุด มาวิเคราะห์หาตัวแปรทางคิเนติกส์และคิเนติกส์



### การวิเคราะห์ข้อมูล

1. ทำการเลือกข้อมูลของการเสิร์ฟ 3 ครั้ง โดยเลือกครั้งที่มีความเร็วของบอลมากที่สุด มาวิเคราะห์ตัวแปรทางคิเนเมติกส์และคิเนติกส์ โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ คือ โปรแกรม Skill Spector
2. หาค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D)

### ผลการวิจัย

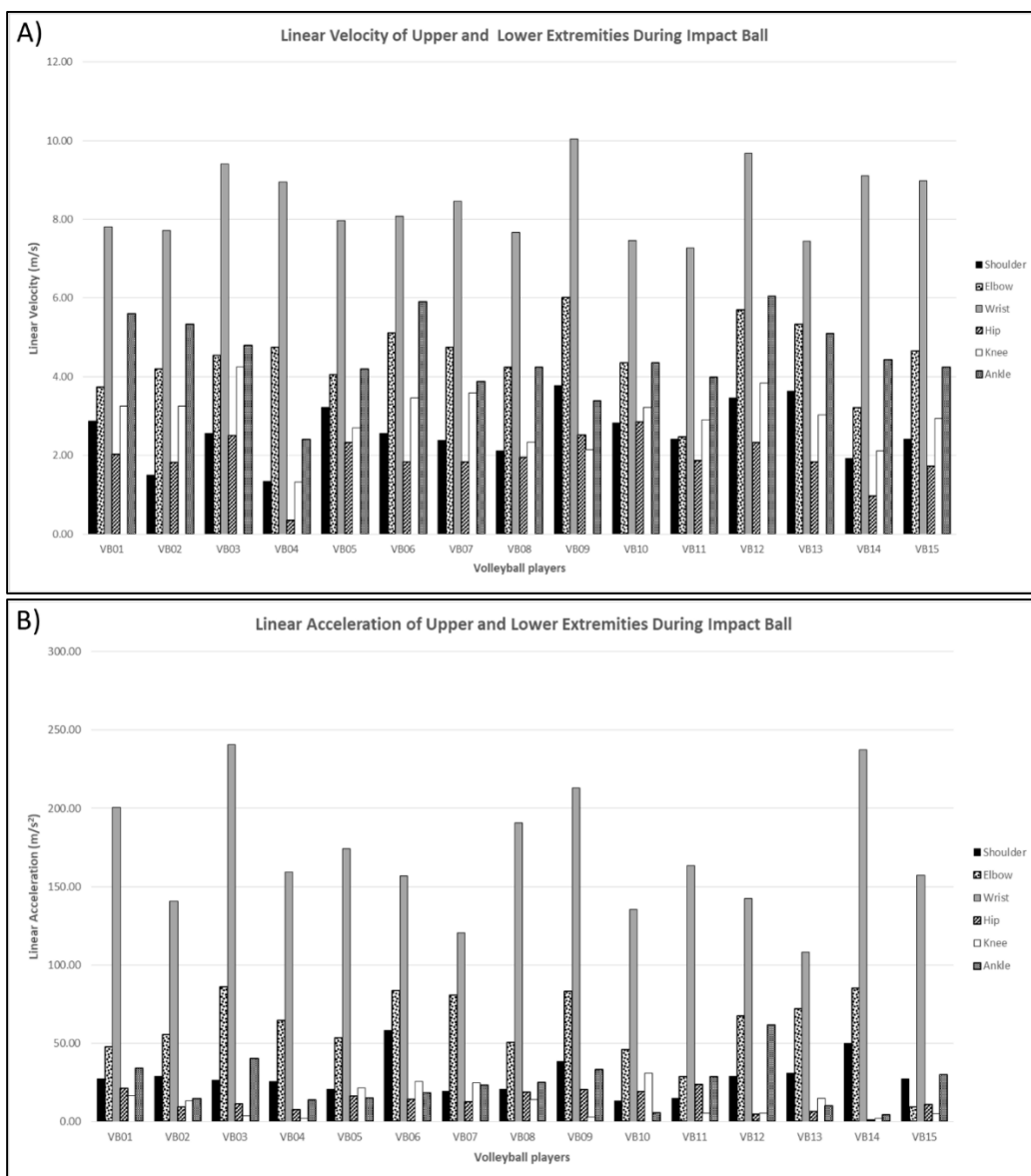
ตารางที่ 1 แสดงค่าสูงสุด ค่าต่ำสุด ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของอัตราความเร็วเชิงเส้นตรง (Linear velocity) ความเร่งเชิงเส้นตรง (Linear acceleration) ความเร็วเชิงมุม (Angular velocity) และความเร่งเชิงมุม (Angular acceleration) ของข้อไหล่ ข้อศอก ข้อมือ ข้อเท้า ข้อเข่า และข้อสะโพก ขณะมือกระทบบอลของนักกีฬาโอลิมปิกบอลเยาวชนหญิงทีมชาติไทย

	ข้อต่อ	ค่าสูงสุด	ค่าต่ำสุด	ค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
ความเร็วเชิงเส้นตรง (เมตรต่อวินาที)	ข้อไหล่	3.78	1.34	2.60 $\pm$ 0.72
	ข้อศอก	6.02	2.46	4.47 $\pm$ 0.92
	ข้อมือ	10.05	7.27	8.40 $\pm$ 0.89
	ข้อเท้า	6.05	2.41	4.53 $\pm$ 0.97
	ข้อเข่า	4.24	1.32	2.96 $\pm$ 0.75
	ข้อสะโพก	2.85	0.35	1.92 $\pm$ 0.62
ความเร่งเชิงเส้นตรง (เมตรต่อวินาที <sup>2</sup> )	ข้อไหล่	58.05	13.37	28.71 $\pm$ 12.17
	ข้อศอก	85.97	9.44	60.95 $\pm$ 22.48
	ข้อมือ	240.83	108.31	169.40 $\pm$ 39.93
	ข้อเท้า	61.51	4.44	23.85 $\pm$ 14.95
	ข้อเข่า	30.86	1.86	12.46 $\pm$ 9.69
	ข้อสะโพก	23.54	0.96	13.17 $\pm$ 6.66
ความเร็วเชิงมุม (เรเดียนต่อวินาที)	ข้อไหล่	8.09	0.86	4.29 $\pm$ 2.17
	ข้อศอก	25.74	6.89	17.79 $\pm$ 4.53
	ข้อมือ	7.54	0.40	1.94 $\pm$ 1.02
	ข้อเท้า	2.09	0.39	0.28 $\pm$ 0.57
	ข้อเข่า	11.74	0.12	2.78 $\pm$ 2.74
	ข้อสะโพก	6.68	0.41	2.90 $\pm$ 1.68
ความเร่งเชิงมุม (เรเดียนต่อวินาที <sup>2</sup> )	ข้อไหล่	287.29	4.69	127.37 $\pm$ 93.05
	ข้อศอก	685.83	3.70	261.95 $\pm$ 178.90
	ข้อมือ	484.81	0.11	200.06 $\pm$ 126.36
	ข้อเท้า	106.36	7.15	54.76 $\pm$ 34.00
	ข้อเข่า	115.45	6.00	59.10 $\pm$ 33.28
	ข้อสะโพก	300.92	4.03	89.90 $\pm$ 79.23

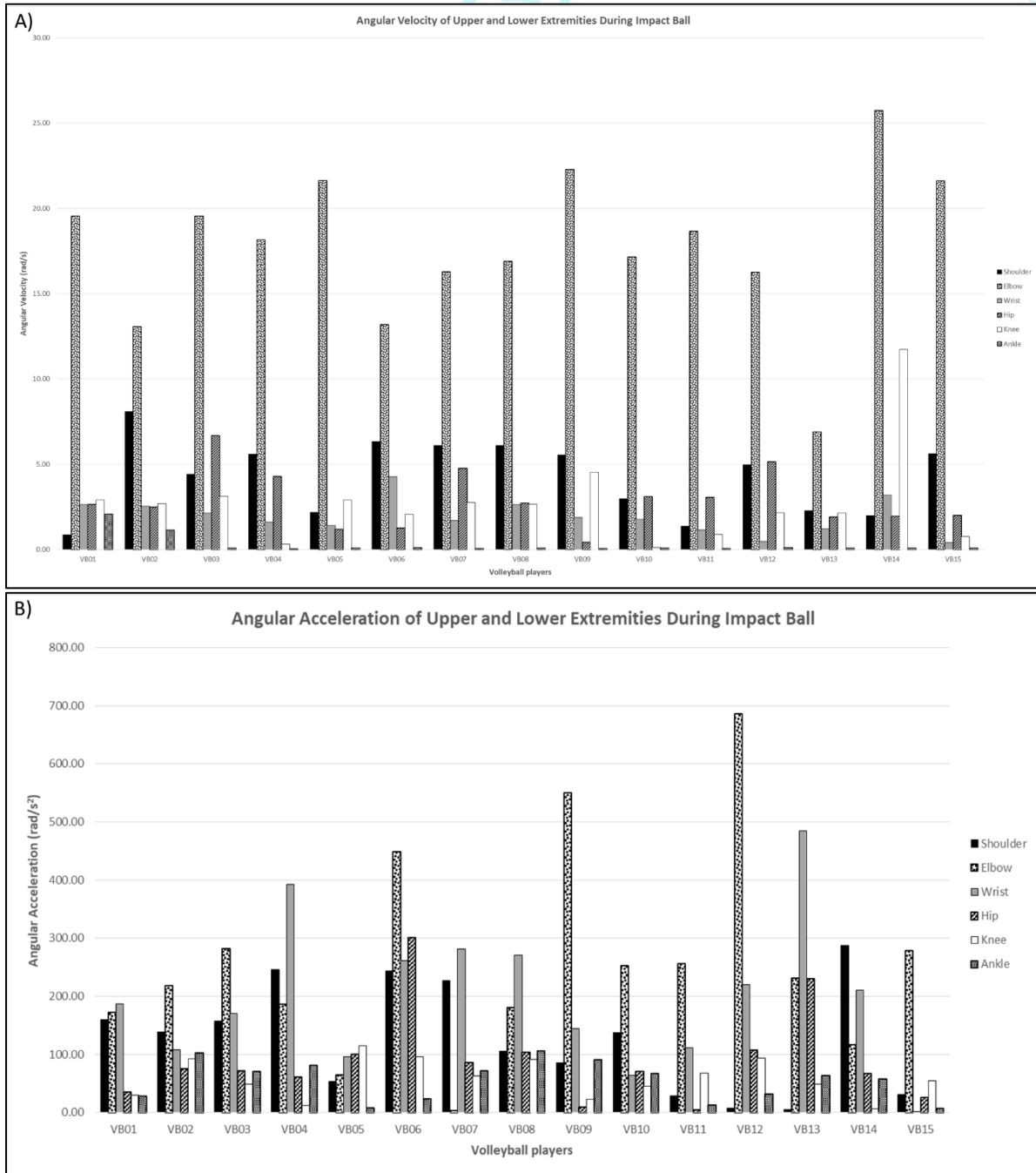


ตารางที่ 2 แสดงค่าสูงสุด ค่าต่ำสุด ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตำแหน่งจุดศูนย์กลางถ่วงร่างกาย (Center of mass position) ความเร็วจุดศูนย์กลางถ่วงร่างกาย (Center of mass velocity) และความเร็วบอล (Ball velocity) ของนักกีฬาบอลเลย์บอลเยาวชนหญิงทีมชาติไทย

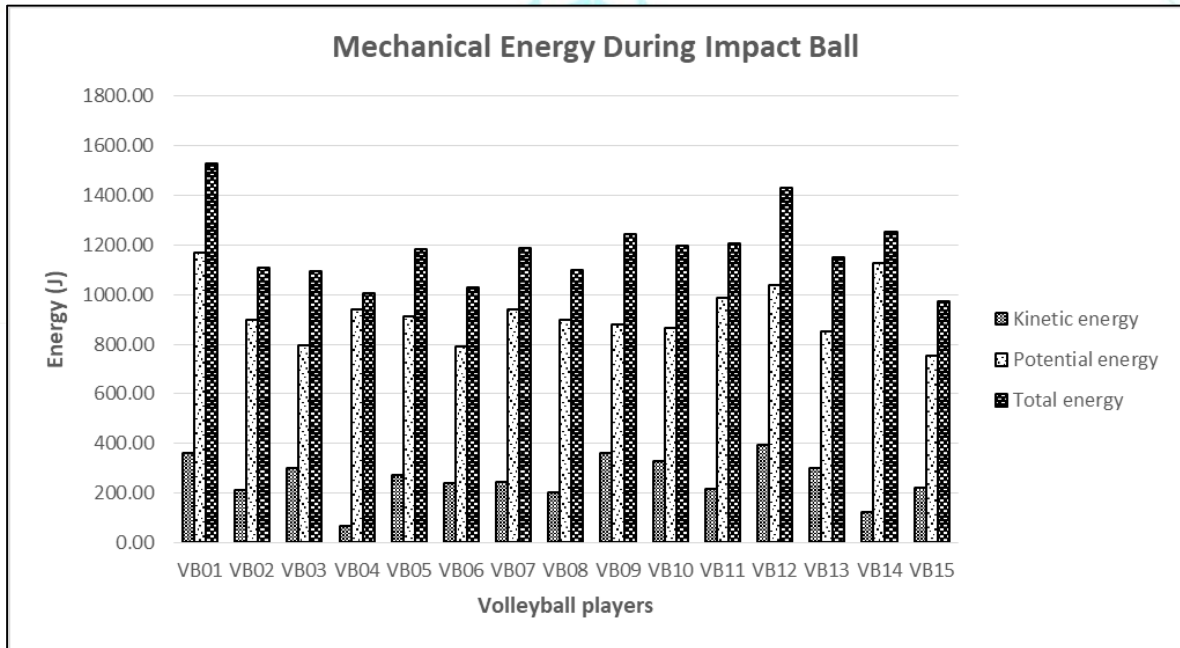
	ค่าสูงสุด	ค่าต่ำสุด	ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
จุดศูนย์กลางถ่วงร่างกาย			
1. ตำแหน่ง (เมตร)	1.57	1.20	1.38 ± 0.12
2. ความเร็ว (เมตรต่อวินาที)	3.40	1.33	2.74 ± 0.56
ความเร็วบอล (กิโลเมตรต่อชั่วโมง)	70.89	54.03	62.62 ± 5.36



แผนภูมิที่ 1 แสดงอัตราความเร็ว (เมตร/วินาที) และความเร่ง (เมตร/วินาที<sup>2</sup>) เชิงเส้นตรงของข้อต่อส่วนบนและส่วนล่างของร่างกายขณะมือกระทบบอล



แผนภูมิที่ 2 แสดงอัตราความเร็ว (เรเดียน/วินาที) และความเร่ง (เรเดียน/วินาที<sup>2</sup>) เข็มมุมของข้อต่อส่วนบนและส่วนล่างของร่างกายขณะมือกระทบบอล



แผนภูมิที่ 3 แสดงพลังงานที่ใช้ในการเคลื่อนที่ขณะเสิร์ฟบอล (นิวตัน.เมตร) (จูล)

จากผลการวิจัย พบว่า นักกีฬาวอลเลย์บอลเยาวชนหญิงทีมชาติไทยทั้ง 15 คน มีอายุเฉลี่ย  $16.8 \pm 0.41$  ปี ความสูงเฉลี่ย  $1.75 \pm 0.04$  เมตร และน้ำหนักตัวเฉลี่ย  $66.93 \pm 6.96$  กิโลกรัม

ส่วนตัวแปรทางคิเนติกส์และคิเนติกส์ของรยางค์ส่วนบนของร่างกาย ประกอบด้วย ข้อมือ ข้อศอก และข้อไหล่ รยางค์ส่วนล่างของร่างกาย ประกอบด้วย ข้อสะโพก ข้อเข่า ข้อเท้า และปลายเท้า ดังนี้

- อัตราความเร็วเชิงเส้นตรงสูงสุด เมื่อมือกระทบบอลของข้อมือ ข้อศอก ข้อไหล่ มีค่าสูงสุด เท่ากับ 10.5, 6.02, 3.78 ข้อสะโพก ข้อเข่า และข้อเท้า มีค่าเท่ากับ 2.85, 4.24 และ 6.05 เมตร/วินาที ตามลำดับ

- อัตราความเร่งเชิงเส้นตรงสูงสุด เมื่อมือกระทบบอลของข้อมือ ข้อศอก ข้อไหล่ มีค่าสูงสุด เท่ากับ 240.83, 85.97, 58.05 ข้อสะโพก ข้อเข่า และข้อเท้า มีค่าเท่ากับ 23.54, 30.86 และ 61.51 เมตร/วินาที<sup>2</sup> ตามลำดับ

- อัตราความเร็วเชิงมุมสูงสุด เมื่อมือกระทบบอลของข้อมือ ข้อศอก ข้อไหล่ มีค่าสูงสุด เท่ากับ 7.54, 25.74 และ 8.09 เรเดียน/วินาที ข้อสะโพก ข้อเข่า และข้อเท้า มีค่าเท่ากับ 6.68, 11.74, และ 2.09 เรเดียน/วินาที ตามลำดับ

- อัตราความเร่งเชิงเส้นมุมสูงสุด เมื่อมือกระทบบอลของข้อมือ ข้อศอก ข้อไหล่ มีค่าสูงสุด เท่ากับ 484.81, 685.83 และ 287.29 ข้อสะโพก ข้อเข่า และข้อเท้า มีค่าเท่ากับ 300.29, 115.45 และ 106.36 เรเดียน/วินาที<sup>2</sup> ตามลำดับ

- จุดศูนย์กลางร่างกาย (COM Position; m) สูงสุดที่ความสูง 1.57 เมตร และความเร็วของจุดศูนย์กลางร่างกาย (COM Velocity; m/s) สูงสุดคือ 3.40 เมตร/วินาที ขณะที่มือกระทบบอลของนักกีฬา พบว่าความเร็วบอลสูงสุดเท่ากับ 70.89 กม./ชม.

- พลังงานรวม ในการเสิร์ฟสูงสุดเท่ากับ 1,530.12 นิวตัน.เมตร โดยมีค่าพลังงานศักย์ 1,168.95 นิวตัน.เมตร และพลังงานจลน์ 392.60 นิวตัน.เมตร





## อภิปรายผลการวิจัย

จากการศึกษาครั้งนี้ พบว่า ความสูงโดยเฉลี่ยของนักกีฬาเยาวชนหญิงทีมชาติไทยเท่ากับ 1.75 เมตร ซึ่งพบว่ามีความสูงน้อยกว่าความสูงเฉลี่ยของนักกีฬาทีมชาติไทยชุดใหญ่ที่ทำการศึกษานี้เมื่อปี 2555 เล็กน้อย คือ เท่ากับ 1.77 เมตร (Sirirut Hirunrat, Phavadol Raktavee, Duangjai Phantayuth, & Saksayam Sawaengwaisayasuk, 2012) แต่มีรูปแบบลำดับการเคลื่อนที่คล้ายคลึงกับนักกีฬาชุดใหญ่และเมื่อเปรียบเทียบกับค่าอื่น ๆ ทางคิเนเมติกส์แล้วจะเห็นได้อย่างชัดเจนว่า นักกีฬาเยาวชนมีศักยภาพในการเสิร์ฟน้อยกว่าเล็กน้อย โดยดูจากค่าทางคิเนเมติกส์ของข้อมือ ความเร็วบอลที่ออกจากมือของเยาวชน มีค่าสูงสุด 70.89 กม./ชม. ในขณะที่นักกีฬาชุดใหญ่เสิร์ฟในท่าการเสิร์ฟแบบจัมพ์โพลต์เสิร์ฟเช่นกันมีค่าความเร็วบอลที่ออกจากข้อมือสูงสุด 88.0 กม./ชม. (Sirirut Hirunrat, Phavadol Raktavee, Duangjai Phantayuth, & Saksayam Sawaengwaisayasuk, 2012) และสอดคล้องกับการศึกษาที่ผ่านมา พบว่า ค่าความเร็วบอลโดยเฉลี่ยขณะมือกระทบบอลของเยาวชนชุดนี้ ถ้าไม่นับความเร็วเชิงเส้นตรงของข้อมือแล้ว ข้อศอกจะมีอิทธิพลต่อความเร็วบอลเป็นลำดับต่อไป เช่นเดียวกับอัตราความเร็วและเร่งเชิงมุมของข้อศอก โดยมีความเร็วของข้อไหล่เล็กน้อยที่สุดซึ่งสอดคล้องกับงานศึกษาของ Hayrinen, Lahtinen, Mikkola, Honkanen, Paananen, & Blomqvist (2007) นอกจากนี้ค่าสูงสุด ค่าต่ำสุด ตำแหน่งจุดศูนย์ถ่วงร่างกาย (Center of mass position) และความเร็วจุดศูนย์ถ่วงร่างกาย (Center of mass velocity) ขณะมือกระทบบอล พบว่า นักกีฬาที่เล่นตำแหน่งหัวเสาสามารถกระโดดเสิร์ฟได้สูงกว่านักกีฬาท่าแหน่งอื่น ๆ อีกทั้งค่าความเร็วของจุดศูนย์ถ่วงร่างกาย ซึ่งสัมพันธ์กับค่าการใช้พลังงานศักย์ และพลังงานจลน์ที่มีค่ามากเช่นเดียวกันซึ่งเป็นไปตามสูตรพื้นฐานของพลังงานที่เกี่ยวข้องกับความสูงในการกระโดด น้ำหนักตัว และความเร็วในการเคลื่อนที่ ส่วนรูปแบบท่าทางการเคลื่อนที่ของการเสิร์ฟ พบว่า ส่วนล่างของร่างกายในการถีบตัว การยืดของขาและลำตัวจะเป็นแรงดันให้ร่างกายถูกยกขึ้นด้านบน ขาด้านหลังจะยืดออกก่อน เพื่อให้ร่างกายเคลื่อนไปด้านหน้า มีความเร่งของจุดศูนย์ถ่วงของร่างกายที่แสดงให้เห็นความสามารถของการถ่ายน้ำหนักตัว ขาขวาจะยืดออกเต็มที่ก่อนขาซ้าย เนื่องจากขาขวาต้องส่งแรงในแนวตั้งเพื่อสร้างความเร็วในแนวตั้งที่จุดต้นตัวขึ้น การถีบตัวขึ้น ในช่วงที่มีการเหยียดขาและลำตัวนี้เป็นการส่งแรง ที่เกิดแรงปฏิกิริยาจากพื้นมาสู่ข้อเท้า เรียกว่า ห่วงโซ่การเคลื่อนไหว (Kinetic chain) คือ แรงจะกระทำให้ส่วนของร่างกาย เคลื่อนที่แบบติดต่อกันเป็นห่วงโซ่ต่อเนื่องตามลำดับ จากข้อเท้า ข้อเข่า ข้อสะโพก หน้าอก ไหล่ ข้อศอก และข้อมือ (Huang & Hu, 2007) ดังนั้น การเสริมสร้างร่างกายไปพร้อม ๆ กัน ทั้งร่างกายส่วนบนและส่วนล่างจึงเป็นสิ่งจำเป็น อย่างไรก็ตามการเก็บข้อมูลเพื่อการศึกษาครั้งนี้เป็นไปอย่างไม่สมบูรณ์ เนื่องจากเป็นการเก็บข้อมูลขณะฝึกซ้อม แต่นักกีฬาและผู้ฝึกสอนสามารถนำข้อมูลไปพัฒนาทักษะได้ และยังพบอีกว่านักกีฬาระดับเยาวชนมีความแน่นอนของรูปแบบการเคลื่อนที่เสิร์ฟแบบจัมพ์โพลต์น้อยกว่านักกีฬาชุดใหญ่ โดยเฉพาะรูปแบบของการเคลื่อนที่ของร่างกายขณะโยนลูกบอลขึ้น (Mehta, 2008) อาจเนื่องมาจากประสบการณ์การเข้าร่วมการแข่งขันที่มีน้อยกว่า

## ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

การจัมพ์โพลต์เสิร์ฟ เป็นการผสมผสานของการกระโดดกับการเสิร์ฟแบบโพลต์ การศึกษาทางคิเนเมติกส์ในการจัมพ์โพลต์เสิร์ฟ พบว่า มีการสร้างพลังระเบิดมาจากแรงในการหดตัวของกล้ามเนื้อและการส่งแรงจากข้อต่อต่าง ๆ โดยใช้ความเร็วในการเคลื่อนที่อย่างเป็นลำดับขั้นตอน ulyang ส่วนบนและการเคลื่อนที่ของจุด ศูนย์ถ่วงกระทำควบคู่กับความแม่นยำในการออกแรงที่จุดศูนย์กลางบอล ค่าแนะนำเรื่องท่าทางการเคลื่อนไหว ตลอดจนเทคนิคและข้อมูลทางชีวกลศาสตร์จะเป็นแนวทางการแก้ไขทักษะที่ไม่สมบูรณ์ กำหนดโปรแกรมการฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและการป้องกันการบาดเจ็บของส่วนต่าง ๆ ของร่างกายได้ ผลการศึกษาครั้งนี้ เป็นแนวทางในการศึกษานักกีฬาระดับเยาวชนหญิงเพื่อพัฒนาสู่ทีมชาติชุดใหญ่ต่อไป



## ข้อจำกัดของการวิจัย

ไม่สามารถบันทึกภาพเคลื่อนไหวในระหว่างการแข่งขันได้โดยเฉพาะในระดับนานาชาติ

## กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณฝ่ายวิทยาศาสตร์การกีฬา การกีฬาแห่งประเทศไทยในการให้ทุนสนับสนุนการวิจัย ขอขอบคุณผู้ฝึกสอนและนักกีฬาเยาวชนทีมชาติไทย

## References

- Agelionidis, Y. (2004). The jump serve in volleyball from oblivion to dominance. *Journal of Human Movement Studies*, 47, 205-213.
- Coleman, S. G., Benham, A. S., & Northcott, S. R. (1993). A three-dimensional cinematographical analysis of the volleyball spike. *Journal of Sports Sciences*, 11(4), 295-302.
- Hayrinen, M., Lahtinen, P., Mikkola, T., Honkanen, P., Paananen, A., & Blomqvist, M. (2007). Serve speed analysis in men's volleyball. *Science Success*, 2, 10-11.
- Huang, C., & Hu, L. H. (2007). Kinematic analysis of volleyball jump topspin and float serve. In H.J. Menzel & M.H. Chagas (Eds), *25 International Symposium on Biomechanics in Sports*, (pp, 333-336). Ouro Preto, Brazil: ISBS.
- Mehta, R. D. (2008). Sport ball aerodynamic. In H. Norstrud (Ed.), *Sport Aerodynamics*. (pp. 229-331). Italy: Springer.
- Moras, G., Busca, B., Pena, J., Rodriguez, S., Vallejo, L., Tous-Fajardo, J., & Mujika, I. (2008). A comparative study between serve mode and speed and its effectiveness in a high-level volleyball tournament. *The journal of sports medicine and physical fitness*, 48(1), 31-36.
- Reeser, J. C., Fleisig, G. S., Bolt, B., & Ruan, M. (2010). Upper limb biomechanics during the volleyball serve and spike. *Sports health*, 2(5), 368-374.
- Reeser, J. C., Joy, E. A., Porucznik, C. A., Berg, R. L., Colliver, E. B., & Willick, S.E. (2010). Risk Factors for volleyball-related shoulder pain and dysfunction. *The journal of injury, function, and rehabilitation*, 2(1), 27-36.
- Samson, J., & Roy, B. (1975). Biomechanical analysis of the volleyball spike. In *Biomechanic V-B (edited by P.Komi)* (pp.332-336). Baltimore: Baltimore University Press.
- Sirirat Hirunrat, Phavadol Raktavee, Duangjun Phantayuth, & Saksayam Sawaengwaisayasuk. (2012). *Kinematics analysis in jumping serve of Thai women volleyball national team*. Sports science, Sports authority of Thailand.
- Tsvika, M., & Papadopoulou, S. D. (2008). Evaluation of the technical and tactical offensive elements of the men's European Volleyball Championships. *Journal of Physical Training*, 7, 1-16.

Received: August, 17, 2020

Revised: November, 28, 2020

Accepted: December, 1, 2020