การวิเคราะห์ทางชีวกลศาสตร์ของ 7 ท่าโพสบังคับมาตรฐานในนักกีฬาเพาะกายชายทีมชาติไทย

A BIOMECHANICALS ANALYSIS OF SEVEN MANDATORY POSES IN THAI NATIONAL BODYBUILDING AND FITNESS MALE PLAYERS

ธเนษฐ์พงษ์ สุขวงศ์[1], วรเมธ ประจงใจ[1], พชร ชินสีห์[1], นงนภัส เจริญพานิช[2], ชำนาญ ชินสีห์[3]
Thanatpong Sukwong[1], Vorramate Prajongjai[1], Potchara Chinnasee[1],
Nongnapas Charoenpanich[2], ChamnanChinnasee[3]
[1]สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม
[2]คณะวิทยาการสุขภาพและการกีฬา มหาวิทยาลัยทักษิณ
[3]คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทคัดย่อ

ในการประกวดแข่งขันกีฬาเพาะกายและฟิตเนสนั้นนักกีฬาเพาะกายและฟิตเนสจำเป็นต้องแสดงกล้ามเนื้อส่วนต่าง ๆ ของร่างกายเพื่อให้คณะกรรมการได้พิจารณาด้วยท่าทางบังคับ 7 ท่าทาง และเป็นที่น่าสนใจอย่างยิ่งว่า ท่าทางที่ดีที่สุดของการโพสนั้นเป็นอย่างไร จากการทบทวนวรรณกรรมยังไม่พบการศึกษาทางชีวกลศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาและวิเคราะห์การแสดงท่าทางบังคับทั้ง 7 ท่าทาง ดังนั้น การศึกษาทางคิเนมาติกส์และคิเนติกส์จะสามารถบ่งบอกให้ทราบถึงรูปแบบของแต่ละท่าทางได้เข้าใจมากยิ่งขึ้น โดยการวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและวิเคราห์มุมของข้อต่อรยางค์และแรงปฏิกิริยาจากพื้นของการแสดงท่าทาง 7 ท่าในนักกีฬาเพาะกายและฟิตเนสระดับทีมชาติไทย กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักกีฬาเพาะกายและฟิตเนสระดับทีมชาติไทย จำนวน 10 คน ติดมาร์คเกอร์สะท้อนแสงตามรูปแบบ Plug-In-Gait Whole Body Marker Set บันทึกข้อมูลการเคลื่อนไหวด้วยกล้องวิเคราะห์การเคลื่อนไหวแบบ 3 มิติ จากนั้น คำนวณค่าเฉลี่ย ค่าสูงสุด และค่าต่ำสุดของข้อมูลโดยแยกเป็นแต่ละท่าทาง ผลจากการวิจัยสามารถสรุปได้ว่าสามารถนำค่าเฉลี่ยของข้อต้อต่าง ๆ มาเป็นแม่แบบหรือต้นแบบให้กับผู้ฝึกสอนหรือนักกีฬาได้ทั้ง 7 ท่าทาง และยังสามารถใช้ค่าต่ำสุดและสูงสุดมาใช้กับนักกีฬาที่มีความแตกต่างกันทางสรีรวิทยา เช่น ความสูงและความยาวของรยางค์ของร่างกาย ดังนั้นอาจกล่าวได้ว่ามุมของข้อต่อเป็นหนึ่งในปัจจัยที่ส่งผลต่อการแสดงท่าทางบังคับทั้ง 7 ท่าทางในการประกวดหรือแข่งขันเพาะกายและฟิตเนสที่มีความสำคัญ

คำสำคัญ: ชีวกลศาสตร์การกีฬา, 7 ท่าบังคับมาตรฐาน, คิเนเมติกส์, คิเนติกส์

Abstract

While bodybuilding and fitness contest, players were necessary to show muscle by seven mandotory poses for committees considered. An interested point,what kind of thebest mandatoryof each pose that researchers have raised questions. Existing research has focused on physiology, psychology, and nutrition but failed to explore characteristic of poses, Especially, biomechanical field. The kinematic and kinetic analysis may help to find the pattern of each pose for more understanding. The aim of this study was toidentify the characteristics of joint angle and ground reaction force of seven mandatory poses in Thai national bodybuilding and fitness male players. Ten Thai national

bodybuilding and fitness male players were recruit participants. 3D analysis method as eight infrared, one video camera, and plug-in-gait whole body marker set were utilized. The result of this study was showed as mean, standard deviation, maximum and minimum values of each pose. It turned out that, the ideal model of seven mandotory poses made from mean values for coaches and players to prepare characteristics of joint angle that make the best pose while contest. Moreover, the maximum and minimum values can utilize for whom that different at length of body or segment. It's important to remember that joint angle and ground reaction force were one of important factor that affect for posing.

Keywords : SportsBiomechanics, Seven Mandatory Pose, Kinematic, Kinetic

1. บทนำ

ในการประกวดหรือการแข่งขันกีฬาเพาะกายและฟิตเนสนั้นสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทหลัก คือ การแข่งขันที่พิจารณาความสมส่วนของกล้ามเนื้อ และการแข่งขันที่พิจารณาการเคลื่อนไหวเคลื่อนที่ของร่างกาย ทั้ง 2 รูปแบบการแข่งขันนั้น นักกีฬาเพาะกายและฟิตเนสจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องแสดงกล้ามเนื้อเพื่อให้คณะกรรมการได้พิจารณาคะแนน โดยนักกีฬาจะต้องแสดงท่าทางบังคับ 7 ท่าทาง ดังต่อไปนี้ 1. ท่าทางด้านหน้าแสดงกล้ามเนื้อต้นแขนด้านหน้า (Front Double Biceps) 2. ท่าทางด้านหน้าแสดงกล้ามเนื้อหลังด้านข้าง (Front Lat Spread) 3. ท่าทางด้านข้างแสดงกล้ามเนื้อหน้าอก (Side Chest) 4. ท่าทางด้านหลังแสดงกล้ามเนื้อต้นแขนด้านหน้า (Back Double Biceps) 5. ท่าทางด้านหลังแสดงกล้ามเนื้อหลังด้านนอก (Back Lat Spread) 6. ท่าทางด้านข้างแสดงกล้ามเนื้อต้นแขนด้านหลัง (Side Triceps) และ 7. ท่าทางด้านหน้าแสดงกล้ามเนื้อหน้าท้องและต้นขา (Abdominal and Thigh) โดยการได้มาซึ่งคะแนนนั้นคณะกรรมการจะพิจารณาจากองค์ประกอบดังต่อไปนี้ 1. สัดส่วนร่างกาย (Body Proportion) 2. ความสมดุล (Muscle Balance) 3. ความสมส่วน (Muscle Symmetry) 4. ขนาดกล้ามเนื้อ (Muscle Size) 5. รูปร่างของกล้ามเนื้อ (Muscle Shape) 5. ความหนาแน่นของกล้ามเนื้อ (Muscle Density) 6. ความแตกตัวของกล้ามเนื้อ (Muscle Separation) 7. ความคมชัดของกล้ามเนื้อ (Muscle Definition) [1] จะเห็นได้ว่า การได้มาซึ่งคะแนนจากการพิจารณานั้น ไม่ใช่เพียงแต่มีขนาดกล้ามเนื้อที่ใหญ่ดพียงเท่านั้นแต่ยังต้องอาศัยปัจจัยอื่น ๆ ร่วมด้วย ตัวอย่างเช่น ในขณะที่นักกีฬาเพาะกายและฟิตเนสกำลังแสดงท่าทางด้านหน้าแสดงกล้ามเนื้อต้นแขนด้านหน้า (FDB) นักกีฬาจะยกหน้าอกขึ้น แล้วยกแขนทั้งสองข้างขึ้นทางด้านข้าง โดยให้แนวของข้อต่อข้อศอกทั้งสองข้างอยู่ระดับสูงกว่าระดับแนวของข้อต่อหัวไหล่เล็กน้อยแล้วงอข้อต่อข้อศอกเพื่อให้กล้ามเนื้อต้นแขนด้านหน้าหดตัวและเกร็งค้าง [2]

จะเห็นได้การได้มาซึ่งท่าทางที่ดีที่สุดนั้นเกิดจาดมุมของข้อต่อที่เหมาะสม ส่งผลให้เกิดการสร้างแรงตึงตัวที่เกิดขึ้นในกล้ามเนื้อแต่ละมัดในแต่ละท่า ดังนั้นการเคลื่อนไหวของข้อต่อต่าง ๆ เป็นปัจจัยหนึ่งที่สามารถส่งผลต่อการประกวดและแข่งขัน เนื่องจากกล้ามเนื้อนั้นจะต้องได้รับคำสั่งจากเส้นประสาทส่วนกลางให้ออกแรงตึงตัวในทิศทางต่าง ๆ เพื่อทำให้เกิดการเคลื่อนไหวตามที่สมองสั่งการได้อย่างถูกต้อง รวมถึงมุมข้อต่อที่ดีที่สุดในการจัดท่าทาง เพื่อให้เกิดองค์ประกอบโดยรวมของร่างกายที่เหมาะสม มากไปกว่านั้นจากการทบทวนวรรณกรรมที่ผ่านมา พบว่า ยังไม่พบการศึกษาและวิจัยใดเลยที่ศึกษาเกี่ยวกับการแสดงท่าทางบังคับในนักกีฬาเพาะกายและฟิตเนสในเชิงชีวกลศาสตร์ แต่พบในกีฬาชนิดอื่น ๆ ตัวอย่างเช่น การวิเคราะห์ทักษะการตบลูกและการส่งลูกเหนือศรีษะในกีฬาวอลเลย์บอล [3, 4], และท่าทางที่ดีของการออกตัวบนแท่นออกตัวในการว่ายน้ำ [5]

ปัจจุบันการศึกษาองค์ความรู้ทางข้อต่อต่าง ๆ เป็นแนวทางการศึกษาที่มีความสำคัญอย่างมากในการช่วยพัฒนาทักษะต่าง ๆ ให้ดีมากยิ่งขึ้น ดังนั้น การศึกษาและการวิเคราะห์การเคลื่อนไหวของข้อต่อต่าง ๆ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาคุณลักษณะสำคัญซึ่งสามารถนำข้อมูลที่ได้มาใช้เป็นประโยชน์ต่อการวางแผนการฝึกซ้อมของนักกีฬาต่อไป

จากที่กล่าวมาข้างต้นแล้วนั้น ผู้วิจัยมีความสนใจที่จะศึกษาคุณลักษณะของ 7 ท่าบังคับมาตรฐานในนักกีฬาเพาะกายเพศชายระดับทีมชาติไทยในเชิงชีวกลศาสตร์การกีฬา และเพื่อสร้างเป็นแม่แบบของ 7 ท่าบังคับให้กับบุคคลที่มีความต้องการที่จะเป็นนักกีฬาเพาะกายและฟิตเนสในอนาคต รวมถึงเป็นแนวทางในการพัฒนานักกีฬาฝึกหัดใหม่ให้ประสบความสำเร็จในการแข่งขันได้

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาและวิเคราะห์มุมของข้อต่อรยางค์และแรงปฏิกิริยาจากพื้นของการแสดงท่าทาง 7 ท่าในนักกีฬาเพาะกายและฟิตเนสระดับทีมชาติไทย

3. วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experiment Research Design) และได้ผ่านการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยจากคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม รับรองเมื่อวันที่ 15 มิถุนายน พ.ศ. 2563

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักกีฬาเพาะกายและฟิตเนส จากการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive Sampling) จากนักกีฬานักกีฬาเพาะกายและฟิตเนสระดับทีมชาติไทย คำนวณกลุ่มตัวอย่างด้วยโปรแกรมการวิเคราะห์ G*Power analysis 3.0.10 ดังนี้ Effect size = 7.2027374, α = 0.05, Power (1-β) = 0.95 และจะได้กลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 3 คน ดังนั้นผู้วิจัยได้เพิ่มกลุ่มตัวอย่างเพื่อป้องกันการ Drop out โดยใช้กลุ่มตัวอย่างทั้งสิ้น 10 คน คือ นักกีฬานักกีฬาเพาะกายและฟิตเนสระดับทีมชาติไทยเพศชาย ที่มีประสบการณ์การเล่นมากกว่า 5 ปี จำนวน 10 คน อายุระหว่าง 23 ถึง 45 ปี

ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

1. บันทึกข้อมูลพื้นฐานและองค์ประกอบของร่างกายของกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ น้ำหนัก ส่วนสูง ปริมาณไขมัน ปริมาณกล้ามเนื้อ
2. ติดตั้งและตั้งค่ากล้องวิเคราะห์การเคลื่อนไหว จำนวน 9 ตัว (Infrared Base 8 ตัว Video Base 1 ตัว) บนขาตั้งความสูง 2 เมตร และคานสูง 4 เมตร (Tripodsand Truss Frame) กำหนดความถี่ในการจับภาพ (Capture Frame Rate) 300 Hz เทียบความแม่นยำของการวัดจนได้ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของไม้เทียบความแม่นยำ (L-Frame and Wand) ไม่เกิน 0.5 มิลลิเมตร
3. อบอุ่นร่างกายโดยการยืดเหยียดกล้ามเนื้อส่วนต่าง ๆ ของร่างกายเป็นเวลา 10 นาที
4. ติดมาร์กเกอร์ (Super-Spherical Passive Markers) เพื่อเป็นจุดอ้างอิงรูปแบบ Plug-In-Gait Whole Body Marker Set จำนวน 39มาร์กเกอร์โดยทำความสะอาดพื้นผิวของร่างกายบริเวณที่ติดมาร์กเกอร์ก่อน
5. ทำการบันทึกข้อมูลในขณะอยู่กับที่ โดยกลุ่มตัวอย่างยืนกางแขนออกทั้ง 2 ข้างตั้งฉากกับลำตัว (StaticsT-Pose) บนแท่นวัดแรง เพื่อนำไปสร้างแกนอ้างอิงของส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย กำหนดแกนตั้งเป็น Z แกนหน้าหลังเป็น Y และแกนตามขวางเป็น X ตามลำดับ
6. ให้กลุ่มตัวอย่าง ยืน ในท่าพร้อมและถนัดของแต่ละคนบนแท่นวัดแรง เมื่อผู้วิจัยให้สัญญาณโดยชื่อท่าให้กลุ่มตัวอย่างทำการแสดงท่าทางบังคับ โดยเริ่มต้นตั้งแต่ท่าที่ 1 ไปจนถึงท่าที่ 7 ตามลำดับ โดยแต่ละท่า คงค้างท่านั้นไว้ระยะเวลา 10 วินาที โดยทำท่า ๆ ละ 2 รอบ พักระหว่างรอบ 30 วินาที พักระหว่างท่า 1 นาที
7. ข้อมูลกลุ่มตัวอย่างทั้ง 10 คน ประกอบไปด้วยการแสดงท่าทางบังคับมาตรฐานท่าละ 2 รอบ โดยผู้วิจัยกำหนดเกณฑ์ที่ใช้ในการเลือกท่าทางที่ดีที่สุดของการแสดง

ท่าทางบังคับทั้ง 7 ท่าของแต่ละคนมาแล้วนำมาวิเคราะห์ คือ ให้กรรมการผู้ตัดสินการประกวดและการแข่งขันกีฬาเพาะกายและฟิตเนสจากสมาคมกีฬาเพาะกายและฟิตเนสแห่งประเทศไทยเป็นผู้ประเมินและเลือกท่าทางที่ดีที่สุดของกลุ่มตัวอย่าง และนำมาวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมวิเคราะห์การเคลื่อนไหว (Qualisys Motion Capture System)

8. หาค่าเฉลี่ย (Mean) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ค่าสูงสุด (Maximum) และค่าต่ำสุด (Minimum) ของข้อมูลพื้นฐานองค์ประกอบของร่างกาย และชุดข้อมูลคิเนเมติกส์และคิเนติกส์

4. ผลการวิจัย

ผู้เข้าร่วมวิจัยในครั้งนี้ ได้แก่ นักกีฬาเพาะกายและฟิตเนสชายระดับทีมชาติไทย จำนวน 10 คนมีอายุเฉลี่ยเท่ากับ 31.40±7.34 ปี ส่วนสูงเฉลี่ยเท่ากับ 170.20±7.24 เซนติเมตร น้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับ 81.33±7.91 กิโลกรัม ประสบการณ์การเล่นกีฬาเพาะกายและฟิตเนสเฉลี่ยเท่ากับ 11.20±4.09 ปี เปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกายเฉลี่ยเท่ากับ 17.56±3.71 เปอร์เซ็นต์ มวลกล้ามเนื้อแขนขวาเฉลี่ยเท่ากับ 4.29±0.54 กิโลกรัม มวลกล้ามเนื้อแขนซ้ายเฉลี่ยเท่ากับ 4.59±0.73 กิโลกรัม มวลกล้ามเนื้อลำตัวเฉลี่ยเท่ากับ 29.70±3.37 กิโลกรัม มวลกล้ามเนื้อขาขวาเฉลี่ยเท่ากับ 11.97±1.31 กิโลกรัม มวลกล้ามเนื้อขาซ้ายเฉลี่ยเท่ากับ 12.00±1.42 กิโลกรัมดังแสดงในตารางที่ 1 และเมื่อวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสูงสุดและค่าต่ำสุดของข้อมูลทางคิเนเมติกส์และคิเนติกส์จากการแสดงท่าทางบังคับทั้ง 7 ท่า ในนักกีฬาเพาะกายและฟิตเนสชายระดับทีมชาติไทย ดังแสดงในตารางที่ 2-8

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสูงสุดและค่าต่ำสุด ของข้อมูลลักษณะทั่วไปของผู้ร่วมการวิจัย

ข้อมูลลักษณะทั่วไปและองค์ประกอบร่างกาย	นักกีฬาเพาะกายและฟิตเนสชายระดับทีมชาติไทย			
	$\bar{X}$	SD	Maximum	Minimum
อายุ (ปี)	31.40	7.34	45	23
น้ำหนัก (กิโลกรัม)	81.33	7.91	92.70	69.30
ส่วนสูง (เซนติเมตร)	170.20	7.24	178.00	157.00
ประสบการณ์ประสบการณ์การเล่นกีฬาเพาะกายและฟิตเนส (ปี)	11.20	4.09	20	6
เปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย (%)	17.56	3.71	22.80	12.20
มวลกล้ามเนื้อแขนขวา(กิโลกรัม)	4.29	0.54	5.19	3.55
มวลกล้ามเนื้อแขนซ้าย(กิโลกรัม)	4.59	0.73	6.23	3.88
มวลกล้ามเนื้อลำตัว(กิโลกรัม)	29.70	3.37	36.45	25.74
มวลกล้ามเนื้อขาขวา(กิโลกรัม)	11.97	1.31	13.70	9.73
มวลกล้ามเนื้อขาซ้าย(กิโลกรัม)	12.00	1.42	14.46	10.11

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสูงสุดและค่าต่ำสุด ของท่าทางด้านหน้าแสดงกล้ามเนื้อต้นแขนด้านหน้า (Front Double Biceps)

ข้อมูลทางคิเนเมติกส์และคิเนติกส์	นักกีฬาเพาะกายและฟิตเนสชายระดับทีมชาติไทย			
	$\bar{X}$	S.D.	Maximum	Minimum
มุมกางออกด้านข้างข้อต่อหัวไหล่ขวา (องศา)	171.87	7.05	178.29	155.87
มุมกางออกด้านข้างข้อต่อหัวไหล่ซ้าย (องศา)	169.37	6.89	177.47	160.24
มุมการงอข้อต่อข้อศอกขวา (องศา)	61.58	4.46	68.23	54.36
มุมการงอข้อต่อข้อศอกซ้าย (องศา)	61.73	4.72	68.35	55.90
มุมการงอข้อต่อทีสิบ (Thoracic 10) (องศา)	169.59	7.34	179.36	157.51
มุมการงอข้อต่อข้อเข่าขวา (องศา)	175.31	4.92	179.59	165.76
มุมการงอข้อต่อข้อเข่าซ้าย (องศา)	175.69	4.93	179.33	162.81
มุมการเหยียดข้อต่อข้อเท้าขวา (องศา)	92.17	3.71	96.31	85.87
มุมการเหยียดข้อต่อข้อเท้าซ้าย (องศา)	92.54	2.86	97.74	89.24
แรงปฏิกิริยาแนวหน้าหลังข้างขวา (นิวตัน/กิโลกรัม)	1.09	0.43	1.867	.520
แรงปฏิกิริยาแนวหน้าหลังข้างซ้าย (นิวตัน/กิโลกรัม)	-1.14	0.42	-.587	-1.909
แรงปฏิกิริยาแนวซ้ายขวาข้างขวา (นิวตัน/กิโลกรัม)	0.02	0.11	.189	-.149
แรงปฏิกิริยาแนวซ้ายขวาข้างซ้าย (นิวตัน/กิโลกรัม)	0.00	0.10	.151	-.181
แรงปฏิกิริยาแนวดิ่งข้างขวา (นิวตัน/กิโลกรัม)	5.08	0.65	6.370	4.412
แรงปฏิกิริยาแนวดิ่งข้างซ้าย (นิวตัน/กิโลกรัม)	4.62	0.59	5.200	3.508

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสูงสุดและค่าต่ำสุด ของท่าทางด้านหน้าแสดงกล้ามเนื้อหลังด้านข้าง (Front Lat Spread)

ข้อมูลทางคิเนเมติกส์และคิเนติกส์	นักกีฬาเพาะกายและฟิตเนสชายระดับทีมชาติไทย			
	$\bar{X}$	S.D.	Maximum	Minimum
มุมกางออกด้านข้างข้อต่อหัวไหล่ขวา (องศา)	136.79	9.51	154.49	123.11
มุมกางออกด้านข้างข้อต่อหัวไหล่ซ้าย (องศา)	138.00	8.68	150.18	128.95
มุมการงอข้อต่อข้อศอกขวา (องศา)	83.88	8.37	97.88	71.07
มุมการงอข้อต่อข้อศอกซ้าย (องศา)	83.83	7.40	96.37	72.74
มุมการงอข้อต่อทีสิบ (Thoracic 10) (องศา)	165.58	10.25	179.32	148.36
มุมการงอข้อต่อข้อเข่าขวา (องศา)	175.47	5.39	179.95	161.58
มุมการงอข้อต่อข้อเข่าซ้าย (องศา)	175.82	2.75	178.56	168.87
มุมการเหยียดข้อต่อข้อเท้าขวา (องศา)	90.80	4.05	95.56	82.96
มุมการเหยียดข้อต่อข้อเท้าซ้าย (องศา)	90.86	2.11	95.83	88.02
แรงปฏิกิริยาแนวหน้าหลังข้างขวา (นิวตัน/กิโลกรัม)	1.03	0.43	1.762	.313
แรงปฏิกิริยาแนวหน้าหลังข้างซ้าย (นิวตัน/กิโลกรัม)	-1.08	0.44	-.366	-1.701

ข้อมูลทางคิเนเมติกส์และคิเนติกส์	นักกีฬาเพาะกายและฟิตเนสชายระดับทีมชาติไทย			
	$\bar{X}$	S.D.	Maximum	Minimum
แรงปฏิกิริยาแนวซ้ายขวาข้างขวา (นิวตัน/กิโลกรัม)	0.13	0.13	.359	-.034
แรงปฏิกิริยาแนวซ้ายขวาข้างซ้าย (นิวตัน/กิโลกรัม)	-0.04	0.13	.153	-.313
แรงปฏิกิริยาแนวดิ่งข้างขวา (นิวตัน/กิโลกรัม)	4.95	0.38	5.467	4.286
แรงปฏิกิริยาแนวดิ่งข้างซ้าย (นิวตัน/กิโลกรัม)	4.70	0.42	5.380	4.014

ตารางที่ 4 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสูงสุดและค่าต่ำสุดของท่าทางด้านหลังแสดงกล้ามเนื้อต้นแขนด้านหน้า (Back Double Biceps)

ข้อมูลทางคิเนเมติกส์และคิเนติกส์	นักกีฬาเพาะกายและฟิตเนสชายระดับทีมชาติไทย			
	$\bar{X}$	S.D.	Maximum	Minimum
มุมกางออกด้านข้างข้อต่อหัวไหล่ขวา (องศา)	168.75	9.68	179.20	150.92
มุมกางออกด้านข้างข้อต่อหัวไหล่ซ้าย (องศา)	168.77	8.22	179.02	156.62
มุมการงอข้อต่อข้อศอกขวา (องศา)	68.48	5.85	76.84	58.16
มุมการงอข้อต่อข้อศอกซ้าย (องศา)	69.59	5.58	77.65	63.18
มุมการงอข้อต่อทีสิบ (Thoracic 10) (องศา)	171.37	6.36	179.02	160.80
มุมการงอข้อต่อข้อเข่าขวา (องศา)	159.61	8.38	176.03	149.82
มุมการงอข้อต่อข้อเข่าซ้าย (องศา)	161.88	13.55	179.63	136.31
มุมการเหยียดข้อต่อข้อเท้าขวา (องศา)	112.61	9.74	123.85	93.16
มุมการเหยียดข้อต่อข้อเท้าซ้าย (องศา)	89.25	12.44	117.46	71.56
แรงปฏิกิริยาแนวหน้าหลังข้างขวา (นิวตัน/กิโลกรัม)	-0.50	0.40	-.111	-1.534
แรงปฏิกิริยาแนวหน้าหลังข้างซ้าย (นิวตัน/กิโลกรัม)	0.46	0.40	1.414	-.083
แรงปฏิกิริยาแนวซ้ายขวาข้างขวา (นิวตัน/กิโลกรัม)	-0.33	0.29	.328	-.832
แรงปฏิกิริยาแนวซ้ายขวาข้างซ้าย (นิวตัน/กิโลกรัม)	0.30	0.32	.846	-.274
แรงปฏิกิริยาแนวดิ่งข้างขวา (นิวตัน/กิโลกรัม)	4.28	0.62	5.104	3.161
แรงปฏิกิริยาแนวดิ่งข้างซ้าย (นิวตัน/กิโลกรัม)	5.39	0.65	6.447	4.498

ตารางที่ 5 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสูงสุดและค่าต่ำสุด ของท่าทางด้านหลังแสดงกล้ามเนื้อหลังด้านนอก (Back Lat Spread)

ข้อมูลทางคิเนเมติกส์และคิเนติกส์	นักกีฬาเพาะกายและฟิตเนสชายระดับทีมชาติไทย			
	$\bar{X}$	S.D.	Maximum	Minimum
มุมกางออกด้านข้างข้อต่อหัวไหล่ขวา (องศา)	138.43	10.48	155.31	118.88
มุมกางออกด้านข้างข้อต่อหัวไหล่ซ้าย (องศา)	140.03	11.52	162.96	123.86
มุมการงอข้อต่อข้อศอกขวา (องศา)	80.94	10.26	103.70	65.01
มุมการงอข้อต่อข้อศอกซ้าย (องศา)	82.50	12.13	109.56	69.18

ข้อมูลทางคิเนเมติกส์และคิเนติกส์	นักกีฬาเพาะกายและฟิตเนสชายระดับทีมชาติไทย			
	$\bar{X}$	S.D.	Maximum	Minimum
มุมการงอข้อต่อทีสิบ (Thoracic 10) (องศา)	157.45	10.09	175.52	143.70
มุมการงอข้อต่อข้อเข่าขวา (องศา)	157.79	12.30	176.32	140.86
มุมการงอข้อต่อข้อเข่าซ้าย (องศา)	164.06	9.78	178.93	149.06
มุมการเหยียดข้อต่อข้อเท้าขวา (องศา)	111.55	14.54	124.69	77.95
มุมการเหยียดข้อต่อข้อเท้าซ้าย (องศา)	96.20	14.00	128.98	86.60
แรงปฏิกิริยาแนวหน้าหลังข้างขวา (นิวตัน/กิโลกรัม)	-0.54	0.27	-.279	-1.228
แรงปฏิกิริยาแนวหน้าหลังข้างซ้าย (นิวตัน/กิโลกรัม)	0.50	0.27	1.105	.103
แรงปฏิกิริยาแนวซ้ายขวาข้างขวา (นิวตัน/กิโลกรัม)	-0.20	0.50	.808	-.759
แรงปฏิกิริยาแนวซ้ายขวาข้างซ้าย (นิวตัน/กิโลกรัม)	0.20	0.49	.754	-.837
แรงปฏิกิริยาแนวดิ่งข้างขวา (นิวตัน/กิโลกรัม)	4.54	0.64	3.556	5.709
แรงปฏิกิริยาแนวดิ่งข้างซ้าย (นิวตัน/กิโลกรัม)	5.07	0.64	6.102	4.198

ตารางที่ 6 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสูงสุดและค่าต่ำสุดของท่าท่างด้านข้างแสดงกล้ามเนื้อหน้าอก (Side Chest)

ข้อมูลทางคิเนเมติกส์และคิเนติกส์	นักกีฬาเพาะกายและฟิตเนสชายระดับทีมชาติไทย			
	$\bar{X}$	S.D.	Maximum	Minimum
มุมกางออกด้านข้างข้อต่อหัวไหล่ขวา (องศา)	109.00	26.96	135.75	65.57
มุมกางออกด้านข้างข้อต่อหัวไหล่ซ้าย (องศา)	93.59	29.94	134.20	56.41
มุมการงอข้อต่อข้อศอกขวา (องศา)	114.16	18.08	146.21	93.81
มุมการงอข้อต่อข้อศอกซ้าย (องศา)	109.42	20.50	153.16	89.76
มุมการงอข้อต่อทีสิบ (Thoracic 10) (องศา)	169.06	6.81	177.24	158.77
มุมการงอข้อต่อข้อเข่าขวา (องศา)	133.51	14.53	168.95	116.98
มุมการงอข้อต่อข้อเข่าซ้าย (องศา)	140.73	17.29	159.31	110.46
มุมการเหยียดข้อต่อข้อเท้าขวา (องศา)	110.85	31.09	149.07	58.27
มุมการเหยียดข้อต่อข้อเท้าซ้าย (องศา)	89.32	21.35	129.34	68.87
แรงปฏิกิริยาแนวหน้าหลังข้างขวา (นิวตัน/กิโลกรัม)	-0.03	0.08	.168	-.116
แรงปฏิกิริยาแนวหน้าหลังข้างซ้าย (นิวตัน/กิโลกรัม)	0.02	0.06	.111	-.082
แรงปฏิกิริยาแนวซ้ายขวาข้างขวา (นิวตัน/กิโลกรัม)	9.81	0.54	11.278	9.292

ตารางที่ 7 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสูงสุดและค่าต่ำสุดของท่าทางด้านข้างแสดงกล้ามเนื้อต้นแขนด้านหลัง (Side Triceps)

ข้อมูลทางคิเนเมติกส์และคิเนติกส์	นักกีฬาเพาะกายและฟิตเนสชายระดับทีมชาติไทย			
	$\bar{x}$	S.D.	Maximum	Minimum
มุมกางออกด้านข้างข้อต่อหัวไหล่ขวา (องศา)	108.19	10.52	131.69	95.19
มุมกางออกด้านข้างข้อต่อหัวไหล่ซ้าย (องศา)	121.93	14.14	156.74	107.49
มุมการงอข้อต่อข้อศอกขวา (องศา)	162.62	9.67	174.81	143.25
มุมการงอข้อต่อข้อศอกซ้าย (องศา)	157.90	22.89	179.89	123.39
มุมการงอข้อต่อทีสิบ (Thoracic 10) (องศา)	154.77	6.90	163.75	143.08
มุมการงอข้อต่อข้อเข่าขวา (องศา)	136.71	19.37	166.18	106.84
มุมการงอข้อต่อข้อเข่าซ้าย (องศา)	143.36	14.74	171.44	126.92
มุมการเหยียดข้อต่อข้อเท้าขวา (องศา)	110.42	32.06	166.30	68.61
มุมการเหยียดข้อต่อข้อเท้าซ้าย (องศา)	95.42	24.60	125.03	60.72
แรงปฏิกิริยาแนวหน้าหลังข้างขวา (นิวตัน/กิโลกรัม)	-0.05	0.09	.091	-.211
แรงปฏิกิริยาแนวหน้าหลังข้างซ้าย (นิวตัน/กิโลกรัม)	0.02	0.07	.087	-.162
แรงปฏิกิริยาแนวซ้ายขวาข้างขวา (นิวตัน/กิโลกรัม)	9.66	0.17	9.882	9.279

ตารางที่ 8 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสูงสุดและค่าต่ำสุดของท่าทางด้านหน้าแสดงกล้ามเนื้อหน้าท้องและต้นขา (Abdominals and Thighs)

ข้อมูลทางคิเนเมติกส์และคิเนติกส์	นักกีฬาเพาะกายและฟิตเนสชายระดับทีมชาติไทย			
	$\bar{x}$	S.D.	Maximum	Minimum
มุมกางออกด้านข้างข้อต่อหัวไหล่ขวา (องศา)	151.56	11.85	168.47	134.64
มุมกางออกด้านข้างข้อต่อหัวไหล่ซ้าย (องศา)	146.20	11.39	162.75	127.92
มุมการงอข้อต่อข้อศอกขวา (องศา)	55.34	13.37	71.79	29.28
มุมการงอข้อต่อข้อศอกซ้าย (องศา)	59.35	13.02	76.00	35.15
มุมการงอข้อต่อทีสิบ (Thoracic 10) (องศา)	150.30	7.10	157.73	136.35
มุมการงอข้อต่อข้อเข่าขวา (องศา)	174.24	3.63	178.21	167.94
มุมการงอข้อต่อข้อเข่าซ้าย (องศา)	174.38	4.04	178.30	165.32
มุมการเหยียดข้อต่อข้อเท้าขวา (องศา)	97.05	10.51	119.56	84.77
มุมการเหยียดข้อต่อข้อเท้าซ้าย (องศา)	94.69	8.50	116.74	86.30
แรงปฏิกิริยาแนวหน้าหลังข้างขวา (นิวตัน/กิโลกรัม)	0.87	0.57	1.88	0.21
แรงปฏิกิริยาแนวหน้าหลังข้างซ้าย (นิวตัน/กิโลกรัม)	-0.90	0.61	-0.24	-1.98
แรงปฏิกิริยาแนวซ้ายขวาข้างขวา (นิวตัน/กิโลกรัม)	-0.03	0.50	0.59	-1.09
แรงปฏิกิริยาแนวซ้ายขวาข้างซ้าย (นิวตัน/กิโลกรัม)	0.02	0.51	1.07	-0.64
แรงปฏิกิริยาแนวดิ่งข้างขวา (นิวตัน/กิโลกรัม)	4.61	1.81	7.13	1.30
แรงปฏิกิริยาแนวดิ่งข้างซ้าย (นิวตัน/กิโลกรัม)	4.95	1.73	8.04	2.42

5. สรุปและอภิปรายผล

เป็นที่ทราบกันดีว่าการศึกษาทางชีวกลศาสตร์การกีฬานั้นเป็นหนึ่งในปัจจัยที่สามารถช่วยพัฒนาทักษะเทคนิค และสมรรถภาพทางกายในทุก ๆ กีฬา หรือแม้กระทั้งการออกกำลังกายได้เป็นอย่างดี [6] โดยเฉพาะอย่างยิ่งประเภทกีฬาที่ต้องอาศัยเทคนิคเฉพาะเจาะจง หรือส่วนบุคคล อย่างเช่น กีฬาเพาะกายและฟิตเนส เป็นต้น

การศึกษาและวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาในนักกีฬาเพาะกายและฟิตเนสระดับทีมชาติไทย ผลที่ได้จากการวิเคราะห์สามารถนำไปใช้เป็นแนวปฏิบัติให้กับผู้ฝึกสอนและนักกีฬาขณะฝึกซ้อมการแสดงท่าทางบังคับทั้ง 7 ท่าเพื่อเตรียมตัวแข่งขัน ทั้งนี้นักกีฬาแต่ละบุคคลมีความแตกต่างกันทางด้านความยาวของร่างกายในแต่ละส่วน หรือแม้กระทั้งความสูงก็ตาม การวิจัยครั้งนี้จึงประกอบด้วย ค่าเฉลี่ย ค่าสูงสุดและค่าต่ำสุดของมุมกางออกด้านข้างข้อต่อหัวไหล่ขวาและซ้าย มุมการงอข้อต่อข้อศอกขวาและซ้าย มุมการงอข้อต่อทีสิบมุมการงอข้อต่อข้อเข่าขวาและซ้าย มุมการเหยียดข้อต่อข้อเท้าขวาและซ้าย แรงปฏิกิริยาแนวหน้าหลังข้างขวาและซ้าย แรงปฏิกิริยาแนวซ้ายขวาข้างขวาและซ้าย แรงปฏิกิริยาแนวดิ่งข้างขวาและซ้าย ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาที่ผ่านมาของ Putra RanuBaskora Aji. and Arif. [7] ที่ศึกษาและวิจัยเรื่องคุณลักษณะความยาวของร่างกายในนักกีฬายิมนาสติกแชมปโอลิมปิก ที่สรุปผลวิจัยว่าความสูงของนักกีฬาผู้ชายและผู้หญิงควรอยู่ระหว่าง 162 ถึง 169 และ 151 ถึง 161 เซนติเมตร ตามลำดับ จะเห็นได้ว่า ผลการศึกษาและวิจัยครั้งนี้นำไปเป็นแม่แบบหรือต้นแบบสำหรับผู้ฝึกสอน และนักกีฬาเพาะกายและฟิตเนสเพศชายทุกระดับได้อย่างเหมาะสมนอกเหนือไปจากนี้การศึกษาของ Spendlove Jessica., Mitchell Lachlan. [8] พบว่านักกีฬาเพาะกายและฟิตเนสเพศชายและเพศหญิงมีเปอร์เซ็นต์ไขมันต่ำกว่า 5 และ 10 เปอร์เซ็นต์ในขณะแข่งขัน ตามลำดับ จะเห็นได้ว่า เปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกายเป็นอีก 1 ปัจจัยสำคัญที่ส่งผลค่าเฉลี่ยนของมุมข้อต่อในแต่ละท่าทางทั้ง 7 ท่าทางที่ไม่เท่ากัน เนื่องจากเมื่อมีเปอร์เซ็นต์ไขมันสูงส่งผลให้ ชั้นผิวหนังมีความหนาไม่สามารถมองเห็นกล้ามเนื้อได้ชัดเจน อาจจะส่งให้ต้องงอหรือเหยียดมุมข้อต่อ ๆ เพิ่มมากขึ้นนั่นเอง

จากการทบทวนวรรณกรรมที่ผ่าน พบว่า ยังไม่พบการศึกษาและวิจัยในนักกีฬาเพาะกายและฟิตทางด้านการวิเคราะห์ทางชีวกลศาสตร์การกีฬาเลย แต่พบมากในสรีรวิทยา จิตวิทยา โภชนาการก่อน ระหว่าง และหลังการฝึกซ้อมและการแข่งขัน [9-13] มากไปกว่านั้นยังพบการศึกษาทางชีวกลศาสตร์การกีฬาที่วิเคราะห์ทักษะและเทคนิคในกีฬาอื่น ๆ ที่ดำเนินการวิจัยใกล้เคียงกับการศึกษาและวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ วอลเลย์บอล [3, 4] เทนนิส [14, 15] เทเบิลเทนนิส [16] ว่ายน้ำ [17]

จากการศึกษาและวิจัยครั้งนี้สามารถสรุปได้ว่าสามารถนำค่าเฉลี่ยของข้อต้อต่าง ๆ มาเป็นแม่แบบหรือต้นแบบให้กับผู้ฝึกสอนหรือนักกีฬาได้ทั้ง 7 ท่าทาง และยังสามารถใช้ค่าต่ำสุดและสูงสุดมาใช้กับนักกีฬาที่มีความแตกต่างกันทางสรีรวิทยา เช่น ความสูงและความยาวของรยางค์ของร่างกาย ดังนั้น มุมของข้อต่อเป็นหนึ่งในปัจจัยที่ส่งผลต่อการแสดงท่าทางบังคับทั้ง 7 ท่าทางในการประกวดหรือแข่งขันเพาะกายและฟิตเนสเพื่อให้เกิดท่าทางที่ดีที่สุดและสามารถแสดงกล้ามเนื้อได้อย่างชัดเจนที่สุด มากไปกว่านั้นยังมีปัจจัยอื่น ๆ ร่วมด้วย เช่น ปริมาณกล้ามเนื้อและไขมัน รวมถึงความสามารถในการหดตัวของกล้ามเนื้อแบบเกร็งค้างอีกด้วย

ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

1. การศึกษาและวิจัยครั้งนี้ เป็นการศึกษาในห้องปฏิบัติการที่ไม่มีสิ่งแวดล้อมภายนอกเหมือนสนามแข่งขันจริง
2. ท่าทางต้นแบบที่ได้มาของแต่ละท่าทางควรพิจารณาองค์ประกอบร่างกายของนักกีฬาก่อนเป็นอันดับแรกก่อนนำไปใช้
3. สามารถเป็นต้นแบบให้กับนักกีฬาเพศชายเท่านั้น

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยและคณะ ขอขอบพระคุณ มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม ที่ให้ทุนอุดหนุน ในการดำเนินการวิจัยครั้งนี้

ผู้วิจัยและคณะ ขอขอบพระคุณ คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ให้การสนับสนุนสถานที่ เครื่องมือและอุปกรณ์ ในการดำเนินการวิจัยนี้

เอกสารอ้างอิง

[1] Santonja. R., (2019). *IFBB rules section 2: men's bodybuilding*. International federation of bodybuilding & fitness (IFBB).

[2] Bauer. A., (2018). *WBPF rules-book*. World bodybuilding & physique sports federation.

[3] Singh Harpreet. and Darshan. S., (2017). Biomechanical analysis of spiking skill in volleyball. *International Journal of Physical Education, Sports and Health, 4*(6), 15-19.

[4] Ozawa Yu., Uchiyama Shuichi., Ogawara Keita., Kanosue Kazuyuki., and Hiroshi. Y., (2019). Biomechanical analysis of volleyball overhead pass. *Sports biomechanics,* 1-14.

[5] Peterson Silveira Ricardo., Stergiou Pro., Figueiredo Pedro., Castro Flávio de S., Katz Larry., and J. S.D., (2018). Key determinants of time to 5 m in different ventral swimming start techniques. *European journal of sport science, 18*(10), 1317-1326.

[6] Zhang Xiang., Shan Gongbing., Wang Ye., Wan Bingjun., and Hua. L., (2019). Wearables, biomechanical feedback, and human motor-skills' learning & optimization. *Applied Sciences, 9*(2), 226.

[7] Putra Ranu Baskora Aji. and Arif. A.M., (2018). Characteristics of body length proportion of gymnast champions in olympic games. *International Journal Of Sport Culture and Science, 6*(2), 210-216.

[8] Spendlove Jessica., Mitchell Lachlan., Gifford Janelle., Hackett Daniel., Slater Gary., Cobley Stephen., and Helen. O.C., (2015). Dietary intake of competitive bodybuilders. *Sports Medicine, 45*(7), 1041-1063.

[9] Emini Neim Nick. and J. B.M., (2014). Motivational and psychological correlates of bodybuilding dependence. *Journal of behavioral addictions, 3*(3), 182-188.

[10] Jacobson Isabel G., Horton Jaime L., Smith Besa., Wells Timothy S., Boyko Edward J., Lieberman Harris R., Ryan Margaret AK., Smith Tyler C., and Team. M.C.S., (2012). Bodybuilding, energy, and weight-loss supplements are associated with deployment and physical activity in US military personnel. *Annals of epidemiology, 22*(5), 318-330.

[11] Mitchell Lachlan., Slater Gary., Hackett Daniel., Johnson Nathan., and Helen. O.c., (2018). Physiological implications of preparing for a natural male bodybuilding competition. *European journal of sport science, 18*(5), 619-629.

[12 Slater Gary. and M. P.S., (2011). Nutrition guidelines for strength sports: sprinting, weightlifting, throwing events, and bodybuilding. *Journal of sports sciences, 29*(sup1), S67-S77.

[13] Steele Ian H., Pope Jr., Harrison G., and Gen. K., (2019). *Competitive bodybuilding: fitness, pathology, or both?* Harvard review of psychiatry, *27*(4), 233-240.

[14] Chuan Jia Du., Ji He Zhou., and Wang. S., (2016). *Kinematic Analysis on the Serve Technique of Elite Tennis Player Grigor Dimitrov Based on 3d Virtual Reality Technology.*, in 2016 International Conference on Electronic, Information and Computer Engineering.

[15] Riek Stephan., Chapman Arthur E., and Ted. M., (1999). *A simulation of muscle force and internal kinematics of extensor carpi radialis brevis during backhand tennis stroke: implications for injury. 14*(7), 477-483.

[16] Baǹkosz Ziemowit. and Sławomir. W., (2016). *The kinematics of table tennis racquet: differences between topspin strokes. The Journal of Sports Medicine, 57*(3), 202-213.

[17] Vantorre Julien., Chollet Didier., and Ludovic. S., (2014). *Biomechanical analysis of the swim-start: a review. Journal of sports science & medicine, 13*(2), 223.