

วิธีดำเนินการวิจัย

ในการศึกษาวิจัยเรื่อง การวิเคราะห์ทางชีวกลศาสตร์ของการกระโดดสูงแบบ ฟอสบิวรี ฟลิปป์ สำหรับนักกระโดดสูงไทย ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิธีการดังต่อไปนี้

กลุ่มตัวอย่างประชากร

กลุ่มตัวอย่างประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักกรีฑาชาย ประเภทกระโดดสูง จำนวน 34 คน ที่มีความถนัดในการกระโดดสูงแบบฟอสบิวรี ฟลิปป์ โดยแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 4 กลุ่ม ดังนี้

- | | |
|----------------------------|-------------|
| 1. กลุ่มนักกีฬาทั่วไป | จำนวน 10 คน |
| 2. กลุ่มนักกีฬามหาวิทยาลัย | จำนวน 10 คน |
| 3. กลุ่มนักกีฬาเขต | จำนวน 10 คน |
| 4. กลุ่มนักกีฬาทีมชาติ | จำนวน 4 คน |

ในการเลือกกลุ่มตัวอย่างประชากรในครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้วิธีการเลือกสุ่มกลุ่มตัวอย่างตามความสามารถในการกระโดดสูงแบบฟอสบิวรี ฟลิปป์ ตามระดับที่ได้กำหนดไว้ทั้ง 4 ระดับ โดยทำการสุ่มตัวอย่างกลุ่มนักกีฬาทั่วไป จากผู้กระโดดสูงที่มีทักษะกระโดดสูงที่ยังไม่เคยเข้าร่วมการแข่งขันกระโดดสูงในกีฬามหาวิทยาลัย กีฬาแห่งชาติ และกีฬานานาชาติมาก่อน จำนวน 65 คน

กลุ่มนักกีฬามหาวิทยาลัย สุ่มตัวอย่างนักกระโดดสูงที่เข้าร่วมแข่งขันในกีฬามหาวิทยาลัย ในปี พ.ศ. 2535 ซึ่งเข้าทำการแข่งขันทั้งหมด 18 คน กลุ่มตัวอย่างที่สุ่มมานี้ ยังไม่เคยเป็นตัวแทนนักกีฬาทีมชาติ และนักกีฬาเขตมาก่อน

กลุ่มนักกีฬาเขต สุ่มตัวอย่างจากนักกระโดดสูงที่เข้าร่วมแข่งขันในกีฬาแห่งชาติ ปี พ.ศ. 2534 ซึ่งเข้าทำการแข่งขันทั้งหมด 20 คน กลุ่มตัวอย่างที่สุ่มมานี้ ยังไม่เคยเป็นตัวแทนนักกีฬาทีมชาติ และนักกีฬามหาวิทยาลัยมาก่อน

กลุ่มนักกีฬาทีมชาติ ใช้นักกีฬากระโดดสูงที่เป็นตัวแทนทีมชาติไทยในช่วงปี พ.ศ. 2534-2535 ทั้งหมด ซึ่งมีจำนวน 4 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลของการวิจัยในครั้งนี้ ประกอบด้วย

1. อุปกรณ์การกระโดดสูง ซึ่งประกอบด้วย

- | | |
|---------------------------|-------|
| ก. เสาคกระโดดสูง | 1 ชุด |
| ข. ไม้พาดกระโดดสูง | 1 ชุด |
| ค. ไม้วัดระยะความสูง | 1 ชุด |
| ง. เบาะรองรับการกระโดดสูง | 1 ชุด |

2. กล้องวิดีโอที่มีความเร็วสูง 2 กล้อง แบบ National Panasonic SVHS M8000 ความเร็ว 60 เฟรม/วินาที

3. เครื่องบันทึกวิดีโอ

4. ม้วนวิดีโอ

5. จอรับภาพ

6. แผ่นไม้ยาว 1 เมตร (Reference Stick) 1 อัน ทาสีสลับขาว-เข้ม

ใช้ถ่ายพร้อมกับสิ่งที่จะศึกษาทุกครั้ง เพื่อเปรียบเทียบระยะกับภาพที่ปรากฏจากจอรับภาพทุกครั้ง

7. เครื่องชั่งน้ำหนักและวัดส่วนสูง

8. เครื่องวัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขา (Leg Dynamometer) 1 เครื่อง

9. เครื่องมือวัดความอ่อนตัวของร่างกายแบบวัดความอ่อนตัวทางด้านหลัง 1 เครื่อง

10. เส้นเทปวัดระยะ ขนาดความยาว 1.50 เมตร 1 เส้น

วิธีดำเนินการปฏิบัติ

1. ผู้เข้ารับการทดสอบทุกคนทำการชั่งน้ำหนัก วัดส่วนสูง วัดความยาวช่วงขา โดยให้อยู่ในท่ายืนปกติ แล้วทำการวัดความยาวของขาตั้งแต่ข้อต่อสะโพกลงมาถึงส้นเท้า มีหน่วยเป็นเซนติเมตร ทำการวัดซ้ำ 2 ครั้ง

1.1 ทำการวัดแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาด้วยเครื่องวัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขา (Leg Dynamometer) บันทึกผลที่ได้เป็นกิโลกรัม ทำการวัดซ้ำ 2 ครั้ง (ตรายละเอียดในภาคผนวก)

1.2 ทำการวัดความอ่อนตัวทางด้านหลัง ด้วยเครื่องมือวัดความอ่อนตัว บันทึกผลที่ได้

เป็นเซนติเมตร ทำการวัดซ้ำ 2 ครั้ง (ดูรายละเอียดในภาคผนวก)

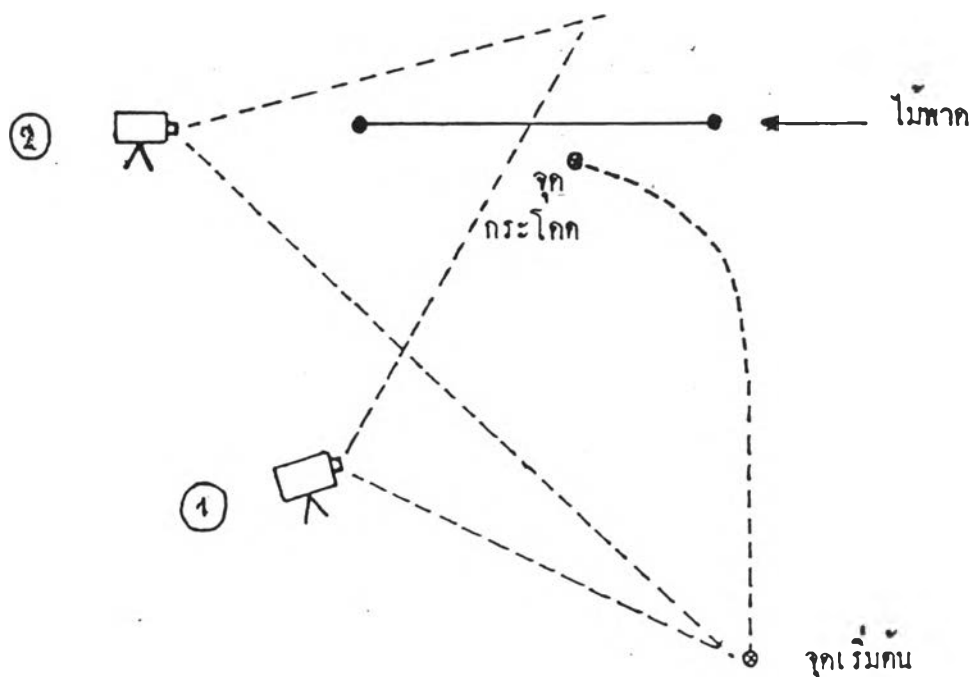
1.3 ทำการทดสอบพลังกล้ามเนื้อ (Power) ของผู้เข้ารับการทดสอบด้วยการใช้วิธีขึ้นกระโดดตบ (Vertical Jump) บันทึกผลที่ได้เป็นเซนติเมตร ทำการวัดซ้ำ 2 ครั้ง (ดูรายละเอียดในภาคผนวก)

2. จัดวางอุปกรณ์การกระโดดสูง คือ เสากกระโดดสูง ไม้พาดกระโดดสูง เบาะรองรับการกระโดดสูง ให้อยู่ในตำแหน่งที่สามารถทำการทดสอบได้

3. จัดวางตำแหน่งกล้องวิดีโอ สำหรับการบันทึกภาพการเคลื่อนไหวการกระโดดสูงไว้ 2 กล้อง ตามตำแหน่งดังนี้

กล้องที่ 1 วางอยู่ทางด้านข้างของทางวิ่งที่เป็นเส้นโค้งของผู้เข้ารับการทดสอบ โดยวางห่างจากเส้นทางวิ่ง 15 เมตร ตัวกล้องสูงจากพื้น 1.20 เมตร

กล้องที่ 2 วางอยู่ทางด้านข้างในแนวขนานกับไม้พาด ห่างจากจุดกระโดด (take-off point) ของผู้กระโดด 15 เมตร ตัวกล้องสูงจากพื้น 1.20 เมตร



ภาพที่ 3.1 ภาพแสดงตำแหน่งของการวางกล้องวิดีโอความเร็วสูง ในการวิเคราะห์การกระโดดสูงแบบฟอสบิวรี ฟลีอป

4. ผู้เข้ารับการทดลองทุกคนได้รับการติดเครื่องหมาย (Land mark) ตามตำแหน่งของข้อต่อทางด้านข้างดังนี้ คือ ข้อมือ ข้อศอก ไหล่ สะโพก เข่า และข้อเท้า โดยใช้แถบสีสะท้อนแสงที่สามารถสังเกตเห็นได้อย่างชัดเจน

5. ให้ผู้เข้ารับการทดลองแต่ละคน วางตำแหน่งจุดกระโดด และจุดตรวจสอบตามแนวเส้นทางวิ่งของตน และทำการทดลองกระโดดก่อน จนกระทั่งแน่ใจว่า ตำแหน่งต่าง ๆ ที่วางไว้นั้นถูกต้องเหมาะสม และเพื่อที่จะได้ปรับวางตำแหน่งของกล้องวิดีโอที่ติดตั้งได้อย่างถูกต้อง

ก่อนการทดลองให้ผู้เข้ารับการทดลองทำการอบอุ่นร่างกายอย่างเพียงพอ เพื่อให้ร่างกายพร้อมที่จะทำการกระโดดสูงได้อย่างเต็มที่ และมีเวลานักผ่อนก่อนการกระโดดสูงจริง 20-30 นาที วิธีการอบอุ่นร่างกายขึ้นอยู่กับความถนัด และความต้องการของผู้เข้ารับการทดลองแต่ละคนที่เคยได้ปฏิบัติตาม

6. ก่อนการเริ่มปฏิบัติให้ผู้เข้ารับการทดลองแต่ละคนถือไม้ยาว (Reference stick) ขนาด 1 เมตร ทาสีสลับ ขาว-เข้ม โดยหันหน้าเข้าหาการบันทึกภาพจะต้องบันทึกให้เห็นความยาวของไม้กับตัวผู้เข้ารับการทดลองอย่างชัดเจนเพื่อนำมาใช้ในการเปรียบเทียบขนาดของภาพที่ปรากฏบนจอ

ทำการวางไม้พาดในชั้นความสูงที่ผู้เข้ารับการทดลองกำหนด โดยการใช้ไม้วัดความสูงทำการวัดในทุก ๆ ครั้งที่ทำกรกระโดดหรือเปลี่ยนแปลงชั้นความสูง

7. ในการปฏิบัติให้ผู้เข้ารับการทดลองทำการกระโดดสูง ในชั้นความสูงที่ตนเองกำหนดไว้ให้ผ่าน 3 ครั้ง ตามลักษณะการแข่งขันกระโดดสูง ผู้เข้ารับการทดลองทำการกระโดดสูงด้วยแบบฟอสบิวรี ฟลื้อป ตามรูปแบบและการวางแผนในการกระโดดของแต่ละคน

บันทึกภาพด้วยกล้องวิดีโอที่เตรียมไว้ทั้ง 2 กล้อง โดยเริ่มบันทึกภาพตั้งแต่จุดเริ่มต้นของการกระโดด การวิ่งเข้าหาที่หมาย การกระโดด การลอยตัวข้ามไม้พาด และการลงสู่พื้นตามลำดับ

8. ศึกษารูปแบบและการปฏิบัติในการฝึกซ้อมกระโดดสูงของผู้เข้ารับการทดลองในแต่ละคนของกลุ่มต่างๆ ด้วยการใช้วิธีการสัมภาษณ์ ทางด้านวิธีการอบอุ่นร่างกาย วิธีการฝึกซ้อมกระโดดสูงในแต่ละขั้นตอน ความถี่ในการฝึกซ้อม ข้อผิดพลาดและการแก้ไข การฝึกสมาธิ การรับประทานอาหารและการพักผ่อน การบาดเจ็บที่เกิดขึ้นและการป้องกัน (ดูรายละเอียดในภาคผนวก)

การวิเคราะห์ผล

ทำการรวบรวมข้อมูลที่ได้ทั้งหมดของการกระโดดสูงแบบฟอสบิวรี ฟลื้อป ของผู้เข้ารับการทดลองแต่ละคนที่ได้จากการบันทึกภาพด้วยกล้องวิดีโอที่ติดตั้งความเร็วสูง โดยการเลือกภาพที่บันทึกได้ที่สมบูรณ์แบบ

และถูกต้องตามแบบการกระโดดสูงแบบฟอสบิวรี ฝลือปมากที่สุด นำไปวิเคราะห์ข้อมูลทางชีวกลศาสตร์ของการกระโดดสูงแบบฟอสบิวรี ฝลือป ดังต่อไปนี้

1. วิเคราะห์รูปแบบของการวิ่งเข้าหาที่หมายของผู้เข้ารับการทดลองแต่ละคนของกลุ่มต่าง ๆ ทั้ง 4 กลุ่ม
2. วิเคราะห์ความเร็วในแนวราบ (Horizontal Velocity) ในการวิ่งเข้าหาที่หมายในช่วง 3 ก้าวสุดท้ายก่อนการกระโดด โดยคำนวณจากสูตรดังนี้

$$v = \frac{d}{t}$$

v คือ ความเร็วในแนวราบ (Horizontal velocity) ในการวิ่งแต่ละก้าวของผู้กระโดด

d คือ ระยะทางที่ได้ในการก้าววิ่งแต่ละก้าว

t คือ เวลาที่ใช้ในการก้าวแต่ละก้าว

3. วิเคราะห์ความเร็วในแนวตั้ง (Vertical Velocity) ในการกระโดดสูงที่จุดกระโดด โดยคำนวณจากสูตรดังนี้ (ก่องกาญจน์ ภัทรกาญจน์ 2529:101-103)

$$v_t = \sqrt{2gh}$$

v_t คือ ความเร็วในแนวตั้งที่จุดกระโดด

g คือ อัตราเร่งเนื่องจากแรงดึงดูดของโลกซึ่งมีค่า = 9.81 เมตร/วินาที²

h คือ ระยะทางการเคลื่อนที่ของจุดศูนย์ถ่วงร่างกายของผู้กระโดดวัดจากจุดที่ผู้กระโดดเอนตัวต่ำลงจนถึงจุดสูงสุดขณะที่ลอยข้ามไม้พาด

4. วิเคราะห์แรงกล้ามเนื้อที่ใช้ในการกระโดดของผู้กระโดดที่จุดกระโดดโดยคำนวณจากสูตรดังนี้ (ก่องกาญจน์ ภัทรากาญจน์ 2529: 101-103)

$$\langle F \rangle = \frac{mgh}{d}$$

- $\langle F \rangle$ คือ แรงกล้ามเนื้อที่ใช้ในการกระโดด มีหน่วยเป็น นิวตัน (N)
- m คือ มวลของร่างกายของผู้กระโดด
- g คือ อัตราเร่งเนื่องจากแรงดึงดูดของโลก มีค่า = 9.81 เมตร/วินาที²
- h คือ ระยะทางการเคลื่อนที่ของจุดศูนย์กลางร่างกายจากจุดที่ผู้กระโดดเอนตัวต่ำลงจนถึงจุดสูงสุดขณะที่ลอยข้ามไม้พาด
- d คือ ระยะทางการเคลื่อนที่ของจุดศูนย์กลางร่างกายจากจุดที่ผู้กระโดดเอนตัวต่ำลงจากจุดยืนปกติที่จุดกระโดด

5. วิเคราะห์พลัง (Power) ที่ได้จากกล้ามเนื้อของผู้กระโดดที่จุดกระโดดโดยคำนวณจากสูตรดังนี้ (ก่องกาญจน์ ภัทรากาญจน์ 2529: 101-103)

$$P = (\langle F \rangle) (V)$$

- P คือ พลังของกล้ามเนื้อของผู้กระโดดที่จุดกระโดด มีหน่วยเป็น วัตต์ (W)
- $\langle F \rangle$ คือ แรงกล้ามเนื้อของผู้กระโดดที่จุดกระโดด มีหน่วยเป็นนิวตัน (N)
- V คือ ความเร็วในแนวตั้งของผู้กระโดดที่จุดกระโดด มีหน่วยเป็นเมตร/วินาที

6. วิเคราะห์จุดศูนย์กลางร่างกาย (Center of Gravity) ของผู้กระโดดจากจุดกระโดด (take-off point) จนกระทั่งล้มตัวลอยข้ามไม้พาด ด้วยวิธีการหาจุดศูนย์กลางแบบแยกส่วน (Segmentation Method) (ดูรายละเอียดในภาพผนวก)

7. วิเคราะห์รูปแบบของการกระโดดสูงและการฝึกซ้อมกระโดดสูงแบบฟอสบิวรี ฟลีนซ์ของ
ผู้กระโดดทั้ง 4 กลุ่ม

8. หาค่ามัชฌิมเลขคณิต (Mean) โดยใช้สูตรดังนี้ (ประกอบ กรรณสูตร
2529:40-41)

$$\bar{X} = \frac{\sum fx}{N}$$

\bar{X}	คือ	มัชฌิมเลขคณิต
$\sum fx$	คือ	ผลรวมคะแนนทั้งหมด
N	คือ	จำนวนคะแนนทั้งหมด

9. หาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) โดยใช้สูตรดังนี้
(ประกอบ กรรณสูตร 2529:49-50)

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (x - \bar{X})^2}{N-1}}$$

σ	คือ	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
$\sum (x - \bar{X})^2$	คือ	ผลรวมของผลต่างระหว่างคะแนนที่ได้กับมัชฌิมเลขคณิตยกกำลังสอง
N	คือ	จำนวนคะแนนทั้งหมด

10. หาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation Coefficient) ของความแข็งแรง
ของกล้ามเนื้อขา ความอ่อนตัว ความสูงร่างกาย ความยาวขา กำลังของกล้ามเนื้อขา ความเร็วใน

แนวตั้งที่จุดกระโดด เวลาที่ใช้ในการกระโดดที่จุดกระโดดจนถึงจุดสูงสุดเหนือไม้ขนาด แรงที่ใช้ในการกระโดดที่จุดกระโดด และกำลังที่ใช้ในการกระโดดที่จุดกระโดดของผู้กระโดดสูงทั้ง 4 กลุ่ม ด้วยวิธีเพียร์สัน โพรดักต์ โมเมนต์ (Pearson Product Moment Correlation Coefficient) จากสูตรดังนี้ (วิเชียร เกตสิงห์ 2522:28-32)

$$r = \frac{N \sum XY - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{\{N \sum X^2 - (\sum X)^2\} \{N \sum Y^2 - (\sum Y)^2\}}}$$

- r คือ สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร X กับตัวแปร Y
 $\sum X$ คือ ผลรวมของข้อมูลที่วัดได้จากตัวแปร X
 $\sum Y$ คือ ผลรวมของข้อมูลที่วัดได้จากตัวแปร Y
 $\sum XY$ คือ ผลรวมของผลคูณระหว่างค่าของตัวแปร X และ Y
 $\sum X^2$ คือ ผลรวมของกำลังสองของข้อมูลจากตัวแปร X
 $\sum Y^2$ คือ ผลรวมของกำลังสองของข้อมูลจากตัวแปร Y
 N คือ จำนวนข้อมูลหรือจำนวนคนในกลุ่มตัวอย่าง

การทดสอบนัยสำคัญของสหสัมพันธ์ (r) จากสูตรดังนี้

$$t = \frac{r\sqrt{N-2}}{\sqrt{1-r^2}}$$

- r คือ ผลสหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร X กับตัวแปร Y
 N คือ จำนวนข้อมูลหรือจำนวนคนในกลุ่มตัวอย่าง

11. วิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-Way ANOVA) ของค่าที่ได้จากการวิเคราะห์ คิเนแมติกส์ของการกระโดดสูงแบบฟอสบิวรี ฝลือป ของผู้เข้ารับการทดลองทั้ง 4 กลุ่ม และทำการทดสอบภายหลังการวิเคราะห์ความแปรปรวนด้วยวิธีของเชฟเฟ (Scheffe' test for all possible Comparison) จากสูตรดังนี้ (ประกอบ กรรณสูตร 2528:180-186)

สูตร

$$F = \frac{(M_1 - M_2)^2}{MSw \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right) k - 1}$$

- M_1, M_2 คือ มัชฌิมเลขคณิตของคะแนนแต่ละกลุ่ม
 n_1, n_2 คือ จำนวนตัวอย่างประชากรของสองกลุ่มที่นำมาทดสอบ
 k คือ จำนวนกลุ่มการทดลองที่นำมาทดสอบ

12. ระดับความมีนัยสำคัญที่ใช้ในการทดสอบในการวิจัยครั้งนี้คือ .05