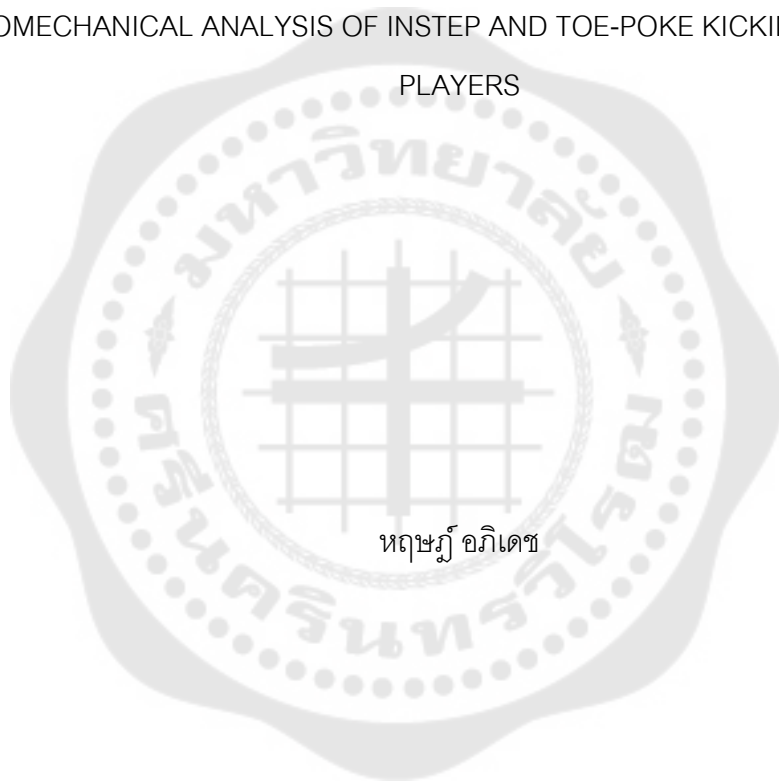




การวิเคราะห์ทางชีวกลศาสตร์ของการเตะด้วยหลังเท้าและหัวเข่าในนักกีฬาฟุตซอล
BIOMECHANICAL ANALYSIS OF INSTEP AND TOE-POKE KICKING IN FUTSAL

PLAYERS



หฤษฎ์ อภิเดช

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

2563

การวิเคราะห์ทางชีวกลศาสตร์ของการเตะด้วยหลังเท้าและหัวเข่าในนักกีฬาฟุตบอล



ปริญญาานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬาและการออกกำลังกาย
คณะพลศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ปีการศึกษา 2563
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

BIOMECHANICAL ANALYSIS OF INSTEP AND TOE-POKE KICKING IN FUTSAL
PLAYERS



A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of MASTER OF SCIENCE
(Sport and Exercise Science)

Faculty of Physical Education, Srinakharinwirot University

2020

Copyright of Srinakharinwirot University

ปริญญาานิพนธ์

เรื่อง

การวิเคราะห์ทางชีวกลศาสตร์ของการเตะด้วยหลังเท้าและหัวเข่าในนักกีฬาฟุตบอล

ของ

หฤษฎ์ อภิเดช

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬาและการออกกำลังกาย
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

(รองศาสตราจารย์ นายแพทย์ฉัตรชัย เอกปัญญาสกุล)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

คณะกรรมการสอบปากเปล่าปริญญาานิพนธ์

ที่ปรึกษาหลัก

(อาจารย์ ดร.วัชรวิ ฤทธิวัชรวิ)

ประธาน

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชำนาญ ชินสีห์)

กรรมการ

(อาจารย์ ดร.อัจริยะ เอนก)

| | |
|------------------|--|
| ชื่อเรื่อง | การวิเคราะห์ทางชีวกลศาสตร์ของการเตะด้วยหลังเท้าและหัวเข่าในนักกีฬาฟุตบอล |
| ผู้วิจัย | หฤษฎี อภิเดช |
| ปริญญา | วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต |
| ปีการศึกษา | 2563 |
| อาจารย์ที่ปรึกษา | อาจารย์ ดร. วชิร ฤทธิวัชร |

งานวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาวิเคราะห์ตัวแปรคิเนเมติกส์ ได้แก่ ความเร็วเชิงมุมของรยางค์ส่วนล่าง (ข้อสะโพก ข้อเข่าและข้อเท้า) และความเร็วเชิงเส้นของเท้าในการเตะด้วยหลังเท้าและหัวเข่า นอกจากนี้ยังศึกษาเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเชิงมุมของรยางค์ส่วนล่างกับความเร็วเชิงเส้นของเท้าและเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างความเร็วเชิงมุมของรยางค์ส่วนล่างและความเร็วเชิงเส้นของเท้าระหว่างการเตะทั้งสองทักษะ โดยมีกลุ่มตัวอย่างคือ นักกีฬาฟุตบอลเพศชายระดับมหาวิทยาลัย จำนวน 12 คน ซึ่งถนัดขาข้างขวา ทำการบันทึกการเคลื่อนไหวแบบ 3 มิติ ด้วยกล้องระบบอินฟราเรด ดำเนินการทดสอบดังนี้ กลุ่มตัวอย่างทำการเตะด้วยหลังเท้าและหัวเข่าตามคำสั่งที่ได้รับแบบสุ่ม ซึ่งมีระยะห่างจากเป้าหมาย 10 เมตร ผลการวิจัยพบว่า มีความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเชิงมุมของข้อสะโพกกับความเร็วเชิงเส้นของเท้า และมีความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเชิงมุมของข้อเข่ากับความเร็วเชิงเส้นของเท้าในทั้งสองทักษะ อีกทั้งยังพบว่าความเร็วเชิงมุมของข้อสะโพกเมื่อเปรียบเทียบระหว่างการเตะด้วยหลังเท้าและหัวเข่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เมื่อพิจารณาจากข้อมูลพบว่า ความเร็วเชิงมุมของข้อสะโพกในการเตะด้วยหัวเข่ามีมากกว่าการเตะด้วยหลังเท้า ผลการวิจัยสรุปได้ว่า ความเร็วเชิงมุมของรยางค์ส่วนล่างและความเร็วเชิงเส้นของเท้าเป็นปัจจัยสำคัญของความเร็วในการเตะลูกบอล การเตะด้วยหัวเข่าข้อได้เปรียบของความเร็วในการเตะมากกว่าการเตะด้วยหลังเท้า อย่างไรก็ตามยังมีอีกปัจจัยสำคัญอีกอย่างหนึ่งที่ส่งผลต่อความเร็วลูกบอลและความแม่นยำนั่นคือ ตำแหน่งที่เท้าสัมผัสกับลูกบอล เมื่อนักกีฬาสามารถใช้ทักษะการเตะด้วยหลังเท้าและหัวเข่าได้อย่างเชี่ยวชาญ ดังนั้นนักกีฬาจำเป็นต้องตัดสินใจและปรับใช้ทักษะให้สอดคล้องกับสถานการณ์ในเกมการแข่งขันอย่างเหมาะสม

คำสำคัญ : ชีวกลศาสตร์, การเตะด้วยหลังเท้า, การเตะด้วยหัวเข่า, การเตะลูกบอล, ฟุตบอล

| | |
|----------------|--|
| Title | BIOMECHANICAL ANALYSIS OF INSTEP AND TOE-POKE KICKING IN FUTSAL PLAYERS |
| Author | HARIT APIDECH |
| Degree | MASTER OF SCIENCE |
| Academic Year | 2020 |
| Thesis Advisor | Dr. Wacharee Rittiwat |

The aim of this study is to analyze kinematic variables as velocity of lower limb (hip, knee and ankle joint) and foot velocity with both instep and toe-poke. In addition, the correlations between examinations of angular velocity of lower limb and foot velocity and compared to angular velocity of the lower limb and foot velocity between instep and toe-poke. The participants in this study consisted of 12 semi-professional futsal players. Each participant performed with dominant lower limb (right-dominant). Kicking a ball with instep and toe-poke were analyzed. Six infrared cameras (200 Hz) recorded the kicks using 3D reconstruction. Kicking was randomly assigned for each participant. The ball was placed at a kick point (second penalty) of a distance of 10 meter from the goal. The results found that the correlations between angular velocity of the hip joint and foot velocity, as same as angular velocity of knee and foot velocity for instep and toe-poke. Significant differences ($P < 0.05$) were found for angular velocity of hip joint between instep and toe-poke. In conclusion, angular velocity of lower limb and foot velocity were important elements of velocity of kicking the ball. Toe-poke was a movement advantage to successful goal scoring than instep. However, there were other important factors affecting ball velocity and accuracy, which was the position of foot-to-ball contact. When futsal players have experienced kicking with instep and toe-poke, therefore, they can decide and adjust their skills appropriately in competitive game.

Keyword : Biomechanical analysis, Instep, Toe-poke, Kicking, Futsal

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญาานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ด้วยความกรุณาจากอาจารย์ ดร. วชิร ฤทธิวัชร อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาานิพนธ์ อาจารย์ประจำภาควิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ที่ได้ให้คำปรึกษาแนะนำ และแก้ไขข้อบกพร่องจนทำให้ปริญญาานิพนธ์ฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณในความเมตตาของท่านเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. พรเทพ ราชนาวี อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ที่คอยช่วยเหลือในการทำงานวิจัย และให้ความอนุเคราะห์ใช้สถานที่ในการเก็บข้อมูลงานวิจัย งานงานนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ผู้วิจัยจึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณ อาจารย์ประจำภาควิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒทุกท่าน ที่กรุณาให้คำปรึกษาจนทำให้ปริญญาานิพนธ์ฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์ลุล่วงได้ด้วยดี

ขอขอบพระคุณ นักกีฬาฟุตบอลสังกัดมหาวิทยาลัยนอร์ทกรุงเทพ ที่ได้อนุญาตให้ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอขอบพระคุณครอบครัวที่ให้การสนับสนุนในการทำปริญญาานิพนธ์ฉบับนี้อย่างเต็มที่

ขอขอบพระคุณนิสิต วิทยาศาสตร์การกีฬา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ที่คอยให้คำแนะนำและคอยช่วยเหลือในการทำงานวิจัยมาโดยตลอด

และท้ายสุดนี้ ผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่างานวิจัยนี้จะเป็นประโยชน์และเป็นแนวทางในการวางแผนฝึกซ้อมของผู้ฝึกสอน นักกีฬาและผู้ที่เกี่ยวข้องในการพัฒนาความสามารถให้กับนักกีฬา รวมไปถึงเทคนิคของนักกีฬาและแทคติคในทีมกีฬาให้มีความพร้อมและมีศักยภาพสูงสุดในการแข่งขัน

หฤษฎ์ อภิเดช

สารบัญ

| | หน้า |
|---|------|
| บทคัดย่อภาษาไทย | ง |
| บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... | จ |
| กิตติกรรมประกาศ..... | ฉ |
| สารบัญ | ช |
| สารบัญตาราง..... | ญ |
| สารบัญรูปภาพ | ฎ |
| บทที่ 1 บทนำ..... | 1 |
| ภูมิหลัง..... | 1 |
| ความมุ่งหมายของงานวิจัย | 4 |
| ความสำคัญของการวิจัย..... | 4 |
| ขอบเขตของการวิจัย..... | 4 |
| ประชากรที่ใช้ในการวิจัย..... | 4 |
| กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย..... | 4 |
| ข้อตกลงเบื้องต้น..... | 5 |
| ตัวแปรที่ศึกษา..... | 5 |
| นิยามศัพท์เฉพาะ..... | 5 |
| กรอบแนวคิดในงานวิจัย | 6 |
| สมมติฐานในการวิจัย | 7 |
| บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... | 8 |
| 1. กีฬาฟุตบอล | 8 |
| 1.1 ประวัติและความเป็นมาของกีฬาฟุตบอล..... | 8 |

| | |
|--|----|
| 1.2 ทักษะพื้นฐานของกีฬาฟุตบอล | 9 |
| 1.3 ทักษะการยิงประตู..... | 10 |
| 1.4 องค์ประกอบสำคัญของทักษะการยิงประตู..... | 13 |
| 2. ชีวกลศาสตร์การกีฬา..... | 14 |
| 2.1 คิเนเมติกส์ในการเคลื่อนที่เชิงมุม..... | 14 |
| 2.2 คิเนเมติกส์ในการเคลื่อนที่เชิงเส้น..... | 16 |
| 2.3 คิเนติกส์ในการเคลื่อนที่เชิงมุม | 17 |
| 2.4 คิเนติกส์ในการเคลื่อนที่เชิงเส้น | 17 |
| 3. งานวิจัยทางชีวกลศาสตร์การกีฬาและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในกีฬาฟุตบอล | 18 |
| 3.1 ความเร็วในการเตะลูกบอล | 19 |
| 3.2 ความสำเร็จในการยิงประตู..... | 20 |
| 3.3 ปัจจัยอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องในการเตะลูกบอล | 21 |
| บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย | 23 |
| การกำหนดประชากรและการสุ่มกลุ่มตัวอย่าง..... | 23 |
| ประชากร | 23 |
| กลุ่มตัวอย่าง | 23 |
| เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย..... | 24 |
| การเก็บรวบรวมข้อมูล..... | 26 |
| วิธีวัดตัวแปร | 30 |
| การวิเคราะห์ข้อมูล..... | 31 |
| บทที่ 4 ผลการดำเนินการวิจัย..... | 32 |
| ข้อมูลพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่าง | 33 |

| | |
|--|----|
| ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสูงสุดและค่าต่ำสุดของความเร็วเชิงมุมของรยางค์ส่วนล่าง (ข้อสะโพก ข้อเข่าและข้อเท้า) และความเร็วเชิงเส้นของเท้าในการเตะด้วยหลังเท้าและหัวเข่า..... | 33 |
| ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเชิงมุมของรยางค์ส่วนล่าง (ข้อสะโพก ข้อเข่าและข้อเท้า) กับความเร็วเชิงเส้นของเท้าในการเตะด้วยหลังเท้าและหัวเข่า..... | 34 |
| การเปรียบเทียบความเร็วเชิงมุมของรยางค์ส่วนล่าง (ข้อสะโพก ข้อเข่าและข้อเท้า) และความเร็วเชิงเส้นของเท้าระหว่างการเตะด้วยหลังเท้าและหัวเข่า..... | 39 |
| บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ..... | 41 |
| สรุปผลการวิจัย | 41 |
| อภิปรายผล | 44 |
| ข้อเสนอแนะ | 46 |
| บรรณานุกรม | 48 |
| ภาคผนวก..... | 53 |
| | 54 |
| ประวัติผู้เขียน..... | 69 |

สารบัญตาราง

| | หน้า |
|---|------|
| ตาราง 1 ตำแหน่งติดมาร์คเกอร์..... | 26 |
| ตาราง 2 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่าง | 33 |
| ตาราง 3 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสูงสุดและค่าต่ำสุดของความเร็วเชิงมุมของรยางค์ ส่วนล่าง (ข้อสะโพก ข้อเข่าและข้อเท้า) และความเร็วเชิงเส้นของเท้าในการเตะด้วยหลังเท้า..... | 33 |
| ตาราง 4 ค่าเฉลี่ย, ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน, ค่าสูงสุดและค่าต่ำสุดของความเร็วเชิงมุมของรยางค์ ส่วนล่าง (ข้อสะโพก ข้อเข่าและข้อเท้า) และความเร็วเชิงเส้นของเท้าในการเตะด้วยหัว gối..... | 34 |
| ตาราง 5 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเชิงมุมของรยางค์ส่วนล่าง (ข้อสะโพก ข้อเข่าและข้อเท้า) กับความเร็วเชิงเส้นของเท้าในการเตะด้วยหลังเท้า..... | 34 |
| ตาราง 6 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเชิงมุมของรยางค์ส่วนล่าง (ข้อสะโพก ข้อเข่าและข้อเท้า) กับความเร็วเชิงเส้นของเท้าในการเตะด้วยหัว gối..... | 37 |
| ตาราง 7 เปรียบเทียบความเร็วเชิงมุมของรยางค์ส่วนล่าง (ข้อสะโพก ข้อเข่าและข้อเท้า) และ ความเร็วเชิงเส้นของเท้าระหว่างการเตะด้วยหลังเท้าและหัว gối..... | 39 |
| ตาราง 8 ความสำเร็จในการยิงประตูของการเตะด้วยหลังเท้าและหัว gối..... | 40 |

สารบัญรูปภาพ

| | หน้า |
|--|------|
| ภาพประกอบ 1 แผนผังกรอบแนวคิดในงานวิจัย..... | 6 |
| ภาพประกอบ 2 ลักษณะการเตะด้วยข้างเท้าด้านใน | 10 |
| ภาพประกอบ 3 ลักษณะการเตะด้วยข้างเท้าด้านนอก..... | 11 |
| ภาพประกอบ 4 ลักษณะการเตะด้วยสันเท้า..... | 11 |
| ภาพประกอบ 5 ลักษณะการเตะด้วยหัวเข่า..... | 12 |
| ภาพประกอบ 6 ลักษณะการเตะด้วยหลังเท้า | 12 |
| ภาพประกอบ 7 แผนภูมิแท่งแสดงทักษะการยิงประตูที่ใช้บ่อยระหว่างฟุตบอลและฟุตซอล..... | 13 |
| ภาพประกอบ 8 การเคลื่อนที่ของร่างกายส่วนล่างในการเตะลูกบอล | 15 |
| ภาพประกอบ 9 การเคลื่อนที่แบบวิถีโค้งของลูกบอล..... | 16 |
| ภาพประกอบ 10 การหมุนของข้อเท้าและข้อเท้าในการเตะลูกบอล..... | 17 |
| ภาพประกอบ 11 องค์ประกอบของแรงประยุกต์ในการเตะลูกบอล | 18 |
| ภาพประกอบ 12 วงจรการเตะ..... | 19 |
| ภาพประกอบ 13 กล้องวิดีโอบันทึกภาพเคลื่อนไหวระบบอินฟาเรดแบบ 3 มิติ..... | 24 |
| ภาพประกอบ 14 ประตูฟุตซอลและเป้าหมาย | 25 |
| ภาพประกอบ 15 ตำแหน่งติตมาร์คเกอร์..... | 28 |
| ภาพประกอบ 16 แผนภาพจำลองการเก็บข้อมูล..... | 29 |
| ภาพประกอบ 17 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเชิงมุมของข้อสะโพกกับความเร็วเชิงเส้นของ เท้าในการเตะด้วยหลังเท้า | 35 |
| ภาพประกอบ 18 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเชิงมุมของข้อเข่ากับความเร็วเชิงเส้นของเท้าใน การเตะด้วยหลังเท้า | 36 |

ภาพประกอบ 19 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเชิงมุมของข้อเท้ากับความเร็วเชิงเส้นของเท้า
ในการเตะด้วยหลังเท้า 36

ภาพประกอบ 20 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเชิงมุมของข้อสะโพกกับความเร็วเชิงเส้นของ
เท้าในการเตะด้วยหัวเข่า 38

ภาพประกอบ 21 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเชิงมุมของข้อเข่ากับความเร็วเชิงเส้นของเท้าใน
การเตะด้วยหัวเข่า 38

ภาพประกอบ 22 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเชิงมุมของข้อเท้ากับความเร็วเชิงเส้นของเท้า
ในการเตะด้วยหัวเข่า 39

ภาพประกอบ 23 ขั้นตอนการทดสอบ Counter Movement Jump 68



บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

ฟุตบอล คือ กีฬาที่มีความคล้ายคลึงกับฟุตบอล เป็นที่รู้จักกันในชื่อว่า ฟุตบอล 5 คน (Five-A-Side Football) (กระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬา สำนักงานการพัฒนากีฬาและนันทนาการ, 2548) หรือฟุตบอลในร่ม (Indoor Soccer) (สมาคมฟุตบอลแห่งประเทศไทย การกีฬาแห่งประเทศไทย, 2549) ฟุตบอลเสมือนฟุตบอลที่ถูกย่อส่วนลง ทั้งลูกบอลที่เล็กลง ขนาดสนามมีพื้นที่แคบลงและมีผู้เล่นในสนามลดลงเหลือเป็นจำนวนข้างละ 5 คน (ผู้เล่น 4 คน และผู้รักษาประตู 1 คน) ซึ่งมีลักษณะเกมการแข่งขันที่มีความหนักสูง (High-intensity) และเป็นกิจกรรมที่ไม่ต่อเนื่อง (Intermittent) ที่ต้องใช้สมรรถภาพทางกายสูง (Naser, Ali, & Macadam, 2017) ฟุตบอลมีต้นกำเนิดมาจากประเทศแคนาดา ในช่วงปี ค.ศ. 1854 (การกีฬาแห่งประเทศไทย, 2547) ต่อมาสหพันธ์ฟุตบอลนานาชาติได้เข้ามาบัญญัติกฎและยังคิดชื่อเรียก ซึ่งเป็นรากศัพท์ในภาษาสเปนว่า ฟุตบอล (คณาธิป จิระสัตยญาณสกุล, 2548) มีการจัดการแข่งขันระดับนานาชาติมากมาย โดยเฉพาะการแข่งขันฟุตบอลชิงแชมป์โลกที่จัดการแข่งขันอย่างต่อเนื่องจนถึงปัจจุบัน (Federation Internationals de Football Association, 2012)

ฟุตบอลมีทักษะพื้นฐานหลากหลายทักษะ หนึ่งในทักษะที่สำคัญของฟุตบอล คือ การเตะลูกบอลเพื่อยิงประตู (สมาคมฟุตบอลแห่งประเทศไทย การกีฬาแห่งประเทศไทย, 2549) ซึ่งเป็นทักษะที่สำคัญในการตัดสินผลแพ้ชนะของการแข่งขันกีฬานี้ (กระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬา สำนักงานการพัฒนากีฬาและนันทนาการ, 2548) โดยต้องอยู่ภายใต้กติกาที่กำหนดไว้ (กระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬา, 2555) นักกีฬาส่วนใหญ่นิยมใช้เท้าในการเตะลูกบอล โดยใช้ส่วนของเท้า ได้แก่ ข้างเท้าด้านใน ข้างเท้าด้านนอก ส้นเท้า หลังเท้าและหัวเข่า (การกีฬาแห่งประเทศไทย, 2545, 2547; คณาธิป จิระสัตยญาณสกุล, 2548; ปรีศเกียรติ รอดโพธิ์ทอง, 2544) การศึกษาที่ผ่านมาพบว่า การเตะลูกบอลในทักษะการยิงประตูของนักกีฬาฟุตบอลที่ใช้มากที่สุด คือ การเตะด้วยหลังเท้า คิดเป็นประมาณร้อยละ 60 และรองลงมา คือ การเตะด้วยหัวเข่า คิดเป็นประมาณร้อยละ 19 (Althoff & Hennig, 2011) ซึ่งการเตะด้วยหลังเท้า คือ การใช้ส่วนของหลังเท้าหรือบริเวณเข่ารองเท้าเป็นด้านที่สัมผัสลูกบอล (คณาธิป จิระสัตยญาณสกุล, 2548) ลูกบอลจะมีลักษณะแรง (Katis et al., 2013) ส่วนการเตะด้วยหัวเข่า คือ การใช้ส่วนของหัวเข่าเป็นบริเวณที่สัมผัสลูกบอล เรียกว่า ลูกชัตตาหรือลูกจิ้ม ลูกบอลจะมีลักษณะพุ่งเร็ว (การกีฬาแห่งประเทศไทย, 2547; คณาธิป จิระสัตยญาณสกุล, 2548)

องค์ประกอบที่สำคัญของประสิทธิภาพในการเตะลูกบอล ได้แก่ ความเร็วเชิงมุมของรยางค์ส่วนล่างของร่างกาย ความเร็วของลูกบอล และความแม่นยำ (Barbieri, Gobbi, Santiago, & Cunha, 2010; Luiz Henrique Palucci et al., 2016) นอกจากนี้ยังมีปัจจัยอื่น ๆ ที่อาจจะส่งผลต่อความเร็วของลูกบอลและความแม่นยำ เช่น ตำแหน่งบริเวณที่เท้าสัมผัสกับลูกบอล (Dörge, Andersen, Sørensen, & Simonsen, 2002; Kellis & Katis, 2007; Nunome, Asai, Ikegami, & Sakurai, 2002; Nunome, Lake, Georgakis, & Stergioulas, 2006; Santiago et al., 2016) ชาติที่ใช้ในการเตะลูกบอล (ข้างถนัดหรือไม่ถนัด) (Barbieri et al., 2010; Carey et al., 2001; Luiz Henrique Palucci et al., 2016) ลักษณะสถานการณ์ของลูกบอล (ลูกบอลหยุดนิ่งหรือเคลื่อนที่) (Barbieri et al., 2010; Barbieri, Gobbi, Santiago, & Cunha, 2015; Egan, Verheul, & Savelsbergh, 2007) ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขา (Apriantono, Nunome, Ikegami, & Sano, 2006) และระยะทางจากจุดเตะถึงเป้าหมาย (Lapresa, Álvarez, Arana, Garzón, & Caballero, 2013) สิ่งที่ถูกกล่าวมาข้างต้นทั้งหมดนี้ล้วนเป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพในการเตะลูกบอล

ความเร็วในการเตะลูกบอล คือ ลำดับการเคลื่อนที่ของรยางค์ส่วนล่างในการเตะลูกบอลเทียบกับเวลา ซึ่งเป็นองค์ประกอบสำคัญอันดับแรกของประสิทธิภาพในการเตะ (Kirkendall & Yu, 2002) เมื่อนักกีฬาเตะลูกบอลอย่างรวดเร็วหรือใช้เวลาสั้นสำหรับวงจรการเตะ (Kicking cycle) จะทำให้ผู้รักษาประตูไม่มีความพร้อมในการป้องกันลูกบอล (Dörge et al., 2002) โดยปัจจัยหลักที่ส่งผลต่อความเร็วของรยางค์ส่วนล่าง คือ การเคลื่อนที่ของข้อสะโพก ลักษณะงอเหยียดในช่วงวางเท้า (Support phase) (Kirkendall & Yu, 2002) ซึ่งอาศัยความแข็งแรงจากกล้ามเนื้อต้นขาเป็นสิ่งสำคัญ (Apriantono et al., 2006) ทำให้เกิดการเหวี่ยงของรยางค์ส่วนล่าง ทำยที่สุดแล้ว แรงเหวี่ยงที่สร้างขึ้นจะถูกส่งต่อมาและมีผลทำให้ความเร็วเชิงเส้นของเท้าเพิ่มขึ้น (Ozaki, Ohta, & Jinji, 2012) ซึ่งความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขากับความเร็วของลูกบอลมีความสัมพันธ์เชิงบวกกัน (Luiz Henrique Palucci et al., 2016) สอดคล้องกับการศึกษาก่อนหน้านี้ที่พบว่า ความเร็วเชิงมุมของรยางค์ส่วนล่างเป็นตัวกำหนดความเร็วเชิงเส้นของเท้า (Dörge et al., 2002; Shan & Westerhoff, 2005) ซึ่งความเร็วเชิงเส้นของเท้ามีความสัมพันธ์เชิงบวกกับความเร็วของลูกบอล (Kellis & Katis, 2007) แสดงให้เห็นว่าความเร็วเชิงเส้นของเท้าเป็นตัวกำหนดความเร็วของลูกบอล (Egan et al., 2007) โดยมีปัจจัยที่สำคัญอีกอย่างหนึ่งนั่นคือ ความเร็วสุดท้ายของเท้าก่อนสัมผัสกับลูกบอลและตำแหน่งที่เท้าสัมผัสกับลูกบอลอย่างเหมาะสม ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อความเร็วของลูกบอลและความแม่นยำ (Andersen & Dörge, 2011; Apriantono et al., 2006; Barbieri et al., 2010; Dörge et al.,

2002; Kellis & Katis, 2007; Nunome et al., 2002; Nunome, Ikegami, Kozakai, Apriantono, & Sano, 2006; Nunome, Lake, et al., 2006; Santiago et al., 2016)

ความสำเร็จในการยิงประตู คือ การเตะลูกบอลให้เคลื่อนที่ไปยังทิศทางที่แม่นยำที่สุด เป็นไปตามความต้องการและเข้าประตูฝั่งตรงข้าม (Barbieri et al., 2010) เมื่อนักกีฬาได้รับคำสั่งให้เตะลูกบอลเพื่อเน้นความแม่นยำ สิ่งที่เกิดขึ้นคือความเร็วของลูกบอลจะลดลงเหลือ 85% ของความเร็วสูงสุดของลูกบอล (Andersen & Dörge, 2011) ความเร็วของลูกบอลที่ลดลงเกิดจากการควบคุมระยะครึ่งวงกลมที่มีการเคลื่อนที่ช้าลง (Kellis & Katis, 2007) เนื่องจากนักกีฬามีจุดประสงค์ให้ทำสัมผัสกับลูกบอลในตำแหน่งที่เหมาะสมที่สุด เพื่อให้แน่ใจถึงทิศทางของลูกบอลให้แม่นยำและเป็นไปตามทิศทางที่ต้องการ เหตุผลดังกล่าวเป็นตัวบ่งบอกถึงข้อจำกัดระหว่างความแม่นยำและความเร็วของลูกบอล

ปัจจุบันการศึกษาวิจัยทางชีวกลศาสตร์ในฟุตบอลยังมีไม่มากนัก (Huang, Lu, & Wu, 2013) ส่วนใหญ่จะพบการศึกษาในฟุตบอลเป็นจำนวนมาก ถึงแม้ฟุตบอลจะมีความคล้ายคลึงกับฟุตบอล ทั้งในเรื่องทักษะและรูปแบบการเล่น อย่างไรก็ตามการเปรียบเทียบหรือสรุปผลลัพธ์ควรพิจารณาอย่างรอบคอบ เนื่องจากทั้งสองชนิดกีฬานี้มีความแตกต่างกันอย่างชัดเจน เช่น พื้นของสนาม, รองเท้า, ขนาดของประตู, ขนาดและน้ำหนักของลูกบอล (Santiago et al., 2016) ดังนั้นผลลัพธ์ที่ได้จากฟุตบอลจึงไม่สามารถคาดการณ์และสรุปผลได้โดยตรงกับฟุตบอล (Luiz Henrique Palucci et al., 2016) การทำความเข้าใจในทักษะของฟุตบอล จะได้รับข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อผู้ฝึกสอน นักกีฬา ผู้ที่สนใจและพัฒนาฟุตบอลอย่างแน่นอน (Naser et al., 2017) นอกจากนี้การศึกษาที่ผ่านมาในฟุตบอลจะเกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์การเตะด้วยหลังเท้าเพียงอย่างเดียว (Barbieri et al., 2010, 2015; Huang et al., 2013; Luiz Henrique Palucci et al., 2016) อย่างไรก็ตามในการวิเคราะห์การเตะด้วยหัวเกือกยังไม่มีการศึกษาวิจัยอย่างละเอียด ดังนั้นการศึกษานี้ผู้วิจัยจึงมีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาวิเคราะห์ตัวแปรคิเนเมติกส์ ได้แก่ ความเร็วเชิงมุมของระยะครึ่งวงกลม (ข้อสะโพก ข้อเข่าและข้อเท้า) และความเร็วเชิงเส้นของเท้า ในการเตะด้วยหลังเท้าและหัวเกือกในนักกีฬาฟุตบอล นอกจากนี้ยังศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเชิงมุมของระยะครึ่งวงกลมกับความเร็วเชิงเส้นของเท้าในการเตะทั้งสองทักษะ และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างความเร็วเชิงมุมของระยะครึ่งวงกลมและความเร็วเชิงเส้นของเท้าระหว่างการเตะด้วยหลังเท้าและหัวเกือก โดยการวิเคราะห์การเคลื่อนไหวแบบ 3 มิติ เพื่อเป็นแนวทางในการวางแผนฝึกซ้อมของผู้ฝึกสอน นักกีฬาและผู้ที่เกี่ยวข้อง ในการพัฒนา

ความสามารถให้กับนักกีฬา รวมไปถึงเทคนิคของนักกีฬาและแทคติคในทีมกีฬาให้มีความพร้อมและมีศักยภาพสูงสุดในการแข่งขัน

ความมุ่งหมายของงานวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ตั้งความมุ่งหมายไว้ดังนี้

1. เพื่อศึกษาวิเคราะห์ตัวแปรคิเนเมติกส์ ได้แก่ ความเร็วเชิงมุมของรยางค์ส่วนล่าง (ข้อสะโพก ข้อเข่าและข้อเท้า) และความเร็วเชิงเส้นของเท้าในการเตะด้วยหลังเท้าและหัว gốiอก
2. เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเชิงมุมของรยางค์ส่วนล่าง (ข้อสะโพก ข้อเข่าและข้อเท้า) กับความเร็วเชิงเส้นของเท้าในการเตะด้วยหลังเท้าและหัว gốiอก
3. เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของความเร็วเชิงมุมของรยางค์ส่วนล่าง (ข้อสะโพก ข้อเข่าและข้อเท้า) และความเร็วเชิงเส้นของเท้าระหว่างการเตะด้วยหลังเท้าและหัว gốiอก

ความสำคัญของการวิจัย

เพื่อศึกษาวิเคราะห์ตัวแปรคิเนเมติกส์ ได้แก่ ความเร็วเชิงมุมของรยางค์ส่วนล่าง (ข้อสะโพก ข้อเข่าและข้อเท้า) และความเร็วเชิงเส้นของเท้าในการเตะด้วยหลังเท้าและหัว gốiอก ในนักกีฬาฟุตบอล นอกจากนี้ยังศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเชิงมุมของรยางค์ส่วนล่าง กับความเร็วเชิงเส้นของเท้าในการเตะทั้งสองทักษะ และเปรียบเทียบความแตกต่าง ระหว่างความเร็วเชิงมุมของรยางค์ส่วนล่างและความเร็วเชิงเส้นของเท้าระหว่างการเตะด้วยหลังเท้าและหัว gốiอก โดยการวิเคราะห์แบบ 3 มิติ เพื่อเป็นแนวทางในการวางแผนฝึกซ้อมของผู้ฝึกสอน นักกีฬาและผู้ที่เกี่ยวข้องในการพัฒนาความสามารถให้กับนักกีฬา รวมไปถึงเทคนิคของนักกีฬาและแทคติคในทีมกีฬาให้มีความพร้อมและมีศักยภาพสูงสุดในการแข่งขัน

ขอบเขตของการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

นักกีฬาฟุตบอลเพศชายที่เข้าร่วมรายการแข่งขันกีฬามหาวิทยาลัยแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 46 ประจำปี 2019 จำนวน 336 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

นักกีฬาฟุตบอลเพศชาย จำนวน 12 คน ได้มาจากการเลือกแบบเฉพาะเจาะจง ซึ่งได้รับรางวัลชนะเลิศอันดับ 1-3 ในรายการแข่งขันกีฬามหาวิทยาลัยแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 46 ประจำปี 2019 และเป็นนักกีฬาที่ถนัดขาข้างขวา

ข้อตกลงเบื้องต้น

กลุ่มตัวอย่างเป็นนักกีฬาฟุตบอลเพศชาย เก็บข้อมูลโดยจำลองสถานการณ์จริงในห้องปฏิบัติการ โดยใช้ทักษะการเตะด้วยหลังเท้าและหัว gốiอย่างเต็มความสามารถและทำการวิเคราะห์การเคลื่อนไหวกแบบ 3 มิติ ด้วยกล้องอินฟราเรด จำนวน 6 ตัว เพื่อบันทึกภาพการเคลื่อนไหวกของกลุ่มตัวอย่าง

ตัวแปรที่ศึกษา

1. ตัวแปรอิสระ แบ่งเป็นดังนี้
 - 1.1. ความเร็วเชิงมุมของรยางค์ส่วนล่าง
 - 1.1.1 ข้อสะโพก
 - 1.1.2 ข้อเข่า
 - 1.1.3 ข้อเท้า
2. ตัวแปรตาม ได้แก่ ความเร็วเชิงเส้นของเท้า

นิยามศัพท์เฉพาะ

ทักษะการยิงประตู หมายถึง การเตะลูกบอลเพื่อส่งลูกบอลเข้าให้ประตูฝ่ายตรงข้าม การเตะด้วยหลังเท้า หมายถึง การเตะลูกบอลโดยการใช้ส่วนของหลังเท้าหรือบริเวณที่ผูกเชือกรองเท้าเป็นด้านที่สัมผัสลูกบอล

การเตะด้วยหัว gối หมายถึง การเตะลูกบอลโดยการใช้ส่วนของปลายเท้าหรือหัวรองเท้าเป็นบริเวณที่สัมผัสลูกบอล

รยางค์ส่วนล่าง หมายถึง ส่วนของร่างกายตั้งแต่สะโพกไปจนถึงปลายเท้า ซึ่งมีข้อต่อที่สำคัญในการเคลื่อนไหวก ได้แก่ ข้อสะโพก ข้อเข่าและข้อเท้า

ความเร็วในการเตะลูกบอล หมายถึง ลำดับการเคลื่อนที่ของรยางค์ส่วนล่างในการเตะลูกบอลเทียบกับเวลา

ความเร็วเชิงมุมของรยางค์ส่วนล่าง หมายถึง มุมของข้อสะโพก ข้อเข่าและข้อเท้าที่เปลี่ยนแปลงเทียบกับเวลาที่เปลี่ยนแปลง

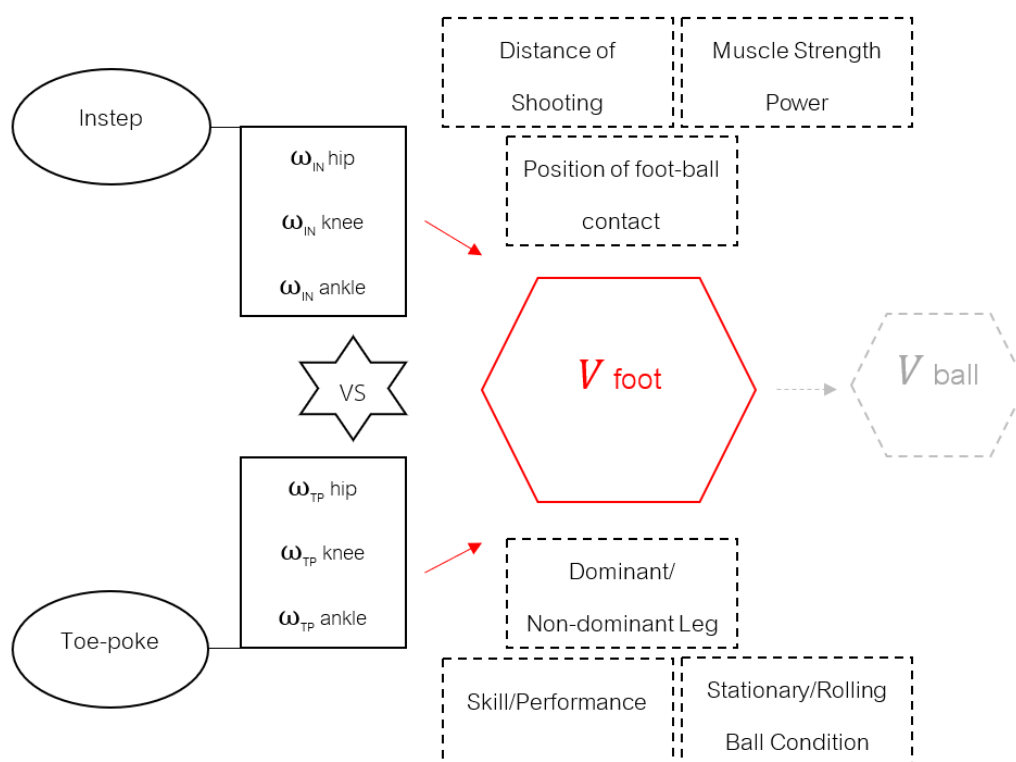
ความเร็วเชิงเส้นของเท้า หมายถึง ระยะทางที่เปลี่ยนแปลงเทียบกับเวลาที่เปลี่ยนแปลง

ความแม่นยำ หมายถึง การเตะลูกบอลเพื่อให้ลูกบอลเคลื่อนที่ไปยังทิศทางที่ต้องการ

ความสำเร็จในการยิงประตู หมายถึง การเคลื่อนที่ของลูกบอลที่เคลื่อนที่ไปยังทิศทางที่แม่นยำที่สุดเป็นไปตามที่ต้องการและเข้าประตูฝ่ายตรงข้าม

กรอบแนวคิดในงานวิจัย

ทักษะการยิงประตูในกีฬาฟุตบอลที่นักกีฬาใช้มากที่สุด คือ หลังเท้าและรองลงมา คือ หัวเข่า (Althoff & Hennig, 2011) ผู้วิจัยจึงสนใจทักษะการเตะลูกบอลของทั้งสองทักษะนี้ โดยความเร็วในการเคลื่อนที่ของร่างกายส่วนล่างเป็นองค์ประกอบสำคัญอันดับแรกของประสิทธิภาพในการเตะ ซึ่งปัจจัยหลักที่ส่งผลต่อความเร็วของร่างกายส่วนล่าง คือ การเคลื่อนที่ของข้อสะโพกลักษณะการงอเหยียดในช่วงวางเท้า (Kirkendall & Yu, 2002) ซึ่งอาศัยแรงจากกล้ามเนื้อต้นขา (Apriantono et al., 2006) สอดคล้องกับการศึกษาก่อนหน้านี้ที่พบว่า ความเร็วเชิงมุมของร่างกายส่วนล่างเป็นตัวกำหนดความเร็วของเท้า (Dörge et al., 2002; Shan & Westerhoff, 2005) ซึ่งความเร็วของเท้ามีความสัมพันธ์เชิงบวกกับความเร็วของลูกบอล (Kellis & Katis, 2007) แสดงให้เห็นว่า ความเร็วของเท้าเป็นตัวกำหนดความเร็วของลูกบอล (Egan et al., 2007) โดยมีปัจจัยที่สำคัญอีกอย่างหนึ่งนั่นคือ ความเร็วสุดท้ายของเท้าก่อนสัมผัสลูกบอลและตำแหน่งที่เท้าสัมผัสลูกบอลอย่างเหมาะสมที่มีผลต่อความเร็วของลูกบอล (Andersen & Dörge, 2011; Apriantono et al., 2006; Barbieri et al., 2010; Dörge et al., 2002; Kellis & Katis, 2007; Nunome et al., 2002; Nunome, Ikegami, et al., 2006; Santiago et al., 2016)



ภาพประกอบ 1 แผนผังกรอบแนวคิดในงานวิจัย

สมมติฐานในการวิจัย

1. มีความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเชิงมุมของรยางค์ส่วนล่าง (ข้อสะโพก ข้อเข่าและข้อเท้า) กับความเร็วเชิงเส้นของเท้าในการเตะด้วยหลังเท้า
2. มีความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเชิงมุมของรยางค์ส่วนล่าง (ข้อสะโพก ข้อเข่าและข้อเท้า) กับความเร็วเชิงเส้นของเท้าในการเตะด้วยหัวเข่า
3. ความเร็วเชิงมุมของรยางค์ส่วนล่าง (ข้อสะโพก ข้อเข่าและข้อเท้า) และความเร็วเชิงเส้นของเท้าระหว่างการเตะด้วยหลังเท้าและหัวเข่ามีความแตกต่างกัน



บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และได้นำเสนอตามหัวข้อต่อไปนี้

1. กีฬาฟุตซอล
2. ชีวกลศาสตร์การกีฬา
3. งานวิจัยทางชีวกลศาสตร์การกีฬาและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในกีฬาฟุตซอล

1. กีฬาฟุตซอล

1.1 ประวัติและความเป็นมาของกีฬาฟุตซอล

ฟุตซอล คือ กีฬาที่มีความคล้ายคลึงกับฟุตบอล เป็นที่รู้จักกันในชื่อว่า ฟุตบอล 5 คน (Five-A-Side Football) (กระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬา สำนักงานการพัฒนากีฬาและนันทนาการ, 2548) หรือฟุตบอลในร่ม (Indoor Soccer) (สมาคมฟุตบอลแห่งประเทศไทย การกีฬาแห่งประเทศไทย, 2549) ฟุตซอลเสมือนฟุตบอลที่ถูกย่อส่วนลง ทั้งลูกบอลที่เล็กกลง ขนาดสนามมีพื้นที่แคบลงและมีผู้เล่นในสนามลดลงเหลือเป็นจำนวนข้างละ 5 คน (ผู้เล่น 4 คน และผู้รักษาประตู 1 คน) ซึ่งมีลักษณะเกมการแข่งขันที่มีความหนักสูง (High-intensity) และเป็นกิจกรรมที่ไม่ต่อเนื่อง (Intermittent) ที่ต้องใช้สมรรถภาพทางกายสูง (Naser et al., 2017)

ฟุตซอลมีต้นกำเนิดมาจากประเทศแคนาดา ในช่วงปี ค.ศ. 1854 เนื่องจากมีปัญหาเกี่ยวกับสภาพอากาศในฤดูหนาวทำให้ไม่สามารถจัดการแข่งขันฟุตบอลที่สนามกลางแจ้งได้จึงหันมาเล่นฟุตบอลในโรงยิมแทน (การกีฬาแห่งประเทศไทย, 2547; คณาธิป จิระสัญญาณสกุล, 2548) ต่อมาในปี ค.ศ. 1930 ฮวน คาร์ลอส เซเรียนี (Juan Carlos Ceriani) ได้นำกีฬาสองชนิด ได้แก่ ฟุตบอลและบาสเกตบอลมาผสมผสานกฎ กติกาและวิธีการเล่น ซึ่งเป็นที่รู้จักกันในชื่อว่า ฟุตบอลในร่ม และต่อมาในปี ค.ศ. 1989 สหพันธ์ฟุตบอลนานาชาติหรือ ฟีฟ่า (FIFA) ได้เข้ามาบัญญัติ กฎ กติกา ให้เป็นมาตรฐานและมีทิศทางไปในแนวเดียวกันทั่วโลกและยังคิดชื่อเรียก โดยนำคำว่า ฟุตบอล (Futbol) แปลว่า ลูกบอล มาผสมกับคำว่า सालอน (Salon) แปลว่า ห้องโถง ซึ่งเป็นรากศัพท์ในภาษาสเปน มารวมกันเป็น คำว่า ฟุตซอล (Futsal) (คณาธิป จิระสัญญาณสกุล, 2548; สมาคมฟุตบอลแห่งประเทศไทย การกีฬาแห่งประเทศไทย, 2549) และมีการจัดการแข่งขันระดับ

นานาชาติมากมาย โดยเฉพาะการแข่งขันฟุตบอลชิงแชมป์โลกที่จัดการแข่งขันอย่างต่อเนื่องจนถึงปัจจุบัน (Federation Internationals de Football Association, 2012)

1.2 ทักษะพื้นฐานของกีฬาฟุตบอล

1.2.1 การเลี้ยงลูกบอล (Dribbling) คือ การเคลื่อนที่ของผู้เล่นไปพร้อมกับลูกบอล โดยใช้ส่วนใดส่วนหนึ่งของเท้า (สมาคมฟุตบอลแห่งประเทศไทย การกีฬาแห่งประเทศไทย, 2549) เพื่อจุดประสงค์ในการครอบครองลูกบอล หลบหนีจากฝ่ายตรงข้ามและหาจังหวะในการยิงประตู (กระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬา สำนักงานการพัฒนากีฬาและนันทนาการ, 2548)

1.2.2 การโหม่งลูกบอล (Head ball) คือ การใช้ศีรษะบริเวณหน้าผากสัมผัสลูกบอล เพื่อจุดประสงค์ในการส่งลูกบอล ยิงประตูและป้องกัน การโหม่งลูกบอลเป็นการใช้ทักษะเพื่อความได้เปรียบในการเล่นลูกบอลที่ลอยอยู่ในอากาศ (สมาคมฟุตบอลแห่งประเทศไทย การกีฬาแห่งประเทศไทย, 2549)

1.2.3 การรับลูกบอล (Ball Control) คือ การใช้ส่วนใดส่วนหนึ่งของร่างกายหยุดลูกบอลหรือควบคุมลูกบอลในลักษณะต่าง ๆ เพื่อครอบครองลูกบอลและสามารถทำการเล่นต่อไป โดยลักษณะของลูกบอลที่จะรับอาจจะมีลักษณะใกล้เคียงกับพื้น ลอยอยู่ในอากาศหรือกระดอนพื้น (คณาธิป จิระสัจญญานสกุล, 2548; สมาคมฟุตบอลแห่งประเทศไทย การกีฬาแห่งประเทศไทย, 2549)

1.2.4 ผู้รักษาประตู (Goalkeeper) การแข่งขันฟุตบอลในแต่ละทีมประกอบด้วยผู้เล่นจำนวนไม่เกิน 5 คน โดยต้องมีผู้รักษาประตู 1 คน (กระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬา, 2555) ผู้รักษาประตูสามารถเล่นลูกบอลด้วยมือได้ภายในเขตโทษฝ่ายตนเอง จึงเป็นตำแหน่งที่มีหน้าที่ป้องกันการยิงประตูของฝ่ายตรงข้ามไม่ให้อาจสามารถทำประตูได้ (กระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬา สำนักงานการพัฒนากีฬาและนันทนาการ, 2548) ตำแหน่งผู้รักษาประตูมีทักษะสำคัญ เช่น การปัดลูกบอล ชกลูกบอล การพุ่งรับลูก และการโยนลูกบอล เป็นต้น (สมาคมฟุตบอลแห่งประเทศไทย การกีฬาแห่งประเทศไทย, 2549)

1.2.5 การเตะลูกบอล (Kicking) คือ การใช้ส่วนใดส่วนหนึ่งของเท้าสัมผัสกับลูกบอล เพื่อให้ลูกบอลเคลื่อนที่ไปยังทิศทางที่ต้องการ (สมาคมฟุตบอลแห่งประเทศไทย การกีฬาแห่งประเทศไทย, 2549) ทักษะการเตะลูกบอลแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ ได้แก่ 1. การเตะลูกบอลเพื่อส่งลูก (Passing) เป็นการเตะลูกบอลให้กับผู้เล่นในทีม เพื่อครอบครองลูกบอลไว้เป็นฝ่ายตนเอง ความแรงในการส่งลูกบอลจะขึ้นอยู่กับระยะทางการส่งกับสถานการณ์ต่าง ๆ ในการแข่งขัน 2. การเตะลูกบอลเพื่อยิงประตู (Shooting) เป็นทักษะที่สำคัญในการตัดสินผลการแข่งขันของกีฬา

ชนิดนี้ ดังนั้นการเตะจะมีความรุนแรงและความแม่นยำ ยกเว้นการยิงประตูระยะใกล้อาจใช้เพียงแค่ความแม่นยำ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสถานการณ์ในการแข่งขันเช่นกัน (กระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬา สำนักงานการพัฒนากีฬาและนันทนาการ, 2548)

1.3 ทักษะการยิงประตู

ทักษะการยิงประตู (Shooting) คือ การเตะลูกบอลเพื่อส่งลูกบอลเข้าประตูฝ่ายตรงข้าม (สมาคมฟุตบอลแห่งประเทศไทย การกีฬาแห่งประเทศไทย, 2549) โดยกติกาของฟุตบอลบัญญัติไว้ว่า การทำประตูจะต้องทำให้ลูกบอลทั้งลูกผ่านเส้นประตูระหว่างเสาและคานประตูเท่านั้น และต้องอยู่ภายใต้กติกา เมื่อสามารถทำประตูได้จะนับเป็น 1 คะแนนให้กับฝ่ายที่ทำประตูได้ การตัดสินผลการแข่งขันของฟุตบอลตัดสินจากทีมที่ทำประตูได้คะแนนมากกว่าในการแข่งขันครั้งนั้นจะเป็นผู้ชนะ ถ้าทั้งสองทีมทำประตูได้คะแนนเท่ากันหรือทำประตูไม่ได้ทั้งสองทีมจะถือว่าผลการแข่งขันครั้งนั้นเป็นอันเสมอกัน (กระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬา, 2555; กระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬา สำนักงานการพัฒนากีฬาและนันทนาการ, 2548) ซึ่งนักกีฬาส่วนใหญ่นิยมใช้เท้าในการเตะลูกบอล โดยใช้ส่วนของเท้า ได้แก่

1.3.1 การเตะด้วยข้างเท้าด้านใน คือ การใช้ส่วนของข้างเท้าด้านนี้ หัวแม่เท้าเป็นด้านที่สัมผัสลูกบอลหรือเรียกว่า ลูกแป (ปริศภัย รอดโพธิ์ทอง, 2544) ดังภาพประกอบ 2 มีวิธีการดังนี้ ผู้เล่นยืนทางด้านข้างของลูกบอล เท้าหลักวางขนานกับลูกบอลปลายเท้าชี้ไปด้านหน้าส่วนขาที่ใช้ในการเตะ ให้เบาะเข่าออกด้านข้าง ตั้งฉากกับทิศทางที่จะให้ลูกบอลเคลื่อนที่ไป ล็อกข้อเท้าและข้อเข่า จากนั้นเหวี่ยงขาออกให้ข้างเท้าด้านในกระแทกกับลูกบอล (การกีฬาแห่งประเทศไทย, 2547) การเตะด้วยข้างเท้าด้านในสามารถบังคับทิศทางได้ง่ายเพราะพื้นที่ของข้างเท้าด้านในมีผิวสัมผัสมากเหมาะสำหรับสถานการณ์ที่นักกีฬาจะเตะลูกบอลเพื่อนั้นทิศทางและความแม่นยำ (คณาธิป จิระสัตยญาณสกุล, 2548)



ภาพประกอบ 2 ลักษณะการเตะด้วยข้างเท้าด้านใน

1.3.2 การเตะด้วยข้างเท้าด้านนอก (Outside) คือ การใช้ส่วนของข้างเท้าด้านนูนก้อยเป็นด้านที่สัมผัสลูกบอล ดังภาพประกอบ 3 มีวิธีการดังนี้ ยืนหันหน้าเข้าหาลูกบอล ย่อเข้าข้างที่เป็นเท้าหลักข้างที่ใช้ทำการเตะให้เอเท้า ปลายเท้าชี้เฉียงมาทางเท้าหลัก ข้างเท้าด้านนอกตั้งฉากกับลูกบอลในทิศทางที่จะให้ลูกบอลเคลื่อนที่ ใช้ข้างเท้าด้านนอกกระทบลูกบอล เกร็งเท้าไม่ให้สั่น ในขณะที่ใช้เตะกระทบลูกบอล (คณาธิป จิระสัตยญาณสกุล, 2548) เป็นการเตะลูกบอลที่ทำให้ฝ่ายตรงข้ามจับทิศทางได้ยาก (ปริศักย์ รอดโพธิ์ทอง, 2544)



ภาพประกอบ 3 ลักษณะการเตะด้วยข้างเท้าด้านนอก

1.3.3 การเตะด้วยส้นเท้า (Heel) คือ การใช้ส่วนของส้นเท้าเป็นบริเวณที่สัมผัสลูกบอล ดังภาพประกอบ 4 มีวิธีการดังนี้ ให้ยกเท้าข้างที่จะเตะข้ามลูกบอล งอเข่าเล็กน้อย กดส้นเท้าให้ต่ำแล้วกระทบลูกบอลในระดับกึ่งกลางของลูก ลักษณะเหมือนตอกลูก ในขณะที่สัมผัสลูกบอลให้เกร็งข้อเท้า ทั้งนี้ความแรงของลูกบอลขึ้นอยู่กับความเร็วของเข่า สำหรับการยิงประตูด้วยส้นเท้า นักกีฬาจะใช้ในสถานการณ์ที่คับขัน การประยุกต์ใช้เทคนิคเฉพาะ สามารถหลอกล่อฝ่ายตรงข้ามได้ (การกีฬาแห่งประเทศไทย, 2545)



ภาพประกอบ 4 ลักษณะการเตะด้วยส้นเท้า

1.3.4 การเตะด้วยหัวรองเท้าหรือหัวเข่า (Toe-poke) คือ การใช้ส่วนของหัวรองเท้า เป็นบริเวณที่สัมผัสลูกบอล เรียกว่า ลูกชีดยาหรือลูกจิ้ม ดังภาพประกอบ 5 มีวิธีการดังนี้ วางเท้าหลักอยู่ในระดับที่ต่ำกว่าลูก เข่าที่ใช้เตะให้ปลายเท้าชี้ไปที่ลูกบอล ให้หัวรองเท้ากระแทกตรงกึ่งกลางของลูกบอล เกร็งข้อเท้าและปลายเท้า ใช้แรงเหวี่ยงจากเข่า การเตะด้วยหัวเข่านิยมใช้กันมากในการยิงประตูเพราะลูกบอลจะมีลักษณะพุ่งเร็ว (การกีฬาแห่งประเทศไทย, 2547; คณาธิป จิระสัญญาณสกุล, 2548)



ภาพประกอบ 5 ลักษณะการเตะด้วยหัวเข่า

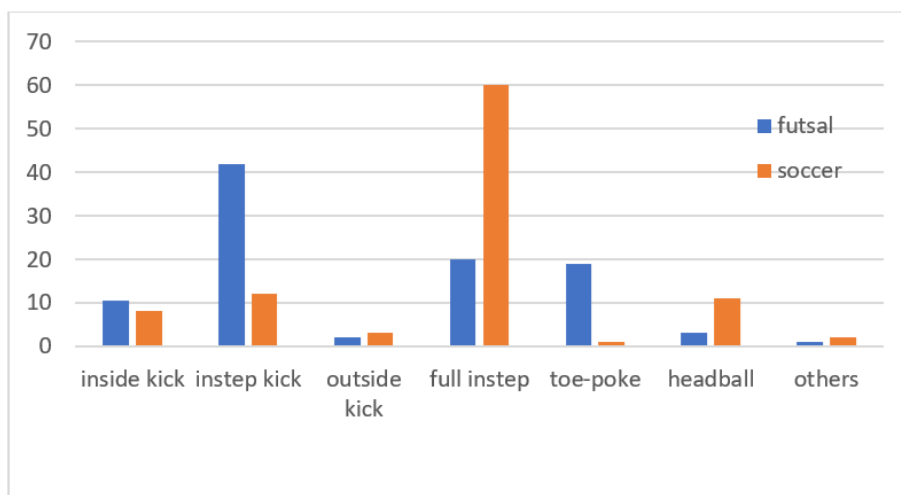
1.3.5 การเตะด้วยหลังเท้า (Instep) คือ การใช้ส่วนของหลังเท้าหรือบริเวณเข่ารองเท้าเป็นด้านที่สัมผัสลูกบอล ดังภาพประกอบ 6 มีวิธีการดังนี้ วางเท้าหลักให้อยู่ด้านข้างลูกบอล ปลายเท้าจุ่ม เกร็งข้อเท้า หัวเข่าอยู่ในระดับเหนือลูก ใช้แรงเหวี่ยงจากสะโพก กระแทกลูกบอลบริเวณกึ่งกลาง ส่งเท้าตามแรงเหวี่ยง (คณาธิป จิระสัญญาณสกุล, 2548) การเตะด้วยหลังเท้าทำให้ลูกบอลมีความแรงและกำลัง (Katis et al., 2013) อีกทั้งยังเป็นทักษะที่นักกีฬานิยมใช้ในการยิงประตูบ่อยที่สุดและเป็นท่าการเคลื่อนไหวที่เป็นธรรมชาติที่สุด (การกีฬาแห่งประเทศไทย, 2547; ปริศักย์ รอดโพธิ์ทอง, 2544)



ภาพประกอบ 6 ลักษณะการเตะด้วยหลังเท้า

1.4 องค์ประกอบสำคัญของทักษะการยิงประตู

ทักษะการยิงประตู เป็นหัวใจสำคัญในฟุตบอลเพราะเป็นทักษะที่ใช้เพื่อตัดสินผลแพ้ชนะในเกมการแข่งขันของกีฬาชนิดนี้ มีปัจจัยมากมายที่เป็นตัวแปรและมีความซับซ้อนซึ่งนักกีฬาจำเป็นต้องใช้ทักษะอย่างชำนาญ เพื่อคาดการณ์ให้การเคลื่อนที่ของรยางค์ส่วนล่างสัมพันธ์กับลูกบอล (Luiz Henrique Palucci et al., 2016) ซึ่งการศึกษาที่ผ่านมามีพบว่าการเคลื่อนไหวที่ลูกบอลเคลื่อนที่กลับเร็วไปกับพื้นเป็นสถานการณ์ที่พบมากที่สุดในเกมการแข่งขันและนักกีฬาจะใช้ทักษะการเตะกับลูกบอลในสถานการณ์ดังกล่าวมากที่สุด (Barbieri et al., 2010, 2015) ส่วนสถานการณ์ที่ลูกบอลหยุดนิ่งจะใช้สำหรับการเตะลูกโทษนอกเขต (Free Kicks) และในเขต (Penalties) เท่านั้น (Egan et al., 2007) ซึ่งทักษะการเตะลูกบอลมีองค์ประกอบสำคัญ ได้แก่ ความเร็วเชิงมุมของรยางค์ส่วนล่าง ความเร็วของลูกบอลและความแม่นยำ (Barbieri et al., 2010; Luiz Henrique Palucci et al., 2016) ซึ่งการศึกษาของ Althoff and Hennig (2011) ได้เปรียบเทียบทักษะการยิงประตูระหว่างฟุตบอลและฟุตซอล ผลการศึกษาพิจารณาจากภาพประกอบ 7 พบว่า ฟุตบอลใช้ทักษะการยิงประตูด้วยหลังเท้ามากที่สุด คิดเป็นประมาณร้อยละ 70 และรองลงมา คือ ทักษะการยิงประตูด้วยการโหม่ง คิดเป็นประมาณร้อยละ 10 ส่วนกีฬาฟุตซอลทักษะที่ใช้ในการยิงประตูมากที่สุด คือ หลังเท้าเช่นเดียวกัน คิดเป็นประมาณร้อยละ 60 และรองลงมา คือ ทักษะการยิงประตูด้วยหัวเข่า คิดเป็นประมาณร้อยละ 19



ภาพประกอบ 7 แผนภูมิแท่งแสดงทักษะการยิงประตูที่ใช้บ่อยระหว่างฟุตบอลและฟุตซอล

ที่มา: Althoff, K., & Hennig, E. (2011). A comparison of futsal and outdoor soccer – consequences for footwear design. *Footwear Science*, 3(sup1): P. S1.

จากการทบทวนวรรณกรรมพบว่า การศึกษาทักษะการเตะลูกบอลในฟุตบอลมีมากมาย ตรงกันข้ามกับฟุตบอล อย่างไรก็ตามการเปรียบเทียบหรือสรุปผลลัพธ์ควรพิจารณาอย่างรอบคอบ แม้มีความคล้ายคลึงกันทั้งรูปแบบของการใช้ทักษะและเกมการแข่งขัน แต่ก็มี ความแตกต่างกันอยู่มาก เช่น พื้นของสนาม, ร่องเท้า, ขนาดของประตู, ขนาดและน้ำหนักของ ลูกบอล (Santiago et al., 2016) ดังนั้นผลลัพธ์ที่ได้จากฟุตบอลจึงไม่สามารถคาดการณ์และสรุปผลได้โดยตรงกับฟุตบอล (Luiz Henrique Palucci et al., 2016)

2. ชีวกลศาสตร์การกีฬา

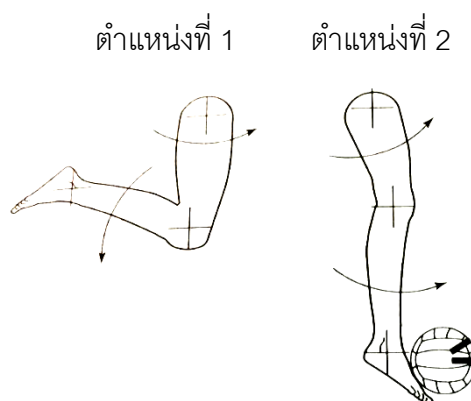
ชีวกลศาสตร์ คือ ศาสตร์ที่ศึกษาเกี่ยวกับแรงภายนอก แรงภายใน และผลที่เกิดขึ้นจากแรงที่ทำให้เกิดการเคลื่อนไหว (ศิริรัตน์ นีรัญรัตน์, 2551; สาลี สุภาภรณ์, 2541) หรือการศึกษา ระบบการทำงานโครงสร้างของร่างกายที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนไหว แล้วนำมาประยุกต์ใช้ตามหลักกลศาสตร์ (สมาคมฟุตบอลแห่งประเทศไทย การกีฬาแห่งประเทศไทย, 2549)

ชีวกลศาสตร์การกีฬา คือ การนำองค์ความรู้ด้านชีวกลศาสตร์มาใช้วิเคราะห์และประเมิน ความสามารถของนักกีฬาและอุปกรณ์กีฬา แล้วนำมาเปลี่ยนแปลงทักษะและเทคนิคของนักกีฬา เพื่อให้ให้นักกีฬาแสดงความสามารถอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุดในการแข่งขัน ซึ่งนอกจากจะมีผลที่เป็น ประโยชน์โดยตรงกับนักกีฬาแล้ว ยังมีความสำคัญกับผู้ฝึกสอน ที่จำเป็นต้องใช้ในการวางแผน การฝึกซ้อมและการปรับยุทธวิธีให้กับนักกีฬาอีกด้วย (ศิริรัตน์ นีรัญรัตน์, 2551)

การศึกษาทางด้านชีวกลศาสตร์แบ่งออกเป็น 2 ด้าน ได้แก่ 1. การศึกษาเกี่ยวกับสภาวะ คงที่ (Static) เป็นการศึกษาการทำงานในขณะวัตถุหยุดนิ่งหรือเคลื่อนที่ด้วยความเร็วสม่ำเสมอ 2. การศึกษาเกี่ยวกับสภาวะเคลื่อนที่ (Dynamic) เป็นการศึกษาการทำงานของวัตถุที่มีการเคลื่อนที่หรือมีความเร่ง และยังสามารถวิเคราะห์รูปแบบสภาวะการเคลื่อนที่ได้ 2 รูปแบบ ได้แก่ คิเนติกส์ (Kinetics) และคิเนเมติกส์ (Kinematics) (สาลี สุภาภรณ์, 2541)

2.1 คิเนเมติกส์ในการเคลื่อนที่เชิงมุม

คิเนเมติกส์ในการเคลื่อนที่เชิงมุม (Angular Kinematics) คือ การอธิบายการเคลื่อนที่ที่เปลี่ยนแปลงไปของมุม เช่น ระยะเวลาของมุม ซึ่งมีหน่วยวัดเป็นองศาหรือเรเดียน ความเร็วเชิงมุมและความเร่งเชิงมุม ซึ่งมีหน่วยวัดเป็นเรเดียนต่อวินาทีและเรเดียนต่อวินาที กำลังสองตามลำดับ การบอกทิศทาง การเคลื่อนที่เป็นที่เข้าใจกันดังนี้ การเคลื่อนที่ตามเข็มนาฬิกา กำหนดเป็นค่าลบและการเคลื่อนที่ทวนเข็มนาฬิกา กำหนดเป็นค่าบวก พิจารณาจากภาพประกอบ 8



ภาพประกอบ 8 การเคลื่อนที่ของรอยาศ์ส่วนล่างในการเตะลูกบอล

ที่มา: Grimshaw, P. (2007). *Sport and exercise biomechanics* (1st ed.). New York: Taylor & Francis Group. P. 24.

สังเกตได้ว่า รอยาศ์ส่วนล่างทั้งข้อสะโพกและข้อเข่าจะเคลื่อนที่ในทิศทางทวนเข็มนาฬิกา เพื่อเหวี่ยงขาไปเตะลูกบอลจากตำแหน่งที่ 1 ไปยังตำแหน่งที่ 2 (Grimshaw, 2007; Robertson, 2004) เมื่อทราบถึงมุมของข้อต่อที่เปลี่ยนแปลงไปและทราบเวลาในการเคลื่อนที่ของการเตะก็สามารถคำนวณหาความเร็วเชิงมุมและความเร่งเชิงมุมของข้อต่อรอยาศ์ส่วนล่างได้ (ศิริรัตน์ หิรัญรัตน์, 2551)

ความเร็วเชิงมุม (Angular Velocity) คือ ระยะทางเชิงมุมเทียบกับเวลาที่เปลี่ยนแปลงไปที่วัตถุเคลื่อนที่ เขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$\omega = \frac{\Delta\theta}{\Delta t}$$

rad/s; ω = ความเร็วเชิงมุม
 θ = ระยะทางเชิงมุม
 t = เวลา

ความเร่งเชิงมุม (Angular Acceleration) คือ อัตราที่เปลี่ยนแปลงของความเร็วเชิงมุมเทียบกับเวลาที่เปลี่ยนแปลงไปที่วัตถุเคลื่อนที่ เขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$\alpha = \frac{\Delta\omega}{\Delta t}$$

rad/s²; α = ความเร่งเชิงมุม

2.2 คินเมติกส์ในการเคลื่อนที่เชิงเส้น

คินเมติกส์ในการเคลื่อนที่เชิงเส้น (Linear Kinematics) คือ การอธิบายการเคลื่อนที่ของวัตถุจาก จุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่งและจะเกี่ยวข้องกับ ระยะทาง (Distance) การขจัด (Displacement) อัตราเร็ว (Speed) ความเร็ว (Velocity) เวลา (Time) ความเร่ง (Acceleration) และการเคลื่อนที่แบบ วิถีโค้ง (Projectile) ดังภาพประกอบ 9 เป็นต้น (Grimshaw, 2007) เมื่อทราบถึงระยะทางที่เปลี่ยนแปลงไปและทราบเวลาในการเคลื่อนที่ ก็สามารรถคำนวณหาความเร็วและความเร่งของวัตถุนั้นได้ (ศิริรัตน์ หิรัญรัตน์, 2551)

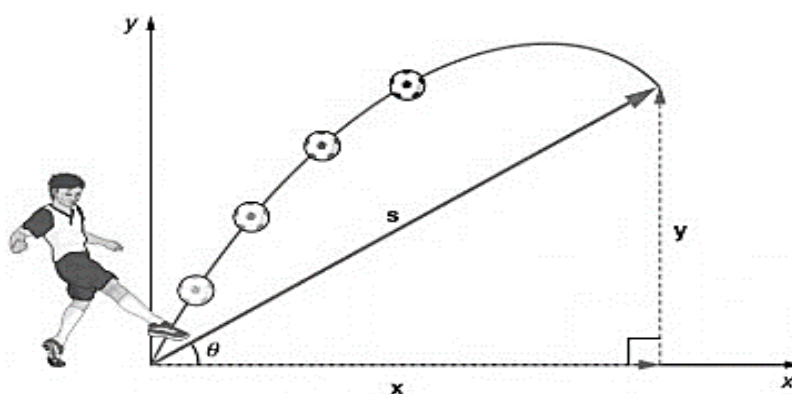
ความเร็วเชิงเส้น (Linear Velocity) คือ ระยะทางของวัตถุที่เคลื่อนที่เทียบกับเวลา ที่เปลี่ยนแปลง เขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$v = \frac{\Delta d}{\Delta t} \quad \text{m/s; } v = \text{ความเร็ว}$$

d = ระยะทาง
t = เวลา

ความเร่งเชิงเส้น (Linear Acceleration) คือ ความเร็วของวัตถุที่เปลี่ยนแปลงไปเทียบกับเวลาที่เปลี่ยนแปลง เขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} \quad \text{m/s}^2; \quad a = \text{ความเร่ง}$$

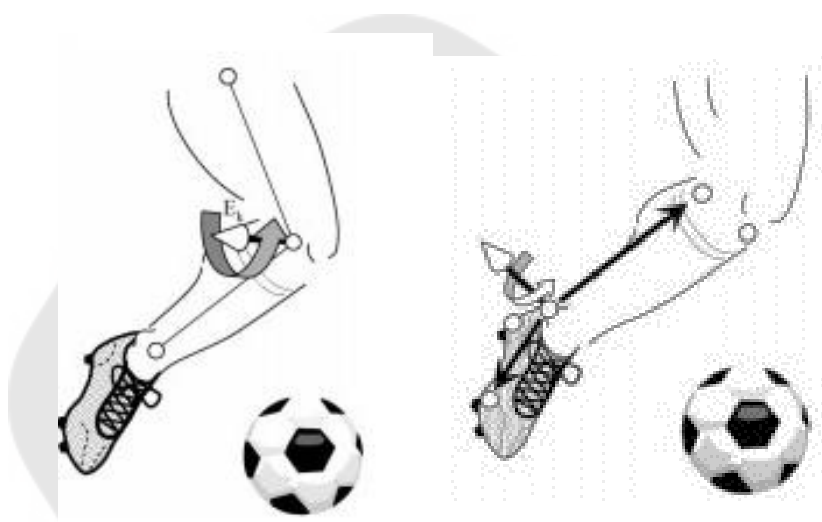


ภาพประกอบ 9 การเคลื่อนที่แบบวิถีโค้งของลูกบอล

ที่ ม ๑ : Learning L. (2017). Physics: Projectile Motion. Retrieved from <https://courses.lumenlearning.com/physics/chapter/3-4-projectile-motion>

2.3 คินเนติกส์ในการเคลื่อนที่เชิงมุม

คินเนติกส์ในการเคลื่อนที่เชิงมุม (Angular Kinetics) คือ การอธิบายถึงสาเหตุของการเคลื่อนที่เชิงมุม สามารถวัดได้ในรูปของโมเมนต์ความเฉื่อย (Moment of Inertia) ซึ่งจะขึ้นอยู่กับการกระจายตัวของมวลของวัตถุที่หมุนรอบแกน (อรวรีย์ อิงคเตชะ, 2553) และเมื่อมีแรงมากระทำต่อวัตถุที่ตำแหน่งใด ๆ ของวัตถุ และทำให้วัตถุเกิดการหมุนเรียกว่า ทอร์ก (Torque) ขนาดของทอร์ก ที่การกระทำต่อแกนหมุนมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับการเคลื่อนที่แบบหมุนของร่างกาย เช่น การหมุนของข้อสะโพก การหมุนของข้อเข่า เป็นต้น (สาลี สุภาภรณ์, 2541) ดังภาพประกอบ 10



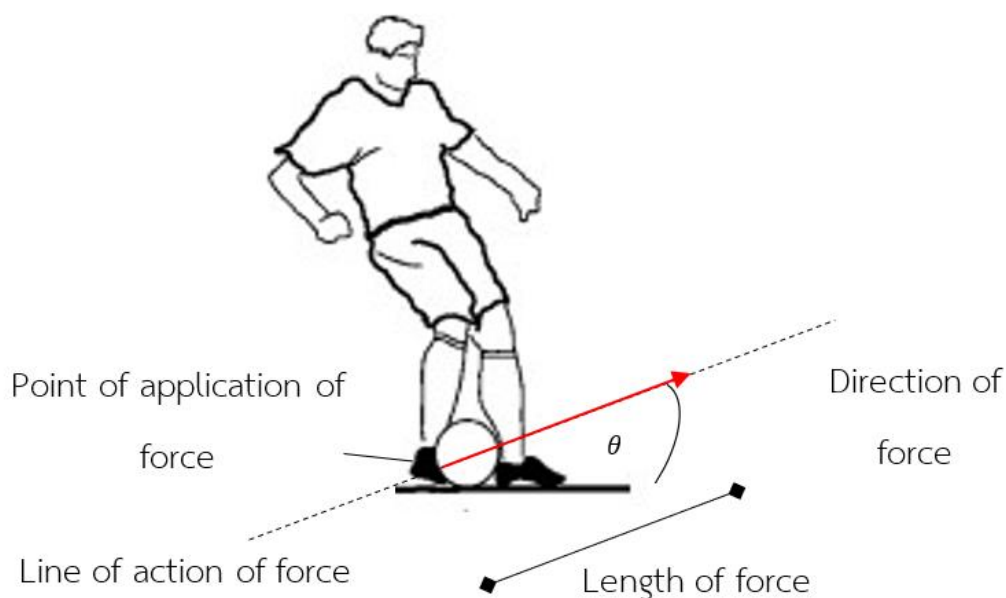
ภาพประกอบ 10 การหมุนของข้อเข่าและข้อเท้าในการเตะลูกบอล

ที่มา: Apriantono, T., Nunome, H., Ikegami, Y., & Sano, S. (2006). The effect of muscle fatigue on instep kicking kinetics and kinematics in association football. *Journal of Sports Sciences*, 24(9). P.954.; Nunome, H., Lake, M., Georgakis, A., & Stergioulas, L. K. (2006). Impact phase kinematics of instep kicking in soccer. *Journal of Sports Sciences*, 24(1). P. 12.

2.4 คินเนติกส์ในการเคลื่อนที่เชิงเส้น

คินเนติกส์ในการเคลื่อนที่เชิงเส้น (Linear Kinetics) คือ การอธิบายถึงสาเหตุของการเคลื่อนที่เชิงเส้นหรือการทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของการเคลื่อนที่ รูปร่างหรือทั้งการเคลื่อนที่และรูปร่างของวัตถุ ซึ่งหมายถึง แรง (Force) (อรวรีย์ อิงคเตชะ, 2553) เมื่อมีแรงลัพธ์มากระทำกับวัตถุ จะทำให้วัตถุเคลื่อนที่หรือถ้าหากวัตถุนั้นมีการเคลื่อนที่อยู่แล้ว แรงอาจจะทำให้วัตถุเคลื่อนที่

เร็วขึ้น ช้าลง หยุดนิ่งหรือเปลี่ยนแปลงทิศทางการเคลื่อนที่ (สาลี สุภาภรณ์, 2541) ซึ่งแรงประกอบไปด้วย 1.ขนาดของแรง (Length of force) 2. ทิศทางของแรง (Direction of force) 3. จุดที่แรงกระทำต่อวัตถุ 4. แนวการกระทำ (Line of action of force) (Kreighbaum, 1996) ดังภาพประกอบ 11



ภาพประกอบ 11 องค์ประกอบของแรงประยุกต์ในการเตะลูกบอล

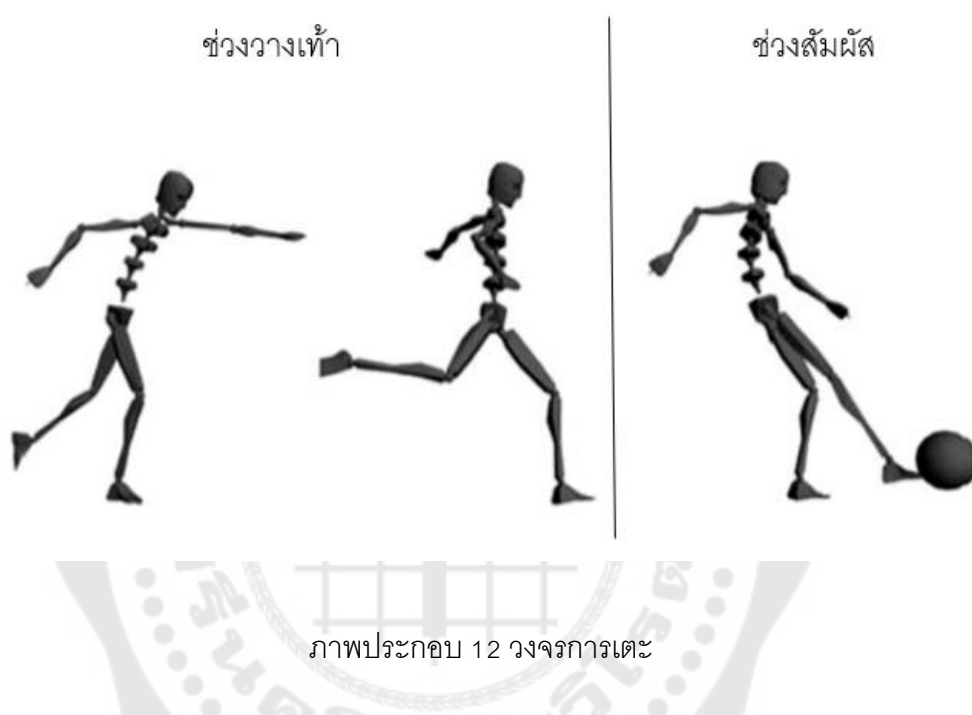
ที่มา: Nunome, H., Asai, T., Ikegami, Y., & Sakurai, S. (2002). Three-dimensional kinetic analysis of side-foot and instep soccer kicks. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 34(12). P. 2023.

3. งานวิจัยทางชีวกลศาสตร์การกีฬาและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในกีฬาฟุตบอล

การเคลื่อนที่ในการเตะลูกบอลอธิบายเป็นขั้นตอนดังนี้ เริ่มจากการก้าวของขาข้างที่รองรับน้ำหนักร่างกาย เรียกว่า ขาหลัก (Support Leg) วางลงบนพื้น จากนั้นขาข้างที่ใช้ในการเตะลูกบอล จึงจะเคลื่อนที่เพื่อทำการเตะ โดยเริ่มจากการเหยียดของข้อสะโพก และตามด้วยการงอของข้อเข่าลักษณะเหวี่ยงขาไปทางด้านหลัง หลังจากนั้นทำการเหวี่ยงขามาทางด้านหน้า โดยการงอของข้อสะโพก การเหยียดของข้อเข่าและการเหยียดของข้อเท้าเพื่อจะไปสัมผัสลูกบอล (เกริกวิทย์ พงศ์ศรี, 2549) เรียกช่วงการเคลื่อนไหวนี้อีกว่า ช่วงวางเท้า (Support phase) ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 65 ของการเคลื่อนไหวในทักษะการเตะ ช่วงที่เท้าสัมผัสลูกบอลจะเรียกว่า ช่วง

สัมผัส (Contact phase) ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 35 ของการเคลื่อนไหวในทักษะการเตะ (Barbieri et al., 2010)

วงจรการเตะ Kicking Cycle คือ การวิเคราะห์ตัวแปรคิเนเมติกส์ของการเคลื่อนไหวในการเตะลูกบอล โดยเริ่มตั้งแต่ช่วงวางเท้า เมื่อปลายเท้าข้างที่ใช้ในการเตะยกเหนือพื้น (Toe-off) ตลอดจนถึงช่วงสัมผัส จนกว่าลูกบอลจะถูกเตะออกจากเท้า ดังภาพประกอบ 12



ที่มา: Barbieri, F. A., Gobbi, L. T. B., Santiago, P. R. P., & Cunha, S. A. (2010). Performance comparisons of the kicking of stationary and rolling balls in a futsal context. *Sports Biomechanics*, 9(1): P. 4.

3.1 ความเร็วในการเตะลูกบอล

ความเร็วในการเตะลูกบอล คือ ความเร็วของลำดับการเคลื่อนที่ของร่างกายส่วนล่างเป็นแนวทางในการปรับเปลี่ยนตามสถานการณ์ของนักกีฬา เพื่อให้เท้าสัมผัสลูกบอลได้สมบูรณ์ ซึ่งส่งผลต่อความเร็วและความแม่นยำของลูกบอล (Barbieri et al., 2015) การเตะลูกบอลเริ่มจากการเคลื่อนไหวของร่างกายส่วนล่าง ตั้งแต่การงอขาเหวี่ยงช่วงวางเท้าไปถึงช่วงสัมผัสจนกว่าลูกบอลจะออกจากเท้า (Barbieri et al., 2010) ซึ่งความเร็วในการเคลื่อนที่ของร่างกายส่วนล่างเป็นองค์ประกอบสำคัญอันดับแรกของทักษะการเตะ (Kirkendall & Yu, 2002) เมื่อนักกีฬาเตะลูกบอลอย่างรวดเร็วหรือใช้เวลาน้อยสำหรับวงจรการเตะ (Kicking cycle) จะทำให้ผู้รักษาประตูไม่ทัน

เตรียมพร้อมในการป้องกันประตู (Dörge et al., 2002) โดยปัจจัยหลักที่ส่งผลต่อความเร็วของรยางค์ส่วนล่าง คือ การเคลื่อนที่ของข้อสะโพกลักษณะการงอเหยียดในช่วงวางเท้า (Kirkendall & Yu, 2002) ซึ่งอาศัยแรงจากกล้ามเนื้อต้นขา ทำให้เกิด ทอร์ก (Torque) ที่ข้อสะโพก จากนั้นข้อสะโพกเกิดการงอเหยียด (Apriantono et al., 2006) ทำให้เกิดการเหวี่ยงของรยางค์ส่วนล่างสุดท้ายแรงเหวี่ยงที่สร้างขึ้นจะถูกส่งต่อมาและมีผลทำให้ความเร็วเชิงเส้นของเท้าเพิ่มขึ้น (Ozaki et al., 2012) จากการศึกษาก่อนหน้านี้พบว่า มีความสัมพันธ์เชิงบวกระหว่างความแข็งแรงกล้ามเนื้อต้นขากับความเร็วของลูกบอล (Luiz Henrique Palucci et al., 2016) สอดคล้องกับการศึกษาก่อนหน้านี้ที่พบว่า ความเร็วเชิงมุมของรยางค์ส่วนล่างเป็นตัวกำหนดความเร็วของเท้า (Dörge et al., 2002; Shan & Westerhoff, 2005)

ความเร็วของลูกบอลเป็นเรื่องสำคัญที่จะช่วยให้ได้ประตู เนื่องจากจะทำให้ผู้รักษาประตูมีระยะเวลาสั้น ๆ ที่จะแสดงปฏิกิริยาตอบโต้ในการป้องกันประตู (Dörge et al., 2002) ความเร็วของลูกบอลในการยิงประตูให้ลูกบอลพุ่งเร็วดีพื้นมีมากกว่าการยิงประตูให้ลูกบอลพุ่งไปด้านบน (Huang et al., 2013) ซึ่งความเร็วของเท้ามีความสัมพันธ์เชิงบวกกับความเร็วของลูกบอล (Kellis & Katis, 2007) แสดงให้เห็นว่าความเร็วของเท้าเป็นตัวกำหนดความเร็วของลูกบอล (Egan et al., 2007) ด้วยเหตุนี้ความเร็วของเท้าในขณะที่สัมผัสลูกบอลจึงเป็นหนึ่งในปัจจัยสำคัญ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Nunome et al. (2002) พบความแตกต่างของความเร็วลูกบอลในการเปรียบเทียบการเตะลูกบอลระหว่าง ช้างเท้าด้านในและหลังเท้าในกีฬาฟุตบอล ซึ่งสรุปได้ว่าไม่ได้เกิดจากประสิทธิภาพที่เท้ากระทบลูกบอล แต่เกิดจากความเร็วสุดท้ายของเท้าก่อนสัมผัสลูกบอลและตำแหน่งที่เหมาะสมที่เท้าสัมผัสกับลูกบอล (Andersen & Dörge, 2011; Apriantono et al., 2006; Barbieri et al., 2010; Dörge et al., 2002; Kellis & Katis, 2007; Nunome et al., 2002; Nunome, Ikegami, et al., 2006; Santiago et al., 2016)

3.2 ความสำเร็จในการยิงประตู

ความสำเร็จในการยิงประตู คือ การเตะลูกบอลให้เคลื่อนที่ไปยังทิศทางที่แม่นยำที่สุดเป็นไปตามที่ต้องการ ซึ่งนั่นหมายถึงจุดประสงค์หลักที่นักกีฬาทำการยิงประตูเพื่อให้ลูกบอลมุ่งเข้าสู่ประตูของฝั่งตรงข้ามเพื่อผลแพ้ชนะของเกมการแข่งขัน ผู้รักษาประตูฝั่งตรงข้ามจะพยายามปิดพื้นที่ประตูเพื่อเพิ่มความยากในการยิงประตู การเคลื่อนที่ของข้อเท้าจะมีการปรับเปลี่ยนตามสถานการณ์ของลูกบอลที่ถลึงมา นักกีฬาจะพยายามทำให้เท้าสัมผัสกับลูกบอลให้ได้สมบูรณ์แบบที่สุดเพื่อให้ลูกบอลมีความแม่นยำตามที่ต้องการ อย่างไรก็ตามการเพิ่มความเร็วเชิงมุมของรยางค์ส่วนล่างไม่ได้ทำให้ความแม่นยำเพิ่มขึ้น (Barbieri et al., 2010)

การศึกษาที่ผ่านมาพบว่า นักกีฬาได้รับคำสั่งให้เตะลูกบอลเพื่อเน้นทิศทางและความแม่นยำ สิ่งที่เกิดขึ้นคือ ความเร็วของลูกบอลและความเร็วเชิงมุมของรยางค์ส่วนล่างจะน้อยกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับคำสั่งที่ให้นักกีฬาเตะลูกบอลเพื่อเน้นความแรงและกำลัง (Kellis & Katis, 2007) สอดคล้องกับการศึกษาของ Andersen and Dörge (2011) พบว่าความเร็วของลูกบอลจะลดลงเหลือ 85% ของความเร็วของลูกบอลสูงสุด เมื่อนักกีฬาทำการเตะเพื่อเน้นความแม่นยำภายใต้เงื่อนไขที่ให้นักกีฬาพยายามทำความเร็วของลูกบอลสูงสุดเท่าที่จะทำได้ ความเร็วของลูกบอลที่ลดลงเกิดจากการควบคุมการเคลื่อนที่ของรยางค์ส่วนล่างที่มีการเคลื่อนที่ช้าลง (Kellis & Katis, 2007) เนื่องจากนักกีฬามีจุดประสงค์ให้เท้าสัมผัสกับลูกบอลที่ตำแหน่งเหมาะสมที่สุด เพื่อให้แน่ใจถึงทิศทางของลูกบอลเป็นไปตามต้องการ เหตุผลดังกล่าวเป็นตัวบ่งบอกให้เห็นถึงข้อจำกัดของประสิทธิภาพในการเตะลูกบอลระหว่างความแม่นยำและความเร็วของลูกบอล อย่างไรก็ตาม การศึกษาในฟุตบอลพบว่า นักกีฬาฟุตบอลที่มีประสบการณ์จะเสียความเร็วในการเตะเพียงเล็กน้อยเพื่อเพิ่มความแม่นยำ แต่ความเร็วของเท้าในช่วงที่สัมผัสลูกบอลไม่แตกต่างกับนักฟุตบอลที่ไม่มีประสบการณ์ (Egan et al., 2007) และการศึกษาของ Huang et al. (2013) ยังพบว่า การยิงประตูไปยังทิศทางที่แตกต่างกัน เช่น มุมบน-ล่าง หรือด้านซ้าย-ขวาของประตูนั้น ทำให้การเคลื่อนที่เชิงมุมของรยางค์ส่วนล่าง มีความแตกต่างกัน

3.3 ปัจจัยอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องในการเตะลูกบอล

ทักษะการเตะลูกบอลยังมีปัจจัยอื่น ๆ ที่ส่งผลกระทบต่อความเร็วในการเตะและความสำเร็จในการยิงประตู ที่ควรนำมาพิจารณาเป็นปัจจัยภายนอก ได้แก่

3.3.1 ตำแหน่งบริเวณที่เท้าสัมผัสกับลูกบอล (Dörge et al., 2002; Nunome et al., 2002; Nunome, Lake, et al., 2006; Santiago et al., 2016) ถ้าเตะลูกบอลเข้าที่ตำแหน่งตรงกลางของลูกบอล จะทำให้ลูกบอลมีทิศทางใกล้เคียงวิถีตรง ลูกบอลสามารถทำความเร็วสูงสุดเท่าที่จะเป็นไปได้และมีการหมุนของลูกน้อยที่สุด ในทางตรงกันข้าม ถ้าเตะลูกบอลไปยังตำแหน่งที่มุมของลูกบอล จะทำให้ความเร็วของลูกบอลต่ำกว่าเพราะมีการหมุนของลูกบอลเพิ่มขึ้นและจะมีการเคลื่อนที่ในทิศทางโค้ง (Kellis & Katis, 2007) ตำแหน่งที่เท้าสัมผัสกับลูกบอลขึ้นอยู่กับการใช้ทักษะการเตะแบบใดแบบหนึ่ง เพราะการเตะในแต่ละทักษะจะมีความแตกต่างกันของตำแหน่งที่เท้าสัมผัสกับลูกบอลซึ่งนักกีฬาจะเป็นคนตัดสินใจและประยุกต์ใช้ตามสถานการณ์และความเชี่ยวชาญ (Lapresa et al., 2013)

3.3.2 ขาข้างที่ใช้เตะลูกบอลเป็นขาข้างถนัดหรือไม่ถนัด เนื่องจากในการแข่งขันผู้เล่นถูกบังคับให้เล่นขาข้างใดข้างหนึ่งตามสถานการณ์ ดังนั้นนักกีฬาอาชีพจึงมี

การฝึกซ้อมขาทั้งสองข้างให้มีความถนัดที่เท่าเทียมกันและไม่มีข้อแตกต่างมากเกินไป (Nunome, Ikegami, et al., 2006) ซึ่งการศึกษาที่ผ่านมาพบว่า นักกีฬาฟุตบอลอาชีพมีอัตราความสำเร็จใกล้เคียงกันระหว่างการเตะลูกบอลด้วยขาข้างถนัดกับไม่ถนัด (Barbieri et al., 2010, 2015; Carey et al., 2001; Luiz Henrique Palucci et al., 2016) ถึงแม้จะไม่มี ความแตกต่างกัน แต่ผล การศึกษาที่ผ่านมาพบว่า ขาข้างถนัดมีความแม่นยำ ความเร็วของลูกบอลและความเร็วเชิงมุมของ ทรายางค์ส่วนล่างมากกว่าขาข้างที่ไม่ถนัด (Teixeira, Silva, & Carvalho, 2003) สาเหตุเกิดจาก การเตะด้วยขาข้างที่ไม่ถนัดแสดงให้เห็นถึงข้อผิดพลาดของลำดับการเคลื่อนที่ของทรายางค์ส่วนล่าง (Katis et al., 2013)

3.3.3 ลักษณะของลูกบอลมีลักษณะอย่างไรในขณะที่กำลังยิงประตู สถานการณ์ ที่ลูกบอลเคลื่อนที่กลิ้งเร็วเป็นสถานการณ์ที่นักกีฬาพบในเกมการแข่งขันมากที่สุด (Barbieri et al., 2010) ส่วนลักษณะที่ลูกบอลหยุดนิ่งจะใช้สำหรับการเตะลูกโทษนอกเขต (Free Kicks) และในเขต (Penalties) เท่านั้น (Egan et al., 2007) ในการศึกษาก่อนหน้านี้พบว่า รูปแบบ การเคลื่อนที่ของทรายางค์ส่วนล่างมีความแตกต่างกัน เมื่อเปรียบเทียบกับสถานการณ์ของลูกบอล ที่มีลักษณะแตกต่างกัน ซึ่งมีความสมเหตุสมผล (Barbieri et al., 2010, 2015; Tol, Slim, van Soest, & van Dijk, 2002) การยิงประตูในสถานการณ์ที่ลูกบอลเคลื่อนที่เป็นเรื่องยากและ ซับซ้อน นักกีฬาจำเป็นต้องคาดคะเนทิศทาง การเคลื่อนที่ของลูกบอลและตำแหน่งที่จะให้เท้า สัมผัสกับลูกบอล ซึ่งเป็นการวางแผนในการใช้ทักษะการเตะค่อนข้างยาก (Barbieri et al., 2015)

3.3.4 ระยะเวลาในการยิงประตู คือ ตำแหน่งจากจุดที่ทำการยิงประตูจนถึงประตู ฝั่งตรงข้ามเป็นปัจจัยที่ส่งผลให้นักกีฬาตัดสินใจในเรื่องของความเร็วของลูกบอล นักกีฬาอาจมี ความจำเป็น ที่ต้องพยายามให้ความเร็วของลูกบอลสูงสุดเท่าที่จะทำได้หรืออาจไม่มีความจำเป็น ถ้าหากระยะห่างจากจุดเตะมีระยะใกล้ประตู ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสถานการณ์ในเกมการแข่งขัน อย่างไรก็ตาม ประสิทธิภาพในการยิงประตูมีจุดประสงค์เดียวกันนั่นคือ การเตะลูกบอลด้วยการส่งแรง ให้ลูกบอลเคลื่อนที่ด้วยความเร็วและมีทิศทางที่แม่นยำที่สุด (Barbieri et al., 2010) จากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่า บริเวณที่นักกีฬาทำการยิงประตู คือ บริเวณจุดโทษจุดที่ 2 (ระยะห่าง จากเส้นประตู 10 เมตร) โดยมีพื้นที่กว้าง 7.5 เมตร (วัดจาก จุดโทษจุดที่ 2 ออกมาซ้ายและขวา 3.75 เมตร) ซึ่งพื้นที่ดังกล่าวเป็นพื้นที่ที่นักกีฬาทำการยิงประตูบ่อยที่สุดและมีแนวโน้มของ ความสำเร็จในการยิงประตูเพิ่มขึ้น (Lapresa et al., 2013)

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

1. การกำหนดประชากรและการสุ่มกลุ่มตัวอย่าง
2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การเก็บรวบรวมข้อมูล
4. วิธีวัดตัวแปร
5. การวิเคราะห์ข้อมูล

การกำหนดประชากรและการสุ่มกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร

นักกีฬาฟุตบอลเพศชายที่เข้าร่วมรายการแข่งขันกีฬามหาวิทยาลัยแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 46 ประจำปี 2019 จำนวน 336 คน

กลุ่มตัวอย่าง

นักกีฬาฟุตบอลเพศชาย จำนวน 12 คน (อายุ = 20 ± 2 ปี, น้ำหนัก = 69.29 ± 10.50 กิโลกรัม, ส่วนสูง = 1.75 ± 0.05 เมตร และกำลังความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขาทดสอบด้วยท่า Countermovement jump โดยเครื่อง G-walk = 4.95 ± 1.12 กิโลวัตต์) ได้มาจากการเลือกแบบเฉพาะเจาะจง ซึ่งได้รับรางวัลชนะเลิศอันดับ 1-3 ในรายการแข่งขันกีฬามหาวิทยาลัยแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 46 ประจำปี 2019 และเป็นนักกีฬาที่ถนัดขาข้างขวา

เกณฑ์การคัดเข้า

1. เป็นนักกีฬาฟุตบอลที่เข้าร่วมรายการแข่งขันกีฬามหาวิทยาลัยแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 46 ประจำปี 2019

2. ได้รับรางวัลชนะเลิศอันดับ 1-3
3. เพศชาย
4. อายุระหว่าง 18-23 ปี
5. ถนัดขาข้างขวา

เกณฑ์การคัดออก

1. นักกีฬามีอาการบาดเจ็บ
2. นักกีฬาไม่ประสงค์จะเข้าร่วมงานวิจัย

จริยธรรมการทำวิจัย

งานวิจัยนี้ผ่านความเห็นชอบจากคณะกรรมการจริยธรรมสำหรับพิจารณาโครงการวิจัยที่ทำในมนุษย์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เลขที่ SWUEC-G-151/2562X โดยผู้เข้าร่วมงานวิจัยทุกคนยินยอมในการเข้าร่วมและทราบถึงวัตถุประสงค์ของการศึกษารวมถึงรายละเอียดของงานวิจัยและผู้เข้าร่วมสามารถถอนตัวออกได้ทุกกรณี

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การวิเคราะห์การเคลื่อนไหวแบบระบบ 3 มิติ บันทึกภาพทักษะการยิงประตูของนักกีฬา ดังนี้

1. กล้องวิดีโอบันทึกภาพเคลื่อนไหวระบบอินฟราเรด ยี่ห้อ Qualisys รุ่น OQUS7+ พร้อมขาตั้งกล้อง จำนวน 6 ชุด ความถี่ในการจับภาพ 200 เฟรมต่อวินาที สำหรับบันทึกภาพการเคลื่อนไหวของนักกีฬา โดยใช้เก็บข้อมูลตัวแปรทางคิเนเมติกส์ ได้แก่ 1. ความเร็วเชิงมุมของรยางค์ส่วนล่าง (ข้อสะโพก ข้อเข่าและข้อเท้า) 2. ความเร็วเชิงเส้นของเท้า ในการเตะด้วยหลังเท้า และหัวเข่า



ภาพประกอบ 13 กล้องวิดีโอบันทึกภาพเคลื่อนไหวระบบอินฟราเรดแบบ 3 มิติ

2. โปรแกรมสำเร็จรูปวิเคราะห์การเคลื่อนไหวข้อเท้า Qualisys Track Manager Software

3. เครื่องหมายติดตามร่างกายหรือมาร์คเกอร์ (Marker) เพื่อบอกพิกัดของข้อต่อต่าง ๆ ของร่างกายตามหลักสรีรวิทยา โดยติดแบบ Skin marker ของ Qualisys - Plug-in Gait full body modeling ทั้งหมด 35 ตำแหน่ง

4. อุปกรณ์กำหนดพิกัด T-pod (Calibration Frame)

5. รองเท้าฟุตบอล ยี่ห้อ Pan รุ่น Wavell

6. ลูกฟุตบอลยี่ห้อ Molten (ความดันลม 0.4-0.6 ระดับบรรยากาศ) จำนวน 5 ลูก

7. ประตูฟุตบอลมาตรฐาน ขนาด 2x3 เมตร

8. เป้าหมาย ขนาด 1x1 เมตร ติดตั้งที่กลางประตู



ภาพประกอบ 14 ประตูฟุตบอลและเป้าหมาย

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ผู้วิจัยยื่นเรื่องไปทางบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อทำหนังสือขอความอนุเคราะห์ให้ใช้สถานที่และอุปกรณ์ในการเก็บข้อมูลวิจัย
2. ผู้วิจัยยื่นเรื่องไปทางต้นสังกัดของนักกีฬา เพื่อทำหนังสือขอความอนุเคราะห์ส่งนักกีฬามาเป็นกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้
3. ผู้วิจัยเก็บข้อมูล pilot study เพื่อทดสอบเครื่องมือวิจัยและขั้นตอนการเก็บข้อมูลก่อนการเก็บข้อมูลจริง
4. ผู้วิจัยอธิบายเกี่ยวกับวัตถุประสงค์และรายละเอียดของขั้นตอนการเก็บข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ให้กลุ่มตัวอย่างทราบ
5. ผู้วิจัยเก็บข้อมูลพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ อายุ น้ำหนัก และส่วนสูง
6. กลุ่มตัวอย่างทำการทดสอบกำลังแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขาด้านขวาด้วยการทดสอบ Counter Movement Jump (CMJ) โดยเครื่อง G-walk
7. ขั้นตอนการเก็บข้อมูล ดังนี้
 - ขั้นตอนที่ 1 ผู้วิจัยจัดเตรียมเครื่องมือวิจัยในการเก็บข้อมูลและสถานที่ โดยทำการ Calibration บริเวณพื้นที่ที่ใช้เก็บข้อมูลซึ่งมีขนาด 2 X 4 X 2 เมตร
 - ขั้นตอนที่ 2 กลุ่มตัวอย่างทำการอบอุ่นร่างกายก่อนทำการทดสอบใช้เวลา 20 นาที ดังนี้
 1. อบอุ่นร่างกายแบบทั่วไป ยืดเหยียดกล้ามเนื้อ เป็นเวลา 10 นาที
 2. อบอุ่นร่างกายแบบเฉพาะ ได้แก่ ทักษะการเตะลูกบอลด้วยหลังเท้าและหัวเข่า เป็นเวลา 10 นาที
 - ขั้นตอนที่ 3 เมื่อกลุ่มตัวอย่างทำการอบอุ่นร่างกายเสร็จแล้ว ผู้วิจัยจึงทำการติดมาร์คเกอร์ตามข้อต่อของร่างกายทั้งหมด 35 ตำแหน่ง ดังตาราง 1 และภาพประกอบ 15

ตาราง 1 ตำแหน่งติดมาร์คเกอร์

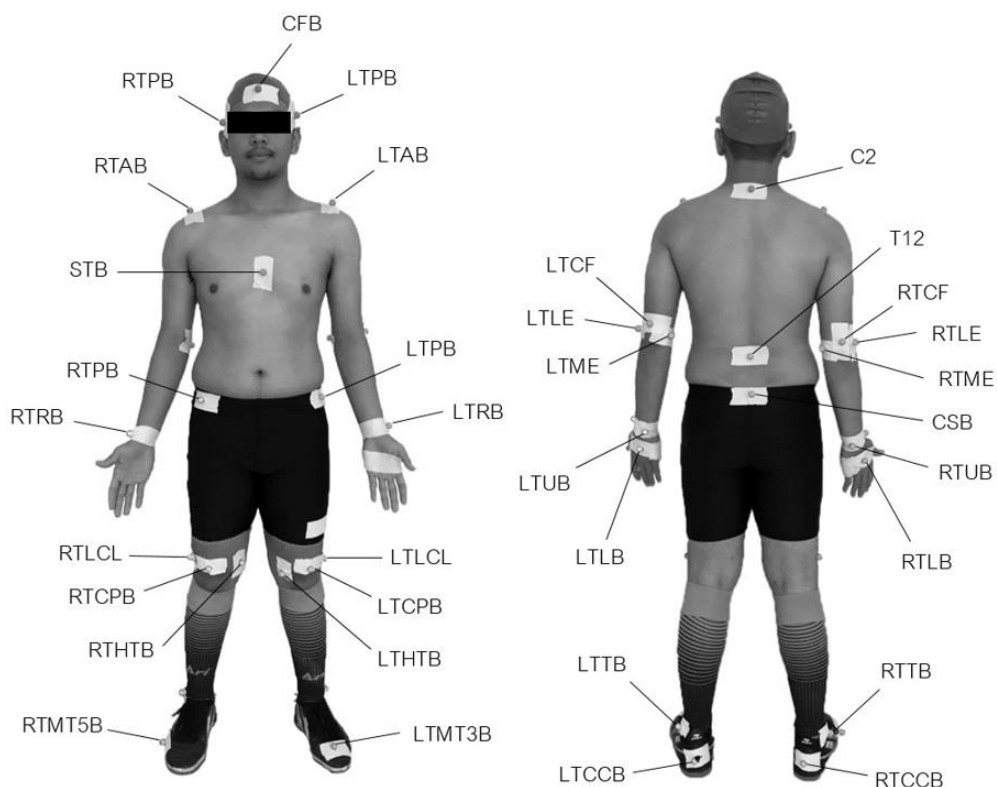
| ลำดับ | ส่วนของร่างกาย | บริเวณที่ติดตั้ง | ชื่อย่อ |
|-------|----------------|------------------------|---------|
| 1 | Head | Center of Frontal Bone | CFB |
| 2 | | Right Parietal Bone | RTPB |
| 3 | | Left Parietal Bone | LTPB |

ตาราง 1 (ต่อ)

| ลำดับ | ส่วนของร่างกาย | บริเวณที่ติดตั้ง | ชื่อย่อ |
|-------|----------------|----------------------------------|---------|
| 4 | Shoulder | Right Acromion Bone | RTAB |
| 5 | | Left Acromion Bone | LTAB |
| 6 | Chest | Sternum Bone | STB |
| 7 | Back | Cervical 2 | C2 |
| 8 | | Thoracic 12 | T12 |
| 9 | Pelvis | Right Public Bone | RTPB |
| 10 | | Left Public Bone | LTPB |
| 11 | | Center of Sacrum Bone | CSB |
| 12 | Elbow | Right Coronoid Fossa | RTCF |
| 13 | | Light Coronoid Fossa | LTCF |
| 14 | | Right Lateral Epicondyle | RTLE |
| 15 | | Light Lateral Epicondyle | LTLE |
| 16 | | Right Medial Epicondyle | RTME |
| 17 | | Light Medial Epicondyle | LTME |
| 18 | Hand | Right Lunate Bone | RTLB |
| 19 | | Left Lunate Bone | LTLB |
| 20 | | Right Ulna Bone | RTUB |
| 21 | | Left Ulna Bone | LTUB |
| 22 | | Right Radial Bone | RTRB |
| 23 | | Light Radial Bone | LTRB |
| 24 | Knee | Right Lateral Cartilage Ligament | RTLCL |
| 25 | | Left Lateral Cartilage Ligament | LTCL |
| 26 | | Right Center of Patella Bone | RTCPB |
| 27 | | Left Center of Patella Bone | LTCPB |
| 28 | | Right Head Tibia Bone | RTHTB |
| 29 | | Left Head Tibia Bone | LTHTB |

ตาราง 1 (ต่อ)

| ลำดับ | ส่วนของร่างกาย | บริเวณที่ติดตั้ง | ชื่อย่อ |
|-------|----------------|--------------------------|---------|
| 30 | Foot | Right Metatarsal V Bone | RTMT5B |
| 31 | | Left Metatarsal III Bone | LTMT3B |
| 32 | | Right of Calcaneus Bone | RTCCB |
| 33 | | Left of Calcaneus Bone | LTCCB |
| 34 | | Right of Talus Bone | RTTB |
| 35 | | Left of Talus Bone | LTTB |



ภาพประกอบ 15 ตำแหน่งติดมาร์คเกอร์

ขั้นตอนที่ 4 กลุ่มตัวอย่างเตรียมพร้อมที่จุดยิงประตู ลูกบอลวางไว้ที่ตำแหน่งจุดยิง ระยะห่างจากเป้าหมาย 10 เมตร (จุดโทษจุดที่ 2)

ขั้นตอนที่ 5 เมื่อกลุ่มตัวอย่างพร้อมทำการทดสอบให้แจ้งกับผู้วิจัย

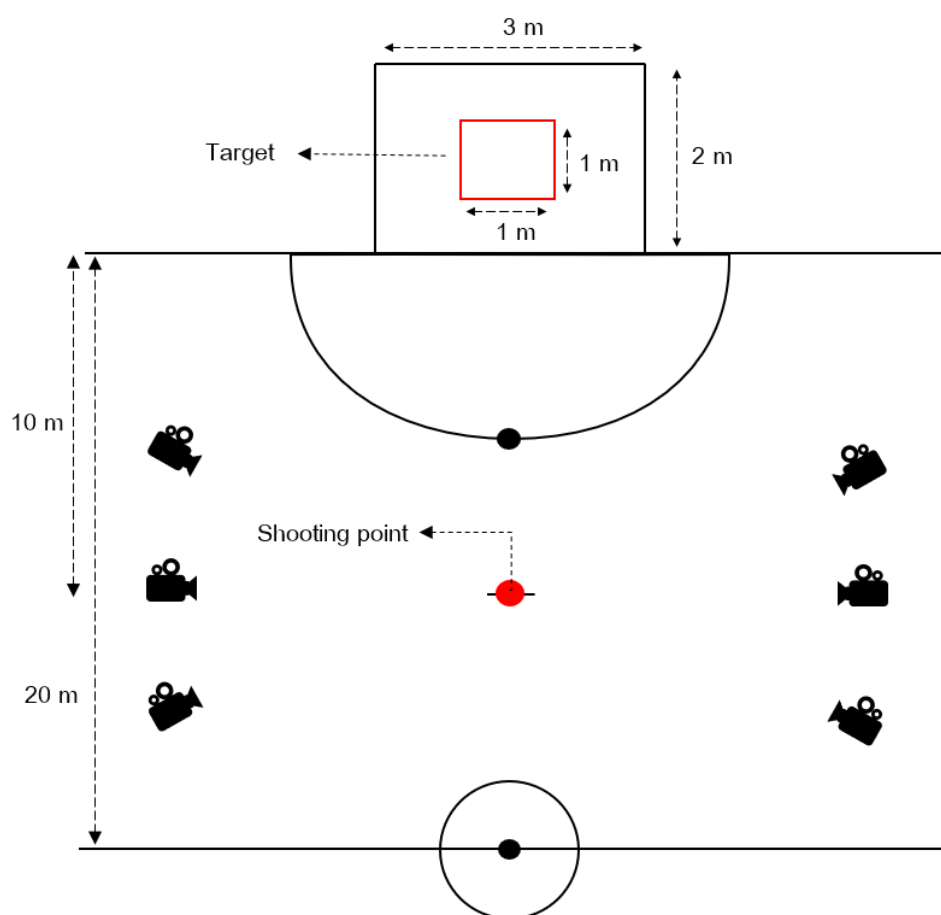
ขั้นตอนที่ 6 ผู้วิจัยให้สัญญาณเริ่มทำการทดสอบ และออกคำสั่งแบบสุ่มให้กลุ่มตัวอย่างใช้การเตะลูกบอลด้วยหลังเท้าและหัวเข่า

ขั้นตอนที่ 7 กลุ่มตัวอย่างทำการทดสอบตามคำสั่งทักษะการยิงประตูที่ได้รับ โดยการเตะลูกบอลที่วางไว้ที่ตำแหน่งจุดยิง ทำการเตะให้ลูกบอลพุ่งไปยังเป้าหมายที่กำหนดไว้และพยายามทำให้ลูกบอลมีความเร็วสูงสุดเท่าที่จะเป็นไปได้ (เป้าหมายมีขนาด 1x1 เมตร ติดตั้งไว้ตรงกลางประตู)

หมายเหตุ

1. การทดสอบให้กลุ่มตัวอย่างดำเนินการทดสอบคนละ 5 ครั้งต่อทักษะ และพักระหว่างการทดสอบ 1 นาที

2. กลุ่มตัวอย่างทำการทดสอบอย่างเต็มความสามารถและใช้ทักษะให้ใกล้เคียงกับสถานการณ์การแข่งขันจริง



ภาพประกอบ 16 แผนภาพจำลองการเก็บข้อมูล

วิธีวัดตัวแปร

การวัดความเร็วเชิงมุมของรยางค์ส่วนล่าง

ตัวแปรความเร็วเชิงมุมของรยางค์ส่วนล่าง ได้แก่ 1. ความเร็วเชิงมุมของข้อสะโพก 2. ความเร็วเชิงมุมของข้อเข่า 3. ความเร็วเชิงมุมของข้อเท้า วัดจากมุมข้อต่อที่เปลี่ยนแปลงหารด้วยเวลาที่เปลี่ยนแปลง มีหน่วยเป็นเรเดียนต่อวินาที (rad/s) (ศิริรัตน์ หิรัญรัตน์, 2551) โดยเขียนเป็นสมการดังนี้

$$\omega = \frac{\Delta\theta}{\Delta t} \quad \text{rad/s; } \omega = \text{ความเร็วเชิงมุม}$$

$\theta = \text{ระยะทางเชิงมุม}$
 $t = \text{เวลา}$

การวัดความเร็วเชิงเส้นของเท้า

ตัวแปรความเร็วเชิงเส้นของเท้า วัดจากระยะทางของเท้าที่เปลี่ยนแปลงหารด้วยเวลาที่เปลี่ยนแปลง มีหน่วยเป็นเมตรต่อวินาที (m/s) (ศิริรัตน์ หิรัญรัตน์, 2551) โดยเขียนเป็นสมการดังนี้

$$v = \frac{\Delta d}{\Delta t} \quad \text{m/s; } v = \text{ความเร็ว}$$

$d = \text{ระยะทาง}$
 $t = \text{เวลา}$

การวัดความสำเร็จในการยิงประตู

ตัวแปรความสำเร็จในการยิงประตูของความแม่นยำของลูกบอลที่กลุ่มตัวอย่างเตะไปโดนเป้าหมายที่กำหนด โดยนำจำนวนครั้งที่เตะลูกบอลโดนเป้าหมายมาหารด้วยจำนวนครั้งที่เตะลูกบอลทั้งหมดในการทดสอบและนำไปคูณ 100 เพื่อคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ โดยเขียนเป็นสมการดังนี้

$$\% \text{Successful goal scoring} = \frac{\text{number of the ball hitting the target}}{\text{total number of kicking tests}} \times 100$$

การวิเคราะห์ข้อมูล

ข้อมูลที่ได้จากการเก็บข้อมูลจะทำการวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปวิเคราะห์การเคลื่อนไหว Qualisys Track Manager Software และข้อมูลจากการทดสอบที่กลุ่มตัวอย่างทำการเตะลูกบอลโดนเป้าหมาย นำข้อมูลความเร็วสูงสุดของตัวแปรในแต่ละการทดสอบ ซึ่งอยู่ในช่วงวางเท้า (Support phase) และใช้ระนาบข้าง (Frontal Plane) มาวิเคราะห์การเคลื่อนที่ของรอยางค์ส่วนล่างซึ่ง ได้แก่ ข้อสะโพก ข้อเข่า และข้อเท้า ในลักษณะการงอเหยียด (Flexion-Extension) และวิเคราะห์ความเร็วเชิงเส้นของเท้า โดยการจัดการสัญญาณรบกวน ใช้วิธีการกรองสัญญาณด้วยตัวกรองความถี่ต่ำผ่าน (Low pass filter) แบบ Butterworth กำหนดความถี่คัตออฟ (Cutoff frequency) ที่ 6 เฮิรตซ์ ซึ่งมีการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

1. ตรวจสอบข้อมูลการกระจายแบบปกติ โดยใช้การทดสอบทางสถิติ Shapiro – Wilk
2. คำนวณหาค่าเฉลี่ย (Mean) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ค่าสูงสุด (Max) และค่าต่ำสุด (Min) ของตัวแปรทางชีวกลศาสตร์ ได้แก่ ความเร็วเชิงมุมของรอยางค์ส่วนล่าง (ข้อสะโพก ข้อเข่าและข้อเท้า) และความเร็วเชิงเส้นของเท้าในการเตะด้วยหลังเท้าและหัว gối
3. หาความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเชิงมุมของรอยางค์ส่วนล่างกับความเร็วเชิงเส้นของเท้าในการเตะด้วยหลังเท้าและหัว gối โดยใช้สถิติสหสัมพันธ์เพียร์สัน (Pearson Product Moment Correlation)
4. เปรียบเทียบความแตกต่างของความเร็วเชิงมุมของรอยางค์ส่วนล่าง (ข้อสะโพก ข้อเข่า และข้อเท้า) และความเร็วเชิงเส้นของเท้าระหว่างการเตะด้วยหลังเท้าและหัว gối โดยใช้สถิติการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย 2 กลุ่มที่เป็นอิสระต่อกัน (Independent sample t-test)
5. กำหนดค่านัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

บทที่ 4

ผลการดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาตัวแปรคิเนเมติกส์ ได้แก่ ความเร็วเชิงมุมของรยางค์ส่วนล่าง (ข้อสะโพก ข้อเข่าและข้อเท้า) และความเร็วเชิงเส้นของเท้าในการเตะด้วยหลังเท้าและหัว gốiอก นอกจากนี้ยังศึกษาหาความสัมพันธ์และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างความเร็วเชิงมุมของรยางค์ส่วนล่างและความเร็วเชิงเส้นของเท้าระหว่างทักษะทั้งสอง โดยแบ่งผลการวิเคราะห์และนำเสนอข้อมูล ดังนี้

1. ข้อมูลพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่าง
2. ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสูงสุดและค่าต่ำสุดของความเร็วเชิงมุมของรยางค์ส่วนล่าง (ข้อสะโพก ข้อเข่าและข้อเท้า) และความเร็วเชิงเส้นของเท้าในการเตะด้วยหลังเท้าและหัว gốiอก
3. ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเชิงมุมของรยางค์ส่วนล่าง (ข้อสะโพก ข้อเข่าและข้อเท้า) กับความเร็วเชิงเส้นของเท้าในการเตะด้วยหลังเท้าและหัว gốiอก
4. การเปรียบเทียบความเร็วเชิงมุมของรยางค์ส่วนล่าง (ข้อสะโพก ข้อเข่าและข้อเท้า) และความเร็วเชิงเส้นของเท้าระหว่างการเตะด้วยหลังเท้าและหัว gốiอก
5. ความสำเร็จในการยิงประตูของการเตะด้วยหลังเท้าและหัว gốiอก

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

| | |
|----------------------|--|
| n | แทนค่าจำนวนของกลุ่มตัวอย่าง |
| \bar{x} | แทนค่าเฉลี่ย |
| S.D. | แทนค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน |
| r_{Pearson} | แทนค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน |
| t | แทนค่าสถิติทดสอบค่าความมีนัยสำคัญ |
| P-value | แทนค่าความน่าจะเป็น |
| Min | แทนค่าต่ำสุด |
| Max | แทนค่าสูงสุด |

ข้อมูลพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่าง

ตาราง 2 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่าง

| ข้อมูลพื้นฐาน (n=12) | \bar{x} | S.D. | Min | Max |
|------------------------------|-----------|-------|-------|-------|
| อายุ (ปี) | 19.71 | 1.38 | 18.00 | 22.00 |
| น้ำหนัก (กิโลกรัม) | 69.29 | 10.50 | 54.00 | 89.00 |
| ส่วนสูง (เมตร) | 1.75 | 0.05 | 1.69 | 1.83 |
| กำลังความแข็งแรง (กิโลวัตต์) | 4.95 | 1.12 | 3.18 | 6.58 |

จากตาราง 2 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าต่ำสุด และค่าสูงสุดของพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่างเป็นดังนี้ อายุ มีค่าเท่ากับ 19.71 ± 1.38 (18 – 22) ปี น้ำหนัก มีค่าเท่ากับ 69.29 ± 10.50 (54 – 89) กิโลกรัม ส่วนสูง มีค่าเท่ากับ 1.75 ± 0.05 (1.69 – 1.83) เมตร กำลังความแข็งแรง มีค่าเท่ากับ 4.95 ± 1.12 (3.18 – 6.58) กิโลวัตต์

ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสูงสุดและค่าต่ำสุดของความเร็วเชิงมุมของรยางค์ส่วนล่าง (ข้อสะโพก ข้อเข่าและข้อเท้า) และความเร็วเชิงเส้นของเท้าในการเตะด้วยหลังเท้าและหัวเข่า

ตาราง 3 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสูงสุดและค่าต่ำสุดของความเร็วเชิงมุมของรยางค์ส่วนล่าง (ข้อสะโพก ข้อเข่าและข้อเท้า) และความเร็วเชิงเส้นของเท้าในการเตะด้วยหลังเท้า

| ตัวแปรที่ศึกษา | \bar{x} | S.D. | Min | Max |
|------------------------------------|-----------|------|-------|-------|
| ความเร็วเชิงมุมของข้อสะโพก (rad/s) | 5.68 | 0.80 | 4.10 | 7.45 |
| ความเร็วเชิงมุมของข้อเข่า (rad/s) | 22.99 | 2.01 | 19.32 | 27.82 |
| ความเร็วเชิงมุมของข้อเท้า (rad/s) | 11.77 | 3.75 | 7.21 | 18.85 |
| ความเร็วเชิงเส้นของเท้า (m/s) | 13.54 | 0.55 | 12.60 | 14.80 |

จากตาราง 3 การเตะด้วยหลังเท้า มีค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าต่ำสุดและค่าสูงสุดของความเร็วเชิงมุมของข้อสะโพก มีค่าเท่ากับ 5.68 ± 0.80 (4.10 – 7.45) เรเดียนต่อวินาที

ความเร็วเชิงมุมของข้อเข่า 22.99 ± 2.01 ($19.32 - 27.82$) เรเดียนต่อวินาที ความเร็วเชิงมุมของข้อเท้า มีค่าเท่ากับ 11.77 ± 3.75 ($7.21 - 18.85$) เรเดียนต่อวินาที และความเร็วเชิงเส้นของเท้า มีค่าเท่ากับ 13.54 ± 0.55 ($12.60 - 14.80$) เมตรต่อวินาที

ตาราง 4 ค่าเฉลี่ย, ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน, ค่าสูงสุดและค่าต่ำสุดของความเร็วเชิงมุมของรยางค์ส่วนล่าง (ข้อสะโพก ข้อเข่าและข้อเท้า) และความเร็วเชิงเส้นของเท้าในการเตะด้วยหัว gối

| ตัวแปรที่ศึกษา | \bar{x} | S.D. | Min | Max |
|------------------------------------|-----------|------|-------|-------|
| ความเร็วเชิงมุมของข้อสะโพก (rad/s) | 6.64 | 0.88 | 5.27 | 8.55 |
| ความเร็วเชิงมุมของข้อเข่า (rad/s) | 23.88 | 1.83 | 20.07 | 28.05 |
| ความเร็วเชิงมุมของข้อเท้า (rad/s) | 11.62 | 4.70 | 3.16 | 22.43 |
| ความเร็วเชิงเส้นของเท้า (m/s) | 14.22 | 0.76 | 12.80 | 15.86 |

จากตาราง 4 การเตะด้วยหัว gối มีค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าต่ำสุด และค่าสูงสุดของความเร็วเชิงมุมของข้อสะโพก มีค่าเท่ากับ 6.64 ± 0.88 ($5.27 - 8.55$) เรเดียนต่อวินาที ความเร็วเชิงมุมของข้อเข่า 23.88 ± 1.83 ($20.07 - 28.05$) เรเดียนต่อวินาที ความเร็วเชิงมุมของข้อเท้า มีค่าเท่ากับ 11.62 ± 4.70 ($3.16 - 22.43$) เรเดียนต่อวินาที และความเร็วเชิงเส้นของเท้า 14.22 ± 0.76 ($12.80 - 15.86$) เมตรต่อวินาที

ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเชิงมุมของรยางค์ส่วนล่าง (ข้อสะโพก ข้อเข่าและข้อเท้า) กับความเร็วเชิงเส้นของเท้าในการเตะด้วยหลังเท้าและหัว gối

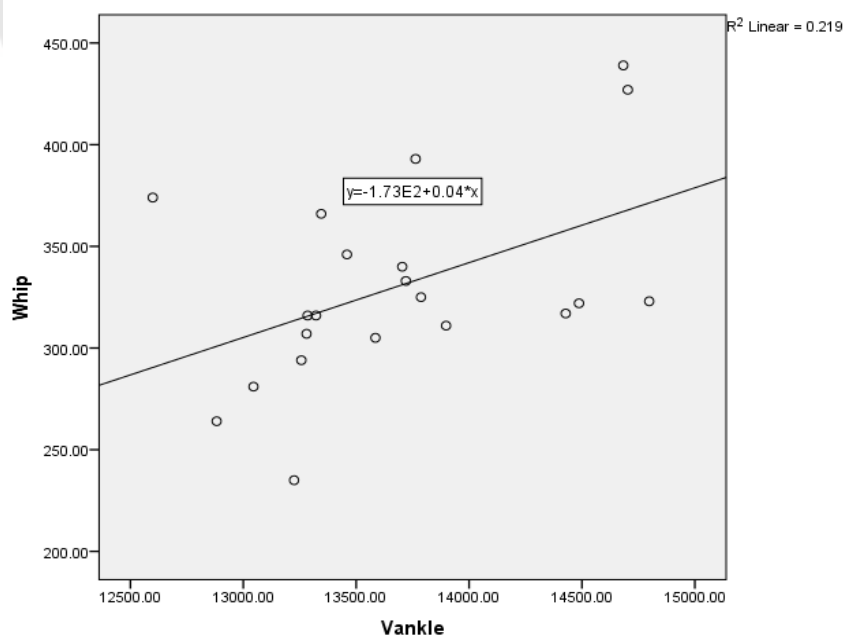
ตาราง 5 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเชิงมุมของรยางค์ส่วนล่าง (ข้อสะโพก ข้อเข่าและข้อเท้า) กับความเร็วเชิงเส้นของเท้าในการเตะด้วยหลังเท้า

| ตัวแปรที่ศึกษา | ความเร็วเชิงเส้นของเท้า | |
|----------------------------|-------------------------|---------|
| | r_{Pearson} | P-value |
| ความเร็วเชิงมุมของข้อสะโพก | .468* | .032 |
| ความเร็วเชิงมุมของข้อเข่า | .426* | .048 |
| ความเร็วเชิงมุมของข้อเท้า | -.213 | .307 |

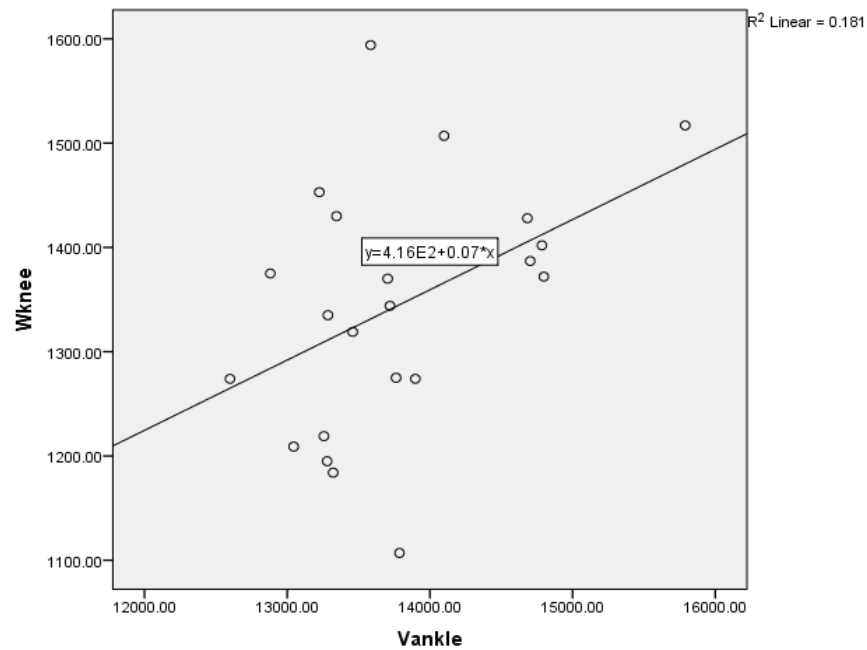
*มีความสัมพันธ์ทางสถิติ ($P < 0.05$)

จากตาราง 5 สำหรับการเตะด้วยหลังเท้า ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเชิงมุมของข้อสะโพกกับความเร็วเชิงเส้นของเท้า มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันเท่ากับ .468 แสดงความสัมพันธ์เชิงบวก และค่าความน่าจะเป็นเท่ากับ .032 ซึ่งน้อยกว่าค่านัยสำคัญที่กำหนดไว้ ($P < 0.05$) แสดงให้เห็นว่า ความเร็วเชิงมุมของข้อสะโพกกับความเร็วเชิงเส้นของเท้ามีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 พิจารณาภาพประกอบ 17 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเชิงมุมของข้อเท้ากับความเร็วเชิงเส้นของเท้า มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันเท่ากับ .426 แสดงความสัมพันธ์เชิงบวก และค่าความน่าจะเป็นเท่ากับ .048 ซึ่งน้อยกว่าค่านัยสำคัญที่กำหนดไว้ ($P < 0.05$) แสดงให้เห็นว่า ความเร็วเชิงมุมของข้อเท้ากับความเร็วเชิงเส้นของเท้ามีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 พิจารณาภาพประกอบ 18 และความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเชิงมุมของข้อเท้ากับความเร็วเชิงเส้นของเท้า มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันเท่ากับ -.213 และค่าความน่าจะเป็นเท่ากับ .307 ซึ่งมากกว่าค่านัยสำคัญที่กำหนดไว้ ($P > 0.05$) แสดงให้เห็นว่า ความเร็วเชิงมุมของข้อเท้ากับความเร็วเชิงเส้นของเท้าไม่มีความสัมพันธ์กัน พิจารณาภาพประกอบ

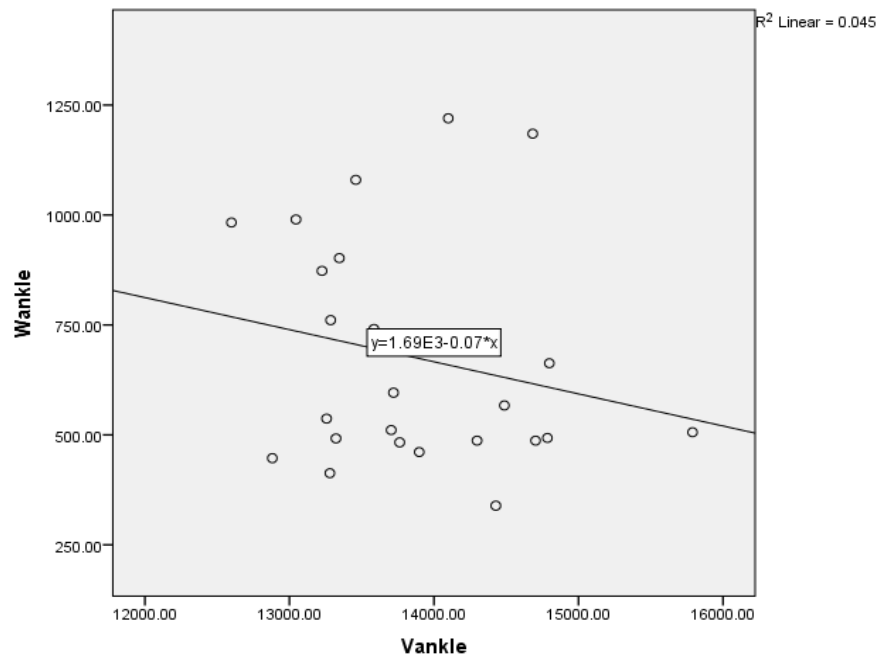
19



ภาพประกอบ 17 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเชิงมุมของข้อสะโพกกับความเร็วเชิงเส้นของเท้าในการเตะด้วยหลังเท้า



ภาพประกอบ 18 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเชิงมุมของข้อเข่ากับความเร็วเชิงเส้นของเท้าในการเตะด้วยหลังเท้า



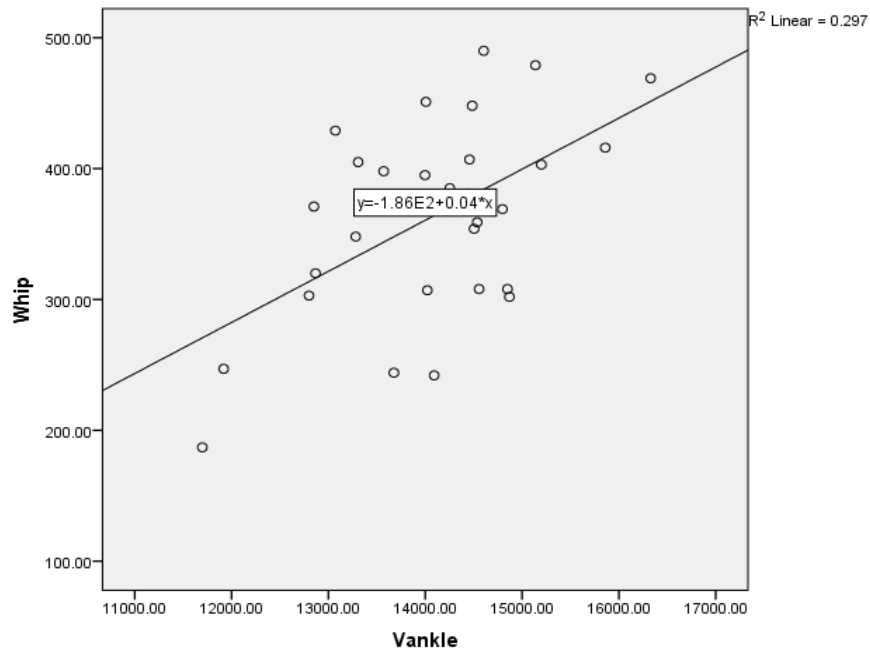
ภาพประกอบ 19 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเชิงมุมของข้อเท้ากับความเร็วเชิงเส้นของเท้าในการเตะด้วยหลังเท้า

ตาราง 6 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเชิงมุมของรยางค์ส่วนล่าง (ข้อสะโพก ข้อเข่าและข้อเท้า) กับความเร็วเชิงเส้นของเท้าในการเตะด้วยหัว gốiอก

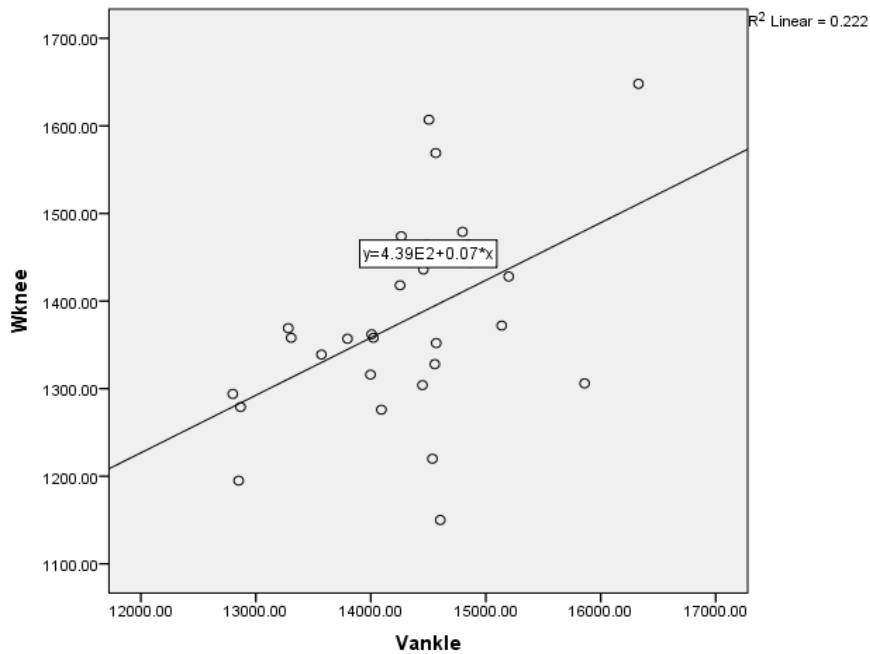
| ตัวแปรที่ศึกษา | ความเร็วเชิงเส้นของเท้า | |
|----------------------------|-------------------------|------------|
| | r_{Pearson} | P -value |
| ความเร็วเชิงมุมของข้อสะโพก | .545** | .001 |
| ความเร็วเชิงมุมของข้อเข่า | .472** | .010 |
| ความเร็วเชิงมุมของข้อเท้า | .039 | .834 |

**มีความสัมพันธ์ทางสถิติ ($P < 0.01$)

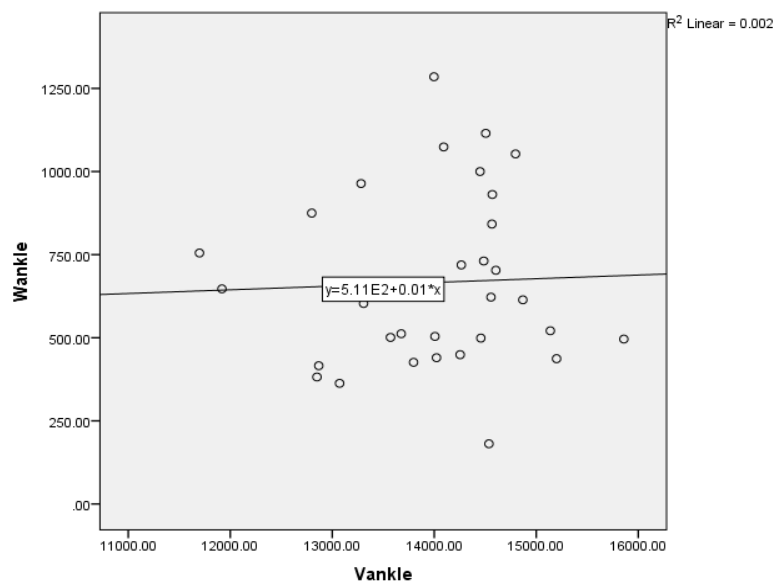
จากตาราง 6 สำหรับการเตะด้วยหัว gốiอก ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเชิงมุมของข้อสะโพกกับความเร็วเชิงเส้นของเท้า มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันเท่ากับ .545 แสดงความสัมพันธ์เชิงบวก และค่าความน่าจะเป็นเท่ากับ .001 ซึ่งน้อยกว่าค่านัยสำคัญที่กำหนดไว้ ($P < 0.05$) แสดงให้เห็นว่า ความเร็วเชิงมุมของข้อสะโพกกับความเร็วเชิงเส้นของเท้ามีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 พิจารณาดังภาพประกอบ 20 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเชิงมุมของข้อเข่ากับความเร็วเชิงเส้นของเท้า มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันเท่ากับ .472 แสดงความสัมพันธ์เชิงบวก และค่าความน่าจะเป็นเท่ากับ .010 ซึ่งน้อยกว่าค่านัยสำคัญที่กำหนดไว้ ($P < 0.05$) แสดงให้เห็นว่า ความเร็วเชิงมุมของข้อเข่ากับความเร็วเชิงเส้นของเท้ามีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 พิจารณาภาพประกอบ 21 และความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเชิงมุมของข้อเท้ากับความเร็วเชิงเส้นของเท้า มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันเท่ากับ .039 และค่าความน่าจะเป็นเท่ากับ .834 ซึ่งมากกว่าค่านัยสำคัญที่กำหนดไว้ ($P > 0.05$) แสดงให้เห็นว่า ความเร็วเชิงมุมของข้อเท้ากับความเร็วเชิงเส้นของเท้าไม่มีความสัมพันธ์กัน พิจารณาภาพประกอบ 22



ภาพประกอบ 20 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเชิงมุมของข้อสะโพกกับความเร็วเชิงเส้นของเท้าในการเตะด้วยหัว gối



ภาพประกอบ 21 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเชิงมุมของข้อเข่ากับความเร็วเชิงเส้นของเท้าในการเตะด้วยหัว gối



ภาพประกอบ 22 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเชิงมุมของข้อเท้ากับความเร็วเชิงเส้นของเท้า
ในการเตะด้วยหัว gối

การเปรียบเทียบความเร็วเชิงมุมของรอยางค์ส่วนล่าง (ข้อสะโพก ข้อเข่าและข้อเท้า) และ
ความเร็วเชิงเส้นของเท้าระหว่างการเตะด้วยหลังเท้าและหัว gối

ตาราง 7 เปรียบเทียบความเร็วเชิงมุมของรอยางค์ส่วนล่าง (ข้อสะโพก ข้อเข่าและข้อเท้า) และ
ความเร็วเชิงเส้นของเท้าระหว่างการเตะด้วยหลังเท้าและหัว gối

| ตัวแปรที่ศึกษา | ทักษะการเตะ | \bar{x} | S.D. | t | P-value |
|----------------------------|-------------|-----------|------|-------|---------|
| ความเร็วเชิงมุมของข้อสะโพก | หลังเท้า | 5.68 | 4.10 | -2.21 | .031* |
| | หัว gối | 6.64 | 0.88 | | |
| ความเร็วเชิงมุมของข้อเข่า | หลังเท้า | 22.99 | 2.01 | -1.27 | .21 |
| | หัว gối | 23.88 | 1.83 | | |
| ความเร็วเชิงมุมของข้อเท้า | หลังเท้า | 11.77 | 3.75 | .413 | .68 |
| | หัว gối | 11.62 | 4.70 | | |
| ความเร็วเชิงเส้นของเท้า | หลังเท้า | 13.54 | 0.55 | -1.58 | .12 |
| | หัว gối | 14.22 | 0.76 | | |

*มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

จากตาราง 7 การเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างการเตะด้วยหลังเท้ากับหัวเกือก พบว่าความเร็วเชิงมุมของข้อสะโพก มีค่าความน่าจะเป็นเท่ากับ .031 ซึ่งน้อยกว่าค่านัยสำคัญที่กำหนดไว้ ($P < 0.05$) แสดงให้เห็นว่า ความเร็วเชิงมุมของข้อสะโพกมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เมื่อพิจารณาแล้วพบว่า ความเร็วเชิงมุมของข้อสะโพกในการเตะด้วยหัวเกือกมีค่ามากกว่าความเร็วเชิงมุมของข้อสะโพกในการเตะด้วยหลังเท้า ความเร็วเชิงมุมของข้อเข่ามีค่าความน่าจะเป็นเท่ากับ .21 ซึ่งมากกว่าค่านัยสำคัญที่กำหนดไว้ ($P < 0.05$) แสดงให้เห็นว่า ความเร็วเชิงมุมของข้อเข่าไม่พบความแตกต่าง เมื่อพิจารณาจากข้อมูลพบว่า ความเร็วเชิงมุมของข้อเข่าในการเตะด้วยหลังเท้ามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 22.99 เรเดียนต่อวินาที ส่วนความเร็วเชิงมุมของข้อเข่าในการเตะด้วยหัวเกือกมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 23.88 เรเดียนต่อวินาที ความเร็วเชิงมุมของข้อเท้ามีค่าความน่าจะเป็นเท่ากับ .68 ซึ่งมากกว่าค่านัยสำคัญที่กำหนดไว้ ($P < 0.05$) แสดงให้เห็นว่า ความเร็วเชิงมุมของข้อเท้าไม่พบความแตกต่าง เมื่อพิจารณาจากข้อมูลพบว่า ความเร็วเชิงมุมของข้อเท้าในการเตะด้วยหลังเท้ามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 674.17 เรเดียนต่อวินาที ส่วนความเร็วเชิงมุมของข้อเท้าในการเตะด้วยหัวเกือกมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 665.73 เรเดียนต่อวินาที และความเร็วเชิงเส้นของเท้ามีค่าความน่าจะเป็นเท่ากับ .30 ซึ่งมากกว่าค่านัยสำคัญที่กำหนดไว้ ($P < 0.05$) แสดงให้เห็นว่า ความเร็วเชิงเส้นของเท้าไม่พบความแตกต่าง เมื่อพิจารณาจากข้อมูลพบว่า ความเร็วเชิงเส้นของเท้าในการเตะด้วยหลังเท้ามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 13.54 เมตรต่อวินาที ส่วนความเร็วเชิงเส้นของเท้าในการเตะด้วยหัวเกือกมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 14.22 เมตรต่อวินาที

ตาราง 8 ความสำเร็จในการยิงประตูของการเตะด้วยหลังเท้าและหัวเกือก

| ทักษะการเตะลูกบอล | จำนวนลูก | | ความสำเร็จในการยิงประตู (%) |
|--------------------|-------------|----------------|-----------------------------|
| | โดนเป้าหมาย | ไม่โดนเป้าหมาย | |
| การเตะด้วยหลังเท้า | 27 | 33 | 45.00 |
| การเตะด้วยหัวเกือก | 37 | 23 | 61.67 |

จากตาราง 8 พบว่า การเตะด้วยหลังเท้ามีเปอร์เซ็นต์ความสำเร็จในการยิงประตูร้อยละ 45.00 ส่วนการเตะด้วยหัวเกือกมีเปอร์เซ็นต์ความสำเร็จในการยิงประตูร้อยละ 61.67 แสดงให้เห็นว่าการเตะด้วยหัวเกือกมีความแม่นยำมากกว่าการเตะด้วยหลังเท้า เมื่อกำหนดเป้าหมายที่กลางประตู

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental research) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาตัวแปรคิเนเมติกส์ ได้แก่ ความเร็วเชิงมุมของรยางค์ส่วนล่าง (ข้อสะโพก ข้อเข่าและข้อเท้า) และความเร็วเชิงเส้นของเท้าในการเตะด้วยหลังเท้าและการเตะด้วยหัว gốiอกในนักกีฬาฟุตบอล นอกจากนี้ยังศึกษาหาความสัมพันธ์และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างความเร็วเชิงมุมของรยางค์ส่วนล่างและความเร็วเชิงเส้นของเท้าระหว่างทักษะทั้งสอง กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักกีฬาฟุตบอลเพศชายระดับมหาวิทยาลัย จำนวน 12 คน ได้มาจากการเลือกแบบเฉพาะเจาะจง ซึ่งเป็นนักกีฬาถนัดขาข้างขวา ผู้วิจัยให้กลุ่มตัวอย่างทำการทดสอบโดยใช้ทักษะการเตะลูกบอลด้วยหลังเท้าและหัว gốiอก กลุ่มตัวอย่างทำการเตะลูกบอลที่วางไว้ที่ตำแหน่งจุดยิง ระยะห่างจากเป้าหมาย 10 เมตร ทำการเตะให้ลูกบอลพุ่งไปยังเป้าหมายที่กำหนดไว้และพยายามทำให้ลูกบอลมีความเร็วสูงสุดเท่าที่จะเป็นไปได้ เป้าหมายมีขนาด 1x1 เมตร ติดตั้งไว้ตรงกลางประตู โดยวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปวิเคราะห์การเคลื่อนไหวนแบบ 3 มิติ เพื่อวิเคราะห์การเคลื่อนที่ในการเตะลูกบอล หลังจากได้ผลการดำเนินการวิจัยแล้ว สามารถสรุปโดยแบ่งหัวข้อได้ดังนี้

1. สรุปผลการวิจัย
2. อภิปรายผลการวิจัย
3. ข้อเสนอแนะ

สรุปผลการวิจัย

1. การเตะด้วยหลังเท้า มีค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าต่ำสุด และค่าสูงสุดของความเร็วเชิงมุมของข้อสะโพก มีค่าเท่ากับ 5.68 ± 0.80 ($4.10 - 7.45$) เรเดียนต่อวินาที ความเร็วเชิงมุมของข้อเข่า 22.99 ± 2.01 ($19.32 - 27.82$) เรเดียนต่อวินาที ความเร็วเชิงมุมของข้อเท้า มีค่าเท่ากับ 11.77 ± 3.75 ($7.21 - 18.85$) เรเดียนต่อวินาที และความเร็วเชิงเส้นของเท้า มีค่าเท่ากับ 13.54 ± 0.55 ($12.60 - 14.80$) เมตรต่อวินาที

2. การเตะด้วยหัว gốiอก มีค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าต่ำสุด และค่าสูงสุดของความเร็วเชิงมุมของข้อสะโพก มีค่าเท่ากับ 6.64 ± 0.88 ($5.27 - 8.55$) เรเดียนต่อวินาที ความเร็วเชิงมุมของข้อเข่า 23.88 ± 1.83 ($20.07 - 28.05$) เรเดียนต่อวินาที ความเร็วเชิงมุมของข้อเท้า มีค่า

เท่ากับ 11.62 ± 4.70 (3.16 – 22.43 เรเดียนต่อวินาที และความเร็วเชิงเส้นของเท้า 14.22 ± 0.76 (12.80 – 15.86) เรเดียนต่อวินาที

3. สำหรับการเตะด้วยหลังเท้า ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเชิงมุมของข้อสะโพกกับความเร็วเชิงเส้นของเท้า มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันเท่ากับ .468 แสดงความสัมพันธ์เชิงบวก และค่าความน่าจะเป็นเท่ากับ .032 ซึ่งน้อยกว่าค่านัยสำคัญที่กำหนดไว้ ($P < 0.05$) แสดงให้เห็นว่า ความเร็วเชิงมุมของข้อสะโพกกับความเร็วเชิงเส้นของเท้ามีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4. สำหรับการเตะด้วยหลังเท้า ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเชิงมุมของข้อเข่ากับความเร็วเชิงเส้นของเท้า มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันเท่ากับ .426 แสดงความสัมพันธ์เชิงบวก และค่าความน่าจะเป็นเท่ากับ .048 ซึ่งน้อยกว่าค่านัยสำคัญที่กำหนดไว้ ($P < 0.05$) แสดงให้เห็นว่า ความเร็วเชิงมุมของข้อเข่ากับความเร็วเชิงเส้นของเท้ามีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

5. สำหรับการเตะด้วยหลังเท้า ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเชิงมุมของข้อเท้ากับความเร็วเชิงเส้นของเท้า มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันเท่ากับ -.213 และค่าความน่าจะเป็นเท่ากับ .307 ซึ่งมากกว่าค่านัยสำคัญที่กำหนดไว้ ($P > 0.05$) แสดงให้เห็นว่า ความเร็วเชิงมุมของข้อเท้ากับความเร็วเชิงเส้นของเท้าไม่มีความสัมพันธ์กัน

6. สำหรับการเตะด้วยหัวเข่า ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเชิงมุมของข้อสะโพกกับความเร็วเชิงเส้นของเท้า มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันเท่ากับ .545 แสดงความสัมพันธ์เชิงบวก และค่าความน่าจะเป็นเท่ากับ .001 ซึ่งน้อยกว่าค่านัยสำคัญที่กำหนดไว้ ($P < 0.05$) แสดงให้เห็นว่า ความเร็วเชิงมุมของข้อสะโพกกับความเร็วเชิงเส้นของเท้ามีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

7. สำหรับการเตะด้วยหัวเข่า ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเชิงมุมของข้อเข่ากับความเร็วเชิงเส้นของเท้า มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันเท่ากับ .472 แสดงความสัมพันธ์เชิงบวก และค่าความน่าจะเป็นเท่ากับ .010 ซึ่งน้อยกว่าค่านัยสำคัญที่กำหนดไว้ ($P < 0.05$) แสดงให้เห็นว่า ความเร็วเชิงมุมของข้อเข่ากับความเร็วเชิงเส้นของเท้ามีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

8. สำหรับการเตะด้วยหัวเข่า ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเชิงมุมของข้อเท้ากับความเร็วเชิงเส้นของเท้า มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันเท่ากับ .039 และค่าความ

น่าจำเป็นเท่ากับ .834 ซึ่งมากกว่าค่านัยสำคัญที่กำหนดไว้ ($P > 0.05$) แสดงให้เห็นว่า ความเร็วเชิงมุมของข้อเท้ากับความเร็วเชิงเส้นของเท้าไม่มีความสัมพันธ์กัน

9. การเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างการเตะด้วยหลังเท้ากับหัวเข่า พบว่า ความเร็วเชิงมุมของข้อสะโพกมีค่าความน่าจะเป็นเท่ากับ .031 ซึ่งน้อยกว่าค่านัยสำคัญที่กำหนดไว้ ($P < 0.05$) แสดงให้เห็นว่า ความเร็วเชิงมุมของข้อสะโพกมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ความเร็วเชิงมุมของข้อสะโพกในการเตะด้วยหลังเท้ามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.68 เรเดียนต่อวินาที ส่วนความเร็วเชิงมุมของข้อสะโพกในการเตะด้วยหัวเข่ามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.64 เรเดียนต่อวินาที ซึ่งเมื่อพิจารณาแล้วพบว่า ความเร็วเชิงมุมของข้อสะโพกในการเตะด้วยหัวเข่ามีค่ามากกว่าความเร็วเชิงมุมของข้อสะโพกในการเตะด้วยหลังเท้า

10. การเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างการเตะด้วยหลังเท้ากับหัวเข่า ความเร็วเชิงมุมของข้อเข่ามีค่าความน่าจะเป็นเท่ากับ .21 ซึ่งมากกว่าค่านัยสำคัญที่กำหนดไว้ ($P < 0.05$) แสดงให้เห็นว่า ความเร็วเชิงมุมของข้อเข่าไม่พบความแตกต่าง เมื่อพิจารณาจากข้อมูลพบว่า ความเร็วเชิงมุมของข้อเข่าในการเตะด้วยหลังเท้ามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 22.99 เรเดียนต่อวินาที ส่วนความเร็วเชิงมุมของข้อเข่าในการเตะด้วยหัวเข่ามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 23.88 เรเดียนต่อวินาที

11. การเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างการเตะด้วยหลังเท้ากับหัวเข่า ความเร็วเชิงมุมของข้อเท้ามีค่าความน่าจะเป็นเท่ากับ .68 ซึ่งมากกว่าค่านัยสำคัญที่กำหนดไว้ ($P < 0.05$) แสดงให้เห็นว่า ความเร็วเชิงมุมของข้อเท้าไม่พบความแตกต่าง เมื่อพิจารณาจากข้อมูลพบว่า ความเร็วเชิงมุมของข้อเท้าในการเตะด้วยหลังเท้ามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 674.17 เรเดียนต่อวินาที ส่วนความเร็วเชิงมุมของข้อเท้าในการเตะด้วยหัวเข่ามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 665.73 เรเดียนต่อวินาที

12. การเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างการเตะด้วยหลังเท้ากับหัวเข่า ความเร็วเชิงเส้นของเท้ามีค่าความน่าจะเป็นเท่ากับ .30 ซึ่งมากกว่าค่านัยสำคัญที่กำหนดไว้ ($P < 0.05$) แสดงให้เห็นว่า ความเร็วเชิงเส้นของเท้าไม่พบความแตกต่าง เมื่อพิจารณาจากข้อมูลพบว่า ความเร็วเชิงเส้นของเท้าในการเตะด้วยหลังเท้ามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 13.54 เมตรต่อวินาที ส่วนความเร็วเชิงเส้นของเท้า ในการเตะด้วยหัวเข่ามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 14.22 เมตรต่อวินาที

13. ความสำเร็จในการยิงประตูของการเตะด้วยหลังเท้าและหัวเข่าพบว่า การเตะด้วยหลังเท้ามีเปอร์เซ็นต์ความสำเร็จในการยิงประตูร้อยละ 45.00 ส่วนการเตะด้วยหัวเข่ามีเปอร์เซ็นต์ความสำเร็จในการยิงประตูร้อยละ 61.67 แสดงให้เห็นว่า การเตะด้วยหัวเข่ามีความแม่นยำมากกว่าการเตะด้วยหลังเท้า เมื่อกำหนดเป้าหมายที่กลางประตู

อภิปรายผล

1. การศึกษาตัวแปรความเร็วเชิงมุมของข้อสะโพกและข้อเข่าพบว่า มีความเร็วในช่วงวางเท้า สอดคล้องกับการศึกษาก่อนหน้านี้ (Barbieri et al., 2010, 2015; Huang et al., 2013; Nunome, Lake, et al., 2006) ซึ่งการเคลื่อนที่ของข้อสะโพกในลักษณะเหยียดงอ อาศัยแรงจากกล้ามเนื้อต้นขา (Apriantono et al., 2006) การฝึกซ้อมเพื่อเพิ่มกำลังความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขาเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้นักกีฬาสามารถเคลื่อนไหวข้อสะโพกได้มากขึ้น ซึ่งจะส่งผลให้ความเร็วในการเตะลูกบอล และความเร็วของลูกบอลเพิ่มขึ้น (Luiz Henrique Palucci et al., 2016) ความเร็วสูงสุดของความเร็วเชิงมุมของข้อสะโพกและข้อเข่าจะเกิดขึ้นในช่วงก่อนที่เท้าสัมผัสกับลูกบอล ซึ่งสอดคล้องกับความเร็วเชิงเส้นของเท้า จากผลลัพธ์ข้างต้นยืนยันข้อสรุปของการศึกษาก่อนหน้านี้ได้ว่า ความเร็วเชิงมุมของรอยางค์ส่วนล่างเป็นตัวกำหนดความเร็วเชิงเส้นของเท้า (Dörge et al., 2002; Shan & Westerhoff, 2005) การศึกษาตัวแปรความเร็วเชิงเส้นของเท้าพบว่า มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 13.54 และ 14.22 ในการเตะด้วยหลังเท้าและหัวเข่า ตามลำดับ ซึ่งไม่สอดคล้องกับการศึกษาก่อนหน้าที่พบว่า ความเร็วเชิงเส้นของเท้ามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 17.61 ในการเตะด้วยหลังเท้า (Barbieri et al., 2015) ซึ่งอาจจะมีข้อแตกต่างในเรื่องของระดับการแข่งขันและประสบการณ์ของกลุ่มตัวอย่าง การศึกษาในนักกีฬาฟุตบอล ไม่พบความแตกต่างของความเร็วเชิงเส้นของเท้าระหว่างนักกีฬาอาชีพและนักกีฬาสมัครเล่น (Egan et al., 2007) สำหรับฟุตบอล ยังไม่มีการศึกษาเปรียบเทียบทักษะและความสามารถของนักกีฬาที่มีความแตกต่างในเรื่องของระดับการแข่งขันและประสบการณ์

2. การศึกษาครั้งนี้พบความสัมพันธ์เป็นไปตามสมมติฐาน ซึ่งพบว่ามีความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเชิงมุมของข้อสะโพกกับความเร็วเชิงเส้นของเท้า และมีความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเชิงมุมของข้อเข่ากับความเร็วเชิงเส้นของเท้าในการเตะด้วยหลังเท้าและหัวเข่า การอธิบายของข้อสะโพกและข้อเข่าทำให้เกิดการเหวี่ยงของรอยางค์ส่วนล่าง แรงเหวี่ยงที่ถูกสร้างขึ้นจะถูกส่งต่อมา และมีผลทำให้ความเร็วของเท้าเพิ่มขึ้น (Ozaki et al., 2012) สอดคล้องกับการศึกษาก่อนหน้านี้ที่พบว่า ความเร็วเชิงมุมของรอยางค์ส่วนล่างเป็นตัวกำหนดความเร็วของเท้า (Dörge et al., 2002; Shan & Westerhoff, 2005) อย่างไรก็ตาม ไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเชิงมุมของข้อเท้าและความเร็วเชิงเส้นของเท้า ทั้งนี้อาจเกิดจากลักษณะของทักษะที่แตกต่างกันและบริเวณที่เท้าสัมผัสกับลูกบอลระหว่างการเตะด้วยหลังเท้าและหัวเข่า การเคลื่อนที่ของข้อเท้าจะมีการปรับเปลี่ยนตามการใช้ทักษะนั้น ๆ ยกตัวอย่างเช่น ทักษะการเตะด้วยหลังเท้า จะเคลื่อนไหวข้อเท้าในลักษณะเหยียดออก เพื่อจุ่มปลายเท้าให้หลังเท้าสัมผัสกับลูกบอล หรือทักษะการเตะด้วยหัว

เกือบจะเคลื่อนไหวข้อเท้าในลักษณะงอ เพื่อกระดกปลายเท้าขึ้นให้ปลายเท้าสัมผัสกับลูกบอล และจะปรับเปลี่ยนไปตามสถานการณ์ของลูกบอล เนื่องจากนักกีฬาพยายามควบคุมเท้าเพื่อทำให้เท้าสัมผัสกับลูกบอลในตำแหน่งที่เหมาะสมและสมบูรณ์แบบที่สุด เพื่อให้ลูกบอลเกิดความแม่นยำ (Barbieri et al., 2010)

3. การศึกษาครั้งนี้พบความแตกต่างกันเป็นไปตามสมมติฐาน การเปรียบเทียบความเร็วเชิงมุมของข้อสะโพกระหว่างการเตะด้วยหลังเท้าและหัวเข่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เมื่อพิจารณาจากข้อมูลพบว่า ความเร็วเชิงมุมของข้อสะโพกในการเตะด้วยหัวเข่ามีมากกว่าความเร็วเชิงมุมของข้อสะโพกในการเตะด้วยหลังเท้า อย่างไรก็ตาม ไม่พบความแตกต่างของความเร็วเชิงมุมของข้อเข่าและข้อเท้าระหว่างการเตะด้วยหลังเท้าและหัวเข่า ผลการศึกษาข้างต้นทำให้ทราบว่า การเตะด้วยหัวเข่ามีความเร็วในการเตะลูกบอลมากกว่าการเตะด้วยหลังเท้า ซึ่งนักกีฬาจะใช้ระยะเวลาในการเหวี่ยงขาหรือวงจรการเตะในการเตะด้วยหัวเข่าน้อยกว่าการเตะด้วยหลังเท้า ส่งผลให้ผู้รักษาประตูฝ่ายตรงข้ามมีการตอบสนองเพื่อป้องกันลูกบอลไม่ทันทั่วถึง ทำให้การเตะด้วยหัวเข่ามีความได้เปรียบกว่าการเตะด้วยหลังเท้า (Kirkendall & Yu, 2002)

4. การเปรียบเทียบความเร็วเชิงเส้นของเท้าระหว่างการเตะด้วยหลังเท้าและหัวเข่าพบว่า ไม่มีความแตกต่างกัน เมื่อพิจารณาจากผลการวิจัยพบว่า ค่าเฉลี่ยของความเร็วเชิงเส้นของเท้าในการเตะด้วยหัวเข่ามีมากกว่าความเร็วเชิงเส้นในการเตะด้วยหลังเท้า ทั้งนี้จากผลการวิจัยที่กล่าวถึงความสัมพันธ์เชิงบวกระหว่างความเร็วเชิงเส้นของเท้ากับความเร็วของลูกบอล อาจคาดคะเนได้ว่า เมื่อเปรียบเทียบความเร็วของลูกบอลระหว่างการเตะด้วยหลังเท้าและหัวเข่าอาจไม่มีความแตกต่างกัน เนื่องจากนักกีฬาต้องคำนึงถึงความแม่นยำของลูกบอลให้เตะโดนเป้าหมายที่กำหนด ทำให้นักกีฬาควบคุมความเร็วในการเคลื่อนที่ของร่างกายส่วนล่าง เกิดผลให้ความเร็วเชิงเส้นของเท้าลดลง (Kellis & Katis, 2007) เพื่อควบคุมให้เท้าสัมผัสกับลูกบอลในตำแหน่งที่เหมาะสม เหตุผลดังกล่าวแสดงให้เห็นถึงข้อจำกัดของความเร็วและความแม่นยำของทักษะการเตะลูกบอล (Andersen & Dörge, 2011) อย่างไรก็ตาม ข้อสันนิษฐานนี้เป็นเพียงการอนุมานจากการวิจัยก่อนหน้านี้เท่านั้น จึงไม่สามารถนำมาสรุปได้ทั้งหมด อีกทั้งยังมีปัจจัยสำคัญในเรื่องของตำแหน่งที่เท้าสัมผัสกับลูกบอลที่แตกต่างกันของทั้งสองทักษะ ซึ่งเป็นปัจจัยที่ส่งต่อความเร็วของลูกบอลอีกด้วย (Andersen & Dörge, 2011; Apriantono et al., 2006; Barbieri et al., 2010; Dörge et al., 2002; Kellis & Katis, 2007; Nunome et al., 2002; Nunome, Ikegami, et al., 2006; Santiago et al., 2016) เนื่องจากลักษณะของเท้าที่สัมผัสกับ

ลูกบอลมีความแตกต่างกันระหว่างทั้งสองทักษะ การเตะด้วยหัวเกือกเป็นการเตะเข้าไปยังตำแหน่งตรงกลางของลูกบอลได้ใกล้เคียงที่สุด เนื่องจากบริเวณปลายรองเท้ามีพื้นที่ผิวน้อย (การกีฬาแห่งประเทศไทย, 2547) ทำให้ลูกบอลสามารถทำความเร็วสูงสุดเท่าที่จะเป็นไปได้และเกิดการหมุนน้อยที่สุด ลูกบอลมีทิศทางใกล้เคียงกับวิถีตรง ทำให้มีความแม่นยำ (Kellis & Katis, 2007) ส่วนการเตะด้วยหลังเท้าเป็นการเตะโดยใช้บริเวณหลังเท้าในการสัมผัสกับลูกบอล (คณาธิป จิระสัญญาณสกุล, 2548) มีพื้นที่ผิวมาก ลูกบอลอาจเกิดการหมุน ซึ่งจะทำความเร็วของลูกบอลลดลง (Kellis & Katis, 2007)

5. ความสำเร็จในการยิงประตูถูกคำนวณจากผลการทดสอบทั้งหมดและนำผลการทดสอบลูกที่โดนเป้าหมายมาวิเคราะห์ การจำลองสถานการณ์การยิงประตูที่จุดโทษจุดที่ 2 ในการวิจัยครั้งนี้ เนื่องจากเป็นบริเวณพื้นที่ที่นักกีฬาทำการยิงประตูบ่อยที่สุดและมีแนวโน้มของความสำเร็จในการยิงประตูเพิ่มขึ้น (Lapresa et al., 2013) ซึ่งผลการวิจัยพบว่า การเตะด้วยหัวเกือกมีเปอร์เซ็นต์ความสำเร็จในการยิงประตูมากกว่าการเตะด้วยหัวเกือก เมื่อกำหนดให้เป้าหมายอยู่กลางประตู ซึ่งการเตะด้วยหัวเกือกเป็นการเตะไปยังตรงกลางของลูกบอล ทำให้ลูกบอลมีทิศทางใกล้เคียงกับวิถีตรงและทำให้มีความแม่นยำ ส่วนการเตะด้วยหลังเท้าเป็นการเตะไปที่มุมหรือด้านข้างของลูกบอล ทำให้ลูกบอลเคลื่อนที่ในลักษณะวิถีโค้ง นักกีฬาจำเป็นต้องคาดคะเนทิศทางของลูกบอล การศึกษาที่ผ่านมาพบว่า ตำแหน่งของเป้าหมายที่กำหนดมีผลต่อลำดับการเคลื่อนไหวของรยางค์ส่วนล่างและความเร็วเชิงมุมของรยางค์ส่วนล่าง (Huang et al., 2013)

สรุปได้ว่า ความเร็วเชิงมุมของรยางค์ส่วนล่างและความเร็วเชิงเส้นของเท้าเป็นปัจจัยสำคัญของความเร็วในการเตะลูกบอล การเตะด้วยหัวเกือกมีความเร็วเชิงมุมของข้อสะโพกมากกว่าการเตะด้วยหลังเท้า ทำให้นักกีฬาใช้เวลาสำหรับการเหวี่ยงขาน้อยกว่า การเตะด้วยหัวเกือกจึงข้อได้เปรียบของความเร็วในการเตะมากกว่าการเตะด้วยหลังเท้า เนื่องจากส่งผลให้ผู้รักษาประตูมีเวลาในการตอบสนองการป้องกันลูกบอลน้อยลง อย่างไรก็ตามยังมีอีกปัจจัยสำคัญอีกอย่างหนึ่งที่เกี่ยวข้องและส่งผลต่อความเร็วของลูกบอลและความแม่นยำ นั่นคือ ตำแหน่งที่เท้าสัมผัสกับลูกบอล ซึ่งการเตะด้วยหลังเท้าและหัวเกือก มีลักษณะที่เท้าสัมผัสกับลูกบอลแตกต่างกันอย่างชัดเจน เมื่อนักกีฬาสามารถใช้ทักษะการเตะด้วยหลังเท้าและหัวเกือกได้อย่างเชี่ยวชาญ ดังนั้นนักกีฬาจำเป็นต้องตัดสินใจและปรับใช้ทักษะให้สอดคล้องกับสถานการณ์ในเกมการแข่งขันอย่างเหมาะสม

ข้อเสนอแนะ

1. ทำการศึกษาในสนามแข่งขันจริง เพื่อควบคุมตัวแปรแทรกซ้อนภายนอกให้ใกล้เคียงกับสถานการณ์การแข่งขันจริง เช่น พื้นสนาม สภาพแวดล้อม เป็นต้น

2. ทำการศึกษาวិเคราะห์เพิ่มเติมถึงองค์ประกอบสำคัญของประสิทธิภาพการเตะลูกบอลในเรื่องของความเร็วของลูกบอล โดยวิเคราะห์การเคลื่อนที่ของลูกบอลตั้งแต่ช่วงที่ลูกบอลหลุดออกจากเท้าจนสัมผัสเป้าหมาย คำนวณความเร็วต้น ความเร็วปลาย และความเร็วเฉลี่ยทั้งหมดของลูกบอล เปรียบเทียบระหว่างทักษะการเตะด้วยหลังเท้าและหัว gốiอก

3. ทำการศึกษาวิเคราะห์เพิ่มเติมถึงองค์ประกอบสำคัญของประสิทธิภาพการเตะลูกบอลในเรื่องของความแม่นยำและความสำเร็จในการยิงประตูของการเตะด้วยหลังเท้าและหัว gốiอก โดยวิเคราะห์ถึงโอกาสที่นักกีฬาเตะลูกบอลไปโดนเป้าหมายที่กำหนดตำแหน่งอื่นของประตู อาจจะแบ่งพื้นที่ประตูออกเป็น 9 ช่อง ได้แก่ บนซ้าย บนกลาง บนขวา กลางซ้าย ตรงกลาง กลางขวาล่างซ้าย ล่างกลางและล่างขวา เนื่องจากในเกมการแข่งขันจริง นักกีฬาจะเตะลูกบอลไปยังตำแหน่งที่ผู้รักษาประตูฝ่ายตรงข้ามมีโอกาสป้องกันลูกบอลได้น้อยที่สุด

4. ทำการศึกษาวิเคราะห์เพิ่มเติมในเรื่องของการเคลื่อนที่ของรยางค์ส่วนล่างของการเตะด้วยหลังเท้าและหัว gốiอก เมื่อกำหนดเป้าหมายในตำแหน่งอื่น ๆ ของประตู เนื่องจากมีการศึกษาก่อนหน้านี้พบว่า การเคลื่อนที่ของรยางค์ส่วนล่างจะแตกต่างกันถ้าตำแหน่งเป้าหมายแตกต่างกัน



บรรณานุกรม

- Althoff, K., & Hennig, E. (2011). A comparison of futsal and outdoor soccer – consequences for footwear design. *Footwear Science*, 3(sup1), S1-S2. Retrieved from <https://doi.org/10.1080/19424280.2011.575805>
- Andersen, T. B., & Dörge, H. C. (2011). The influence of speed of approach and accuracy constraint on the maximal speed of the ball in soccer kicking. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 21(1), 79-84. Retrieved from <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1600-0838.2009.01024.x>
- Apriantono, T., Nunome, H., Ikegami, Y., & Sano, S. (2006). The effect of muscle fatigue on instep kicking kinetics and kinematics in association football. *Journal of Sports Sciences*, 24(9), 951-960.
- Barbieri, F. A., Gobbi, L. T. B., Santiago, P. R. P., & Cunha, S. A. (2010). Performance comparisons of the kicking of stationary and rolling balls in a futsal context. *Sports Biomechanics*, 9(1), 1-15.
- Barbieri, F. A., Gobbi, L. T. B., Santiago, P. R. P., & Cunha, S. A. (2015). Dominant-non-dominant asymmetry of kicking a stationary and rolling ball in a futsal context. *Journal of Sports Sciences*, 33(13), 1411-1419.
- BTS Bioengineering. (2014). *BTS G-SPORT คู่มือประกอบการใช้งาน ภาษาไทย Version 1.0.0*. กรุงเทพฯ: แกรนด์มาร์เก็ตติ้ง จำกัด. .
- Carey, D. P., Smith, G., Smith, D. T., Shepherd, J. W., Skriver, J., Ord, L., & Rutland, A. (2001). Footedness in world soccer: an analysis of France '98. *Journal of Sports Sciences*, 19(11), 855-864. Retrieved from <https://doi.org/10.1080/026404101753113804>
- Dörge, H. C., Andersen, T. B., Sørensen, H., & Simonsen, E. B. (2002). Biomechanical differences in soccer kicking with the preferred and the non-preferred leg. *Journal of Sports Sciences*, 20(4), 293-299.
- Egan, C. D., Verheul, M. H. G., & Savelsbergh, G. J. P. (2007). Effects of Experience on the Coordination of Internally and Externally Timed Soccer Kicks. *Journal of Motor*

Behavior, 39(5), 423-432.

Federation Internationals de Football Association. (2012). Fifa Futsal World Cup Timeline.

Retrieved from <https://www.fifa.com/futsalworldcup/index.html>

Grimshaw, P. (2007). *Sport and exercise biomechanics* (1st ed.). New York: Taylor & Francis Group.

Huang, C.-F., Lu, K.-H., & Wu, H.-W. (2013). *BIOMECHANICS OF ACCURATE INSTEP KICK IN FUTSAL*. Paper presented at the ISBS-Conference Proceedings Archive.

Katis, A., Giannadakis, E., Kannas, T., Amiridis, I., Kellis, E., & Lees, A. (2013).

Mechanisms that influence accuracy of the soccer kick. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 23(1), 125-131. Retrieved from

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1050641112001563>

Kellis, E., & Katis, A. (2007). Biomechanical characteristics and determinants of instep soccer kick.(Clinical report). *Journal of Sports Science and Medicine*, 6(2), 154.

Kirkendall, D., & Yu, B. (2002). Kinematic Instep Kicking Differences Between Elite Female and Male Soccer Players. *Journal of Sports Science & Medicine*, 1(3), 72-79.

Kreighbaum, E. (1996). *Biomechanics : a qualitative approach for studying human movement* (4th ed.): Boston : Allyn and Bacon.

Lapresa, D., Álvarez, L., Arana, J., Garzón, B., & Caballero, V. (2013). Observational analysis of the offensive sequences that ended in a shot by the winning team of the 2010 UEFA Futsal Championship. *Journal of Sports Sciences*, 31(15), 1731-1739.

Learning L. (2017). Physics: Projectile Motion. Retrieved from

<https://courses.lumenlearning.com/physics/chapter/3-4-projectile-motion>

Luiz Henrique Palucci, V., Felipe de Souza, S., Vitor Luiz de, A., Lucas de Paula, O., Fábio

Pamplona, M., Juliana Exel, S., & Paulo Roberto Pereira, S. (2016). Kicking Performance and Muscular Strength Parameters with Dominant and Nondominant Lower Limbs in Brazilian Elite Professional Futsal Players. *Journal of applied biomechanics*, 32(6), 578-585. Retrieved from

<https://journals.humankinetics.com/view/journals/jab/32/6/article-p578.xml>

Naser, N., Ali, A., & Macadam, P. (2017). Physical and physiological demands of futsal.

Journal of Exercise Science & Fitness, 15(2), 76-80.

- Nunome, H., Asai, T., Ikegami, Y., & Sakurai, S. (2002). Three-dimensional kinetic analysis of side-foot and instep soccer kicks. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 34(12). Retrieved from https://journals.lww.com/acsmmsse/Fulltext/2002/12000/Three_dimensional_kinetic_analysis_of_side_foot.25.aspx
- Nunome, H., Ikegami, Y., Kozakai, R., Apriantono, T., & Sano, S. (2006). Segmental dynamics of soccer instep kicking with the preferred and non-preferred leg. *Journal of Sports Sciences*, 24(5), 529-541.
- Nunome, H., Lake, M., Georgakis, A., & Stergioulas, L. K. (2006). Impact phase kinematics of instep kicking in soccer. *Journal of Sports Sciences*, 24(1), 11-22.
- Ozaki, H., Ohta, K., & Jinji, T. (2012). Multi-body power analysis of kicking motion based on a double pendulum. *Procedia Engineering*, 34(C), 218-223.
- Robertson, D. G. E. (2004). *Research methods in biomechanics*: Champaign, IL : Human Kinetics.
- Santiago, P. R. P., Vieira, L. H. P., Barbieri, F. A., Moura, F. A., Santana, J. E., de Andrade, V. L., . . . Cunha, S. A. (2016). Comparison of the kinematic patterns of kick between Brazilian and Japanese young soccer players.(Research Article). *Asian Journal of Sports Medicine (AsJSM)*, 7(2).
- Shan, G., & Westerhoff, P. (2005). Full-body kinematic characteristics of the maximal instep soccer kick by male soccer players and parameters related to kick quality. *Sports Biomechanics*, 4(1), 59.
- Teixeira, L. A., Silva, M. V., & Carvalho, M. (2003). Reduction of lateral asymmetries in dribbling: The role of bilateral practice. *Laterality*, 8(1), 53-65. Retrieved from <https://doi.org/10.1080/713754469>
- Tol, J. L., Slim, E., van Soest, A. J., & van Dijk, C. N. (2002). The Relationship of the Kicking Action in Soccer and Anterior Ankle Impingement Syndrome: A Biomechanical Analysis. *The American Journal of Sports Medicine*, 30(1), 45-50. Retrieved from <https://doi.org/10.1177/03635465020300012101>

เกริกวิทย์ พงศ์ศรี. (2549). การวิเคราะห์คลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อขาที่ใช้รองรับน้ำหนักตัวในการเตะฟุตบอลจากมุมที่แตกต่างกัน. ปรินญาณินพนธ์ (วท.ม. (วิทยาศาสตร์การกีฬา)) -- มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2549.

http://thesis.swu.ac.th/swuthesis/Spo_Coa/Krirkwit_P.pdf

http://ils.swu.ac.th:8991/F?func=service&doc_library=SWU01&local_base=SWU01&doc_number=000099084&sequence=000001&line_number=0001&func_code=DB_REC&service_type=MEDIA

กระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬา. (2555). คู่มือผู้ฝึกสอนกีฬาฟุตบอล *T-Certificate : Futsal Coaching Guide*. กรุงเทพฯ: กระทรวงฯ.

กระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬา สำนักงานการพัฒนากีฬาและนันทนาการ. (2548). คู่มือการฝึกอบรมผู้ฝึกสอนกีฬาระดับขั้นพื้นฐานฟุตบอล. กรุงเทพฯ: สำนักงานการพัฒนากีฬาและนันทนาการ กระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬา.

การกีฬาแห่งประเทศไทย. (2545). คู่มือการฝึกสอนกีฬาฟุตบอลขั้นพื้นฐาน. กรุงเทพฯ: กองการฝึกอบรม.

การกีฬาแห่งประเทศไทย. (2547). คู่มือการฝึกกีฬาฟุตบอลขั้นพื้นฐาน. กรุงเทพฯ: กองพัฒนาบุคลากรกีฬา.

คณาธิป จิระสัญญาณสกุล. (2548). คู่มือกีฬาฟุตบอล. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.

ปรีศิกย์ รอดโพธิ์ทอง. (2544). คู่มือการสอนฟุตบอล 1. กรุงเทพฯ: สำนักพัฒนาการพลศึกษา สุขภาพและนันทนาการ กรมพลศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ.

ศิริรัตน์ หิรัญรัตน์. (2551). ชีวกลศาสตร์การกีฬา = *Sport biomechanics*. นครปฐม: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยมหิดล.

สมาคมฟุตบอลแห่งประเทศไทย การกีฬาแห่งประเทศไทย. (2549). หลักสูตรผู้ฝึกสอนกีฬาฟุตบอลระดับชาติ ขั้นต้น. กรุงเทพฯ: กองพัฒนาบุคลากรกีฬา.

สาธิต์ สุภาภรณ์. (2541). คู่มือการใช้เอกสารคำสอนวิชา พล 323 : กลศาสตร์ชีวภาพในการกีฬาและการออกกำลังกาย = *Biomechanics in sport and exercise*. กรุงเทพฯ: ภาควิชาพลศึกษามหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

อรวรีย์ อิงคเตชะ. (2553). ชีวกลศาสตร์การกีฬา = *Sports biomechanics* (พิมพ์ครั้งที่ 1..).

กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.







ภาคผนวก ก

หนังสือรับรองโครงการจริยธรรมในมนุษย์

หนังสือรับรองโครงการจริยธรรมในมนุษย์

MF-04-version-2.0

วันที่ 18 ต.ค. 61



หนังสือยืนยันการยกเว้นการรับรอง
คณะกรรมการจริยธรรมสำหรับพิจารณาโครงการวิจัยที่ทำในมนุษย์
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

(เอกสารนี้เพื่อแสดงว่าคณะกรรมการจริยธรรมสำหรับพิจารณาโครงการวิจัยที่ทำในมนุษย์ ได้พิจารณาโครงการวิจัยนี้)

ชื่อโครงการวิจัย : การเปรียบเทียบคิเนติกส์เชิงมุมและเชิงเส้นระหว่างการเตะด้วยหลังเท้าและหัวเข่าในนักกีฬาฟุตบอล
ยิ่งประตูของนักกีฬาฟุตบอล
ชื่อหัวหน้าโครงการวิจัย : ว่าที่ ร.ต.หญิง อภิเดช
หน่วยงานต้นสังกัด : คณะพลศึกษา
รหัสโครงการวิจัย : SWUEC-G-151/2562X

โครงการวิจัยนี้เป็นโครงการวิจัยที่เข้าข่ายยกเว้น (Research with Exemption from SWUEC)

วันที่ยืนยัน : 3 กันยายน 2562
ยืนยันโดย : คณะกรรมการจริยธรรมสำหรับพิจารณาโครงการวิจัยที่ทำในมนุษย์
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

คณะกรรมการจริยธรรมสำหรับพิจารณาโครงการวิจัยที่ทำในมนุษย์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ดำเนินการรับรองโครงการวิจัยตามแนวทางหลักจริยธรรมการวิจัยในคนที่เป็นสากล ได้แก่ Declaration of Helsinki, the Belmont Report, CIOMS Guidelines และ the International Conference on Harmonization in Good Clinical Practice (ICH-GCP)

ออกให้ ณ วันที่ 4 กันยายน 2562

ลงชื่อ.....
(นายปิยชาติ บุญเพ็ญ)
กรรมการและผู้ช่วยเลขานุการคณะกรรมการจริยธรรม
สำหรับพิจารณาโครงการวิจัยที่ทำในมนุษย์

ลงชื่อ.....
(แพทย์หญิงสุริพร ภัทรสุวรรณ)
ประธานคณะกรรมการจริยธรรม
สำหรับพิจารณาโครงการวิจัยที่ทำในมนุษย์

หมายเลขรับรอง : SWUEC/X/G-151/2562



ภาคผนวก ข

หนังสือให้ความยินยอมเข้าร่วมโครงการวิจัย

หนังสือให้ความยินยอมเข้าร่วมโครงการวิจัย

MF-10-2-version-2.0

วันที่ 18 ต.ค. 61

หนังสือให้ความยินยอมเข้าร่วมในโครงการวิจัย
(Informed Consent Form)

วันที่

ข้าพเจ้า.....อายุ.....ปี อยู่บ้านเลขที่.....ถนน.....หมู่ที่.....
 แขวง/ตำบล.....เขต/อำเภอ.....จังหวัด.....
 โทรศัพท์.....

ขอทำหนังสือนี้ไว้ต่อหัวหน้าโครงการวิจัยเพื่อเป็นหลักฐานแสดงว่า

ข้อ 1. ข้าพเจ้า ได้รับทราบโครงการวิจัยของ ว่าที่ ร.ต.ทฤษฎี อภิเดช

เรื่อง การเปรียบเทียบคิเนติกส์เชิงมุมและเชิงเส้นระหว่างการเตะด้วยหลังเท้าและหัวเข่าในการยิงประตูของ
 นักกีฬาฟุตบอล

ข้อ 2. ข้าพเจ้า ยินยอมเข้าร่วมโครงการวิจัยนี้ด้วยความสมัครใจ โดยมีได้มีการบังคับขู่เข็ญ หลอกลวงแต่ประการใด
 และจะให้ความร่วมมือในการวิจัยทุกประการ

ข้อ 3. ข้าพเจ้า ได้รับการอธิบายจากผู้วิจัยเกี่ยวกับวัตถุประสงค์ของการวิจัย วิธีการวิจัย ประสิทธิภาพ
 ความปลอดภัย อาการหรืออันตรายที่อาจเกิดขึ้น รวมทั้งแนวทางป้องกัน และแก้ไข หากเกิดอันตราย ค่าตอบแทน
 ที่จะได้รับ ค่าใช้จ่ายที่ข้าพเจ้าจะต้องรับผิดชอบจ่ายเอง โดยได้อ่านข้อความที่มีรายละเอียดอยู่ในเอกสารชี้แจง
 ผู้เข้าร่วมโครงการวิจัยโดยตลอด อีกทั้งยังได้รับคำอธิบายและตอบข้อสงสัยจากหัวหน้าโครงการวิจัยเป็นที่เรียบร้อย
 แล้ว และตกลงรับผิดชอบตามคำรับรองในข้อ 5 ทุกประการ

ข้อ 4. ข้าพเจ้า ได้รับการรับรองจากผู้วิจัยว่าจะเก็บข้อมูลส่วนตัวของข้าพเจ้าเป็นความลับ จะเปิดเผยเฉพาะผลสรุป
 การวิจัยเท่านั้น

ข้อ 5. ข้าพเจ้า ได้รับทราบจากผู้วิจัยแล้วว่า หากมีอันตรายใด ๆ **อันเกิดขึ้นจากการวิจัยดังกล่าว** ข้าพเจ้าจะได้รับการ
 รักษาพยาบาลจากคณะผู้วิจัย โดยไม่คิดค่าใช้จ่ายและจะได้รับค่าชดเชยรายได้ที่สูญเสียไปในระหว่างการรักษา
 พยาบาลดังกล่าว ตลอดจนมีสิทธิได้รับค่าทดแทนความพิการที่อาจเกิดขึ้นจากการวิจัยตามสมควร

ข้อ 6. ข้าพเจ้า ได้รับทราบแล้วว่าข้าพเจ้ามีสิทธิ์จะบอกเลิกการร่วมโครงการวิจัยนี้ และการบอกเลิกการร่วม
 โครงการวิจัยจะไม่มีผลกระทบต่อการศึกษาโรคที่ข้าพเจ้าจะพึงได้รับต่อไป

ข้อ 7. หากข้าพเจ้ามีข้อข้องใจเกี่ยวกับขั้นตอนของการวิจัย หรือหากเกิดผลข้างเคียงที่ไม่พึงประสงค์จากการวิจัย
 สามารถติดต่อกับ ว่าที่ ร.ต.ทฤษฎี อภิเดช เบอร์ติดต่อ 083-076-6241

ข้อ 8. หากข้าพเจ้า ได้รับการปฏิบัติไม่ตรงตามที่ระบุไว้ในเอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัย ข้าพเจ้าจะสามารถติดต่อ
 กับประธานคณะกรรมการจริยธรรมสำหรับการพิจารณาโครงการวิจัยที่ทำในมนุษย์หรือผู้แทน ได้ที่สถาบันยุทธศาสตร์
 ทางปัญญาและวิจัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ โทรศัพท์ 02-649-5000 ต่อ 11019

ข้าพเจ้าได้อ่านและเข้าใจข้อความตามหนังสือนี้โดยตลอดแล้ว เห็นว่าถูกต้องตามเจตนาของข้าพเจ้า
 จึงได้ลงลายมือชื่อไว้เป็นสำคัญพร้อมกับหัวหน้าโครงการวิจัยและต่อหน้าพยาน

ลงชื่อ
 (.....)

ลงชื่อ
 (.....)

MF-10-2-version-2.0

วันที่ 18 ต.ค. 61

ผู้ยินยอม / ผู้แทนโดยชอบธรรม

ผู้ให้ข้อมูลและขอความยินยอม/หัวหน้าโครงการวิจัย

ลงชื่อพยาน
(.....)

ลงชื่อพยาน
(.....)

ในกรณีที่ผู้เข้าร่วมการวิจัย อ่านหนังสือไม่ออก ผู้ที่อ่านข้อความทั้งหมดแทนผู้เข้าร่วมการวิจัยคือ.....
จึงได้ลงลายมือชื่อไว้เป็นพยาน

ลงชื่อพยาน
(.....)

หมายเหตุ

1. ในกรณีผู้ให้ความยินยอมมีอายุไม่ครบ 18 ปีบริบูรณ์ จะต้องเป็นผู้ปกครองตามกฎหมายเป็นผู้ให้ความยินยอมด้วย หรือผู้ป่วยที่ไม่สามารถแสดงความยินยอมได้ด้วยตนเอง จะต้องเป็นผู้มีอำนาจทำการแทน เป็นผู้ให้ความยินยอม
2. กรณีผู้ยินยอมตนให้ทำวิจัย ไม่สามารถอ่านหนังสือได้ ให้ผู้วิจัยอ่านข้อความในหนังสือให้ความยินยอมนี้ให้แก่ผู้ยินยอมตนให้ทำวิจัยฟังจนเข้าใจแล้ว และให้ผู้ยินยอมตนให้ทำวิจัยลงนาม หรือพิมพ์ลายนิ้วหัวแม่มือรับทราบ ในการให้ความยินยอมดังกล่าวด้วย



ภาคผนวก ค
เอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัย

เอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัย

MF-10-1-version-2.0

วันที่ 18 ต.ค. 61

เอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัย (Participant Information Sheet)

ในเอกสารนี้อาจมีข้อความที่ท่านอ่านแล้วยังไม่เข้าใจ โปรดสอบถามหัวหน้าโครงการวิจัยหรือผู้แทนให้ช่วยอธิบายจนกว่าจะเข้าใจดี ท่านอาจจะขอเอกสารนี้กลับไปอ่านที่บ้านเพื่อปรึกษา ทารอกับญาติพี่น้อง เพื่อนสนิท แพทย์ประจำตัวของท่าน หรือแพทย์ท่านอื่น เพื่อช่วยในการตัดสินใจเข้าร่วมการวิจัย

ชื่อโครงการวิจัย การเปรียบเทียบคิเนแมติกส์ของการเตะด้วยหลังเท้าและหัว gốiที่มีผลต่อความสำเร็จในการยิงประตูของนักกีฬาฟุตบอล

ชื่อหัวหน้าโครงการวิจัย ว่าที่ ร.ต. หลุยส์ อภิเดช

สถานที่วิจัย 1. ศูนย์กีฬาในร่ม มหาวิทยาลัยอัสสัมชัญ กรุงเทพมหานคร วิทยาเขตสะพานใหม่
2. สำนักงานวิทยาศาสตร์ สาขาวิทยาศาสตร์การกีฬา มหาวิทยาลัยมหิดล

สถานที่ทำงานและหมายเลขโทรศัพท์ของหัวหน้าโครงการวิจัยที่ติดต่อได้ทั้งในและนอกเวลาราชการ

งานสื่อสารองค์กร กองบริหารงานทั่วไป สำนักงานอธิการบดี มหาวิทยาลัยมหิดล เลขที่ 999 ถ.พุทธมนต์พลาย 4 ต. ศาลายา อ.พุทธมณฑล จ.นครปฐม 73170 เบอร์ติดต่อ 02-849-6213 เบอร์มือถือ 083-076-6241

ผู้สนับสนุนทุนวิจัย ไม่มี

ระยะเวลาในการวิจัย ตั้งแต่ 1 ก.พ. 2562 ถึง 1 ต.ค. 62 รวมเวลา 8 เดือน

โครงการวิจัยนี้ทำขึ้นเพื่อ ศึกษาการเคลื่อนไหวของนักกีฬาฟุตบอลในการใช้ทักษะการยิงประตูด้วยหลังเท้าและหัว gối เพื่อหาความสัมพันธ์ของความเร็วในการเหวี่ยงขา กับความเร็วของลูกบอลทั้งสองทักษะ และนำมาเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างทักษะการยิงประตูด้วยหลังเท้าและหัว gối ว่ามีความแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย เพื่อเป็นแนวทางในการวางแผนฝึกซ้อมของผู้ฝึกสอนและผู้ที่มีสนใจในการพัฒนาความสามารถของนักกีฬา รวมไปถึงเทคนิคของนักกีฬาและเทคนิกในทีมกีฬาให้มีความพร้อมและมีศักยภาพสูงสุดในการแข่งขัน

ท่านได้รับเชิญให้เข้าร่วมการวิจัยนี้เพราะ ท่านมีคุณสมบัติเหมาะสมตรงตามวัตถุประสงค์ของงานวิจัยที่จะเป็นกลุ่มตัวอย่างในงานวิจัยครั้งนี้ และตรงตามเกณฑ์การคัดเลือก ได้แก่ 1. เป็นนักกีฬาฟุตบอลที่เข้าร่วมการแข่งขันกีฬา มหาวิทยาลัยแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 46 ประจำปี 2019 2. ได้รับรางวัลชนะเลิศอันดับ 1-3 3. เป็นนักกีฬาฟุตบอลเพศชาย 4. นักกีฬานัดขาข้างขวา **จะมีผู้เข้าร่วมการวิจัยนี้ทั้งสิ้นประมาณ 12-15 คน** อ้างอิงจากจำนวนผู้เล่นที่ทีมแข่งขันสามารถส่งรายชื่อผู้เล่นได้ตามกติกา

หากท่านตัดสินใจเข้าร่วมการวิจัยแล้ว จะมีขั้นตอนการวิจัยดังต่อไปนี้คือ

- ดำเนินการวิจัยโดยทำการยิงประตูด้วยหลังเท้าและหัว gối ทักษะละ 5 ครั้ง พัก 1 นาทีต่อครั้ง
- ทำการยิงประตูที่จุดโทษจุดที่ 2 ระยะห่างจากเป้าหมาย 10 เมตร เป้าหมายถูกติดตั้งที่กลางประตูมีขนาด 1x1 เมตร
- ผู้เข้าร่วมการวิจัยต้องทำเต็มความสามารถ พยายามทำความเร็วให้ลูกบอลมีความเร็วสูงสุดและยิงให้โดนเป้าหมายที่กำหนด
- จะต้องติดมาร์คเกอร์ไว้ที่ร่างกาย เป็นอุปกรณ์สำหรับวิเคราะห์การเคลื่อนไหว

- การวิเคราะห์การเคลื่อนไหวใช้กล้องวิดีโอบันทึกภาพระบบอินฟราเรด สำหรับการวิเคราะห์การเตะของผู้เข้าร่วมการวิจัย

- ถ้าเกิดอุบัติเหตุขึ้นขณะทำการวิจัย ผู้วิจัยมีขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 เมื่อกลุ่มตัวอย่างเกิดอาการบาดเจ็บ นักวิทยาศาสตร์การกีฬาจะเข้ามาประเมินอาการและทำการปฐมพยาบาลเบื้องต้น (ผู้วิจัยจัดเตรียมอุปกรณ์การปฐมพยาบาลไว้)

ขั้นตอนที่ 2 เมื่อการปฐมพยาบาลเสร็จสิ้น นำผู้ป่วยส่งโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ซึ่งเป็นโรงพยาบาลใกล้เคียง และดำเนินการรักษาโดยแพทย์

- การนัดหมาย

นัดหมายครั้งที่ 1 (ระยะเวลาที่ใช้ 2-3 ชั่วโมง)

- ผู้วิจัยจะชี้แจงรายละเอียดในงานวิจัยให้นักกีฬาได้รับทราบ

- เก็บข้อมูลพื้นฐานของนักกีฬา ได้แก่ อายุ น้ำหนัก ส่วนสูง รหัสผู้เข้าร่วมวิจัย

- ทำการทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขาด้วย G-walk โดยใช้ท่า Countermovement jump

นัดหมายครั้งที่ 2 (ระยะเวลา 1 วัน)

- ดำเนินการวิจัยตามขั้นตอนที่แจ้งให้ทราบ

ความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นเมื่อเข้าร่วมการวิจัย

- อาจเกิดอุบัติเหตุขนาดทำการวิจัย เช่น ข้อเท้าพลิก ลื่นล้ม เนื่องจากการดำเนินวิจัยจะจัดสถานที่อยู่ในห้องทดลองหรือห้องแล็บ พื้นผิวของห้องทดลองเป็นพื้นที่เรียบ แต่ไม่ลื่น แต่อาจจะไม่เหมือนพื้นสนามแข่งขันของกีฬาฟุตบอล นักกีฬาอาจจะไม่มีความเคยชินกับพื้นผิวเช่นนี้

หากท่านไม่เข้าร่วมในโครงการวิจัยนี้ จะไม่มีผลกระทบต่อน้ำหนักการปฏิบัติงานใดๆ ของท่าน หรือส่งผลกระทบต่อการเรียนการสอน การประเมินผลการเรียนของนิสิตที่อย่างไร

งานวิจัยครั้งนี้ มีการบันทึกข้อมูลเป็น รูปถ่าย / ภาพนิ่ง และวีดิทัศน์ / ภาพเคลื่อนไหว หากผู้วิจัยต้องการเผยแพร่ภาพและ/หรือ วีดิทัศน์ของผู้เข้าร่วมการวิจัย ผู้เข้าร่วมการวิจัยให้ความยินยอมให้มีการเผยแพร่ได้

หากมีข้อข้องใจที่จะสอบถามเกี่ยวข้องกับการวิจัย หรือหากเกิดผลข้างเคียงที่ไม่พึงประสงค์จากการวิจัย ท่านสามารถติดต่อ ว่าที่ ร.ต. ฤกษ์ ฤกษ์ และหมายเลขที่สามารถติดต่อได้ 24 ชั่วโมง คือ 083-076-6241

ท่านจะได้รับการช่วยเหลือหรือดูแลรักษาการบาดเจ็บ/เจ็บป่วยอันเนื่องมาจากการวิจัยตามมาตรฐานทางการแพทย์ โดยผู้รับผิดชอบค่าใช้จ่ายในการรักษาคือ หัวหน้าโครงการวิจัย ว่าที่ ร.ต. ฤกษ์ ฤกษ์

ประโยชน์ที่คิดว่าจะได้รับจากการวิจัย เพื่อเป็นแนวทางในการวางแผนฝึกซ้อมของผู้ฝึกสอนและผู้สนใจในการพัฒนาความสามารถของนักกีฬา รวมไปถึงเทคนิคของนักกีฬาและแพทย์ในทีมกีฬาให้มีความพร้อมและมีศักยภาพสูงสุดในการแข่งขัน

ค่าตอบแทนที่ผู้เข้าร่วมการวิจัยจะได้รับ ค่าตอบแทนคนละ 500 บาท

ค่าใช้จ่ายที่ผู้เข้าร่วมการวิจัยจะต้องรับผิดชอบเอง ไม่มี

หากมีข้อมูลเพิ่มเติมทั้งด้านประโยชน์และโทษที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยนี้ ผู้วิจัยจะแจ้งให้ทราบโดยรวดเร็วและไม่ปิดบัง

ข้อมูลส่วนตัวของผู้เข้าร่วมการวิจัย จะถูกเก็บรักษาไว้โดยไม่เปิดเผยต่อสาธารณะเป็นราย บุคคล แต่จะรายงานผลการวิจัยเป็นข้อมูลส่วนรวมโดยไม่สามารถระบุข้อมูลรายบุคคลได้ ข้อมูลของผู้เข้าร่วมการวิจัยเป็นรายบุคคล อาจมีคณะบุคคลบางกลุ่มเข้ามาตรวจสอบได้ เช่น ผู้ให้ทุนวิจัย สถาบัน หรือองค์กรของรัฐที่มีหน้าที่ตรวจสอบ รวมถึงคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในคนมีหน้าที่ตรวจสอบได้

- การวิเคราะห์การเคลื่อนไหวใช้กล้องวิดีโอบันทึกภาพระบบอินฟราเรด สำหรับการวิเคราะห์การเตะของผู้เข้าร่วมการวิจัย

- ถ้าเกิดอุบัติเหตุขึ้นขณะทำการวิจัย ผู้วิจัยมีขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 เมื่อกลุ่มตัวอย่างเกิดอาการบาดเจ็บ นักวิทยาศาสตร์การกีฬาจะเข้ามาประเมินอาการและทำการปฐมพยาบาลเบื้องต้น (ผู้วิจัยจัดเตรียมอุปกรณ์การปฐมพยาบาลไว้)

ขั้นตอนที่ 2 เมื่อการปฐมพยาบาลเสร็จสิ้น นำผู้ป่วยส่งโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ซึ่งเป็นโรงพยาบาลใกล้เคียง และดำเนินการรักษาโดยแพทย์

- การนัดหมาย

นัดหมายครั้งที่ 1 (ระยะเวลาที่ใช้ 2-3 ชั่วโมง)

- ผู้วิจัยจะชี้แจงรายละเอียดในงานวิจัยให้นักกีฬาได้รับทราบ

- เก็บข้อมูลพื้นฐานของนักกีฬา ได้แก่ อายุ น้ำหนัก ส่วนสูง รหัสผู้เข้าร่วมวิจัย

- ทำการทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขาด้วย G-walk โดยใช้ท่า Countermovement jump

นัดหมายครั้งที่ 2 (ระยะเวลา 1 วัน)

- ดำเนินการวิจัยตามขั้นตอนที่แจ้งให้ทราบ

ความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นเมื่อเข้าร่วมการวิจัย

- อาจเกิดอุบัติเหตุขนาดทำการวิจัย เช่น ข้อเท้าพลิก ลื่นล้ม เนื่องจากการดำเนินวิจัยจะจัดสถานที่อยู่ในห้องทดลองหรือห้องแล็บ พื้นผิวของห้องทดลองเป็นพื้นที่เรียบ แต่ไม่ลื่น แต่อาจจะไม่เหมือนพื้นสนามแข่งขันของกีฬาฟุตบอล นักกีฬาอาจจะไม่มีความเคยชินกับพื้นผิวเช่นนี้

หากท่านไม่เข้าร่วมในโครงการวิจัยนี้ จะไม่มีผลกระทบต่อน้ำหนักการปฏิบัติงานใดๆ ของท่าน หรือส่งผลกระทบต่อการเรียนการสอน การประเมินผลการเรียนของนิสิตที่อย่างไร

งานวิจัยครั้งนี้ มีการบันทึกข้อมูลเป็น รูปถ่าย / ภาพนิ่ง และวิดีโอ / ภาพเคลื่อนไหว หากผู้วิจัยต้องการเผยแพร่ภาพและ/หรือ วิดีทัศน์ของผู้เข้าร่วมการวิจัย ผู้เข้าร่วมการวิจัยให้ความยินยอมให้มีการเผยแพร่ได้

หากมีข้อข้องใจที่จะสอบถามเกี่ยวข้องกับการวิจัย หรือหากเกิดผลข้างเคียงที่ไม่พึงประสงค์จากการวิจัย ท่านสามารถติดต่อ ว่าที่ ร.ต. ฤกษ์ ฤกษ์ และหมายเลขที่สามารถติดต่อได้ 24 ชั่วโมง คือ 083-076-6241

ท่านจะได้รับการช่วยเหลือหรือดูแลรักษาการบาดเจ็บ/เจ็บป่วยอันเนื่องมาจากการวิจัยตามมาตรฐานทางการแพทย์ โดยผู้รับผิดชอบค่าใช้จ่ายในการรักษาคือ หัวหน้าโครงการวิจัย ว่าที่ ร.ต. ฤกษ์ ฤกษ์

ประโยชน์ที่คิดว่าจะได้รับจากการวิจัย เพื่อเป็นแนวทางในการวางแผนฝึกซ้อมของผู้ฝึกสอนและผู้สนใจในการพัฒนาความสามารถของนักกีฬา รวมไปถึงเทคนิคของนักกีฬาและแพทย์ในทีมกีฬาให้มีความพร้อมและมีศักยภาพสูงสุดในการแข่งขัน

ค่าตอบแทนที่ผู้เข้าร่วมการวิจัยจะได้รับ ค่าตอบแทนคนละ 500 บาท

ค่าใช้จ่ายที่ผู้เข้าร่วมการวิจัยจะต้องรับผิดชอบเอง ไม่มี

หากมีข้อมูลเพิ่มเติมทั้งด้านประโยชน์และโทษที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยนี้ ผู้วิจัยจะแจ้งให้ทราบโดยรวดเร็วและไม่ปิดบัง

ข้อมูลส่วนตัวของผู้เข้าร่วมการวิจัย จะถูกเก็บรักษาไว้โดยไม่เปิดเผยต่อสาธารณะเป็นราย บุคคล แต่จะรายงานผลการวิจัยเป็นข้อมูลส่วนรวมโดยไม่สามารถระบุข้อมูลรายบุคคลได้ ข้อมูลของผู้เข้าร่วมการวิจัยเป็นรายบุคคล อาจมีคณะบุคคลบางกลุ่มเข้ามาตรวจสอบได้ เช่น ผู้ให้ทุนวิจัย สถาบัน หรือองค์กรของรัฐที่มีหน้าที่ตรวจสอบ รวมถึงคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในคนมีหน้าที่ตรวจสอบได้



ภาคผนวก ง
แบบบันทึกข้อมูลผู้เข้าร่วมการวิจัย

แบบบันทึกข้อมูลผู้เข้าร่วมวิจัย

รหัสประจำตัวในงานวิจัย.....ชื่อเล่น.....

อายุ.....ปี น้ำหนัก.....กิโลกรัม ส่วนสูง.....เซนติเมตร

ขาข้างใดที่ใช้ในการยิงประตู

 ข้างขวา ข้างซ้าย

การทดสอบ Counter Movement Jump (CMJ) by G-walk

Maximum Concentric Power kW



ภาคผนวก จ
แบบบันทึกการเก็บข้อมูลการยิงประตู



ภาคผนวก ฉ

การทดสอบ Counter Movement Jump (CMJ) by G-walk

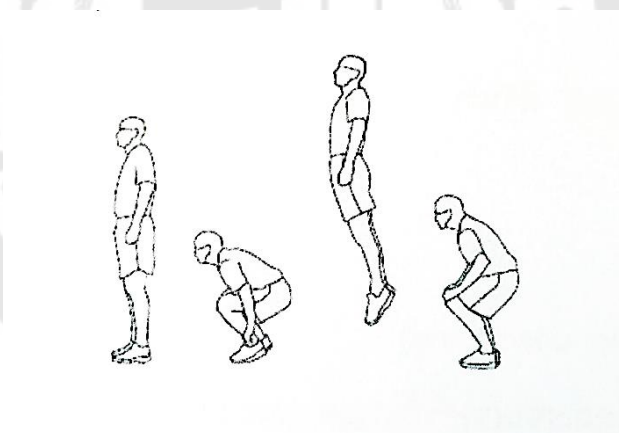
การทดสอบ Counter Movement Jump (CMJ)

อุปกรณ์

1. G-Walk
2. Computer

ขั้นตอน

1. ผู้ทดสอบเริ่มจากทำยืนตัวตรง โดยวางเท้าห่างกันระหว่างความกว้างของไหล่มือทั้งสองข้างจับสะโพก
2. ย่อตัวลงจนหัวเข่างอทำมุม 90 องศา
3. กระโดดขึ้นตรง ๆ รักษาลำตัวให้ตั้งตรง มืออยู่ที่สะโพกตลอด
4. ลงพื้นย่อเข้าเพื่อดูดซับแรงกระแทก
5. นำค่าที่ได้มาบันทึกผล



ภาพประกอบ 23 ขั้นตอนการทดสอบ Counter Movement Jump

ที่มา : BTS Bioengineering. (2014). *BTS G-SPORT คู่มือประกอบการใช้งาน ภาษาไทย Version 1.0.0*. กรุงเทพฯ: แกรนด์มาร์เก็ตติ้ง จำกัด.

ประวัติผู้เขียน

| | |
|-------------------|---|
| ชื่อ-สกุล | ว่าที่ร้อยตรี ฤกษ์ภูมิ เดช |
| วัน เดือน ปี เกิด | 5 มกราคม 2536 |
| สถานที่เกิด | ปทุมธานี |
| วุฒิการศึกษา | พ.ศ. 2553 มัธยมศึกษา จาก โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ หอวัง นนทบุรี พ.ศ. 2557 วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขา วิทยาศาสตร์การกีฬา วิทยาลัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการกีฬา จาก มหาวิทยาลัยมหิดล |
| ที่อยู่ปัจจุบัน | 73/24 หมู่ 5 ม. The plant ปากเกร็ด ถ.สุขาประชาสรรค์ 2 ต.บ้านใหม่ อ. ปากเกร็ด จ.นนทบุรี 11120 |
| ผลงานตีพิมพ์ | - |
| รางวัลที่ได้รับ | - |