

ความเชื่อมั่นและความเที่ยงตรงของเครื่องนับจำนวนครั้งและวัดความเร็วการเตะ
ในกีฬาเทควันโดที่สร้างขึ้นเองในการทดสอบทักษะการเตะเฉียงในกีฬาเทควันโด
สำหรับนักกีฬาเทควันโดระดับเยาวชน

RELIABILITY AND VALIDITY OF COUNTING AND SPEED TEST CUSTOM-
MADE DEVICE IN TAEKWONDO ROUNDHOUSE KICKING TEST FOR YOUNG
TAEKWONDO ATHLETES

Received: June 1, 2020

Revised: June 15, 2020

Accepted: July 16, 2020

กฤษฎา เพียยุระ^{1*} ไรจอน บอรันรุส²

Kritsada Piayura^{1*} Rojapon Buranarugsa²

*Corresponding Author, E-mail: pkritsada@kkumail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างเครื่องนับจำนวนครั้งและวัดความเร็วการเตะในกีฬาเทควันโด ทดสอบความเชื่อมั่นของเครื่องมือในการนับจำนวนครั้งการเตะและวัดความเร็วในการเตะ กลุ่มตัวอย่างในการศึกษาครั้งนี้คือ นักกีฬาเทควันโดภายในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เพศชายและหญิง อายุระหว่าง 12-17 ปี ซึ่งมีความสามารถด้านเทควันโดในระดับสายดำและมีประสบการณ์การแข่งขันกีฬาเทควันโดไม่น้อยกว่า 1 ปี จำนวน 85 คน ทำการหาความเที่ยงตรงตามเนื้อหาของเครื่องมือที่สร้างขึ้นโดย ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงตามเนื้อหา ทำการทดสอบความเชื่อมั่นของเครื่องนับจำนวนครั้งและวัดความเร็วการเตะในกีฬาเทควันโด โดยใช้แบบทดสอบทักษะการเตะเฉียง (Roundhouse Kick) ไปยังเป้าหมายที่กำหนดให้เร็วที่สุดและให้ได้จำนวนครั้งมากที่สุดเท่าที่จะทำได้ ภายในระยะเวลา 30 วินาที ทำการทดสอบ 2 ครั้ง สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลคือ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายใน (ICC) ผลการวิจัยพบว่า ด้านความเที่ยงตรงตามเนื้อหาของเครื่องมือที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีค่าดัชนีความสอดคล้องความตรงตามเนื้อหา เท่ากับ .91 ความเชื่อมั่นของเครื่องมือที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นในด้านการนับจำนวนครั้งการเตะพบว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายใน มีค่าเท่ากับ .886 ($p < 0.05$) และในด้านการวัดความเร็วการเตะพบว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในมีค่าเท่ากับ .819 ($p < 0.05$) การศึกษาครั้งนี้แสดงให้เห็นถึงการสร้างเครื่องมือที่มีความเที่ยงตรง และความเชื่อมั่นที่มีความน่าเชื่อถือในการใช้งานและสามารถเป็นเครื่องมือทางเลือกในการทดสอบทักษะการเตะเฉียงในกีฬาเทควันโดได้

คำสำคัญ: ความเชื่อมั่น ทักษะการเตะเฉียง เทควันโด

¹ นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาการศึกษาศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

² ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

Abstract

The purposes of this research were to examine reliability and validity of constructed custom made 30-second roundhouse kicking and speed test device for young Taekwondo athletes. The sample in this study comprised eighty-five male and female adolescent Taekwondo athletes aged 12-17 years from the northeast region of Thailand, who had a black belt qualification and at least one-year experience in competition. Content validity of created device were checked by three experts. Then, the reliability of constructed device was tested from 30-second roundhouse kicking skill test. Subjects performed kicking at the target as quickly as possible and as many times as possible, and test was performed twice. The statistics used in the data analyses were mean, standard deviation, the index of item-objective congruence (IOC), the intraclass correlation coefficient (ICC), and the Pearson correlation coefficient. The significance level was set at .05 The results revealed high content validity index of constructed device at .91. The reliability of the constructed device in counting the number of roundhouse kicks was .886 ($p < 0.05$) and .819 ($p < 0.05$) for kicking speed. This study demonstrated the reliable and validated custom made 30-second roundhouse kicking and speed testing device, it is feasible instrument for further use in kicking skill test among young Taekwondo players.

Keywords: Reliability, Roundhouse Kicks, Taekwondo

บทนำ

กีฬาเทควันโดเป็นกีฬาที่ได้รับความนิยมทั่วโลกประกอบกับความก้าวหน้าทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในกีฬาเทควันโดในด้านอุปกรณ์การแข่งขันเป็นระบบอิเล็กทรอนิกส์ PSS (Protector & Scoring System) ประกาศใช้เมื่อวันที่ 26 ธันวาคม 2555 (World Taekwondo, 2012) เพื่อลดข้อผิดพลาดในการให้คะแนนของผู้ตัดสินส่งผลให้เกมการแข่งขันมีความยุติธรรม ซึ่งบริเวณเกราะป้องกันลำตัวและศีรษะจะเป็นการให้คะแนนด้วยระบบอิเล็กทรอนิกส์ เมื่อมีการสัมผัสหรือกระทบในบริเวณดังกล่าวด้วยแรงที่กำหนดจะเกิดเป็นคะแนน ซึ่งแรงที่กำหนดจะมีความแตกต่างกันตามรุ่นอายุและรุ่นน้ำหนัก และเทคนิคที่สามารถทำคะแนนได้คือ เทคนิคการใช้เท้าคือบริเวณที่ต่ำกว่าข้อเท้าลงไป ดังนั้นนักกีฬาเทควันโดจึงจำเป็นต้องมีทักษะในการเตะและความเร็วเพื่อทำคะแนนและช่วงชิงความได้เปรียบในการแข่งขัน (ชนาธิป ช้อนชา, 2560)

ทักษะการเตะในกีฬาเทควันโดมีหลากหลายรูปแบบ เช่น ทักษะการเตะตรง (Front Kick) ทักษะการเตะเฉียง (Roundhouse Kick) ทักษะการถีบข้าง (Side Kick) ซึ่งท่าเตะที่นิยมในการทำคะแนนคือ ท่าเตะเฉียง (Roundhouse Kick) เป็นทักษะพื้นฐานที่นำไปใช้ในการแข่งขันระดับสูง เป็นทักษะที่ง่ายและมีประสิทธิภาพในการทำคะแนน (Ha, Choi & Kim, 2009) จากการศึกษาที่ผ่านมาได้มีการสร้างแบบทดสอบทักษะการเตะโดยการนับจำนวนครั้งในการเตะเพื่อทดสอบทักษะการเตะเฉียง (Roundhouse Kick) โดยใช้คนในการนับจำนวนครั้ง และจับเวลาในการทดสอบ (กมลเนตร อมรศักดิ์กุล, 2558) ในขณะที่การศึกษาที่ผ่านมาได้มีการนำอุปกรณ์ที่ทันสมัยมาใช้ในการวัดความเร็วใน

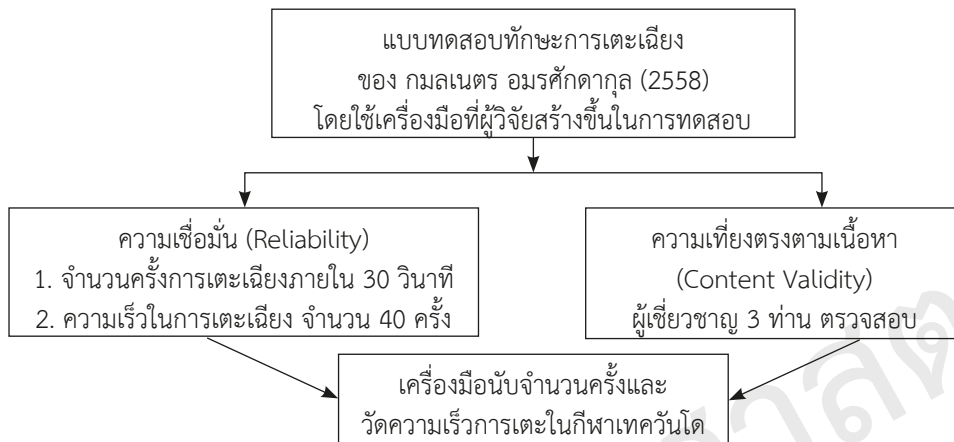
การเตะ คือ ชุดอุปกรณ์วิเคราะห์การเคลื่อนไหว (Motion analysis) ประกอบไปด้วย กล้องวิเคราะห์การเคลื่อนไหว จำนวน 7 ตัว โปรแกรมวิเคราะห์การเคลื่อนไหว Qualisys Track Manager และ อุปกรณ์ระบุตำแหน่งการเคลื่อนไหว (Reflective marker) (ชนาธิป ช้อนชา, 2560) เช่นเดียวกับการศึกษาของ Kim et al. (2016) ได้มีการทดสอบความถี่ในการเตะเฉียงของนักกีฬาเทควันโด โดยใช้ Motion Capturing System ประกอบไปด้วย กล้องความเร็วสูง จำนวน 5 ตัว และ อุปกรณ์ระบุตำแหน่งการเคลื่อนไหว (Reflective marker) และใช้หลอดไฟ LED เพื่อเป็นสัญญาณในการเตะแต่ละครั้ง ซึ่งเครื่องมือที่นำมาใช้ในการวัดความเร็วในการเตะในการศึกษาดังกล่าวนั้นสามารถวัดความเร็วได้อย่างแม่นยำ และมีประสิทธิภาพ อย่างไรก็ตามในประเทศไทยยังไม่มีการพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบทักษะการเตะในกีฬาเทควันโดที่สามารถจับเวลาและนับจำนวนครั้งการเตะรวมไปถึงสามารถวัดความเร็วในการเตะได้ในชุดอุปกรณ์เดียวกัน ซึ่งการทำคะแนนในกีฬาเทควันโดนั้นจะต้องอาศัยความแม่นยำ และความเร็วในการเตะ เพื่อช่วงชิงความได้เปรียบในการแข่งขันและส่งผลกระทบต่อชัยชนะ

จากที่มาและความสำคัญของปัญหาในข้างต้น ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการสร้างอุปกรณ์ที่สามารถจับเวลาและนับจำนวนครั้งการเตะ อีกทั้งยังสามารถวัดความเร็วการเตะในแต่ละครั้งได้ในชุดอุปกรณ์เดียวกัน เพื่อให้สามารถจับเวลา และนับจำนวนครั้งการเตะพร้อมทั้งแสดงความเร็วการเตะในแต่ละครั้งได้อย่างแม่นยำ ตรงตามเป้าหมายที่ต้องการวัดได้อย่างชัดเจน อีกทั้งยังเป็นอุปกรณ์ที่มีความเชื่อมั่นของการทดสอบการนับจำนวนครั้งการเตะและความเร็วในการเตะ ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจที่จะทำการสร้างเครื่องนับจำนวนครั้งและวัดความเร็วการเตะในกีฬาเทควันโดขึ้น ซึ่งลักษณะของอุปกรณ์เป็นเป้าจับทรงสี่เหลี่ยม ขนาด 30 x 60 เซนติเมตร มีอุปกรณ์รับส่งสัญญาณ Wireless ด้านหลังเป้า เชื่อมต่อกับอุปกรณ์ USB ไร้สาย สามารถแสดงผลการทดสอบ ได้แก่ เวลาที่ใช้ในการทดสอบ จำนวนครั้งการเตะ และความเร็วในการเตะในแต่ละครั้ง (มีหน่วยวัดเป็นวินาที) ผ่านโปรแกรมคอมพิวเตอร์ สามารถบันทึกผลการทดสอบในแต่ละครั้งเพื่อนำมาใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลได้ และเพื่อเป็นเครื่องมือทางเลือกที่สามารถนับจำนวนครั้งการเตะและวัดความเร็วการเตะในกีฬาเทควันโดได้อย่างแม่นยำต่อไป

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อสร้างเครื่องนับจำนวนครั้งและวัดความเร็วการเตะในกีฬาเทควันโด
2. เพื่อทดสอบความเชื่อมั่นของเครื่องมือในการนับจำนวนครั้งการเตะในกีฬาเทควันโดภายในระยะเวลา 30 วินาที
3. เพื่อทดสอบความเชื่อมั่นของเครื่องมือในการวัดความเร็วในการเตะในกีฬาเทควันโด จำนวน 40 ครั้ง

กรอบแนวคิดการวิจัย



ขอบเขตการวิจัย

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้เป็นนักกีฬาเทควันโดระดับสายดำ เพศชายและเพศหญิง อายุระหว่าง 12-17 ปี ในภาคอีสาน จำนวน 278 คน

1.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย เป็นนักกีฬาเทควันโดในภาคอีสาน ได้แก่ จังหวัดอุดรธานีจำนวน 26 คน จังหวัดขอนแก่นจำนวน 21 คน จังหวัดหนองคายจำนวน 21 คน และจังหวัดบุรีรัมย์จำนวน 17 คน รวม 85 คน โดยเลือกแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive Sampling)

2. ตัวแปรที่ศึกษา

2.1 ตัวแปรต้น เครื่องมือนับจำนวนครั้งและวัดความเร็วการตะเฝียงในกีฬาเทควันโดที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

2.2 ตัวแปรตาม คุณภาพของเครื่องมือนับจำนวนครั้งและวัดความเร็วการตะเฝียงในกีฬาเทควันโดที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เป็นอุปกรณ์ซึ่งประกอบไปด้วย เป้าเตะเทควันโดขนาด 30×60 เซนติเมตร ติดตั้งระบบ แป้นพิมพ์ไร้สายภายในเป้า USB ที่ใช้เชื่อมต่อระหว่างเป้าเตะและโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยการศึกษาความเชื่อมั่น (Reliability Study) ด้วยวิธีการทดสอบและทดสอบซ้ำ (Test-retest) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างเครื่องมือนับจำนวนครั้งและวัดความเร็วการตะเฝียงในกีฬาเทควันโด ทดสอบความหาความเที่ยงตรงตามเนื้อหา (Content Validity) และหาค่าความเชื่อมั่น (Reliability)

การคำนวณขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างใช้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ โดยกำหนดความเชื่อมั่นที่ค่าแอลฟา (α) เท่ากับ .05 อำนาจการทำนาย (Power of test) เท่ากับ .80 และค่าขนาดอิทธิพล (Effect size) โดยใช้เกณฑ์ระดับปานกลาง เท่ากับ 0.3 จากนั้นนำค่าที่ได้ไปคำนวณกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้โปรแกรม G*Power 3.1.9.2 ได้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 85 คน ซึ่งผู้วิจัยจะเก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างให้ครบถ้วนสมบูรณ์ตามจำนวนกลุ่มตัวอย่างที่คำนวณไว้

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. เครื่องมือนับจำนวนครั้งและวัดความเร็วการเตะในกีฬาเทควัน

1.1 นำเป้าเตะเทควันโดที่มีขนาดความยาว 60 ซม. ความกว้าง 30 ซม. ไปติดตั้งแผงวงจรแป้นพิมพ์ไร้สาย โดยนำเอาสวิตช์เปิด-ปิด ติดตั้งไว้ด้านหลังเป้า แล้วทำการเชื่อมต่อกับแผ่นทองแดงที่ติดตั้งไว้ด้านหน้าของเป้าเพื่อใช้เป็นเซ็นเซอร์

1.2 นำแผ่นโฟม ขนาดความยาว 60 ซม ความกว้าง 30 ซม ติดแผ่นทองแดงไว้ด้านหลัง ขนาดเท่ากับแผ่นทองแดงที่ติดไว้ด้านหน้าของเป้าเตะโดยทำการยึดติดประกับไว้ด้านหน้าของเป้าเตะโดยให้แผ่นทองแดงที่ติดตั้งไว้ทั้งหน้าและด้านหลังตรงกัน เพื่อให้วงจรการทำงานของ แป้นพิมพ์ไร้สายสมบูรณ์ ลักษณะคล้ายกับการกดแป้นพิมพ์

1.3 นำ USB ของ แป้นพิมพ์ไร้สายเป็นสื่อกลางในการรับส่งข้อมูลระหว่างเป้าเตะและโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เพื่อรับข้อมูลจากเป้าเตะและแสดงผลการทดสอบในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่สามารถจับเวลาที่ใช้ในการทดสอบ และสามารถแสดงความเร็วในการเตะในแต่ละครั้ง มีหน่วยเป็นวินาที และสามารถบันทึกผลการทดสอบในแต่ละครั้ง โดยใช้โปรแกรม Microsoft Visual Studio 14.0.24720 ในการสร้างโปรแกรมนับจำนวนครั้งและวัดความเร็วการเตะในกีฬาเทควันโดโดยผู้วิจัยให้ชื่อโปรแกรมว่า โปรแกรม Speed Test Kicking



ภาพที่ 1 เป้าเตะเทควันโดที่ติดตั้งแผงวงจรแป้นพิมพ์ไร้สาย



ภาพที่ 2 โปรแกรม Speed Test Kicking

2. แบบทดสอบทักษะการเตะเฉียงของ กมลเนตร อมรศักดิ์ากุล (2558)

ผู้วิจัยได้ใช้แบบทดสอบทักษะการเตะเฉียงของ กมลเนตร อมรศักดิ์ากุล (2558) ที่มีค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบเท่ากับ .961 ซึ่งอยู่ในระดับที่สูงมากในการทดสอบความเชื่อมั่นด้านการนับจำนวนครั้งการเตะ ความเชื่อมั่นด้านการวัดความเร็วการเตะ โดยมีวิธีการทดสอบดังนี้

2.1 ให้ผู้เข้ารับการทดสอบ ทำการวัดความสูงของเป้า โดยการยืนเทียบความสูงของเป้าให้ตรงกับระดับลำตัวของผู้เข้ารับการทดสอบ

2.2 จากนั้นให้ผู้เข้ารับการทดสอบ วัดระยะการเตะ โดยให้บริเวณหลังเท้าตรงกับเป้าหมายที่กำหนด

2.3 ให้ผู้เข้ารับการทดสอบ ยืนในท่าเตรียมพร้อม เมื่อได้รับสัญญาณ “เริ่ม” จากผู้วิจัยให้ผู้เข้ารับการทดสอบเตะไปที่เป้าหมาย ภายในเวลา 30 วินาที

2.4 แบบบันทึกผลจำนวนครั้งการเตะและเวลาที่ใช้ในการทดสอบทักษะเตะเฉียง (Roundhouse Kick) ของ กมลเนตร อมรศักดิ์ากุล (2558)

3. แบบบันทึกผลจำนวนครั้งการเตะและความเร็วการเตะในแต่ละครั้งที่ได้จากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ Speed Test Kicking

ผู้วิจัยออกแบบร่วมกับผู้เชี่ยวชาญด้านการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ซึ่งสามารถเลือกบันทึกเป็นไฟล์โปรแกรม Microsoft Excel และ ไฟล์ PDF ได้ โดยในแบบบันทึกจะแสดงจำนวนครั้งการเตะ และความเร็วในการเตะในแต่ละครั้ง

การทดลองใช้เครื่องมือ (Try-out)

1. กลุ่มทดลองในการทดลองการใช้เครื่องมือ เป็นนักกีฬาเทควันโด ชมรมเทควันโดจังหวัดอุดรธานี จำนวน 15 คน

2. ทำการทดสอบเครื่องมือโดยใช้แบบทดสอบทักษะการเตะเฉียงของ กมลเนตร อมรศักดิ์ากุล (2558) เพื่อหาข้อแก้ไขปรับปรุงเครื่องมือก่อนการเก็บรวบรวมข้อมูลจริง

3. ผลการทดลองใช้เครื่องมือพบว่า แผ่นทองแดงที่เชื่อมต่อกับวงจร Keyboard ไร้สายเกิดการฉีกขาดเนื่องจากได้รับแรงกระแทกจากการเตะซ้ำ ๆ ทำให้ผู้วิจัยทำการเปลี่ยนวงจรแป้นพิมพ์ไร้สายชุดใหม่ และทำการติดตั้งวงจร Keyboard ไร้สายไว้บริเวณด้านหน้าของเป้าเตะแทนด้านหลังของแผ่นโฟมทำให้วงจร Keyboard มีความแข็งแรงทนทานต่อแรงกระแทกมากยิ่งขึ้น

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ดำเนินการตามขั้นตอน ดังต่อไปนี้

1. ผู้วิจัยแจ้งวัตถุประสงค์และวิธีการในการทดสอบให้กลุ่มตัวอย่างทราบ
2. ให้กลุ่มตัวอย่างอบอุ่นร่างกาย เป็นเวลา 15 นาที

3. ให้กลุ่มตัวอย่างปฏิบัติตามแบบทดสอบการเตะเฉียงของ กมลเนตร อมรศักดิ์กุล (2558) โดยใช้เครื่องมือนับจำนวนครั้ง และวัดความเร็วการเตะในกีฬาทควันโดที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นในการทดสอบ ทำการทดสอบ 2 ครั้ง เว้นระยะเวลาการทดสอบระหว่างการทดสอบครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 30 นาที และบันทึกผลคะแนนทั้งสองครั้ง

4. นำผลที่ได้มาวิเคราะห์ผลทางสถิติ

5. นำผลที่ได้มาอภิปรายสรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะที่ได้จากการวิจัยครั้งนี้



รูปที่ 3 การทดสอบทักษะการเตะเฉียงโดยใช้เครื่องมือนับจำนวนครั้งและวัดความเร็วการเตะที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ($\bar{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ของจำนวนครั้งการเตะ 30 วินาที และความเร็วการเตะ 40 ครั้ง ทดสอบค่าความเที่ยงตรง โดยวิธีหาค่าดัชนีความสอดคล้อง Index of Item – Objective Congruence (IOC) ของเครื่องมือนับจำนวนครั้งและวัดความเร็วการเตะในกีฬาทควันโดที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ค่าความเชื่อมั่นโดยวิธีหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในชั้น Intraclass Correlation Coefficients (ICC) ด้านการนับจำนวนครั้งการเตะภายใน 30 วินาทีและด้านความเร็วการเตะจำนวน 40 ครั้ง ทดสอบความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผลการวิจัย

ความเที่ยงตรงตามเนื้อหา (Content Validity)

ตารางที่ 1 แสดงค่าดัชนีความสอดคล้องความเที่ยงตรงตามเนื้อหาของเครื่องมือฉบับจำนวนครั้งและวัดความเร็วการเตะในกีฬาเทควันโด

เนื้อหา	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			IOC
	ท่านที่ 1	ท่านที่ 2	ท่านที่ 3	
1. การนับจำนวนครั้งการเตะและวัดความเร็วการเตะ	1.00	1.00	1.00	1.00
2. อุปกรณ์ (วัสดุที่นำมาสร้างเครื่องมือ)				
2.1 น้ำหนักเป่าเตะ	1.00	1.00	1.00	1.00
2.2 ความทนทานของวัสดุ	1.00	0.00	0.00	0.33
2.3 มีความปลอดภัยในการใช้งาน	1.00	1.00	1.00	1.00
2.4 สามารถเคลื่อนย้ายได้อย่างสะดวก	1.00	1.00	1.00	1.00
3. คู่มือการใช้งานเครื่องมือ ได้มีการอธิบายขั้นตอนในการใช้งานและการทดสอบไว้อย่างชัดเจน เข้าใจง่าย	1.00	1.00	1.00	1.00
4. เครื่องมือสามารถแสดงผลการทดสอบได้อย่างชัดเจน	1.00	1.00	1.00	1.00
5. ความเหมาะสมของแบบบันทึกผลการทดสอบ	1.00	1.00	1.00	1.00
รวม				0.91

จากตารางที่ 1 แสดงค่าดัชนีความสอดคล้องของเครื่องมือฉบับจำนวนครั้งและวัดความเร็วการเตะในกีฬาเทควันโด โดยการพิจารณาให้คะแนนจากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน พบว่าค่าความตรงตามเนื้อหาของเครื่องมือวัดความเร็วและนับจำนวนครั้งการเตะในกีฬาเทควันโด ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีค่าดัชนีความสอดคล้อง เท่ากับ 0.91 ซึ่งมีค่าดัชนีความสอดคล้องความเที่ยงตรงตามเนื้อหาอยู่ในระดับดีมาก และด้านอุปกรณ์มีความทนทานของวัสดุมีค่าดัชนีความสอดคล้องเท่ากับ 0.33 ซึ่งอยู่ในระดับต่ำ

ความเชื่อมั่น (Reliability)

ตารางที่ 2 แสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในชั้น Intraclass Correlation Coefficients ของจำนวนครั้งของการเตะในการทดสอบครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 (n = 85)

ข้อมูล	การทดสอบครั้งที่ 1				การทดสอบครั้งที่ 2				ICC	p-value
	Max	Min	$\bar{x}$	SD	Max	Min	$\bar{x}$	SD		
จำนวนครั้งการเตะ (ครั้ง)	75	44	59.24	5.84	75	45	59.68	6.04	.886	.00

($p < 0.05$)

จากตารางที่ 1 พบว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในชั้น (ICC) ค่าความเชื่อมั่นของเครื่องมือฉบับจำนวนครั้งและวัดความเร็วการเตะในกีฬาเทควันโด ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยการนับจำนวนครั้งการเตะมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในชั้น (ICC) สำหรับการเตะครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 มีค่าเท่ากับ .886 ($p < 0.05$) ซึ่งมีความสัมพันธ์อยู่ในระดับดี

ตารางที่ 3 แสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในชั้น Intraclass Correlation Coefficients ของค่าเฉลี่ย
ความเร็วในการเตะ 40 ครั้ง ของการทดสอบครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 (n = 85)

ข้อมูล	การทดสอบครั้งที่ 1				การทดสอบครั้งที่ 2				ICC	p-value
	Max	Min	$\bar{x}$	SD	Max	Min	$\bar{x}$	SD		
เวลาในการเตะ 40 ครั้ง (วินาที)	.64	.33	.44	.05	.63	.33	.45	.05	.819	.00

($p < 0.05$)

จากตารางที่ 3 พบว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในชั้น (ICC) ความเชื่อมั่นของเครื่องมือนับจำนวนครั้ง และวัดความเร็วการเตะในกีฬาเทควันโดที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นโดยการวัดค่าเฉลี่ยความเร็วในการเตะ 40 ครั้ง ของการทดสอบครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในชั้น (ICC) ค่าเท่ากับ .819 ($p < 0.05$) ซึ่งมีความสัมพันธ์อยู่ในระดับดี

อภิปรายผลการวิจัย

ผู้วิจัยได้อภิปรายผลการวิจัยตามวัตถุประสงค์ดังนี้

1. การสร้างเครื่องมือนับจำนวนครั้งและวัดความเร็วการเตะในกีฬาเทควันโด

จากการสร้างเครื่องมือนับจำนวนครั้งและวัดความเร็วการเตะในกีฬาเทควันโดผู้วิจัยได้นำเครื่องมือ นับจำนวนครั้งและวัดความเร็วการเตะในกีฬาเทควันโดไปทดลองใช้ (Try-out) ผู้วิจัยพบว่า มีข้อแก้ไขปรับปรุงในด้าน วงจรแป้นพิมพ์ไร้สาย ที่ติดตั้งด้านหลังของแผ่นโฟมที่มีแผ่นทองแดงติดอยู่ตรงกลาง โดยผู้วิจัยพบว่า แผ่นทองแดง ที่เชื่อมต่อกับวงจรแป้นพิมพ์ไร้สาย เกิดการฉีกขาดเนื่องจากได้รับแรงกระแทกจากการเตะซ้ำๆ ทำให้ผู้วิจัยทำการ เปลี่ยนวงจรแป้นพิมพ์ไร้สายชุดใหม่ และทำการติดตั้งวงจรแป้นพิมพ์ไร้สายไว้บริเวณด้านหลังของแป้นเตะแทนด้านหลังของแผ่นโฟมทำให้วงจรแป้นพิมพ์ไร้สายมีความแข็งแรงทนทานต่อแรงกระแทกมากยิ่งขึ้น และในด้านการนำ เครื่องมือนับจำนวนครั้งการเตะและวัดความเร็วการเตะไปใช้จริง ในการเก็บรวบรวมข้อมูลผู้วิจัยพบปัญหาในส่วน ของพลังงานแบตเตอรี่ของวงจรแป้นพิมพ์ไร้สายไม่เพียงพอขณะทำการเก็บข้อมูลโดยผู้วิจัยแก้ปัญหาโดยการเปลี่ยน พลังงานแบตเตอรี่ในวงจรแป้นพิมพ์ไร้สาย และทำการทดสอบระบบการทำงานอีกครั้งโดยพบว่าระบบสามารถ ทำงานปกติได้ตามปกติจึงเริ่มดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลต่อจนแล้วเสร็จ

2. ความเที่ยงตรงตามเนื้อหา (Content Validity)

จากผลการหาความเที่ยงตรงตามเนื้อหา (Content Validity) ของเครื่องมือนับจำนวนครั้งและวัดความเร็ว การเตะในกีฬาเทควันโดที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น จากผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่านเป็นผู้ตรวจสอบพิจารณาให้คะแนนความสอดคล้อง ระหว่างรายละเอียดของเครื่องมือนับจำนวนครั้งและวัดความเร็วการเตะในกีฬาเทควันโด กับวัตถุประสงค์ โดยเมื่อ คำนวณค่าดัชนีความสอดคล้องแล้วมีค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC (Index of Item-Objective Congruence) พบว่าทุกด้านมีค่าดัชนีสอดคล้องระหว่างรายละเอียดของเครื่องมือนับจำนวนครั้งและวัดความเร็วการเตะในกีฬา เทควันโด กับวัตถุประสงค์มีค่าดัชนีความสอดคล้องโดยรวมทุกด้าน เท่ากับ 1.00 และค่าดัชนีความสอดคล้องในด้าน ความทนทานของวัสดุ เท่ากับ 0.33 ด้านความทนทานของวัสดุ และโดยภาพรวมค่าดัชนีสอดคล้องระหว่างรายละเอียด

ของเครื่องมือนับจำนวนครั้งและวัดความเร็วการเตะในกีฬาเทควันโด กับวัตถุประสงค์ มีค่าดัชนีความสอดคล้องเท่ากับ 0.91 และเมื่อนำไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐาน Kirkendall et al. (1987) พบว่า ค่าดัชนีความสอดคล้องความเที่ยงตรงตามเนื้อหาของเครื่องมือนับจำนวนครั้งและวัดความเร็วการเตะ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มีความเที่ยงตรงตามเนื้อหาอยู่ในระดับมากซึ่งสอดคล้องกับสมนึก ภัททิยธนี (2549) ซึ่งได้กล่าวไว้ว่า ค่าดัชนีความสอดคล้องมากกว่าหรือเท่ากับ 0.50 แสดงว่าจุดประสงค์นั้นวัดได้ครอบคลุมกับเนื้อหาตามชื่อเรื่อง หรือข้อสอบนั้นวัดได้ตรงตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ถ้าคะแนนเฉลี่ยน้อยกว่า 0.50 แสดงว่ามีความสอดคล้องต่ำต้องปรับปรุงแก้ไขหรือตัดออกไม่นำมาใช้ สรุปว่าเครื่องมือจำนวนครั้ง และวัดความเร็วการเตะในกีฬาเทควันโดที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีความเที่ยงตรงตามเนื้อหาเป็นที่ยอมรับได้สามารถนำไปทดสอบการนับจำนวนครั้งและวัดความเร็วการเตะในกีฬาเทควันโดได้ตรงตามวัตถุประสงค์ของเครื่องมือ

3. ความเชื่อมั่น (Reliability)

จากผลการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในชั้นค่าความเชื่อมั่นของเครื่องมือ ด้านการนับจำนวนครั้งการเตะด้วยวิธีการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในชั้น พบว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในชั้นค่าความเชื่อมั่นของเครื่องมือด้านการนับจำนวนครั้ง มีค่าสหสัมพันธ์ภายในชั้น (ICC) สำหรับการทดสอบครั้งที่ 1 และการทดสอบครั้งที่ 2 เท่ากับ .886 และจากผลการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในชั้นค่าความเชื่อมั่นของเครื่องมือ ด้านการวัดความเร็วในการเตะด้วยวิธีการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในชั้น พบว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในชั้นค่าความเชื่อมั่นของเครื่องมือด้านการวัดความเร็วในการเตะ มีค่าสหสัมพันธ์ภายในชั้น (ICC) สำหรับการทดสอบครั้งที่ 1 และการทดสอบครั้งที่ 2 เท่ากับ .819 ซึ่งเมื่อนำไปเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน Koo T. K. and Li M. Y. (2016) พบว่าความน่าเชื่อถือของเครื่องมือมีความสอดคล้องกันในระดับดีทั้งสองรายการ ซึ่งหมายความว่า ผู้ที่สามารถทำคะแนนการทดสอบการเตะได้จำนวนครั้งที่สูง และทำความเร็วในการเตะได้สูงในการทดสอบครั้งที่ 1 ก็จะมีคะแนนการทดสอบการเตะได้จำนวนครั้งที่สูง และทำความเร็วในการเตะได้สูงในการทดสอบครั้งที่ 2 ได้สูงเช่นเดียวกัน และผู้มีคะแนนการทดสอบการเตะได้จำนวนครั้งที่ต่ำ และทำความเร็วในการเตะได้ต่ำในการทดสอบครั้งที่ 1 ก็จะมีคะแนนการทดสอบการเตะ และความเร็วในการเตะในครั้งที่ 2 ได้ต่ำ เช่นกัน ซึ่งสอดคล้องกับ Chen et al. (2015) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับความเชื่อมั่นของการทดสอบการทำกิจกรรมสองอย่างในเวลาเดียวกันสำหรับความชำนาญทักษะการเตะเฉียงในนักกีฬาเทควันโดขั้นสูงโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อวัดความเชื่อมั่นของการทดสอบการทำกิจกรรมสองอย่างในเวลาเดียวกัน จุดประสงค์ในการทดสอบการทำกิจกรรมสองอย่างในเวลาเดียวกัน เพื่อวัดเวลาปฏิริยาตอบสนอง โดยนำผลที่ได้จากการทดสอบการทำกิจกรรมสองอย่างในเวลาเดียวกันไปเปรียบเทียบกับในการทำกิจกรรมอย่างเดียว การทำกิจกรรมอย่างเดียวประกอบไปด้วยการเตะ 1, 3, 5 ครั้ง ตามลำดับ และการทำกิจกรรมสองอย่างคือการเตะเฉียงจำนวน 5 ครั้ง พร้อมกับกดปุ่มเพื่อเปิดแสงไฟในการกระตุ้นการตอบสนอง กลุ่มตัวอย่างเป็นนักกีฬาเทควันโดขั้นสูง จำนวน 12 คน และนักกีฬาเทควันโดที่มีความสามารถรองลงมา จำนวน 12 คน โดยทำการทดสอบและทดสอบซ้ำ ผลการศึกษาพบว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในชั้น Intraclass Correlation (ICC) มีความสัมพันธ์ในระดับปานกลางถึงระดับสูง โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในชั้น Intraclass Correlation (ICC) ใน Premotor Time (ICC = 0.439-0.634 ในนักกีฬาขั้นสูง และ ICC = 0.681-0.824 ในนักกีฬาที่มีความสามารถรองลงมา) ใน Motor Time (ICC = 0.861-0.956 ในนักกีฬาขั้นสูง และ ICC = 0.721-0.931 ในนักกีฬาที่มีความสามารถรองลงมา)

มา) และใน Reaction Time ($ICC = 0.692$ ในนักกีฬาขั้นสูง และ $ICC = 0.676$ ในนักกีฬาที่มีความสามารถรองลงมา) อีกทั้งยังสอดคล้องกับ บุญเรียง ขจรศิลป์ (2545) ได้กล่าวว่าไว้ว่า คุณสมบัติเครื่องมือที่สามารถวัดได้เหมือนเดิมทุกครั้งที่ทำการวัด วัดกี่ครั้งก็ได้ผลเท่าเดิมหรือใกล้เคียงกับของเดิม ซึ่งจากค่าเฉลี่ยจำนวนครั้งการเตะที่ได้จากการทดสอบเครื่องมือที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นในครั้งที่ 1 มีค่าเท่ากับ 59.24 ครั้ง และครั้งที่ 2 มีค่าเท่ากับ 59.68 ครั้ง และค่าเฉลี่ยความเร็วการเตะที่ได้จากการทดสอบเครื่องมือที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นในครั้งที่ 1 มีค่าเท่ากับ 0.44 วินาที และครั้งที่ 2 มีค่าเท่ากับ 0.45 วินาที จึงสรุปได้ว่าเครื่องมือนับจำนวนครั้งและวัดความเร็วการเตะในกีฬาเทควันโดที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีความเชื่อมั่นในการนับจำนวนครั้งการเตะและวัดความเร็วการเตะเทควันโด มีความคงเส้นคงวาในการวัดสามารถนับจำนวนครั้งการเตะและวัดความเร็วในการเตะได้เหมือนเดิมหรือใกล้เคียงกับของเดิมที่ทำการวัด

ภายหลังจากการทดสอบเครื่องมือด้านความเที่ยงตรงและความเชื่อมั่นของเครื่องมือนับจำนวนครั้งและวัดความเร็วการเตะในกีฬาเทควันโดที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ทำให้ผู้วิจัยมีข้อค้นพบ และข้อสังเกตเกี่ยวกับเครื่องมือ และผลของการทดสอบเครื่องมือดังนี้ ในด้านด้านระบบการทำงานของเครื่องมือ นั้น เครื่องมือที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเป็นระบบอิเล็กทรอนิกส์ทำให้การทำงานของเครื่องมือมีความแม่นยำในการนับจำนวนครั้งการเตะ ยกตัวอย่างสถานการณ์ เช่น เมื่อเวลาในการทดสอบใกล้จะหมดลงที่ 0.29 วินาที ผู้เข้ารับการทดสอบทำการเตะในขณะที่เท้ากำลังจะกระทบเป่าแต่เวลาในการทดสอบหมดลงก่อนที่เท้าจะกระทบกับเป่าเครื่องมือจะไม่สามารถนับจำนวนครั้งการเตะครั้งนั้นได้เนื่องจากการเตะในครั้งนั้นอยู่นอกเหนือจากเวลาที่กำหนดในการทดสอบ และจากการสังเกตของผู้วิจัยเกี่ยวกับกลุ่มตัวอย่างที่ผู้วิจัยนำมาทดสอบเครื่องมือ คือนักกีฬาเทควันโดระดับเยาวชนที่มีอายุระหว่าง 12-17 ปีนั้น ก่อนการทดสอบผู้วิจัยได้ทำการแจ้งรายละเอียดของการทดสอบและข้อปฏิบัติในการทดสอบให้กับกลุ่มตัวอย่างทราบ อีกทั้งผู้วิจัยได้กระตุ้นให้กลุ่มตัวอย่างแสดงทักษะอย่างเต็มความสามารถส่งผลให้กลุ่มตัวอย่างแสดงทักษะอย่างเต็มความสามารถในการทดสอบ และเนื่องด้วยกลุ่มตัวอย่างเป็นนักกีฬาเทควันโดเมื่อก่อนกลุ่มตัวอย่างทราบผลการทดสอบครั้งที่ 1 แล้วทำให้การทดสอบครั้งที่ 2 กลุ่มตัวอย่างต้องการที่จะทำคะแนนให้ได้มากกว่าการทดสอบครั้งที่ 1 ส่งผลให้กลุ่มตัวอย่างเร่งความเร็วในการเตะแต่ผลที่ได้จากการทดสอบครั้งที่ 2 มีความใกล้เคียงหรือเท่ากันกับการทดสอบครั้งที่ 1 สังเกตได้จากค่าเฉลี่ยจำนวนครั้งการเตะของกลุ่มตัวอย่างในการทดสอบครั้งที่ 1 คือ 59.24 ครั้ง และค่าเฉลี่ยจำนวนครั้งการเตะในการทดสอบครั้งที่ 2 คือ 59.68 ครั้ง แสดงให้เห็นถึงความคงเส้นคงวาในการแสดงทักษะของกลุ่มตัวอย่างที่เข้ารับการทดสอบ จากที่กล่าวมาทั้งหมดจะเห็นได้ว่าเครื่องมือนับจำนวนครั้งและวัดความเร็วการเตะในกีฬาเทควันโดที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นเครื่องมือทดสอบที่มีคุณภาพ มีความสะดวกในการเคลื่อนย้าย มีความยืดหยุ่น และง่ายในการนำไปใช้ และยังสามารถเลือกเวลาที่ใช้ในการทดสอบได้อย่างหลากหลายเช่น 10 หรือ 20 วินาที อีกทั้งยังสามารถเป็นทางเลือกในการนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างที่มีความสามารถที่สูงขึ้นเช่น นักกีฬาระดับมหาวิทยาลัย นักกีฬาระดับประชาชนรวมไปถึงนักกีฬาทีมชาติ และเป็นทางเลือกที่ใช้ในการทดสอบทักษะอื่นในกีฬาเทควันโด เช่น ทักษะการชกหมัด ทักษะการถีบ และทักษะการหมุนถีบ เป็นต้น

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะการนำผลการวิจัยไปใช้

1. การสร้างเครื่องมือนับจำนวนครั้งการเตะและวัดความเร็วการเตะในกีฬาทควันโด ควรคำนึงถึงความทนทานของวัสดุอุปกรณ์ที่นำมาใช้ เพื่อให้อุปกรณ์มีความทนทานต่อการใช้งานเนื่องจากอุปกรณ์จะได้รับการกระแทกจากการเตะอยู่เสมอ และควรมีการติดตั้งอุปกรณ์ให้มีความมั่นคงเพื่อความปลอดภัยของผลการทดสอบ
2. ควรนำเครื่องมือวัดความเร็วและนับจำนวนครั้งการเตะในกีฬาทควันโดไปใช้ในการทดสอบทักษะการเตะอื่นๆ เพื่อพัฒนาความเร็วในการเตะของนักกีฬา และนักกีฬาที่มีความสามารถที่สูงขึ้น เพื่อพัฒนาความเร็วในการเตะของนักกีฬา
3. ผู้ฝึกสอนกีฬาหรือครูพลศึกษาและบุคลากรที่เกี่ยวข้องสามารถนำแนวคิดในการสร้างอุปกรณ์เพื่อนำไปประยุกต์ในการสร้างอุปกรณ์การทดสอบกีฬาอื่นๆ และการทดสอบสมรรถภาพทางกายภายในสถานศึกษา

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยต่อไป

1. ควรมีการศึกษาในการวัดแรงในการเตะ เนื่องจากการแข่งขันกีฬาทควันโดในปัจจุบัน แรงในการเตะมีความสำคัญต่อการทำคะแนน ในระบบการให้คะแนนแบบอิเล็กทรอนิกส์
2. ควรมีการศึกษาทักษะในกีฬาทควันโดและกลุ่มตัวอย่างที่มีความสามารถสูงขึ้น
3. ผู้ที่สนใจในการศึกษาครั้งต่อไปสามารถนำแนวคิดในการสร้างเครื่องมือทางการกีฬาไปประยุกต์ใช้กับกีฬาชนิดอื่นๆ
4. ควรนำผลที่ได้จากการทดสอบเครื่องมือไปเปรียบเทียบกับแบบทดสอบอื่น (Gold Standard)

เอกสารอ้างอิง

- กมลเนตร อมรศักดิ์กุล. (2558). การสร้างแบบทดสอบทักษะกีฬาทควันโดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนสตรีวัดมหาพฤฒารามในพระบรมราชินูปถัมภ์ (วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ชนาธิป ซ้อนขำ. (2560). ผลสัมฤทธิ์ของการให้ผลย้อนกลับและการตั้งเป้าหมายต่อความเร็วในการเตะเฉียงของนักกีฬาทควันโดทีมชาติไทย (วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- บุญเรียง ขจรศิลป์. (2545). วิธีวิจัยทางการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพมหานคร: หจก.พี.เอ็น.การพิมพ์.
- สมนึก ภักดิ์ยธณี. (2549). การวัดผลการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 5. กทม: โรงพิมพ์ประสานการพิมพ์
- Chen C. Y., et. al. (2015). *Reliability and Validity of a Dual-Task Test for Skill Proficiency in Roundhouse Kicks in Elite Taekwondo Athletes*. Open Access Journal of Sport Medicine, 6, 181-189.
- Ha, Choi & Kim. (2009) *The Kinematicall Anallysis of The Taewkondo Sparring Players' Bandal Chagi in Kinematics*. International Journal of Applied Sports Sciences, 21(1), 2009.
- Krikendall, D.R., J.J Gruber and R.E. Johnson (1987). *Measurement and Evaluation for Physical Education*. Illinois: Human Kineties Publisher.

- Koo T. K. & Li M. Y. (2016). *A Guideline of Selecting and Reporting Intraclass Correlation Coefficients for Reliability Research*. Journal of Chiropractic Medicine, 15, 155-163. from <http://dx.doi.org/10.1016/j.jcm.2016.02.012>.
- Kim, K. Y., et. al. (2016). *Effects of Different Bouncing Frequencies on the Olympic Taekwondo Roundhouse Kick Performance*. Journal of the International Association for Taekwondo Research, 3(1), 19-25.
- World Taekwondo. (2012). *World Taekwondo Federation Competition Rules & Interpretation* from https://www.gladiatordojang.cz/taek/kyorugi/Competition_Rules_2012-12-26_E-ballot.pdf.