

## การวิเคราะห์มุมและการจำลองการทำงานไดนามิกส์ข้อต่อในการวิ่งระยะสั้นของนักกรีฑา เยาวชนทีมชาติไทย

บุญตา คำชาย\* ยุกพาพร สุวะไกร\*\* ประเวท เกษกัน\*\*\*

กิตติกุล รัตน์รังสิกุล\*\*\*\* กิตติพงษ์ เพ็งศรี\*\*\*\*\*

### บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์มุมของการออกตัววิ่ง 100 เมตร และจำลองการทำงานไดนามิกส์ของมุมเข่า มุมลำตัว มุมศีรษะ และมุมเท้า กลุ่มตัวอย่างเป็นนักกรีฑาเยาวชนชายทีมชาติไทยในโรงเรียนกีฬาสังกัดมหาวิทยาลัยการกีฬาแห่งชาติ จำนวน 6 คน คัดเลือกแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้เก็บรวบรวมข้อมูล กล้องถ่ายภาพนิ่งภาพ กล้องถ่ายภาพเคลื่อนไหวและโปรแกรมสำเร็จรูปการวัดมุม เก็บรวบรวมข้อมูลโดยบันทึกภาพนิ่งและภาพเคลื่อนไหวของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 6 คน ขณะออกตัวจากสตาร์ทที่ตั้งบล็อกรั้งระยะทาง 100 เมตร นำภาพที่บันทึกไปวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมคิโนเวียรูปแบบ 2 มิติ เพื่อศึกษาตัวแปรมุมข้อเท้า มุมข้อเข่า มุมลำตัว มุมศีรษะ ความเร่งและความเร็วในการวิ่ง วิเคราะห์ข้อมูลโดยสถิติค่าเฉลี่ย ค่าดัชนีการกระจายเชิงคุณภาพ Index of Qualitative Variation (IQV) การแยกแรงแนวตั้งและแนวราบตามหลักกลศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า 1. มุมร่างกายในจังหวะ “ระว่าง” ค่าเฉลี่ยดังนี้ มุมเข่าทำท่าทำมุม 93.89 องศา มุมเข่าเท้าตามท่ามุม 127.17 องศา มุมลำตัวท่ามุม 196.89 องศา มุมศีรษะท่ามุม 42.67 องศา 2. มุมลำตัว ในจังหวะ “ออกตัว” ท่ามุมเฉลี่ย 49.11 องศา 3. มุมลำตัวเมื่อวิ่งผ่านระยะ 10 เมตร ท่ามุมเฉลี่ย 65.50 องศา 4. มุมลำตัวเมื่อวิ่งผ่านระยะ 30 เมตร ท่ามุมเฉลี่ย 74.00 องศา 5. ความเร็วในการวิ่ง 100 เมตร มีค่าเฉลี่ย 10.92 วินาที 6. ความเร่งในการวิ่ง 100 เมตร มีค่าเฉลี่ย 0.839 เมตร/วินาที<sup>2</sup> 7. ขณะวิ่ง มุมของเท้าหลังไม่ควรกว้างเกิน 60 องศา และมุมของเท้าหน้าควรมีมุมที่กว้างประมาณ 60 องศา

คำสำคัญ : มุมข้อต่อ ไดนามิกส์ข้อต่อ การวิ่งระยะสั้น

\* คณะวิทยาศาสตร์การกีฬาและสุขภาพ มหาวิทยาลัยการกีฬาแห่งชาติ วิทยาเขตมหาสารคาม

\*\* คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยการกีฬาแห่งชาติ วิทยาเขตสุโขทัย

\*\*\* คณะวิทยาศาสตร์การกีฬาและสุขภาพ มหาวิทยาลัยการกีฬาแห่งชาติ วิทยาเขตมหาสารคาม

\*\*\*\* คณะวิทยาศาสตร์การกีฬาและสุขภาพ มหาวิทยาลัยการกีฬาแห่งชาติ วิทยาเขตมหาสารคาม

\*\*\*\*\* คณะวิทยาศาสตร์การกีฬาและสุขภาพ มหาวิทยาลัยการกีฬาแห่งชาติ วิทยาเขตมหาสารคาม

ติดต่อผู้พิมพ์ : บุญตา คำชาย E-mail: boonta\_khakai@yahoo.co.th มือถือ 081-4006121

รับบทความ 24 ตุลาคม 2566 แก้ไขบทความ 10 พฤศจิกายน 2566 ตอรับ 12 พฤศจิกายน 2566

## The Analysis of Angle and The Simulation of Joint Dynamic of Sprint in Youth Athletes of National Thailand Team

Boonta Khakai<sup>\*</sup>Yupaporn Suvagai<sup>\*\*</sup>Pravet Ketkan<sup>\*\*\*</sup>

Kttikul Rattanarungsikul<sup>\*\*\*\*</sup>Kittipong Pengsri<sup>\*\*\*\*\*</sup>

### Abstract

The purposes of this research were to analyze angle in the sprint start of 100 meters dash and to simulate the dynamic of knee joint, the angle of body, angle of head and angle of foot of the youth athletes in sport schools of Thailand national sports university. 6 male athletes Thailand youth team were purposively selected as the sample group. Research instruments were still image and motion camera and angle test application. Video recording to gather data on starting block position of 6 athletes in 100 meters dash. 2 dimensional motion analysis by using Kinovea application to measure feet angle, knee angle, body angle, head angle, acceleration and speed of 100 meters dash. Statistical analysis were mean, Index of Qualitative Variation (IQV), force analysis both vertical and horizontal level in accordance with mechanics force analysis. The results were as follows: 1.The average degree as the athlete was in “Set Position” were as follows, The leading knee angle was 93.89 degree, The back knee angle was 127.17 degree, The body angle was 196.89 degree, The head angle was 42.67 degree. 2. The body angle as the athlete was in “GO” position was 49.11 degree. 3. The average degree of body angle as the athlete run for the first 10 meters, was 65.50 degree. 4.The average degree of body angle as the athlete run for the first 30 meters, was 74.00 degree. 5.The average speed for 100 meters was 10.92 seconds. 6. The average acceleration for 100 meters was 0.839 m/s<sup>2</sup> 7. While running the angle of the follow step of back foot should not more than 60 degree and the angle of leading step was around 60 degree.

**Keywords:** Joints angle, Joint dynamic, Sprint

---

<sup>\*</sup>Faculty of Sports and Health Science, Thailand National Sports University Mahasarakham Campus

<sup>\*\*</sup>Faculty of Education, Thailand National Sports University Sukhothai Campus

<sup>\*\*\*</sup>Faculty of Sports and Health Science, Thailand National Sports University Mahasarakham Campus

<sup>\*\*\*\*</sup>Faculty of Sports and Health Science, Thailand National Sports University Mahasarakham Campus

<sup>\*\*\*\*\*</sup>Faculty of Sports and Health Science, Thailand National Sports University Mahasarakham Campus

contract: Boonta khakai E-mail.: boonta\_khakai@yahoo.co.th Mobile: 081-4006121

Received October, 24 2023 ; Revised November, 10 2023 ; Accepted November, 12 2023

## บทนำ

สถิติในการวิ่งระยะสั้นโดยเฉพาะการวิ่ง 100 เมตร มีการทำลายสถิติมาอย่างต่อเนื่องจนกระทั่งปัจจุบัน โดย จิม ไฮน์ส (Jim Hines) นักรักวิ่งชาวอเมริกันทำลายสถิติวิ่ง 100 เมตร ได้ต่ำกว่า 10 วินาที เป็นคนแรกในปี 1968 ในกีฬาโอลิมปิกที่ประเทศเม็กซิโก เขาทำลายสถิติได้ 9.95 วินาที ต่อมา ยูเซียน โบลท์ (Usain Bolt) นักวิ่งชาวจาไมกาทำลายสถิติโลกไว้ ในปี 2009 สถิติ 9.58 วินาที ในขณะที่ ภูริพล บุญสอน นักวิ่งทีมชาติไทยทำลายสถิติได้ 10.02 วินาที ในกีฬาเอเชียนเกมส์ ในปี 2022 การวิ่งระยะ 100 เมตร (100 dash) หมายถึงการแข่งขันวิ่งระยะทาง 100 เมตรบนทางวิ่งที่เรียบ ผู้เข้าแข่งขันจะต้องออกตัวจากจุดปล่อยตัวและสามารถวิ่งอย่างเต็มฝีเท้า (Full speed) (Bissas et al., 2018) การที่นักกีฬาวิ่งระยะสั้นจะประสบความสำเร็จในอาชีพนักกีฬานั้นจะต้องอาศัยปัจจัยสนับสนุนหลายประการ เช่น รูปแบบของการวิ่งตามหลักชีวกลศาสตร์ (Biomechanical gait patterns) สภาพความแข็งแรงของกล้ามเนื้อของนักกีฬา (Muscular strength) การจัดระเบียบของร่างกายที่เหมาะสม (Anatomical alignment) ความยืดหยุ่นของเนื้อเยื่อ (Tissue flexibility) (Ferber and Macdonald, 2014) มีการศึกษาการวิ่งตามหลักชีวกลศาสตร์ (Biomechanical gait patterns) พบว่า ช่วงฟุ้งตัวออกจากบล็อกสตาร์ทเป็นช่วงที่สำคัญ นักกีฬาที่ออกตัวจากบล็อกสตาร์ทได้ดีจะส่งผลให้ใช้เวลาในการวิ่งได้ดีไปด้วยเมื่อนักวิ่งถีบตัวออกจากบล็อกสตาร์ทแล้ว นักวิ่งจะต้องพยายามเพิ่มความเร็วให้เพิ่มมากขึ้น โดยพยายามก้าวเท้าให้ยาวขึ้น โดยพบว่า ความยาวก้าวแรกของนักวิ่งที่ถีบตัวออกจากบล็อกสตาร์ท (First step length) มีค่าประมาณ 0.98 - 1.20 เมตร ศึกษาจากนักวิ่งของทีมชาติสหรัฐอเมริกา และจากนั้นนักวิ่งจะพยายามเพิ่มความเร่งมากขึ้นและความยาวก้าวของนักวิ่งจะมีค่าสูงสุดเมื่อนักกีฬาเข้าสู่ช่วงของ Maximum Velocity (50-80 เมตร) โดยมีค่าประมาณ 4.87 เมตร สำหรับนักวิ่งชาย และ 3.65 - 4.26 เมตร ในนักวิ่งหญิง (Bottcher, 2009 และ Bezodis et al., 2019)

Radtord (1990) กล่าวว่า เมื่อนักกีฬาฟุ้งตัวออกจากบล็อกสตาร์ทจะต้องพยายามเพิ่มความเร่งให้มากที่สุดซึ่งเป็นช่วงที่มีความสำคัญต่อการวิ่ง หลังจากนั้นนักกีฬาจะพยายามตั้งตัวให้ตรงมากขึ้น เพื่อเพิ่มความยาวก้าว (Stride length) และเพิ่มความเร่ง ดังนั้นความเร็วของนักวิ่งจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะใน 10 เมตร ดังนั้นการออกตัวจากบล็อกสตาร์ทที่ดีนักกีฬาจะต้องสามารถออกแรงกระทำระหว่างพื้นกับร่างกายได้อย่างเหมาะสม เพื่อให้ร่างกายสามารถเพิ่มความเร่งในการวิ่งได้เร็วขึ้นและนักกีฬาจะต้องจัดทำทางร่างกายเพื่อให้กลไกของการวิ่งมีความเหมาะสมสอดคล้องกับรูปแบบการเคลื่อนไหวที่ถูกต้องในการเพิ่มความเร่งของนักกีฬา สอดคล้องกับการศึกษาของ Mero (1988) และ Rabita et al., (2015) รายงานว่าปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญต่อความสำเร็จในการออกตัวจากบล็อกสตาร์ทก็คือ มุมของการถีบตัวออกจากบล็อกสตาร์ทของนักวิ่ง (Start push of angle) เพราะเมื่อนักวิ่งถีบตัวออกจากบล็อกสตาร์ทนั้น นักวิ่งจะต้องสามารถออกแรงถีบบล็อกสตาร์ทได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งต้องอาศัยแรงระเบิดของกล้ามเนื้อ (Explosive concentric muscle action) ภายในช่วงระยะเวลาสั้น ๆ (Reactive strength explosive strength) เพื่อที่จะให้สามารถเร่งความเร็วได้อย่างรวดเร็วในระยะทาง 20-30 เมตร (Initiation of locomotion) มุมการออกตัวของนักวิ่งมีค่าประมาณ 38 - 42 องศา มุมในการถีบตัวออกจากบล็อกสตาร์ทของนักวิ่ง (Start push of angle) จะส่งผลโดยการเพิ่มความเร่งของจุดศูนย์กลางมวลของร่างกาย (C.G.) เพราะมุมของลำตัวในการถีบตัวออกจาก

บล็อกสตาร์ทที่มีความเอียงมากเท่าไร (Body inclination) ระยะห่างระหว่างเท้าที่ถีบออกจากบล็อกสตาร์ทกับจุดศูนย์กลางของร่างกายมากเท่านั้น และถ้าจุดศูนย์กลางของร่างกาย ยิ่งอยู่ห่างจากเท้ามากเท่าไรก็ยิ่งจะเป็นผลดีต่อการเพิ่มความเร็วในระยะเริ่มต้นของการออกสตาร์ท Ecker, (2014) กล่าวว่า ท่าเตรียมในการออกตัวจากบล็อกสตาร์ทในจังหวะระว่าง (Set position) มุมเข้าเท้าหน้า (Leading knee) จะทำมุมประมาณ 90 องศา ส่วนมุมเข้าเท้าตามจะทำมุมประมาณ 120 องศา นักวิ่งจะต้องออกแรงถีบบล็อกสตาร์ทไปด้านหลังพร้อมกับเหวี่ยงแขนที่ตรงข้ามกับเท้าหน้าไปด้านหน้า ด้วยความแรงซึ่งตามกฎของนิวตันข้อที่ 3 แรงถีบบล็อกสตาร์ทจะส่งให้นักกีฬาพุ่งตัวออกไปข้างหน้าด้วยความแรงเท่ากับแรงที่กระทำต่อบล็อกสตาร์ท อย่างไรก็ตาม นักกีฬาที่มีกล้ามเนื้อขาที่แข็งแรงสามารถปรับมุมเข้าเท้าหน้าให้น้อยกว่า 90 องศา ได้ซึ่งจะส่งผลดีต่อแรงถีบออกจากบล็อกสตาร์ท หากกล้ามเนื้อของนักกีหายังไม่แข็งแรงเท่าที่ควรการปรับมุมเข้าขาเท้าหน้าอาจปรับให้มากกว่า 90 องศา เล็กน้อย

จากข้อมูลข้างต้นหากมีการนำองค์ความรู้ดังกล่าวไปพัฒนานักกีฬาในระดับเยาวชนจะช่วยให้ นักกีฬาได้ฝึกปฏิบัติทักษะอย่างถูกต้อง ได้เห็นภาพการเคลื่อนไหวการปฏิบัติทักษะของตนเอง อีกทั้งได้เปิดมุมมองรับองค์ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์การกีฬาที่จะนำมาพัฒนาตนเองอย่างยั่งยืน โรงเรียนกีฬาสังกัดมหาวิทยาลัยการกีฬาแห่งชาติ มีการเรียนการสอนและพัฒนานักกีฬาเยาวชนประเภทวิ่งระยะสั้นซึ่งมีการฝึกซ้อมอย่างสม่ำเสมอ การนำองค์ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์การกีฬาที่จะมาศึกษามุมข้อต่อของร่างกายในการพุ่งตัวออกจากบล็อกสตาร์ท และมุมในการจัดทำกลไกการวิ่งและมุมการวางเท้าขณะวิ่งซึ่งจะช่วยให้เกิดกำลังระเบิดเพื่อช่วยส่งตัวในการออกตัววิ่ง (Explosive power) กำลังความเร็ว (Power speed) เพื่อช่วยปรับอัตราเร่งในการวิ่ง (Acceleration speed) ความเร็วสูงสุดในการวิ่ง (Maximum speed) และมุมของข้อต่อ (Angle joint) จาก การเคลื่อนไหวทางร่างกายในส่วนที่เกี่ยวข้องกับการวิ่งระยะสั้น ได้แก่ ข้อเข่า (Knee joint) สะโพก (Hip joint) ไหล่ (Shoulder) ข้อศอก (Elbow joint) และข้อมือ (Wrist joint) ให้กับนักกีฬาระดับเยาวชน ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงสนใจที่จะวิเคราะห์มุมและการจำลองการทำงานไดนามิกส์ข้อต่อ ในการวิ่งระยะสั้นของนักกรีฑาเยาวชน ทีมชาติของโรงเรียนกีฬาสังกัดมหาวิทยาลัยการกีฬาแห่งชาติเพื่อนำข้อมูลไปใช้ประโยชน์ด้านวิทยาศาสตร์การกีฬาของการวิ่งต่อไป

### วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. เพื่อวิเคราะห์มุมของการออกวิ่งจากจุดเริ่มต้น โดยสตาร์ทตั้งบล็อกของการวิ่งระยะสั้น (100 เมตร) ของนักกรีฑาเยาวชนทีมชาติชายในโรงเรียนกีฬา สังกัดมหาวิทยาลัยการกีฬา
2. เพื่อวิเคราะห์มุมของการเคลื่อนที่ของการวิ่งระยะสั้น (100 เมตร) ของนักกรีฑาเยาวชนทีมชาติชายในโรงเรียนกีฬา สังกัดมหาวิทยาลัยการกีฬา
3. เพื่อวิเคราะห์แบบจำลองการทำงานไดนามิกส์ของมุมเข้า มุมลำตัว มุมศีรษะ และมุมเท้าของการวิ่งระยะสั้น (100 เมตร) ของนักกรีฑาเยาวชนทีมชาติชายในโรงเรียนกีฬา สังกัดมหาวิทยาลัยการกีฬา

## ขอบเขตของการวิจัย

### ประชากร

ประชากรในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักวิ่งระยะสั้น (100 เมตร) ในโรงเรียนกีฬาจังหวัดขอนแก่นสังกัดมหาวิทยาลัยการกีฬาแห่งชาติ จำนวน 7 คน และนักวิ่งระยะสั้น (100 เมตร) โรงเรียนกีฬาจังหวัดนครราชสีมาสังกัดทีมมหาวิทยาลัยการกีฬาแห่งชาติวิทยาเขตมหาสารคาม จำนวน 6 คน

### กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างเป็นนักกรีฑาชายประเภทวิ่งระยะสั้นทีมเยาวชนของโรงเรียนกีฬาจังหวัดขอนแก่นซึ่งได้จากการคัดเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) จำนวน 3 คน และนักกรีฑาชายประเภทวิ่งระยะสั้นทีมโรงเรียนกีฬาจังหวัดนครราชสีมา ซึ่งได้มาจากการคัดเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) จำนวน 3 คน รวมกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้จำนวน 6 คน

### เกณฑ์การคัดเลือกเข้า

1. เป็นนักกรีฑาชายประเภทวิ่งระยะสั้น (100 เมตร) ทีมเยาวชนของโรงเรียนกีฬา จังหวัดขอนแก่นและโรงเรียนกีฬาจังหวัดนครราชสีมา
2. มีชื่อร่วมฝึกซ้อมกับเยาวชนทีมชาติไทย
3. เพศชาย อายุระหว่าง 17-21 ปี
4. ไม่มีอาการบาดเจ็บ

### เกณฑ์การคัดออก

1. มีอาการบาดเจ็บระหว่างการเก็บข้อมูล
2. เจ็บป่วยไม่สามารถเดินทางมาปฏิบัติการทดลองได้

จากการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Sampling) จากกลุ่มประชากรทั้งสิ้น 13 คน มีนักกีฬาผ่านเกณฑ์การคัดเลือกเข้าเป็นกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้จำนวน 6 คน

### ข้อตกลงเบื้องต้น

1. ผู้เข้ารับการทดสอบเป็นนักวิ่งระยะสั้นทีมเยาวชนชายในโรงเรียนกีฬา สังกัดมหาวิทยาลัยการกีฬาแห่งชาติ
2. ผู้รับการทดสอบปฏิบัติเหมือนการแข่งขันจริงเพื่อผลแห่งชัยชนะ
3. ไม่มีการควบคุมในเรื่องอาหาร การพักผ่อน และการปฏิบัติตนในชีวิตประจำวัน

### เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. ปืนสำหรับปล่อยตัวนักกีฬา
2. แผ่นวางเท้าสำหรับออกตัว (Starting block) VIVA รุ่น Pro-Plus
3. กล้องวิดีโอ (High speed video) JVC GZ-MG21AC (Japan)
4. นาฬิกาจับเวลา
5. เทปวัดระยะ

6. เทปก้าว
7. ลู่วิ่งยางสังเคราะห์
8. กล้องถ่ายภาพนิ่งและภาพเคลื่อนที่
9. โปรแกรมสำเร็จรูปสำหรับการวัดมุม Kinovea

### สถานที่ทดสอบ

สนามกีฬา มหาวิทยาลัยการกีฬาแห่งชาติ วิทยาเขตมหาสารคาม

### วิธีดำเนินการวิจัย

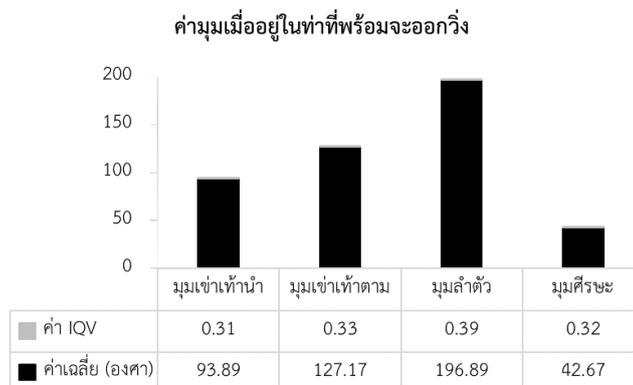
การวิจัยเรื่อง การวิเคราะห์มุมและจำลองการทำงานไดนามิกส์ของข้อต่อในการวิ่งระยะสั้นของนักกรีฑาเยาวชนทีมชาติในโรงเรียนกีฬาสังกัดมหาวิทยาลัยการกีฬาแห่งชาติ ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยดังต่อไปนี้

1. ชี้แจงรายละเอียดเกี่ยวกับการเก็บข้อมูลให้ผู้รับการทดสอบทราบ นัดหมายนักกีฬาที่ลู่วิ่งยางสังเคราะห์
2. เตรียมสถานที่เก็บข้อมูลโดยวัดระยะจากจุดปล่อยตัวถึงตำแหน่งตั้งกล้องระยะทาง 6 เมตร
3. กำหนดความสูงของกล้อง 90 เซนติเมตรจากแนวระนาบ
4. ตั้งกล้องเพื่อบันทึกภาพเคลื่อนไหวให้มองเห็นด้านข้างของนักกีฬา
5. ทำการทดสอบและเก็บข้อมูล (Data collecting) ให้นักกีฬาวิ่ง 100 เมตร โดยออกตัวจากแป้นวางเท้าสำหรับออกตัว (Starting block)
6. ให้นักกีฬาวิ่งคนละ 3 เที้ยว พักระหว่างเที้ยว 45 นาที
7. บันทึกภาพเคลื่อนไหวการออกตัวจากบล็อกลูกสตาร์ทจนถึงระยะ 30 เมตรและบันทึกเวลาในการวิ่ง 100 เมตร ของนักกีฬาทั้ง 6 คน
8. นำข้อมูลมาวิเคราะห์มุมความเร็วและความเร่ง

### การวิเคราะห์ข้อมูลการวิจัย

การวิเคราะห์ข้อมูลใช้สถิติการแจกแจงความถี่ (Frequency) ค่าเฉลี่ย (Means) การหาค่าความเร่ง (Acceleration) ความเร็วหรืออัตราเร็ว (Velocity) การแตกแรงเวกเตอร์ในแนวราบและแนวตั้ง และค่าดัชนีการกระจายเชิงคุณภาพ IQV: Index of qualitative variation ของตัวแปรมุมข้อเข่า มุมลำตัว มุมศีรษะ และความเร็วในการวิ่งระยะ 10 เมตร 30 เมตร และ 100 เมตร

## ผลการวิจัย



IQV: Index of Qualitative Variation

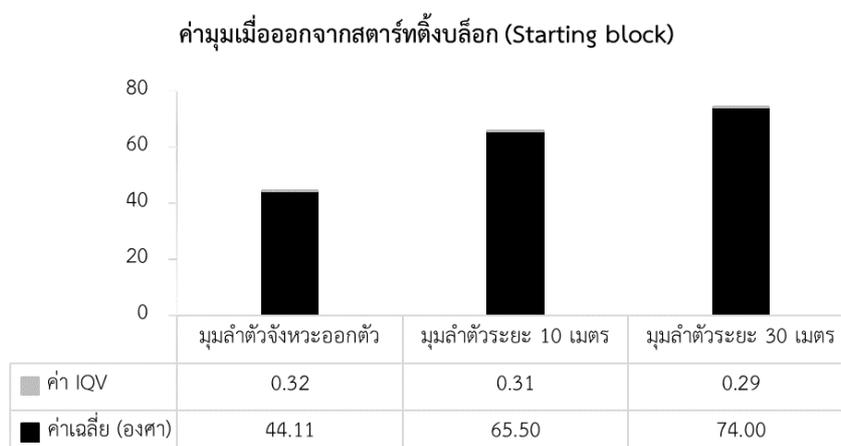
**ภาพที่ 1** กราฟแสดงค่ามุมเข้าเท้าหน้า มุมเข้าเท้าตาม มุมลำตัว และมุมศีรษะ เมื่ออยู่ในท่าที่พร้อมจะออกวิ่ง (Set) ของกลุ่มตัวอย่าง (ทดสอบ 3 ครั้ง)

จากภาพที่ 1 พบว่ามุมเข้าเท้าหน้า (เท้าหน้า) เมื่ออยู่ในท่าที่พร้อมจะออกวิ่ง (Set position) ของกลุ่มตัวอย่างโดยเฉลี่ยทำมุม 93.89 องศา มีการกระจายอยู่ในระดับน้อย IQV = 0.31 (Index of qualitative variation) ซึ่งเป็นมุมที่ใกล้เคียงกับมุมมาตรฐานของการวิ่ง 95 องศา

มุมเข้าเท้าตาม (เท้าหลัง) เมื่ออยู่ในท่าที่พร้อมจะออกวิ่ง (Set position) ของกลุ่มตัวอย่างโดยเฉลี่ยทำมุม 127.17 องศา มีดัชนีการกระจายอยู่ในระดับน้อย IQV = 0.33 ซึ่งเป็นมุมที่ใกล้เคียงกับมุมมาตรฐานของการวิ่ง 129 องศา

มุมลำตัวเมื่ออยู่ในท่าที่พร้อมจะออกวิ่ง (Set position) ของกลุ่มตัวอย่างโดยเฉลี่ยทำมุม 196.89 องศา มีดัชนีการกระจายอยู่ในระดับปานกลาง IQV = 0.39

มุมศีรษะเมื่ออยู่ในท่าที่พร้อมจะออกวิ่ง (Set position) ของกลุ่มตัวอย่างโดยเฉลี่ยทำมุม 42.67 องศา มีดัชนีการกระจายอยู่ในระดับน้อย IQV = 0.32 ซึ่งเป็นมุมที่ใกล้เคียงกับมุมมาตรฐานของการวิ่ง 43 องศา



IQV: Index of Qualitative Variation

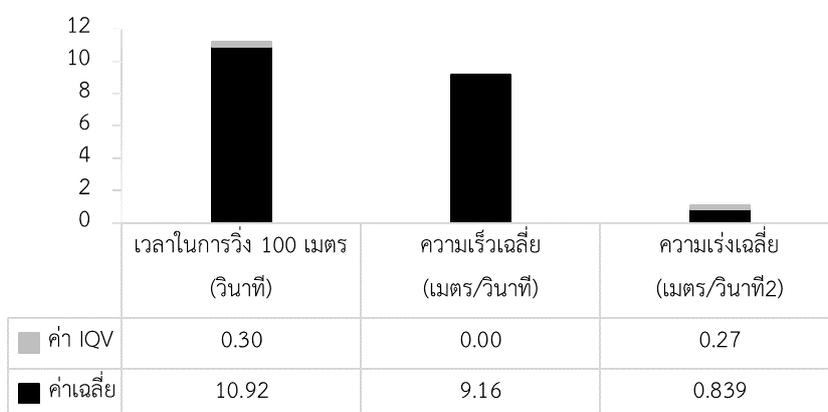
**ภาพที่ 2** แสดงค่ามุมลำตัวจิ้งหะฟุ้งตัวออกจากสตาร์ทที่ตั้งบล็อก (Starting block) มุมลำตัวระยะ 10 เมตร และมุมลำตัวระยะ 30 เมตร ของกลุ่มตัวอย่าง (ทดสอบ 3 ครั้ง)

จากภาพที่ 2 พบว่ามุมลำตัวขณะฟุ้งออกจากสตาร์ทที่ตั้งบล็อกของกลุ่มตัวอย่างโดยเฉลี่ยทำมุม 44.11 องศา มีดัชนีการกระจายอยู่ในระดับน้อย IQV = 0.32

มุมลำตัวขณะวิ่งระยะทาง 10 เมตรแรกของกลุ่มตัวอย่างโดยเฉลี่ยทำมุม 65.50 องศา มีดัชนีการกระจายอยู่ในระดับน้อย IQV = 0.31

มุมลำตัวขณะวิ่งระยะทาง 30 เมตรแรกของกลุ่มตัวอย่างโดยเฉลี่ยทำมุม 74.00 องศา มีดัชนีการกระจายอยู่ในระดับน้อย IQV = 0.29

เวลาในการวิ่ง 100 เมตร ความเร็วเฉลี่ยและความเร่งเฉลี่ย

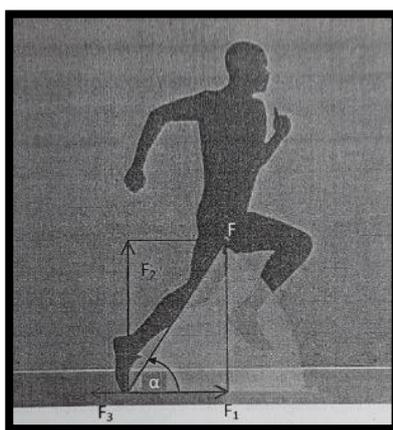


IQV: Index of Qualitative Variation

**ภาพที่ 3** แสดงเวลาในการวิ่ง 100 เมตร ความเร็วเฉลี่ยและความเร่งเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง (ทดสอบ 3 ครั้ง)

จากภาพที่ 3 พบว่า เวลาในการวิ่ง 100 เมตร ของกลุ่มตัวอย่างโดยเฉลี่ยใช้เวลาได้ 10.92 วินาที มีดัชนีการกระจายอยู่ในระดับน้อย IQV = 0.30 โดยมีความเร็วเฉลี่ย 9.16 เมตร/วินาที

ความเร่งในการวิ่ง 100 เมตร ของกลุ่มตัวอย่างโดยเฉลี่ยเท่ากับ 0.839 เมตร/วินาที<sup>2</sup> แสดงว่าทุก ๆ วินาทีความเร็วจะเพิ่มขึ้น 0.839 เมตร โดยมีดัชนีการกระจายอยู่ในระดับน้อย IQV = 0.27



**ภาพที่ 4** แสดงมุมการวางเท้าของการพุ่งออกตัวจากสตาร์ทที่ตั้งบล็อก (Starting block) โดยมีแรงถีบพื้นไปด้านหลังเพื่อให้เกิดแรงปฏิกิริยาพุ่งไปข้างหน้า

แรง  $F$  แบ่งออกเป็นแรงองค์ประกอบย่อยในแนวราบ คือ แรง  $F_1$  ซึ่งแสดง  $F_1$  เท่ากับ  $F \cos \alpha$  ( $F_1 = F \cos \alpha$ ) ทำให้ผู้วิ่ง (นักกรีฑา) ได้รับความเร่งให้พุ่งไปข้างหน้าในแนวราบหรือแนวระดับ (Horizontal) ส่วนแรง  $F_2$  เป็นแรงองค์ประกอบย่อยในแนวตั้ง (Vertical) ซึ่งแรง  $F_2$  เท่ากับ  $F \sin \alpha$  ( $F_2 = F \sin \alpha$ ) โดย  $F$  สามารถวัดได้เท่ากับแรงถีบของกล้ามเนื้อขาของนักกรีฑาคนนั้น ๆ และแรง  $F_1$  จะเป็นแรงลัพธ์  $F_3$  (ภาพที่ 4) ส่งให้ร่างกายพุ่งไปด้านหน้า

การเปรียบเทียบมุมของการวางเท้ากับพื้นระนาบ

วิเคราะห์ไดนามิกสัมมการวางเท้ากับพื้นระนาบโดยจำลองการวางเท้าระหว่างนักกีฬา A และ B

1. นักกีฬา A วิ่งในระยะทาง 100 เมตร โดยเท้าหลังทำมุม 60 องศา ประมาณการแรง  $F$  เป็นแรงของกล้ามเนื้อขา มีขนาด 30 กิโลกรัม คำนวณหาปริมาณแรงเพื่อวิเคราะห์แรงที่กระทำทั้งแนวตั้งและแนวราบ

ขั้นตอนที่ 1 แรงในแนวราบ (จากภาพที่ 4)

$$F_1 = F \cos 60^\circ$$

$$F_1 = 30 \times \frac{1}{2}$$

$$F_1 = 15 \text{ กิโลกรัม}$$

ขั้นตอนที่ 2 แรงในแนวตั้ง (จากภาพที่ 4)

$$F_2 = F \sin 60^\circ$$

$$F_2 = 30 \times \frac{\sqrt{3}}{2} = 30 \times \frac{1.732}{2}$$

$$F_2 = 25.98 \text{ กิโลกรัม}$$

ดังนั้นนักกีฬา A จะมีแรงจากเท้าหลังซึ่งเป็นแรงแนวตั้ง ( $F_2$ ) มีปริมาณมากกว่า แรงแนวนอน ( $F_1$ )

2. นักกีฬา B วิ่งในระยะทาง 100 เมตร โดยเท้าหลังทำมุม 45 องศา ประมาณการแรง  $F$  เป็นแรงของกล้ามเนื้อขา มีขนาด 30 กิโลกรัม คำนวณหาปริมาณแรงเพื่อวิเคราะห์แรงที่กระทำทั้งแนวตั้งและแนวราบ

ขั้นตอนที่ 1 แรงในแนวราบ (จากภาพที่ 4)

$$F_1 = F \cos 45^\circ$$

$$F_1 = 30 \times \frac{1}{\sqrt{2}}$$

$$F_1 = 21.22 \text{ กิโลกรัม}$$

ขั้นตอนที่ 2 แรงในแนวตั้ง (จากภาพที่ 4)

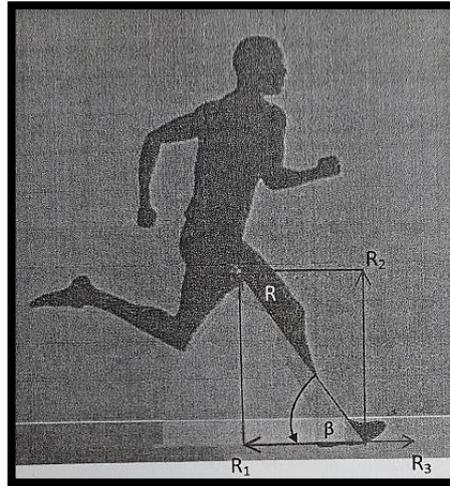
$$F_2 = F \sin 45^\circ$$

$$F_2 = 30 \times \frac{1}{\sqrt{2}}$$

$$F_2 = 21.22 \text{ กิโลกรัม}$$

ดังนั้นนักกีฬา B จะมีแรงจากเท้าหลังซึ่งเป็นแรงแนวตั้ง ( $F_2$ ) มีปริมาณเท่ากับ แรงแนวนอน ( $F_1$ )

สรุปได้ว่านักกีฬา A จะมีแรงส่งจากเท้าตีกว่านักกีฬา B เพราะว่่านักกีฬา A มีแรงยกขึ้น (Vertical) (แรงในแนวตั้ง  $F_2$ ) ซึ่งมีขนาดของแรง 25.98 กิโลกรัม ในขณะที่นักกีฬา B มีแรงยกขึ้น (แรงในแนวตั้ง  $F_2$ ) ซึ่งมีขนาดของแรงเพียง 21.22 กิโลกรัม เท่านั้น



### ภาพที่ 5 แสดงมุมจิ้งหะวางเท้า (Landing) ขณะพุ่งตัวออกจากสตาร์ทที่ตั้งบล็อก (Starting block)

แรง  $R$  เป็นแรงที่เท้ากระทำต่อพื้นและท่ามุม  $\beta$  กับพื้น ดังนั้นแรงปฏิกิริยาของพื้นที่กระทำต่อเท้าของนักกรีฑาจึงเท่ากับแรง  $R$  แต่มีทิศทางตรงกันข้าม การวางเท้าของนักกีฬาควรให้มุมลงพื้นของฝ่าเท้าหน้ามีมุม  $\beta$  ขนาดใหญ่ การปฏิบัติเช่นนี้จะช่วยลดแรงเบรค (Break) จากการวางเท้าส่งผลดีต่อการส่งแรงให้ร่างกายพุ่งไปด้านหน้า

องค์ประกอบของแรง  $R$  ที่มีทิศทางไปทางด้านหลังหรือทิศทางตรงกันข้าม กล่าวคือ แรง  $R$  แบ่งออกเป็นแรงองค์ประกอบย่อยในแนวราบ คือ แรง  $R_1$  ซึ่งแรง  $R_1$  เท่ากับ  $R \cos \beta$  ( $R_1 = R \cos \beta$ ) ทำให้นักกรีฑาได้รับแรงต้านในแนวราบหรือแนวระดับ ส่วนแรง  $R_2$  เป็นแรงองค์ประกอบย่อยในแนวตั้ง ซึ่งแรง  $R_2$  เท่ากับ  $R \sin \beta$  ( $R_2 = R \sin \beta$ ) โดย  $R$  เป็นแรงที่สามารถวัดได้เท่ากับแรงถีบของกล้ามเนื้อขาของคนนั้น ๆ มุม  $\beta$  (Beta) ของการวางเท้าหน้าเมื่อนักกรีฑาก้าวไปแล้วหนึ่งก้าว จะเป็นตัวกำหนดขนาดของแรง  $R_1$  และ  $R_2$  โดยมุมการวางเท้าหน้าลงพื้นควรมีมุม  $\beta$  ขนาดใหญ่

วิเคราะห์ไดนามิกสัมมการวางเท้ากับพื้นระนาบโดยจำลองการวางเท้าหลังผ่านไปแล้วหนึ่งก้าวเปรียบเทียบระหว่างนักกีฬา A และ B

1. นักกีฬา A วิ่งในระยะทาง 100 เมตร โดยเท้าหน้าท่ามุม 60 องศา ประมาณการแรง  $R$  มีขนาด 30 กิโลกรัม คำนวณหาปริมาณแรงเพื่อวิเคราะห์แรงที่กระทำทั้งแนวตั้งและแนวราบ

ขั้นตอนที่ 1 แรงในแนวราบ (จากภาพที่ 5)

$$R_1 = R \cos 60^\circ$$

$$R_1 = 30 \times \frac{1}{2}$$

$$R_1 = 15 \text{ กิโลกรัม}$$

ขั้นตอนที่ 2 แรงในแนวตั้ง (จากภาพที่ 5)

$$R_2 = R \sin 60^\circ$$

$$R_2 = 30 \times \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$R_2 = 25.98 \text{ กิโลกรัม}$$

ดังนั้นนักกีฬา A จะมีแรงแนวตั้ง (แนวตั้ง) มากกว่า แรงแนวนอน (แนวราบ) กล่าวคือ  $R_2 > R_1$

และ  $R_3 = R_1$

2. นักกีฬา B วิ่งในระยะทาง 100 เมตร โดยเท้าหน้าทำมุม 45 องศา ประมวลการแรง R มีขนาด 30 กิโลกรัม คำนวณหาปริมาณแรงเพื่อวิเคราะห์แรงที่กระทำทั้งแนวตั้งและแนวราบ

ขั้นตอนที่ 1 แรงในแนวราบ (จากภาพที่ 5)

$$R_1 = R \cos 45^\circ$$

$$R_1 = 30 \times \frac{1}{\sqrt{2}}$$

$$R_1 = 21.22 \text{ กิโลกรัม}$$

ขั้นตอนที่ 2 แรงในแนวตั้ง (จากภาพที่ 5)

$$R_2 = F \sin 45^\circ$$

$$R_2 = 30 \times \frac{1}{\sqrt{2}}$$

$$R_2 = 21.22 \text{ กิโลกรัม}$$

ดังนั้นแรงแนวตั้ง ( $R_2$ ) = แรงแนวนอน ( $R_1$ )

สรุปได้ว่า นักกีฬา A มีมุมการวางเท้าหน้า ( $\beta = 60^\circ$ ) กว้างกว่านักกีฬา B ( $\beta = 45^\circ$ ) ส่งผลให้นักกีฬา A มีการวางเท้าใกล้เส้นศูนย์ถ่วง (Line of gravity) จะช่วยลดแรงเบรค (Break) และมีแรงส่งให้ร่างกายพุ่งไปด้านหน้าในจังหวะก้าวต่อไปด้วย

### อภิปรายผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยวิเคราะห์มุมและจำลองการทำงานไดนามิกส์ของข้อต่อในการวิ่งระยะสั้นของนักกรีฑาเยาวชนชาย มีวัตถุประสงค์ (1) เพื่อวิเคราะห์มุมของการวิ่งจากจุดเริ่มต้น โดยบล็อกสตาร์ทของการวิ่งระยะ 100 เมตร (2) เพื่อวิเคราะห์มุมของการเคลื่อนที่ของการวิ่งระยะ 100 เมตร (3) เพื่อวิเคราะห์แบบจำลองการทำงานไดนามิกส์ของมุมเข้า มุมลำตัว มุมศีรษะ และมุมเท้าของการวิ่งระยะ 100 เมตร กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักกรีฑาเยาวชนทีมชาติไทยในโรงเรียนกีฬาสังกัดมหาวิทยาลัยการกีฬาแห่งชาติ จำนวน 6 คน ซึ่งได้มาจากการคัดเลือกแบบเจาะจง (Purposive sampling) ผู้วิจัยได้นำผลการวิจัยมาอภิปรายในแต่ละประเด็น ดังนี้

1. มุมของร่างกายจังหวะการออกตัวจากสตาร์ทที่ตั้งบล็อกของการวิ่ง 100 เมตร จากการศึกษาวิจัยครั้งนี้ พบว่ามุมเข่าหน้า (Front knee) และมุมเข่าหลัง (Rear knee) ของนักวิ่งมีค่าเฉลี่ยท่ามุม 93.89 องศา และ 127.17 องศา ตามลำดับ จากข้อค้นพบดังกล่าว ค่าเฉลี่ยของมุมจะใกล้เคียงกับข้อค้นพบของ Borzov, 1983 (อ้างอิงจากถาวร, 2551) ที่พบว่า มุมเข่าหน้าและมุมเข่าหลังมีมุมเท่ากับ 100 องศา และ 129 องศา ตามลำดับ สอดคล้องกับการวิจัยของ Atwater, (1986) พบว่า มุมเข่าหน้าและเข่าหลังมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 89 องศา และ 118 องศา และเช่นเดียวกับการค้นพบของ Mero, (1988) ในนักวิ่งระยะสั้น 100 เมตร ระดับโลกพบว่า มุมเข่าหน้าและเข่าหลัง มีค่าเท่ากับ 96 องศาและ 126 องศา ตามลำดับ สอดคล้องกับการศึกษาของ Kim et al., (2023) ได้กล่าวไว้ว่า มุมของข้อเข่าที่เหมาะสมที่มีความแข็งแรงที่สุดจะมีมุมข้อเข่าท่ามุมประมาณ 120 องศา มุมลำตัว และมุมศีรษะ เมื่ออยู่ในท่าที่พร้อมจะออกวิ่ง (Set position) โดยเฉลี่ยท่ามุม 196.89 องศาและ 42.67 องศา ตามลำดับ เช่นเดียวกับการศึกษาของ วิสุทธิ, (2534) และ Bissas et al., (2018) ที่พบว่า มุมลำตัวเมื่ออยู่ในท่าที่พร้อมจะออกวิ่งท่ามุมเฉลี่ย 194 องศา จากผลการศึกษาในกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ตัวแปรมุมเข่าหน้า มุมเข่าหลัง มุมลำตัว และมุมศีรษะ ของกลุ่มตัวอย่างมีค่าใกล้เคียงกับงานวิจัยที่ผ่านมาซึ่งจะช่วยเป็นเหตุผลสนับสนุนการวิ่งระยะ 100 เมตร เมื่ออยู่ในท่าที่พร้อมจะออกวิ่งจะสามารถออกตัววิ่งได้เร็ว

2. มุมของร่างกายจังหวะการเคลื่อนที่ของการวิ่ง 100 เมตร ผลการวิจัยในครั้งนี้พบว่ามุมลำตัวขณะวิ่งระยะ 10 เมตร และระยะ 30 เมตร โดยเฉลี่ยท่ามุม 65.50 องศา และ 74.00 องศา มีค่าดัชนีของการกระจายอยู่ในระดับน้อย อย่างไรก็ตามมุมลำตัวของกลุ่มตัวอย่างในครั้งนี้แตกต่างจากการศึกษาของ Coh, 1992 (อ้างอิงจาก ถาวร, 2551) พบว่าในการวิ่งก้าวแรกที่พุ่งลำตัวออกไปข้างหน้า มุมของลำตัวท่ามุมกับพื้นประมาณ 45 องศา ที่ได้มุมขนาดนี้เพราะว่า มุมการส่ง การท่อม การขว้างวัตถุในมุม 45 - 60 องศา จะทำให้วัตถุเคลื่อนที่ไปได้ไกลที่สุดเช่นเดียวกับการพุ่งตัวออกจากบล็อกสตาร์ท เมื่อนักวิ่งถีบตัวออกจากบล็อกสตาร์ทแล้ว นักวิ่งจะต้องเพิ่มความเร็วให้มากขึ้น โดยพยายามก้าวเท้าให้ยาวขึ้น โดยพบว่าความยาวก้าวแรกของนักวิ่งถีบตัวออกจากบล็อกสตาร์ทมีค่าประมาณ 0.99-1.22 เมตร (Bissas et al. 2018) และจากนั้นนักกรีฑาจะพยายามเพิ่มความเร่งมากขึ้น ดังนั้น นักวิ่งจะพยายามตั้งตัวให้ตรงมากขึ้น เพื่อเพิ่มความยาวก้าวและเพิ่มความเร่ง ดังนั้น ความเร็วของนักวิ่งจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะในช่วง 10 เมตร แรก

คณะผู้วิจัยจำลองการทำงานไดนามิกส์มุมการวางเท้าขณะถีบตัวพุ่งไปข้างหน้า (ภาพที่ 4) โดยเปรียบเทียบนักกีฬา A กับนักกีฬา B พบว่านักกีฬา A ใช้เท้าถีบพื้นโดยหลังเท้าท่ามุม 60 องศา หากนักกีฬา A ออกแรงกล้ามเนื้อขนาด 30 กิโลกรัม เมื่อแตกแรงออกจะพบว่าแรงในแนวราบ (Horizontal, F1) จะมีค่า 15 กิโลกรัม ส่วนแรงในแนวตั้ง (Vertical, F2) จะมีค่า 25.98 กิโลกรัม ส่วนนักกีฬา B จำลองมุมการวางเท้าขณะถีบตัวพุ่งไปข้างหน้าเป็น 45 องศา จะพบว่านักกีฬา B มีแรงในแนวตั้งและแรงในแนวราบมีค่าเท่ากัน (21.55 กิโลกรัม) จากผลการศึกษาพบว่าได้มุมในการถีบเท้าเพื่อส่งตัวไปด้านหน้าควรจะมีมุมประมาณ 60 องศา เพราะนักกีฬาเพราะว่านักกีฬาจะมีแรงยกขึ้น (Vertical) มากกว่ามุม 45 องศา ค่าดังกล่าวสอดคล้องกับการศึกษาของ Girard et al. (2020) กล่าวว่าเมื่อนักกีฬาต้องการเร่งความเร็วนักกีฬาจะออกแรงในจังหวะออกแรงถีบพื้นไปด้านหลังเพื่อส่งตัวไปด้านหน้า (Propulsive phase) ในจังหวะนี้หากแรงลัพธ์ (Resultant force) ในแนวตั้ง (Vertical) มีค่ามากกว่าแรงในแนวระดับ (Horizontal) การพุ่งตัวออกจากอุปกรณ์ยันเท้า (Starting

block) โดยมีแรงถีบไปด้านหลังเพื่อให้เกิดแรงปฏิกิริยาพุ่งไปข้างหน้าจะมีแรงลัพธ์เกิดขึ้น (Resultant force) เป็นการรวมเวกเตอร์ (Vector) ของแรง 2 แรงคือแรงในแนวตั้ง (Vertical) และแรงในระนาบ (Horizontal) ขนาดของเวกเตอร์ลัพธ์จะมีทิศทางพุ่งไปมุมระดับใดขึ้นอยู่กับระดับทักษะและสมรรถภาพทางกายของนักกีฬา เช่นเดียวกันเมื่อนักกีฬาออกสตาร์ทไปแล้วนักกีฬาจะพยายามสร้างอัตราเร่ง (Acceleration) ในระยะ 10 -30 เมตร และเข้าสู่ความเร็วสูงสุดในระยะ 50-70 เมตร ในช่วงนี้การวางเท้าเป็นปัจจัยสำคัญในการเพิ่มความเร็ว อย่างไรก็ตาม มุม  $\alpha$  (Alpha) ของเท้าหลังที่ถีบพื้นจะเป็นตัวกำหนดขนาดของแรงในแนวระนาบและแรงในแนวตั้ง โดยมุมเท้าหลังไม่ควรกว้างเกินไป เช่นกว้างกว่ามุม 60 องศา เพราะจะทำให้แรงถูกแบ่งออกไปเป็นแรงแยกยกขึ้น (แรงในแนวตั้ง Vertical) มากจนเกินไป ในขณะที่แรงที่พุ่งไปข้างหน้าเป็นจะมีสัดส่วนที่น้อยลง ทำให้ระยะเวลาการลอยตัวในเหนือพื้น (Flight time) นานขึ้นซึ่งอาจจะทำให้ความเร็วในการวิ่งลดลง (Nagahara and Olivier. 2020)

3. แบบจำลองการทำงานไดนามิกสมมุติการวางเท้าหน้ากับพื้นระนาบ จากผลการวิจัยในครั้งนี้ คณะผู้วิจัยได้จำลองการทำงานไดนามิกสมมุติการวางเท้ากับพื้นระนาบในขณะที่วิ่งเปรียบเทียบกับนักกีฬา A กับนักกีฬา B พบว่านักกีฬาพบว่าการวางเท้าหน้าลงพื้นโดยหลังเท้าทำมุม 60 องศา เมื่อแตกแรงออกจะพบว่าแรงในแนวราบ (Horizontal) จะมีค่าน้อยกว่าแรงในแนวตั้ง (Vertical) ส่วนการจำลองวางเท้าหน้าทำมุม 45 องศา พบว่าเมื่อแตกแรงออกจะพบว่าแรงในแนวราบ (Horizontal) จะมีค่า เท่ากับแรงในแนวตั้ง (Vertical) จากข้อมูลดังกล่าวจะเห็นได้ว่าขณะที่นักกีฬาก้าวเท้าพุ่งไปด้านหน้าแล้ววางเท้าลงพื้นดังภาพ 5 จากภาพจะเห็นว่าวางเท้าลงพื้นจะมีแรงลัพธ์ (Resultant force) เฉียงไปทางด้านหลังทิศทางของแรงที่พุ่งไปด้านหลังเช่นนี้จะเกิดแรงเบรค (Break) ซึ่งเป็นการลดความเร็วที่กำลังพุ่งไปข้างหน้าให้ช้าลง สอดคล้องกับการศึกษาของ Rabita et al. (2015) รายงานว่าแรงลัพธ์เป็นแรงที่เท้ากระทำต่อพื้นและทำมุม Beta ( $\beta$ ) กับพื้น ดังนั้นแรงปฏิกิริยาของพื้นที่กระทำต่อเท้าของนักกรีฑาจึงเท่ากับแรงลัพธ์นั้นแต่มีทิศทางตรงกันข้ามด้วยเหตุนี้ในการก้าวเท้าหน้าลงพื้นควรให้ฝ่าเท้าสัมผัสพื้นแทนปลายเท้าหรือส้นเท้าเพื่อลดขนาดของแรงปฏิกิริยา สอดคล้องกับการศึกษาของ Morin et al., (2015) กล่าวว่าสัดส่วนเวกเตอร์ลัพธ์ของแรงในแนวระนาบจากการทดสอบบนกระดานทดสอบแรงปฏิกิริยา (Ground reaction force) เป็นส่วนสำคัญของนักกีฬาที่มีทักษะกลไกการวิ่งที่ดีเมื่อเปรียบเทียบกับนักกีฬาที่มีทักษะการวิ่งยังไม่ดี จากผลดังกล่าวสรุปได้ว่าการสร้างแรงจากกล้ามเนื้อในปริมาณมากในการออกแรงถีบส่งตัวไปด้านหน้าเป็นสิ่งที่ต้องเกิดขึ้นในนักกีฬาทุกระดับ แต่การส่งแรงที่มีสัดส่วนของแรงลัพธ์ (Resultant force ratio) ในแนวระนาบมีความสำคัญอย่างยิ่งในนักกีฬาระดับสูง นอกจากนี้นักกีฬาที่มีทักษะดียังมีระยะเวลาที่เท้าสัมผัสพื้นสั้น (Ground contact period) จึงไม่เกิดภาวะการแช่เท้าติดพื้นนานเกินไปและไม่สูญเสียเวลาไปกับการลอยตัวในอากาศ (Aerial time) เช่นเดียวกับ Slawinski et al. (2017) ได้ศึกษาแรงปฏิกิริยาตอบสนอง (Ground reaction force) นักวิ่ง 100 เมตร พบว่าความเร็วในการวิ่งของนักกีฬาจะลดลงเมื่อวิ่งผ่านระยะ 76 เมตร ลดลงร้อยละ 0.9 – 3.6 โดยมีปัจจัยที่เกี่ยวข้องคือแรงปฏิกิริยาตอบสนองในแนวตั้ง (Vertical) ทำมุมที่แคบเกินไปจึงเกิดแรงเบรค (Braking force) และช่วงการลอยตัวของนักกีฬา (Air time) มีค่ามากเกินไป จากข้อมูลดังกล่าวการวิ่งในจังหวะวางเท้าหน้าลงพื้น (Support phase) ควรให้มุมลงพื้นของฝ่าเท้าหน้า มีมุม Beta ( $\beta$ ) ขนาดใหญ่

ซึ่งก็คืออย่าให้ฝ่าเท้าสัมผัสพื้นเร็วเกินไปแต่ควรรอให้ใกล้เส้นศูนย์ถ่วง (Line of gravity) ของร่างกายเสียก่อน จึงค่อยสัมผัสพื้น การปฏิบัติเช่นนี้จะช่วยลดแรงเบรก (Break) จากการวางเท้าส่งผลดีต่อการส่งแรงให้ร่างกาย พุ่งไปด้านหน้า

### สรุปผลการวิจัย

1. มุมเข้าเท้าหน้า เมื่ออยู่ในท่าที่พร้อมจะออกวิ่ง (Set position) โดยเฉลี่ยทำมุม 93.89 องศา และ มุมเข้าเท้าตาม โดยเฉลี่ยทำมุม 127.17 องศา
2. มุมลำตัว เมื่ออยู่ในท่าที่พร้อมจะออกวิ่ง โดยเฉลี่ยทำมุม 196.89 องศา มุมศีรษะเมื่ออยู่ในท่าพร้อมที่จะออกวิ่ง โดยเฉลี่ยทำมุม 42.67 องศา มุมลำตัวขณะพุ่งออกจากสตาร์ทตั้งบล็อก โดยเฉลี่ยทำมุม 44.11 องศา
3. มุมลำตัวขณะวิ่งระยะทาง 10 เมตร และระยะ 30 เมตร โดยเฉลี่ยทำมุม 65.50 องศาและ 74.00 องศาตามลำดับ
4. ความเร็วในการวิ่งระยะ 100 เมตร มีความเร็วเฉลี่ย 10.92 วินาที
5. นักกีฬามีความเร็วเฉลี่ย 9.16 เมตร/วินาที และมีความเร่งเฉลี่ย 0.839 เมตร/วินาที<sup>2</sup>
6. มุมของการวางเท้าของการพุ่งออกจากสตาร์ทตั้งบล็อก มุม Alpha ( $\alpha$ ) จะต้องกว้างมากกว่า 45 องศาขึ้นไป
7. มุมของเท้าหน้าของการวิ่งออกจากสตาร์ทตั้งบล็อกไปแล้ว ควรวางเท้าให้มุมลงพื้นของฝ่าเท้า มีขนาดใหญ่ (มุม Beta) เพื่อลดแรงเบรก

### ข้อเสนอแนะการวิจัย

1. ควรนำหลักกลศาสตร์ (Mechanics) มาประยุกต์ใช้ในการฝึกซ้อมทักษะกรีฑาสำหรับการเข้าร่วมการแข่งขัน
2. ควรทำการถ่ายรูปทุก 1 ทักษะของนักกรีฑาแต่ละคนเพื่อนำมาวิเคราะห์มุมต่าง ๆ โดยใช้โปรแกรมวิเคราะห์มุมเพื่อให้ได้ข้อมูลเชิงประจักษ์ สามารถนำข้อมูลเชิงประจักษ์มาแก้ไขและพัฒนาให้นักกรีฑาได้อย่างมีประสิทธิภาพ

### เอกสารอ้างอิง

- ถาวร กมุตศรี. (2551). การศึกษาทางชีวกลศาสตร์ของการออกตัวและอัตราเร็ววิ่ง 100 เมตร ของนักวิ่งระยะสั้นทีมชาติไทย. กรุงเทพฯ : การกีฬาแห่งประเทศไทย.
- วิสุทธิ์ วัฒนสิน. (2534). การวิเคราะห์ลักษณะการวิ่งระยะสั้น ในช่วงความเร็วต้น. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร/กรุงเทพฯ.
- Atwater, A. E. (1986). *Movement: A kinematic analysis of men and women performance*. dissertation Abstracts International. (31): 459-A.

- Bezodis N. E., Willwacher S. and Salo A. I. T. (2019). The biomechanics of the track and field sprintstart: A Narrative Review. *Sports Medicine*, 49(9): 1345-1364.
- Bissas A., Walker J., Tucker C. and Paradisis G. (2018). *Biomechanics reports for the IAAF world championships London 2017*. Leeds Beckett Universty Carnegie School of Sport. 70p.
- Böttcher J. (2009). Measurement of step length and frequency in maximum sprint with Optojump, *Zeitschrift für Angewandte Trainingswissenschaft*, 16(2): 100-110.
- Ecker T. (2014). Basic Track & Field Biomechanics (Fourth Edition) Taf news press. USA p.141.
- Ferber R. and Macdonald S. (2014). *Running mechanics and gait analysis*. Human Kinetics; p70.
- Girard O., Brocherie F., Morin J.B., Millet G.P. and Han C. (2020). Running mechanics and leg muscle activity patterns during early and late acceleration phases of repeated treadmill sprints in male recreational athletes. *European Journal Applied Physiology*, 120(12): 2785-2796.
- Kim S., Park J. and Jingang H. (2023). comparison of muscle activity and muscle thickness according to knee flexion angle during supine bridge exercises using the abdominal drawing-in maneuver on an unstable surface. *Journal of Sports Science and Medicine*, 22(3): 431-435.
- Mero A. (1988). Force-time characteristics and running velocity of male running the acceleration phase of sprinting. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 58(2): 94-98.
- Morin J.B., Gimenez P. and Edouard P. (2015). Sprint acceleration mechanics: The major role of hamstrings in horizontal force production. *Frontier Physiology*, 6: 1-14.
- Nagahara R. and Olivier G., (2020). Alterations of spatiotemporal and ground reaction force variables during decelerated sprinting. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 31(3): 586-596.
- Rabita G., Dorel S. and Slawinski J. (2015). Sprint mechanics in world-class athletes: a new insight into the limits of human locomotion. *Scandinavian journal of medicine and Science in Sports*, 25: 583-594.
- Radtord P.F. (1990). *Physiology of Sport*. [Online] Available from: [www.imd.inder.cu](http://www.imd.inder.cu) (28 April 2023).
- Slawinski J., Termoz N., Rabita G., Guilhem G., Dorel S., Morin J.B. and Samozino P. (2017). How 100-m event analyses improve our understanding of world-class men's and

women's sprint performance. *Scandinavian journal of medicine and Science in Sports*, 27: 45-54.