

นิพนธ์ต้นฉบับ (Original article)

ชีวกลศาสตร์ทางการกีฬา (Sports Biomechanics)

## การเปรียบเทียบคิเนมาติกส์ของกอล์ฟสวิงสองประเภทในนักกอล์ฟอาชีพระดับแข่งขัน

กิตติพงษ์ พิชาดุล\* และ วีรวัฒน์ ลิ้มรุ่งเรืองรัตน์

วิทยาลัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการกีฬา มหาวิทยาลัยมหิดล อ.พุทธมณฑล จังหวัดนครปฐม, ประเทศไทย 73170

### บทคัดย่อ

วงสวิงแรกในการตีกอล์ฟมีความสำคัญ เพราะระยะทางที่ไกลและทิศทางที่แม่นยำ จะทำให้ได้เปรียบในการตีครั้งต่อไป ทั้งนี้ ในการตีครั้งแรกอาจจะตีด้วยวงสวิงที่ใช้ความเร็วสูงสุดเพื่อให้ได้ระยะทางที่ไกลหรือตีด้วยการควบคุมความเร็วเพื่อเน้นความแม่นยำซึ่งขึ้นกับสถานการณ์ อย่างไรก็ตามการศึกษาในเรื่องคิเนมาติกส์ ระหว่างการตีทั้งสองแบบยังมีอยู่ค่อนข้างจำกัด ดังนั้น การศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบความเร็วและมุมของสัดส่วนร่างกายระหว่างวงสวิงด้วยความเร็วสูงสุดและแบบความเร็วควบคุมในนักกอล์ฟอาชีพระดับแข่งขัน นักกอล์ฟอาชีพ จำนวน 15 คน อาสาสมัครเข้าร่วมในงานวิจัยนี้ บันทึกข้อมูลด้วย กล้องวิดีโอจำนวน 10 ตัว ทำการบันทึกวงสวิงด้วยความถี่ 200 เฮิร์ตซ์ โปรแกรม Visual 3D ถูกใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล มุมของข้อต่อ มุมที่แบ่งแยกกันระหว่างร่างกายส่วนบนกับร่างกายส่วนล่าง (x-factor) และความเร็วสัดส่วนของร่างกาย 3 เหตุการณ์ (events) คือ จังหวะสูงสุดของการขึ้นไม้กอล์ฟ (TOB) จังหวะที่ก้านไม้กอล์ฟขนานพื้นตอนสวิงลง (ACC) จังหวะกระทบลูกกอล์ฟ (IMP) และทดสอบทางสถิติด้วย paired t-test และ Wilcoxon Signed-Rank พบว่า มุมข้อมือและมุม X-factor ตอน TOB และ ACC ของวงสวิงแบบความเร็วสูงสุดและแบบควบคุมความเร็ว มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่ทุกสัดส่วน (segments) มีความเร็วมากกว่าวงสวิงด้วยแรงควบคุม ถึงแม้ว่าไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยสรุปการสร้างวงสวิงด้วยแรงสูงสุด จะเริ่มจากการสร้างมุมของสัดส่วนร่างกายที่มากพอ เพื่อให้มีช่วงในการเพิ่มความเร็วในขณะเข้าสู่ IMP และควรเพิ่มความเร็วของทุกส่วน (segments)

(Journal of Sports Science and Technology 2016; 16(1) : 1-10 )

**คำสำคัญ :** กอล์ฟ, นักกอล์ฟอาชีพ, วงสวิง, คิเนมาติกส์, ความเร็วเชิงมุม

\*Corresponding author: กิตติพงษ์ พิชาดุลย์

79 หมู่บ้านนารายณ์ ถ.บางกรวยไทรน้อย บางสีทอง

บางกรวย นนทบุรี 11130

Email : ohmgolfer@hotmail.com

นิพนธ์ต้นฉบับ (Original article)

ชีวกลศาสตร์ทางการกีฬา (Sports Biomechanics)

## KINEMATIC OF TWO GOLF SWING CONDITIONS IN COMPETITIVELY PROFESSIONAL GOLFERS

Kittipong PICHARDUL\* and Weerawat LIMROONGREUNGRAT

College of Sports Science and Technology, Mahidol University, Salaya Nakhonpathom, Thailand 73170

---

### ABSTRACT

The driving shot is the most importance because distance and accuracy are beneficial to the next shot. Maximum and control golf swings were often executed depends on different situations. The studies of kinematic differences between two conditions were limited. Therefore, the purpose of this investigation was to compare angle and velocity between two swing conditions. Fifteen competitive professional golfers participate in this study. Data was recorded by 10 high speed cameras, 200 hertz. Visual 3D was used to analyze segmental angle, X factor and velocity between three events; top of backswing (TOB), acceleration (ACC), and impact (IMP). Paired t-test and Wilcoxon Signed-Rank were used to compare and determine statistical significant differences between two groups ( $P < 0.05$ ). The results found that during TOB and ACC phases, X- factor and wrist angles were significantly different between maximum velocity swing and controlled velocity swing. All segmental velocities were greater value in MSG during ACC and IM, but some of them were significantly greater in MSG. In conclusion, when golfers executed maximum swing, it should begin with greater segmental angle which facilitate sufficient range of motion to accelerate through IMP. To generate effective maximum swing, it should accelerate whole segments instead of preferable one.

(Journal of Sports Science and Technology 2016; 16(1) : 1-10 )

**Keywords:** Golf, Professional golfers, Golf swing, Kinematic, Velocity, Angle

\*Corresponding author: Kittipong Pichardul  
79 Nararom private. Bangkruai-sainoi rd  
Bangsrithong. Bangkruai Nonthaburi 11130  
E-mail: ohmgolfer@hotmail.com

## บทนำ

ปัจจุบันจำนวนนักกอล์ฟสมัครเล่นและอาชีพมีจำนวนเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ทั้งนี้เนื่องจากกีฬากอล์ฟสามารถแข่งขันรวมกันได้ทุกเพศ ทุกวัย ทุกทักษะในขณะเดียวกัน ทักษะที่จะทำคะแนนให้ได้เปรียบคู่ต่อสู้ หนึ่งในนั้น คือ การตีด้วยหัวไม้หนึ่งจากแท่นที่ออกไปที่แฟร์เวย์ให้ได้ระยะทางไกลและมีทิศทางแม่นยำ<sup>1</sup> ซึ่งระยะทางที่ได้จากการตีนั้นมาจากการสะสมและถ่ายโอนความเร็วของแต่ละสัดส่วนในร่างกาย จากสัดส่วนที่อยู่แกนกลางของร่างกายไปสู่ส่วนปลาย (proximal to distal)<sup>2</sup> และความสามารถของระบบประสาทและกล้ามเนื้อในการหดตัวได้อย่างรวดเร็ว (power) ในช่วงเวลาที่เหมาะสม ส่วนทิศทางที่ได้จากการตีนั้น มาจากการสวิงหัวไม้กอล์ฟกลับลงมากกระทบลูกกอล์ฟ ให้ได้มุมองศาที่เหมาะสมและตั้งฉากกับเป้าหมายเพื่อจะได้ทิศทางที่ต้องการไปยังเป้าหมาย ซึ่งอาศัยความสามารถของระบบข้อต่อและกล้ามเนื้อในการสร้างมุมในร่างกายที่เหมาะสม (range of motion) ระหว่างทำการสวิงไม้กอล์ฟเพื่อที่จะสวิงหัวไม้กอล์ฟกลับมาในตำแหน่งที่ต้องการได้ราบรื่นมากขึ้น เป็นที่ทราบกันดีว่า ไม่มีวงสวิงแบบไหนที่ถูกต้องที่สุด แต่มีวงสวิงที่อาจจะเหมาะสมที่สุดกับสมรรถภาพของนักกอล์ฟในขณะนั้น<sup>3,4</sup> การศึกษาชีวกลศาสตร์ของวงสวิงกอล์ฟ ความเร็วสูงสุดและความเร็วควบคุม ในกลุ่มนักกอล์ฟอาชีพนั้นมีความสำคัญมากที่จะนำผลการศึกษาไปเป็นต้นแบบเพื่อที่จะพัฒนานักกอล์ฟสมัครเล่นให้มีทักษะที่สูงขึ้น โดยอาศัยฐานข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ของนักกอล์ฟอาชีพ เนื่องจากกอล์ฟสมัครเล่นส่วนใหญ่แล้วจะพยายามตีช็อตแรกให้ไกลขึ้น แต่กลับได้ทิศทางที่ไม่แม่นยำทำให้ลูกกอล์ฟ ออกนอกแฟร์เวย์ ในการศึกษา ก่อนหน้าพบว่า ในกลุ่มนักกอล์ฟอาชีพที่ตีช็อตแรกแล้วลูกกอล์ฟออกนอกแฟร์เวย์ ถึงแม้ว่าลูกกอล์ฟยังอยู่ในแค่พื้นที่หญ้ายาว (rough) ก็มีแนวโน้มว่าจะเสียคะแนน<sup>5</sup> กลยุทธ์ที่นักกอล์ฟอาชีพส่วนใหญ่นำมาใช้ให้ได้เปรียบคู่ต่อสู้ในการตีช็อตแรกออกจากแท่นเพื่อให้ได้คะแนนง่ายขึ้นและไม่เสียคะแนนในหลุมยาก คือ ทักษะการตีวงสวิงด้วยความเร็วสูงสุด (maximum swing) และทักษะการตีวงสวิงด้วยความเร็วควบคุม (control swing) แน่นอนว่าทั้งทิศทางและระยะทางมีความสำคัญในการตีช็อตแรก แต่บางสถานการณ์จำเป็นต้องเลือกว่า ทิศทางหรือระยะทางที่จะทำใหได้คะแนนในหลุมง่ายและไม่เสียคะแนนในหลุมยาก ซึ่งการตีวงสวิงด้วยความเร็วสูงสุดนักกอล์ฟอาชีพนั้นจะใส่ใจกับเรื่องของระยะทางมากกว่าทิศทาง และในทางกลับกันการตีวงสวิงด้วยความเร็วควบคุมจะใส่ใจเรื่องของทิศทางมากกว่าระยะทาง

แม้ว่าจะมีการศึกษาวิจัยทางด้านชีวกลศาสตร์ของวงสวิงกอล์ฟในกลุ่มนักกอล์ฟอาชีพ<sup>4,6,7</sup> แต่ไม่ได้ระบุว่าวงสวิงนั้นเป็นวงสวิงด้วยความเร็วสูงสุดหรือเป็นวงสวิงด้วยความเร็วควบคุม และยังไม่ได้ระบุว่าด้วยว่าเป็นนักกอล์ฟอาชีพระดับไหน ดังนั้นจุดประสงค์ของการศึกษานี้ เพื่อศึกษาเปรียบเทียบความเร็วและมุมของส่วนต่างๆ ของร่างกายระหว่างวงสวิงด้วยความเร็วสูงสุด และวงสวิงด้วยความเร็วควบคุมในกลุ่มนักกอล์ฟอาชีพระดับแข่งขัน มีการตั้งสมมุติฐานไว้ว่า มีความแตกต่างในเรื่องของความเร็วและมุมระหว่างวงสวิงด้วยความเร็วสูงสุดกับวงสวิงด้วยความเร็วควบคุมในกลุ่มนักกอล์ฟอาชีพระดับแข่งขัน

## วิธีการดำเนินการวิจัย

เกณฑ์การคัดอาสาสมัครเข้า คือ เป็นนักกอล์ฟอาชีพระดับแข่งขันที่เป็นสมาชิกของ สมาคมกอล์ฟอาชีพแห่งประเทศไทย เพศชายอายุระหว่าง 22 - 27 ปี จำนวน 15 คน มีประสบการณ์แข่งขันในระดับอาชีพไม่น้อยกว่าหนึ่งปี และมีการใช้วงสวิงด้วยความเร็วสูงสุดและวงสวิงด้วยความเร็วควบคุมจริงในสถานการณ์แข่งขันจริง

เกณฑ์การคัดอาสาสมัครออก คือ มีการบาดเจ็บของกระดูกและกล้ามเนื้อหรือมีความเจ็บป่วยใดใดที่เป็นอุปสรรคต่อการสวิง ณ ในระยะเวลาสองอาทิตย์ก่อนการเก็บข้อมูล นักกีฬาทุกคนทราบถึงรายละเอียดเกี่ยวกับงานวิจัย

เช่น จุดประสงค์ ประโยชน์ ขั้นตอนการวิจัย และเห็นประโยชน์ยอมรับเข้าร่วมการวิจัยซึ่งผ่านการรับรองจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในคนมหาวิทยาลัยมหิดล

### **อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย และการเตรียมความพร้อมก่อนเก็บข้อมูล**

เก็บข้อมูลด้วยชุดสามมิติ (BTS SMART DX 5000) ประกอบด้วย กล้องความเร็วสูง 10 ตัว บันทึกภาพด้วยความเร็ว 200 ภาพต่อวินาที ซึ่งเชื่อมต่อกับศูนย์คอมพิวเตอร์ควบคุมการทำงาน ใช้มาร์คเกอร์สะท้อนแสงจำนวน 62 ชิ้น ติดตามส่วนต่างๆ ตามร่างกายและไม้กอล์ฟ คือ Vertex, Anterior head, Right-left Head Above the Ear, Suprasternal Notch, Spine C7, Right-left Acromion, Right-left Anterior Shoulder, Right-left Posterior Shoulder, Xiphoid, Spine T8, Right-left Cluster Upper Arm 1-2-3, Right-left Lateral Epicondyle of Humerus, Right-left Medial Epicondyle of Humerus, Right-left Styloid Process of Radius, Right-left Styloid Process of Ulna, Right-left 2<sup>nd</sup> Metacarpal Head, Right-left 5<sup>th</sup> Metacarpal Head, Right-left Anterior Superior Iliac Spine, Right-left Posterior Superior Iliac Spine, Right-left Greater Trochanter, Right-left Thigh, Right-left Lateral Epicondyle of Femur, Right-left Medial Epicondyle of Femur, Right-left Lateral Malleolus, Right-left Medial Malleolus, Right-left Toe, Right-left Heel, The top of shaft (below grip), Below CPROX 10 cm, Above CDIST 10 cm, The end of shaft (above club head), and Toe of club head. ใช้อุปกรณ์ตรวจจับการทำงานของลูกกอล์ฟและไม้กอล์ฟ (TrackMan technology, ประเทศเดนมาร์ก) และโปรแกรมวิเคราะห์ข้อมูล (Visual 3D, C-motion, ประเทศสหรัฐอเมริกา) พื้นที่การเก็บข้อมูลมีปริมาตร กว้าง 2.2 เมตร, ยาว 3.5 เมตร, สูง 2.7 เมตร และมีการกำหนดพิกัดพื้นที่การเก็บข้อมูล (global coordinate system) x : anterior posterior axis, y : vertical axis, z : mediolateral axis.

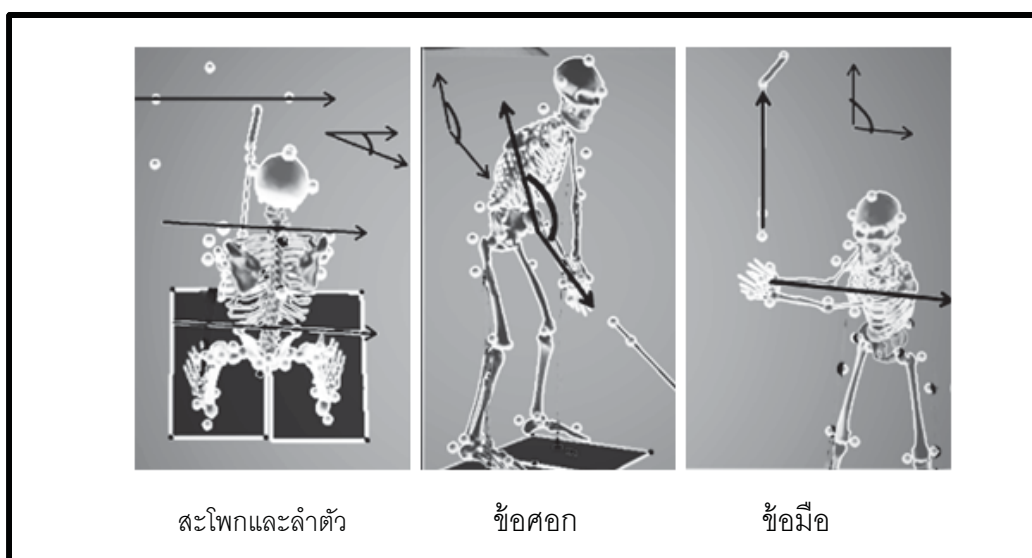
### **ขั้นตอนการเก็บข้อมูล**

เมื่อผู้เข้าร่วมการวิจัยมาถึงได้มีการอธิบายรายละเอียดและขั้นตอนการเก็บข้อมูล 10 นาที จากนั้นให้นักกอล์ฟทำความคุ้นเคยกับพื้นที่ในการเก็บข้อมูล โดยการอบอุ่นร่างกายเป็นเวลา 10 นาที ด้วยอุปกรณ์หัวไม้หนึ่ง ซึ่งนักกอล์ฟได้เตรียมมาเอง ผู้วิจัยติดมาร์คเกอร์บนร่างกายและไม้กอล์ฟ 30 นาที และให้นักกอล์ฟอบอุ่นร่างกายอีกครั้งเพื่อทำความคุ้นเคยกับมาร์คเกอร์ที่ติดบนร่างกายและไม้กอล์ฟ 5 นาที มีการสุ่มเลือกวงสวิงที่จะเริ่มเก็บข้อมูลเป็นอันดับแรกโดยที่นักกอล์ฟหนึ่งคนจะทำการเก็บข้อมูลวงสวิงทั้งหมด 12 ครั้ง (30 นาที) : วงสวิงด้วยความเร็วสูงสุด 6 ครั้ง (MSG) และวงสวิงด้วยความเร็วควบคุม 6 ครั้ง (CSG) โดยการสวิงแต่ละครั้งจะมีการพักประมาณ 1 นาที โดยก่อนที่นักกอล์ฟจะสวิงแต่ละครั้ง ผู้วิจัยมีการพูดเตือนนักกอล์ฟ ถึงวงสวิงที่จะตีและพูดโน้มน้าวนักกอล์ฟให้จินตนาการได้ถึงสถานการณ์จริงที่เคยใช้วงสวิงด้วยความเร็วสูงสุดหรือวงสวิงด้วยความเร็วควบคุม และหลังจากสวิงแต่ละครั้งมีการยืนยันว่านักกอล์ฟใช้สวิงนั้นจริงจากตัวนักกอล์ฟเองว่า บรรลุวงสวิงที่ต้องการหรือไม่ และผลข้อมูลความเร็วของหัวไม้กอล์ฟได้จากการแสดงผลของอุปกรณ์ TrackMan ทันที โดยที่ผู้วิจัยทราบค่าความเร็วของหัวไม้กอล์ฟและทิศทางทั้งสองวงสวิงโดยประมาณจากการอบอุ่นร่างกายแล้ว

### **การวิเคราะห์ข้อมูล**

ข้อมูลดิบที่ได้ถูกคัดเลือกมาจากการตีที่สมบูรณ์ที่สุด 3 ครั้งแต่ละวงสวิง โดยใช้ผลจากเครื่อง TrackMan และใช้เกณฑ์ด้านความเร็วของหัวไม้กอล์ฟ ซึ่งวงสวิงด้วยความเร็วสูงสุดนั้นพิจารณาจากความเร็วสูงสุดของหัวไม้กอล์ฟใน

ขณะที่วิ่งด้วยความเร็วควบคุมพิจารณาจากความเร็วของหัวไม้ที่มีค่าลดลงมาจากความเร็วสูงสุด และเกณฑ์ด้านทิศทางของลูกกอล์ฟพิจารณาจากทิศทางที่ตีออกไปให้ใกล้เคียงกับทิศทางที่นักกอล์ฟต้องการมากที่สุด ในทั้งสองวงสวิง และความรู้สึกในการตีของนักกอล์ฟ (feeling) ถูกนำมาพิจารณาด้วยซึ่งหากมีผลเรื่องของ ความเร็วหัวไม้กอล์ฟ ทิศทาง และความรู้สึก ไม่สอดคล้องกันข้อมูลในการเก็บครั้งนั้นจะไม่ถูกนำมาวิเคราะห์ข้อมูล มีการโปรแกรม SMART Tracker ใช้ในการ track ตำแหน่งของแต่ละมาร์คเกอร์ โปรแกรม Visual 3D ใช้คัดกรองสัญญาณด้วย Butterworth low pass ที่ความถี่ 5 เฮิรตซ์ และวิเคราะห์ความเร็วส่วนของร่างกาย (segments) คือ สะโพก ลำตัว ข้อศอก ข้อมือ และหัวไม้กอล์ฟ โดยมีการคำนวณตาม cardan sequence z-x-y : flexion/extension, abduction/adduction, internal/external rotation จากนั้นนำมาหาผลรวม (resultant) และมุมส่วนของร่างกายเป็น relative angle ด้วย vector สอง vector ดังรูปที่ 1 โดยที่มุม X-factor หาจาก มุมที่แยกออกจากกันระหว่างสะโพกและลำตัวของ vector ที่ทำมุมระหว่าง left to right Acromion process และ left to right Anterior Superior Iliac Spine มุมสะโพกหาจาก vector ที่ทำมุมระหว่าง left to right Anterior Superior Iliac Spine และ lab coordinate system มุมลำตัวหาจาก vector ที่ทำมุมระหว่าง left to right Acromion process และ lab coordinate system มุมข้อศอกหาจาก vector ที่ทำมุมระหว่าง Right Lateral Epicondyle of Humerus to right Acromion process และ Right Lateral Epicondyle of Humerus to Right 2<sup>nd</sup> Metacarpal Head มุมข้อมือหาจาก vector ที่ทำมุมระหว่าง Right 2<sup>nd</sup> Metacarpal Head to Right Lateral Epicondyle of Humerus และก้านไม้กอล์ฟ มีแบ่งช่วงการวิเคราะห์ 3 เหตุการณ์ (events) คือ จังหวะสูงสุดของการขึ้นไม้กอล์ฟ (Top of backswing : TOB) จังหวะที่ก้านไม้กอล์ฟขนานพื้นตอนสวิงลง (Acceleration : ACC) จังหวะกระทบลูกกอล์ฟ (Impact : IMP) ข้อมูลทั้งหมดถูกนำมาวิเคราะห์ทางสถิติด้วยโปรแกรม SPSS (version 18) จากการทดสอบการแจกแจงแบบปกติ ด้วย Shapiro-Wilk สถิติ paired t-test จะใช้ในกรณีที่ข้อมูลมีการแจกแจงแบบปกติ ในกรณีที่ข้อมูลไม่มีการแจกแจงแบบปกติ จะใช้สถิติ Wilcoxon Signed-Rank แทน โดยตั้งค่าความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05



รูปที่ 1 การระบุมุมของสัดส่วนร่างกาย

### ผลการวิจัย

ในการศึกษานี้มีการตั้งสมมุติฐานงานวิจัยว่า มีความแตกต่างในเรื่องของความเร็วและมุมระหว่างวงสวิงด้วยความเร็วสูงสุดกับวงสวิงด้วยความเร็วควบคุมในกลุ่มนักกอล์ฟอาชีพระดับแข่งขัน ซึ่งผลการศึกษานี้พบว่า มุมของสัดส่วนร่างกายพบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างวงสวิงด้วยความเร็วสูงสุดกับวงสวิงด้วยความเร็วควบคุมทุกสัดส่วน และการศึกษาเรื่องความเร็วของสัดส่วนร่างกายพบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างสองสวิงนี้ทุกสัดส่วนยกเว้นข้อศอก โดยมีรายละเอียดดังนี้

#### มุมของสัดส่วนร่างกาย

นักกีฬามีอายุเฉลี่ย  $24.67 \pm 2.19$  ปี ความสูง  $175.60 \pm 6.62$  ซม. น้ำหนัก  $75.60 \pm 10.68$  กก. และประสบการณ์การแข่งขัน  $4.87 \pm 1.64$  ปี ตารางที่ 1 แสดงผล มุมของสัดส่วนร่างกายในตอนช่วงสวิงไม้กอล์ฟลง MSG มีมุมของสัดส่วนร่างกายที่มากกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 กับ CSG ซึ่งพบว่ามุมของลำตัวและ X-factor มีค่ามากกว่าทุก events ในขณะที่ข้อศอกมีมุมน้อยกว่าทุก events ใน MSG

TOB MSG มีมุมข้อมือที่หักพับน้อยกว่า ลำตัวมีการบิดมากกว่า และมีมุม X-factor มากกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ในขณะที่ ACC สะโพกมีมุมมากกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ใน MSG และด้วยเหตุนี้จึงทำให้เกิดมุมของ X-factor ที่มากขึ้นด้วยเช่นกัน ในขณะที่เดียวกันข้อมือนั้นมีมุมมากกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ใน CSG ท้ายสุด IMP สะโพกและลำตัวมีมุมที่มากกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ใน MSG ถึงแม้ว่า X-factor จะไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่ทั้งสองสวิงนี้มีมุมที่ต่างกันอย่างพอสมควร

#### ความเร็วของสัดส่วนร่างกาย

ทุกสัดส่วนและทุก events MSG มีความเร็วของสัดส่วนมากกว่า CSG ถึงแม้ว่าบางสัดส่วนจะไม่มี ความแตกต่างที่ TOB MSG มีความเร็วสะโพกและลำตัวมากกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ในขณะที่ ACC MSG มีความเร็วสะโพก ลำตัว ข้อมือ และหัวไม้กอล์ฟมากกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ท้ายสุด IMP MSG มีความเร็วสะโพก ข้อมือ หัวไม้กอล์ฟ และความเร็วหัวไม้กอล์ฟเชิงเส้นตรงมากกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ในตารางที่ 2

**ตารางที่ 1** แสดงผลมุมของสัดส่วนร่างกาย ขณะสวิงไม้กอล์ฟลง ระหว่าง วงสวิงด้วยความเร็วสูงสุด และวงสวิงด้วยความเร็วควบคุม

| Segments | Events | MSG            | CSG                        | p     |
|----------|--------|----------------|----------------------------|-------|
|          |        | องศา           | องศา                       |       |
| สะโพก    | TOB    | 53.07 ± 9.54   | 53.64 ± 8.71               | 0.411 |
|          | ACC    | 36.76 ± 7.71   | *34.49 ± 6.55              | 0.000 |
|          | IMP    | 55.58 ± 9.52   | *50.78 ± 7.60              | 0.001 |
| ลำตัว    | TOB    | 110.38 ± 5.48  | 109.32 ± 5.16              | 0.055 |
|          | ACC    | 21.20 ± 4.86   | 20.41 ± 4.24               | 0.116 |
|          | IMP    | 37.29 ± 8.69   | *35.49 ± 7.92              | 0.001 |
| ข้อศอก   | TOB    | 64.40 ± 7.62   | 65.36 ± 7.77               | 0.069 |
|          | ACC    | 113.62 ± 11.97 | 114.18 ± 11.18             | 0.377 |
|          | IMP    | 140.33 ± 11.59 | *141.77 ± 10.30            | 0.041 |
| ข้อมือ   | TOB    | 81.95 ± 8.15   | *83.32 ± 8.65              | 0.003 |
|          | ACC    | 87.29 ± 10.08  | *88.63 ± 9.36              | 0.038 |
|          | IMP    | 137.84 ± 7.60  | 137.53 ± 6.94              | 0.42  |
| X-factor | TOB    | 58.64 ± 5.05   | *57.14 ± 4.95              | 0.001 |
|          | ACC    | 45.60 ± 4.74   | <sup>a</sup> *44.57 ± 4.83 | 0.031 |
|          | IMP    | 44.50 ± 12.97  | 40.93 ± 6.86               | 0.066 |

\* มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ )

<sup>a</sup> Wilcoxon Signed-Rank test

MSG = Maximum swing group

CSG = Control swing group

## อภิปรายผลการวิจัย

จุดประสงค์ของการศึกษานี้ เพื่อเปรียบเทียบความเร็วและมุมของสัดส่วนร่างกายระหว่างวงสวิงด้วยความเร็วสูงสุดและวงสวิงด้วยความเร็วควบคุม จากการศึกษาเรื่องมุมของสัดส่วนร่างกายพบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างสองสวิงนี้ทุกสัดส่วน และการศึกษาเรื่องความเร็วของสัดส่วนร่างกายพบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างสองสวิงนี้ทุกสัดส่วนยกเว้นข้อศอก แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของมุมและความเร็ว เมื่อนักกอล์ฟต้องการเพิ่มความเร็วสูงสุดในการสวิง จะพบว่านักกอล์ฟมีมุมของสัดส่วนร่างกาย (range of motion) ที่มากขึ้น ส่งผลให้นักกอล์ฟสามารถสร้างความเร็วของสัดส่วนร่างกายได้มากขึ้นเช่นกัน ในการศึกษาก่อนหน้านี้พบว่านักกอล์ฟที่มีทักษะสูงจะมี range of motion มาก โดยเฉพาะ TOB<sup>4</sup> ซึ่งติดกับนักกอล์ฟสมัครเล่นทั่วไปที่พยายามเพิ่มความเร็วในการสวิงโดยที่ไม่ได้เพิ่มจาก range of motion ซึ่งอาจเป็นเพราะมีข้อจำกัดในเรื่องสมรรถภาพความอ่อนตัวที่ไม่ดีพอ<sup>8</sup>

**ตารางที่ 2** แสดงผลความเร็วของสัดส่วนร่างกาย ขณะสวิงไม้กอล์ฟลง ระหว่าง วงสวิงด้วยความเร็วสูงสุด และวงสวิงด้วยความเร็วควบคุม

| Segments                                               | Events | MSG              | CSG               | p     |
|--------------------------------------------------------|--------|------------------|-------------------|-------|
| <b>สะโพก</b><br>(องศา/วินาที)                          | TOB    | 117.45 ± 72.00   | *91.55 ± 62.35    | 0.011 |
|                                                        | ACC    | 520.38 ± 63.06   | *467.63 ± 71.17   | 0.000 |
|                                                        | IMP    | 446.67 ± 197.82  | *403.05 ± 196.06  | 0.004 |
| <b>ลำตัว</b><br>(องศา/วินาที)                          | TOB    | 70.60 ± 38.21    | *55.95 ± 29.72    | 0.017 |
|                                                        | ACC    | 688.08 ± 81.31   | *658.80 ± 79.32   | 0.000 |
|                                                        | IMP    | 544.13 ± 109.97  | 518.30 ± 88.22    | 0.091 |
| <b>ข้อศอก</b><br>(องศา/วินาที)                         | TOB    | 88.47 ± 72.48    | 91.10 ± 69.58     | 0.955 |
|                                                        | ACC    | 1248.18 ± 352.14 | 1214.38 ± 371.19  | 0.061 |
|                                                        | IMP    | 1145.04 ± 377.67 | 1143.38 ± 431.24  | 1.000 |
| <b>ข้อมือ</b><br>(องศา/วินาที)                         | TOB    | 91.85 ± 46.66    | 88.01 ± 46.44     | 0.609 |
|                                                        | ACC    | 1862.72 ± 86.13  | *1785.21 ± 91.50  | 0.002 |
|                                                        | IMP    | 2038.90 ± 147.17 | *1974.38 ± 168.74 | 0.010 |
| <b>หัวไม้กอล์ฟ</b><br>(องศา/วินาที)                    | TOB    | 74.99 ± 26.47    | 65.44 ± 34.83     | 0.249 |
|                                                        | ACC    | 2084.52 ± 88.56  | *1979.29 ± 81.91  | 0.000 |
|                                                        | IMP    | 2253.90 ± 184.19 | *2145.35 ± 157.14 | 0.000 |
| <b>ความเร็วหัวไม้กอล์ฟเชิงเส้นตรง</b><br>(เมตร/วินาที) | IMP    | 46.65 ± 1.80     | *44.73 ± 1.61     | 0.000 |

\* มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ )

MSG = Maximum swing group

CSG = Control swing group

เมื่อนักกอล์ฟต้องการเพิ่มความเร็วในวงสวิงพบว่า นักกอล์ฟมีการพับข้อมือมากขึ้นทำให้ผลของมุมข้อมือมีองศา น้อยลงในช่วง TOB เพื่อสร้างช่วงของการเคลื่อนไหวในมุมกลับของข้อมือ (range of motion) มากขึ้น เพื่อให้มีพื้นที่ ช่วงการเคลื่อนไหวมีมากขึ้น นำไปสู่การเพิ่มความเร็วของข้อมือในขณะเข้าสู่ช่วง IMP ที่มากขึ้นเช่นกัน เป็นที่น่าสนใจว่า ในงานวิจัยนี้พบว่าทั้งสองสวิงมีการคลายข้อมือระหว่าง TOB และ ACC ที่ 5.3 องศาเท่ากัน แสดงให้เห็นว่านักกอล์ฟ พยายามรักษามุมของข้อมือให้คงที่จากจังหวะ TOB ถึง ACC ซึ่งตรงกับการศึกษาก่อนหน้าพบว่า มุมของข้อมือของ นักกอล์ฟควรจะคงที่ก่อนในระยะแรก ก่อนที่ข้อมือของนักกอล์ฟจะเริ่มเคลื่อนที่เมื่อแขนซ้ายต่ำกว่าเส้นอ้างอิงแนวราบ (horizontal line) 30 องศาเพื่อให้ได้มาซึ่งความเร็วหัวไม้ที่เพิ่มขึ้น 9%<sup>9</sup> X-factor เป็นมุมที่บอกถึงความสามารถของ นักกอล์ฟที่บิดลำตัวได้มากในขณะที่สะโพกบิดน้อยจึงทำให้เกิดมุมที่แบ่งแยกกันระหว่างร่างกายส่วนบนกับร่างกาย ส่วนล่าง ในการศึกษาพบว่า MSG มีมุม X-factor มากกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งการศึกษาก่อนหน้าพบว่า X-factor มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับความเร็วของลูกกอล์ฟ<sup>10</sup> และในกลุ่มของนักกอล์ฟอาชีพจะมีมุมของ X-factor ตอน TOB ที่มากกว่านักกอล์ฟสมัครเล่นประมาณ 19%<sup>11</sup> ใน MSG ตอน TOB มีการบิดสะโพก  $53.07 \pm 9.54$  องศา และบิดลำตัว  $110.38 \pm 5.48$  องศา ส่งผลให้เกิด X-factor  $58.64 \pm 5.05$  องศา ในขณะการศึกษาของ Myer (2013)

มีการบิดสะโพก  $44.9 \pm 10.3$  องศา และบิดลำตัว  $104 \pm 10.3$  องศาส่งผลให้เกิด X-factor  $59.1 \pm 8.2$  องศา ซึ่งมากกว่า การศึกษานี้ ถึงแม้ว่านักกอล์ฟจะมีการบิดลำตัวและสะโพกที่มากกว่าการศึกษาของ Myer (2013) แต่ X-factor ก็มีมุน น้อยกว่า ทำให้สามารถอธิบายได้ว่า นักกอล์ฟจะบิดลำตัวและสะโพกมากเพียงใดในช่วง TOB ก็ไม่ได้ทำให้เกิดมุน X-factor ที่มากขึ้น หากลำตัวและสะโพกเคลื่อนไปในทิศทางเดียวกัน

การวิจัยนี้พบว่า MSG มีความเร็วหัวไม้เชิงเส้นตรงขณะ IMP  $46.65 \pm 1.8$  เมตร/วินาทีซึ่งคล้ายกับการศึกษาของ Joyce (2012)  $46.7 \pm 4.5$  เมตร/วินาที ซึ่งทำการศึกษาในกลุ่มนักกอล์ฟสมัครเล่นทักษะดีเมื่อนักกอล์ฟสวิงด้วยความเร็ว สูงสุดพบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของความเร็วสะโพกและลำตัวในช่วง TOB และ ACC และพบความ แตกต่างของความเร็วข้อมือและหัวไม้กอล์ฟในช่วง ACC และ IMP ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาก่อนหน้าที่รายงานว่ รูปแบบการสวิงไม้กอล์ฟลงมาที่เหมาะสมที่สุดควรจะเริ่มจากส่วนที่เป็นแกนกลางและตามด้วยส่วนที่เป็นปลายค้ ตามลำดับ (proximal to distal)<sup>2, 12</sup> ซึ่งในนักกอล์ฟที่มีทักษะดีจะมีการใช้ส่วนของร่างกายมากเมื่อสวิงไม้กอล์ฟเข้าใกล้ IMP<sup>4</sup> และส่วนที่มีความสำคัญในการสร้างความเร็วของหัวไม้ให้สูงขึ้นคือลำตัวและข้อมือ<sup>13</sup> ถึงแม้ว่าบางสัดส่วนและบาง events ของ MSG จะไม่มีความเร็วมากกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ทุกสัดส่วนทุก events ของ MSG มีความเร็ว มากกว่า CSG ซึ่งสามารถอธิบายได้ว่าในกลุ่มนักกอล์ฟอาชีพเมื่อต้องการเพิ่มความเร็วของหัวไม้กอล์ฟจะเพิ่มความเร็ว ของทุกสัดส่วนในร่างกาย ในปริมาณที่เหมาะสมแทนที่จะเพิ่มเพียงส่วนใดส่วนหนึ่งเหมือนนักกอล์ฟสมัครเล่น ท้ายสุดนี้ การศึกษาในอนาคตควรจะมีการศึกษาชีวกลศาสตร์สวิงกอล์ฟด้วยความเร็วสูงสุดและด้วยความเร็วควบคุมในนักกอล์ฟ หลายทักษะเพื่อที่จะนำมาเปรียบเทียบและยืนยันความสามารถในการสวิงทั้งสองแบบของนักกอล์ฟหลายทักษะ

### สรุปผลการวิจัย

กลุ่มนักกีฬากอล์ฟอาชีพเมื่อต้องการเพิ่มความเร็วในวงสวิงจะเพิ่มมุนของแต่ละสัดส่วนในร่างกายเป็นอันดับแรก ทำให้มีช่วงของการเคลื่อนไหวเพิ่มขึ้นเพื่อเปิดโอกาสให้เพิ่มความเร็วส่วนของร่างกายเพิ่มขึ้นจากการเคลื่อนไหวในเวลา ที่เท่าเดิมหรือน้อยกว่าเดิม ในขณะที่เดียวกันนักกอล์ฟจะมีการเพิ่มความเร็วในทุกส่วนของร่างกายในปริมาณที่เหมาะสม แทนที่จะเพิ่มความเร็วจากส่วนใดส่วนหนึ่งของร่างกายเท่านั้น

### กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณนักกีฬากอล์ฟทุกท่านที่สละเวลาอันมีค่า มาเข้าร่วมงานวิจัยและขอบคุณ Transview Golf ที่เอื้อเพื่อ อุปกรณ์ (TrackMan) ในการวิจัยครั้งนี้ และขอพระคุณครอบครัวที่ให้การสนับสนุนด้วยดีเสมอมา

### เอกสารอ้างอิง

1. Tinmark F., Hellström J., Halvorsen K., Thorstensson A. Analysis of elite golfers' kinematic sequence in full and partial shots. Sports Biomechanics / International Society of Biomechanics in Sports. 2010;9(4):236-44
2. Neal R, Lumsden R, Holland M, Mason B. Body Segment Sequencing and Timing in golf. International Journal of Sports Science & Coaching. 2008;2:25-36.

3. Joyce C, Burnett A, Cochrane J, Ball K. Three-dimensional trunk kinematics in golf: between-club differences and relationships to clubhead speed. *Sports biomechanics / International Society of Biomechanics in Sports*. 2013;12(2):108-20.
4. Zheng N, Barrentine SW, Fleisig GS, Andrews JR. Kinematic analysis of swing in pro and amateur golfers. *International Journal of Sports Medicine*. 2008;29(6):487-93.
5. Hellstrom J, Nilsson J, Isberg L. Drive for dough. PGA Tour Golfers' tee shot functional accuracy, distance and hole score. *Journal of sports sciences*. 2014;32(5):462-9.
6. Meister DW, Ladd AL, Butler EE, Zhao B, Rogers AP, Ray CJ, et al. Rotational biomechanics of the elite golf swing: benchmarks for amateurs. *J Appl Biomech*. 2011;27(3):242-51.
7. Mun F, Suh SW, Park HJ, Choi A. Kinematic relationship between rotation of lumbar spine and hip joints during golf swing in professional golfers. *Biomedical Engineering Online*. 2015;14:41.
8. Sell TC, Tsai YS, Smoliga JM, Myers JB, Lephart SM. Strength, flexibility, and balance characteristics of highly proficient golfers. *Journal of Strength and Conditioning Research / National Strength & Conditioning Association*. 2007;21(4):1166-71.
9. Eric J. Sprigins, Neal RJ. An Insight Into the Importance of Wrist Torque in Driving the Golfball- A Simulation Study. *Journal of Applied Biomechanics*. 2000;16:356-66.
10. Myers J, Lephart S, Tsai YS, Sell T, Smoliga J, Jolly J. The role of upper torso and pelvis rotation in driving performance during the golf swing. *Journal of Sports Sciences*. 2008;26(2):181-8.
11. Hume PA, Keogh J, Reid D. The role of biomechanics in maximising distance and accuracy of golf shots. *Sports Medicine*. 2005;35(5):429-49.
12. Cheetham P RG, Hinrichs RN, et al. Comparison of Kinematic Sequence Parameters between Amateur and Professional Golfers.pdf. *Science and Golf V*. 2008.
13. Sinclair J CG, Fewtrell DJ and Taylor PJ. Biomechanical correlates of club-head during the golf swing. *International Journal of Performance Analysis in Sport*. 2014;14:54-63.