

ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเชิงมุมการหมุนสะโพกและลำตัวส่วนบน  
กับความเร็วหัวไม้ และระยะทางในการตีกอล์ฟ



บทคัดย่อและแฟ้มข้อมูลฉบับเต็มของวิทยานิพนธ์ตั้งแต่ปีการศึกษา 2554 ที่ให้บริการในคลังปัญญาจุฬาฯ (CUIR)  
เป็นแฟ้มข้อมูลของนิสิตเจ้าของวิทยานิพนธ์ ที่ส่งผ่านทางบัณฑิตวิทยาลัย

The abstract and full text of theses from the academic year 2011 in Chulalongkorn University Intellectual Repository (CUIR)  
are the thesis authors' files submitted through the University Graduate School.

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต  
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา  
คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
ปีการศึกษา 2560  
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

THE RELATIONSHIP AMONG ANGULAR VELOCITIES OF PELVIC AND  
UPPER TRUNK ROTATIONS, CLUB HEAD SPEED AND HITTING DISTANCE IN GOLF

Miss Vinitha Puengtanom



A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements  
for the Degree of Master of Science Program in Sports Science

Faculty of Sports Science

Chulalongkorn University

Academic Year 2017

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์

ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเชิงมุมการหมุนสะโพกและ  
ลำตัวส่วนบน กับความเร็วหัวไม้ และระยะทางในการตี  
กอล์ฟ

โดย

นางสาววิรัช ฝั่งถนอม

สาขาวิชา

วิทยาศาสตร์การกีฬา

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชัยพัฒน์ หล่อศิริรัตน์

คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็น  
ส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโทบริหารบัณฑิต

..... คณบดีคณะวิทยาศาสตร์การกีฬา  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วันชัย บุญรอด)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ  
(รองศาสตราจารย์ ดร.วิจิต คณิงสุขเกษม)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชัยพัฒน์ หล่อศิริรัตน์)

..... กรรมการ  
(ดร.นนท์ส เจริญพานิช)

..... กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วีรวัฒน์ ลิ้มรุ่งเรืองรัตน์)

วิชา ฝึกซ้อม : ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเชิงมุมการหมุนสะโพกและลำตัวส่วนบน กับความเร็วหัวไม้ และระยะทางในการตีกอล์ฟ (THE RELATIONSHIP AMONG ANGULAR VELOCITIES OF PELVIC AND UPPER TRUNK ROTATIONS, CLUB HEAD SPEED AND HITTING DISTANCE IN GOLF) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: ผศ. ดร. ชัยพัฒน์ หล่อศิริรัตน์, หน้า.

วัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางเชิงมุมและความเร็วเชิงมุมของการ หมุนสะโพก กับความเร็วหัวไม้ และระยะทางในการตีกอล์ฟ

วิธีดำเนินการวิจัย นักกีฬาสมัครเล่นระดับมหาวิทยาลัย เพศชาย จำนวน 19 คน กลุ่ม ตัวอย่างได้รับการทดสอบโดยการตีกอล์ฟจำนวน 3 ครั้ง ด้วยแรงที่มากที่สุด (maximum efforts) และมีเวลาพักระหว่างการตีครั้งละ 1 นาที โดยผู้วิจัยติดมาร์กเกอร์จำนวน 7 จุดเพื่อนำมาข้อมูลมา วิเคราะห์โดยเลือกจากลูกกอล์ฟที่ดีที่สุดไกลที่สุดมาวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรมVicon and bodybuilder program เพื่อวิเคราะห์การเคลื่อนไหว 3 มิติ ผู้วิจัยคำนวณระยะทางเชิงมุมและความเร็วเชิงมุมการ หมุนสะโพกด้วยวิธีการทางเวกเตอร์ และใช้โปรแกรม P3 Pro Swing Golf Simulator เพื่อบันทึก และวิเคราะห์ข้อมูลของระยะทางในการตีกอล์ฟ และความเร็วหัวไม้

ผลการวิจัย ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเชิงมุมของการหมุนสะโพกกับลำตัวส่วนบนอยู่ใน ระดับสูง ( $r = 0.83, p < 0.01$ ), ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วหัวไม้ และระยะทางในการตีกอล์ฟอยู่ใน ระดับสูง ( $r = 0.99, p < 0.01$ ), ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเชิงมุมของการหมุนสะโพกกับ ความเร็วหัวไม้อยู่ในระดับปานกลาง ( $r = 0.55, p < 0.05$ ) และความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเชิงมุม ของการหมุนสะโพกและระยะทางในการตีกอล์ฟอยู่ในระดับปานกลาง ( $r = 0.53, p < 0.05$ )

สรุปผลการวิจัย ความเร็วเชิงมุมการหมุนสะโพกสัมพันธ์กับความเร็วหัวไม้และระยะทางใน การตีกอล์ฟ ดังนั้นการเพิ่มความเร็วเชิงมุมของสะโพกจะทำให้ความเร็วหัวไม้และระยะทางเพิ่มขึ้น

สาขาวิชา วิทยาศาสตร์การกีฬา

ปีการศึกษา 2560

ลายมือชื่อนิสิต .....

ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก .....

# # 5978414339 : MAJOR SPORTS SCIENCE

KEYWORDS: GOLF / ANGULAR VELOCITY / CLUB HEAD SPEED / HITTING DISTANCE

VINITHA PUENGTANOM: THE RELATIONSHIP AMONG ANGULAR VELOCITIES OF PELVIC AND UPPER TRUNK ROTATIONS, CLUB HEAD SPEED AND HITTING DISTANCE IN GOLF. ADVISOR: ASST. PROF. CHAIPAT LAWSIRIRAT, Ph.D., pp.

Purpose: To study the relationships among angular distance, angular velocities of pelvic rotations, club head speed, and hitting distance in university golfers.

Methods: Nineteen amateur university male golfers participated in the study. The participants were asked to hit 3 balls with his maximum effort with a minute rest between hitting. Seven markers were placed over the body of the participants. The hit with longest distance of each participants was selected to be analyzed using Vicon and bodybuilder program. Pelvic angular displacement and angular velocity were calculated using vector manipulation, and the hitting distance and club velocity were analyzed using P3 Pro Swing Golf Simulator.

Results: The relationship between angular velocity of pelvic and angular velocity of upper trunk rotation was at high level ( $r=0.83$ ,  $p<0.01$ ). The relationship between club head speed and hitting distance was at high level ( $r=0.99$ ,  $p<0.01$ ). The relationship between angular velocity of pelvic and club speed and the relationship between pelvic rotation and hitting distance were both at moderate level where ( $r=0.55$ ,  $p<0.05$ ) and ( $r=0.53$ ,  $p<0.05$ ), respectively.

Conclusion: Pelvic rotation and angular velocity of pelvic correlates with club speed and hitting distance. In order to increase club speed and, hitting distance, golfers need to increase angular velocity of pelvic as well.

Field of Study: Sports Science

Student's Signature .....

Academic Year: 2017

Advisor's Signature .....

## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณาจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชัยพัฒน์ หล่อศิริรัตน์ อาจารย์ที่ปรึกษาที่ได้กรุณาให้คำปรึกษาและข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ รวมทั้งให้ความช่วยเหลือแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ทำให้วิทยานิพนธ์เล่มนี้มีความถูกต้องสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.วิจิต คณิงสุขเกษม ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ อาจารย์ ดร.นงนภัส เจริญพานิช กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วีรวัฒน์ ลิ้มรุ่งเรืองรัตน์ กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย ที่กรุณาให้คำแนะนำตลอดจนช่วยตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องวิทยานิพนธ์ในการศึกษาครั้งนี้

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬาและการพัฒนากีฬา คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต ที่ให้ความอนุเคราะห์สถานที่ห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์การกีฬา และเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย สำหรับใช้ในการเก็บข้อมูลงานวิจัย

ขอขอบคุณนักกีฬากอล์ฟทุกท่านที่ให้ให้ความเสียสละเวลามาเป็นผู้เข้าร่วมวิจัย

สุดท้ายนี้ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณบิดามารดา และครอบครัว ซึ่งเปิดโอกาสให้ได้รับการศึกษาเล่าเรียน ตลอดจนคอยช่วยเหลือและให้กำลังใจผู้วิจัยเสมอมาจนสำเร็จการศึกษา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
CHULALONGKORN UNIVERSITY

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ .....	จ
กิตติกรรมประกาศ .....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ฅ
สารบัญภาพ.....	ฉ
คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ .....	ฐ
บทที่ 1.....	1
บทนำ .....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
ปัญหาในการวิจัย.....	4
สมมุติฐานของการวิจัย .....	4
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	4
ขอบเขตของการวิจัย .....	5
คำจำกัดความของการวิจัย.....	5
ประโยชน์ที่จะได้รับจากงานวิจัย.....	6
บทที่ 2.....	7
ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง .....	7
ความหมายและความเป็นมากีฬากอล์ฟ .....	7
รูปแบบการเคลื่อนในการตีกอล์ฟ .....	9
1.    ตัววัดความสามารถของกีฬากอล์ฟ .....	9
2.    องค์ประกอบของการเคลื่อนในการตีกอล์ฟ .....	10

3. ลำดับร่างกายในการตีกอล์ฟ .....	11
4. ปัจจัยที่มีผลต่อการตีกอล์ฟ .....	13
หลักการและเครื่องมือทางชีวกลศาสตร์ .....	20
หลักการการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ .....	20
กลศาสตร์ของเวกเตอร์เบื้องต้น .....	23
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง .....	27
การศึกษาความเร็วเชิงมุมการหมุนสะโพกในกีฬา กอล์ฟ .....	27
การศึกษาความเร็วเชิงมุมการหมุนลำตัวในกีฬา กอล์ฟ .....	29
การเคลื่อนที่แบบคิเนมาติกส์ (kinematics) .....	34
บทที่ 3 .....	42
วิธีดำเนินการวิจัย .....	42
ประชากร กลุ่มตัวอย่างและวิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่าง .....	42
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย .....	44
ขั้นตอนการวิจัย .....	45
การวิเคราะห์ข้อมูล .....	50
บทที่ 4 .....	52
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล .....	52
ลักษณะทั่วไปของผู้เข้าร่วมงานวิจัย .....	52
ความเร็วเชิงมุมการหมุนสะโพกและความเร็วเชิงมุมการหมุนลำตัวส่วนบน ระยะทางและ ระยะเวลา ในช่วง Downswing .....	53
ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเชิงมุมการหมุนสะโพก, ความเร็วเชิงมุมการหมุนลำตัวส่วนบน, ความเร็วหัวไม้ และระยะทางในการตีกอล์ฟ .....	54
การถ่ายโอนน้ำหนักขณะตีกอล์ฟ .....	58
บทที่ 5 .....	62



สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ .....	62
สรุปผลการศึกษา.....	62
อภิปรายผลการศึกษา.....	63
ข้อจำกัดในการวิจัย.....	71
ข้อเสนอแนะ .....	71
.....	72
รายการอ้างอิง .....	72
ภาคผนวก ก .....	79
ใบรับรองโครงการวิจัยจากคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน .....	79
ภาคผนวก ข .....	81
แบบบันทึกข้อมูล .....	81
ภาคผนวก ค .....	83
รูปภาพเครื่องมืองานวิจัย.....	83
ภาคผนวก ง.....	88
ข้อมูลกลุ่มตัวอย่าง.....	88
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์ .....	92

## สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1 ตารางสรุปการศึกษามุมการหมุนสะโพกและลำตัว.....	32
ตารางที่ 2 ตารางสรุปการศึกษาเกี่ยวกับคิเนมาติกส์ในกีฬากอล์ฟ.....	35
ตารางที่ 3 การหาความสัมพันธ์ของตัวแปร .....	51
ตารางที่ 4 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Mean $\pm$ SD)ของข้อมูลพื้นฐาน.....	52
ตารางที่ 5 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Mean $\pm$ SD) ของความเร็วเชิงมุมการหมุนสะโพกและความเร็วเชิงมุมการหมุนลำตัวส่วนบน.....	53
ตารางที่ 6 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเชิงมุมการหมุนสะโพก, ความเร็วเชิงมุมการหมุนลำตัวส่วนบน, ความเร็วหัวไม้และระยะทาง.....	54
ตารางที่ 7 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของการถ่ายโอนน้ำหนัก.....	58

## สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพที่ 1 ลำดับการทำงานของแต่ละสัดส่วนของร่างกายในช่วง downswing.....	12
ภาพที่ 2 แสดงถึงการวิเคราะห์คิเนมาติกส์ (Kinematic).....	12
ภาพที่ 3 รูปแบบการเคลื่อนไหวพร้อมแสดงทิศทางการถ่ายโอนน้ำหนัก.....	15
ภาพที่ 4 กล้ามเนื้อที่ทำงานขณะลงไม้ (Downswing) .....	16
ภาพที่ 5 ส่วนประกอบของกล้ามเนื้อหน้าท้อง.....	19
ภาพที่ 6 ส่วนประกอบของกล้ามเนื้อหลัง.....	19
ภาพที่ 7 ส่วนประกอบของกล้ามเนื้อสะโพก.....	19
ภาพที่ 8 แสดงวิถีโค้งของวัตถุเมื่อวัตถุถูกปล่อยด้วยมุมต่างกัน.....	22
ภาพที่ 9 แสดงภาพเวกเตอร์เริ่มต้นจากจุด O.....	24
ภาพที่ 10 แสดงกราฟของระนาบที่ผ่านจุด $P_0$ และตั้งฉากกับเวกเตอร์ N.....	26
ภาพที่ 11 กรอบแนวความคิด.....	41
ภาพที่ 12 แสดงแผนผังการเก็บข้อมูล.....	45
ภาพที่ 13 ตำแหน่งในการติด Marker 7 ตัว .....	46
ภาพที่ 14 ท่าทางการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ.....	47
ภาพที่ 15 ตัวอย่างการเคลื่อนไหวของกลุ่มตัวอย่างในแต่ละช่วง ขณะตีกอล์ฟ.....	47
ภาพที่ 16 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วหัวไม้ และระยะทางในการตีกอล์ฟ.....	55
ภาพที่ 17 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเชิงมุมการหมุนสะโพกกับระยะทาง.....	56
ภาพที่ 18 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเชิงมุมการหมุนสะโพกกับความเร็วหัวไม้.....	56
ภาพที่ 19 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเชิงมุมการหมุนลำตัวส่วนบนกับระยะทาง.....	57
ภาพที่ 20 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเชิงมุมการหมุนลำตัวส่วนบนกับความเร็วหัวไม้.....	57
ภาพที่ 21 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเชิงมุมระหว่างการหมุนสะโพกและลำตัวส่วนบน.....	58
ภาพที่ 22 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยการถ่ายโอนน้ำหนัก.....	59
ภาพที่ 23 ค่าเฉลี่ยการถ่ายโอนน้ำหนักขณะตีกอล์ฟ.....	60
ภาพที่ 24 รูปแบบการเคลื่อนไหวขณะตีกอล์ฟภาพ 3 มิติ.....	60

## คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ

PGA	(Professional Golf Association)	สมาคมกีฬากอล์ฟอาชีพ
Deg.	( $^{\circ}$ , $\theta$ , Degree)	องศา
$\Delta\theta$	( $\theta_1 - \theta_2$ )	ผลต่างขององศา
$\Delta T$	( $T_1 - T_2$ , $\Delta$ Time)	ผลต่างของเวลา
mm.	(Millimeter)	มิลลิเมตร
s.	(Second)	วินาที (หน่วยเวลา)
min.	(Minute)	นาที (หน่วยเวลา)
AD	(Address)	ช่วงเริ่มต้น
BS	(Backswing)	ช่วงดิ่งไม้ขึ้นขนานกับพื้น
TB	(Top backswing)	ช่วงดิ่งไม้ขึ้นสูงสุด
DS	(Downswing)	ช่วงดิ่งลงไม้
IP	(Impact)	ช่วงปะทะ
FT	(Follow through)	ช่วงส่งถ่ายพลังสุดท้าย
HCP	(Handicaps)	แต้มต่อ, ค่าประสพการณ์
Mph	(miles per hour)	ไมล์ต่อชั่วโมง
X-factor(X-factor)		มุมต่างระหว่างแนวไหล่กับแนวข้อสะโพก
$\alpha$	(Alpha, Significant Level)	นัยสำคัญทางสถิติ
P-value (probability)		ความน่าจะเป็นที่จะได้ค่าสังเกต
Hz	(Hertz)	หน่วย SI ของความถี่
ASI	(ASIS, Anterior superior iliac spine)	ปุ่มกระดูกบริเวณสะโพกด้านหน้า
PSI	(PSIS, Posterior superior iliac spine)	ปุ่มกระดูกบริเวณสะโพกด้านหลัง
SHO	(Acromion-clavicular joint)	ปุ่มกระดูกบริเวณข้อไหล่
STRN	(Sternum)	ปุ่มกระดูกบริเวณหน้าอก
GRF	(Ground Reaction Force)	แรงปฏิกิริยาตอบสนอง

# บทที่ 1

## บทนำ

### ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

กอล์ฟเป็นกีฬานานาชาติหนึ่งที่มีความนิยมทั่วโลก การเล่นในหลายกลุ่มอาชีพและทุกช่วงอายุ ซึ่งมีการแข่งขันแบบสมัครเล่นและแบบอาชีพ นักกอล์ฟที่ทำคะแนนหรือสกอร์ได้น้อยที่สุด (ผู้ที่มีจำนวนครั้งในการตีน้อยที่สุด) คือผู้ชนะในการแข่งขัน ดังนั้นการวางแผนการตีในแต่ละหลุมให้ได้จำนวนครั้งในการตีน้อยที่สุดเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่งสำหรับนักกอล์ฟ และปัจจัยหนึ่งที่กำหนดจำนวนครั้งในการตีของแต่ละหลุม คือ ระยะทางในการตีครั้งแรกบนแท่นทียออฟ (Tee off) ดังนั้นนักกอล์ฟจึงพยายามที่จะไดร์ฟหรือตีออกจากแท่นทียออฟให้ได้ระยะทางที่ไกลที่สุด (Maximum driving distance) ตามทิศทางที่ต้องการ เพื่อให้ได้เปรียบในเรื่องของระยะทางในการตีและจำนวนครั้งในการตีให้น้อยที่สุด ด้วยเหตุผลดังกล่าวทำให้นักวิทยาศาสตร์การกีฬาสนใจศึกษาว่าตัวแปรใดบ้างที่ทำให้ได้ระยะทางในการไดร์ฟที่ไกลที่สุด โดยนักกีฬาอาชีพจะมีระยะทางในการตีกอล์ฟ 300 หลา ด้วยหัวไม้หนึ่ง และความเร็วจุดหัวไม้ของนักกอล์ฟชายมีเฉลี่ยที่ 93.4 ไมล์ต่อชั่วโมง นอกจากนี้ในงานวิจัยยังพบว่าตัวแปรความเร็วหัวไม้สัมพันธ์กับระยะทางในการตีกอล์ฟ หมายความว่าเมื่อความเร็วหัวไม้ที่มีค่ามากจะทำให้มีความเร็วต้นของลูกกอล์ฟมากส่งผลทำให้ได้ระยะทางที่ไกลขึ้น (Gordon, Moir, Davis, Witmer, & Cummings, 2009)

Sinclair, Currigan, Fewtrell และ Taylor (2014) ศึกษาตัวแปรเรื่องความเร็วหัวไม้ที่ใช้แสดงถึงตัวแปรทางคิเนมาติกส์ (kinematic) ของงานวิจัยในกีฬาการตี และสามารถนำไปใช้เป็นตัวแปรเพื่อวัดด้านสมรรถภาพในนักกอล์ฟ (Sinclair, Currigan, Fewtrell, & Taylor, 2014) งานวิจัยส่วนใหญ่จึงใช้ความเร็วหัวไม้และระยะทางเป็นตัวแปรในการวัดความสามารถของนักกอล์ฟ เช่น การศึกษางานวิจัยเกี่ยวกับความเร็วของหัวไม้พบว่าความเร็วหัวไม้มีความสัมพันธ์กับความเร็วเชิงเส้นตรง (Linear) ของลำตัวส่วนบนและข้อสะโพกขณะ downswing โดยความเร็วในการเคลื่อนที่ของข้อสะโพกมีค่ามากกว่าความเร็วของลำตัวส่วนบน (Beak et al., 2013)

ลักษณะท่าทางของการตีกอล์ฟโดยทั่วไปประกอบด้วย 3 รูปแบบ คือการตีกอล์ฟพระยะสั้น หรือการพัตต์, การตีกอล์ฟพระยะกลางหรือการชิพ และการตีกอล์ฟพระยะไกลหรือการไดร์ฟ โดยแต่ละรูปแบบมีวัตถุประสงค์แตกต่างกันออกไป โดยการศึกษาในครั้งนี้เป็นการศึกษาการไดร์ฟ เนื่องจากมีวัตถุประสงค์เพื่อตีกอล์ฟให้ไกลที่สุดไปยังทิศทางที่ต้องการ โดยท่าทางการไดร์ฟ เริ่มจากตำแหน่งเริ่มต้นควรจัดทำทางให้เกิดความมั่นคงและสมดุลของการลงน้ำหนักเท้าทั้งสองข้าง หลังจากนั้นจะเริ่มลากไม้ขึ้นเพื่อเพิ่มระยะทางการหมุนร่างกายก่อนที่จะถึงช่วงถัดไปคือการตีไม้โดยช่วงนี้เป็นช่วงที่สำคัญที่มีผลต่อความเร็วในการเคลื่อนไหวร่างกายและความเร็วหัวไม้ที่แสดงออกมาเพราะถ้านักกอล์ฟมีระยะทางการหมุนลำตัวที่เพิ่มมากขึ้นในช่วงการลากไม้ขึ้น ณ จุดสูงสุด (Top-backswing) และสามารถตีไม้ลง (Downswing) ได้อย่างรวดเร็ว ก็จะส่งผลให้มีความเร็วในการหมุนของร่างกายเพิ่มขึ้นด้วยเช่นกัน

ระยะทางการตีกอล์ฟและความเร็วหัวไม้สร้างขึ้นได้จากการตีกอล์ฟที่ถูกต้อง โดยรูปแบบการตีกอล์ฟที่ดีประกอบด้วย 4 ช่วงคือ

1. ช่วงการจัดท่าทางพื้นฐานของการตีกอล์ฟ (Address) เป็นช่วงการจัดท่าทางพื้นฐานของการตีกอล์ฟเพื่อรักษาสมดุลการทรงตัว
2. ช่วงการลากไม้ขึ้น (Backswing) เป็นช่วงที่เริ่มต้นที่แขนเคลื่อนไปด้านหลัง และในตำแหน่งที่ไม้สูงที่สุดของวงในการตีกอล์ฟ (Top of the Backswing) จะเป็นช่วงที่แขนเหยียดในตำแหน่งสูงสุด ในลักษณะที่ไม้กอล์ฟขนานกับพื้น (Cole & Grimshaw, 2016)
3. ช่วงเริ่มการเข้าตีลูก หรือลงไม้ (Downswing) ช่วงการออกแรงตีไม้ ช่วง Backswing การเคลื่อนไหวข้อสะโพก จะเคลื่อนที่เป็นลำดับแรก หรือเรียกว่าช่วงลงไม้มาจากในตำแหน่งสูงสุดของวงสวิง (Top of the Backswing) ถึงตำแหน่งปะทะลูกกอล์ฟ (Impact)
4. ช่วงสิ้นสุด หรือส่งถ่ายพลัง (Follow-Through) เป็นช่วงภายหลังจากตีจากจุดปะทะบอล (Impact) และเริ่มลดความเร็วของหัวไม้

รูปแบบการเคลื่อนไหวในการตีกอล์ฟโดยเริ่มจากตำแหน่งเริ่มต้น (Address) จากนั้นดึงไม้ขึ้นด้านหลัง (Backswing) ถึงตำแหน่งบนสุดของตีไม้สุดโดยไม้ขนานกับพื้น (Top-backswing) จากนั้นลากไม้ลงไปถึงตำแหน่งปะทะลูกกอล์ฟ (Impact) เรียกว่าช่วง Downswing และสุดท้ายช่วงลดความเร็วช่วง Follow through (Rakthof, 2015)

จากการศึกษารูปแบบลำดับการเคลื่อนไหวของร่างกายในท่าตีกอล์ฟด้วยการวิเคราะห์คิเนมาติกส์ โดยใช้ทุกส่วนในการเคลื่อนไหว และลำดับการเคลื่อนไหวในช่วงลงไม้ (Downswing) ประกอบด้วย สะโพก, ลำตัว, แขน และหัวไม้ ตามลำดับ สะโพกและลำตัว เป็นอันดับแรกๆ ที่เคลื่อนไหว จึงเป็นจุดสำคัญของการสร้างพลังในการเคลื่อนไหวเพื่อให้ได้ระยะทางในการตีกอล์ฟที่เพิ่มมากขึ้น (Cole & Grimshaw, 2016)

Sinclair และคณะ (2014) ทำการศึกษาตัวแปรความเร็วหัวไม้กับความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเชิงเส้นของลำตัวส่วนบนและสะโพกขณะลงไม้ (downswing) พบว่าความเร็วเชิงเส้นในการเคลื่อนที่ของสะโพกมีค่ามากกว่าความเร็วเชิงเส้นของลำตัวส่วนบน (Sinclair et al., 2014) แต่อย่างไรก็ตามยังไม่มีงานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับความสัมพันธ์ความเร็วเชิงมุมของข้อสะโพกและลำตัวส่วนบนในการตีกอล์ฟ พบความสัมพันธ์กันกับความเร็วหัวไม้และระยะทางในการตีกอล์ฟหรือไม่

การศึกษาของ Mun, Suh, Park และ Choi (2015) ที่ศึกษาเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างมุมของการหมุนสะโพกกับการวิเคราะห์การตีกอล์ฟ โดยผลการวิจัยพบว่า มุมในช่วงการหมุนของสะโพกและลำตัวมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญในช่วง downswing พบการศึกษาใกล้เคียงกับการศึกษาความเร็วเชิงมุม และการศึกษาของ Zheng, Barrentine, Fleisig และ Andrews (2008) พบว่านักกอล์ฟอาชีพจะใช้เวลาในการตีที่ต่ำกว่านักกอล์ฟสมัครเล่น โดยนักกอล์ฟอาชีพจะใช้เวลาในการตีกอล์ฟเฉลี่ย 1.03 วินาที ในขณะที่นักกอล์ฟสมัครเล่นจะใช้เวลาในการตีกอล์ฟ 1.24 วินาที (Zheng, Barrentine, Fleisig, & Andrews, 2008) หากเชื่อมโยงระหว่างการศึกษาของ Mun และคณะ (2015) และ Zheng และคณะ (2008) อาจกล่าวได้ว่านักกอล์ฟที่มีแต้มต่อหรือแฮนดิแคป (Handicap) ต่ำ (หรือมีความสามารถสูง) จะมีความเร็วเชิงเส้นและความเร็วเชิงมุมของข้อสะโพกและลำตัวช่วงบนมากกว่านักกอล์ฟที่มีแต้มต่อหรือแฮนดิแคป (Handicap) สูง (หรือมีความสามารถต่ำ) ในขณะที่การศึกษาเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเชิงเส้นของข้อสะโพกและลำตัวช่วงบนกับความเร็วหัวไม้ (An, Wulf, & Kim, 2013; Gordon et al., 2009; Kwon, Han, Como, Lee, & Singhal, 2013) เช่น การศึกษาการประสานสัมพันธ์ระหว่างข้อสะโพกและลำตัวในช่วง downswing ที่มีผลต่อความเร็วหัวไม้ ผลการศึกษาพบว่าเมื่อมีการหมุนของสะโพกและลำตัวเพิ่มขึ้นในช่วง downswing มีความเร็วมีมากขึ้น ส่งผลให้ความเร็วหัวไม้เพิ่มมากขึ้น (Choi, Lee, Choi, & Mun, 2016) แต่ยังไม่มีการศึกษาเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของความเร็วเชิงมุมของข้อสะโพก ความเร็วเชิงมุมของลำตัวช่วงบน ความเร็วหัวไม้และระยะทางในการตีกอล์ฟ

จากการศึกษาเห็นได้ว่ามุมการหมุนสะโพกและลำตัว นั้นเป็นตัวแปรที่หนึ่งของการวิเคราะห์ การตีกอล์ฟ ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ Sinclair และคณะ (2014) ที่พบรูปแบบการสวิงกอล์ฟ ในช่วง Downswing จะเริ่มเคลื่อนที่โดยเริ่มต้นจาก สะโพก, ลำตัว, ไหล่, แขน, ข้อมือ และหัวไม้ ตามลำดับ ดังนั้นความเร็วเชิงมุมของการหมุนสะโพกจึงเป็นปัจจัยขับเคลื่อนที่สำคัญในการเพิ่ม ความเร็วของหัวไม้และระยะทางในการตี ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาความสัมพันธ์ระหว่าง ความเร็วเชิงมุมของข้อสะโพก, ความเร็วเชิงมุมของลำตัวช่วงบน, ความเร็วหัวไม้และระยะทางในการ ตีกอล์ฟ และวิเคราะห์การเคลื่อนไหวของการตีกอล์ฟ เนื่องจากการสร้างความเร็วของร่างกายเกิดจาก การสร้างความเร็วเชิงมุมให้กับส่วนต่าง ๆ ของร่างกายที่เราต้องการ ในกรณีของการตีกอล์ฟการสร้าง ความเร็วหัวไม้เริ่มจากการสร้างจังหวะในการตี Downswing ที่ดี ซึ่งจังหวะดังกล่าวสร้างจากการหมุน ข้อสะโพกและการหมุนลำตัวช่วงบนของนักกอล์ฟ ดังนั้นเมื่อข้อสะโพกมีการหมุนที่ความเร็วเชิงมุมที่ สูงก็ย่อมทำให้ลำตัวส่วนบนมีการหมุนตามที่มีความเร็วสูงตาม และเมื่อความเร็วเชิงมุมของลำตัว ส่วนบนมีค่ามาก ก็จะทำให้ความเร็วของรอยางค์ส่วนบนมีค่ามากตามไปด้วยทำให้ในท้ายที่สุดความเร็ว ของหัวไม้ก็จะมีค่ามากและทำให้การตีได้ระยะทางที่ไกลขึ้น

### ปัญหาในการวิจัย

ความเร็วเชิงมุมของการหมุนสะโพก ความเร็วเชิงมุมของลำตัวส่วนบนมีความสัมพันธ์กับ ความเร็วหัวไม้และระยะทางในการตีกอล์ฟหรือไม่?

### สมมุติฐานของการวิจัย

ความเร็วเชิงมุมของการหมุนสะโพก ความเร็วเชิงมุมของลำตัวส่วนบนมีความสัมพันธ์กับ ความเร็วหัวไม้และระยะทางในการตี

### วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเชิงมุมการหมุนสะโพก, ความเร็วเชิงมุมการหมุน ลำตัว กับความเร็วหัวไม้ และระยะทางในการตีกอล์ฟ



### ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการทดสอบการตีกอล์ฟในห้องปฏิบัติการ ประกอบด้วย การเก็บข้อมูลการตีกอล์ฟอย่างเต็มที่ไปยังเป้าหมายโดยใช้ตัวแปรในการศึกษาดังนี้

**ตัวแปรต้น** ความเร็วเชิงมุมของการหมุนสะโพก และความเร็วเชิงมุมของการหมุนลำตัวส่วนบน

**ตัวแปรตาม** ความเร็วหัวไม้ และระยะในการตี

**ประชากร** นักกีฬาอาชีพสมัครเล่น อายุ 18 – 35 ปี

**รูปแบบการทดสอบวิเคราะห์** การ Drive จากแท่น T-off โดยใช้หัวไม้เบอร์ 1 ด้วยการวิเคราะห์การเคลื่อนไหวแบบ 3 มิติ

### คำจำกัดความของการวิจัย

1. ระยะทางเชิงมุม หมายถึง มุมที่เปลี่ยนแปลงจากตำแหน่งหนึ่งไปยังตำแหน่งหนึ่ง ระยะทางเชิงมุมในช่วง Downswing คือการเปลี่ยนแปลงระหว่าง ณ ตำแหน่ง Top-backswing กับตำแหน่ง Impact

2. ความเร็วเชิงมุม (angular velocity)

ความเร็วเชิงมุม ( $\omega$ ) หมายถึง การกระจัดเชิงมุม ( $\Delta\theta$ ) ที่เปลี่ยนไปในต่อหนึ่งหน่วยเวลา ซึ่งเขียนสมการได้ว่า  $\omega = \Delta\theta/\Delta t$

การหาทิศทางการกระจัดเชิงมุม ( $\Delta\theta$ ) และความเร็วเชิงมุม ( $\omega$ ) เป็นไปตามหลักกฎมือขวา

ความเร็วเชิงมุม ( $\omega$ ) เป็นปริมาณเวกเตอร์จะมีทิศทางเดียวกับ  $\Delta\theta$  หน่วยของความเร็วเชิงมุมเป็น องศา/วินาที (Deg./s)

3. ความเร็วเชิงมุมของการหมุนสะโพก หมายถึง ระยะทางเชิงมุมของสะโพกเคลื่อนที่ตำแหน่งที่ใช้คำนวณประกอบด้วย ปุ่มกระดูกบริเวณสะโพกด้านหน้าข้างขวาและซ้าย (ASIS: anterior superior iliac spine) และปุ่มกระดูกสะโพกด้านหลัง (PSIS: posterior superior iliac spine) ในช่วง Top-backswing ถึง Ball Impact ต่อระยะเวลาในการเคลื่อนที่ในช่วง Downswing (Top-backswing ถึง Ball Impact)

4. ความเร็วเชิงมุมของการหมุนลำตัวส่วนบน หมายถึง ระยะทางเชิงมุมที่ลำตัวส่วนบนเคลื่อนที่ตำแหน่งที่ใช้คำนวณประกอบด้วย ปุ่มกระดูกหน้าอก (STRN: Sternum), ปุ่มกระดูกบริเวณข้อไหล่ด้านขวาและด้านซ้าย (LSHO, RSHO: Left and Right shoulder marker) ในช่วง Downswing (Top-backswing ถึง Ball Impact) ต่อระยะเวลาในการเคลื่อนที่ในช่วง Downswing
5. ความเร็วหัวไม้ (Club head speed) หมายถึง ระยะทางที่หัวไม้เคลื่อนที่ผ่านไปยังตำแหน่งปะทะลูกกอล์ฟ (Impact) ต่อหนึ่งหน่วยเวลา
6. ระยะในการตีกอล์ฟ (Hitting distance) หมายถึง ระยะห่างระหว่างตำแหน่งลูกกอล์ฟ ณ จุดเริ่มต้นไปยังจุดสุดท้ายของการเคลื่อนที่ซึ่งเป็นการประมาณด้วยการคำนวณแบบการเคลื่อนที่แนววิถีโค้ง (projectile) วัดโดยเครื่อง P3ProSwing Golf Simulator
7. แชนดิแคป (Handicaps) หมายถึง แต้มต่อหรือตัวเลขที่นักกอล์ฟสมัครเล่นใช้วัดความสามารถในการเล่นกอล์ฟในสิบแปดหลุม โดยสามารถนำไปใช้ในการคำนวณคะแนนในการแข่งขัน เพื่อให้ให้นักกอล์ฟที่มีฝีมือต่างกันสามารถแข่งขันกันได้ มักจะจัดการโดยสมาคมกอล์ฟหรือสโมสรกอล์ฟต่าง ๆ
8. ดิ่งไม้สูงสุด (Top-Backswing) หมายถึง การเคลื่อนไหวของนักกอล์ฟในขณะที่ตีกอล์ฟในตำแหน่งดิ่งไม้ขึ้นสูงสุดให้ไม้กอล์ฟขนานกับพื้น
9. ปะทะบอล (Impact) หมายถึง การเคลื่อนไหวของนักกอล์ฟในขณะที่ตีกอล์ฟ ตำแหน่งที่ไม้ปะทะกับลูกกอล์ฟ
10. ช่วงลากไม้ลง (Downswing) หมายถึง ช่วงการเคลื่อนไหวของนักกอล์ฟในขณะที่ตีกอล์ฟ ตั้งแต่ตำแหน่ง ดิ่งไม้ขึ้นสูงสุดไป Top-Backswing ถึง ตำแหน่งไม้ปะทะลูกกอล์ฟ (Impact)

#### ประโยชน์ที่จะได้รับจากงานวิจัย

1. นักกอล์ฟและผู้ฝึกสอนทราบถึงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเชิงมุมการหมุนสะโพก, ความเร็วเชิงมุมการหมุนการหมุนลำตัวส่วนบน กับความเร็วหัวไม้ และระยะทางในการตีกอล์ฟ
2. เพื่อพัฒนาศักยภาพการสวิงกอล์ฟให้มีประสิทธิภาพสูงสุด
3. ช่วยเพิ่มเทคนิคการเคลื่อนไหวในการสวิงกอล์ฟ

## บทที่ 2

### ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเชิงมุมการหมุนสะโพก, ความเร็วเชิงมุมการหมุนลำตัว กับความเร็วหัวไม้ และระยะทางในการตีกอล์ฟ โดยใช้การวิเคราะห์ การเคลื่อนไหวในรูปแบบสามมิติ และเครื่องวิเคราะห์จำลองระยะทางในการตีกอล์ฟ ในนักกีฬา กอล์ฟ โดยการทบทวนวรรณกรรมประกอบด้วย ตำรา เอกสาร กับ การทบทวนวรรณกรรม และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังหัวข้อต่อไปนี้

1. ความหมายและความเป็นมาของกีฬา กอล์ฟ
2. รูปแบบการเคลื่อนไหวการตีกอล์ฟ
3. ปัจจัยที่มีผลต่อการตีกอล์ฟหลักการ
4. การวิเคราะห์ทางชีวกลศาสตร์ในการกีฬา
5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

#### ความหมายและความเป็นมา กีฬา กอล์ฟ

กอล์ฟเป็นกีฬาที่เล่นในยามว่าง พบการแข่งขันกันทั้งระดับสมัครเล่นและระดับอาชีพเป็น กีฬาอีกชนิดหนึ่งที่อยู่ในความนิยมระดับโลก ผู้เล่นจะมีไม้หลายอันเป็นชุดแต่จะต้องไม่เกิน 14 อัน ใช้ ติ๊กเล็ก ๆ จับกันเป็นหลุมต่อเนื่องกันไปอาจจะมี 9 หรือ 18 หลุมตามแต่กำหนด โดยนับการตีจำนวน ครั้งน้อยที่สุดจะดีที่สุด สนามต่าง ๆ ที่ใช้เล่นได้รับการออกแบบมาให้มีระยะทางและอุปสรรคต่างในแต่ ละหลุมเช่น อุปสรรคน้ำ, บังเกอร์ทราย, ต้นไม้, ความลาดเทของสนาม และกรีน เป็นต้น เพื่อให้มี ความยากง่ายและความท้าทายในการเล่น ประวัติศาสตร์มีหลายประเทศอ้างว่าเป็นประเทศต้นกำเนิด กีฬา กอล์ฟ เช่น ประเทศเยอรมนี ในศตวรรษที่ 14 เจ้าของฝูงแกะซึ่งจ่ายภาษีให้กับขุนนางเจ้าของ ที่ดิน ได้รับสิทธิ์ใช้พื้นที่ดินเลี้ยงแกะโดยขุนนางให้ใช้ไม้ที่ปลายดาบสำหรับเกี่ยวคอแกะ ตีก้อนหินลูก กลมๆ ตามจำนวนครั้งเป็นเท่ากับจำนวนแกะที่เลี้ยงไว้ ขนาดผืนดินใช้เลี้ยงแกะเท่ากับความกว้างยาว

ที่เจ้าของฝูงแกะได้ อีกทฤษฎีหนึ่งของจุดเริ่มต้นก็พากอล์ฟมาจากชาวประมงชาวสกอตที่กลับจากการหาปลา เวลาเดินผ่านทุ่งหญ้าก็เอากิ่งไม้เดินหวดลูกหินไปตามทางและเมื่อหวดไปครั้งหนึ่งก็ลงหวดต่อไปเรื่อย ๆ ดูว่าจะตีไปได้ไกลกว่าลูกแรกหรือไม่เมื่อลูกหินหล่นลงไปบ่อหรือแอ่งดินที่แกะใช้เป็นที่พักลี้ยงธรรมชาติ ชาวประมงก็ต้องใช้ความสามารถที่จะตีให้ลูกหินออกมาได้จนกว่าจะเดินถึงบ้าน บ่อนั้นก็ได้พัฒนามาเป็นบังเกอร์ทราย เมื่อลูกกอล์ฟตกลงไปในโพรงที่กระต่ายขูดไว้ก็เท่ากับเป็นการค้นคิดวิธีการเล่นกอล์ฟขึ้นมาในตัวเองว่าเกมส์จะจบลงเมื่อลูกกลิ้งหลุม

กีฬากอล์ฟหรือกีฬาที่มีลักษณะคล้ายคลึงกัน ได้เกิดขึ้นเป็นเวลาหลายร้อยปีแต่ยังไม่มีหลักฐานอ้างอิงได้ชัดเจนว่าใครเป็นผู้ริเริ่มขึ้นเมื่อใดได้มีการค้นคว้าหาจุดเริ่มต้นย้อนอดีตไปจนถึงยุคจักรวรรดิโรมันซึ่งมีการเล่นเกมที่เรียกว่า พากานิก้า (Paganica) บ้างก็อ้างว่ากีฬากอล์ฟพัฒนามาจากการเล่นชูเดอมาล (Jeu de mail) ของชาวฝรั่งเศสหรือโคลเวน (Kolven) ของชาวฮอลแลนด์ นอกจากนั้นก็ยังมีเกมส์อื่น ๆ ซึ่งเล่นกันในหมู่ขุนนางอังกฤษและจักรพรรดิโรมันเล่นในยามว่าง เป็นเกมส์ที่ยืนด้านข้าง ใช้ไม้ตีลูกที่มีเปลือกทำจากหนังวัวบาง ๆ เย็บติดกันและยึดไส้ด้วยขนห่าน และลูกที่ใช้ตีในบางเกมเป็นแกนไม้เนื้อแข็ง นำมาขัดเป็นก้อนกลมๆและบางเกมในทวีปยุโรปสมัยก่อนเล่นกันเป็นทีมโดยฝ่ายหนึ่งตีลูกสามครั้งให้โดนเป้าตามระยะที่กำหนด ส่วนฝ่ายตรงข้ามต้องพยายามตีลูกหนึ่งครั้งกลับไปอยู่ในที่ที่เป็นอุปสรรค

ระยะเวลาหลายร้อยปีที่ผ่านมาเกมส์ต่าง ๆ ในทวีปยุโรปได้พัฒนาจนเข้าสู่ยุคของสกอตแลนด์ซึ่งได้อ้างอย่างหนักแน่นตามหลักฐานที่เป็นลายลักษณ์อักษรชัดเจนว่าเป็นประเทศต้นกำเนิดกีฬากอล์ฟ ในกลางศตวรรษที่ 15 ในช่วงที่ก่อตั้งมหาวิทยาลัยเซนต์แอนดรูวส์ กีฬากอล์ฟได้เล่นกันในสมัยพระเจ้าเจมส์ที่สองแห่งราชวงศ์สกอต จากการศึกษาต่อกับอังกฤษในสมัยนั้นทางสกอตแลนด์มีบันทึกที่กล่าวไว้ว่า ทางรัฐสภาสกอตได้มีการให้ยกเลิกการเล่นกอล์ฟไปหลายปี เนื่องจากพลธนูและนายทหารไม่ไปซ้อมยิงธนูแต่ได้หันไปตีเล่นกอล์ฟและ 40 ปีต่อมาได้มีการสงบศึกกับอังกฤษ พระเจ้าเจมส์ที่สี่ก็ริบยกเลิกกฎหมายห้ามการเล่นกอล์ฟตั้งแต่นั้นเป็นต้นมา ในศตวรรษที่ 16 กีฬากอล์ฟถือได้ว่าเป็นกีฬาที่เล่นอย่างแพร่หลายในฝั่งตะวันตกของประเทศสกอตแลนด์

กลางศตวรรษที่ 18 กลุ่มนักกอล์ฟชายในสกอตแลนด์ได้ก่อตั้งสมาคมกอล์ฟขึ้น โดยกำหนดกฎข้อบังคับที่ใช้ในการเล่นกอล์ฟ ต่อมาก็ได้ก่อตั้งสโมสรเดอะรอยอัล แอนด์ เอเชียนกอล์ฟคลับ ออฟเซนต์แอนดรูวส์ (The Royal and Ancient Golf of Saint Andrew's ใช้ชื่อย่อว่า R&A) ซึ่งเป็น

สมาคมกอล์ฟที่เก่าแก่ที่สุดเพื่อกำหนดและแก้ไขกฎข้อบังคับและมารยาทสำหรับกีฬาอล์ฟอย่างเป็นทางการ หลังจากนั้นในศตวรรษที่ 20 สมาคมกอล์ฟแห่งสหรัฐอเมริกา (United States Golf Association ใช้ชื่อย่อว่า USGA) ได้เข้าร่วมวินิจฉัยแก้ไขเพิ่มเติมกฎข้อบังคับและมารยาทสำหรับกีฬาอล์ฟให้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น กีฬาอล์ฟได้เริ่มเล่นในประเทศสหรัฐอเมริกาเมื่อปลายศตวรรษที่ 19 และนิยมเล่นกันแพร่หลายไปทั่วโลกตั้งแต่ต้นศตวรรษที่ 20

อย่างไรก็ตามผู้ที่บุกเบิกกีฬาอล์ฟแพร่หลายคือ ชาวสกอตและพัฒนาการเล่นจากทุ่งหญ้าชายฝั่งทะเลไปที่ต่าง ๆ ทั่วโลกที่ชาวสกอตไปตั้งรกรากถิ่นฐานทำมาหากิน ด้วยความหลงใหลในกีฬาอล์ฟทำให้ชาวสกอตนำไปเผยแพร่และสอนให้ชาติอื่น ๆ ได้เรียนรู้วิธีการเล่น รวมทั้งการวางกฎข้อบังคับที่ใช้ในการเล่นมาจนถึงทุกวันนี้ (สมาคมกีฬาอล์ฟแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์, 2552)

ในประเทศไทย สนามกอล์ฟแห่งแรกได้ถูกสร้างขึ้นในสมัยของพระบาทสมเด็จพระมงกุฎเกล้าเจ้าอยู่หัว (สมาคมกีฬาอล์ฟแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์, 2552)

สรุป คือ กอล์ฟเป็นกีฬาที่รู้จักกันทั่วโลก ปัจจุบันมีการเล่นในหลายกลุ่มอาชีพและทุกช่วงอายุ และได้รับความนิยม โดยมีการแข่งขันแบบสมัครเล่นและการแข่งขันเป็นอาชีพอาชีพ เป้าหมายของนักกอล์ฟคือจะต้องทำสกอร์ต่ำกว่าค่าพาร์รวมที่กำหนดจึงจะเป็นผู้ชนะ การที่จะทำได้เช่นนั้นหมายถึงนักกอล์ฟจะต้องได้ระยะทางมากที่สุด (Maximum driving distance)

## รูปแบบการเคลื่อนในการตีกอล์ฟ

### 1. ตัววัดความสามารถของกีฬาอล์ฟ

#### 1.1 ระยะการตีกอล์ฟ โดยระยะการตีแบ่งออกเป็น 3 แบบ

1.1.1 ตีระยะสั้น เช่น การชิพ หรือ การพัตต์ เป็นการแก้ไขสถานการณ์บนกรีน

1.1.2 ตีระยะกลาง เช่น ระยะชิพ เป็นระยะที่ต้องการลดสกอร์ในแต่ละหลุม

1.1.3 ตีระยะไกล เช่น ระยะไดร์ฟ (driving distance) เป็นระยะที่ช่วยให้ลูกกอล์ฟไปยัง

จุดที่ได้เปรียบในการตี จากงานวิจัยของ Buzza และ Kwon (2011) พบว่าการไดร์ฟเพื่อให้ได้ระยะทางมากที่สุดเป็นตัวแปรที่สำคัญในการตีกอล์ฟ เพราะยิ่งได้ระยะทางที่มากทำให้เพิ่มโอกาสให้จำนวนครั้งในการตีน้อยที่สุด คือผู้ชนะสำหรับการแข่งขันนั้น ๆ

1.2 ความเร็วหัวไม้ การเคลื่อนที่ของหัวไม้ผ่านจุดปะทะสามารถกำหนดความเป็นไปได้ของระยะทางในนักกอล์ฟ โดยความเร็วหัวไม้มากขึ้นเท่ากับระยะทางที่มีศักยภาพมากขึ้น ในความเป็นจริงการเพิ่มความเร็วหัวไม้ 1 ไมล์ต่อชั่วโมงสามารถเพิ่มระยะทางได้ถึง 3 หลาของการไดร์ฟ หรือความเร็วเชิงเส้นของหัวไม้ก่อนที่จะสัมผัสกับลูกกอล์ฟครั้งแรก

ความเร็วหัวไม้ (Club head speed) เป็นตัววัดความเร็วของหน้าไม้ (clubface) เมื่อเกิดแรงที่กระทบความเร็วหัวไม้เป็นสิ่งสำคัญเนื่องจากเป็นปัจจัยที่สำคัญที่สุดในการกำหนดว่าบอลจะเคลื่อนที่ไปได้ไกลแค่ไหน และจากการสำรวจพบว่านักกอล์ฟชายมีความเร็วหัวไม้เฉลี่ย 41.74 เมตรต่อวินาที งานวิจัยของ Anderson, Wright และ Stefanyshyn (2006) ชี้ให้เห็นว่าความเร็วของหัวไม้ถูกกำหนดโดยปฏิสัมพันธ์เกี่ยวกับการเคลื่อนไหวส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย แสดงถึงการเคลื่อนที่ของหัวไม้ที่สัมพันธ์กับการเคลื่อนไหว (Anderson, Wright, & Stefanyshyn, 2006)

งานวิจัยของ Sinclair และคณะ (2014) ได้กล่าวว่าความเร็วหัวไม้เป็นตัวแปรหนึ่งที่ใช้แสดงถึงตัวแปรทางจลนศาสตร์ (kinetic) ของงานวิจัยในกีฬากอล์ฟ และสามารถนำไปใช้เป็นเครื่องมือวัดด้านสมรรถภาพร่างกาย ภายใต้อสมมติฐานเชิงหลักการที่ว่าเมื่อความเร็วหัวไม้ที่มากจะทำให้มีความเร็วลูกมากส่งผลให้ระยะทางที่ไกล (Gordon et al., 2009)

## 2 องค์ประกอบของการเคลื่อนที่ในการตีกอล์ฟ โดยรูปแบบการตีกอล์ฟประกอบด้วย

2.1 ช่วงการจัดท่าทางพื้นฐานของการตีกอล์ฟ (The address or pre-swing) เป็นช่วงเริ่มต้นของการตีกอล์ฟเพราะเป็นการจัดท่าทางพื้นฐานเพื่อสร้างพลังในการตีกอล์ฟ ประกอบด้วย การยืน, การวางเท้าประมาณช่วงไหล่, เข่าประมาณ 20 - 25 องศา, ลำตัวงอ 45 องศา, ใช้น้ำหนักลงที่เท้าสองข้าง โดยให้ลำตัว สะโพก เข่า งอ และให้จุดศูนย์กลางมวลอยู่ที่ Base of support

2.2 ช่วงการลากไม้ (Back swing) ช่วงเริ่มการเคลื่อนไม้ขึ้นหลังจรดลูกเคลื่อนไม้ไปด้านหลังขึ้นสูงสุด โดยตำแหน่งของนักกอล์ฟจะสร้างพลังให้เต็มที่ ในช่วง Top back swing จะเป็นช่วงที่แขนซ้ายเหยียดมากที่สุด

2.3 ช่วงเริ่มการเข้าตีลูก (downswing) ช่วงที่เริ่มลงไม้จากตำแหน่งไม้สูงสุด (Top back swing) และลดไม้ลงไปยังจุดปะทะกับลูกกอล์ฟ (Impact) โดยส่วนบนของร่างกายจะเป็นจุดศูนย์กลางและเป็นจุดระหว่างข้อไหล่ ในขณะที่ส่วนล่างของร่างกายจะเคลื่อนที่ท่ามุม 90 องศา

ในช่วง downswing รูปแบบการเคลื่อนไหวนี้ หัวไหล่ตาม (Trail shoulder) ที่มีลักษณะร่วมกันของการกาง (Abduction), การงอ (Flexion) และการหมุนออก (External Rotation) ในขณะที่หัวไหล่หน้า (Lead shoulder) ทำหน้าที่หุบ (adducts), งอ (flexes) และหมุนเข้า (internal rotates) อีกส่วนหนึ่งที่สำคัญคือ ลำตัว ในขณะที่หน้าอกและหัวไม้เคลื่อนไหวไปหาเป้าหมายช่วง downswing จะมีแรงเฉื่อย โดยแรงที่กระทำต่อสะโพกและข้อเข่าที่เหยียดออกที่แขนขาของนักกอล์ฟและช่วงการเหวี่ยงไม้ รยางค์ส่วนล่างใช้แรงประมาณ 30% ของร่างกายในการทำงาน พลังสูงสุดในการเหยียดของขาด้านที่ตามจะใช้พลังจากสะโพกในการเคลื่อนไปทิศทางเป้าหมาย และการหมุนเปิดท่าทางนั้น จะทำต่อเนื่องกันของ สะโพกหมุน หน้าอก แขน ข้อมือและหัวไม้ โดยมุมที่ข้อมือ  $\leq 90$  องศา เมื่อมุมที่น้อยกว่า 90 องศา ความเร่งของแขนในช่วงที่ Forward และ downward

2.4 ช่วงส่งถ่ายพลัง (Follow-Through) หลังจากจุดปะทะลูกกอล์ฟ (Impact) โดยการเคลื่อนไหวร่างกายของตำแหน่งของสะโพกเคลื่อนที่ทำมุม 90 องศา ถึง 20 องศา – 25 องศา ผ่านเส้นเป้าหมายช่วง Following impact รยางค์ส่วนบนเคลื่อนที่ 120 องศาโดยท่าทางเป็นลักษณะ C เป็นพื้นฐาน (Cole & Grimshaw, 2016)

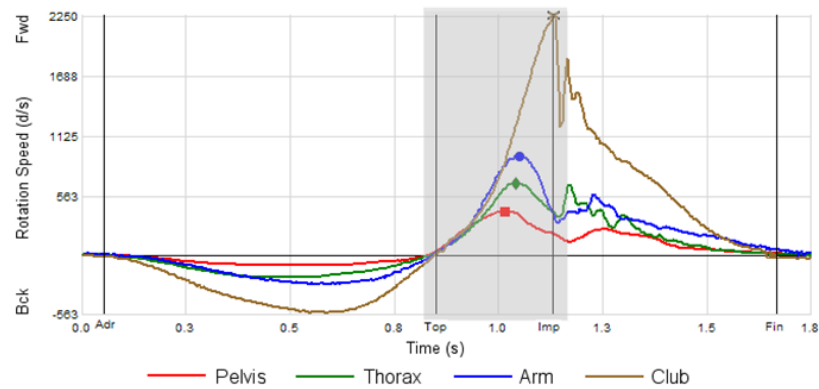
### 3. ลำดับร่างกายในการตีกอล์ฟ (Swing Sequence)

ลำดับของการตีกอล์ฟจากช่วง downswing จะเป็นช่วงที่ช่วยให้ร่างกายได้สร้างพลังอย่างเต็มประสิทธิภาพซึ่งนำไปสู่ความเร็วหัวไม้ที่เพิ่มขึ้น ลำดับสวิงหรือ Swing Sequence ที่ถูกต้องเริ่มต้นด้วย สะโพก --> ลำตัว --> แขน --> มือ (ตั้งตัวอย่างการเคลื่อนไหวช่วง Top backswing – Impact) (Proudman, 2015) (ภาพที่ 1) ลำดับในเคลื่อนไหวจะช่วยส่งถ่ายพลังไปสู่ปลายไม้ได้อย่างเต็มที่แต่ต้องเพิ่มความสามารถของร่างกายคือ ความสามารถในการแยกลำตัวออกจากสะโพก (Body separation)



ภาพที่ 1 แสดงลำดับการทำงานของแต่ละส่วนของร่างกายในช่วง downswing  
(Proudman, 2015)

รูปแบบการเคลื่อนไหวด้วยการวิเคราะห์คิเนมาติกส์ (Kinematic) ส่วนข้อสะโพกและลำตัวส่วนบน เป็นส่วนที่จะเคลื่อนไหวลำดับแรก ตามด้วยแขน และการเคลื่อนไหวของหัวไม้ในช่วง backswing ดังนั้นข้อสะโพกและลำตัวจึงเป็นจุดสำคัญของการสร้างพลังในการเคลื่อนไหวเพื่อให้ได้ระยะทางที่เพิ่มมากขึ้น (Cole & Grimshaw, 2016) (ภาพที่ 2)



ภาพที่ 2 แสดงถึงการวิเคราะห์คิเนมาติกส์ (Kinematic) (Cheetham, 2008)



#### 4. ปัจจัยที่มีผลต่อการตีกอล์ฟ

4.1 ช่วงอายุ: อายุที่เหมาะสมในการทดสอบคือช่วงอายุ 18-35 ปี ร่างกายมีการพัฒนาและลักษณะทางกายภาพที่เหมาะสม (Kawashima, Kat, & Miyazaki, 2003) และช่วงอายุสอดคล้องกับงานสองการศึกษาก่อนหน้านี้ (Gordon et al., 2009; Keogh et al., 2009)

4.2 การบาดเจ็บ: การบาดเจ็บของนักกอล์ฟส่วนใหญ่จะเป็น 2 ตำแหน่งคือ ข้อศอก (Golf elbow) และหลังส่วนล่าง (Low back pain) ที่มีผลต่อการเคลื่อนไหวของร่างกายทำให้ไม่สามารถแสดงประสิทธิภาพได้อย่างเต็มที่ (Gluck, Bendo, & Spivak, 2008; McHardy, Pollard, & Luo, 2006)

โดยกีฬากอล์ฟเช่นเดียวกับกีฬาจำนวนมากที่มีอุปกรณ์และเทคนิค การเปลี่ยนแปลงเทคนิคคือการเปลี่ยนจาก "The Classic Swing" เป็น "The Modern Swing" (Vad et al., 2004) ความแตกต่างทางคิเนมาติกส์ระหว่างการแกว่งที่ทันสมัยและคลาสสิกคือเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดอาการปวดหลังในนักกอล์ฟได้ วงสวิงกอล์ฟสมัยใหม่เน้นการเพิ่มขึ้นของการหมุนไหล่พร้อมกับการหมุนสะโพกในช่วง backswing (Gluck et al., 2008) การหมุนสะโพกที่จำกัดนี้ทำให้การยื่นช่วงระหว่างการ backswing แทนที่จะยกสันเท้าขึ้น โดยการจำกัดการหมุนสะโพกจะมีการแบ่งแยกระหว่างแกนขวางของส่วนสะโพกและส่วนไหล่ซึ่งได้รับการเรียกว่า "X-factor" X-factor ที่สร้างขึ้นในระหว่างการแกว่งที่ทันสมัยได้รับการแนะนำว่าเป็นสาเหตุของการกลับตำแหน่งความเจ็บปวดในนักกอล์ฟ (Vad et al., 2004) การศึกษา Cole และ Grimshaw (2016) พบว่านักกอล์ฟที่ทำเต็มต่อท่าได้แสดงให้เห็นถึงการหมุนสะโพกลดลงในระหว่างการแกว่งด้านหลังคู่กับการหมุนไหล่เพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับนักกอล์ฟที่มีความพิการระดับสูงอาจมีความสัมพันธ์ระหว่าง X-factor กับการเคลื่อนไหวช่วงสะโพกและไหล่ของการตีกอล์ฟ (Cole & Grimshaw, 2016)

Lindsay และ Horton (2002) ศึกษาการเคลื่อนไหวของกระดูกสันหลังของนักกอล์ฟที่มีและไม่มีอาการปวดหลังส่วนล่าง (Lindsay & Horton, 2002) แต่ไม่พบความสัมพันธ์ระหว่าง X-factor กับอาการปวดหลังส่วนล่าง นอกจากนี้การแกว่งที่ทันสมัยและคลาสสิก การดัดด้านข้างหมายถึงตำแหน่งของกระดูกสันหลังของทรวงอก เมื่อเทียบกับกระดูกเชิงกรานและกระดูกสันหลังส่วนเอว ในการแกว่งที่ทันสมัยนักกอล์ฟจะโค้งงอด้านข้างลำตัวไปยังเป้าหมายขณะหมุนแกนออกจากเป้าหมาย

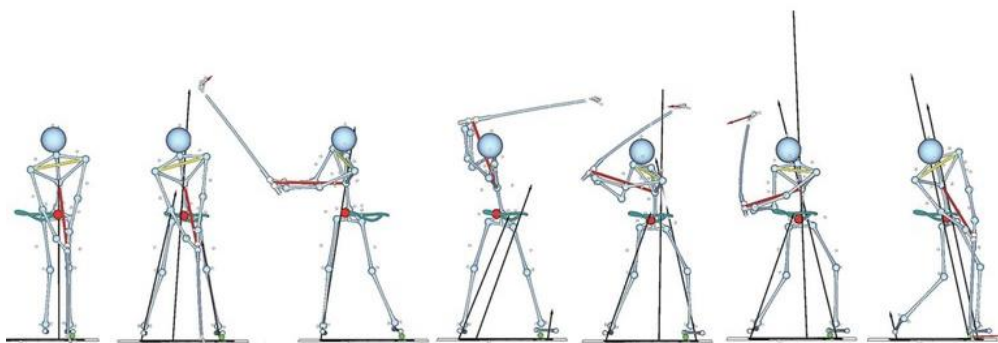
ขณะลงไม้ หากเพิ่มมุมการหมุนไหล่ซึ่งจะทำให้เกิดปัจจัย X-factor เพิ่มขึ้น (Grimshaw & Burden, 2000)

4.3 ความยืดหยุ่นของร่างกาย ความอ่อนตัวก็เป็นปัจจัยอย่างหนึ่ง หากนักกอล์ฟที่มีความยืดหยุ่นสูงหรือมีช่วงการเคลื่อนไหว (Range of motion) ที่มากขึ้นจะส่งผลให้มีระยะทางการหมุนตัวของร่างกาย X-factor ที่มากกว่านักกอล์ฟที่มีความอ่อนตัวน้อยกว่า (Gergley, 2010; Gucciardi, Longbottom, Jackson, & Dimmock, 2010; Keogh et al., 2009) และการศึกษาของ Marshall และ Llewellyn (2017) ได้ทำการศึกษาความสัมพันธ์ถึงผลของความอ่อนตัวและสมดุลร่างกายกับระยะทางในการตีกอล์ฟ และความเร็วหัวไม้ พบความสัมพันธ์ระหว่างความสมดุลที่ดีขึ้นและระยะทางเพิ่มขึ้น แสดงให้เห็นถึงแนวโน้มความสมดุลที่ดีขึ้นและความยืดหยุ่นจะส่งผลให้ระยะทางและความเร็วหัวไม้สูงขึ้น (Marshall & Llewellyn, 2017)

4.4 ประสิทธิภาพ: ทักษะพื้นฐานและประสิทธิภาพของการสวิงกอล์ฟและการเคลื่อนไหวในกีฬา กอล์ฟนั้นมีผลต่อประสิทธิภาพในการสวิงกอล์ฟ (Gucciardi et al., 2010) และแต้มต่อหรือแฮนดิแคป (Handicap) ก็เป็นอีกตัวแปรหนึ่ง que แสดงถึงความสามารถในการสวิงกอล์ฟที่แสดงมาจากผลการแข่งขันหรือสกอร์ของนักกีฬา กอล์ฟ (Keogh et al., 2009)

#### 4.5 การถ่ายโอนน้ำหนัก

Kwon's (2017) ศึกษา รูปแบบการถ่ายโอนน้ำหนักของนักกอล์ฟ โดยเริ่มจากท่าเริ่มต้นไปถึงจุดที่ไม่ปะทะลูกกอล์ฟ และเมื่อมีการเคลื่อนที่ Backswing การลงน้ำหนักเคลื่อนไปอยู่บริเวณด้านขวา และค่อยๆเคลื่อนไปด้านซ้าย ตามทิศทางการเคลื่อนที่ไปยังจุดปะทะสังเกตุได้ชัดเจน ณ ช่วง downswing มีแรงกระทำต่อพื้นสูงสุดเพื่อช่วยในเสริมการผลักแรงสูงสุดของความสามารถตีกอล์ฟ ให้ได้การเคลื่อนไหวที่เร็วและแรง (ภาพที่ 3)

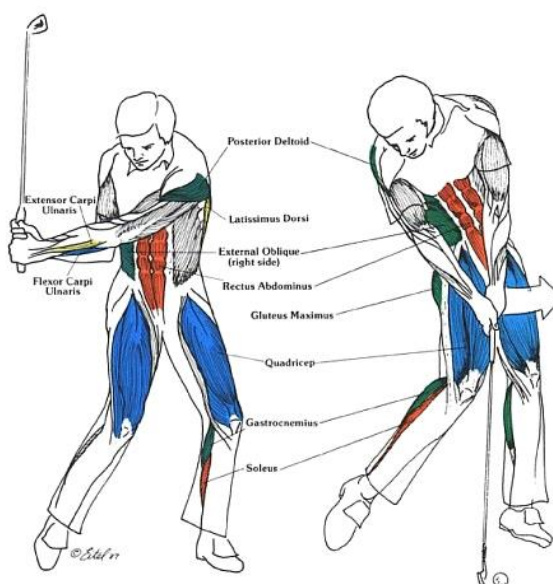


ภาพที่ 3 แสดงถึงรูปแบบการเคลื่อนไหวพร้อมแสดงทิศทางการถ่ายโอนน้ำหนัก

(Kwon's, 2017)

4.6 กล้ามเนื้อที่ใช้ในการตีกอล์ฟ ช่วงขึ้นไม้ (Backswing) เปรียบเสมือนช่วงเตรียมกำลังโดยเริ่มจากแขนขึ้นอยู่ที่ตรงหน้าอกขณะที่ไหล่เปิดออก และใช้กล้ามเนื้อด้านซ้ายของ ไหล่ (Deltoid), กล้ามเนื้อหลัง (latissimus dorsi), กล้ามเนื้อสะบัก (Teres major) และกล้ามเนื้อด้านขวาของสะบัก (rhomboids muscle) เหยียดขึ้นไปสู่ช่วง Top-backswing และ สะโพกสร้างความตึงในด้านหลังให้เกิดการเคลื่อนไหวการหมุน (creating torque)

ช่วงลงไม้ (Downswing) เป็นช่วงที่ทำให้เกิดความเร็วและความแรงในการเคลื่อนไหวร่างกายเพื่อส่งแรงออกไป ด้วยกล้ามเนื้อขา (Adductor), กล้ามเนื้อท้อง (Abdominis), กล้ามเนื้อหลัง (latissimus dorsi) และกล้ามเนื้อท้องด้านข้าง (oblique) ขณะที่ร่างกายกำลังเปลี่ยนท่าจากสวิงขึ้นไม้มาเป็นลงไม้กล้ามเนื้อขาด้านซ้าย (Adductor), กล้ามเนื้อหน้าขา (Quadriceps) และกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง (Hamstring) ขณะที่ไม้กอล์ฟเพิ่มความเร็วมมากขึ้นในตอนสวิงลงกล้ามเนื้อจะทำงานอย่างหนักเพื่อสร้างความสมดุลให้กับร่างกายส่วนล่างขณะที่หัวไม้สวิงลงมาด้วยความเร็วสูงและช่วยถ่ายน้ำหนักร่างกายเข้าหาเป้าหมาย โดยการเคลื่อนที่จะเริ่มจากเริ่มจากเปิดเข้าขาด้านซ้ายเพื่อเป็นแนวทางให้สะโพกเคลื่อนที่ตาม หลังจากนั้น เปิดสะโพก ไหล่ แขน ให้หมุนตามลำดับ กล้ามเนื้อไหล่และกล้ามเนื้อหลังจะสร้างความต้านทานเพื่อให้มือเคลื่อนผ่าน กล้ามเนื้อหน้าอกด้านขวา (Pectorals) จะทำงานสอดประสานกับกล้ามเนื้อหน้าอก ด้านซ้ายเพื่อช่วยดึงร่างกายซีกขวาลงขณะหน้าไม้กระทบผ่านลูก ได้อย่างอิสระและแรงหัวไม้ผ่านลูกกอล์ฟในช่วงปะทะ (Impact) สุดท้ายเป็นการเคลื่อนไหวของร่างกายไปถึงจุดสิ้นสุด (Follow through)



ภาพที่ 4 กล้ามเนื้อที่ทำงานขณะลงไม้ (Downswing) (The-Golf-Experience, 2018)

การเคลื่อนไหวในช่วง Downswing แบ่งกล้ามเนื้อที่ทำงานออกเป็นช่วงการเคลื่อนไหวหลักๆ 5 กลุ่มกล้ามเนื้อ ภาพแสดงการเคลื่อนไหวของนักกอล์ฟที่ถนัดขวา (ภาพที่ 4) ดังนี้

กลุ่มที่ 1 กล้ามเนื้อหมุนสะโพก (Lateral rotators of the hips)

- (1) Gluteus Maximus
- (2) Gluteus Medius
- (3) Quadratus Femoris
- (4) Piriformis
- (5) Superior Gemellus
- (6) Inferior Gemellus
- (7) Obturator Internus
- (8) Obturator Externus
- (9) Gluteus Minimus

กลุ่มที่ 2 กล้ามเนื้อการหมุนลำตัว (Lateral rotators of the spine)

- (1) External abdominal
- (2) Oblique
- (3) Multifidus
- (4) Rotator cups

กลุ่มที่ 3 กล้ามเนื้อแขน (Primary movers of the arms)

- (1) Pectoralis major
- (2) Posterior deltoid
- (3) Teres major
- (4) Latissimus dorsi

กลุ่มที่ 4 กล้ามเนื้อการเหยียดแขน (Extensors of the forearms)

- (1) Triceps brachii
- (2) Anconeus

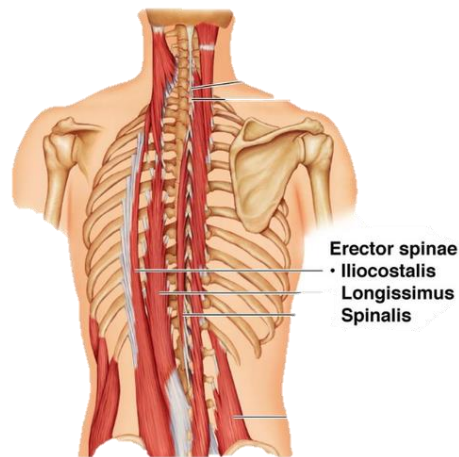
กลุ่มที่ 5 กล้ามเนื้อการเคลื่อนไหวข้อมือ (Primary movers of the wrists)

- (1) Right flexor carpi radialis
- (2) Right flexor carpi ulnaris
- (3) Left extensor carpi radialis
- (4) Left extensor carpi ulnaris

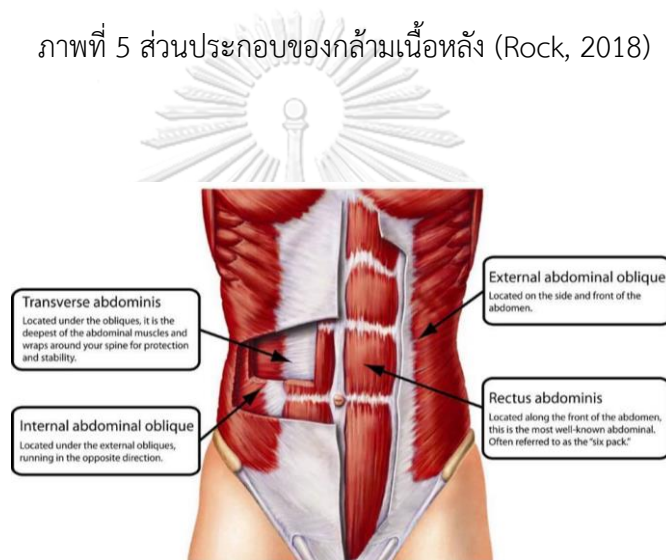
กล้ามเนื้อข้อไหล่ (Rotator cuff) กล้ามเนื้อเหล่านี้เป็นพวกทำงานอยู่เบื้องหลังหากปราศจากความช่วยเหลือของกล้ามเนื้อข้อไหล่ก็ไม่มีโอกาสสร้างพลังได้ การสวิงกอล์ฟซ้ำ ๆ อาจทำให้กล้ามเนื้อเหล่านี้เกิดการบาดเจ็บได้ ซึ่งเมื่อไรก็ตามที่เกิดอาการบาดเจ็บความมั่นใจในการสวิงก็จะหมดไปเมื่อร่างกายบาดเจ็บไปด้วย นักกอล์ฟจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีสภาพร่างกายและจิตใจสมบูรณ์เต็มที่ด้วยเหตุนี้ นักกอล์ฟต้องมั่นใจว่าจะไม่เกิดการบาดเจ็บที่กล้ามเนื้อในระหว่างการเล่นกอล์ฟ จากการศึกษาของ Kao, Pink และ Perry (1995) ได้ศึกษากล้ามเนื้อสะบักในการสวิงไม้กอล์ฟด้วยเครื่องวัดไฟฟ้า ใน

การศึกษากล้ามเนื้อสะบักที่ทำหน้าที่เป็นพื้นฐานให้กล้ามเนื้อส่วนต่าง ๆ ได้ทำหน้าที่ในการตีกอล์ฟได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยทำการศึกษาจากนักกีฬากอล์ฟชายที่ผ่านการแข่งขันมาแล้ว ในการศึกษาการสวิงไม้กอล์ฟด้วยกล้ามเนื้อ 4 มัด วิธีการศึกษาทำโดยติดแถบวัดคลื่นกระแสไฟฟ้าวัดการทำงานของกล้ามเนื้อและใช้กล้องถ่ายภาพเป็นกราฟเพื่อใช้ในการวิเคราะห์การเคลื่อนไหวของกล้ามเนื้อ ในขณะที่ลากไม้ขึ้นกล้ามเนื้อสะบักและกล้ามเนื้อสะบัก (Rhomboid) ทำงานประสานกันการลากไม้ขึ้นจะเป็นการทำงานของกล้ามเนื้อสะบักและกล้ามเนื้อหลัง ในขณะที่การลากไม้กอล์ฟลงมาและเพิ่มความเร็วจึงจะเป็นการทำงานของกล้ามเนื้อสะบักและกล้ามเนื้อด้านข้างลำตัวแล้วส่งน้ำหนักตามลูกไป จะเห็นได้ว่าในจังหวะต่าง ๆ ของการสวิงไม้กอล์ฟ กล้ามเนื้อที่ทำหน้าที่ประสานกับกล้ามเนื้ออื่น ๆ ตลอดเวลาได้แก่กล้ามเนื้อสะบัก ดังนั้นกล้ามเนื้อแต่ละส่วนควรได้รับการฝึกความแข็งแรงให้มากขึ้น เพื่อใช้เป็นกล้ามเนื้อหลักในการตีกอล์ฟ (Kao, Pink, Jobe, & Perry, 1995)

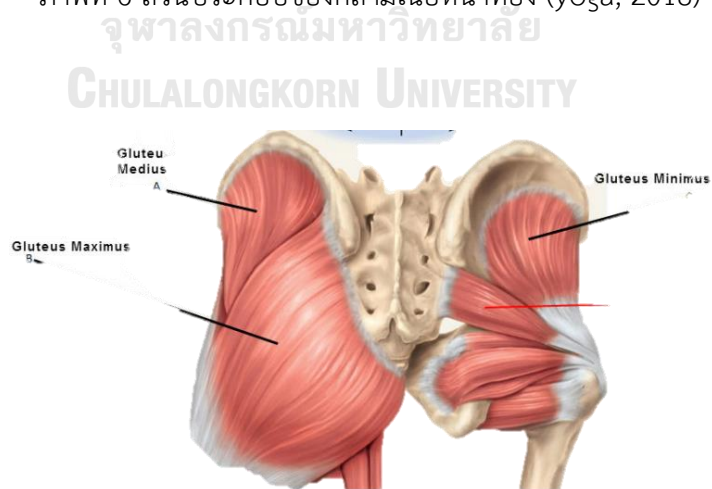
จุดเริ่มต้นของการเคลื่อนไหวกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวจะช่วยเพิ่มการควบคุมการทำท่าทางต่าง ๆ ของร่างกายทำให้เกิดความสมดุลของกล้ามเนื้อและสามารถปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพประกอบด้วย กล้ามเนื้อแกนกลางลำตัว (Core stabilization), กล้ามเนื้อในส่วนของหลังส่วนล่าง (Lower back), กล้ามเนื้อหน้าท้อง (abdominal), สะโพก (hip) และกระดูกสันหลัง (spine) (ภาพที่ 5) ซึ่งสอดคล้องกับ Hedrick (2000) ศึกษาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวคือความสามารถในการควบคุมตำแหน่งและการเคลื่อนไหวของส่วนที่อยู่ตรงกลางของร่างกาย และสามารถทำหน้าที่ส่งแรงหรือถ่ายทอดแรงจากส่วนหนึ่งไปยังอีกส่วนหนึ่งได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยที่ออกแรงน้อยลงของความแข็งแรงของลำตัวและสะโพกซึ่งประกอบไปด้วยกล้ามเนื้อดังต่อไปนี้ กล้ามเนื้อลำตัว (Abdominal, erector spinae, rectus abdominal, transverse abdominis, and deep intrinsic muscle) (ภาพที่ 6) และกล้ามเนื้อบริเวณสะโพก (gluteus Medius, minimus and hip flexors) นอกจากนี้ถ้าลำตัวแข็งแรงยังช่วยควบคุมไม่ให้ร่างกายสูญเสียการทรงตัวในการเคลื่อนไหวต่าง ๆ หรือถ้าสูญเสียการทรงตัวไปแล้วก็สามารถควบคุมให้กลับมาสู่ปกติได้ภายในระยะเวลาอันรวดเร็ว



ภาพที่ 5 ส่วนประกอบของกล้ามเนื้อหลัง (Rock, 2018)



ภาพที่ 6 ส่วนประกอบของกล้ามเนื้อหน้าท้อง (yoga, 2018)



ภาพที่ 7 ส่วนประกอบของกล้ามเนื้อสะโพก (Fitzgordon, 2018)

กล้ามเนื้อบริเวณสะโพก เช่น Gluteus Maximus, Gluteus Medius (ภาพที่ 7) เป็นต้น สังเกตได้ว่าเป็นกล้ามเนื้อขนาดใหญ่และเป็นกล้ามเนื้อหลักมีจะช่วงส่งและเสริมแรงในการเพิ่มการบิดหมุนร่างกายที่ทำให้เกิดแรงสูงสุดในแต่ละบุคคลกล้ามเนื้อทั้งสองด้านยังพลังขณะขึ้นสูงสุดวงสวิงถึงเวลาหน้าไม้กระทบลูกจึงนำมาสู่ความสนใจที่จะดูผลของการหมุนสะโพก การศึกษา Fletcher และ Hartwell (2004) ในมุมมองของชีวกลศาสตร์ความเชื่อนี้ว่าการแยกลำตัวแยกกับสะโพกเป็นส่วนสำคัญในการเพิ่มระยะทางในเพิ่มระยะทางในการตีกอล์ฟ (Fletcher and Hartwell, 2004)

### หลักการและเครื่องมือทางชีวกลศาสตร์

#### หลักการการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ (Motion of a Projectile)

คือ การเคลื่อนที่ในแนวโค้งพาราโบลา ซึ่งเกิดจากวัตถุได้รับความเร็วใน 2 แนวพร้อมกัน ระหว่างความเร็วในแนวราบกับความเร็วในแนวตั้ง โพรเจกไทล์เป็นวัตถุใด ๆ ที่มีความเร็วต้นที่เคลื่อนที่ไปตามเส้นทางที่กำหนดโดยแรงโน้มถ่วงเท่านั้น เส้นทางที่โพรเจกไทล์เคลื่อนที่ไปเส้นวิถีจะเริ่มด้วยแบบจำลองอุดมคติที่แทนโพรเจกไทล์ด้วยอนุภาคเดี่ยวที่ความเร่งมีค่าคงตัวทั้ง ขนาดและทิศทาง

การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ถูกจำกัดอยู่ในระนาบแนวตั้งที่ถูกกำหนดโดยทิศของความเร็วต้น ( $u$ ) เนื่องจากความเร่งจากแรงโน้มถ่วง ( $g$ ) นั้นมีทิศในแนวตั้งเพียงอย่างเดียว ดังนั้นการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์จึงเป็นการเคลื่อนที่ในแนวสองมิติคือระนาบการเคลื่อนที่แกน  $xy$  โดยที่แกน  $x$  คือแนวนอน โดยมีขนาดของความเร่ง ( $a$ ) เป็นศูนย์ และแกน  $y$  คือแนวตั้งซึ่งมีค่าคงตัวเท่ากับ  $(-g)$  การวิเคราะห์การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์นั้นเป็นการรวมกันของการเคลื่อนที่แนวนอน ( $S_x$ ) ด้วยความเร็ว ( $v$ ) คงที่กับการเคลื่อนที่แนวตั้ง ( $S_y$ ) ด้วยความเร็วคงที่ ดังนั้นจึงสามารถเขียนความสัมพันธ์เวกเตอร์ทั้งหมดสำหรับตำแหน่งหรือระยะทาง ความเร็วและความเร่ง โดยแยกสมการมีค่าตามแนวนอนและนอนตั้ง โดยใช้ค่า  $g = 9.8 \text{ m/s}^2$  แทนความเร่งเนื่องจากความเร่งตามแกน  $x$  และความเร่งตามแกน  $y$  ในการเคลื่อนที่แนวระดับวัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัว  $u \cos \theta$  ซึ่งเป็นความเร็วของ  $u$  ในแนวระดับ ถ้าวัตถุเคลื่อนที่ได้การกระจัดในแนวระดับ  $S = (u \cos \theta) t$

การเคลื่อนที่ในแนวตั้งจะมีปริมาณที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ทั้งทิศขึ้นและลงในแนวตั้ง จึงสามารถกำหนดให้ปริมาณที่มีทิศขึ้นในแนวตั้งมีเครื่องหมาย (+) ปริมาณที่มีทิศลงในแนวตั้งมี



เครื่องหมาย (-) และเมื่อพิจารณาช่วงเวลา (t) ที่วัตถุกำลังเคลื่อนที่ขึ้นจนกระทั่งตกถึงพื้นระดับโดยการเคลื่อนที่จึงมีความเร็วต้นเป็น (+u sin θ) และความเร่งเป็น (-g) ส่วนการเคลื่อนที่จากจุดเริ่มต้นและจุดสุดท้ายอยู่ในระดับเดียวกันจึงมีค่าการกระจัดเป็นศูนย์

$$\begin{aligned} \text{ดังนั้นจาก} \quad & s = ut + \frac{1}{2}at^2 \\ \text{จะได้} \quad & S_y = (u \sin \theta) t - \frac{1}{2}gt^2 \\ \text{แทนค่า} \quad & S_y \text{ เป็นศูนย์ได้ } t = \frac{2u \sin \theta}{g} \end{aligned}$$

ช่วงเวลา  $t = \frac{2u \sin \theta}{g}$  นี้เป็นช่วงเวลาเดียวกันกับช่วงเวลาวัตถุเคลื่อนที่ในแนวระดับจากจุดเริ่มต้นถึงจุดสุดท้าย ดังนั้นระยะทางที่วัตถุเคลื่อนที่ได้ในแนวระดับ <b>จากเริ่มต้นจนตกถึงพื้นระดับเดิม หรือ ระยะตก (range) ของวัตถุจะเป็นสมการ

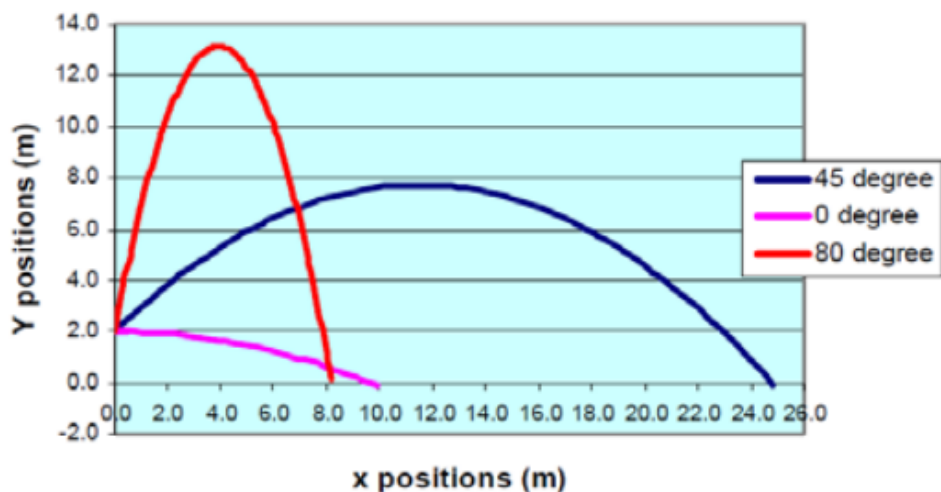
$$\begin{aligned} S_x &= (u \cos \theta) t \\ S_x &= (u \cos \theta) \left( \frac{2u \sin \theta}{g} \right) \\ S_x &= \left( \frac{u^2}{g} \sin 2\theta \right) \end{aligned}$$

นั่นคือ ระยะทางที่เคลื่อนที่ได้ในแนวระดับหรือขนาดการกระจัดของวัตถุในแนวระดับ  $S_x$  สำหรับขนาดความเร็วต้นค่าหนึ่งๆ จะขึ้นอยู่กับมุม  $\theta$  ซึ่งเป็นมุมที่ความเร็วต้นทำกับแนวระดับ มุมที่ทำให้ระยะทางในแนวระนาบ  $S_x$  มีค่าได้สูงสุดคือเมื่อ  $\sin 2\theta$  มีค่าสูงสุดคือ 1 และมุมที่คือ 45 องศา

เพราะฉะนั้นรูปแบบการเคลื่อนที่โพรเจกไทล์ที่เกิดขึ้นแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ตัวแปรของความเร็วของหัวไม้ และระยะทางในการเคลื่อนที่ เมื่อความเร็วที่มากและมีมุม 45 องศาจะทำให้ระยะทางที่ได้มากที่สุด (วุฒิปันท์ ปรัชญพฤทธ์, 2552)

หลักการการวิเคราะห์เคลื่อนที่เชิงเส้น (Linear kinematics) อธิบายถึงการเคลื่อนที่ของร่างกาย ที่มีการเคลื่อนที่แบบเส้นตรงและเส้นโค้ง เช่นการไต่รฟของลูกกอล์ฟที่ถูกตีออกไปจากแท่นตีออฟ เป็นต้น ในการหารทิศทางการเคลื่อนที่ของร่างกายที่เปลี่ยนแปลงไปจากตำแหน่งเดิมคือ ระยะทางที่เปลี่ยนแปลง = ตำแหน่งสิ้นสุด - ตำแหน่งเริ่มต้น

ความสูงของการเคลื่อนที่ ณ จุดเริ่มต้น มีผลต่อระยะทางที่วัตถุเคลื่อนที่ออกไปเพื่อให้ได้ระยะทางที่ไกลที่สุด มุมองศาที่เหมาะสมนั้นมีผลต่อระยะทางที่วัตถุเคลื่อนที่ออกไปในลักษณะโพรเจกไทล์ ดังภาพที่ 8



ภาพที่ 8 แสดงวิถีโค้งของวัตถุเมื่อวัตถุถูกปล่อยด้วยมุมต่างกัน (สิริพร ศศิณชกุล, 2560) การเคลื่อนที่ของร่างกายอีกรูปแบบหนึ่งคือในลักษณะสามมิติ คือ ร่างกายมีทั้งการงอ, เหยียด, เอียงด้านข้างและหมุนของร่างกาย ดังนั้นการวิเคราะห์การเคลื่อนที่การตีกอล์ฟสามารถคำนวณได้โดย  $\text{คำนวณ} \text{ ความเร็วในการเคลื่อนที่} = \text{ระยะทางที่เปลี่ยนแปลง} / \text{เวลาที่ใช้}$

การวิเคราะห์การหมุน การเคลื่อนที่ของร่างกายในลักษณะการหมุนเกิดจากการเคลื่อนไหวรอบของข้อต่อของร่างกาย เช่นการหมุนสะโพกและการหมุนข้อเท้า เป็นการเปลี่ยนและการเคลื่อนที่ของร่างกายจากจุดเดิมไปยังจุดใหม่โดยเป็นการหมุนรอบจุดหมุน การศึกษาการหมุนจะเป็นลักษณะของการเคลื่อนที่เชิงมุมและระยะทางเชิงมุมที่เปลี่ยนแปลง คือ การหมุนไปจากตำแหน่งเริ่มต้นไปถึงตำแหน่งสุดท้ายด้วยมุมเท่าไรดังสูตร  $\text{ระยะทางเชิงมุม} = \text{มุมสุดท้าย} - \text{มุมเริ่มต้น}$

สมการของความเร็วในการหมุนสามารถหาได้จากสูตร  $\text{ความเร็วในการหมุน} = \text{มุมที่เปลี่ยนแปลง} / \text{เวลาที่ใช้ทั้งหมด}$  และความเร่งในการหมุน คือ  $\text{ความเร็วในการหมุนที่เปลี่ยนแปลง} / \text{เวลาที่ใช้ทั้งหมด}$  เช่น การหมุนสะโพกในขณะที่ตีกอล์ฟด้วยความเร็วที่เพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ในช่วง Downswing อย่างรวดเร็วและส่งผลให้ความเร็วหัวไม้เพิ่มขึ้น ความเร็วหัวไม้ที่เพิ่มขึ้นทำให้ลูกกอล์ฟลอยออกไปด้วยความเร็วที่มากขึ้น ดังนั้นปริมาณการเคลื่อนที่เชิงเส้นก็ขึ้นอยู่กับปริมาณเชิงมุมหรือการหมุน ดังสมการ

$$\text{ระยะทางที่เปลี่ยนไป} = \text{รัศมี} \times \text{มุมที่เปลี่ยนไป}$$

$$\text{ความเร็วในการเคลื่อนที่เชิงเส้น} = \text{รัศมี} \times \text{ความเร็วในการหมุน}$$

โดยหลักการที่กล่าวมาจึงทำให้การพัฒนานักกีฬาออกอล์ฟจึงพยายามหาวิธีที่จะเพิ่มรัศมีหรือระยะทางเชิงมุม เพื่อเพิ่มความเร็วในการเคลื่อนที่ของร่างกาย นอกจากเครื่องมือที่มีส่วนสำคัญในการวิจัยทางชีวกลศาสตร์ การคิดคำนวณทางฟิสิกส์ การศึกษาทางคิเนมาติกส์ และการคำนวณก็ใช้ในการวิเคราะห์เช่นการคำนวณเวกเตอร์ ในการศึกษาในครั้งนี้ใช้การคำนวณหาความเร็วเชิงมุมการหมุนสะโพกและลำตัวส่วนบน โดยนำข้อมูลจากการบันทึกการเคลื่อนไหวแบบสามมิติด้วยโปรแกรม Vicon Nexus ในรูปแบบเป็นพิกัดของตำแหน่ง  $(x, y, z)$  ส่วนที่นำมาวิเคราะห์หาผลรวมของเวกเตอร์ในแนวระนาบในรูปแบบของการวิเคราะห์สามมิติของการหมุนสะโพกและลำตัวส่วนบน หลักการคำนวณประกอบด้วย การคำนวณเวกเตอร์ในแนวตั้งฉากกับแนวระนาบ, ผลบวกของเวกเตอร์, ผลคูณของเวกเตอร์, การคำนวณจุดสิ้นสุดของเวกเตอร์ (Dot Product) และการวิเคราะห์สามมิติในแนวระนาบ ดังนี้

### กลศาสตร์ของเวกเตอร์เบื้องต้น

เวกเตอร์ หมายถึง ปริมาณที่มีทั้งขนาดและทิศทาง เช่น ความเร็ว, แรง เป็นต้น สามารถแทนเวกเตอร์ในเชิงเรขาคณิตได้ด้วยส่วนของเส้นตรงและลูกศร โดยที่ทิศทางของลูกศรแทนทิศทางของเวกเตอร์, ความยาวของลูกศรแทนขนาดของเวกเตอร์, หางลูกศรเรียกว่า จุดเริ่มต้นของเวกเตอร์ และหัวลูกศร เรียกว่า จุดสิ้นสุดของเวกเตอร์ Dot Product โดยเริ่มจากการสร้างระนาบจากพิกัดของมาร์คเกอร์นั้นๆ ดังนี้

#### 1. เวกเตอร์ตั้งฉากกับแนวระนาบ (normal vector)

หาสมการเส้นตรงผ่านจุด  $P(x_1, y_1, z_1)$  และตั้งฉากกับเวกเตอร์  $\vec{N} = a\vec{i} + b\vec{j} + c\vec{k}$

สมการคือ  $a(x - x_1) + b(y - y_1) + c(z - z_1) = 0$

เวกเตอร์  $\vec{N} = a\vec{i} + b\vec{j} + c\vec{k}$  ตั้งฉากกับเส้นตรง  $ax + by + cz + d = 0$

เมื่อ  $a \neq 0$  เรียก  $\vec{N}$  ว่า Normal vector

การหาระยะทางจากจุด  $P(x_1, y_1, z_1)$  ไปยังเส้นตรง  $ax + by + cz + d = 0$

$$\text{ระยะทาง} = \frac{|ax + by + cz + d|}{\sqrt{a^2 + b^2 + c^2}}$$

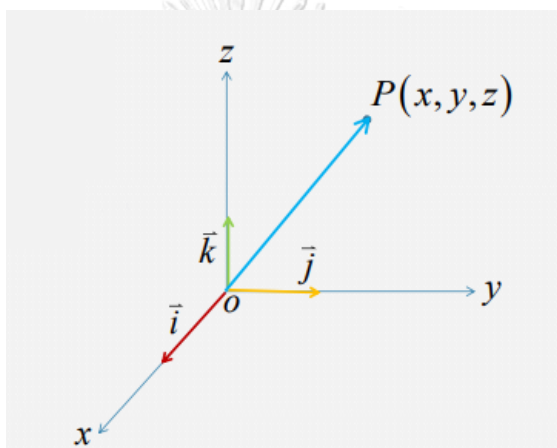
เวกเตอร์ 1 หน่วยพื้นฐาน คือเวกเตอร์เริ่มต้นจากจุด  $O$  ไปตามแกนพิกัด เป็นระยะทาง 1 หน่วย ประกอบด้วย 3 เวกเตอร์ คือ

$\vec{i}$  เริ่มจากจุด  $O$  ไปยังจุด  $(1, 0, 0)$

$\vec{j}$  เริ่มจากจุด  $O$  ไปยังจุด  $(0, 1, 0)$

$\vec{k}$  เริ่มจากจุด  $O$  ไปยังจุด  $(0, 0, 1)$

สำหรับเวกเตอร์ที่เริ่มจากจุด  $O$  ไปยังจุด  $P(x, y, z)$  ใด ๆ จะแทนด้วย  $\vec{OP} = x\vec{i} + y\vec{j} + z\vec{k}$  (ภาพที่ 9)



ภาพที่ 9 แสดงภาพเวกเตอร์เริ่มต้นจากจุด  $O$

เนื่องจากการวิจัยเป็นการวิเคราะห์รูปแบบ 3 มิติ จะได้ข้อมูลในลักษณะพิกัด  $(x, y, z)$  คำนวณจากการสร้างระนาบจากสูตรดังนี้  $nx(x-A_x) + ny(y-A_y) + nz(z-A_z) = 0$  เมื่อ  $n = \vec{AB} \times \vec{AC}$  โดย  $\vec{AB} = A - B$  และ  $\vec{AC} = A - C$  โดย  $n$  คือเวกเตอร์ตั้งฉากกับแนวระนาบ (normal vector)

## 2. การบวกเวกเตอร์

ถ้ากำหนด  $\vec{A}$  เป็นเวกเตอร์ 3 มิติ เขียนได้ว่า  $\vec{A} = a_1\vec{i} + a_2\vec{j} + a_3\vec{k}$  กำหนด

$\vec{A} = a_1\vec{i} + a_2\vec{j} + a_3\vec{k}$  และ  $\vec{B} = b_1\vec{i} + b_2\vec{j} + b_3\vec{k}$

จะได้  $\vec{A} + \vec{B} = (a_1 + b_1)\vec{i} + (a_2 + b_2)\vec{j} + (a_3 + b_3)\vec{k}$

### 3. ผลคูณของเวกเตอร์ 3 มิติ

กำหนดให้  $\vec{A} = a_1\vec{i} + a_2\vec{j} + a_3\vec{k}$  และ  $\vec{B} = b_1\vec{i} + b_2\vec{j} + b_3\vec{k}$

จะได้  $\vec{A} \cdot \vec{B} = a_1b_1 + a_2b_2 + a_3b_3$  เมื่อองศาเป็นมุมระหว่าง  $\vec{A}$  และ  $\vec{B}$

จุดที่อยู่บนระนาบ คือ จุดที่อยู่บนระนาบก็ต่อเมื่อพิกัดของจุดนั้นสอดคล้องกับสมการระนาบ โดยเส้นตรงกับระนาบ แบ่งเป็น 3 แบบ ดังนี้

1. จุดตัดกันจุดเดียว = หาจุดตัด
2. มีจุดตัดกันมากกว่า 1 จุด = เส้นตรงจะอยู่บนระนาบ
3. ไม่มีจุดตัดกัน = เส้นตรงจะขนานกับระนาบ

สามารถหาระยะห่างได้ และการหามุมระหว่างเส้นตรงกับระนาบ ให้องศา เป็นมุมระหว่างเวกเตอร์แสดงทิศทาง ของเส้นตรงกับเวกเตอร์แนวตั้งฉากของระนาบ เพราะฉะนั้นจะได้ระยะทางเชิงมุมข้อพิกัดนั้น ๆ สามารถหาได้จากการทำ dot product ของเวกเตอร์ตั้งฉากกับระนาบ โดยระยะทางเชิงมุมสามารถหาได้จากสมการสำหรับเวกเตอร์ใน 3 มิติ

$$\vec{u} \cdot \vec{v} = (u_1\vec{i} + u_2\vec{j} + u_3\vec{k}) \cdot (v_1\vec{i} + v_2\vec{j} + v_3\vec{k}) = \begin{bmatrix} u_1 \\ u_2 \\ u_3 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} v_1 \\ v_2 \\ v_3 \end{bmatrix} = u_1v_1 + u_2v_2 + u_3v_3$$

### 4. เวกเตอร์คูณแบบครอสกับเวกเตอร์ (Cross product)

การคูณแบบนี้จะให้ผลลัพธ์เป็นเวกเตอร์

$$\vec{u} = u_1\vec{i} + u_2\vec{j} + u_3\vec{k} = \begin{bmatrix} u_1 \\ u_2 \\ u_3 \end{bmatrix} \quad \text{และ} \quad \vec{v} = v_1\vec{i} + v_2\vec{j} + v_3\vec{k} = \begin{bmatrix} v_1 \\ v_2 \\ v_3 \end{bmatrix}$$

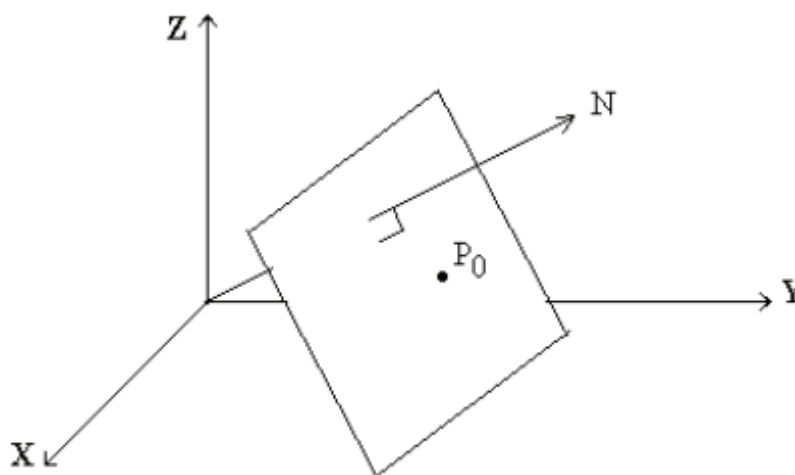
ถ้า

$$\vec{u} \times \vec{v} = \begin{vmatrix} u_2 & u_3 \\ v_2 & v_3 \end{vmatrix} \vec{i} - \begin{vmatrix} u_1 & u_3 \\ v_1 & v_3 \end{vmatrix} \vec{j} + \begin{vmatrix} u_1 & u_2 \\ v_1 & v_2 \end{vmatrix} \vec{k}$$

จะได้ว่า

### 5. การวิเคราะห์ 3 มิติ ในแนวระนาบ

สมการระนาบ สมมติ ให้  $P_0$  เป็นจุดใน  $R^3$  และ  $\vec{N} \neq \vec{0}$  เป็นเวกเตอร์ใน  $R^3$  และจะแยกเซต จุด  $P$  ใด ๆ ซึ่งทำให้  $\overrightarrow{P_0P}$  ตั้งฉากกับ  $\vec{N}$  ว่า ระนาบที่ผ่านจุด  $P_0$  และตั้งฉากกับเวกเตอร์  $\vec{N}$  และเรียก  $\vec{N}$  ว่า เวกเตอร์แนวฉาก ของระนาบ (ภาพที่ 10) เพื่อนำไปวิเคราะห์ตามเป้าหมายของงานวิจัยนั้นคือความเร็วเชิงมุมของการเคลื่อนไหวสะโพกและลำตัวส่วนบน



ภาพที่ 10 แสดงกราฟของระนาบที่ผ่านจุด  $P_0$  และตั้งฉากกับเวกเตอร์  $\vec{N}$

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การศึกษาชีวกลศาสตร์จึงเป็นการประยุกต์วิชาฟิสิกส์และกลศาสตร์เพื่อการศึกษาการเคลื่อนไหวของสิ่งมีชีวิตในทางกีฬา ชีวกลศาสตร์เกี่ยวกับร่างกายมนุษย์ใช้แรงกับตนเองกับผู้อื่นในการปะทะกันร่างกายได้รับผลอย่างไรจากแรงภายนอก ความรู้ที่ลึกซึ้งทางชีวกลศาสตร์จะเป็นเครื่องชี้แนะสำหรับโค้ชและนักกีฬาที่จะเลือกเทคนิคการฝึกซ้อมกีฬาได้เหมาะสมยิ่งขึ้นและเพื่อตรวจสอบความเข้าใจข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้น ทางด้านวิทยาศาสตร์การกีฬาและเทคโนโลยีทางการกีฬากอล์ฟ ส่วนใหญ่จะใช้ระบบวิเคราะห์ข้อมูลการฝึกซ้อมและการแข่งขันเป็นการบันทึกวิดีโอการเคลื่อนไหววิเคราะห์การเคลื่อนไหว 2 มิติ และ 3 มิติโปรแกรมคอมพิวเตอร์ Data Video เช่น งานวิจัยของ Sinclair และคณะ (2014) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ทางชีวกลศาสตร์กับความเร็วหัวไม้ในการสวิงกอล์ฟโดยการวิเคราะห์ 3 มิติใช้กล้องจำนวน 7 ตัว (Sinclair et al., 2014) และงานวิจัยของ Chu, Sell และ

Lephart (2010) การศึกษาเกี่ยวกับตัวแปรทางชีวกลศาสตร์และศักยภาพในการไต่รฟ์ในการสวิงกอล์ฟเครื่องมือที่ใช้ประกอบด้วยกล้องความละเอียดสูงกล้องอินฟราเรดร่วมกับแผ่นวัดแรง (force plate) จำนวน 2 แผ่น เพื่อมาวิเคราะห์รูปแบบการเคลื่อนไหวในการสวิงกอล์ฟ (Chu, Sell, & Lephart, 2010) สอดคล้องกับงานวิจัยของ Gryc, Zahálka, Maly, Malá และ Hrasky (2015) การศึกษาการถ่ายโอนน้ำหนักในการสวิงกอล์ฟ (Gryc, Zahálka, Maly, Malá, & Hrasky, 2015) นอกจากนี้เครื่องจำลองวัฏระยะทางและความเร็วลูกกอล์ฟเป็นอุปกรณ์เสริมที่แสดงผลของระยะทาง, ความเร็วหัวไม้, ความเร็วลูก ตำแหน่งที่หัวไม้กระทบลูกกอล์ฟ (Sommer & Rönnqvist, 2009) และการวิเคราะห์การเคลื่อนไหวของร่างกายของมนุษย์มีความซับซ้อน

## งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### การศึกษาความเร็วเชิงมุมการหมุนสะโพกในกีฬาากอล์ฟ

กีฬาากอล์ฟเป็นกีฬาที่ใช้การเคลื่อนไหวในทุกสัดส่วนของร่างกายเพื่อให้เกิดรูปแบบการเคลื่อนไหวให้ได้ประสิทธิภาพสูงสุด ทั้งรูปแบบการเคลื่อนไหว, ลำดับการเคลื่อนไหว, ระยะเวลาและความเร็วในการเคลื่อนไหวร่างกาย เป้าหมายของกีฬาากอล์ฟเพื่อจะทำให้เกิดความเร็วหัวไม้ที่มากและได้ระยะทางในการตีกอล์ฟให้ได้ไกล ปัจจัยหนึ่งที่มีผล คือความเร็วในการเคลื่อนที่ของร่างกายโดยความเร็วของการเคลื่อนที่มีองค์ประกอบมาจาก ระยะทางและระยะเวลาที่เหมาะสมจะทำให้เกิดความเร็วของการเคลื่อนที่เพิ่มมากขึ้น ส่งผลให้ความเร็วหัวไม้และระยะทางเพิ่มมากขึ้นและส่วนของร่างกายที่เป็นส่วนที่ช่วยในการสร้างความเร็วให้เกิดขึ้นของการหมุนร่างกายนั้น คือข้อสะโพกและลำตัว ตามลำดับ ส่วนของการส่งต่อแรงในการหมุนเพื่อให้เกิดความเร็วในการเคลื่อนไหวในรูปแบบการตีกอล์ฟ จากการทบทวนจึงได้เห็นถึงความสัมพันธ์ของตัวแปรความเร็วในการหมุนสะโพกและลำตัวว่ามีผลต่อความเร็วหัวไม้และระยะทางในการตีกอล์ฟหรือไม่

วิทพงษ์ สิ้นสูงสุด (2551) ทำการศึกษาความสัมพันธ์มุมของแนวไหล่กับแนวสะโพกขณะขึ้นไม้สุดสวิงและความเร็วหัวไม้กอล์ฟขณะปะทะลูก ในกลุ่มนักกอล์ฟ 3 ระดับ คือแชนดิแคปต่ำ (0-12), แชนดิแคปปานกลาง (13-18) และแชนดิแคปสูง (19-24) โดยให้ตีกอล์ฟ 2 รูปแบบ คือตีด้วยแรงปกติและตีเต็มที ผลการวิเคราะห์พบความสัมพันธ์ระหว่างมุมของแนวไหล่กับแนวสะโพกขณะขึ้นไม้สุดและความเร็วหัวไม้ขณะกระทบลูกกอล์ฟ ในการสวิงโดยใช้ช่วงปกติที่ระดับ .32 ( $p < 0.05$ ) และการสวิง

แบบเต็มแรงที่ระดับ.38 ( $p < 0.05$ ) แสดงให้เห็นถึงการตีกอล์ฟด้วยแรงที่เต็มที่มีค่าความสัมพันธ์ของมุมของแนวไหล่กับแนวสะโพกขณะขึ้นไม้สุดกับความเร็วหัวไม้ที่มากกว่าการตีแบบปกติและมีค่ามุมต่างของไหล่และสะโพกที่มากกว่าค่าเฉลี่ยความเร็วหัวไม้ที่เพิ่มมากกว่าเช่นกัน

Mun และคณะ (2015) ทำการศึกษาเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างการหมุนของหลังส่วนล่างและข้อสะโพกในนักกอล์ฟอาชีพ ผลการศึกษาการเคลื่อนไหวของหลังส่วนล่าง (Lumbar spine) และข้อสะโพก (hip) พบความสัมพันธ์สูงโดยแสดงถึงการเคลื่อนไหวของหลังส่วนล่างและข้อสะโพกมีค่าเฉลี่ยที่สัมพันธ์กันที่ 0.81 และมุมของการหมุนข้อสะโพกและหลังมีมุมมากที่สุดอยู่ช่วง backswing โดยส่วนของสะโพกขาข้างนำมากกว่าลำตัวของมุมในช่วง downswing (Mun, Suh, Park, & Choi, 2015)

Kim และคณะ (2014) ทำการศึกษาเกี่ยวกับลักษณะทางคิเนมาติกส์ในนักกอล์ฟที่ถูกจำกัดการหมุนสะโพกระหว่างกลุ่มที่เคลื่อนไหวหมุนสะโพกได้มากกว่า 30 องศา กับกลุ่มที่หมุนสะโพกได้น้อยกว่า 20 องศา ผลการศึกษาพบความสัมพันธ์ในระดับปานกลาง ( $r = 0.603$ ) ระหว่างมุมสูงสุดในการสวิงกอล์ฟและมุมภายในของสะโพกด้านที่นำ (Kim et al., 2014)

Kwon และคณะ (2013) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่าง X-factor และความเร็วหัวไม้ในนักกอล์ฟ ผลงานวิจัยพบว่าไม่มีความสัมพันธ์ระหว่างมุมต่างของแนวข้อไหล่และแนวข้อสะโพกกับความเร็วหัวไม้ แต่พบความสัมพันธ์ระหว่างมุมข้อสะโพกกับความเร็วหัวไม้และมุมของข้อไหล่มีความสัมพันธ์กับความเร็วหัวไม้ (Kwon et al., 2013) นอกจากนี้ Fletcher และ Hartwell (2004) การศึกษาทางคิเนมาติกส์พบการเคลื่อนไหวลำตัวและการเคลื่อนไหวข้อสะโพก เป็นส่วนสำคัญในการเพิ่มระยะทางในเพิ่มระยะทางในการตีกอล์ฟ (Fletcher & Hartwell, 2004) และ Myers และคณะ (2008) ได้ศึกษาพบว่ามุมการหมุนสะโพกที่มากในขณะตีกอล์ฟส่งผลให้เพิ่มความเร็วลูกเพิ่มขึ้นและระยะทางไกลขึ้น (Myers et al., 2008)

สถิติเฉลี่ยในนักกอล์ฟ PGA Tour สามารถสร้างความเร็วของการหมุนสะโพกได้ระหว่าง 420 ถึง 510 องศาต่อวินาที แต่นักกอล์ฟสมัครเล่นทั่วไปสร้างความเร็วของสะโพกได้ที่ 200 - 300 องศาต่อวินาทีและระยะการตีของนักกอล์ฟใน PGA Tour สามารถตี Driver ได้ไกลกว่า 300 หลา แสดงให้เห็นว่าการบิดสะโพกอาจเป็นปัจจัยส่งผลกระทบต่อระยะในการตีกอล์ฟที่ได้ระยะทางที่ไกลกว่านักกอล์ฟสมัครเล่นทั่วไป ช่วงที่สำคัญของการเคลื่อนไหวคือช่วง backswing ขึ้นไปจนสุดแล้วเคลื่อนไหวสะโพกลง



มาก่อนตอน downswing และจังหวะสุดท้ายเมื่อสโปกเคลื่อนลงมาครึ่งทางแล้วให้แขนและข้อมือทำหน้าที่เหวี่ยงให้ไม้ลงไปที่ตีด้วยความเร็วการทำแบบนี้จะช่วยสร้างจังหวะการตีที่ถูกต้องไม่เร็วหรือช้าเกินไป

ระยะเวลาในการสวิงกอล์ฟก็เป็นปัจจัยอีกด้านหนึ่งที่มีความสำคัญ เช่น การศึกษาของ Zheng และคณะ (2008) ได้ศึกษาระยะเวลาในการสวิงของนักกอล์ฟสมัครเล่นกับนักกอล์ฟอาชีพ พบว่านักกอล์ฟอาชีพจะใช้เวลาในการสวิงประมาณ 1.03 วินาที ในขณะที่นักกอล์ฟสมัครเล่นจะใช้เวลาในการสวิง 1.24 วินาที (Zheng et al., 2008)

Myers และคณะ (2008) ศึกษาวิจัยเกี่ยวกับรูปแบบการหมุนลำตัวส่วนบนกับสโปกในการตีร์ฟในการสวิงกอล์ฟและใช้ตัวแปรความเร็วลูกกอล์ฟในกาแบ่งกลุ่มอาสาสมัคร การศึกษานี้ใช้เครื่องมือ Launch Monitor เป็นเครื่องมือวัดความเร็วลูกกอล์ฟ โดยผลการศึกษาพบความสัมพันธ์กันในระดับปานกลาง ระหว่างการเพิ่มขึ้นของความเร็วลูกกอล์ฟ กับความเร็วของลำตัวส่วนบนและสโปกที่เพิ่มขึ้น ( $r \geq 0.05$ ;  $p < 0.001$ ) ในช่วง Downswing และมีค่าเฉลี่ยความเร็วการหมุนสโปกมีค่าเท่ากับ  $96.3 \pm 59.7$  องศาต่อวินาที ระยะทางเชิงมุมของสโปกที่มากส่งผลให้เพิ่มความเร็วลูกเพิ่มขึ้นและระยะทางไกลขึ้น (Myers et al., 2008) จากการศึกษาของ Fletcher และ Hartwell (2004) ทำการศึกษาทางคิเนมาติกส์พบว่าการแยกส่วนของลำตัวกับส่วนของสโปกเพื่อวิเคราะห์เป็นส่วนสัดส่วน พบความสัมพันธ์กับระยะทางในการตีกอล์ฟ (Fletcher & Hartwell, 2004)

### การศึกษาความเร็วเชิงมุมการหมุนลำตัวในกีฬากอล์ฟ

นอกจากการตัวแปรของเคลื่อนไหวในส่วนของสโปกแล้วส่วนของลำตัวก็มีการศึกษาในงานวิจัยในกีฬากอล์ฟที่มีผลต่อความเร็วหัวไม้และระยะทางในการตีกอล์ฟนั้นมาน้อยเพียงใด

Zheng และคณะ (2008) ทำการศึกษาตัวแปรทางคิเนมาติกส์เปรียบเทียบกลุ่มนักกีฬา กอล์ฟอาชีพและกลุ่มนักกอล์ฟสมัครเล่น โดยตัวแปรหนึ่งของการศึกษานี้วิเคราะห์คือมุมการหมุนของลำตัวในช่วง Backswing กลุ่มนักกอล์ฟอาชีพมีค่ามุมการหมุนลำตัว  $60 \pm 7$  องศา มากกว่ากลุ่มของนักกีฬาสมัครเล่น  $55 \pm 10$  องศา แต่ไม่พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญขององศาความเร็วเชิงมุมการหมุนลำตัวระหว่างนักกีฬาอาชีพและกลุ่มนักกอล์ฟสมัครเล่น ระยะเวลาการ

เคลื่อนไหวจากงานวิจัยชิ้นนี้พบว่าระยะเวลาในช่วง Downswing ของนักกีฬาอล์ฟอาชีพมีค่าน้อยกว่ากลุ่มนักกีฬาสมัครเล่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Zheng et al., 2008)

Myers และคณะ (2008) ศึกษาวิจัยเกี่ยวกับรูปแบบการหมุนลำตัวส่วนบนกับสะโพกในการตีร์ฟในการสวิงกอล์ฟ และใช้ตัวแปรความเร็วลูกกอล์ฟในการแบ่งกลุ่มอาสาสมัคร การศึกษานี้ใช้เครื่องมือ Launch Monitor เป็นเครื่องมือวัดความเร็วลูกกอล์ฟ โดยผลการศึกษาไม่พบความสัมพันธ์กันระหว่างการเพิ่มขึ้นของความเร็วลูกกอล์ฟกับการเคลื่อนไหวของลำตัวส่วนบน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ ) (Myers et al., 2008)

Horan และคณะ (2010) ได้ทำการศึกษาลำตัวและสะโพกในการเคลื่อนที่ช่วง Downswing ในนักกีฬาอล์ฟชายและหญิง ผลการศึกษาพบว่าในช่วง Backswing นักกอล์ฟชายมีการเคลื่อนไหวของสะโพกได้ดีกว่าเพศหญิง แต่มีการหมุนสะโพกและลำตัวได้น้อยกว่านักกอล์ฟหญิงเนื่องมาจากนักกอล์ฟหญิงมีความอ่อนตัวที่มากกว่านักกอล์ฟชาย (Horan, Evans, Morris, & Kavanagh, 2010)

Joyce และคณะ (2013) ทำการศึกษาการเคลื่อนไหวขณะตีกอล์ฟในรูปแบบคิเนมาติกส์ระหว่างความแตกต่างของประเภทไม้กอล์ฟและความสัมพันธ์กับความเร็วหัวไม้ ผลการวิจัยพบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญของลำตัวกับลำตัวส่วนล่าง (การงอ/เหยียด) และการหมุนรอบแกน โดยพบความสัมพันธ์แบบถดถอยที่ 33.7 – 66.7% ในความเร็วหัวไม้โดยใช้หัวไม้และเหล็กเบอร์ห้า นอกจากนี้พบค่าเฉลี่ยของมุมลำตัวในช่วง Downswing เท่ากับ  $59.5 \pm 9.6$  องศา ผลการศึกษาเรื่องนี้ไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเชิงมุมลำตัวและความเร็วหัวไม้ (Joyce, Burnett, Cochrane, & Ball, 2013)

Joyce และคณะ (2016) ได้ทำการศึกษาสัดส่วนของลำตัวและตัวแปรในกีฬาอล์ฟกับความสัมพันธ์ของความเร็วหัวไม้ ผลการศึกษาพบความสัมพันธ์ระหว่างลำตัวและลำตัวส่วนล่างของความเร็วเชิงมุมในระดับปานกลาง ( $r = .47, p < 0.01$ ) และพบค่าสัมประสิทธิ์ระดับสูง ( $R^2 = 0.98$ ) ระหว่างลำตัวและลำตัวส่วนล่างโดยใช้การวิเคราะห์เชิงเส้น (Joyce, Chivers, Sato, & Burnett, 2016)

ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการเคลื่อนไหวผ่านของ 3 แกน ช่วงการเคลื่อนที่ของลำตัวส่วนบนและสะโพกความสัมพันธ์ระดับสูงระหว่างลำตัวส่วนบนและสะโพก โดยใช้รัศมีของมุมที่ควบคุมในระบบประสาทส่วนกลางและการคงท่าทางการเคลื่อนไหว (Beak et al., 2013) ซึ่งงานวิจัย

ส่วนใหญ่ที่กล่าวมาเป็นการศึกษาในส่วนของมุมมอง การเปลี่ยนแปลงของมุมมองเคลื่อนไหวและ มุมต่างระหว่างแนวข้อไหล่และแนวข้อสะโพก (X-factor)

จากการทบทวนวรรณกรรมแสดงให้เห็นข้อมูลการศึกษาว่าความเร็วเชิงมุมการหมุนข้อ สะโพกและลำตัวส่วนบนนั้นจะมียังไม่ชัดเจนว่าตัวแปรนั้น ๆ มีความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเชิงมุม การหมุนข้อสะโพกและลำตัวส่วนบน กับความเร็วหัวไม้และระยะทางในการตีกอล์ฟหรือไม่ โดยจาก หลายงานวิจัยก่อนหน้ามีการศึกษาเกี่ยวกับมุมมองและความเร็วเชิงมุมของการหมุนสะโพกและลำตัว ส่วนบน ในการตีกอล์ฟดังตารางที่ 1



ตารางที่ 1 ตารางสรุปการศึกษาการเคลื่อนไหวของการหมุนสะโพกและลำตัว

ชื่อผู้วิจัย (ปี)	จำนวนกลุ่ม ตัวอย่าง	ตัวแปรที่สนใจ	ผลการศึกษา
วิทพงษ์ สิ้น สูงสุด (2551)	นักกีฬาบอลล์ 67 คน แบ่งเป็น 3 กลุ่ม 1.LH=Low HCP (0-12) 2. MH=Mid HCP (13-18) 3. HH=High HCP (19-24)	ความเร็วเชิงมุม ของไหล่,ความเร็ว เชิงมุมของแนว สะโพก	กลุ่ม LH ความเร็วเชิงมุมของไหล่ (383.98 $\pm 115.38^\circ/s$ ) ความเร็วเชิงมุมของแนว สะโพก (131.14 $\pm 70.667^\circ/s$ ) ช่วง DS กลุ่ม MH ความเร็วเชิงมุมของไหล่ (307.08 $\pm 103.26^\circ/s$ ) ความเร็วเชิงมุมของ แนวสะโพก (146.16 $\pm 74.81^\circ/s$ ) ช่วง DS กลุ่ม HH ความเร็วเชิงมุมของไหล่ (427.98 $\pm 153.108^\circ/s$ ) ความเร็วเชิงมุมของแนว สะโพก (116.71 $\pm 51.78^\circ/s$ ) ช่วง DS ค่าเฉลี่ย ความเร็วเชิงมุมของไหล่ (373.97 $\pm 132.86^\circ/s$ ) ความเร็วเชิงมุมของแนว สะโพก (131.34 $\pm 67.99^\circ/s$ ) ช่วง DS
Zheng et al. (2008)	นักกอล์ฟ เพศ ชาย 72 คน แบ่ง 4 กลุ่ม 1. Professional 2. LH=Low HCP 3. MH=Mid HCP 4. HH=High HCP	มุม, ความเร็ว เชิงมุมการหมุน ลำตัวลำตัว และ เวลา	พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ระหว่างนักกอล์ฟอาชีพ (แถมต่อต่ำ) และ นักกอล์ฟที่มีทักษะน้อยที่สุด (แฮนดิ แคปสูง) มีมุมการหมุนลำตัวช่วง TB (60 $\pm 7$ องศา) ช่วง IP (24 $\pm 10$ องศา) ในช่วง DS กลุ่มนักกอล์ฟอาชีพมีความเร็ว เชิงมุมการหมุนลำตัว (283 $\pm 61$ ) เวลา ในช่วง DS (TP ถึง IP) กลุ่มนักกอล์ฟอาชีพ 0.3 $\pm 0.05$ วินาที, LH 0.27 $\pm 0.03$ วินาที

ตารางที่ 1 ตารางสรุปการศึกษาการเคลื่อนไหวของการหมุนสะโพกและลำตัว (ต่อ)

ชื่อผู้วิจัย (ปี)	จำนวนกลุ่มตัวอย่าง	ตัวแปรที่สนใจ	ผลการศึกษา
Myers et al. (2008)	นักกอล์ฟ 100 คน	มุมและความเร็วเชิงมุม การหมุนลำตัว ส่วนบน และสะโพก	มุมการหมุนลำตัว ช่วง TB ( $39 \pm 15.9$ องศา), และความเร็วเชิงมุมการหมุนลำตัว ( $539 \pm 98.8$ องศาต่อวินาที) มุมการหมุนสะโพกช่วง TB ( $128.7 \pm 52.4$ องศา) และความเร็วเชิงมุมการหมุนสะโพก ( $248.4 \pm 82$ องศาต่อวินาที)
Joyce et al. (2013)	15 คน Low HCP	Range of Motion (ROM), ความเร็วเชิงมุม การหมุนลำตัว	มุมการหมุนลำตัว ช่วง TB ( $59.5 \pm 9$ องศา), IP ( $14.8 \pm 11$ องศา) Max ( $64.4 \pm 10.3$ องศา) และความเร็วเชิงมุมการหมุนลำตัว ( $327 \pm 73.2$ องศาต่อวินาที)
Mun et al. (2015)	นักกีฬาอาชีพ 15 คน	มุมการหมุนของ ลำตัว, สะโพก และเวลาในการตีกอล์ฟ	มุมการหมุนสะโพก ขณะ DS $45.5 \pm 5.2$ องศา เวลาในการตีกอล์ฟ $0.25 \pm 0.12$ วินาที พบความสัมพันธ์ระหว่างลำตัว (Trunk) กับสะโพกหน้า (Leading hip) ( $R=0.89$ $P < .01$ ) ช่วง DS

AD = Address, BS = Backswing, TP = Top-backswing, DS = Downswing, IM = Impact และ FW = Follow through, HCP = Handicaps

## การเคลื่อนที่แบบคิเนมาติกส์ (kinematics)

เป็นการศึกษาเกี่ยวกับการเคลื่อนที่ของวัตถุ หรือร่างกาย โดยคำนึงถึงลักษณะและส่วนประกอบของการเคลื่อนที่ที่เปลี่ยนแปลงไปเป็นการศึกษาเกี่ยวกับขณะที่วัตถุหรือร่างกายเคลื่อนที่มีระยะทาง, มุมการเคลื่อนที่, ความเร็ว, อัตราเร่ง และการวัดระยะทางในการหมุนสะโพก เป็นต้น

Zheng และคณะ (2008) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการวิเคราะห์การเคลื่อนที่แบบคิเนมาติกส์ระหว่างนักกอล์ฟอาชีพและนักกอล์ฟสมัครเล่น โดยวิเคราะห์มุมการสวิงกอล์ฟในแต่ละช่วงความเร็วเชิงมุมสูงสุดและระยะเวลาการสวิงกอล์ฟ ผลการศึกษาพบตัวแปรจำนวนมากที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญของทั้งสองกลุ่ม แต่ผลเปรียบเทียบของกลุ่มที่มีแฮนดิแคปสูงและกลาง แสดงถึงไม่พบความสัมพันธ์กันของการเคลื่อนที่ที่อาจมีผลมาจากการบาดเจ็บของนักกีฬา (Zheng et al., 2008)

Mun และคณะ (2015) ทำการศึกษาคำสัมพันธ์การวิเคราะห์แบบคิเนมาติกส์ระหว่างลำตัวส่วนล่าง และการหมุนสะโพกในนักกอล์ฟมืออาชีพ พบความสัมพันธ์ในระดับกลาง ( $r=0.81$ ) ระหว่างลำตัวส่วนล่างและการหมุนสะโพกในช่วง Downswing แต่อย่างไรก็ตามความสัมพันธ์ของสะโพกนำและหลังส่วนล่างมีการเคลื่อนที่ที่ใกล้เคียงกันในช่วง Downswing (Mun et al., 2015)

Joyce และคณะ (2013) ได้ศึกษาวิเคราะห์การเคลื่อนที่แบบสามมิติของลำตัวในนักกอล์ฟระหว่างประเภทไม้กอล์ฟ และความสัมพันธ์กับความเร็วหัวไม้ที่วิเคราะห์จากเครื่อง Launch monitor โดยพบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ( $p<0.0019$ ) ระหว่างไม้กอล์ฟที่ต่างกัน (หัวไม้หนึ่งและเหล็กหัว) ของการสวิงกอล์ฟ (Joyce et al., 2013) นอกจากนี้ยังมีการศึกษาอื่น ๆ ก่อนหน้าที่ศึกษาเกี่ยวกับเครื่องมือ ตัวแปรคิเนมาติกส์และผลการศึกษาในกลุ่มนักกอล์ฟ แสดงดังตารางที่ 2

ข้อมูลการศึกษาต่าง ๆ ที่กล่าวมาสามารถนำมาเอาโปรแกรมและการวิเคราะห์ต่าง ๆ มาใช้ในขณะฝึกซ้อม, ก่อนแข่งขันและหลังแข่งขันเพื่อวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับการพัฒนาขีดความสามารถของนักกอล์ฟ เพื่อนำไปวางแผนปรับปรุงทักษะและเทคนิคการเล่นของนักกีฬาในดีขึ้นตามลำดับ รวมทั้งยังใช้เพื่อวิเคราะห์เพื่อทราบจุดแข็งและจุดอ่อนของนักกีฬาเพื่อการวางแผนพัฒนาสมรรถภาพของนักกีฬาต่อไป

ตารางที่ 2 ตารางสรุปการศึกษาเกี่ยวกับคิเนมาติกส์ในกีฬากอล์ฟ

ชื่อผู้วิจัย (ปี)	กลุ่ม ตัวอย่าง	ข้อมูลพื้นฐาน	เครื่องมือวิจัย	ตัวแปร	ผลการศึกษา
Zheng et al. (2008)	N = 72 คน นักกอล์ฟ เพศชาย ไม่มีการ บาดเจ็บ ก่อนการ ทดสอบ	HCP แบ่ง 4 กลุ่ม 1. Professional 2. LH=Low HCP 3. MH=Mid HCP 4. HH=High HCP	กล้อง 6 ตัว Motion analysis system (240 Hz)	ความเร็ว เชิงมุม, มุม	มุมลำตัว (60 +/- 7 องศา) ในช่วง downswing นักกอล์ฟอาชีพมี ความเร็วเชิงมุม การหมุนลำตัว (283 +/- 61) ข้อศอกข้างขวา (854 +/- 150 องศา / วินาที)
Lawrence, Gottwald, Khan, and Kramer (2012)	N = 29 คน	-ไม่มี ประสบการณ์ ตีกอล์ฟ -อายุเฉลี่ย 21.1 ปี	Huxley Premier Pro turf putting green (8'*12') "Huxley incliner" กล้อง 12 ตัว Vicon Nexus system 100 Hz	การทดสอบ พัตต์กอล์ฟ ลงหลุมและ ไม่ลงหลุม การทดสอบ ความกังวล ต่ำ(LA)และ ความกังวล สูง(HA)	ส่วนของการ วิเคราะห์ความเร็ว และการเคลื่อนที่ ระยะทางทุก ๆ 10% การวิเคราะห์ ทางคิเนมาติกส์ รายละเอียดนี้ช่วย ให้สามารถ ตรวจสอบกลไก บางอย่างที่ยังมิได้ สำรวจก่อนหน้านี้ ซึ่งเป็นประโยชน์ ต่อการได้รับความ สนใจจากภายนอก (Ext)

ตารางที่ 2 ตารางสรุปการศึกษาเกี่ยวกับคิเนมาติกส์ในกีฬากอล์ฟ (ต่อ)

ชื่อผู้วิจัย (ปี)	กลุ่ม ตัวอย่าง	ข้อมูลพื้นฐาน	เครื่องมือวิจัย	ตัวแปร	ผลการศึกษา
Joyce et al. (2013)	N = 15 คน นักกอล์ฟ เพศชาย ถนัดขวา	HCP $\leq$ 5	กล้อง 10 ตัว MX-F20 Vicon-Peak Motion analysis 500 Hz. 3 มิติ	ROM, ความเร็ว เชิงมุมของ ร่างกาย, ความเร็วหัว ไม้, ความเร็ว บอล โดยใช้ หัวไม้ 1 และเหล็ก 5	ไม่พบความ แตกต่างระหว่าง ความเร็วเชิงมุมการ หมุนลำตัวกับ ความเร็วหัวไม้ แต่ พบความแตกต่าง ของความเร็วบอล ระหว่างเหล็ก 5 กับ หัวไม้ 1
Mun et al. (2015)	N = 15 คน นักกีฬากอล์ฟ อาชีพประเทศ เกาหลี ถนัดขวา	-นักกีฬากอล์ฟ อาชีพประเทศ เกาหลี ถนัดขวา	กล้อง 6 ตัว (Vicon460) (3D 120Hz)	มุมการ เคลื่อนไหว ของกระดูก สันหลัง (Lumber spine), สะโพกนำ และสะโพก ตาม เวลา	พบความสัมพันธ์ ระหว่างกระดูกสัน หลัง(Lumber spine) และสะโพก กับความสัมพันธ์ เฉลี่ย 0.81 การมี ส่วนร่วมสะโพกใน การหมุนระดับสูง ในช่วงเริ่มต้นของ DS, ช่วง DS เวลา เฉลี่ย 0.25 วินาที



ตารางที่ 2 ตารางสรุปการศึกษาเกี่ยวกับคิเนมาติกส์ในกีฬากอล์ฟ (ต่อ)

ชื่อผู้วิจัย (ปี)	กลุ่ม ตัวอย่าง	ข้อมูลพื้นฐาน	เครื่องมือวิจัย	ตัวแปร	ผลการศึกษา
Kim, You, Kwon and Yi (2015)	N = 30 คน	-นักกีฬา กอล์ฟ -เพศชาย - HCP = 0 -อายุ 25 – 35 ปี	กล้องอินฟ ราเรด 8 ตัว ติดมาร์คเกอร์ ทั้งตัว 29 ตำแหน่ง ตาม รูปแบบของ Helen Hayes	เปรียบเทียบ กลุ่มที่มี ข้อจำกัดของ ข้อสะโพกที่ ต่างกัน 2 กลุ่ม คือ (LHIM= จำกัดการ เคลื่อนไหว ROM<20°) NHIM=ROM ปกติ (ROM≥30°) กับการ ทดสอบ ความ แข็งแรง, ความยาว ของ กล้ามเนื้อ และมุมการ เคลื่อนไหว	พบความแตกต่าง อย่างมีนัยสำคัญ ของกลุ่มLHIM การ งอสะโพก (P<.001) การหมุน ด้านซ้ายและขวา (P<.025) และการ บิดด้านข้างขวา (P=.003) กับ กลุ่ม NHIM สะโพกเอียง ไปด้านหลัง มากกว่า กลุ่ม LHIM (p=.021) การทดสอบทาง คลินิก แสดงให้เห็น ความแข็งแรงของ กล้ามเนื้อการหมุน เข้าด้านใน (iliopsoas) (p=.017), (Hamstring p<.001) เมื่อ เปรียบเทียบกัน ของทั้งสองกลุ่ม

ตารางที่ 2 ตารางสรุปการศึกษาเกี่ยวกับคิเนมาติกส์ในกีฬากอล์ฟ (ต่อ)

ชื่อผู้วิจัย (ปี)	กลุ่มตัวอย่าง	ข้อมูลพื้นฐาน	เครื่องมือวิจัย	ตัวแปร	ผลการศึกษา
Joyce, Chivers, et al. (2016)	N = 35 คน	-นักกีฬากอล์ฟสมัครเล่น -HCP 5±1.9 -อายุ 20 - 25 ปี	กล้องอินฟราเรด 10 ตัว Vicon-Peak Motion analysis 500Hz. (3D), Launch monitor (วัดการเคลื่อนไหวของลูกขณะหน้าไม้ปะทะลูก)	ปัจจัยที่สัมพันธ์กับลำตัวและลำตัวส่วนล่างในการตีกอล์ฟด้วยเครื่อง, Launch monitor	พบความสัมพันธ์ความเร็วการหมุนรอบแกนกลางระหว่างลำตัวและลำตัวส่วนล่าง ( $r(35)=.47, P<.01$ ) และความสัมพันธ์ของปัจจัยตัวแปรลำตัวและลำตัวส่วนล่างในการวิเคราะห์เชิงเส้นกับความเร็วของหัวไม้
กิตติพงษ์ พิชาดุล และ วีรวัฒน์ ลิ้มรุ่งเรืองรัตน์ (2560)	N = 15 คน	-นักกอล์ฟมืออาชีพ -ประสบการณ์การแข่งขันระดับอาชีพ ไม่น้อยกว่า 1 ปี อายุ 22 - 27 ปี	กล้องวิดีโอ 10 ตัว, โปรแกรม Visual 3D	ความเร็วและมุมของสัดส่วนร่างกายระหว่างสวิงสูงสุดกับความเร็วแบบควบคุม	มุมข้อมือ, X-factor ช่วง TB, และช่วงเร่งความเร็วของการสวิงแบบสูงสุดกับแบบควบคุมมีความแตกต่างกันและการสร้างมุมของทุกสัดส่วน ทำให้เพิ่มความเร็วเข้าสู่ช่วงIM

ตารางที่ 2 ตารางสรุปการศึกษาเกี่ยวกับคิเนมาติกส์ในกีฬากอล์ฟ (ต่อ)

ชื่อผู้วิจัย (ปี)	กลุ่ม ตัวอย่าง	ข้อมูลพื้นฐาน	เครื่องมือวิจัย	ตัวแปร	ผลการศึกษา
Sim, Choi, Lee, and Mun (2016)	N= 30 คน แบ่งเป็น นักกอล์ฟ อาชีพ 15 คน นักกอล์ฟ สมัครเล่น 15 คน	-นักกอล์ฟ อาชีพ -นักกอล์ฟ สมัครเล่น	ไม่ระบุ	วิเคราะห์ รูปแบบการ เคลื่อนไหว ของสะโพก กับลำตัว ใน กลุ่ม นักกีฬา กอล์ฟ อาชีพ กับ นักกีฬา กอล์ฟ สมัครเล่น	ไม่พบความ แตกต่างกันอย่างมี นัยสำคัญในรูปแบบ การเคลื่อนไหวการ หมุนระหว่าง backswing ( $p =$ 0.333) ในขณะที่ ในช่วง downswing แต่ พบความแตกต่าง กันอย่างมีนัยสำคัญ ระหว่างกลุ่มมือ อาชีพและกลุ่ม สมัครเล่นในการ เคลื่อนไหวทั้งหมด (งอ / ขยาย: กลุ่ม มืออาชีพ = 187.8 องศา, กลุ่ม สมัครเล่น = 167.4 องศา)

ตารางที่ 2 ตารางสรุปการศึกษาเกี่ยวกับคิเนมาติกส์ในกีฬากอล์ฟ (ต่อ)

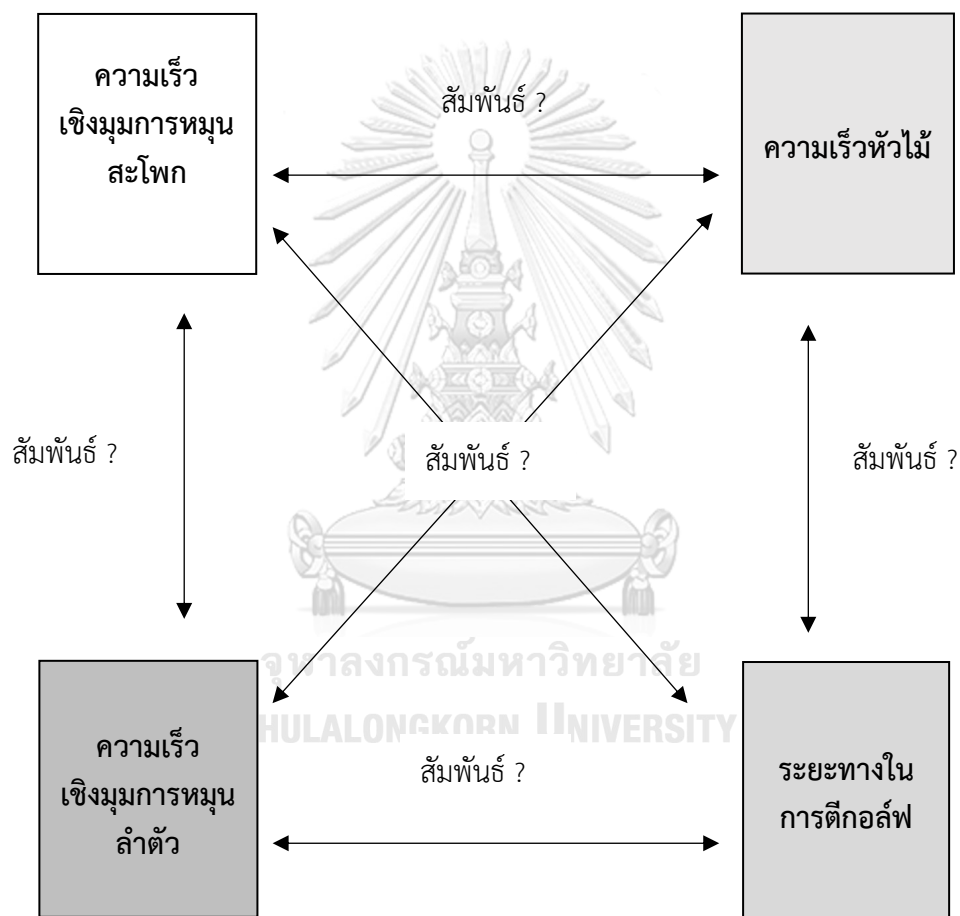
ชื่อผู้วิจัย (ปี)	กลุ่ม ตัวอย่าง	ข้อมูลพื้นฐาน	เครื่องมือวิจัย	ตัวแปร	ผลการศึกษา
Gryc et al. (2017)	N = 3	- นักกอล์ฟ สุขภาพ -นักกอล์ฟ พิการ (perinatal cerebral palsy, multiple sclerosis, below knee lower limb amputee)	3D active markers system CODA Motion System , 200 Hz 2 force plates Kistler 5606	แรง ปฏิกิริยา ตอบสนอง ระยะทาง , ความเร็ว หัวไม้	การวิเคราะห์ ANOVA ไม่ได้ แสดงความแตกต่างของความเร็วของหัวไม้ และ ระยะห่างของลูกทั้งหมดจากหลุม ค่าสัมประสิทธิ์ของความแปรปรวน (CV) คือ CV = 0.5% หรือดีกว่า ในทั้งสองกลุ่ม
Lamb and Pataky (2018)	N = 16 คน	HCP เฉลี่ย 4.1	Electromagnetic motion tracking system 8 ช่อง (240Hz) และ เซ็นเซอร์ 5 บริเวณ	ระยะทางการตี กอล์ฟด้วย เหล็ก 5,6 ใน 3 แบบ (6 และ 60 ครั้ง)	ไม่พบความแตกต่างกันของ X-factor กับหัวไม้ แต่พบความแตกต่างของหัวไม้กับการสวิง และพบการเคลื่อนไหวแบบ Stretch shortening cycle ในช่วง DS

N= จำนวนกลุ่มตัวอย่าง, AD = Address, BS = Backswing, TP = Top-backswing,

DS = Downswing, IM = Impact และ FW = Follow through, HCP = Handicaps

จากการศึกษาทั้งหมดที่ผ่านมาพบเพียงการศึกษาเกี่ยวกับคิเนมาติกส์ของตัวแปรต่าง ๆ ของมุมการเคลื่อนไหวของร่างกายและรูปแบบขั้นตอนการเคลื่อนไหว แต่ยังไม่พบการศึกษาใดที่ศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเชิงมุมการหมุนสะโพกและลำตัวส่วนบน กับความเร็วหัวไม้และระยะทางในการตีกอล์ฟ จึงทำให้เกิดแนวความคิดหาความสัมพันธ์ของตัวแปรดังต่อไปนี้ (ภาพที่ 11)

กรอบแนวความคิด



ภาพที่ 11 แสดงกรอบแนวความคิด

### บทที่ 3

#### วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเชิงมุมการหมุนสะโพก, ความเร็วเชิงมุมการหมุนลำตัว กับความเร็วหัวไม้ และระยะทางในการตีกอล์ฟ ซึ่งมีเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังหัวข้อหลักต่อไปนี้

1. ประชากร กลุ่มตัวอย่างและวิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่าง
2. เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย
3. ข้อมูลในการศึกษา
4. ขั้นตอนการวิจัย
5. การวิเคราะห์ข้อมูล

#### ประชากร กลุ่มตัวอย่างและวิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่าง

##### ประชากร

นักกอล์ฟสมัครเล่นเพศชาย สัญชาติไทย

##### กลุ่มตัวอย่าง

นักกอล์ฟสมัครเล่น อายุ 18 – 35 ปี จำนวน 19 คน การกำหนดขนาดตัวอย่างสามารถทำได้จากการหาขนาดของกลุ่มตัวอย่าง ใช้โปรแกรม G\*Power version 3.1.9.2 กำหนดค่าระดับนัยสำคัญทางสถิติที่  $\alpha = 0.05$  และค่า Power 0.8 คำนวณ Effect size = 0.3 โดยงานวิจัยก่อนหน้านี้ที่คล้ายงานวิจัยนี้ ใช้กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 14 คน ซึ่งในงานวิจัยเรื่องนี้จากการคำนวณ ใช้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 19 คน

ผู้วิจัยจะใช้การประชาสัมพันธ์ผ่านชมรมกีฬากอล์ฟ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ และสมาคมกอล์ฟธรรมศาสตร์ในการหากลุ่มตัวอย่างในงานวิจัยครั้งนี้ โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นการเข้าร่วมเป็นอาสาสมัครเพื่อเข้าร่วมงานวิจัย

#### เกณฑ์คัดเลือกเข้า (inclusion criteria)

1. เป็นนักกอล์ฟสมัครเล่น เพศชาย
2. ถนัดขวา
3. อายุ 18 – 35 ปี
4. มีใบรับรองจากสมาคมว่ามี แต้้มต่อหรือแชนดิแคป (Handicap) 0 – 12 หรือมีผลการแข่งขันในลำดับ flight A (แต้้มต่อหรือแชนดิแคป (Handicap) 0 – 12) ในการแข่งขันระดับเยาวชน หรือการแข่งขันภายในประเทศ หรือระดับชาติ หรือระดับนานาชาติ เป็นต้น อย่างน้อย 3 รายการ
5. เป็นผู้ที่ลงนามในใบยินยอมเข้าร่วมการศึกษาวิจัยด้วยความเต็มใจ
6. ไม่มีอาการบาดเจ็บ ของรยางค์ส่วนบนและส่วนล่างของร่างกายจนไม่สามารถตีกอล์ฟได้ตามปกติ

#### เกณฑ์คัดเลือกรอกจากการศึกษา (exclusion criteria)

1. ขอลอนตัวออกจากการศึกษาวิจัยด้วยเหตุผลใด ๆ ก็ตาม หรือผู้วิจัยจะคัดเลือกรอกจากโครงการวิจัยผู้วิจัย หากมีอาการบาดเจ็บของรยางค์ส่วนบนและส่วนล่างของร่างกายจนไม่สามารถตีกอล์ฟได้ตามปกติ

หากมีผู้สมัครสนใจเข้าร่วมซึ่งมีคุณสมบัติตรงตามเกณฑ์ที่ต้องการเกินกว่า 19 คน ผู้วิจัยจะตัดออกโดยการสุ่มแบบจับฉลากเนื่องจากการศึกษาวิจัยครั้งนี้เป็นการหาความสัมพันธ์ของพารามิเตอร์สามตัวแปร คือ ความเร็วเชิงมุมของการหมุนสะโพกและลำตัวส่วนบน, ความเร็วหัวไม้กอล์ฟ และระยะทางในการตีกอล์ฟ

### เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. เครื่องและโปรแกรมวิเคราะห์ Program: P3ProSwing Golf Simulator ยี่ห้อ P3 ProSwing ผลิตจากประเทศสหรัฐอเมริกา
2. กล้องอินฟราเรด 7 ตัว ความถี่ 100 Hz
3. Vicon Nexus 1.4 (Brand model version Mx firmware version 2.13) ผลิตจากประเทศสหรัฐอเมริกา
4. แผ่นวัดแรงปฏิกิริยา Force plate 2 แผ่น (ยี่ห้อ Kistler 1000 Hz ผลิตจากประเทศสวิตเซอร์แลนด์)
5. หล่อกว้างสำหรับฝึกซ้อมกอล์ฟ ขนาดกว้าง 1.5 เมตร ยาว 1.5 เมตร จำนวน 1 แผ่น
6. แท่นตั้งที่
7. ตาข่ายดักลูก
8. ลูกกอล์ฟ ยี่ห้อ SRIXON
9. ไม้หัวไม้ 1 ยี่ห้อ TAYLORMADE รุ่น R360Ti
10. Marker ขนาด 14 mm. จำนวน 7 ตัว

### ข้อมูลในการศึกษา

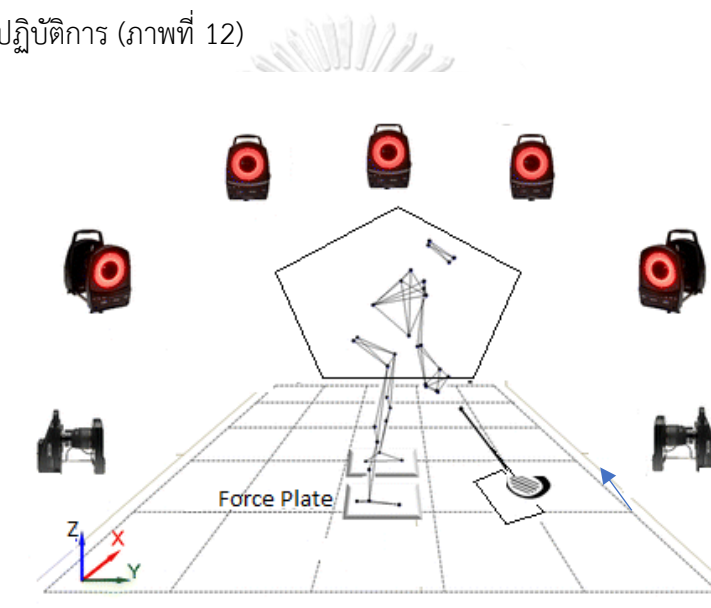
การศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเชิงมุมการหมุนสะโพกและลำตัวส่วนบน มีความสัมพันธ์กับความเร็วหัวไม้และระยะทางในการตีกอล์ฟ วิเคราะห์จากพิกัดของ MARKERS จำนวน 7 จุด ประกอบด้วย ส่วนแรกคือ บริเวณสะโพก ปุ่มกระดูกบริเวณสะโพกด้านหน้าซ้าย LASI (Left ASIS), ปุ่มกระดูกบริเวณสะโพกด้านหน้าขวา RASI (Right ASIS), ปุ่มกระดูกบริเวณสะโพกด้านหลังซ้าย LPSI (Left PSIS), ปุ่มกระดูกบริเวณสะโพกด้านหลังขวา RPSIS (Right PSIS) และส่วนที่สอง คือบริเวณลำตัวส่วนบน ปุ่มกระดูกบริเวณข้อไหล่ด้านซ้ายและด้านขวา LSHO, RSHO (Placed on the Acromio-clavicular joint) และปุ่มกระดูกบริเวณหน้าอก STRN (Sternum) ในช่วง Downswing และข้อมูลความเร็วหัวไม้และระยะทางในขณะตีกอล์ฟ



## ขั้นตอนการวิจัย

### 1. ขั้นตอนการเตรียมตัว

- 1.1. กลุ่มตัวอย่างในงานวิจัยครั้งนี้เป็นกลุ่มตัวอย่างของนักกีฬากอล์ฟสมัครเล่น ที่อาสาสมัครเข้าร่วมงานวิจัย
- 1.2. ผู้วิจัยชี้แจงรายละเอียดและวัตถุประสงค์ของงานวิจัยให้กลุ่มตัวอย่างให้ทราบวัตถุประสงค์และ ขั้นตอนในการทดสอบอย่างละเอียด
- 1.3. ให้กลุ่มตัวอย่างอ่านข้อมูลและลงนามยินยอมในโครงการวิจัย โดยการเก็บข้อมูลจะเก็บในห้องปฏิบัติการ (ภาพที่ 12)



ภาพที่ 12 แสดงแผนผังการเก็บข้อมูล

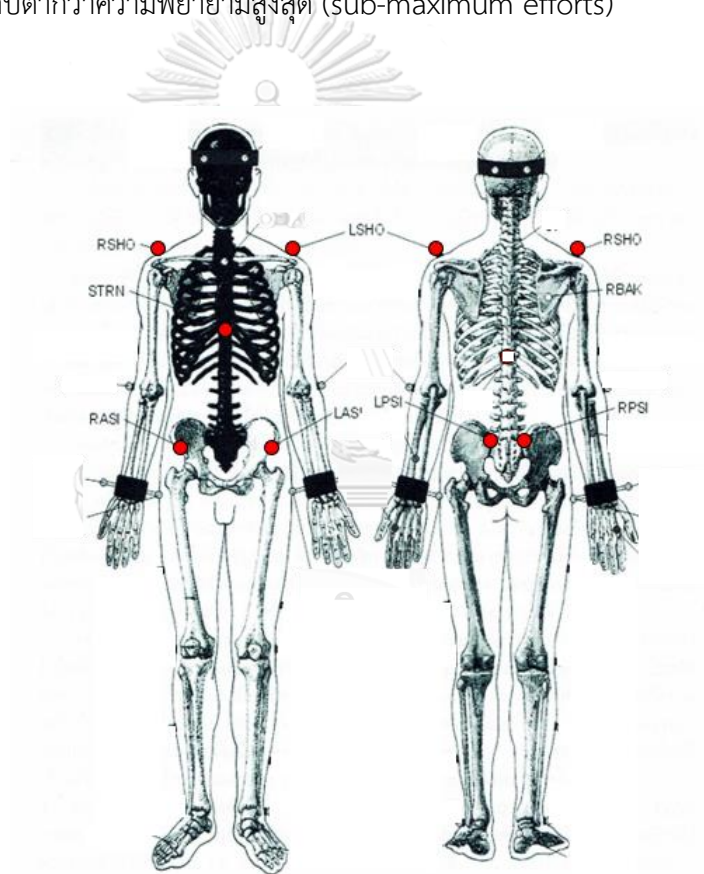
### 2. ขั้นตอนการเก็บข้อมูล

- 2.1. เมื่อกลุ่มตัวอย่างเข้าใจรายละเอียดต่าง ๆ และลงนามในใบยินยอมเข้าร่วมงานวิจัยแล้ว
- 2.2. กลุ่มตัวอย่างกรอกแบบสอบถามข้อมูลส่วนตัว ประกอบด้วย อายุ, น้ำหนัก, ส่วนสูง แต้มต่อ หรือ แชนดิแคป (Handicap) ประสบการณ์การเล่น ความถี่ในการฝึกซ้อมและประวัติการบาดเจ็บ
- 2.3. ผู้วิจัยจะให้กลุ่มตัวอย่างใส่เสื้อฝ้ายรัดรูปสีดำที่เตรียมไว้ เพื่อลดแสงสะท้อนรบกวนของวัตถุนั้น ๆ และถุงมือสำหรับตีกอล์ฟ และ หลังจากนั้นติดมาร์กเกอร์เพื่อระบุตำแหน่งของข้อต่อ จำนวน 7 มาร์กเกอร์ ดังรูปภาพที่ 13 ประกอบด้วยตำแหน่ง บริเวณสะโพก ปุ่มกระดูกบริเวณสะโพกด้านหน้า

ซ้าย LASI (Left ASIS), ปุ่มกระดูกบริเวณสะโพกด้านหน้าขวา RASI (Right ASIS), ปุ่มกระดูกบริเวณสะโพกด้านหลังซ้าย LPSI (Left PSIS), ปุ่มกระดูกบริเวณสะโพกด้านหลังขวา RPSIS (Right PSIS) และส่วนที่สอง คือบริเวณลำตัวส่วนบน ปุ่มกระดูกบริเวณข้อไหล่ด้านซ้ายและด้านขวา LSHO, RSHO (Placed on the Acromio-clavicular joint) และปุ่มกระดูกบริเวณหน้าอก STRN (Sternum)

2.4. กลุ่มตัวอย่างยึดกล้ามเนื้อตามลำดับที่กำหนด จำนวน 10 ท่า ทำละ 15-20 วินาที ดังรูปภาพที่ 14 (Walker, 2007)

2.5. กลุ่มตัวอย่างจะซ้อมตีกอล์ฟนัดขวา ดังนั้นจึงตีกอล์ฟไปทิศทางด้านซ้าย จำนวน 5 ครั้ง ด้วยแรงระดับต่ำกว่าความพยายามสูงสุด (sub-maximum efforts)



ภาพที่ 13 ตำแหน่งในการติด Marker 7 ตัว (plug-in-Gait)



ภาพที่ 14 ท่าทางการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ (Walker, 2007)

### 3. เริ่มทำการเก็บข้อมูล

3.1. กลุ่มตัวอย่างทำท่าทางการ Calibration บนแผ่นวัดแรง (force plate) ในท่ากางแขนทั้งสองข้างตั้งฉากกับลำตัว เพื่อให้ผู้วิจัยทำการบันทึกพิกัดตำแหน่งของกลุ่มตัวอย่าง ในการทดสอบ ผู้วิจัยจะให้กลุ่มตัวอย่างยืนบนแผ่นวัดแรง (force plate) 2 แผ่น (ยี่ห้อ Kistler ความถี่ 1000 Hz) เพื่อบันทึกการถ่ายโอนน้ำหนักในขณะตีกอล์ฟ จากนั้นให้กลุ่มตัวอย่างตีกอล์ฟไปทิศทางด้านซ้ายจำนวน 3 ครั้งด้วยแรงที่มากที่สุด (maximum efforts) โดยจะมีการพัก 1 นาทีระหว่างการตี โดยในขณะทดสอบผู้วิจัยจะบันทึกข้อมูลการเคลื่อนไหว (ภาพที่ 15) โดยใช้โปรแกรมการวิเคราะห์ 3 มิติ (body builder version 2.13) ประกอบด้วยกล้องอินฟราเรด จำนวน 7 ตัว ความถี่ 100 Hz เพื่อวิเคราะห์การเคลื่อนไหว พร้อมกับบันทึกการถ่ายน้ำหนักในการตีกอล์ฟ



ภาพที่ 15 ตัวอย่างการเคลื่อนไหวของกลุ่มตัวอย่างในแต่ละช่วง ขณะตีกอล์ฟ

3.2 ผู้วิจัยทำการตรวจสอบความครบถ้วนของข้อมูลจากเครื่องและโปรแกรม P3 Pro Swing Golf Simulator ข้อมูลความเร็วหัวไม้ โดยเริ่มคำนวณความเร็วหัวไม้ตั้งแต่ท่าเริ่มต้นไปถึงตำแหน่งหัวไม้ปะทะกับลูกกอล์ฟ, ระยะทางในการตีกอล์ฟ โดยใช้เครื่องมือเช่นเดียวกับงานวิจัยของ Sommer และ Rönngqvist (Sommer & Rönngqvist, 2009) โปรแกรม Vicon ที่บันทึกพิกัดของตำแหน่งมาร์คเกอร์ โดยตรวจสอบข้อมูลภายหลังการเก็บข้อมูลทุกครั้ง หากข้อมูลไม่ครบถ้วนจะขอให้กลุ่มตัวอย่างทำทดสอบเพิ่มเติม จากนั้นนำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์และสรุปผล

3.3 ภายหลังจากทดสอบการตีกอล์ฟ กลุ่มตัวอย่างทำการ Cool down 10 – 15 นาที ด้วยการยืดเหยียดกล้ามเนื้อจำนวน 10 ท่า ตามที่กำหนด

#### 4. การวิเคราะห์ข้อมูลความเร็วเชิงมุม

##### 4.1. การหาความเร็วเชิงมุม

4.1.1. การหาความเร็วเชิงมุมของการหมุนข้อสะโพก ผู้วิจัยนำข้อมูลมาจากการบันทึกการวิเคราะห์ 3 มิติของโปรแกรม Vicon Nexus ข้อมูลที่ได้เป็นค่าพิกัด (x, y, z) และทำการกำหนดตำแหน่งของข้อสะโพกให้เกิดระนาบโดยใช้มาร์คเกอร์ 4 จุด ณ ตำแหน่งเพื่อนำมาคำนวณเวกเตอร์ต่อไปนี้

- LASI (Left ASIS) ( $x_{LASI}$ ,  $y_{LASI}$ ,  $z_{LASI}$ )
- RASI (Right ASIS) ( $x_{RASI}$ ,  $y_{RASI}$ ,  $z_{RASI}$ )
- LPSI (Left PSIS) ( $x_{LPSI}$ ,  $y_{LPSI}$ ,  $z_{LPSI}$ )
- RPIS (Right PSIS) ( $x_{RPIS}$ ,  $y_{RPIS}$ ,  $z_{RPIS}$ )

4.1.1.1 จากมาร์คเกอร์ทั้ง 4 จุด จากนั้นผู้วิจัยสร้างระนาบของข้อสะโพกจากจุด 3 จุดตามหลักการของเวกเตอร์ โดยมาร์คเกอร์ที่นำมาสร้างคือ ตำแหน่งของมาร์คเกอร์ LASI และ RASI และสร้างมาร์คเกอร์เสมือนจาก PSI ทั้งสองข้างขึ้น (PSI) โดยการหาระยะทางเฉลี่ยจากค่า LPSI และ RPIS จากนั้นนำจุดทั้ง 3 จุดไปสร้างเวกเตอร์ 3 อัน (A, B และ C) ดังนี้

$$A = (x_{LASI} - x_{RASI}) i + (y_{LASI} - y_{RASI}) j + (z_{LASI} - z_{RASI}) k$$

$$B = (x_{PSI} - x_{LASI}) i + (y_{PSI} - y_{LASI}) j + (z_{PSI} - z_{LASI}) k$$

$$\text{และ } C = (x_{PSI} - x_{RASI}) i + (y_{PSI} - y_{RASI}) j + (z_{PSI} - z_{RASI}) k$$

$$\text{สร้างระนาบจาก } n_x(x-Ax) + n_y(y-Ay) + n_z(z-Az) = 0$$

เมื่อ  $n = AB \times AC$  โดย  $AB = A - B$  และ  $AC = A - C$  โดย  $n$  คือเวกเตอร์ตั้งฉากกับระนาบสะโพก (normal vector)

4.1.1.2 ระยะทางเชิงมุมของข้อสะโพกสามารถหาได้จากการทำ dot product ของเวกเตอร์ตั้งฉากกับระนาบสะโพกขณะทำท่า top back swing  $\|A\|$  และในขณะทำท่า impact  $\|B\|$  โดยระยะทางเชิงมุมสามารถหาได้จากสมการ ( $\cos \theta$ )

$$\cos \theta = \frac{a_x b_x + a_y b_y + a_z b_z}{\|A\| \|B\|}$$

$$\text{เมื่อ } \|A\| = \sqrt{a_x^2 + a_y^2 + a_z^2}$$

$$\|B\| = \sqrt{b_x^2 + b_y^2 + b_z^2}$$

Angular velocity แปลงข้อมูลจากเรเดียนเป็นมุมมองศาได้ โดยสมการดังต่อไปนี้

$$\text{Radius} = \text{ACOS} (\text{Cosine of angle})$$

$$\text{Degree} = (\text{Radius}) * (180/3.14)$$

$$\text{Angular velocity} = \frac{\text{มุมมองศาที่เปลี่ยนแปลงไป/ระยะเวลาต่างของจุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุด}}{\text{ระยะเวลาในช่วง Downswing}}$$

ความเร็วเชิงมุมของข้อสะโพกหาได้จากระยะทางเชิงมุมของการหมุนข้อสะโพกในข้อ 3 หารด้วยเวลาในช่วง Downswing

4.1.2 การหาความเร็วเชิงมุมของการหมุนลำตัวส่วนบน ขั้นตอนการหาความเร็วเชิงมุมของการหมุนลำตัวส่วนบนสามารถหาได้จากวิธีการหาความเร็วเชิงมุมของการหมุนข้อสะโพก โดยหาได้จากมาร์กเกอร์ สามจุดของลำตัวส่วนบนได้แก่

LSHO, RSHO (Placed on the Acromio-clavicular joint)

และ STRN (Sternum)

โดยการหาเวกเตอร์ ABC ของลำตัวส่วนบน จะเปลี่ยนเป็น

$$A = (x_{LSHO} - x_{RSHO}) i + (y_{LSHO} - y_{RSHO}) j + (z_{LSHO} - z_{RSHO}) k$$

$$B = (x_{LSHO} - x_{STRN}) i + (y_{LSHO} - y_{STRN}) j + (z_{LSHO} - z_{STRN}) k$$

$$C = (x_{RSHO} - x_{STRN}) i + (y_{RSHO} - y_{STRN}) j + (z_{RSHO} - z_{STRN}) k$$

เมื่อหาเวกเตอร์ทั้งสามตัวได้แล้ว ผู้วิจัยจะดำเนินการตามขั้นตอน 2, 3 และ 4 สำหรับการหาความเร็วเชิงมุมของการหมุนลำตัวส่วนบนต่อไป

4.2 ข้อมูลความเร็วหัวไม้, ระยะทาง เป็นข้อมูลที่แสดงออกมาจากโปรแกรม P3 Pro Swing Golf Simulator ซึ่งเป็นโปรแกรมที่จำลองระยะทางและความเร็วในการตีโดยวิเคราะห์มาเครื่องเซนเซอร์ที่วางบริเวณพื้นโดยวัดความเร็วจากการเคลื่อนที่ของหัวไม้กอล์ฟผ่านเซนเซอร์ โดยเครื่องมือจะส่งและแสดงข้อมูลความเร็วหัวไม้กับระยะทางในการตีกอล์ฟ (Sommer & Rönqvist, 2009) ซึ่งโปรแกรม Vicon Nexus จะได้ข้อมูลพิกัด (x, y, z) ของตำแหน่งมาร์คเกอร์ ส่วนของสะโพกและลำตัวส่วนบนมาคำนวณหาเวกเตอร์ตั้งที่กล่าวมาด้านบน เพื่อหาความเร็วเชิงมุมของการหมุนสะโพก, ลำตัวส่วนบน และแรงปฏิกิริยาจากพื้น และนำข้อมูลจาก Vicon Nexus ไฟล์นามสกุล .c3d มาวิเคราะห์สร้างภาพจำลองด้วยโปรแกรม Mokka จากนั้นนำข้อมูลที่ได้อิงวิเคราะห์และสรุปผล

### การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป SPSS 21.0 ข้อมูลพื้นฐานเช่น อายุ น้ำหนัก ส่วนสูง จากการตอบแบบสอบถามนำมาวิเคราะห์สถิติโดยหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ก่อนทดสอบทางสถิติผู้วิจัยได้ทดสอบข้อมูลและมีการกระจายของข้อมูลแบบปกติ และนำข้อมูลที่ทำการบันทึกเลือกครั้งที่ระทางทางการตีกอล์ฟที่ดีที่สุดของแต่ละคน มาวิเคราะห์หา

ความสัมพันธ์กำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติที่  $p < 0.05$  เพื่อหาค่าความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเชิงมุมในการหมุนสะโพก, ความเร็วเชิงมุมในการหมุนลำตัวส่วนบน, ความเร็วหัวไม้ และระยะทางในการตีกอล์ฟโดยใช้สถิติ correlation coefficient

การบอกระดับหรือขนาดของความสัมพันธ์ จะใช้ตัวเลขของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์หากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มีค่าเข้าใกล้ -1 หรือ 1 แสดงถึงการมีความสัมพันธ์กันในระดับสูง แต่หากมีค่าเข้าใกล้ 0 แสดงถึงการมีความสัมพันธ์กันในระดับน้อย หรือไม่มีเลยสำหรับการพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์โดยทั่วไปอาจใช้เกณฑ์ดังนี้ (Hinkle, 2002)

ค่า r	ระดับของความสัมพันธ์
.90 - 1.00	มีความสัมพันธ์กันสูงมาก
.70 - .90	มีความสัมพันธ์กันในระดับสูง
.50 - .70	มีความสัมพันธ์กันในระดับปานกลาง
.30 - .50	มีความสัมพันธ์กันในระดับต่ำ
.00 - .30	มีความสัมพันธ์กันในระดับต่ำมาก

ตารางที่ 3 การหาความสัมพันธ์ของตัวแปรของการศึกษา

	ความเร็วเชิงมุม การหมุนสะโพก	ความเร็วเชิงมุม การหมุนลำตัว ส่วนบน	ความเร็วหัวไม้	ระยะทาง
ความเร็วเชิงมุมการ หมุนสะโพก	-	x	x	x
ความเร็วเชิงมุมการ หมุนลำตัวส่วนบน		-	x	x
ความเร็วหัวไม้			-	x
ระยะทาง				-

## บทที่ 4

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเชิงมุมการหมุนสะโพก, ความเร็วเชิงมุมการหมุนลำตัว กับความเร็วหัวไม้ และระยะทางในการตีกอล์ฟ ในนักกีฬา กอล์ฟ อายุ 18 – 25 ปี ผู้วิจัยได้ทำการเก็บข้อมูลและดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติผลจากการวิเคราะห์ข้อมูล โดยนำเสนอในรูปแบบของตารางประกอบความเรียงและแผนภูมิกราฟ 5 ช่วงดังนี้

1. ลักษณะทั่วไปของผู้เข้าร่วมงานวิจัย
2. ความเร็วเชิงมุมการหมุนสะโพกและความเร็วเชิงมุมการหมุนลำตัวส่วนบน
3. ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเชิงมุมการหมุนสะโพก, ความเร็วเชิงมุมการหมุนลำตัวส่วนบน, ความเร็วหัวไม้ และระยะทางในการตีกอล์ฟ
4. การถ่ายโอนน้ำหนักขณะตีกอล์ฟ
5. รูปแบบการเคลื่อนไหวแบบคิเนมาติกส์

#### ลักษณะทั่วไปของผู้เข้าร่วมงานวิจัย

ตารางที่ 4 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Mean  $\pm$  SD) ของอายุ (Age), น้ำหนัก (Weight), ส่วนสูง (Height) ความเร็วหัวไม้ และระยะทางในการตีกอล์ฟ

กลุ่มตัวอย่าง (N = 19)	ค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
อายุ (ปี)	20.95 $\pm$ 2.31
น้ำหนัก (กิโลกรัม)	64.09 $\pm$ 4.23
ส่วนสูง (เซนติเมตร)	174.35 $\pm$ 4.80
ความเร็วหัวไม้ (เมตรต่อวินาที)	46.93 $\pm$ 2.23
ระยะทางในการตีกอล์ฟ (เมตร)	253.22 $\pm$ 11.3



จากตารางที่ 4 แสดงให้เห็นว่าผู้เข้าร่วมงานวิจัยเป็นนักกีฬาออลฟลิมัครเล่นเพศชาย จำนวน 19 คน อายุเฉลี่ย  $20.95 \pm 2.31$  ปี, น้ำหนักเฉลี่ย  $64.09 \pm 4.23$  กิโลกรัม, ส่วนสูงเฉลี่ย  $174.35 \pm 4.80$  เซนติเมตร, ความเร็วหัวไม้เฉลี่ย  $46.93 \pm 2.23$  เมตรต่อวินาที และระยะทางในการตีกอล์ฟ  $253.22 \pm 11.3$  เมตร

### ความเร็วเชิงมุมการหมุนสะโพกและความเร็วเชิงมุมการหมุนลำตัวส่วนบน ระยะทางและระยะเวลา ในช่วง Downswing

ตารางที่ 5 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Mean  $\pm$  SD) ของความเร็วเชิงมุมการหมุนสะโพกและความเร็วเชิงมุมการหมุนลำตัวส่วนบน ระยะทางเชิงมุมและเวลา ในช่วง Downswing

ตัวแปร	ค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	Downswing
ความเร็วเชิงมุมการหมุนสะโพก (องศาต่อวินาที)	$129.82 \pm 49.05$
ความเร็วเชิงมุมการหมุนลำตัวส่วนบน (องศาต่อวินาที)	$427.62 \pm 103.72$
ระยะทางเชิงมุมสะโพก (องศา)	$43.97 \pm 4.79$
ระยะทางเชิงมุมลำตัวส่วนบน (องศา)	$117.37 \pm 16.49$
ระยะเวลา (วินาที)	$0.27 \pm 0.04$

จากตารางที่ 5 แสดงให้เห็นค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความเร็วเชิงมุมการหมุนสะโพก และความเร็วเชิงมุมการหมุนลำตัวกับความเร็วหัวไม้และระยะทางในการตีกอล์ฟ โดยงานวิจัยนี้ศึกษาในช่วง Downswing ซึ่งมีความเร็วเชิงมุมการหมุนสะโพกเฉลี่ย 129.82 องศาต่อวินาที และความเร็วเชิงมุมการหมุนลำตัวส่วนบนเฉลี่ย 427.62 องศาต่อวินาที

**ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเชิงมุมการหมุนสะโพก, ความเร็วเชิงมุมการหมุนลำตัวส่วนบน, ความเร็วหัวไม้ และระยะทางในการตีกอล์ฟ**

ความเร็วเชิงมุมการหมุนสะโพก, ความเร็วเชิงมุมการหมุนลำตัวส่วนบน, ความเร็วหัวไม้ และระยะทางในการตีกอล์ฟในนักกีฬาอาชีพสมัครเล่นเพศชาย ทดสอบการกระจายตัวของข้อมูลโดยสถิติ Kolmogorov-Smirnov Goodness of Fit test (K-S test) พบการกระจายตัวของข้อมูลเป็นแบบปกติ ดังนั้นผู้วิจัยจึงใช้สถิติ Pearson correlation coefficient หาค่าความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเชิงมุมการหมุนสะโพก, ความเร็วเชิงมุมการหมุนลำตัวส่วนบน, ความเร็วหัวไม้ และระยะทางในการตีกอล์ฟ

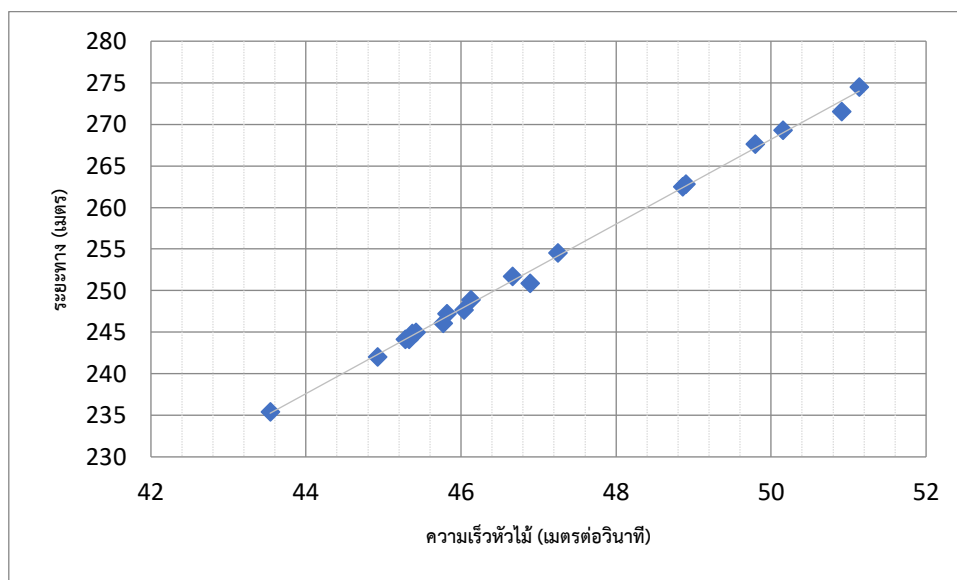
ตารางที่ 6 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเชิงมุมการหมุนสะโพก, ความเร็วเชิงมุมการหมุนลำตัวส่วนบน, ความเร็วหัวไม้และระยะทาง

correlation (r)	ความเร็ว เชิงมุมในการ หมุนสะโพก	ความเร็ว เชิงมุมในการ หมุนลำตัว ส่วนบน	ความเร็วหัว ไม้	ระยะทาง ในการตี กอล์ฟ
ความเร็วเชิงมุมการหมุนสะโพก	-	.83**	.55*	.53*
ความเร็วเชิงมุมการหมุนลำตัว ส่วนบน		-	.26	.24
ความเร็วหัวไม้			-	.99**
ระยะทางในการตีกอล์ฟ				-

หมายเหตุ: \*\* สัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ  $p\text{-value} \leq 0.01$ , \* สัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ  $p\text{-value} \leq 0.05$

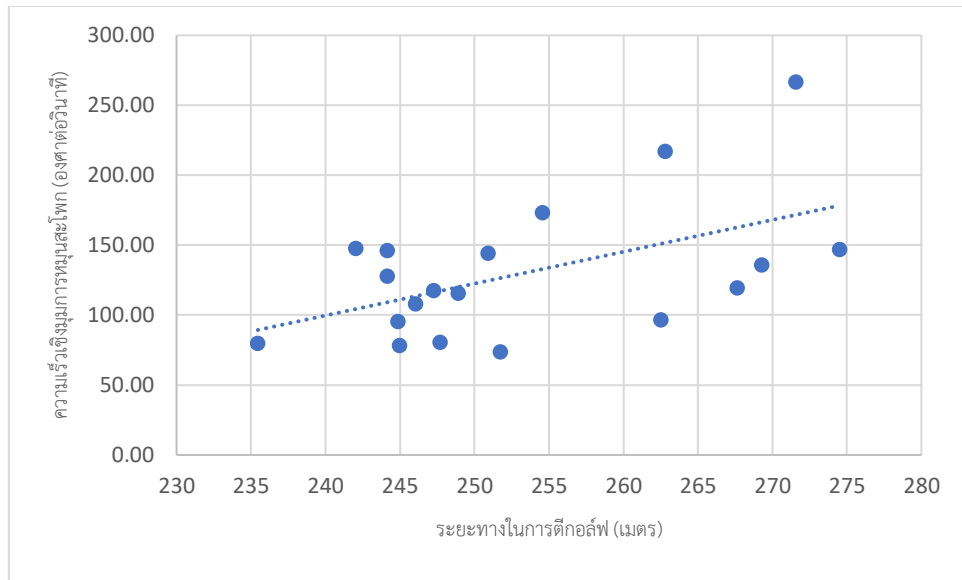
ตารางที่ 6 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางในการตี ความเร็วหัวไม้ ความเร็วเชิงมุมในการหมุนสะโพก และความเร็วเชิงมุมในการหมุนลำตัวส่วนบน จากตารางพบว่าความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางในการตีกอล์ฟและความเร็วหัวไม้อยู่ในระดับสูง ( $r=.99$ ,  $p\text{-value} \leq 0.01$ ) พบความเร็วเชิงมุมในการหมุนสะโพก และความเร็วเชิงมุมในการหมุนลำตัวส่วนบนอยู่ในระดับสูง ( $r=.83$ ,  $p$ -

value  $\leq 0.01$ ) พบความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเชิงมุมในการหมุนสะโพกและความเร็วหัวไม้ในระดับปานกลาง ( $r = .55$ ,  $p\text{-value} \leq .05$ ) และพบความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเชิงมุมในการหมุนสะโพกและระยะทางในการตีกอล์ฟในระดับปานกลาง ( $r = .53$ ,  $p\text{-value} \leq .05$ ) แต่อย่างไรก็ตามไม่พบความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างความเร็วเชิงมุมในการหมุนลำตัวส่วนบนกับความเร็วหัวไม้และระยะทางในการตีกอล์ฟ



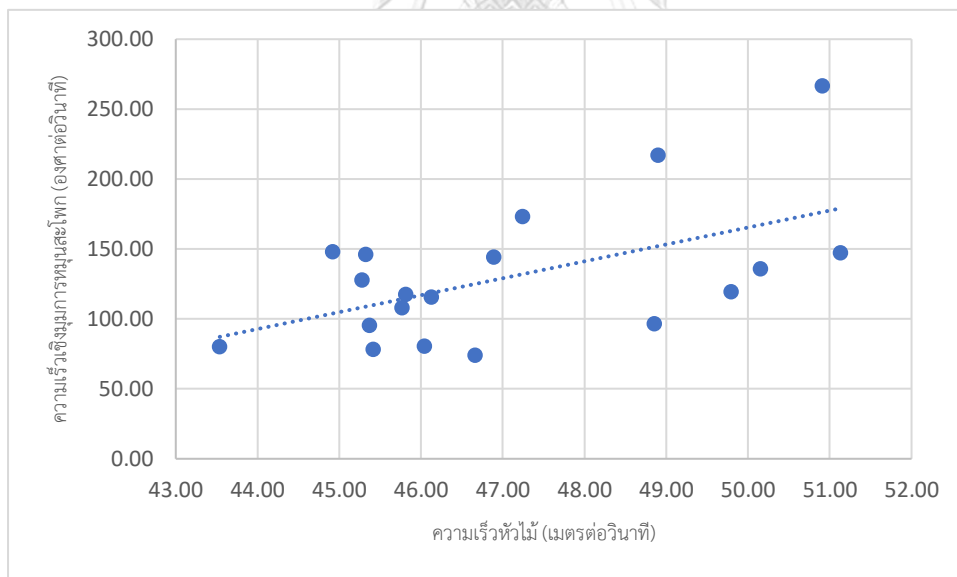
ภาพที่ 16 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วหัวไม้ และระยะทางในการตีกอล์ฟ ของนักกีฬา กอล์ฟ

จากภาพที่ 16 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วหัวไม้ และระยะทางในการตีกอล์ฟ จากตารางพบว่าความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วหัวไม้ และระยะทางในการตีกอล์ฟ ของการตีกอล์ฟแบบเต็มทีของนักกีฬา กอล์ฟ มีความสัมพันธ์ระดับสูงที่ ( $r = 0.99$ ,  $p\text{-value} \leq 0.01$ )



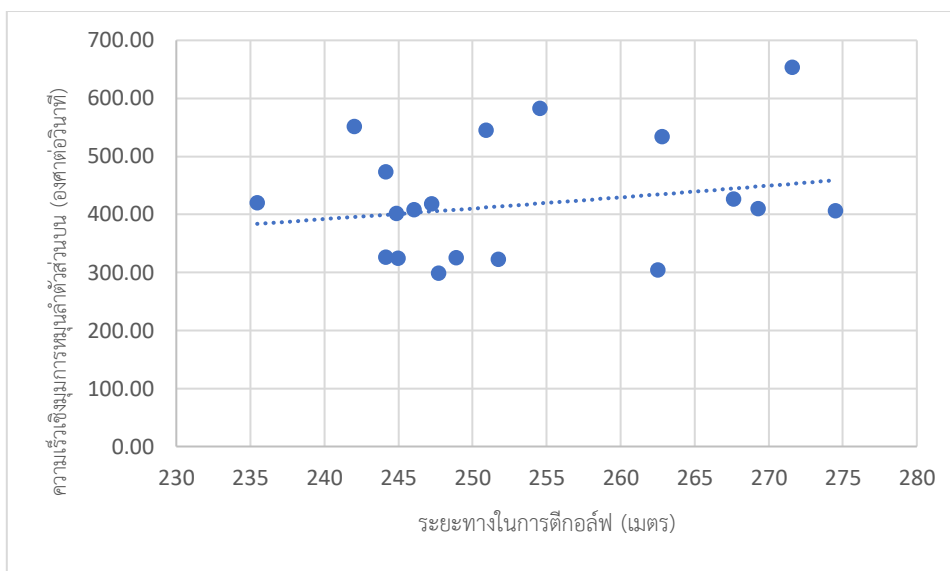
ภาพที่ 17 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเชิงมุมการหมุนสะโพกกับระยะทาง

จากภาพที่ 17 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางในการตี และความเร็วเชิงมุมในการหมุนสะโพก จากตารางพบว่าความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเชิงมุมการหมุนสะโพกกับระยะทางในการตีกอล์ฟในนักกีฬาอาชีพแสดงให้เห็นความสัมพันธ์ระดับปานกลาง ( $r=.53$ ,  $p\text{-value} \leq 0.05$ )



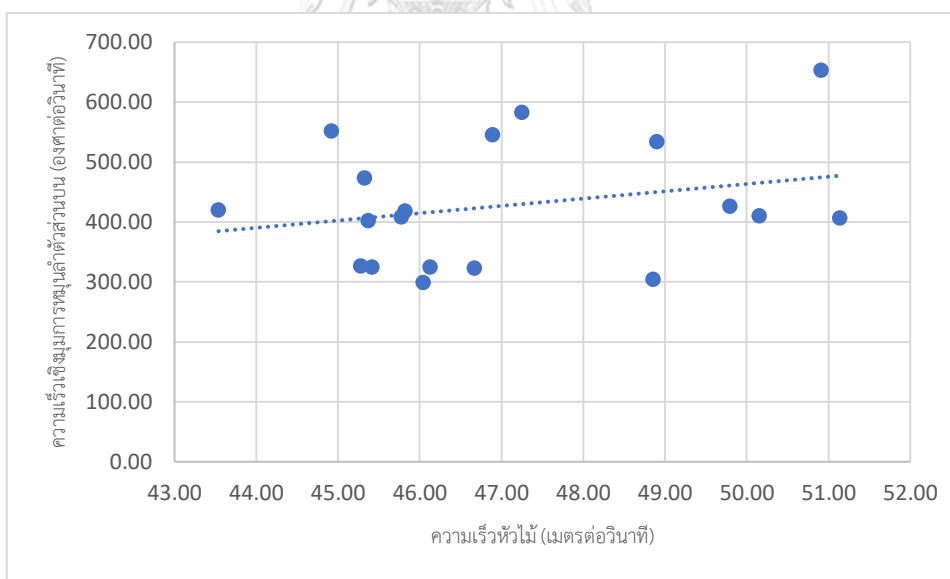
ภาพที่ 18 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเชิงมุมการหมุนสะโพกกับความเร็วหัวไม้

จากภาพที่ 18 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ความเร็วหัวไม้ และความเร็วเชิงมุมในการหมุนสะโพก จากตารางพบว่าความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเชิงมุมการหมุนสะโพกกับความเร็วหัวไม้ ในนักกีฬาอาชีพ แสดงให้เห็นความสัมพันธ์ระดับปานกลาง  $r=.55$ ,  $p\text{-value} \leq 0.05$ )



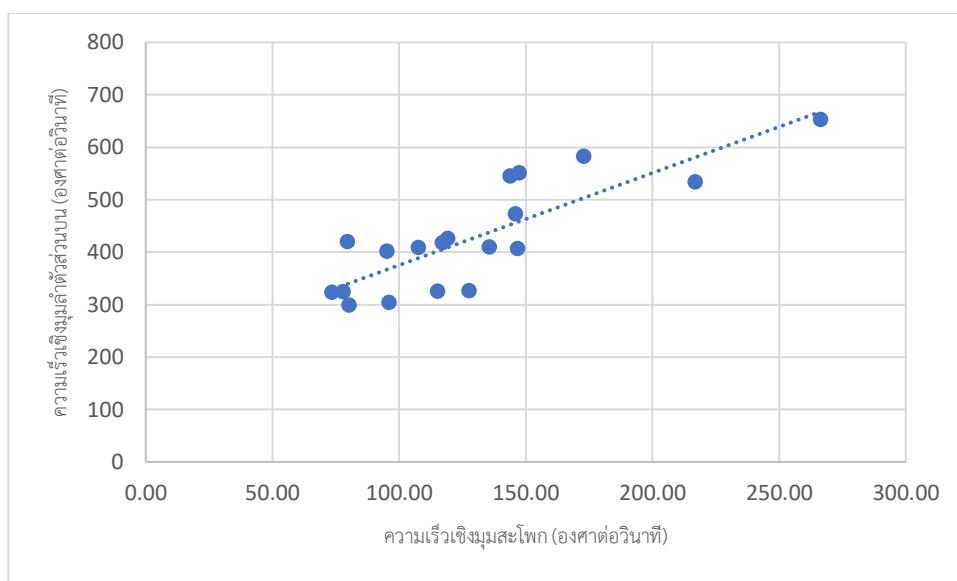
ภาพที่ 19 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเชิงมุมการหมุนลำตัวกับระยะทาง

จากภาพที่ 19 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางในการตี และความเร็วเชิงมุมในการหมุนลำตัวส่วนบน จากตารางพบว่าความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเชิงมุมการหมุนลำตัวกับระยะทางในการตีกอล์ฟ ในนักกีฬาอาชีพ และไม่พบสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญที่ ( $r = 24$ ,  $p\text{-value} > 0.05$ )



ภาพที่ 20 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเชิงมุมการหมุนลำตัวกับความเร็วหัวไม้

จากภาพที่ 20 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วหัวไม้ และความเร็วเชิงมุมในการหมุนลำตัวส่วนบน จากตารางพบว่าความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเชิงมุมการหมุนลำตัวกับความเร็วหัวไม้ ในนักกีฬาอาชีพ และไม่พบสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญที่ ( $r = 26$ ,  $p\text{-value} > 0.05$ )



ภาพที่ 21 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเชิงมุมระหว่างการหมุนสะโพกและลำตัวส่วนบน

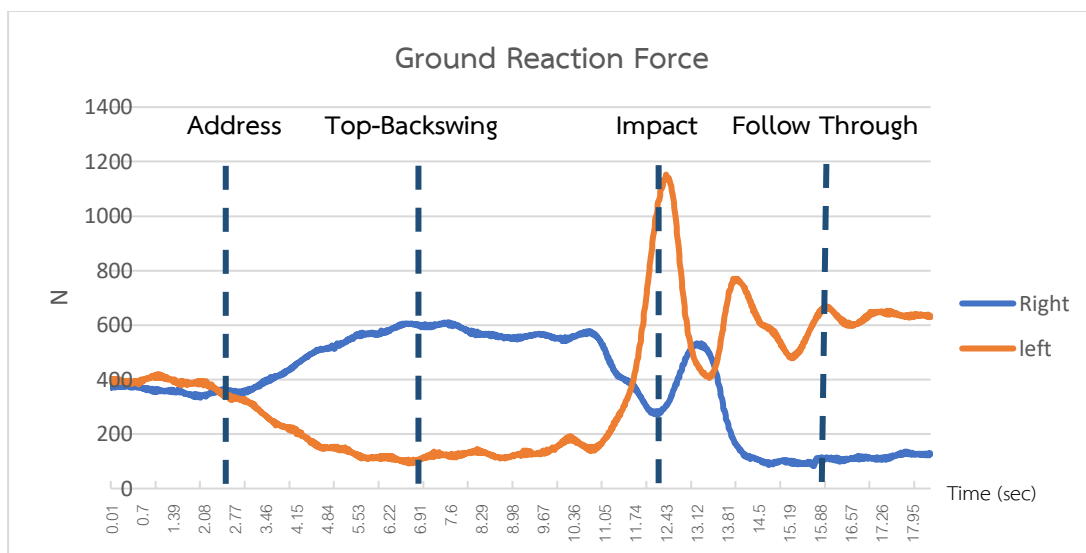
จากภาพที่ 21 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเชิงมุมในการหมุนสะโพก และความเร็วเชิงมุมในการหมุนลำตัวส่วนบน จากตารางพบว่าความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเชิงมุมระหว่างการหมุนสะโพกและลำตัวส่วนบน แสดงถึงความสัมพันธ์กันในระดับสูง ( $r = .83$ ,  $p\text{-value} \leq 0.01$ )

### การถ่ายโอนน้ำหนักขณะตีกอล์ฟ

ตารางที่ 7 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของการถ่ายโอนน้ำหนักในแต่ละช่วงการเคลื่อนไหว

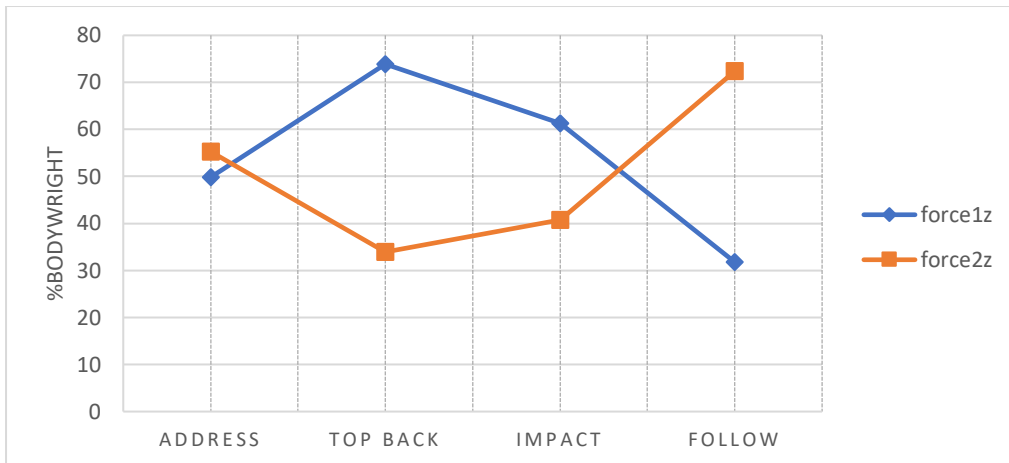
Ground Reaction Force (Mean $\pm$ SD)	Address	Top-Backswing	Impact	Follow Through
Right foot GRF (%)	49.88 $\pm$ 18.79	73.89 $\pm$ 26.61	61.30 $\pm$ 25.45	31.78 $\pm$ 16.99
Left foot GRF (%)	55.22 $\pm$ 7.53	33.92 $\pm$ 8.09	40.72 $\pm$ 12.83	72.35 $\pm$ 9.89

จากตารางที่ 7 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของการถ่ายโอนน้ำหนักในแต่ละช่วงของการเคลื่อนไหว ประกอบด้วย ช่วงเริ่มต้น (address), ช่วงขึ้นไม้สูงสุด (Top-backswing), ช่วงปะทะ (Impact) และช่วงสิ้นสุด (Follow Through) ของเปอร์เซ็นต์น้ำหนักตัวเท้าขวา Right foot GRF (%BW) และเปอร์เซ็นต์น้ำหนักตัวเท้าซ้าย Left foot GRF (%BW) ในขณะตีกอล์ฟ



ภาพที่ 22 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยการถ่ายโอนน้ำหนักเฉลี่ยของแรงปฏิกิริยาตอบสนองของเท้าขวาและเท้าซ้ายต่อเปอร์เซ็นต์น้ำหนักตัวขณะการตีกอล์ฟ

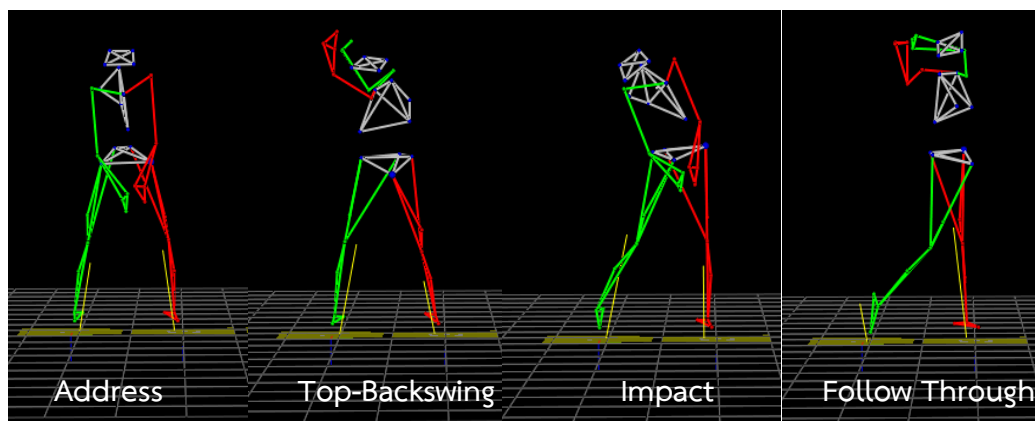
จากภาพที่ 22 แสดงการเปรียบเทียบผลค่าเฉลี่ยการถ่ายโอนน้ำหนักเฉลี่ยของแรงปฏิกิริยาตอบสนอง (Ground Reaction Force; GRF) ของเท้าทั้งสองข้างขณะการตีกอล์ฟ ผลการศึกษาพบค่าเฉลี่ยของการถ่ายโอนน้ำหนักของเปอร์เซ็นต์เฉลี่ยน้ำหนักเท้าขวา Right foot GRF มีมากกว่าน้ำหนักเท้าซ้าย Left foot GRF ในช่วง Top-Backswing เท่านั้น โดยรูปแบบการถ่ายโอนน้ำหนักเริ่มต้นจากช่วง เริ่มต้น (Address) เท้าทั้งสองข้างลงน้ำหนักใกล้เคียงกันเพื่อรักษาสมดุลการทรงตัว จากนั้นกลุ่มตัวอย่างจะค่อยๆ ขึ้นไม้กอล์ฟขึ้นไปถึงช่วงขึ้นไม้สูงสุด (Top-Backswing) และเริ่มมีการถ่ายโอนน้ำหนักมาที่ขาด้านขวาเนื่องจากในช่วงนี้ไม้กอล์ฟจะเคลื่อนไปอยู่ขนาดบัพพื้นและน้ำหนักของหัวไม้ที่เพิ่มขึ้นในด้านซ้าย กลุ่มตัวอย่างจึงลงน้ำหนักไปทางขวาเพื่อให้สมดุลและเตรียมเพื่อถ่ายโอนแรงต่อไปในช่วยลงไม้ (downswing) ช่วงนี้กลุ่มตัวอย่างจะทำการส่งแรงโดยส่งแรงจากเท้าขวาไปเท้าซ้ายเพื่อเพิ่มแรงในการถ่ายโอนไปถึงตำแหน่งปะทะบอล (Impact) เพื่อให้ได้มีประสิทธิภาพสูงสุดในการส่งแรง สุดท้ายร่างกายจะเคลื่อนไหวยาวมาที่ตำแหน่ง (Follow through) ช่วงนี้เป็นช่วงชะลอความเร็วที่เกิดขึ้นหลังจากการเร่งความเร็วในช่วงของการลงไม้ที่ผ่านมา



ภาพที่ 23 แสดงค่าเฉลี่ยการถ่ายโอนน้ำหนักขณะตีกอล์ฟ เปรียบเทียบการลงน้ำหนัก

จากภาพที่ 23 แสดงให้เห็นค่าเฉลี่ยการถ่ายโอนน้ำหนักของเท้าทั้งสองข้างโดยค่าแรงปฏิกิริยาตอบสนอง (Ground Reaction Force; GRF) ต่อเปอร์เซ็นต์เปรียบเทียบของเท้าทั้งสองข้าง จากภาพพบรูปแบบการถ่ายโอนน้ำหนักขณะตีกอล์ฟแบ่งเป็นการลงน้ำหนักของขาซ้ายและขาขวา เมื่อสรุปข้อมูลภาพรวมได้ดังนี้

Address	ขาขวาลงน้ำหนักเฉลี่ย 49.88% / ขาซ้าย 55.22%
Top -Backswing	ขาขวาลงน้ำหนักเฉลี่ย 73.89% / ขาซ้าย 33.92%
Impact	ขาขวาลงน้ำหนักเฉลี่ย 61.30% / ขาซ้าย 40.72%
Follow through	ขาขวาลงน้ำหนักเฉลี่ย 31.78% / ขาซ้าย 72.35%



ภาพที่ 24 รูปแบบการเคลื่อนไหวขณะตีกอล์ฟภาพสามมิติ



ภาพที่ 24 แสดงรูปแบบการเคลื่อนไหวสามมิติ จากการนำข้อมูลมาวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม Vicon nexus และมาสร้างภาพจำลองด้วยโปรแกรม Mokka ซึ่งแสดงให้เห็นถึงโครงร่างการเคลื่อนไหว เช่น ส่วนของศีรษะ, ลำตัว, แขน, สะโพก และขา แสดงออกมาให้เห็นรูปแบบของการตีกอล์ฟในแต่ละช่วงการเคลื่อนไหว ประกอบด้วย Address, Top-backswing, Impact และ Follow through



## บทที่ 5

### สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

#### สรุปผลการศึกษา

วัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเชิงมุมการหมุนสะโพก, ความเร็วเชิงมุมการหมุนลำตัว กับความเร็วหัวไม้ และระยะทางในการตีกอล์ฟ ในนักกีฬาอล์ฟสมัครเล่นเพศชาย

การศึกษาความเร็วเชิงมุมการหมุนสะโพกและลำตัวส่วนบนในครั้งนี้เป็นการศึกษาวิเคราะห์ข้อมูลจากตำแหน่งของมาร์กเกอร์ แล้วนำมาวิเคราะห์เข้าสู่ตรรกะเพื่อหาเวกเตอร์ในแนวระนาบของสะโพกและลำตัวส่วนบน จากนั้นรวมเวกเตอร์ให้เกิดระยะทางเชิงมุมที่เปลี่ยนแปลงจากช่วงลงไม้ (Downswing) จะได้ระยะทางเชิงมุมที่ได้มาคำนวณหาความเร็วเชิงมุมในการหมุนของสะโพกและลำตัวส่วนบน ประกอบด้วย ระยะทางเชิงมุมที่ได้หารกับเวลาในการเคลื่อนที่ ณ ช่วงเวลานั้น ผลการศึกษาในครั้งนี้พบความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางในการตีกอล์ฟและความเร็วหัวไม้ในระดับสูง ( $r=.99$ ,  $p\text{-value} \leq .01$ ) พบความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเชิงมุมในการหมุนสะโพกและความเร็วเชิงมุมในการหมุนลำตัวส่วนบนในระดับสูง ( $r=.83$ ,  $p\text{-value} \leq 0.01$ ), พบความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเชิงมุมในการหมุนสะโพกและความเร็วหัวไม้ในระดับปานกลาง ( $r=.55$ ,  $p\text{-value} \leq .05$ ) และพบความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเชิงมุมในการหมุนสะโพกและระยะทางในการตีกอล์ฟในระดับปานกลาง ( $r=.53$ ,  $p\text{-value} \leq .05$ ) แต่อย่างไรก็ตามพบไม่พบความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างความเร็วเชิงมุมในการหมุนลำตัวส่วนบนกับความเร็วหัวไม้ ( $r=.26$ ,  $p\text{-value} > .05$ ) และไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเชิงมุมในการหมุนลำตัวส่วนบนระยะทางในการตีกอล์ฟ ( $r=.24$ ,  $p\text{-value} > .05$ )

## อภิปรายผลการศึกษา

### ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วหัวไม้และระยะทางการตีกอล์ฟ

ความเร็วหัวไม้ และระยะทางในการตีกอล์ฟ การศึกษาครั้งนี้พบความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ระหว่างความเร็วหัวไม้และระยะทางในการตีกอล์ฟ ในระดับสูง ( $r=.99$ ,  $p\text{-value} \leq .01$ ) นอกจากนี้ผู้วิจัยได้สังเกตเห็นถึงรูปแบบการเคลื่อนไหวของร่างกาย โดยจากการศึกษาก่อนศึกษาเกี่ยวกับมุมการเคลื่อนไหวของสะโพก และลำตัวเป็นส่วนใหญ่ จากผู้วิจัยจึงสนใจตัวแปรความเร็วหัวไม้และระยะทางในการตีกอล์ฟช่วงการตีกอล์ฟจะสร้างความเร็วในการเคลื่อนไหว ส่วนของสะโพกและลำตัวส่วนบนนั้นจะสัมพันธ์กับตัวแปรด้านสมรรถภาพ (ความเร็วหัวไม้และระยะทางตีกอล์ฟ)

การศึกษาครั้งนี้พบว่าความเร็วหัวไม้เฉลี่ย  $46.93 \pm 2.23$  เมตรต่อวินาที และระยะทางในการตีกอล์ฟ  $253.22 \pm 11.3$  เมตร ข้อมูลใกล้เคียงกับงานวิจัยของ Joyce และคณะ (2013) ทำการศึกษาเกี่ยวกับการวิเคราะห์ลำตัวแบบคิเนมาติกส์ในนักกอล์ฟระหว่างไม้กอล์ฟ และความสัมพันธ์ของความเร็วหัวไม้ พบความเร็วหัวไม้โดยใช้หัวไม้หนึ่งในการตีกอล์ฟ มีค่าเฉลี่ย  $46.7 \pm 4.5$  เมตรต่อวินาที (Joyce et al., 2013) และงานวิจัยของกิตติพงษ์ พิชาดุล และวีรวัฒน์ ลิ้มรุ่งเรืองรัตน์ (2016) (Pichardul, 2016) ศึกษาการเปรียบเทียบคิเนมาติกส์ของกอล์ฟสวิงสองประเภทในนักกีฬา กอล์ฟอาชีพระดับแข่งขัน ซึ่งได้ความเร็วหัวไม้ ณ ช่วงปะทะ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ  $46.65 \pm 1.80$  เมตรต่อวินาที และสอดคล้องกับการศึกษาของ Marshall และ Llewellyn (2017) ที่พบว่าความเร็วหัวไม้มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ  $107 \pm 7.0$  ไมล์ต่อชั่วโมง และระยะทางในการตีกอล์ฟของเพศชายเฉลี่ย  $280.0 \pm 16$  หลา (Marshall & Llewellyn, 2017)

จากการทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วหัวไม้กับระยะทางตีกอล์ฟพบว่ามีความสัมพันธ์อยู่ในระดับสูงมีค่าความสัมพันธ์  $r = 0.99$  แสดงว่าเมื่อนักกอล์ฟตีด้วยความเร็วหัวไม้ที่สูงจะทำให้ได้ระยะทางตีที่ไกล ตามหลักการของการเคลื่อนที่แนววิถีโค้ง หรือหลักการเคลื่อนที่ของโปรเจกไทน์  $S_x = \left(\frac{u^2}{g} \sin 2\theta\right)$  ดังนั้นหากต้องการให้ได้ระยะทางที่มาก จะต้องทำให้ลูกกอล์ฟมีความเร็วในการเคลื่อนที่มากในมุม 45 องศาจะได้ระยะทางที่ไกล และสอดคล้องกับงานวิจัยหลาย ๆ งาน เช่นการศึกษาของ Gordon และคณะ (2009) กล่าวว่าหากมีความเร็วหัวไม้ที่มากจะทำให้ลูก

กอล์ฟมีความเร็วเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ได้ระยะทางในการเคลื่อนที่ไกลขึ้นอีกด้วย (Gordon et al., 2009) จากการศึกษาของ Bowden (2018) พบว่าระยะทางในการตีกอล์ฟจะเพิ่มขึ้นทุก 2.29 หลาต่อความเร็วหัวไม้ที่เพิ่มขึ้น 1 ไมล์ ดังนั้นความเร็วหัวไม้เป็นตัวแปรหนึ่งที่นิยมใช้ในงานวิจัยทางคิเนมาติกส์ ของการประเมินสมรรถภาพทางการกีฬาของงานวิจัยในนักกีฬากอล์ฟที่มีความสัมพันธ์กันอีกด้วย (Keogh et al., 2009)

### **ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเชิงมุมการหมุนสะโพกกับความเร็วหัวไม้ และระยะทางตีกอล์ฟ**

ผลการศึกษานี้พบความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเชิงมุมการหมุนสะโพกกับความเร็วหัวไม้ มีความสัมพันธ์กันในระดับปานกลาง ( $r = 0.55, p \leq 0.05$ ) และความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเชิงมุมการหมุนสะโพก และระยะทางในการตีกอล์ฟอยู่ในระดับปานกลาง ( $r = 0.53, p \leq 0.05$ ) ซึ่งสองความสัมพันธ์มีค่าใกล้เคียงกันมีผลมาจากความเร็วหัวไม้และระยะทางในการตีกอล์ฟมีความสัมพันธ์กันในระดับสูง ( $r = 0.99, p < 0.01$ )

ตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับความเร็วในการหมุนสะโพกประกอบด้วย ระยะทางเชิงมุมของสะโพก และระยะเวลา ซึ่งงานวิจัยกีฬาของ Horan และคณะ (2010) พบว่าระยะทางเชิงมุมการหมุนสะโพกและลำตัว ในการศึกษานี้พบว่าระยะทางเชิงมุมข้อสะโพก ณ ช่วง Downswing ค่าเท่ากับ  $43.97 \pm 4.79$  องศา ข้อมูลใกล้เคียงกับ Horan และคณะ (2010) พบระยะทางเชิงมุมการหมุนสะโพกเฉลี่ย  $43.7 \pm 10.0$  องศา อันเนื่องมาจากกลุ่มตัวอย่างของ Horan และคณะ โดยใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นกลุ่มนักกอล์ฟสมัครเล่นเช่นเดียวกัน (Horan et al., 2010) และ Mun และคณะ (2015) ซึ่งพบระยะทางเชิงมุมการหมุนสะโพกเฉลี่ย  $45.5 \pm 5.2$  องศา ข้อมูลระยะทางเชิงมุมมีค่าใกล้เคียงกับการศึกษานี้เป็นการเก็บข้อมูลวิเคราะห์การเคลื่อนไหวสามมิติเช่นเดียวกัน และใช้การคำนวณหาความเร็วเชิงมุมด้วยวิธีเดียวกัน (Mun et al., 2015) แต่ข้อมูลไม่ใกล้เคียงกับงานวิจัยของวิทพงศ์ สีนสูงสุด (2551) ซึ่งพบว่าระยะทางเชิงมุมการหมุนสะโพกมีค่าเฉลี่ย  $29.9 \pm 8.4$  องศา ถึงแม้การศึกษาของวิทพงศ์เป็นกลุ่มตัวอย่างที่มีค่าแฮนดิแคปใกล้เคียงกันกับงานวิจัยครั้งนี้คือแฮนดิแคป 0 - 12 เท่ากัน แต่การศึกษาของวิทพงศ์ สีนสูงสุด (2551) เป็นการตีกอล์ฟแบบปกติ (ไม่เต็มที) ทำให้ความเร็วเชิงมุมการหมุนสะโพกน้อยกว่า งานวิจัยในครั้งนี้ที่ให้กลุ่มตัวอย่างออกแบกเต็มทีในการตีกอล์ฟ และข้อมูลไม่ใกล้เคียง

กับการศึกษาของ Zheng และคณะ (2008) พบว่าระยะทางเชิงมุมการหมุนสะโพกมีค่าเฉลี่ย  $60 \pm 7$  องศา เนื่องจากเป็นกลุ่มตัวอย่างนักกีฬาอล์ฟอาชีพที่มีระดับความสามารถที่สูงกว่า โดยตำแหน่ง ส่วนของลำตัวงานวิจัยของ Zheng และคณะ (2008) ใช้การคำนวณจากมุมต่างระหว่เงาเวกเตอร์ของ แนวหน้าอกกับเวกเตอร์ของแนวสะโพกระนาบ transverse plane และรูปแบบการวิเคราะห์ของ กิตติพงษ์ คำนวณมุมสะโพกจากมาร์เกอร์ตำแหน่งข้างซ้ายและขวาของ Anterior iliac spine และ Lab coordinate system ซึ่งใกล้เคียงกับการศึกษาในครั้งนี้

การศึกษาความเร็วเชิงมุมการหมุนสะโพกช่วง Top-backswing พบว่ามีค่าเฉลี่ย  $117.37 \pm 16.49$  องศาต่อวินาที สอดคล้องกับงานวิจัยของกิตติพงษ์ พิชาตุล และวิวัฒน์ ลิ้มรุ่งเรือง รัตน์ (Pichardul, 2016) พบความเร็วเชิงมุมการหมุนสะโพกเฉลี่ย  $117.45 \pm 72.00$  องศาต่อวินาที ของกลุ่มที่สวิงกอล์ฟเต็มที่

จากผลการศึกษาความเร็วเชิงมุมการหมุนสะโพก พบว่าความเร็วเชิงมุมการหมุนสะโพกช่วง Downswing มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ  $129.82 \pm 49.05$  องศาต่อวินาที ข้อมูลใกล้เคียงกับการศึกษาก่อน หน้า ได้แก่ การศึกษาของ วิทพงษ์ สิ้นสูงสูงสุด (2551) พบค่าความเร็วเชิงมุมสะโพก  $118.45 \pm 63.41$  องศาต่อวินาที เนื่องมาจากกลุ่มตัวอย่างเป็นกลุ่มที่มีแฮนด์แคปในช่วง 0 – 12 เซนติเมตร

ความเร็วเชิงมุมการหมุนสะโพกจากการศึกษาในครั้งนี้ สอดคล้องกับตัวแปรในการศึกษาของ Kim และคณะ (2014) ทำการศึกษาเกี่ยวกับลักษณะทางคิเนมาติกส์ ในนักกีฬาอล์ฟที่ถูกจำกัดการ หมุนสะโพก ระหว่างกลุ่มที่เคลื่อนไหวสะโพกได้มากกว่า 30 องศา กับกลุ่มที่หมุนสะโพกได้น้อยกว่า 20 องศา ผลการศึกษาพบความสัมพันธ์ในระดับปานกลาง ( $r=0.603$ ) ระหว่างมุมสูงสุดในการสวิง กอล์ฟและมุมภายในของสะโพกด้านที่นำ ระหว่างมุมสูงสุดในการสวิงกอล์ฟและมุมภายในของสะโพก ด้านที่นำแสดงให้เห็นถึงความสำคัญของมุมการเคลื่อนไหวของสะโพก (Kim et al., 2014) เช่นเดียวกับการศึกษาของ Kwon และคณะ (2013) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างมุมต่างระหว่างแนว ไหล่กับแนวสะโพกกับความเร็วหัวไม้ในนักกอล์ฟ ผลงานวิจัยไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างมุมต่างของ แนวข้อไหล่และแนวข้อสะโพกกับความเร็วหัวไม้ แต่พบความสัมพันธ์ระหว่างมุมข้อสะโพกกับ ความเร็วหัวไม้และมุมของข้อไหล่มีความสัมพันธ์กับความเร็วหัวไม้ จากการทบทวนงานวิจัยก่อนหน้านี้

พบบวมของสะโพกที่มากส่งผลให้ความเร็วเชิงมุมการหมุนสะโพกเพิ่มขึ้นและส่งผลให้ความเร็วหัวไม้มากขึ้น (Kwon et al., 2013) และการศึกษาของ Fletcher และ Hartwell (2004) การศึกษาทางคิเนมาติกส์พบการเคลื่อนไหวลำตัวกับการเคลื่อนไหวข้อสะโพกเป็นส่วนสำคัญในการเพิ่มระยะทางในการตีกอล์ฟ (Fletcher & Hartwell, 2004) และ Myers และคณะ (2008) ได้ศึกษาพบบวมการหมุนสะโพกที่มากส่งผลให้เพิ่มความเร็วกว้างเพิ่มขึ้นและระยะทางไกลขึ้น (Myers et al., 2008)

อย่างไรก็ตามการศึกษาในครั้งนี้พบความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเชิงมุมการหมุนสะโพกกับความเร็วหัวไม้และระยะทางตีกอล์ฟในระดับปานกลาง ซึ่งอาจมีผลมาจากรูปแบบการเคลื่อนไหวของกีฬาการตีกอล์ฟเป็นการเคลื่อนไหวที่ซับซ้อนตัวอย่าง เช่น ในช่วง Downswing ลำดับของการเคลื่อนไหวช่วงนี้ช่วยส่งผลให้นักกีฬาสามารถสร้างมุมการเคลื่อนไหวที่เหมาะสม โดยช่วง Downswing สะโพกจะหมุนกลับลงมาก่อนที่ลำตัว, แขนซ้ายและข้อมือเหวี่ยงกลับลงมาตามลำดับ หากลำดับไม่ถูกต้องจะทำให้การทำงานของร่างกายไม่มีประสิทธิภาพอย่างสมบูรณ์และสัดส่วน สมรรถภาพของนักกอล์ฟที่แตกต่างกัน เช่น น้ำหนัก, ส่วนสูง, ความอ่อนตัวและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อของ upper extremity เช่น ไหล่ และลำตัวส่วนบน เป็นต้น แต่อย่างไรก็ตามการหมุนสะโพกนั้นก็คงเป็นส่วนของการสร้างแรงให้ดีขึ้นของการตีกอล์ฟ ดังนั้นองค์ประกอบที่จะทำให้ความเร็วหัวไม้และระยะทางการตีกอล์ฟเพิ่มขึ้นนั้นมาจากหลายปัจจัยและความเร็วเชิงมุมการหมุนสะโพกก็เป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อความเร็วหัวไม้และระยะทางการตีกอล์ฟเช่นกัน

#### ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเชิงมุมการหมุนลำตัวส่วนบน กับความเร็วหัวไม้ และระยะทางตีกอล์ฟ

การศึกษานี้ไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเชิงมุมการหมุนลำตัวส่วนบน กับความเร็วหัวไม้ ( $r = 0.26, p \geq .05$ ) และไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเชิงมุมการหมุนลำตัวส่วนบน และระยะทางในการตีกอล์ฟ ( $r = 0.24, p \geq .05$ )

การศึกษาของความเร็วเชิงมุมการหมุนลำตัวส่วนบน การศึกษาครั้งนี้พบว่าค่าเฉลี่ยของความเร็วเชิงมุมการหมุนลำตัวส่วนบนเท่ากับ  $427.62 \pm 103.72$  องศาต่อวินาที ค่าเฉลี่ยความเร็วเชิงมุมการหมุนสะโพกใกล้เคียงกับการศึกษาของ Horan และคณะ (2010) ได้ทำการศึกษากการเคลื่อนไหวลำตัวและสะโพกในช่วง Downswing ในนักกีฬาการตีกอล์ฟสมัครเล่น พบว่าความเร็วเชิงมุม

การหมุนลำตัวสูงสุดมีค่าเท่ากับ  $416 \pm 51$  องศาต่อวินาที และค่าเฉลี่ยเท่ากับ  $371 \pm 82$  องศาต่อวินาที Horan et al. (2010) แต่ไม่สอดคล้องกับผลการศึกษาของ Joyce และคณะ (2016) มีค่าเฉลี่ยความเร็วเชิงมุมการหมุนลำตัวที่  $327.7 \pm 35.5$  องศาต่อวินาที ซึ่งมีค่าเฉลี่ยน้อยกว่างานวิจัยในครั้งนี้ เนื่องจากตำแหน่งของมาร์กเกอร์ที่ใช้ในการวิเคราะห์โดยเป็นการศึกษาส่วนของลำตัวที่เลือกมาร์กเกอร์คือ ข้างขวาและซ้าย ของ Acromion กับ T10 vertebra ต่างกับงานวิจัยในครั้งนี้ที่ใช้มาร์กเกอร์ตำแหน่ง sternum และ Acromion ข้างขวา และข้างซ้าย (Joyce, Burnett, Cochrane, & Reyes, 2016)

Myers และคณะ (2008) ศึกษาวิจัยเกี่ยวกับรูปแบบการหมุนลำตัวส่วนบนกับสะโพกในการโคจรในการสวิงกอล์ฟและใช้ตัวแปรความเร็วลูกกอล์ฟในการแบ่งกลุ่มอาสาสมัคร การศึกษานี้ใช้เครื่องมือ Launch monitor เป็นเครื่องมือวัดความเร็วลูกกอล์ฟและความเร็วหัวไม้ โดยได้ผลสอดคล้องกับการศึกษาครั้งนี้คือ ไม่พบความสัมพันธ์กันระหว่างการเพิ่มขึ้นของความเร็วลูกกอล์ฟกับการเคลื่อนไหวของลำตัวส่วนบน ( $p > 0.05$ ) สอดคล้องกับการศึกษาที่พบความสัมพันธ์ระหว่างการหมุนลำตัวส่วนบนกับความเร็วลูกกอล์ฟและความเร็วหัวไม้ (Myers et al., 2008)

Joyce และคณะ (2013) ทำการศึกษาเกี่ยวกับการวิเคราะห์เคลื่อนไหวสามมิติระหว่างประเภทไม้ที่แตกต่างกับความเร็วหัวไม้ ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัย การศึกษาครั้งนี้พบว่านักกีฬา กอล์ฟที่ถนัดขวาและในช่วงที่หมุนลำตัวไปทางขวาถึงตำแหน่ง Top backswing ก็ไม่ได้แสดงถึงความเร็วหัวไม้ที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากการศึกษาครั้งนี้ไม่พบความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญของการหมุนลำตัวและความเร็วหัวไม้ในระดับต่ำ ( $r = -0.038$ ,  $p = 0.894$ ) เนื่องจากความเร็วเชิงมุมการหมุนลำตัวนั้นเป็นแค่ปัจจัยส่วนหนึ่งของอีกหลายปัจจัยที่นำไปสู่การพัฒนาความเร็วหัวไม้ให้เพิ่มขึ้น (Joyce et al., 2013)

Joyce และคณะ (2013) ทำการศึกษาการเคลื่อนไหวขณะตีกอล์ฟในรูปแบบคิเนมาติกส์ระหว่างความแตกต่างของไม้และความสัมพันธ์กับความเร็วหัวไม้ ผลการศึกษาเรื่องนี้ไม่พบความแตกต่างระหว่างความเร็วหัวไม้ในความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเชิงมุมลำตัวและความเร็วหัวไม้ เช่นเดียวกับการศึกษาของ Joyce, Chivers, et al. (2016) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับสัดส่วนของร่างกายในส่วนของลำตัวและตัวแปรในกีฬา กอล์ฟกับความสัมพันธ์ของตัวแปรความเร็วหัวไม้

ผลการศึกษาพบความสัมพันธ์ระหว่างลำตัวกับลำตัวส่วนล่างของความเร็วเชิงมุมในระดับปานกลาง ( $r=.47, p<0.01$ )

ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเชิงมุมการหมุนลำตัวส่วนบน กับความเร็วหัวไม้ และระยะทางตีกอล์ฟมีความสัมพันธ์กันในระดับต่ำอาจมีผลมาจาก รูปแบบความเร็วในการเคลื่อนไหวของลำตัวส่วนบนที่เพิ่มมากขึ้นในขณะ downswing ไม่ได้บอกถึงประสิทธิภาพที่จะแสดงออกมาถึงความเร็วหัวไม้เพิ่มมากขึ้น (Joyce et al., 2013)

การศึกษาครั้งนี้สอดคล้องกับการศึกษาก่อนหน้า คือ ไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเชิงมุมการหมุนลำตัวส่วนบน กับความเร็วหัวไม้และระยะทางตีกอล์ฟ เนื่องจากความเร็วเชิงมุมการหมุนลำตัวส่วนบนนั้นเป็นเพียงปัจจัยรองลงมาจากเคลื่อนไหวของสะโพกดังที่กล่าวมาข้างต้น (Heng-Ju Lee, 2012) ที่อาจส่งผลให้เกิดความเร็วหัวไม้และระยะทางในการตีกอล์ฟให้เพิ่มมากขึ้น

#### **ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเชิงมุมการหมุนสะโพกและความเร็วเชิงมุมการหมุนลำตัวส่วนบน**

ผลการศึกษาครั้งนี้ พบความสัมพันธ์กันระหว่างความเร็วเชิงมุมการหมุนสะโพกและความเร็วเชิงมุมการหมุนลำตัวส่วนบน ระดับสูง ( $r=.83, p<0.01$ ) โดยจากการศึกษาก่อนหน้าไม่พบการศึกษาใดที่ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสองตัวแปรนี้ในกลุ่มนักกีฬากอล์ฟสมัครเล่น แต่พบการศึกษาที่ใกล้เคียงคือ การศึกษาของ Mun และคณะ (2015) พบความสัมพันธ์ทางคิเนมาติกส์ของการหมุนลำตัวกับสะโพกในนักกีฬาอาชีพ โดยพบความสัมพันธ์กันเช่นเดียวกับการศึกษาในครั้งนี้ในระดับสูง ( $r=0.81$ ) เนื่องมาจากรูปแบบการเคลื่อนไหวตามรูปแบบของการเคลื่อนไหวที่ตามลำดับการหมุนรอบแกนกลางลำตัว ของร่างกายในการตีกอล์ฟ ช่วง downswing โดยเริ่มจากการเคลื่อนไหวของสะโพก ลำตัว ไหล่ แขน ข้อมือ และหัวไม้ ตามลำดับ (Sinclair et al., 2014) และการเคลื่อนไหวตามกลไกการตอบสนองประสานสัมพันธ์ของโครงสร้างร่างกายในการตีกอล์ฟ (Mun et al., 2015)

การศึกษาครั้งนี้พบความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเชิงมุมการหมุนสะโพกและลำตัวส่วนบน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เป็นผลมาจากรูปแบบท่าทางและลำดับของการเคลื่อนไหวในการส่งถ่ายแรงของการตีกอล์ฟเป็นลักษณะคล้ายตามกันตามลำดับ โดยผ่านแกนหมุนเดียวกันจึงแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์กันของตัวแปร ดังนั้นหากต้องการสร้างความเร็วในช่วง downswing ของการหมุน



สะโพกเพื่อให้เกิดระยะทางเชิงมุมที่เพิ่มมากขึ้นในระยะเวลาที่น้อยก็จะทำให้ได้ความเร็วในการหมุนลำตัวที่เพิ่มขึ้นด้วยเช่นกัน

### ปัจจัยด้านเคลื่อนไหวในขณะการตีกอล์ฟ

การเคลื่อนไหวแบบคิเนมาติกส์ (kinematics) การศึกษาเกี่ยวข้องกับมุมและเวลาในการเคลื่อนที่ในแต่ละช่วงขณะตีกอล์ฟ คือ ช่วงเริ่มต้น (address), ช่วงขึ้นไม้สูงสุด (Top-backswing), ช่วงปะทะ (Impact) และช่วงสิ้นสุด (Follow Through)

ความเร็วในการหมุนสะโพกและลำตัวส่วนบนปัจจัยมาจาก ระยะทางเชิงมุมการหมุนและระยะเวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่ โดยระยะเวลาในการเคลื่อนที่ขณะลงไม้ไม่ถึงตำแหน่งปะทะลูกกอล์ฟ (Downswing) ผลงานวิจัยนี้ พบว่า ผู้เข้าร่วมวิจัยใช้เวลาเฉลี่ย  $0.27 \pm 0.04$  วินาที ผลการศึกษาใกล้เคียงกับสองการศึกษาก่อนหน้านี้ คือการศึกษาของ Zheng และคณะ (2008) ในช่วง downswing ใช้ระยะเวลาในการเคลื่อนไหวเฉลี่ย  $0.27 \pm 0.03$  วินาที (Zheng et al., 2008) และการศึกษาของ Horan และคณะ (2010) ใช้ระยะเวลาเฉลี่ย  $0.31 \pm 0.04$  วินาที ส่วนระยะเวลาที่ใช้ในการตีกอล์ฟ (Horan et al., 2010)

ในงานวิจัยนี้มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ  $1.26 \pm 0.38$  วินาที และเวลาทั้งหมดของการเคลื่อนไหวใกล้เคียงกับสองการศึกษาก่อนหน้านี้ ได้แก่การศึกษาของวิทพงศ์ สิ้นสูงสุด (2551) ซึ่งมีค่าเท่ากับ  $1.28 \pm 0.27$  วินาที และการศึกษาของ Zheng และคณะ (2008) พบว่าใช้เวลาในการตีกอล์ฟ 1.24 วินาที ซึ่งผลการศึกษาที่สอดคล้องกัน อาจเนื่องมาจากใช้กลุ่มตัวอย่างกลุ่มเดียวกัน คือนักกีฬา กอล์ฟสมัครเล่นชายที่มีแอนด์แคประหว่าง 0-12 จึงอาจส่งผลให้ผลการศึกษามาใกล้เคียงกัน

นอกจากการศึกษากการเคลื่อนไหวในส่วนของสะโพกและลำตัวส่วนบน การถ่ายโอนน้ำหนักของนักกอล์ฟก็เป็นปัจจัยหนึ่ง เพราะถ้านักกอล์ฟมีการลงน้ำหนักที่สมดุลในแต่ละช่วงการเคลื่อนไหวในขณะตีกอล์ฟก็จะทำให้เพิ่มประสิทธิภาพในการตีกอล์ฟให้ดียิ่งขึ้น ทั้งการส่งแรงและความมั่นคงของท่าทางการคงท่า โดยการศึกษาครั้งนี้พบว่า ช่วงเริ่มต้นนักกอล์ฟมีการลงน้ำหนักเท่าเฉลี่ยใกล้เคียงกัน หลังจากนั้นช่วงขึ้นไม้ น้ำหนักจะเริ่มย้ายการลงน้ำหนักที่ขาขวาเพื่อรักษาสมดุลจากการยกไม้และช่วยในการยืนตัวส่งแรง ไปถึงปะทะบอลและช่วงสิ้นสุด

การถ่ายโอนน้ำหนักโดยส่วนใหญ่วิเคราะห์เป็นค่าเปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัวที่เปลี่ยนแปลงในแต่ละช่วงของการสวิง ซึ่งจากการศึกษาในครั้งนี้ ช่วง Top Backswing เท้าด้านขวามีค่าเฉลี่ยที่  $73.89 \pm 26.61\%$  ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Okuda และคณะ (2010) ที่ศึกษารูปแบบการถ่ายโอนน้ำหนักการเคลื่อนไหวขณะตีกอล์ฟในกลุ่มนักกีฬาอาชีพที่มีประสบการณ์ ช่วง Top Backswing มีค่าเฉลี่ยการถ่ายโอนน้ำหนักที่  $74 \pm 12\%$  (Okuda, Gribble, & Armstrong, 2010) และเช่นเดียวกับการศึกษาของ Ball และ Best (2007) พบการถ่ายโอนน้ำหนักในช่วง Top Backswing มีค่าเฉลี่ยที่ 76% โดยเนื่องมาจากช่วงในช่วง Top Backswing เป็นช่วงที่ขึ้นไม้สุดและลำตัวหมุนไปทางขวาเต็มที่ ทำให้มีการเพิ่มโหมลของไม้ไปทางซ้าย ร่างกายจึงต้องรักษาสมดุลด้วยการลงน้ำหนักที่เท้าด้านขวาเพิ่มขึ้นเพื่อให้ร่างกายสมดุลและมั่นคง (Ball & Best, 2007)

ด้านสมรรถภาพทางร่างกายและความเสี่ยงในการได้รับการบาดเจ็บ การศึกษาก่อนหน้าพบว่า การบาดเจ็บของนักกอล์ฟส่วนใหญ่จะเป็น 2 ตำแหน่งคือ ข้อศอก (Golf elbow) และหลังส่วนล่าง (Low back pain) ที่อาจส่งผลต่อการเคลื่อนไหวของร่างกาย ทำให้ไม่สามารถแสดงประสิทธิภาพได้อย่างเต็มที่ (Gluck et al., 2008) เนื่องจากสมรรถภาพที่แข็งแรงก็จะทำให้ความสามารถเคลื่อนไหวให้มีประสิทธิภาพสูงสุดด้วยความเร็วสูงสุดแต่เมื่อมีความเร็วสูงมากเท่าก็ยังส่งผลทำให้เกิดอาการบาดเจ็บเพิ่มมากขึ้น นอกจากนี้ยังส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพการตีกอล์ฟ ซึ่งปัจจัยอื่น ๆ เหล่านี้ผู้วิจัยจึงแนะนำให้ควบคุมในการศึกษาต่อไป

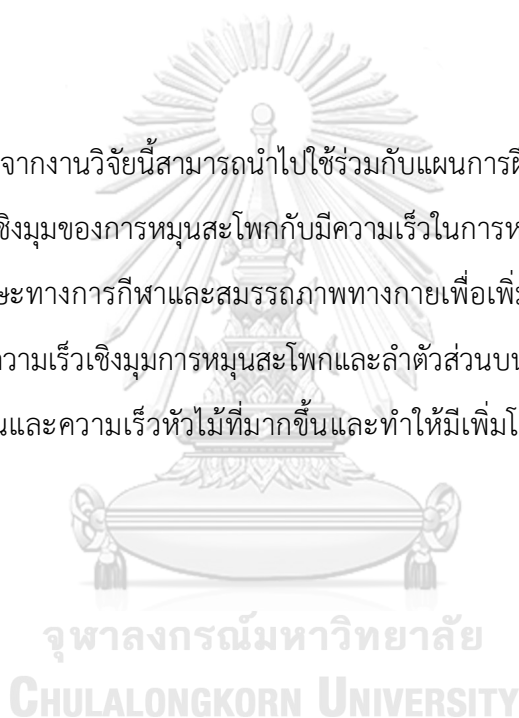
สัดส่วนของร่างกายทั้งความยาวของรยางค์แขนและรยางค์ขาซึ่งความยาวของรยางค์แต่ละส่วนนั้นส่งผลต่อการเคลื่อนไหวการตีกอล์ฟ เช่น ความแตกต่างระหว่างความสูงสะโพกซ้ายและขวา ระยะเชิงมุมหมุนของสะโพกและความเร็วของการหมุนสะโพกในระหว่างการตีกอล์ฟ แต่อย่างไรก็ตาม ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนไหวของสะโพกกับความสูงหัวไม้เป็นเรื่องยากที่จะการศึกษาเกี่ยวกับตำแหน่งการหมุนในขณะเคลื่อนที่, ความสูงของสะโพกที่ตำแหน่ง, ช่วงการเหยียดไม้สูงสุด, ช่วงปะทะบอลรวมไปถึงจุดสิ้นสุดการเคลื่อนไหวผลกระทบและเสร็จสิ้น (Kwon & Lee, 2005)

### ข้อจำกัดในการวิจัย

เครื่องมืองานวิจัยเป็นการวิเคราะห์การเคลื่อนไหวในท้องปฏิบัติการและมีการติดเครื่องมือ มาร์กเกอร์ที่ร่างกายของกลุ่มตัวอย่างจึงอาจทำให้ไม่คุ้นชินในการเคลื่อนไหว แต่ผู้วิจัยได้ให้กลุ่ม ตัวอย่างยืดเหยียดกล้ามเนื้อและซ้อมตีก่อนการเก็บข้อมูลเพื่อสร้างความคุ้นเคยให้กับนักกีฬาและด้าน สมรรถภาพร่างกายของกลุ่มตัวอย่าง เช่น ความอ่อนตัว ความแข็งแรงของร่างกายที่เป็นปัจจัยหนึ่งที่มี ผลต่อประสิทธิภาพในการสวิงกอล์ฟ แต่การศึกษาในครั้งนี้ไม่ได้บันทึกข้อมูลทดสอบสมรรถภาพ รายการดังกล่าว

### ข้อเสนอแนะ

ความสัมพันธ์จากงานวิจัยนี้สามารถนำไปใช้ร่วมกับแผนการฝึกซ้อมของผู้ฝึกสอนในการที่ให้นักกีฬาเพิ่มความเร็วเชิงมุมของการหมุนสะโพกกับมีความเร็วในการหมุนลำตัวส่วนบนให้เพิ่มมากขึ้น ร่วมกันกับการฝึกทักษะทางการกีฬาและสมรรถภาพทางกายเพื่อเพิ่มสมรรถภาพของนักกอล์ฟให้ดีขึ้น ซึ่งการที่มีความเร็วเชิงมุมการหมุนสะโพกและลำตัวส่วนบนที่มากขึ้นนั้นจะทำให้นักกอล์ฟ มีระยะทางการเคลื่อนและความเร็วหัวไม้ที่มากขึ้นและทำให้มีเพิ่มโอกาสและการได้เปรียบในการ แข่งขันเพิ่มขึ้นด้วย



## รายการอ้างอิง

### ภาษาไทย

- วุทธิพันธุ์ ปรัชญพฤทธิ. (2552). ฟิสิกส์. ด้านสุทธาการพิมพ์.
- สิริพร ศติมณฑลกุล. (2560). ชีวกลศาสตร์พื้นฐานสำหรับวิเคราะห์และพัฒนาศักยภาพนักกีฬา.
- สมาคมกีฬากอล์ฟแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์. (2552). [ออนไลน์]. กีฬากอล์ฟ.  
แหล่งที่มา: <http://www.tga.or.th>
- วิพงษ์ สิ้นสูงสุด. (2551). "ความสัมพันธ์ระหว่างมุมของแนวไหล่กับแนวสะโพกขณะขึ้นไม้สุดสวิง และความเร็วหัวไม้กอล์ฟขณะกระทบลูก," (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต สาขาเวชศาสตร์ การกีฬา คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย).

### ภาษาอังกฤษ

- An, J., Wulf, G., & Kim, S. (2013). Increased Carry Distance and X-Factor Stretch in Golf Through an External Focus of Attention. *Journal of Motor Learning and Development*, 1(1), 2-11. doi:10.1123/jmld.1.1.2
- Anderson, B. C., Wright, I. C., & Stefanyshyn, D. J. (2006). Segmental Sequencing of Kinetic Energy in the Golf Swing. In E. F. Moritz & S. Haake (Eds.), *The Engineering of Sport 6: Volume 1: Developments for Sports* (pp. 167-172). New York, NY: Springer New York.
- Ball, K. A., & Best, R. J. (2007). Different centre of pressure patterns within the golf stroke I: Cluster analysis. *J Sports Sci*, 25(7), 757-770.  
doi:10.1080/02640410600874971
- Beak, S.-H., Choi, A., Choi, S.-W., Oh, S. E., Mun, J. H., Yang, H., . . . Song, H.-R. (2013). Upper torso and pelvis linear velocity during the downswing of elite golfers. *BioMedical Engineering OnLine*, 12(1), 13. doi:10.1186/1475-925x-12-13
- Buzza, j. S., Gareth Irwin, Ian Bezodis, David Kerwin and, & Kwon, Y.-H. (2011). EFFECTS OF TRYING TO GAIN DISTANCE ON GOLF DRIVING TECHNIQUE. *Portuguese Journal of Sport Sciences*, 11((Suppl. 2)).

- Choi, A., Lee, I. K., Choi, M. T., & Mun, J. H. (2016). Inter-joint coordination between hips and trunk during downswings: Effects on the clubhead speed. *J Sports Sci*, 34(20), 1991-1997. doi:10.1080/02640414.2016.1149603
- Chu, Y., Sell, T. C., & Lephart, S. M. (2010). The relationship between biomechanical variables and driving performance during the golf swing. *J Sports Sci*, 28(11), 1251-1259. doi:10.1080/02640414.2010.507249
- Cole, M. H., & Grimshaw, P. N. (2016). The Biomechanics of the Modern Golf Swing: Implications for Lower Back Injuries. *Sports Med*, 46(3), 339-351. doi:10.1007/s40279-015-0429-1
- Fitzgordon, J. (2018). Butt Stuff: Gluteus Medius and Piriformis. Retrieved from <https://corewalking.com/butt-stuff-gluteus-medius-piriformis/>
- Fletcher, I. M., & Hartwell, M. (2004). Effect of an 8-week combined weights and plyometrics training program on golf drive performance. *J Strength Cond Res*, 18(1), 59-62.
- Gergley, J. C. (2010). Latent effect of passive static stretching on driver clubhead speed, distance, accuracy, and consistent ball contact in young male competitive golfers. *J Strength Cond Res*, 24(12), 3326-3333. doi:10.1519/JSC.0b013e3181e725e4
- Gluck, G. S., Bendo, J. A., & Spivak, J. M. (2008). The lumbar spine and low back pain in golf: a literature review of swing biomechanics and injury prevention. *Spine J*, 8(5), 778-788. doi:10.1016/j.spinee.2007.07.388
- Gordon, B. S., Moir, G. L., Davis, S. E., Witmer, C. A., & Cummings, D. M. (2009). An investigation into the relationship of flexibility, power, and strength to club head speed in male golfers. *J Strength Cond Res*, 23(5), 1606-1610. doi:10.1519/JSC.0b013e3181a3c39d
- Grimshaw, P. N., & Burden, A. M. (2000). Case report: reduction of low back pain in a professional golfer. *Med Sci Sports Exerc*, 32(10), 1667-1673.
- Gryc, T., Stastny, P., Zahalka, F., Smolka, W., Zmijewski, P., Golas, A., . . . Maly, T. (2017). Performance and Kinematic Differences in Putting between Healthy and Disabled Elite Golfers. *J Hum Kinet*, 60, 233-241. doi:10.1515/hukin-2017-0113

- Gryc, T., Zahálka, F., Maly, T., Malá, L., & Hrasky, P. (2015). *Movement's analysis and weight transfer during the golf swing* (Vol. 15).
- Gucciardi, D. F., Longbottom, J. L., Jackson, B., & Dimmock, J. A. (2010). Experienced golfers' perspectives on choking under pressure. *J Sport Exerc Psychol*, 32(1), 61-83.
- Heng-Ju Lee, Y.-L. C. a. Y.-M. L. (2012). *ANALYSIS OF TRUNK ROTATION PATTERNS WHEN SWINGING AT DIFFERENT SPEEDS: A PILOT STUDY* Paper presented at the 30th Annual Conference of Biomechanics in Sports, Department of Physical Education, National Taiwan Normal University, Taipei, Taiwan <https://ojs.uib.uni-konstanz.de/cpa/article/viewFile/5237/4812>
- Hinkle, D. E. (2002). *Applied Statistics for Behavioral Sciences, + Workbook, 5th Ed*: Houghton Mifflin College Division.
- Horan, S. A., Evans, K., Morris, N. R., & Kavanagh, J. J. (2010). Thorax and pelvis kinematics during the downswing of male and female skilled golfers. *Journal of Biomechanics*, 43(8), 1456-1462.  
doi:<https://doi.org/10.1016/j.jbiomech.2010.02.005>
- Joyce, C., Burnett, A., Cochrane, J., & Ball, K. (2013). Three-dimensional trunk kinematics in golf: between-club differences and relationships to clubhead speed. *Sports Biomech*, 12(2), 108-120. doi:10.1080/14763141.2012.728244
- Joyce, C., Burnett, A., Cochrane, J., & Reyes, A. (2016). A preliminary investigation of trunk and wrist kinematics when using drivers with different shaft properties. *Sports Biomech*, 15(1), 61-75. doi:10.1080/14763141.2015.1123764
- Joyce, C., Chivers, P., Sato, K., & Burnett, A. (2016). Multi-segment trunk models used to investigate the crunch factor in golf and their relationship with selected swing and launch parameters. *J Sports Sci*, 34(20), 1970-1975.  
doi:10.1080/02640414.2016.1149600
- Kao, J. T., Pink, M., Jobe, F. W., & Perry, J. (1995). Electromyographic analysis of the scapular muscles during a golf swing. *Am J Sports Med*, 23(1), 19-23.  
doi:10.1177/036354659502300104

- Kawashima, K., Kat, K., & Miyazaki, M. (2003). Body size and somatotype characteristics of male golfers in Japan. *J Sports Med Phys Fitness*, 43(3), 334-341.
- Keogh, J. W., Marnewick, M. C., Maulder, P. S., Nortje, J. P., Hume, P. A., & Bradshaw, E. J. (2009). Are anthropometric, flexibility, muscular strength, and endurance variables related to clubhead velocity in low- and high-handicap golfers? *J Strength Cond Res*, 23(6), 1841-1850. doi:10.1519/JSC.0b013e3181b73cb3
- Kim, Kwon, O. Y., Yi, C. H., Cynn, H. S., Ha, S. M., & Park, K. N. (2014). Lumbopelvic motion during seated hip flexion in subjects with low-back pain accompanying limited hip flexion. *Eur Spine J*, 23(1), 142-148. doi:10.1007/s00586-013-2973-4
- Kim, S. B., You, J. S., Kwon, O. Y., & Yi, C. H. (2015). Lumbopelvic kinematic characteristics of golfers with limited hip rotation. *Am J Sports Med*, 43(1), 113-120. doi:10.1177/0363546514555698
- Kwon's. (2017). *Golf biomechanics*.
- Kwon, Han, Como, Lee, & Singhal. (2013). Validity of the X-factor computation methods and relationship between the X-factor parameters and clubhead velocity in skilled golfers. *Sports Biomech*, 12(3), 231-246. doi:10.1080/14763141.2013.771896
- Kwon, & Lee, K.-K. (2005). *Effects of Gender, Skill Level, and Club on Kinematics of Golf Swing* (Vol. 15).
- Lamb, P. F., & Pataky, T. C. (2018). The role of pelvis-thorax coupling in controlling within-golf club swing speed. *J Sports Sci*, 1-8. doi:10.1080/02640414.2018.1442287
- Lawrence, G. P., Gottwald, V. M., Khan, M. A., & Kramer, R. S. S. (2012). The Movement Kinematics and Learning Strategies Associated with Adopting Different Foci of Attention during Both Acquisition and Anxious Performance. *Frontiers in Psychology*, 3, 468. doi:10.3389/fpsyg.2012.00468
- Lindsay, D., & Horton, J. (2002). Comparison of spine motion in elite golfers with and without low back pain. *J Sports Sci*, 20(8), 599-605. doi:10.1080/026404102320183158

- Marshall, K. J., & Llewellyn, T. L. (2017). Effects of Flexibility and Balance on Driving Distance and Club Head Speed in Collegiate Golfers. *Int J Exerc Sci*, 10(7), 954-963.
- McHardy, A., Pollard, H., & Luo, K. (2006). Golf injuries: a review of the literature. *Sports Med*, 36(2), 171-187.
- Mun, F., Suh, S. W., Park, H. J., & Choi, A. (2015). Kinematic relationship between rotation of lumbar spine and hip joints during golf swing in professional golfers. *Biomed Eng Online*, 14, 41. doi:10.1186/s12938-015-0041-5
- Myers, J., Lephart, S., Tsai, Y.-S., Sell, T., Smoliga, J., & Jolly, J. (2008). *The role of upper torso and pelvis rotation in driving performance during the golf swing* (Vol. 26).
- Okuda, I., Gribble, P., & Armstrong, C. (2010). Trunk Rotation and Weight Transfer Patterns between Skilled and Low Skilled Golfers. *Journal of Sports Science & Medicine*, 9(1), 127-133.
- Pichardul, K. (2016). *KINEMATIC OF TWO GOLF SWING CONDITIONS IN COMPETITIVELY PROFESSIONAL GOLFERS* (Master Degree Sports Biomechanics), Mahidol University, Journal of Sports Science and Technology.
- Proudman, A. (2015). kinematic sequence. In k. sequence (Ed.), (Vol. 600\*400, pp. KINEMATIC-SEQUENCE).
- Rakthof, F. (2015). Nieuw bij Fysio Rakthof: Golf-Fysiotherapie. Retrieved from <https://fysio-rakthof.nl/2015/03/31/nieuw-bij-fysio-rakthof-golf-fysiotherapie/>
- Rock, M. (2018). Lower Back. Retrieved from <http://www.musclerockfarm.com/training/view/53/>
- Sim, Choi, A., Lee, S., & Mun, J. H. (2016). How to quantify the transition phase during golf swing performance: Torsional load affects low back complaints during the transition phase. *J Sports Sci*, 1-9. doi:10.1080/02640414.2016.1255345
- Sinclair, J., Currigan, G., Fewtrell, D., & Taylor, P. (2014). *Biomechanical correlates of club-head velocity during the golf swing* (Vol. 14).
- Sommer, M., & Rönqvist, L. (2009). Improved Motor-Timing: Effects of Synchronized Metro-Nome Training on Golf Shot Accuracy. *Journal of Sports Science & Medicine*, 8(4), 648-656.



The-Golf-Experience. (2018). Golf-muscles.

Vad, V. B., Bhat, A. L., Basrai, D., Gebeh, A., Aspergren, D. D., & Andrews, J. R. (2004).

Low back pain in professional golfers: the role of associated hip and low back range-of-motion deficits. *Am J Sports Med*, 32(2), 494-497.

doi:10.1177/0363546503261729

Walker, B. (2007). *The Stretching Handbook: Walkerbout Health*; 3rd edition

yoga, L. (2018). Anatomy Tips: Abs. *Abdominal Muscles*. Retrieved from [http://www.lullaby-yoga.com/anatomy\\_tips\\_abs/](http://www.lullaby-yoga.com/anatomy_tips_abs/)

Zheng, N., Barrentine, S. W., Fleisig, G. S., & Andrews, J. R. (2008). Kinematic analysis of swing in pro and amateur golfers. *Int J Sports Med*, 29(6), 487-493.

doi:10.1055/s-2007-989229





ภาคผนวก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
**CHULALONGKORN UNIVERSITY**

ภาคผนวก ก

ใบรับรองโครงการวิจัยจากคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน



คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
เลขที่หนังสือรับ 00344  
วันที่ ๒ ก.พ. ๖1 เวลา ๑๖.๐๙

บันทึกข้อความ

ส่วนงาน คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน กลุ่มสหสถาบัน ชุดที่ 1 โทร.0-2218 3202  
ที่ จว 121/2561 วันที่ 2 กุมภาพันธ์ 2561  
เรื่อง แจ้งผลผ่านการพิจารณาจริยธรรมการวิจัย

เรียน คณบดีคณะวิทยาศาสตร์การกีฬา

สิ่งที่ส่งมาด้วย เอกสารแจ้งผ่านการรับรองผลการพิจารณา

ตามที่นิสิต/บุคลากรในสังกัดของท่านได้เสนอโครงการวิจัยเพื่อขอรับการพิจารณาจริยธรรมการวิจัย จากคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน กลุ่มสหสถาบัน ชุดที่ 1 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย นั้น ในการนี้ กรรมการผู้ทบทวนหลักได้เห็นสมควรให้ผ่านการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยได้ ดังนี้

โครงการวิจัยที่ 218.1/60 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเชิงมุมการหมุนสะโพกและลำตัว ส่วนบนกับความเร็วหัวไม้ และระยะทางในการตีกอล์ฟ (THE RELATIONSHIP AMONG ANGULAR VELOCITIES OF PELVIC AND UPPER TRUNK ROTATIONS, CLUB HEAD SPEED AND HITTING DISTANCE IN GOLF) ของ นางสาววิรัชญา ผึ้งถนอม โดยมีข้อสังเกต ดังนี้

ควรทบทวนรายการอ้างอิงให้ครบถ้วน และผู้ช่วยวิจัยมีบทบาทสำคัญในการทดสอบต่าง ๆ ผู้วิจัยควรดูแลอย่างใกล้ชิดเพื่อป้องกันข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นได้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นันทรี ชัยชนวงศาโรจน์)

กรรมการและเลขานุการ

คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน  
กลุ่มสหสถาบัน ชุดที่ 1 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เรียน

เพื่อโปรด

- ทราบ และดำเนินการต่อไป
- พิจารณา
- ลงนาม
- อนุมัติ
- ลงชื่อ \_\_\_\_\_

= 6 ก.พ. 2561

ส่วนงาน

บันทึกขอแจ้งให้ทราบ  
ที่ประชุม ๖.๒.๖๑

N.Nah  
7/2/61

บันทึก  
7 ก.พ. ๖1

AF 01-12



คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน กลุ่มสหสถาบัน ชุดที่ 1 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
254 อาคารจามจุรี 1 ชั้น 2 ถนนพญาไท เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330  
โทรศัพท์/โทรสาร: 0-2218-3202 E-mail: eccu@chula.ac.th

COA No. 030/2561

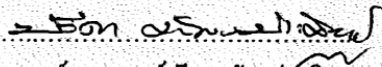
### ใบรับรองโครงการวิจัย

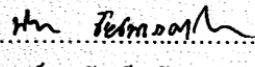
โครงการวิจัยที่ 218.1/60 : ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเชิงมุมการหมุนสะโพกและลำตัวส่วนบน  
กับความเร็วหัวไม้ และระยะทางในการตีกอล์ฟ

ผู้วิจัยหลัก : นางสาววิธิตา ผึ้งถนอม

หน่วยงาน : คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน กลุ่มสหสถาบัน ชุดที่ 1 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
ได้พิจารณา โดยใช้หลัก ของ The International Conference on Harmonization – Good Clinical Practice  
(ICH-GCP) อนุมัติให้ดำเนินการศึกษาวิจัยเรื่องดังกล่าวได้

ลงนาม   
(รองศาสตราจารย์ นายแพทย์ปริดา ทักตนประดิษฐ์)  
ประธาน

ลงนาม   
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นันทรี ชัยชนวงศาโรจน์)  
กรรมการและเลขานุการ

วันที่รับรอง : 2 กุมภาพันธ์ 2561

วันหมดอายุ : 1 กุมภาพันธ์ 2562

#### เอกสารที่คณะกรรมการรับรอง

- 1) โครงการวิจัย
- 2) ข้อมูลสำหรับกลุ่มประชากรหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยและ ใบยินยอมของกลุ่มประชากรหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย
- 3) ผู้วิจัย
- 4) แบบสอบถาม

#### เงื่อนไข

1. ข้าพเจ้ารับทราบว่าเป็นการผิดจริยธรรม หากดำเนินการเก็บข้อมูลการวิจัยก่อนได้รับการอนุมัติจากคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยฯ
2. หากใบรับรองโครงการวิจัยหมดอายุ การดำเนินการวิจัยต้องยุติ เมื่อต้องการต่ออายุต้องขออนุมัติใหม่ล่วงหน้าไม่ต่ำกว่า 1 เดือน พร้อมส่งรายงานความก้าวหน้าการวิจัย
3. ต้องดำเนินการวิจัยตามที่ระบุไว้ในโครงการวิจัยอย่างเคร่งครัด
4. ใช้เอกสารข้อมูลสำหรับกลุ่มประชากรหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย ใบยินยอมของกลุ่มประชากรหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย และเอกสารเชิญเข้าร่วมวิจัย (ถ้ามี) เฉพาะที่ประทับตราคณะกรรมการเท่านั้น
5. หากเกิดเหตุการณ์ไม่พึงประสงค์ร้ายแรงในสถานที่เก็บข้อมูลหรือขออนุมัติจากคณะกรรมการ ต้องรายงานคณะกรรมการภายใน 5 วันทำการ
6. หากมีการเปลี่ยนแปลงการดำเนินการวิจัย ให้ส่งคณะกรรมการพิจารณารับรองก่อนดำเนินการ
7. โครงการวิจัยไม่เกิน 1 ปี ส่งแบบรายงานสิ้นสุดโครงการวิจัย (AF 03-12) และบทคัดย่อผลการวิจัยภายใน 30 วัน เมื่อโครงการวิจัยเสร็จสิ้น สำหรับโครงการวิจัยที่เป็นวิทยานิพนธ์ให้ส่งบทคัดย่อผลการวิจัย ภายใน 30 วัน เมื่อโครงการวิจัยเสร็จสิ้น

ภาคผนวก ข  
แบบบันทึกข้อมูล

แบบสอบถามการเข้าร่วมงานวิจัย

เลขที่แบบบันทึก.....

วันที่เริ่มทดสอบ.....

1. ข้อมูลทั่วไป

อายุ.....ปี เบอร์โทรติดต่อ .....

ส่วนสูง.....เซนติเมตร น้ำหนัก.....กิโลกรัม

โรคประจำตัว(ถ้ามี).....

ประวัติการบาดเจ็บ(ถ้ามี).....

1. เป็นนักกีฬากระดับ

Handicap 0-12    Handicap 13-18    Handicap 19-24    Handicap >

25

รายการที่เข้าร่วมแข่งขัน

.....  
.....  
.....  
.....

2. เคยเข้าร่วมการแข่งขัน

ระดับนานาชาติ    ระดับชาติ    ระดับภายในประเทศ    ระดับอื่น.....

3. การฝึกซ้อมวงสวิงกอล์ฟ

- ฝึกซ้อม 5 วัน/สัปดาห์  
 ฝึกซ้อม 3-4 วัน/สัปดาห์  
 ฝึกซ้อม 3 วัน/สัปดาห์  
 ฝึกซ้อมน้อยกว่า 3 วัน/สัปดาห์

แบบสอบถามการเข้าร่วมงานวิจัย

สำหรับกรอกข้อมูลพื้นฐานสัดส่วนร่างกาย

Subject Measurements

No.....

Mass: \_\_\_\_\_ kg Height: \_\_\_\_\_ mm

Anthropometric data

Anthropometric	Left (mm)	Right (mm)
- Inter-ASIS distance (mm)		
- Leg length (mm)		
- Knee width (mm)		
- Ankle width (mm)		
- Shoulder Offset (mm)		
- Elbow Width (mm)		
- Wrist Width (mm)		
- Hand Thickness (mm)		

\*หมายเหตุ วัดสัดส่วนร่างกายเพื่อประกอบการวิเคราะห์ในโปรแกรม Vicon Nexus

Note:

.....

.....

.....

ภาคผนวก ค  
 รูปภาพเครื่องมืองานวิจัย

1. ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์การเคลื่อนไหว 3 มิติ



2. เครื่องและโปรแกรมวิเคราะห์ Program: P3ProSwing Golf Simulator



และเครื่องเซนเซอร์ P3ProSwing Golf Simulator



3. กล้องอินฟราเรด 7 ตัว ความถี่ 100 Hz และโปรแกรม Vicon Nexus 1.4 requires Mx firmware version 213



4. Marker ขนาด 14 mm. จำนวน 7 ตัว



5. หญ้าเทียมสำหรับฝึกซ้อมกอล์ฟ ขนาดกว้าง 1.5 เมตร ยาว 1.5 เมตร จำนวน 1 แผ่น



6. แท่นตั้งที่





## 7. ตาข่ายดักลูก



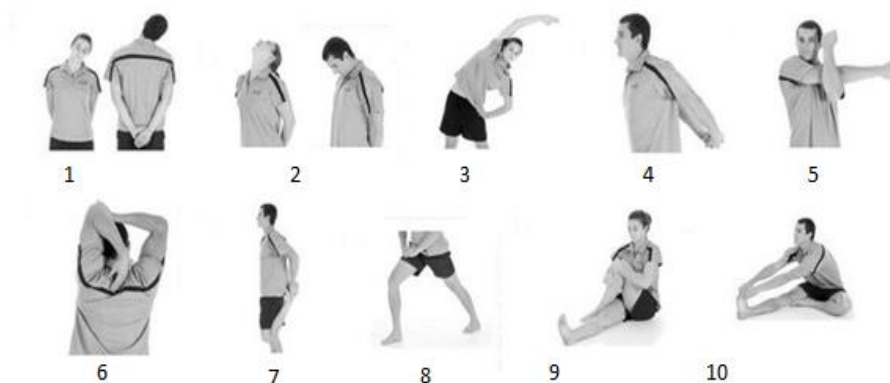
## 8. ลูกกอล์ฟ SRIXON



## 9. ไม้หัวไม้ 1 ยี่ห้อ TaylorMade รุ่น R360Ti



### ท่าการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ จำนวน 10 ท่า (Walker, 2007)



**ท่าที่ 1** ทำยืน ยืดกล้ามเนื้อคอด้านข้าง เริ่มต้นด้วยการมองไปด้านหน้าในขณะค่อยๆเอียงศีรษะซ้ายและมือจับกันด้านหลัง

**ท่าที่ 2** ทำยืน ยืดกล้ามเนื้อคอด้านหน้า/ด้านหลัง ยืนตรงยืดศีรษะ มองด้านบนโดยผ่อนคลายไหล่ ถัดจากนั้นก้มศีรษะลงให้คางชิดหน้าอก ผ่อนคลายไหล่

**ท่าที่ 3** ทำยืนยืดกล้ามเนื้อลำตัวด้านข้าง ยืนตัวตรง กางเท้าขนานเท่าช่วงไหล่ค่อยๆเอียงตัวไปทางขวา หรือซ้าย และเอื้อมมือข้ามศีรษะ ต้องระวังไม่โน้มตัวมาด้านหน้า

**ท่าที่ 4** ทำยืนยืดกล้ามเนื้อหน้าอกและกล้ามเนื้อไหล่ ประสานมือไว้ด้านหลังดึงแขนให้ตรงซ้าๆ และค่อยยกแขนขึ้น

**ท่าที่ 5** ทำยืนยืดกล้ามเนื้อข้อไหล่ ยืนตัวตรง ให้แขน 2 ข้างตั้งฉากกับบริเวณเหนือข้อศอก

**ท่าที่ 6** ทำยืนยืดต้นแขนด้านหลัง ยืนตัวตรง มือข้างที่หนึ่งพับไปบริเวณด้านหลังคอ และใช้แขนอีกข้างหนึ่งดึงข้อศอกลง

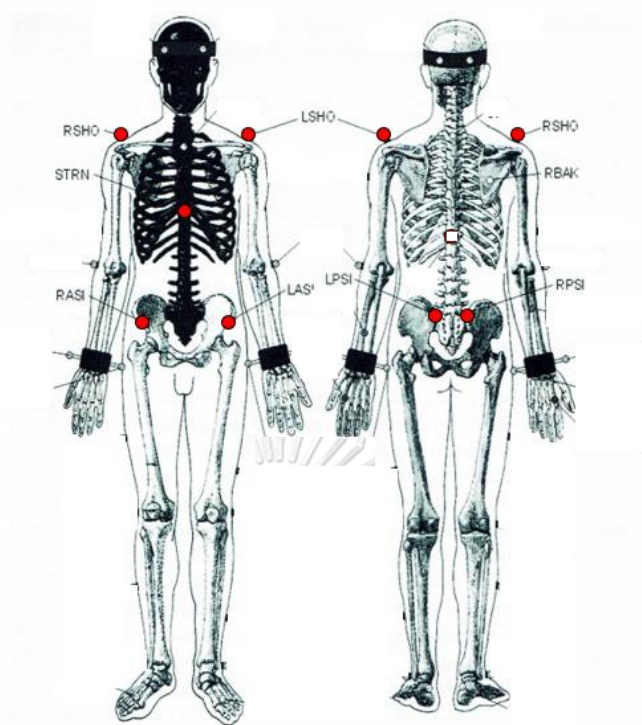
**ท่าที่ 7** ทำยืนยืดกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า ยืนตัวตรง ในลักษณะขาเดียว พับข้อเข่าอีกข้างมาด้านหลังใช้มือจับ ต้นสะโพกไปด้านหน้า รักษาสมดุลการทรงตัว

**ท่าที่ 8** ทำยืนยืดน่อง ยืนในท่าทางขานำ ขาตาม หลังตั้งตรง ให้เท้า 2 ข้างอยู่ที่พื้น โน้มมาด้านหน้าเล็กน้อยไม่ให้เข่าเลยปลายเท้า

**ท่าที่ 9** ทำนั่งยืดกล้ามเนื้อสะโพก นั่งเหยียดขาด้านหนึ่งตรง อีกด้านหนึ่งวางข้ามข้อเข่า และดึงข้อเข่าที่องเข้าหาลำตัว ควบคุมให้หลัง ตั้งตรง และไหล่หันด้านหน้า

**ท่าที่ 10** ทำนั่งยืดต้นขาด้านหลัง นั่งเหยียดขาด้านหนึ่งตรง อีกด้านหนึ่ง และนั่งงอเขาให้เท้าแนบกับขาด้านใน โน้มตัวไปด้านหน้า ใช้มือทั้ง 2 ข้าง จับที่ปลายเท้าข้างที่เหยียดมาด้านหน้า

รูปภาพตำแหน่งในการติด Marker 7 ตัว



Torso Markers		
STRN	Sternum	Xiphoid process of the Sternum
LSHO, RSHO	Left shoulder Right shoulder	Placed on the Acromio-clavicular joint
Pelvic		
LASI, RASI	Left ASIS, Right ASIS	Placed directly over the left anterior superior iliac spine Placed directly over the right anterior superior iliac spine
LPSI, RPSI	Left PSIS, Right PSIS	Placed directly over the left and right posterior superior iliac spine

## ภาคผนวก ง

## ข้อมูลกลุ่มตัวอย่าง

## คุณลักษณะพื้นฐาน

ลำดับ	น้ำหนัก	ส่วนสูง	อายุ	แฮนดิแคป	ระดับการแข่งขัน	การฝึกซ้อม
1	73	170	20	0 - 12	ระดับนานาชาติ	3 - 4 วัน/สัปดาห์
2	102	182	20	0 - 12	ระดับภายในประเทศ	อย่างน้อย 3 วัน/สัปดาห์
3	71	172	20	0 - 12	ระดับภายในประเทศ	3 - 4 วัน/สัปดาห์
4	63	176	19	0 - 12	ระดับภายในประเทศ	อย่างน้อย 3 วัน/สัปดาห์
5	88	183	23	0 - 12	ระดับนานาชาติ	5 วัน/สัปดาห์
6	70	1700	20	0 - 12	ระดับภายในประเทศ	3 - 4 วัน/สัปดาห์
7	75	170	30	0 - 12	ระดับนานาชาติ	อย่างน้อย 3 วัน/สัปดาห์
8	72	173	22	0 - 12	ระดับภายในประเทศ	อย่างน้อย 3 วัน/สัปดาห์
9	68	180	20	0 - 12	ระดับภายในประเทศ	3 - 4 วัน/สัปดาห์
10	80	180	19	0 - 12	ระดับนานาชาติ	5 วัน/สัปดาห์
11	63	175	18	0 - 12	ระดับนานาชาติ	3 - 4 วัน/สัปดาห์
12	72	178	19	0 - 12	ระดับนานาชาติ	5 วัน/สัปดาห์
13	66	178	20	0 - 12	ระดับภายในประเทศ	อย่างน้อย 3 วัน/สัปดาห์
14	95	174	21	0 - 12	ระดับภายในประเทศ	3 - 4 วัน/สัปดาห์
15	80	165	20	0 - 12	ระดับภายในประเทศ	5 วัน/สัปดาห์
16	83	172	22	0 - 12	ระดับนานาชาติ	5 วัน/สัปดาห์
17	83	174	24	0 - 12	ระดับภายในประเทศ	3 - 4 วัน/สัปดาห์
18	82	175	19	0 - 12	ระดับนานาชาติ	5 วัน/สัปดาห์
19	72	178	20	0 - 12	ระดับนานาชาติ	3 - 4 วัน/สัปดาห์

## ข้อมูลระยะทางในการตีกอล์ฟ

ลำดับ	ครั้งที่ 1 (หลา)	ครั้งที่ 2 (หลา)	ครั้งที่ 3 (หลา)	ข้อมูลที่ดีที่สุด (หลา)	ข้อมูลที่ดีที่สุด หน่วย SI (เมตร)
1	265	272	278.4	278.4	254.57
2	267.8	259.6	261.3	267.8	244.88
3	255.2	245.8	267.9	267.9	244.97
4	260.4	259.6	258.2	264.7	242.04
5	257.5	248.6	247.8	257.5	235.46
6	259.4	266.7	267	267	244.15
7	263.2	265.4	269.1	269.1	246.07
8	250	255.7	270.9	270.9	247.71
9	264.8	292.7	285.1	292.7	267.65
10	284.7	287.4	286.7	287.4	262.80
11	275.3	257.8	234.9	275.3	251.74
12	290.3	294.2	297	297	271.58
13	262.2	265.2	267	267	244.15
14	265	272.2	287.1	287.1	262.53
15	262.3	252.3	270.4	270.4	247.26
16	300.2	297.6	284.6	300.2	274.51
17	253.6	282.7	284.1	294.5	269.29
18	273.4	274.4	268.9	274.4	250.91
19	268.5	272.2	271.7	272.2	248.90

## ข้อมูลความเร็วหัวไม้

ลำดับ	ครั้งที่ 1 (ไมล์ต่อ ชั่วโมง)	ครั้งที่ 2 (ไมล์ต่อ ชั่วโมง)	ครั้งที่ 3 (ไมล์ต่อ ชั่วโมง)	ข้อมูลที่ดี ที่สุด (ไมล์ต่อ ชั่วโมง)	ข้อมูลที่ดีที่สุด หน่วย SI (เมตรต่อวินาที)
1	100.5	103.5	105.7	105.7	47.25
2	101.5	98.5	99.1	101.5	45.37
3	96.6	96.7	101.6	101.6	45.42
4	98.6	98.4	100.5	100.5	44.92
5	97.4	93.9	93.6	93.6	43.54
6	98.2	101.3	101.3	101.3	45.28
7	100.5	100.7	102.4	102.4	45.77
8	94.8	96.8	103	103	46.04
9	100.5	111.4	108.6	111.4	49.80
10	108.2	109.4	105.6	109.4	48.90
11	104.4	97.6	88.5	104.4	46.67
12	111.8	110.5	113.9	113.9	50.91
13	99.7	100.6	101.4	101.4	45.33
14	100.6	103.2	109.3	109.3	48.86
15	99.5	95.6	102.5	102.5	45.82
16	114.4	113.7	108.2	114.4	51.14
17	96	108.2	112.2	112.2	50.15
18	103.6	104.9	102.6	104.9	46.89
19	101.8	103.2	103.1	103.2	46.13

## ข้อมูลความเร็วเชิงมุมการหมุนสะโพกและลำตัวส่วนบน

ลำดับ	ความเร็วเชิงมุมสะโพก (องศาต่อวินาที)	ความเร็วเชิงมุมลำตัวส่วนบน (องศาต่อวินาที)
1	172.91	582.58
2	95.26	401.67
3	78.01	324.35
4	147.61	550.93
5	79.69	419.79
6	127.66	325.89
7	107.69	407.98
8	80.25	298.05
9	119.26	425.60
10	216.92	533.17
11	73.61	322.56
12	266.39	652.73
13	145.97	472.60
14	96.21	303.90
15	117.20	417.88
16	146.88	406.09
17	135.72	409.46
18	143.98	545.07
19	115.35	324.50

## ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

ชื่อผู้เขียน นางสาววินิธา ผึ้งถนอม

วันเดือนปีเกิด 8 ธันวาคม 2534

สถานที่เกิด จังหวัดปทุมธานี

ที่อยู่ปัจจุบัน 70/776 หมู่3 ตำบลคลองหนึ่ง อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี

ประวัติการศึกษา

สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์  
การกีฬา คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ปีการศึกษา 2556

สถานที่ทำงานปัจจุบัน

นักวิทยาศาสตร์การกีฬาประจำสาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬาและการพัฒนากีฬา  
คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
CHULALONGKORN UNIVERSITY