

การเปรียบเทียบแรงปฏิกิริยาจากพื้นในแนวตั้งและองศาการเคลื่อนไหวของข้อเข่าขณะลงสู่พื้นระหว่างท่าฟาดลูกตะกร้อแบบครึ่งรอบและแบบชันแบคในนักกีฬาเซปักตะกร้อหญิง

รัชยา ศุภลักษณ์ และนงนภัส เจริญพานิช

คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Received: 28 February 2019 / Revised: 7 May 2020 / Accepted: 23 May 2022

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์

เพื่อเปรียบเทียบแรงปฏิกิริยาจากพื้นในแนวตั้ง และ องศาการเคลื่อนไหวของข้อเข่าในทิศทางต่างๆ ในขณะลงสู่พื้นจากการกระโดดฟาดลูกตะกร้อในท่าฟาดลูกตะกร้อระหว่างแบบครึ่งรอบและแบบชันแบค

วิธีการทดลอง กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักกีฬาเซปักตะกร้อหญิงทีมชาติไทย อายุระหว่าง 18-35 ปี จำนวน 8 คน โดยเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเฉพาะเจาะจง ทำการฟาดลูกตะกร้อทั้ง 2 รูปแบบ ได้แก่ การกระโดดฟาดแบบครึ่งรอบและแบบชันแบค อย่างละ 5 ครั้ง โดยมีระยะเวลาห่างกันอย่างน้อย 10 นาที ในสนามตะกร้อจำลองที่ติดตั้งกล้องความเร็วสูงจำนวน 9 ตัว และแผ่นวัดแรงปฏิกิริยาในแนวตั้งจำนวน 1 แผ่น นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติด้วยการทดสอบค่าทีแบบไม่เป็นอิสระต่อกัน (Pair t-test) โดยกำหนดความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ผลการวิจัย

1. ค่าเฉลี่ยของค่าแรงปฏิกิริยาจากพื้นในแนวตั้งสูงสุดขณะลงสู่พื้นในท่าฟาดลูกตะกร้อแบบชันแบค มีแรงปฏิกิริยาในแนวตั้งมากกว่าแบบครึ่งรอบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

2. ค่าเฉลี่ยของค่ามุมองศาการบิดหมุนข้อเข่าเข้าด้านในขณะลงสู่พื้นในท่าฟาดลูกตะกร้อแบบครึ่งรอบ มีค่าองศาการหมุนเข้าเข้าด้านในมากกว่าแบบชันแบค อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

สรุปผลการวิจัย แรงปฏิกิริยาจากพื้นในแนวตั้งแบบชันแบคมีค่ามากกว่าแบบครึ่งรอบอย่างมีนัยสำคัญ ขณะที่การฟาดลูกแบบครึ่งรอบขณะลงสู่พื้นมีแนวโน้มเหยียดเข่าและมีองศาการหมุนเข้าเข้าด้านในมากกว่าท่าชันแบคอย่างมีนัยสำคัญ ดังนั้นองศาการเคลื่อนไหวของข้อเข่า จึงน่าจะมีผลโดยตรงต่อแรงปฏิกิริยาจากพื้นในแนวตั้ง

คำสำคัญ: เซปักตะกร้อ / การฟาดลูกตะกร้อแบบครึ่งรอบ / การฟาดลูกตะกร้อแบบชันแบค / แรงปฏิกิริยาจากพื้น / องศาการเคลื่อนไหวของข้อเข่า

A COMPARISON OF VERTICAL GROUND REACTION FORCE AND KNEE JOINT MOTION DURING LANDING BETWEEN HALF-ROLL AND SUNBACK SPIKES IN FEMALE SEPAK TAKRAW PLAYERS

Ratchaya Supalak and Nongnapas Charoenpanich

Faculty of Sports Science, Chulalongkorn University

Received: 28 February 2019 / Revised: 7 May 2020 / Accepted: 23 May 2022

Abstract

Purpose To compare the vertical ground reaction force and knee joint motions during landing between half-roll and sunback spikes

Methods Eight female Thai national Sepak Takraw players, age between 18- 35 years, volunteered for this study. Each subject was asked to perform 5 repetitions of a half-roll or a Sunback spike, interspersed with 10 minutes rest between sets, during simulated competition with 9 high- speed cameras and 1 force plate setting. Data were analyzed using mean and standard deviation and the statistical significant was detected using pair t-test at p-value <.05.

Results

1. The average value of peak vertical ground reaction force of a sunback showed significantly higher than that of a half roll landing spike ($p<.05$).

2. The average value of knee joint internal rotation of a half roll spike showed significantly higher range of motion than that of a sunback landing spike ($p<.05$).

Conclusion Vertical ground reaction force of a sunback spike showed significantly higher than a half-roll landing spike, while the knee joint range of motion showed a greater range of knee extension in a half-rolls than in a sunback spike. Therefore, it is suggested that the range of motion of knee joint may directly effects on vertical ground reaction force.

Keywords: Sepak Takraw / Half roll spike / Sunback spike / Vertical Ground Reaction Force / Knee range of motion

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

กีฬาเซปักตะกร้อ เป็นหนึ่งในกีฬาที่ได้รับความนิยมในทวีปเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในประเทศไทย มาเลเซีย อินโดนีเซีย ฟิลิปปินส์ กีฬาเซปักตะกร้อถูกบรรจุให้เป็นกีฬาที่ใช้ในการแข่งขันในระดับนานาชาติ ทั้งในเอเชียนเกมส์และซีเกมส์ (Jirayukul, 1993) โดยในปี พ.ศ. 2533 กีฬาเซปักตะกร้อได้ถูกบรรจุเข้าเป็นกีฬาที่ใช้ในการแข่งขันในกีฬาเอเชียนเกมส์เป็นครั้งแรก (Department of physical education, 2012) เซปักตะกร้อเป็นกีฬาที่มีตาข่ายเป็นสิ่งกีดขวาง ผู้เล่นสามารถใช้ส่วนใดส่วนหนึ่งของร่างกายก็ได้ยกเว้นมือหรือแขนในการเตะลูกตะกร้อเพื่อข้ามไปยังอีกฝั่ง (Jawis, Singh, Singh, and Yassin, 2005) ตามกติกาของสหพันธ์เซปักตะกร้อนานาชาติ ในการแข่งขันจะกำหนดให้มีผู้เล่น 3 คนในสนาม ประกอบไปด้วย ตัวเสิร์ฟ ตัวซง และตัวทำ โดยนักกีฬาแต่ละตำแหน่งมีหน้าที่และวิธีการในการเล่นที่แตกต่างกัน องค์ประกอบที่สำคัญของการเล่น ประกอบไปด้วย การโยน การเสิร์ฟ การรับลูกเสิร์ฟ การตั้งหรือการชงลูกตะกร้อ การรุก การสกัดกั้น และการรับลูกที่เกิดขึ้นจากการสกัดกั้นหรือการตั้งรับ (Wannaphan, 1999) ในการแข่งขัน การรุกจัดเป็นช่วงที่มีความสำคัญมาก เนื่องจากเป็นโอกาสที่จะได้สิทธิ์ในการเสิร์ฟลูกและเป็นช่วงทำคะแนน ลักษณะและวิธีการในการเล่นของตำแหน่งตัวทำ ประกอบไปด้วยการกระโดดลอยตัวเตะลูกกลางอากาศ การกระโดดเตะลูกสลับเท้าด้านหลัง การกระโดดใช้ศีรษะกดลูกตะกร้อลง การกระโดดเหยียบลูกด้วยฝ่าเท้า และการกระโดดปาดด้านข้างด้วยฝ่าเท้า โดยการกระโดดลอยตัวพาดลูกตะกร้อเป็นท่าที่ได้รับความนิยมมากที่สุด (Jawis, Singh, Singh, and Yassin, 2005) สำหรับการกระโดดพาดลูกตะกร้อด้วยหลังเท้าในกีฬาเซปักตะกร้อมี 3 รูปแบบ ได้แก่ การกระโดดพาดด้วยหลังเท้าแบบเต็มรอบ (Roll spike) การกระโดดพาดด้วยหลังเท้าแบบครึ่งรอบ (Half Roll spike) และการ

กระโดดพาดด้วยหลังเท้าแบบชันแบค (Sunback spike)

การรุกในเซปักตะกร้อเป็นการเคลื่อนไหวรวดเร็วและรุนแรง ซึ่งต้องใช้แรงอย่างมากในการเตะลูกตะกร้อในอากาศ การเล่นที่มีทักษะสูงนี้ผู้เล่นจะต้องกระโดดยกขาขึ้นและเตะลูกตะกร้อเหนือตาข่ายโดยใช้กำลังจากแรงเหวี่ยงสัมพันธ์กับข้อเท้าและการหมุนลำตัว การกระโดดแบบแนวตั้ง (vertical jump) และการลงสู่พื้น (landing) ซ้ำ ๆ กัน ส่งผลให้เพิ่มความเสี่ยงในการบาดเจ็บโดยเฉพาะในรยางค์ส่วนล่าง (Decker, Torry, Wyland, Sterett, and Steadman, 2003) จากการทบทวนวรรณกรรมพบว่าอุบัติการณ์การบาดเจ็บในกีฬาเซปักตะกร้อ พบการบาดเจ็บบริเวณข้อเข่าถึง 42% และต้นขา 18% โดยตำแหน่งตัวทำมักมีอาการบาดเจ็บจากการแข่งขันหรือการฝึกซ้อมมากที่สุดและพบว่ามักเกิดขึ้นในขณะลงสู่พื้น (landing) จากการกระโดดลอยตัวเตะลูกกลางอากาศ (Nerphong, Jalayondeja, and Vatchalathiti, 2000) โดยความสูงของการกระโดดมีผลต่อแรงกระแทกที่เพิ่มขึ้นจึงเพิ่มความเสี่ยงในการบาดเจ็บโดยเฉพาะที่ข้อเข่า (Ali, Robertson, and Rouhi, 2014) กระนั้นก็ตามการกระโดดขึ้นพาด (take off) แล้วตามด้วยการลงสู่พื้น (landing) จัดเป็นพื้นฐานที่สำคัญของเทคนิคเกี่ยวกับการโจมตีและการสกัดกั้นในเซปักตะกร้อ แม้ว่าในขณะลงสู่พื้น (landing) ข้อเท้า เข่า และสะโพกจะได้รับแรงกระทำซึ่งเป็นผลมาจากแรงปฏิกิริยาจากพื้น (ground reaction forces) ในปริมาณมากจนอาจได้รับการบาดเจ็บตามมาก็ตาม จากการศึกษาของ Kerdsonnuk, Limroongreungrut, และ Chanchaiyakul, (2015) ที่ศึกษาแรงปฏิกิริยาในแนวตั้ง (vertical ground reaction force) และอัตราการเกิดแรง (loading rate) ขณะลงสู่พื้นในการกระโดดพาดตะกร้อ พบว่าการกระโดดพาดด้วยหลังเท้าแบบเต็มรอบ (Roll spike) มีค่าแรงปฏิกิริยาในแนวตั้งสูงสุด

และอัตราการเกิดแรงมากกว่าเมื่อเทียบกับการกระโดดพาดด้วยหลังเท้าแบบครึ่งรอบและแบบชันแบบค้อย่างมีนัยสำคัญ ค่าแรงปฏิกิริยาจากพื้น (ground reaction forces) ที่สูงจะบ่งบอกถึงแรงที่ผ่านหรือกระทำต่อร่างกายขณะลงสู่พื้น (landing) ที่เพิ่มขึ้นด้วยเหตุนี้จึงส่งผลทำให้มีความเสี่ยงหรือมีโอกาสต่อการบาดเจ็บบริเวณเข่าและข้อเท้าเพิ่มขึ้น (Chappell, Yu, Kirkendall, and Garrett, 2002; Arendt, Agel, and Dick, 1999)

จากการศึกษาวิจัยทางด้านชีวกลศาสตร์ในกีฬาเซปักตะกร้อพบว่า การศึกษาส่วนใหญ่มุ่งเน้นไปทางด้านการเสิร์ฟ ในขณะที่การศึกษาที่เกี่ยวข้องกับการพาด (spike) นั้นยังมีอยู่จำนวนน้อย มีเพียงการศึกษาของ Wannaphan (1999) ที่ทำการวิเคราะห์ทางชีวกลศาสตร์ในเชิงคิเนมาติกส์แบบ 2 มิติของทักษะการพาดแบบตีลังกา โดยทำการบรรยายลักษณะของมุมสัมพันธ์ของข้อเท้า เข่า สะโพก และข้อไหล่ รวมไปถึงทำการวิเคราะห์ความเร็วของเท้าขณะเริ่มต้นพาดลูกตะกร้อ ณ เท้ากระทบลูก และการศึกษาของ Jantasing, Hirunrat, Limroongreungrut, และ Boonnuch (2017) ที่ทำการศึกษาเรื่องความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเชิงมุมในการหมุนข้อต่อลำตัว กระดูกเชิงกราน สะโพก ข้อเข่า และข้อเท้า ที่มีผลต่อความเร็วลูกตะกร้อ และความสัมพันธ์ระหว่างความยาวขากับความเร็วลูกตะกร้อในการเตะแบบเต็มรอบของกีฬาเซปักตะกร้อ

จากการทบทวนวรรณกรรม พบว่า การศึกษาทางชีวกลศาสตร์ของข้อเข่าขณะกระโดดลงสู่พื้น (Jump landing task) เป็นวิธีหนึ่งที่สามารถระบุถึงข้อจำกัดหรือความไม่สามารถของกล้ามเนื้อ และสามารถบ่งบอกถึงปัจจัยเสี่ยงต่อการบาดเจ็บของข้อเข่าได้ ในการศึกษาของ Hewett, Myer, Ford, และ Slauterbeck, (2006) พบว่าการกระโดดลงสู่พื้นเป็นการทดสอบเพื่อระบุปัจจัยเสี่ยงของการบาดเจ็บเอ็นไขว้หน้าข้อเข่า (ACL) โดยดูจากแรงขณะลงสู่พื้น (landing forces), มุมและการเคลื่อนไหวของเข่า

(knee angles and moments) ได้แก่ มุมการงอเข่า (knee flexion angle) มุมการเบนออกของเข่า (knee valgus angle) และค่าแรงทางคิเนติกส์ (kinetic forces) อีกทั้งยังมีการศึกษากายวิภาคศาสตร์ กลไกการบาดเจ็บ และความเสี่ยงหรือปัจจัยทางชีวกลศาสตร์ต่อการบาดเจ็บเอ็นไขว้หน้า (ACL) พบว่าการเพิ่มขึ้นของแรงเฉือนด้านหน้ากระดูกหน้าแข้ง (anterior tibial shear force) เป็นสาเหตุหลักในการเพิ่มโหลดต่อเอ็นไขว้หน้า (ACL) การศึกษาหลายงานได้แสดงให้เห็นว่าการลดลงของมุมงอเข่า (knee flexion angle) และการเพิ่มขึ้นของแรงปฏิกิริยาจากพื้น (ground reaction forces) จากการที่มีการเบนออกของเข่า (valgus movement) เป็นส่วนประกอบสำคัญในการเพิ่มแรงเฉือนด้านหน้ากระดูกหน้าแข้ง (anterior tibial shear force) (Arms, Pope, Johnson, Ficher, Arvidsson, and Eriksson, 1984) ซึ่งสอดคล้องกันกับการศึกษาอีกหลายงานที่แสดงให้เห็นว่า การมีการเคลื่อนของกระดูกหน้าแข้งไปทางด้านหน้า (anterior tibial translation) และการบิดหมุนของกระดูกหน้าแข้ง (axial tibial rotation) เป็นกลไกที่อาจทำให้เกิดการบาดเจ็บ ACL (DeMorat, Weinhold, Blackburn, Chudik, and Garrett, 2004; Kanamori, Yagi, Wong, Debski, Fu, and Woo, 2002; Sakane, Fox, Woo, Livesay, Li, and Fu, 1997) ซึ่งปัจจัยเสี่ยงเหล่านี้มีความเด่นชัดในเพศหญิงมากกว่าเพศชาย จากการศึกษาของ Pappas, Hagins, Sheikhzadeh, Nordin และ Rose (2007) ที่ทำการเปรียบเทียบระหว่างเพศชายและเพศหญิงในการกระโดดลงสู่พื้นแบบขาข้างเดียว (single leg landing) พบว่าในเพศหญิงมีการเพิ่มขึ้นของมุมการเบนออกของเข่า (knee valgus angle) และแรงปฏิกิริยาจากพื้นในแนวตั้ง (vertical ground reaction force) ในช่วงเท้าสัมผัสพื้น (initial contact) มากกว่าในเพศชาย จึงถูกสันนิษฐานว่าเป็นสาเหตุที่ทำให้เพศหญิงมีความชุกของการบาดเจ็บเอ็นไขว้หน้า (ACL) มากกว่าเพศชาย (Hass, Schick,

Tillman, Chow, Brunt, and Cauraugh, 2005; Malinzak, Colby, Kirkendall, Yu, and Garrett, 2001) ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาและวิเคราะห์การเคลื่อนไหวและกลไกทางชีวกลศาสตร์ของข้อเข่าในขณะลงสู่พื้นจากการกระโดดพาดลูกตะกร้อในท่าพาดแบบครึ่งรอบและแบบชันแบคที่มีต่อแรงปฏิกิริยาจากพื้นในแนวตั้ง และองศาการเคลื่อนไหวของข้อเข่าในทิศทางต่าง ๆ ที่อาจส่งผลทำให้เกิดการบาดเจ็บในนักกีฬาเซปักตะกร้อหญิง

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อเปรียบเทียบแรงปฏิกิริยาจากพื้นในแนวตั้ง และ องศาการเคลื่อนไหวของข้อเข่า ในขณะลงสู่พื้นจากการกระโดดพาดลูกตะกร้อในท่าพาดลูกตะกร้อระหว่างแบบครึ่งรอบและแบบชันแบค

สมมติฐานของการวิจัย

แรงปฏิกิริยาจากพื้นในแนวตั้งของการกระโดดพาดลูกตะกร้อแบบครึ่งรอบมีค่ามากกว่าการกระโดดพาดแบบชันแบค และส่งผลให้มีองศาการเคลื่อนไหวของข้อเข่าในขณะลงสู่พื้นมากกว่า

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental research) และได้ผ่านการพิจารณาจริยธรรมวิจัยจากคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน กลุ่มสหสถาบัน ชุดที่ 1 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย รับรองเลขที่ 029/2562

กลุ่มตัวอย่าง นักกีฬาเซปักตะกร้อหญิงทีมชาติไทยปัจจุบัน มีอายุระหว่าง 18-35 ปี จำนวน 8 คน โดยเลือกกลุ่มตัวอย่างเป็นการเลือกแบบเจาะจง (Purposive sampling) และผู้วิจัยจะเป็นผู้คัดกรองกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งมีเกณฑ์การคัดเลือกและเกณฑ์การคัดออกของผู้เข้าร่วมวิจัยดังนี้

เกณฑ์การคัดเลือกผู้เข้าร่วมวิจัย

1. ผู้เข้าร่วมงานวิจัยเป็นนักกีฬาเซปักตะกร้อเพศหญิงทีมชาติไทย ปัจจุบันมีอายุระหว่าง 18-35 ปี
2. สามารถทำการกระโดดพาดด้วยหลังเท้าในท่าพาดแบบครึ่งรอบและแบบชันแบคได้
3. ผู้เข้าร่วมงานวิจัยมี BMI อยู่ในเกณฑ์ปกติคือระหว่าง 18.50-22.99 kg/m² ตามเกณฑ์ของชาวเอเชียจากองค์การอนามัยโลก (World Health Organization, 2000)
4. ผู้เข้าร่วมงานวิจัยมีประสบการณ์ในการเล่นกีฬาเซปักตะกร้อระดับทีมชาติอย่างน้อย 2 ปี
5. ผู้เข้าร่วมงานวิจัยเป็นผู้ที่มีสุขภาพดี ไม่มีประวัติการบาดเจ็บรุนแรงที่ต้องได้รับการผ่าตัดที่เข่าและรยางค์ส่วนล่าง
6. ผู้เข้าร่วมการวิจัยมีความสมัครใจยินยอมในการทำการทดลองและลงนามในใบยินยอมการเข้าร่วมเป็นผู้เข้าร่วมงานวิจัย

เกณฑ์การคัดเลือกผู้เข้าร่วมวิจัยออกจากกรวิจัย

1. อยู่ในสภาวะเจ็บป่วยหรือบาดเจ็บที่เป็นอุปสรรคต่อการทดลอง
2. เกิดเหตุอันส่งผลให้ไม่สามารถเข้าร่วมงานวิจัยต่อจนเสร็จสิ้น

ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

1. ทบทวนวรรณกรรมและศึกษาค้นคว้าเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
2. ออกแบบการทดสอบ กำหนดเกณฑ์การคัดเลือกและคัดออกของผู้เข้าร่วมวิจัย กำหนดวิธีการและขั้นตอนในการทดสอบ โดยการวิจัยนี้เป็นการทดลองแบบวัดซ้ำ
3. ขั้นตอนการเก็บข้อมูล

ผู้วิจัยเป็นผู้เก็บข้อมูลด้วยตนเอง ซึ่งผู้วิจัยจะอธิบายรูปแบบการทดลองและการเก็บข้อมูลรวมถึงขั้นตอนการดำเนินการทดลอง ให้ผู้เข้าร่วมวิจัยทราบ

3.1) ติดต่อประสานงานกับผู้ฝึกสอน ผู้ที่เกี่ยวข้องทุกฝ่ายของสมาคมกีฬาตะกร้อแห่งประเทศไทย เพื่อขอความอนุเคราะห์กลุ่มตัวอย่างในการเก็บข้อมูลวิจัย

3.2) ติดต่อขอใช้สถานที่และเครื่องมือห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์การกีฬา และ ศูนย์ทดสอบวิจัย วัสดุ และอุปกรณ์ทางการกีฬา คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.3) คัดผู้เข้าร่วมวิจัยตามเกณฑ์การคัดเลือก และเกณฑ์การคัดออก

3.4) อธิบายรายละเอียดเกี่ยวกับวิธีการทดสอบ การเก็บข้อมูลวิจัยให้ผู้เข้าร่วมวิจัยเข้าใจและรับทราบ

3.5) ให้ผู้เข้าร่วมวิจัยลงชื่อในใบยินยอมกรณียินยอมเข้าร่วม

- บันทึกข้อมูลทั่วไปของผู้เข้าร่วมงานวิจัย เช่น อายุ, ส่วนสูง, น้ำหนัก, BMI และ ประวัติเกี่ยวกับข้อเท้า โรคทางกระดูกกล้ามเนื้อและข้อต่อ และประวัติอุบัติเหตุ

- จัดลำดับท่าทางที่ใช้ในการทดสอบโดยใช้การสุ่ม

- ติดวัดจุดสะท้อนแสง (retro-reflective markers) 7 จุด ตามตำแหน่งของร่างกาย ดังนี้ Anterior superior iliac spine (ASIS), Greater trochanter, Medial and Lateral condyle of femur, Tibial tuberosity, Patella, Lateral malleolus ของขาข้างที่ลงสู่พื้นหลังการกระโดดของขาข้างซ้าย (ขาข้างที่ลงสู่พื้นหลังจากกระโดด)

3.6) ชุดวิเคราะห์การเคลื่อนไหว 3 มิติ ประกอบด้วยกล้องอินฟราเรดความเร็วสูงบันทึกด้วยความถี่ 200 เฮิร์ตซ์ จำนวน 8 ตัว กล้องวิดีโอ 1 ตัว และแผ่นวัดแรงความถี่ 1,600 เฮิร์ตซ์ จำนวน 1 แผ่น จะใช้บันทึกข้อมูลการเคลื่อนไหว ทำการ calibrate ตามวิธีในคู่มือการใช้เครื่องวิเคราะห์การเคลื่อนไหว ก่อนทำการบันทึกข้อมูล โดยข้อมูลดิบที่ได้จะถูกกรองสัญญาณด้วยการกรองสัญญาณแบบ Butterworth

ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยสนใจศึกษาตัวแปรคิเนเมติกส์ของข้อเท้าในขณะที่เกิดแรงปฏิกิริยาจากพื้นสูงสุด (peak vertical ground reaction force; PVGRF) กำหนดโดยการเลือกขณะที่แรงปฏิกิริยาจากพื้นในแนวตั้งสูงสุด ซึ่งตัวแปรที่วิเคราะห์จะได้ออกมาคำนวณด้วยโปรแกรมวิเคราะห์การเคลื่อนไหว Qualisys Track Manager

3.7) ก่อนเริ่มทำการเก็บข้อมูลผู้เข้าร่วมวิจัยทำการอบอุ่นร่างกาย ตามโปรแกรมการฝึกที่ทำอยู่เป็นประจำประมาณ 10-15 นาที และซ้อมกระโดดพาดลูกตะกร้อทั้ง 2 รูปแบบ เพื่อให้เกิดความคุ้นเคยกับสถานที่และอุปกรณ์การทดลอง โดยกำหนดให้เท้าที่ลงสู่พื้นเหยียบลงบนแผ่นวัดแรง กำหนดให้การทดสอบที่ประสบความสำเร็จต้องเป็นการทดสอบที่เท้าที่ลงสู่พื้นเหยียบลงบนแผ่นวัดแรงกระแทกได้เต็มเท้า หากผู้เข้าร่วมวิจัยไม่สามารถกระโดดพาดลูกตะกร้อหรือเท้าที่ลงสู่พื้นไม่สามารถเหยียบลงบนแผ่นวัดแรงกระแทกได้เต็มเท้า จะถือว่าการเก็บข้อมูลครั้งนั้นไม่สมบูรณ์และต้องทำการเก็บข้อมูลใหม่

ขั้นตอนการทดสอบ

ผู้เข้าร่วมวิจัยทำการกระโดดพาดลูกตะกร้อในท่าพาดแบบครึ่งรอบและแบบชันแบค โดยลำดับท่าทางที่จะทำการทดสอบใช้วิธีการสุ่ม

- ผู้เข้าร่วมวิจัยเป็นผู้กำหนดความสูงของลูกตะกร้อตามความสูงที่แต่ละคนสามารถกระโดดพาดได้ โดยลูกตะกร้อจะถูกแขวนไว้บนเสาและปรับระดับความสูงจากความยาวของเชือก

- ทำการกระโดดพาดในท่าใดท่าหนึ่งก่อนจนครบทั้ง 5 ครั้ง (พักระหว่างครั้ง 1 นาที)

- พักเพื่อปรับเปลี่ยนท่าอีก 1 ท่า เป็นเวลา 10 นาทีแล้วจึงทำการทดสอบซ้ำในท่าถัดไป

เมื่อเสร็จสิ้นการทดสอบผู้เข้าร่วมการทดสอบทำการคลายกล้ามเนื้อ (Cool down) จำนวน 12 ท่า แต่ละท่าค้างไว้ 15 วินาที เป็นจำนวนท่าละ 3 เซต รวมระยะเวลาทั้งสิ้น 10 นาที ข้อมูลที่ได้จากการทดสอบประกอบไปด้วย ค่าแรงปฏิกิริยาจากพื้นในแนวตั้งและ

ค่ามุมมองการเคลื่อนไหวของเข่าจะถูกนำไปใช้ในการวิเคราะห์ผลการทดลองด้วยการคำนวณทางคณิตศาสตร์

การวิเคราะห์ข้อมูล นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ผ่านโปรแกรมสำเร็จรูป (Statistical Package for the Social Sciences : SPSS Version 23) เพื่อวิเคราะห์ข้อมูล ดังต่อไปนี้

1. หาค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)
2. เปรียบเทียบค่าแรงปฏิกิริยาจากพื้นในแนวตั้ง (Vertical Ground Reaction Force) และการเคลื่อนไหวของข้อเข่า (Knee movement) ขณะลงสู่

พื้นของท่าพาดลูกแบบครึ่งรอบและท่าพาดลูกแบบชันแบค ด้วยการทดสอบค่าที แบบไม่เป็นอิสระต่อกัน (Pair t-test)

3. กำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

ผลการวิจัย

จากตารางที่ 1 แสดงให้เห็นว่า นักกีฬาเซปักตะกร้อหญิงทีมชาติไทย 8 คน อายุเฉลี่ยเท่ากับ 25.63 ± 6.02 ปี น้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับ 57.55 ± 1.73 กิโลกรัม ส่วนสูงเฉลี่ยเท่ากับ 167.88 ± 4.32 เซนติเมตร ดัชนีมวลกายเฉลี่ยเท่ากับ 20.46 ± 1.27 กก./ม.²

ตารางที่ 1 แสดงค่าเฉลี่ย และ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($\bar{X} \pm S.D.$) คุณลักษณะทั่วไปของผู้เข้าร่วมงานวิจัย

ข้อมูลทั่วไป	ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($\bar{X} \pm S.D.$)
อายุ (ปี)	25.63 ± 6.02
น้ำหนัก (กิโลกรัม)	57.55 ± 1.73
ส่วนสูง (เซนติเมตร)	167.88 ± 4.32
ดัชนีมวลกาย (กก./ม. ²)	20.46 ± 1.27

ตารางที่ 2 แสดงค่าเฉลี่ย และ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($\bar{X} \pm S.D.$) ของแรงปฏิกิริยาจากพื้นสูงสุดแนวตั้งและองศาการเคลื่อนไหวของข้อเข่าขณะลงสู่พื้นในท่าพาดลูกตะกร้อแบบครึ่งรอบและแบบชันแบค

ตัวแปร	Half Roll		Sunback		t	p-value
	\bar{X}	S.D.	\bar{X}	S.D.		
PVGRF (N/kg.)	22.70	5.17	40.90	8.21	-5.09	0.001*
Knee movement (°)						
Flex/Extension	-28.48	7.93	-34.68	7.07	2.34	0.052
Ab/Adduction	27.82	10.89	31.74	11.05	-1.05	0.327
Rotation	-10.25	6.02	-8.79	6.30	-2.85	0.025*

* $P < .05$

Flexion/Extension: + หมายถึงการเคลื่อนไหวในท่า extension

Abduction/Adduction: + หมายถึงการเคลื่อนไหวในท่า abduction

External/Internal rotation: + หมายถึงการเคลื่อนไหวในท่า external rotation

จากตารางที่ 2 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าเฉลี่ยของค่าแรงปฏิกิริยาจากพื้นสูงสุดใต้วงวดิ่งขณะลงสู่พื้นในท่าฟาดลูกตะกร้อแบบครึ่งรอบ (22.70 ± 5.17 N/kg) มีค่าต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของค่าแรงปฏิกิริยาจากพื้นสูงสุดใต้วงวดิ่งขณะลงสู่พื้นในท่าฟาดลูกตะกร้อแบบชันแบค (40.90 ± 8.21 N/kg) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 มุมองศาของการงอข้อเข่า (flexion/extension) ขณะลงสู่พื้นในท่าฟาดลูกตะกร้อแบบครึ่งรอบมีค่าเท่ากับ -28.48 ± 7.93 องศา ขณะที่ค่าเฉลี่ยมุมองศาของการงอข้อเข่า (flexion/extension) ขณะลงสู่พื้นในท่าฟาดลูกตะกร้อแบบชันแบคมีค่าเท่ากับ -34.68 ± 7.07 องศา มุมองศาการกางออกข้อเข่า (abduction/adduction) ขณะลงสู่พื้นในท่าฟาดลูกตะกร้อแบบครึ่งรอบมีค่าเท่ากับ 27.82 ± 10.89 องศา ขณะที่มุมองศาการกางออกข้อเข่า (abduction/adduction) ขณะลงสู่พื้นในท่าฟาดลูกตะกร้อแบบชันแบคมีค่าเท่ากับ 31.74 ± 11.05 องศา มุมองศาการหมุนข้อเข่า (Rotation) ขณะลงสู่พื้นในท่าฟาดลูกตะกร้อแบบครึ่งรอบมีค่าเท่ากับ -10.25 ± 6.02 องศา ขณะที่มุมองศาการหมุนข้อเข่า (Rotation) ขณะลงสู่พื้นในท่าฟาดลูกตะกร้อแบบชันแบคมีค่าเท่ากับ -8.79 ± 6.30 องศา

อภิปรายผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ศึกษาเปรียบเทียบแรงปฏิกิริยาจากพื้นใต้วงวดิ่ง และ องศาการเคลื่อนไหวของข้อเข่าในทิศทางต่างๆ ขณะลงสู่พื้นในท่าฟาดลูกตะกร้อแบบครึ่งรอบและแบบชันแบค โดยมีสมมติฐานการวิจัยว่าการเคลื่อนไหวของข้อเข่าขณะลงสู่พื้นจากการกระโดดฟาดลูกตะกร้อแบบครึ่งรอบมีแรงปฏิกิริยาจากพื้นใต้วงวดิ่งและการเคลื่อนไหวของข้อเข่ามากกว่าแบบชันแบค ซึ่งผลการศึกษาไม่เป็นไปตามสมมติฐาน และอภิปรายผลการวิจัยได้ดังนี้

จากสมมติฐานที่ตั้งว่าแรงปฏิกิริยาจากพื้นใต้วงวดิ่งของการกระโดดฟาดลูกตะกร้อแบบครึ่งรอบมี

ค่ามากกว่าการกระโดดฟาดแบบชันแบคนั้น เนื่องมาจากการกระโดดฟาดแบบชันแบคมีการเคลื่อนไหวเฉพาะใต้วงวดิ่ง ในขณะที่การกระโดดฟาดแบบครึ่งรอบมีการหมุนตัวเพื่อฟาดลูกตะกร้อด้วย จึงน่าจะมีแรงกระโดดใต้วงวดิ่ง ร่วมกับแรงการเหวี่ยงตัว แต่จากผลการทดลอง พบว่าค่าเฉลี่ยของค่าแรงปฏิกิริยาจากพื้นสูงสุดใต้วงวดิ่งขณะลงสู่พื้นในท่าฟาดลูกตะกร้อแบบครึ่งรอบน้อยกว่าค่าแรงปฏิกิริยาจากพื้นสูงสุดใต้วงวดิ่งในท่าชันแบค อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จึงไม่สอดคล้องกับสมมติฐาน อาจเกิดได้จากเทคนิคการลงสู่พื้นในท่าฟาดลูกตะกร้อแบบครึ่งรอบมีการงอสะโพก ข้อเข่า และข้อเท้า ซึ่งเป็นปัจจัยที่ช่วยในการลดแรงปฏิกิริยาจากพื้น โดยจะแตกต่างจากเทคนิคการลงสู่พื้นในท่าฟาดลูกตะกร้อแบบชันแบคที่เป็นเพียงการกระโดดลงมาตรงๆ หลังจากเตะลูก สอดคล้องกับการวิจัยของ Kulig, Fietzer, และ Popovich, (2011) พบว่าขณะที่ทำการเคลื่อนไหวที่ลงสู่พื้นหลังจากการกระโดด ถ้าข้อเข่ามีการงอ (Knee flexion) ที่น้อยจะทำให้เกิดแรงปฏิกิริยาสูงสุดขณะลงสู่พื้นมากขึ้น เนื่องจากการงอสะโพก ข้อเข่า และข้อเท้าจะเป็นตัวช่วยในการรับแรง-ลดแรงปฏิกิริยาจากพื้น และป้องกันการเกิดแรงกระแทกของรยางค์ (Kalichova, 2011) ซึ่งนักกีฬาเซปักตะกร้อแต่ละคนจะมีเทคนิคในการลงสู่พื้นที่แตกต่างกันไป จึงทำให้มีการงอของข้อต่อที่ต่างกัน และเมื่อพิจารณาองศาการเคลื่อนไหวของข้อเข่า พบว่าขณะเท้ากระทบพื้นจากการกระโดดฟาดลูกตะกร้อในท่าฟาดทั้งแบบครึ่งรอบและแบบชันแบคมีการเปลี่ยนแปลงมุมของข้อเข่าโดยมีการงอ (Flexion) การกางออก (Abduction) และการบิดหมุนของข้อเข่า (Rotation) โดยแม้ว่าองศาการงอข้อเข่าขณะลงสู่พื้นของการฟาดลูกทั้ง 2 รูปแบบจะไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่พบว่า ขณะฟาดลูกแบบครึ่งรอบ จะแสดงองศาการเหยียดเข่ามากกว่าแบบชันแบค และพบว่าการหมุนของกระดูกหน้าแข้งในท่าฟาดแบบครึ่งรอบ แสดงการหมุนเข่าด้านใน (Internal rotation)

มากกว่าแบบขั้นแบบค้อย่างมีนัยสำคัญ ส่วนองศาการเคลื่อนไหวในท่ากางและหุบเข่าของข้อเข่า ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างท่าพาดทั้ง 2 แบบ แต่แสดงแนวโน้มว่า การพาดแบบครึ่งรอบนั้น มีองศาการหุบเข่ามากกว่าแบบขั้นแบบ โดยความแตกต่างขององศาการเคลื่อนไหวของข้อเข่านี้ อาจเกิดขึ้นจากเทคนิคในการลงสู่พื้นของนักกีฬาในท่าพาดแต่ละรูปแบบ โดยท่าพาดแบบครึ่งรอบจะมีการสัมผัสพื้นด้วยปลายเท้าตามด้วยส้นเท้าหลังจากนั้นเกิดการงอข้อเข่า (Knee flexion) ร่วมกับการหุบเข่าเข้าทางด้านใน (Knee adduction) และงอข้อสะโพก (Hip flexion) และงอลำตัวตามมา ซึ่งการที่ข้อเข่ามีการหุบเข่าด้านในนี้อาจเป็นผลมาจากการเกิดการบิดหมุนเข่าด้านใน (Internal rotation) ขณะที่เท้าสัมผัสพื้น รวมไปถึงท่าพาดแบบครึ่งรอบจะมีแรงเหวี่ยงจากร่างกาย ขณะที่กระโดดขึ้นตีสักกาพาดลูก เมื่อเท้าลงมาสัมผัสพื้นทำให้ลำตัวเอียง ส่งผลต่อระดับของสะโพกทั้งสองข้างไม่เท่ากัน แต่ในทางตรงกันข้ามการลงสู่พื้นแบบขั้นแบบนักกีฬาจะกระโดดขึ้นพาดลูกในลักษณะลำตัวตั้งตรง แล้วลงสู่พื้นด้วยฝ่าเท้าโดยเข่าอยู่ในลักษณะเหยียดตรง ร่วมกับมีการเบนออกของข้อเข่าออกทางด้านนอก (Knee abduction) จึงทำให้เกิดการบิดหมุนของเข่าออกทางด้านนอก (External rotation) มากกว่า (Manomai and Limroongreungrut, 2016)

สรุปผลการวิจัย ผลของการวิจัยบ่งชี้ว่า ค่าเฉลี่ยของแรงปฏิกิริยาจากพื้นสูงสุดในแนวตั้งขณะลงสู่พื้นในท่าพาดลูกตะกร้อแบบขั้นแบบ มากกว่าแบบครึ่งรอบ ขณะที่องศาการหมุนเข่าเข้าด้านในท่าพาดลูกตะกร้อแบบครึ่งรอบมีค่ามากกว่าท่าขั้นแบบค้อย่างมีนัยสำคัญ

ข้อเสนอแนะจากการวิจัย การวิจัยนี้เป็นการเก็บข้อมูลในห้องปฏิบัติการ โดยแขวนลูกตะกร้ออยู่หนึ่งอยู่กับที่ ซึ่งทำให้ทักษะการพาดอาจไม่เสมือนจริง เนื่องจากข้อจำกัดของการวิจัย ดังนั้น ข้อเสนอแนะสำหรับการศึกษาวิจัยในอนาคต ควรศึกษาการพาดในสนามจริง และควรศึกษาข้อต่ออื่น ๆ uryangค์ส่วนล่าง

ร่วมไปถึงการศึกษาเรื่องของแรงขณะเคลื่อนไหวเพื่อให้ได้ผลการศึกษาที่สมบูรณ์ยิ่งขึ้น อีกทั้งผลจากการวิจัยพบว่า การลงสู่พื้นจากการพาดลูกตะกร้อทั้งสองท่า มีความเสี่ยง ต่อการบาดเจ็บของข้อเข่าในนักกีฬาเซปักตะกร้อหญิงโดยเฉพาะเทคนิคในการลงสู่พื้นที่มีการวางเท้าแบบเต็มฝ่าเท้า (Flat) และการลงสู่พื้นที่มีการงอข้อเข่าและลำตัวเล็กน้อย (Stiff Landing) รวมไปถึงการบิดหมุนของข้อเข่าเข้าด้านใน (Internal Rotation) จะทำให้มีโอกาสเสี่ยงต่อการบาดเจ็บข้อเข่า ดังนั้น นักกีฬาจะต้องพัฒนาและฝึกซ้อมเทคนิคการลงสู่พื้นที่ถูกต้อง รวมไปถึงฝึกเพื่อพัฒนา ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ โดยเฉพาะในกลุ่มกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลังและกล้ามเนื้อสะโพก การฝึกการทรงตัวและความอ่อนตัว เพื่อช่วยลดโอกาสที่จะทำให้เกิดการบาดเจ็บข้อเข่าในอนาคต

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณทุนสนับสนุนการทำวิทยานิพนธ์ คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ผู้เข้าร่วมงานวิจัยทุกท่านที่ให้ความร่วมมือในการทดลองเป็นอย่างดีและผู้ช่วยวิจัยที่คอยช่วยเหลือในการเก็บข้อมูลเป็นอย่างดีขอขอบพระคุณ

เอกสารอ้างอิง

- Ali, N., Robertson, D. G., and Rouhi, G. (2014). Sagittal plane body kinematics and kinetics during single-leg landing from increasing vertical heights and horizontal distances: implications for risk of noncontact ACL injury. *The Knee*, 21(1), 38-46.
- Arendt, E. A., Agel, J., & Dick, R. (1999). Anterior cruciate ligament injury patterns among collegiate men and women. *Journal of athletic training*, 34(2), 86-92.

- Arms, S. W., Pope, M. H., Johnson, R. J., Fischer, R. A., Arvidsson, I., & Eriksson, E. (1984). The biomechanics of anterior cruciate ligament rehabilitation and reconstruction. *The American journal of sports medicine*, 12(1), 8-18.
- Chappell, J. D., Yu, B., Kirkendall, D. T., & Garrett, W. E. (2002). A comparison of knee kinetics between male and female recreational athletes in stop-jump tasks. *The American journal of sports medicine*, 30(2), 261-267.
- Decker, M. J., Torry, M. R., Wyland, D. J., Sterett, W. I., & Richard Steadman, J. (2003). Gender differences in lower extremity kinematics, kinetics and energy absorption during landing. *Clinical biomechanics*, 18(7), 662-669.
- DeMorat, G., Weinhold, P., Blackburn, T., Chudik, S., & Garrett, W. (2004). Aggressive quadriceps loading can induce noncontact anterior cruciate ligament injury. *The American journal of sports medicine*, 32(2), 477-483.
- Department of physical education, (2012). *T-certificate: Sepak Takraw coaching Guide*. The War Veterans Organization of Thailand Under Royal Patronage of His Majesty the King publisher. Bangkok.
- Hass, C. J., Schick, E. A., Tillman, M. D., Chow, J. W., Brunt, D., and Cauraugh, J. H. (2005). Knee biomechanics during landings: comparison of pre- and postpubescent females. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 37(1), 100-107.
- Hewett, T. E., Myer, G. D., Ford, K. R., and Slauterbeck, J. R. (2006). Preparticipation Physical Examination Using a Box Drop Vertical Jump Test in Young Athletes: The Effects of Puberty and Sex. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 16(4), 298-304.
- Jantasing, W., Hirunrat, S., Limroongreungrut, W. and Boonnuch, C. (2017). The velocity of the joint rotation effect to ball speed in Sepak Takraw Somersault kick. *Journal of sports science and Technology*. 17(1), 11-20.
- Jawis, M. N., Singh, R., Singh, H. J., & Yassin, M. N. (2005). Anthropometric and physiological profiles of sepak takraw players. *British journal of sports medicine*, 39(11), 825-829.
- Jirayukul, C. (1993). *Effect of sepak takraw training on the change of urine chemical substance of Thai Sepak Takraw players*. Master's Thesis, Faculty of physical education, Chulalongkorn University. Bangkok.
- Kalichová, M. (2011). Biomechanical analysis of the basic classical dance jump – the grand jeté. *International Journal of Biological and Life Sciences*. 59(11). 1363-1367.
- Kerdsomnuk, P., Limroongreungrut, W. and Chanchaiyakul, R., (2015). Ground Reaction force and Landing rate during Sepak Takraw spike landing. *Journal of sports science and Technology*. 15(1), 1-8.
- Kulig, K., Fietzer, A. L., and Popovich, J. M. (2010). Ground reaction forces and

- knee mechanics in the weight acceptance phase of a dance leap take-off and landing. *Journal of Sports Science*, 29(2), 125-131.
- Malinzak, R. A., Colby, S. M., Kirkendall, D. T., Yu, B., & Garrett, W. E. (2001). A comparison of knee joint motion patterns between men and women in selected athletic tasks. *Clinical biomechanics*, 16(5), 438-445.
- Manomai, W., & Limroongreungrut, W. (2016). Knee joint Biomechanics during different Sepak Takraw spike take-off. *Journal of sports science and Technology*. 16(2), 9-21.
- Nerphong, K. , Jalayondeja, W. , and Vatchalathiti, R. (2000). *Injuries in Thai male national sepaktakraw team*. Paper presented at the 13th Asian games tournament, Hong Kong, China.
- Pappas, E., Hagins, M., Sheikhzadeh, A., Nordin, M., and Rose, D. (2007). Biomechanical Differences Between Unilateral and Bilateral Landings From a Jump: Gender Differences. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 17(4), 263-268.
- Sakane, Fox, R. J., Woo, S. L., Livesay, G. A., Li, G., and Fu, F. H. (1997). In situ forces in the anterior cruciate ligament and its bundles in response to anterior tibial loads. *Journal of Orthopaedic Research.*, 15(2), 285-293.
- Wannaphan, V. (1999). *A Biomechanical Analysis of the Somersault smash skill of Thai Sepak Takraw players*. Master's Thesis, Faculty of physical education, Chulalongkorn University. Bangkok.
- World Health Organization. (2000). *The Asia-Pacific perspective: redefining obesity and its treatment*, Melbourne, Health Communications Australia.
- Yagi, M., Wong, E. K., Kanamori, A., Debski, R. E., Fu, F. H., Woo, S. L-Y. (2002). Biomechanical Analysis of an Anatomic Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *The American Journal of Sports Medicine*, 30(5), 660-666.