# การวิเคราะห์ทางคิเนติกส์และคิเนแมติกส์ของการกระโดดตบในนักกีฬาวอลเลย์บอลหญิงทีมชาติไทย

ก.รวีวุฒิ ระงับเหตุ

มหาวิทยาลัยบูรพา
Burapha University

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การออกกำลังกายและการกีฬา
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา
มิถุนายน 2549

ISBN 974-502-849-5

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา

อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์และคณะกรรมการสอบปากเปล่าวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณาวิทยานิพนธ์ของ ก.รวีวุฒิ ระงับเหตุ ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การออกกำลังกายและการกีฬา ของมหาวิทยาลัยบูรพาได้

อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์

..... ประธาน

(ดร.สุวัตร สิทธิหล่อ)

.....กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ประทุม ม่วงมี)

คณะกรรมการสอบปากเปล่า

..... ประธาน

(รองศาสตราจารย์นายแพทย์วิชัย วนดุรงค์วรรณ)

..... กรรมการ

(ดร.สุวัตร สิทธิหล่อ)

..... กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ประทุม ม่วงมี)

..... กรรมการ

(รองศาสตราจารย์สำเภา จงจิตต์)

บัณฑิตวิทยาลัยอนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การออกกำลังกายและการกีฬา ของมหาวิทยาลัยบูรพา

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(รองศาสตราจารย์ ดร.ประทุม ม่วงมี)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ. 2549

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

การวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนวิทยานิพนธ์ ระดับบัณฑิตศึกษา
จากบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา
ประจำภาคปลาย ปีการศึกษา 2548

มหาวิทยาลัยบูรพา
Burapha University

# ประกาศคุณูปการ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยความกรุณาจาก ดร.สุวัตร สิทธิหล่อ ประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำแนวทางการทำวิทยานิพนธ์ อุปกรณ์เครื่องมือและสถานที่ ที่ใช้ในการทดลอง รองศาสตราจารย์ ดร.ประทุม ม่วงมี กรรมการวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาให้คำปรึกษา ตรวจทานแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความเอาใจใส่อย่างดีเสมอมา ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งเป็นอย่างยิ่ง จึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์นายแพทย์วิชัย วนดุรงค์วรรณ ที่กรุณาเป็นประธานกรรมการสอบปากเปล่า รองศาสตราจารย์สำเภา จงจิตต์ ที่กรุณาเป็นกรรมการสอบปากเปล่า ดร.สมโภชน์ อเนกสุข ที่กรุณาเป็นกรรมการสอบเค้าโครงและให้คำปรึกษาแนะนำเกี่ยวกับเรื่องสถิติการวิจัยเป็นอย่างดียิ่ง และคุณชัชชฎาพร พิทักษ์เสถียรกุล ที่ให้คำแนะนำ ช่วยเหลือในเรื่องสถานที่ และกระบวนการในการเก็บรวบรวมข้อมูลทั้งหมดอย่างดียิ่ง

ขอขอบคุณพี่สมพร ส่งตระกูล ที่ให้คำปรึกษาเป็นทั้งพี่และเพื่อนที่ดีเสมอมา วัชชริน ผดุงรัชตากิจ และ พนิดา ชูเวช เพื่อนที่คอยให้ความช่วยเหลือและเป็นกำลังใจที่ดีมาก เพื่อน ๆ พี่ ๆ น้อง ๆ วิทยาศาสตร์การกีฬาที่ให้คำแนะนำเป็นกำลังใจช่วยเหลืองานวิจัย และกลุ่มนักกีฬาวอลเลย์บอลทุกคนที่มอบความช่วยเหลือให้คำแนะนำเป็นกำลังใจให้ผู้วิจัย รวมทั้งเพื่อนนักกีฬาวอลเลย์บอลหญิงทีมชาติไทยที่ให้ความร่วมมือมาเป็นกลุ่มประชากรให้ผู้วิจัย ขอบคุณครับ

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ พี่สาว ที่คอยให้ความรักความเอาใจใส่ด้วยความปรารถนาดี ทั้งแรงกาย แรงใจ ครอบครัวญาติพี่น้องทุกท่านที่ให้ความอุปการะแนะนำช่วยเหลือ ด้วยความปรารถนาดีต่อผู้วิจัยเสมอมา ซึ่งประโยชน์อันเกิดจากการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ขอใช้เป็นเครื่องบูชาพระคุณพ่อ แม่ ญาติพี่น้อง อาจารย์และผู้มีพระคุณทุก ๆ ท่าน ที่ได้อบรมสั่งสอน ประสิทธิประสาทวิชาความรู้ ประสบการณ์ต่าง ๆ และความรักความปรารถนาดีต่อผู้วิจัยเสมอมา

ก.รวีวุฒิ ระงับเหตุ

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

46912025: สาขาวิชา: วิทยาศาสตร์การออกกำลังกายและกีฬา;
วท.ม. (วิทยาศาสตร์การออกกำลังกายและกีฬา)
คำสำคัญ: คิเนติกส์/ คิเนแมติกส์/ การกระโดดตบ/ แรงปฏิกิริยาสูงสุด/ ความเร็วของการกระโดด/ มุมข้อเท้า ข้อเข่า ข้อสะโพก/ ความสูงของการกระโดด

ก.รวีวุฒิ ระงับเหตุ: การวิเคราะห์ทางคิเนติกส์และคิเนแมติกส์ของการกระโดดตบในนักกีฬาวอลเลย์บอลหญิงทีมชาติไทย (KINETICS AND KINEMATICS ANALYSES OF JUMP SPIKE IN FEMALE THAI NATIONAL VOLLEYBALL PLAYERS) อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์: สุวัตร สิทธิหล่อ, Ph.D., ประทุม ม่วงมี, Ph.D. 93 หน้า. ปี พ.ศ. 2549. ISBN 974-502-849-5

วัตถุประสงค์ของการวิจัยครั้งนี้ เพื่อศึกษาแรงปฏิกิริยาสูงสุดในแนวดิ่ง ความเร็วในขณะกระโดดตบ มุมการงอข้อต่อที่เหมาะสม ความสูงของการกระโดด หาความสัมพันธ์ของแรงปฏิกิริยากับความเร็วและความสูงของการกระโดดตบ แล้วเปรียบเทียบความสามารถกับนักกีฬาต่างชาติ กลุ่มประชากรเป็นนักกีฬาวอลเลย์บอลหญิงทีมชาติไทย จำนวน 10 คน (ยกเว้นตัวเซต และตัวรับอิสระ) ผ่านการทดสอบสมรรถภาพทางกายตามเกณฑ์ของ การกีฬาแห่งประเทศไทย ทำการทดลองโดยให้นักกีฬากระโดดตบ คนละ 5 ครั้ง โดยใช้แผ่นวัดแรงปฏิกิริยาสามทิศทาง และกล้องถ่ายภาพแบบ ออปติคอล ซิสเทม ที่มีความถี่ 200 ภาพต่อวินาที พร้อมโปรแกรมวิเคราะห์การเคลื่อนไหวในการเก็บรวบรวมข้อมูลทั้งทางคิเนติกส์ และทางคิเนแมติกส์ ผลการวิจัยพบว่ากลุ่มประชากรมีค่าเฉลี่ยแรงปฏิกิริยาสูงสุดในแนวดิ่งขณะกระโดดตบเท่ากับ 2,312.38 นิวตัน, แรงปฏิกิริยาสูงสุดในแนวดิ่งต่อน้ำหนักตัวมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.62 เท่าของน้ำหนักตัว, ความเร็วในขณะกระโดดตบมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.61 เมตร/ วินาที, มุมข้อเท้า ข้อเข่า และข้อสะโพกที่เหมาะสมก่อนการกระโดดตบมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 78.52 องศา 110.40 องศา และ 117.15 องศาตามลำดับ, ความสูงของการกระโดดตบมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 56.11 เซนติเมตร พบว่าแรงปฏิกิริยาสูงสุดในแนวดิ่งกับความเร็วในขณะกระโดดขึ้นมีความสัมพันธ์อยู่ในระดับต่ำ และเมื่อเปรียบเทียบกับนักกีฬาต่างชาติ พบว่าระดับความสามารถด้านความเร็วในขณะกระโดดตบมีความสามารถในระดับสูงกว่าชาติอื่นทั้งทีมชายและทีมหญิง แต่ความสูงของการกระโดดตบนั้นมีความสามารถเป็นรองจากนักกีฬาวอลเลย์บอลชายทีมชาติอังกฤษ และทีมชาติไต้หวัน

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

46912025: MAJOR: EXERCISE AND SPORT SCIENCE;
M.Sc. (EXERCISE AND SPORT SCIENCE)
KEYWORDS: KINETICS/ KINAMATICS/ JUMP SPIKE/ VERTICAL GROUND REACTION FORCE/ TAKE OFF VELOCITY/ OPTIMAL FLEXING ANGLE/ HEIGHT JUMP

KOR.RAWEWUT RANGUBHET: KITNETICS AND KINEMATICS ANALYSES OFJUMP SPIKE IN FEMALE THAI NATIONALVOLLEYBALL PLAYERS. THESIS ADVISORS: SUWAT SIDTHILAW, Ph.D., PRATOOM MUNGMEE, Ph.D., 93 P. 2006.
ISBN 974-502-849-5

The purpose of this research was to study kinetics and kinematics of jump spike in female Thai national volleyball players including peak vertical ground reaction force, take off velocity, optimal flexing angle of ankle knee and hip joint, height of jump, relationship between peak vertical ground reaction force and take off velocity, and height of jump and to compare the capacity of take off velocity and height of jump of female Thai national volleyball players with foreign players. The population of this study were ten female Thai national volleyball players (except seter and libero). The subjects were tested utilizing fitness test of sports authority of Thailand. Kistler tri-axial force platform and motion analysis of qualisys system with six optical cameras at speed of 200 frame/second were utilized for data collection of jump spike.

The study revealed that the mean of peak vertical ground reaction force was 2,312.38 newtons and 3.62 times of body mass, mean of take off velocity was 4.61 meter/ second, mean of optimal flexing angle of ankle, knee and hip joint were 78.52°, 110.40° and 117.15° respectively and mean of height jump was 56.11 centimeter. There were no significant relationships between peak vertical ground reaction force and take off velocity, and between peak vertical ground reaction force and height jump. The take off velocity of female Thai national volleyball players was higher than that of male British and Taiwan national volleyball players. On the other hand the height of jump of female Thai national volleyball players was lower than that of male British and Taiwan national volleyball players.

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

# สารบัญ


| | หน้า |
|---|---|
| บทคัดย่อภาษาไทย | จ |
| บทคัดย่อภาษาอังกฤษ | ฉ |
| สารบัญ | ช |
| สารบัญตาราง | ฌ |
| สารบัญภาพ | ญ |
| บทที่ | |
| 1 บทนำ | 1 |
| ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา | 1 |
| คำถามการวิจัย | 3 |
| วัตถุประสงค์ของการวิจัย | 3 |
| ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย | 4 |
| ขอบเขตของการวิจัย | 4 |
| ข้อตกลงเบื้องต้น | 5 |
| นิยามศัพท์เฉพาะ | 5 |
| หน่วยของตัวแปรที่ใช้ในงานวิจัย | 6 |
| 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง | 8 |
| ชีวกลศาสตร์การกีฬา | 9 |
| การวิเคราะห์การเคลื่อนไหวทางกีฬาเชิงชีวกลศาสตร์ | 23 |
| เทคนิคการถ่ายภาพที่ใช้ในการวิเคราะห์การเคลื่อนไหว | 26 |
| การกระโดดในแนวดิ่ง | 29 |
| กีฬาวอลเลย์บอล | 31 |
| เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง | 37 |
| 3 วิธีการดำเนินการวิจัย | 40 |
| กลุ่มประชากร | 40 |
| เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล | 40 |
| วิธีดำเนินการวิจัยและเก็บรวบรวมข้อมูล | 41 |
| การดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล | 43 |


มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

# สารบัญ (ต่อ)


| บทที่ | หน้า |
|---|---|
| การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ | 44 |
| 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล | 45 |
| สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล | 45 |
| การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล | 45 |
| ผลการวิเคราะห์ข้อมูล | 45 |
| 5 อภิปรายและสรุปผล | 68 |
| อภิปรายผล | 68 |
| สรุปผลการวิจัย | 75 |
| ข้อเสนอแนะ | 76 |
| บรรณานุกรม | 77 |
| ภาคผนวก | 81 |
| ภาคผนวก ก อุปกรณ์และเครื่องมือในการเก็บข้อมูล | 82 |
| ภาคผนวก ข การติดตั้งเครื่องมือและการเก็บข้อมูลนักกีฬาในขณะกระโดดตบ | 86 |
| ภาคผนวก ค เอกสารและข้อมูลที่เกี่ยวข้องในการวิจัย | 89 |
| ประวัติย่อของผู้วิจัย | 93 |


มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

# สารบัญตาราง


| ตารางที่ | | หน้า |
|---|---|---|
| 1 | หน่วยของตัวแปรที่ใช้ในงานวิจัย | 6 |
| 2 | ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มประชากร | 46 |
| 3 | ผลการทดสอบสมรรถภาพ | 46 |
| 4 | ผลทางด้านคิเนติกส์ | 47 |
| 5 | ผลทางด้านคิเนแมติกส์ | 51 |
| 6 | ค่าสัมประสิทธ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร | 65 |
| 7 | เปรียบเทียบความสามารถ (ความเร็วแนวดิ่งกับความสูงของการกระโดด) นักกีฬาไทยกับนักกีฬาต่างชาติ | 66 |


มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

# สารบัญภาพ


| ภาพที่ | | หน้า |
|---|---|---|
| 1 | ภาพพื้นฐานที่เกี่ยวกับการได้มาซึ่งภาพถ่าย..... | 27 |
| 2 | การดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล..... | 42 |
| 3 | กราฟแสดงค่าแรงปฏิกิริยาในแนวดิ่งของการกระโดดตบนักกีฬาวอลเลย์บอลคนที่ 1.. | 47 |
| 4 | กราฟแสดงค่าแรงปฏิกิริยาในแนวดิ่งของการกระโดดตบนักกีฬาวอลเลย์บอลคนที่ 2.. | 48 |
| 5 | กราฟแสดงค่าแรงปฏิกิริยาในแนวดิ่งของการกระโดดตบนักกีฬาวอลเลย์บอลคนที่ 3.. | 48 |
| 6 | กราฟแสดงค่าแรงปฏิกิริยาในแนวดิ่งของการกระโดดตบนักกีฬาวอลเลย์บอลคนที่ 4.. | 48 |
| 7 | กราฟแสดงค่าแรงปฏิกิริยาในแนวดิ่งของการกระโดดตบนักกีฬาวอลเลย์บอลคนที่ 5.. | 49 |
| 8 | กราฟแสดงค่าแรงปฏิกิริยาในแนวดิ่งของการกระโดดตบนักกีฬาวอลเลย์บอลคนที่ 6.. | 49 |
| 9 | กราฟแสดงค่าแรงปฏิกิริยาในแนวดิ่งของการกระโดดตบนักกีฬาวอลเลย์บอลคนที่ 7.. | 49 |
| 10 | กราฟแสดงค่าแรงปฏิกิริยาในแนวดิ่งของการกระโดดตบนักกีฬาวอลเลย์บอลคนที่ 8.. | 50 |
| 11 | กราฟแสดงค่าแรงปฏิกิริยาในแนวดิ่งของการกระโดดตบนักกีฬาวอลเลย์บอลคนที่ 9.. | 50 |
| 12 | กราฟแสดงค่าแรงปฏิกิริยาในแนวดิ่งของการกระโดดตบนักกีฬาวอลเลย์บอลคนที่ 10 | 50 |
| 13 | กราฟแสดงค่าความเร็วของการกระโดดตบของนักกีฬาวอลเลย์บอลคนที่ 1..... | 52 |
| 14 | กราฟแสดงค่าความเร็วของการกระโดดตบของนักกีฬาวอลเลย์บอลคนที่ 2..... | 52 |
| 15 | กราฟแสดงค่าความเร็วของการกระโดดตบของนักกีฬาวอลเลย์บอลคนที่ 3..... | 52 |
| 16 | กราฟแสดงค่าความเร็วของการกระโดดตบของนักกีฬาวอลเลย์บอลคนที่ 4..... | 53 |
| 17 | กราฟแสดงค่าความเร็วของการกระโดดตบของนักกีฬาวอลเลย์บอลคนที่ 5..... | 53 |
| 18 | กราฟแสดงค่าความเร็วของการกระโดดตบของนักกีฬาวอลเลย์บอลคนที่ 6..... | 53 |
| 19 | กราฟแสดงค่าความเร็วของการกระโดดตบของนักกีฬาวอลเลย์บอลคนที่ 7..... | 54 |
| 20 | กราฟแสดงค่าความเร็วของการกระโดดตบของนักกีฬาวอลเลย์บอลคนที่ 8..... | 54 |
| 21 | กราฟแสดงค่าความเร็วของการกระโดดตบของนักกีฬาวอลเลย์บอลคนที่ 9..... | 54 |
| 22 | กราฟแสดงค่าความเร็วของการกระโดดตบของนักกีฬาวอลเลย์บอลคนที่ 10..... | 55 |
| 23 | กราฟแสดงค่ามุมการงอข้อเท้าที่เหมาะสมก่อนการกระโดดตบของนักกีฬาวอลเลย์บอลคนที่ 1..... | 55 |
| 24 | กราฟแสดงค่ามุมการงอข้อเท้าที่เหมาะสมก่อนการกระโดดตบของนักกีฬาวอลเลย์บอลคนที่ 2..... | 55 |


มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

# สารบัญภาพ (ต่อ)


ภาพที่ หน้า

25 กราฟแสดงค่ามุมการงอข้อเท้าที่เหมาะสมก่อนการกระโดดตบของนักกีฬาวอลเลย์บอลคนที่ 3 ..... 56

26 กราฟแสดงค่ามุมการงอข้อเท้าที่เหมาะสมก่อนการกระโดดตบของนักกีฬาวอลเลย์บอลคนที่ 4 ..... 56

27 กราฟแสดงค่ามุมการงอข้อเท้าที่เหมาะสมก่อนการกระโดดตบของนักกีฬาวอลเลย์บอลคนที่ 5 ..... 56

28 กราฟแสดงค่ามุมการงอข้อเท้าที่เหมาะสมก่อนการกระโดดตบของนักกีฬาวอลเลย์บอลคนที่ 6 ..... 57

29 กราฟแสดงค่ามุมการงอข้อเท้าที่เหมาะสมก่อนการกระโดดตบของนักกีฬาวอลเลย์บอลคนที่ 7 ..... 57

30 กราฟแสดงค่ามุมการงอข้อเท้าที่เหมาะสมก่อนการกระโดดตบของนักกีฬาวอลเลย์บอลคนที่ 8 ..... 57

31 กราฟแสดงค่ามุมการงอข้อเท้าที่เหมาะสมก่อนการกระโดดตบของนักกีฬาวอลเลย์บอลคนที่ 9 ..... 58

32 กราฟแสดงค่ามุมการงอข้อเท้าที่เหมาะสมก่อนการกระโดดตบของนักกีฬาวอลเลย์บอลคนที่ 10 ..... 58

33 กราฟแสดงค่ามุมการงอข้อเข่าที่เหมาะสมก่อนการกระโดดตบของนักกีฬาวอลเลย์บอลคนที่ 1 ..... 58

34 กราฟแสดงค่ามุมการงอข้อเข่าที่เหมาะสมก่อนการกระโดดตบของนักกีฬาวอลเลย์บอลคนที่ 2 ..... 59

35 กราฟแสดงค่ามุมการงอข้อเข่าที่เหมาะสมก่อนการกระโดดตบของนักกีฬาวอลเลย์บอลคนที่ 3 ..... 59

36 กราฟแสดงค่ามุมการงอข้อเข่าที่เหมาะสมก่อนการกระโดดตบของนักกีฬาวอลเลย์บอลคนที่ 4 ..... 59

37 กราฟแสดงค่ามุมการงอข้อเข่าที่เหมาะสมก่อนการกระโดดตบของนักกีฬาวอลเลย์บอลคนที่ 5 ..... 60


มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

# สารบัญภาพ (ต่อ)


ภาพที่ หน้า

38 กราฟแสดงค่ามุมการงอข้อเข่าที่เหมาะสมก่อนการกระโดดตบของนักกีฬาวอลเลย์บอลคนที่ 6 ..... 60

39 กราฟแสดงค่ามุมการงอข้อเข่าที่เหมาะสมก่อนการกระโดดตบของนักกีฬาวอลเลย์บอลคนที่ 7 ..... 60

40 กราฟแสดงค่ามุมการงอข้อเข่าที่เหมาะสมก่อนการกระโดดตบของนักกีฬาวอลเลย์บอลคนที่ 8 ..... 61

41 กราฟแสดงค่ามุมการงอข้อเข่าที่เหมาะสมก่อนการกระโดดตบของนักกีฬาวอลเลย์บอลคนที่ 9 ..... 61

42 กราฟแสดงค่ามุมการงอข้อเข่าที่เหมาะสมก่อนการกระโดดตบของนักกีฬาวอลเลย์บอลคนที่ 10 ..... 61

43 กราฟแสดงค่ามุมการงอข้อตะโพกที่เหมาะสมก่อนการกระโดดตบของนักกีฬาวอลเลย์บอลคนที่ 1 ..... 62

44 กราฟแสดงค่ามุมการงอข้อตะโพกที่เหมาะสมก่อนการกระโดดตบของนักกีฬาวอลเลย์บอลคนที่ 2 ..... 62

45 กราฟแสดงค่ามุมการงอข้อตะโพกที่เหมาะสมก่อนการกระโดดตบของนักกีฬาวอลเลย์บอลคนที่ 3 ..... 62

46 กราฟแสดงค่ามุมการงอข้อตะโพกที่เหมาะสมก่อนการกระโดดตบของนักกีฬาวอลเลย์บอลคนที่ 4 ..... 63

47 กราฟแสดงค่ามุมการงอข้อตะโพกที่เหมาะสมก่อนการกระโดดตบของนักกีฬาวอลเลย์บอลคนที่ 5 ..... 63

48 กราฟแสดงค่ามุมการงอข้อตะโพกที่เหมาะสมก่อนการกระโดดตบของนักกีฬาวอลเลย์บอลคนที่ 6 ..... 63

49 กราฟแสดงค่ามุมการงอข้อตะโพกที่เหมาะสมก่อนการกระโดดตบของนักกีฬาวอลเลย์บอลคนที่ 7 ..... 64

50 กราฟแสดงค่ามุมการงอข้อตะโพกที่เหมาะสมก่อนการกระโดดตบของนักกีฬาวอลเลย์บอลคนที่ 8 ..... 64


มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

# สารบัญภาพ (ต่อ)


ภาพที่ หน้า

51 กราฟแสดงค่ามุมการงอข้อตะโพกที่เหมาะสมก่อนการกระโดดตบของนักกีฬาวอลเลย์บอลคนที่ 9 ..... 64

52 กราฟแสดงค่ามุมการงอข้อตะโพกที่เหมาะสมก่อนการกระโดดตบของนักกีฬาวอลเลย์บอลคนที่ 10 ..... 65

53 กราฟแสดงค่าความเร็วขณะกระโดดตบนักกีฬาวอลเลย์บอล ..... 66

54 กราฟแสดงค่าความสูงในการกระโดดตบนักกีฬาวอลเลย์บอล ..... 67

55 แผ่นวัดแรงปฏิกิริยาสามทิศทาง (Force plateform) ..... 83

56 เครื่องขยายสัญญาณ (Amplifier) ..... 83

57 กล้องถ่ายภาพแบบ Optical system ..... 84

58 มาร์คเคอร์ (Marker) ..... 84

59 คาริเบรชัน (3 D Calibration) ..... 84

60 คอมพิวเตอร์และซอร์ฟแวร์ที่ใช้ในการบันทึกผลและวิเคราะห์ผลการทดลอง ..... 85

61 การติดตั้งกล้องถ่ายภาพ ..... 87

62 การติดตั้งแผ่นวัดแรงปฏิกิริยาสามทิศทางและการคาริเบรท ..... 87

63 การเชื่อมต่อสายเคเบิลกับเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล ..... 87

64 การติดมาร์คเคอร์ ..... 88

65 กระบวนการของการกระโดดตบ ..... 88


มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University