# การสร้างเครื่องวัดแรงกระแทกสำหรับทักษะกีฬามวยไทย

ปริญญานิพนธ์

ของ

เทอดทูล โตคีรี

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา

ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาพลศึกษา

ตุลาคม 2546

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

# การสร้างเครื่องวัดแรงกระแทกสำหรับทักษะกีฬามวยไทย

บทคัดย่อ

ของ

เทอดทูล โตคีรี

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาพลศึกษา
ตุลาคม 2546

เทอดทูล โตคีรี. (2546). *การสร้างเครื่องวัดแรงกระแทกสำหรับทักษะกีฬามวยไทย*. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (พลศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. คณะกรรมการควบคุม : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อรรคพล เพ็ญสุภา, อาจารย์ประพนธ์ ธนารักษ์.

การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อการสร้าง และหาคุณภาพของเครื่องวัดแรงกระแทกสำหรับทักษะกีฬามวยไทย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักศึกษาชาย ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ของสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตตาก ปีการศึกษา 2546 ซึ่งผ่านการเรียนวิชามวยไทย รหัสวิชา 01 – 610 – 020 มาแล้ว ทำการสุ่มกลุ่มตัวอย่างด้วยวิธีการสุ่มแบบง่าย (Simple Random Sampling Method) จำนวน 60 คน แยกเป็น 4 กลุ่มตามการใช้ทักษะกีฬามวยไทยทดสอบคือ กลุ่มทักษะการชก กลุ่มทักษะการศอก กลุ่มทักษะการเข่า และกลุ่มทักษะการเตะ ทำการทดสอบหาค่าความเที่ยงตรงเชิงประจักษ์ (Face Validity)โดยผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน, ทดสอบหาค่าความเที่ยงตรงตามสภาพที่เป็นจริง (Concurrent Validity)โดยการใช้การทดสอบแบบทิ้งน้ำหนัก (Drop-Weight Testing) และหาค่าความเชื่อมั่นของเครื่องวัดแรงกระแทกด้วยวิธีการสอบซ้ำ (Test-retest Method) แล้วนำผลการทดสอบทั้งสองครั้งมาหาสถิติสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน(Pearson's Product Moment Correlation Coefficient)

ผลการวิจัยพบว่า เครื่องวัดแรงกระแทกสำหรับทักษะกีฬามวยไทยที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีค่าความเที่ยงตรงเชิงประจักษ์ (Face Validity) ในระดับสูง ค่าความเที่ยงตรงตามสภาพที่เป็นจริง (Concurrent Validity) = .80 และมีค่าความเชื่อมั่น (Reliability) = .96 ซึ่งนับว่าเครื่องวัดแรงกระแทกสำหรับทักษะกีฬามวยไทยนี้มีค่าความเชื่อมั่นอยู่ในระดับสูง

# A CONSTRUCTION OF AN IMPACT FORCE PLATE INSTRUMENT FOR MUAYTHAI SKILLS

AN ABSTRACT

BY

DHERDDHOOL TOKIRIE

Presented in partial fulfillment of the requirements

for the Master of Education degree in Physical Education

at Srinakharinwirot University

October 2003

Dherddhool Tokirie. (2003). *A Construction of an Impact Force Plate Instrument for Muaythai Skills*. Master thesis, M.Ed. (Physical Education). Bangkok : Graduate School, Srinakharinwirot University. Advisor Committee : Asst. Prof. Dr. Ackaphon Pensupha, Mr. Prapon Thanaruk.

The purpose of this study was to construct the instrument which measures the impact force for muaythai skills.

Subject were 60 male students Rajamangala Institute of Technology, Tak Campus. All of these students have a prior to basic skill for muaythai. Simple random sampling technique was employed to draw samples and divided into 4 groups, punching skill, hitting with elbow skill, knee throwing skill, and kicking skill.

The instrument used in this study was an impact force plate constructed by the researcher from extensive analysis of related literature and consultation with 5 experts prior to pretest. Drop-Weight testing was used for test-retest the dynamic calibration for reliability and validity of this instrument. The data were then analyzed through use of mean, standard deviation, and Pearson's Product Moment Correlation Coefficient.

The results of this study indicated that the validity, reliability of this impact force plate instrument for muaythai skills were .80 and .96 respectively. It can be concluded that this instrument which constructed by the researcher possessed a satisfactory for application to muaythai skills.

ปริญญานิพนธ์
เรื่อง

การสร้างเครื่องวัดแรงกระแทกสำหรับทักษะกีฬามวยไทย

ของ
นายเทอดทูล โตคีรี

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกพลศึกษา
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร.นภาภรณ์ หะวานนท์)
วันที่.....เดือน ..... พ.ศ. 2546

คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์

..... ประธาน
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อรรคพล เพ็ญสุภา)

..... กรรมการ
(อาจารย์ประพนธ์ ธนารักษ์)

..... กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ฉัตรนภา พรหมมา)

..... กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์เพิ่มศักดิ์ สุริยะจันทร์)

# ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณาจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อรรคพล เพ็ญสุภา, รองศาสตราจารย์ ดร. ประพัฒน์ ลักษณพิสุทธิ์ และอาจารย์ประพนธ์ ธนารักษ์ ประธานและกรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์ ที่ได้ให้คำปรึกษา แนะนำ และข้อเสนอแนะแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณทุกๆ ท่าน ที่มีส่วนช่วยเหลือในการวิจัยครั้งนี้ ซึ่งได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญทุกท่านที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ช่วยเหลือในการสร้าง ตรวจสอบ และแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง รวมทั้งกลุ่มตัวอย่างที่ให้ความร่วมมือในการทดลองเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล

คุณประโยชน์ของปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบแด่ คุณพ่อ คุณแม่ ครู อาจารย์ทุกท่านที่อบรมสั่งสอน และมีส่วนช่วยเหลือในการวางรากฐานการศึกษาให้กับผู้วิจัย ทำให้ปริญญานิพนธ์สำเร็จลุล่วงด้วยความเรียบร้อย

เทอดทูล โตคีรี

# สารบัญ


| บทที่ | | หน้า |
|---|---|---|
| 1 | บทนำ | 1 |
| | ภูมิหลัง | 1 |
| | ความมุ่งหมายของการวิจัย | 3 |
| | ขอบเขตของการวิจัย | 3 |
| | การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง | 3 |
| | ตัวแปรที่ศึกษา | 3 |
| | ข้อตกลงเบื้องต้น | 4 |
| | นิยามศัพท์เฉพาะ | 4 |
| | กรอบแนวคิดในการศึกษาค้นคว้า | 5 |
| 2 | เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง | 6 |
| | ความสำคัญและประโยชน์ของกีฬามวยไทย | 6 |
| | ประโยชน์ของการวัดผลทางพลศึกษา | 7 |
| | ประโยชน์ของการทดสอบทักษะ | 8 |
| | การทดสอบทักษะกีฬามวยไทย | 9 |
| | เครื่องวัดแรงกระแทก | 10 |
| | การสร้างเครื่องวัดแรงกระแทก | 12 |
| | การกำหนดช่วงการวัดแรง จากแรงกระแทกที่เกิดจารการใช้ศิลปะการต่อสู้ | 12 |
| | การทดสอบ และการปรับเทียบเครื่องมือวัด | 13 |
| | งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง | 16 |
| | งานวิจัยในต่างประเทศ | 16 |
| | งานวิจัยในประเทศ | 24 |
| 3 | วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า | 25 |
| | การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง | 25 |
| | เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล | 25 |
| | วิธีการหาคุณภาพเครื่องมือ | 26 |
| | การเก็บรวบรวมข้อมูล | 27 |
| | การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล | 27 |
| 4 | ผลการวิเคราะห์ข้อมูล | 28 |
| | สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล | 28 |
| | ผลการวิเคราะห์ข้อมูล | 28 |

# สารบัญ (ต่อ)


| บทที่ | | หน้า |
|---|---|---|
| 5 | สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ | 34 |
| | สังเขปความมุ่งหมาย สมมุติฐาน และวิธีดำเนินการวิจัย | 34 |
| | สรุปผลการวิจัย | 35 |
| | อภิปรายผล | 36 |
| | ข้อเสนอแนะ | 36 |
| บรรณานุกรม | | 38 |
| ภาคผนวก | | 41 |
| | ภาคผนวก ก. ทรานดิวเซอร์ | 42 |
| | ภาคผนวก ข. คู่มือการใช้เครื่องวัดแรงกระแทกสำหรับทักษะกีฬามวยไทย | 48 |
| | ภาคผนวก ค. รายนามผู้เชี่ยวชาญ | 55 |
| ประวัติย่อผู้วิจัย | | 58 |

# บัญชีตาราง


ตาราง หน้า

1 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าดัชนีความเหมาะสมจากผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน..... 29

2 การเปรียบเทียบแรงที่ได้จากเครื่องวัดแรงกระแทกสำหรับทักษะกีฬามวยไทย ซึ่งทำการทดสอบด้วยการทดสอบแบบทิ้งน้ำหนัก (Drop Weight Testing)..... 30

3 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของแรงที่ได้จากกลุ่มตัวอย่างใช้ทักษะกีฬามวยไทยต่อเครื่องวัดแรงกระแทก จำแนกตามกลุ่มการใช้ทักษะกีฬามวยไทย..... 31

4 เปรียบเทียบแรงที่ได้จากเครื่องวัดแรงกระแทกสำหรับทักษะกีฬามวยไทย ที่ทำการทดสอบทักษะกีฬามวยไทยแบบต่างๆ ระหว่างครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 ของกลุ่มตัวอย่าง จำแนกตามกลุ่มทักษะกีฬามวยไทย..... 32

5 การเปรียบเทียบแรงจากเครื่องวัดแรงกระแทกสำหรับทักษะกีฬามวยไทย ที่ทำการทดสอบทักษะกีฬามวยไทยแบบต่างๆ โดยรวมทั้ง 2 ครั้ง ของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด..... 33

# บัญชีภาพประกอบ


| ภาพประกอบ | | หน้า |
|---|---|---|
| 1 | โหลดเซลล์แบบลูกโซ่กับการติดแผ่นสเตรนเกจ และวงจรวีทสโตน บริดจ์ | 44 |
| 2 | โหลดเซลล์แบบคานกับการติดแผ่นสเตรนเกจ และวงจรวีทสโตน บริดจ์ | 45 |
| 3 | โหลดเซลล์แบบวงแหวน การติดแผ่นสเตรนเกจ วงจรวีทสโตน บริดจ์ และโหลดเซลล์แบบวงแหวนที่มีหม้อแปลง LVDT เป็นตัวรับสัญญาณ | 46 |
| 4 | โหลดเซลล์แบบแรงเฉือน | 47 |
| 5 | ส่วนประกอบเครื่องวัดแรงกระแทกสำหรับทักษะกีฬามวยไทย | 49 |
| 6 | โครงสร้างเครื่องวัดแรงกระแทก | 50 |
| 7 | โหลดเซลล์และจอแสดงผล | 51 |
| 8 | ทักษะมวยไทยที่ใช้ทำการทดสอบ | 53 |

# บทที่ 1
# บทนำ

## ภูมิหลัง

มวยไทย เป็นทั้งศาสตร์และศิลป์ ที่เป็นศาสตร์เพราะเป็นวิชาที่ทุกคนสามารถศึกษาหาความรู้ได้เหมือนวิชาแขนงอื่นๆ และที่เป็นศิลป์ก็เพราะมวยไทยมากไปด้วยกลยุทธและลวดลาย ยากที่จะเรียนรู้และปฏิบัติได้อย่างเจนจบ ซึ่งมีการถ่ายทอดในลักษณะของการต่อสู้ป้องกันตัว เพื่อใช้ในการปกป้องดินแดนถิ่นที่อยู่อาศัยของตนเอง ตลอดจนเป็นกีฬาที่ใช้ในการแข่งขัน งานเทศกาล หรืองานเฉลิมฉลองต่างๆ โดยถือเป็นวัฒนธรรมอันดีงามอย่างหนึ่ง จนเป็นที่ยอมรับนับถือว่ามวยไทยคือ ศิลปะการต่อสู้ป้องกันตัวประจำชาติไทย (ลือชา สุบรรณพงษ์. 2527 : 3) กีฬามวยไทยมีความผูกพันธ์กับชาติไทยมาอย่างแน่นแฟ้น เป็นกิจกรรมที่แม้แต่องค์พระประมุขของชาติในอดีตต้องให้ความสำคัญไม่ยิ่งหย่อนไปกว่าการฝึกดาบหรือทวน ถึงแม้ว่าในปัจจุบันการทำศึกสงครามไม่จำเป็นต้องรบประชิดตัว แต่กิจกรรมมวยไทยยังเป็นกิจกรรมที่ต้องฝึกฝนเพื่อช่วยพัฒนาร่างกาย จิตใจ อารมณ์ และสังคมของผู้ฝึก ซึ่งสอดคล้องกับจุดมุ่งหมายของการสอนพลศึกษา ดังจะเห็นได้จากการที่กระทรวงธรรมการจัดตั้งสถานฝึกหัดครูพลศึกษาขึ้นที่โรงเรียนราชบูรณะ (โรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัยในปัจจุบัน) ในปี พ.ศ. 2456 เรียกว่าห้องพลศึกษากลาง วิชาที่สอนมี 2 วิชาเท่านั้น คือ มวยไทย กับยิมนาสติก (จรัสเดช อุลิต. 2527 : 26)

ในปัจจุบันมวยไทยเป็นวิชาหนึ่งที่จัดสอนในหลักสูตรของมหาวิทยาลัยต่างๆ ของประเทศไทย ส่วนในการเรียนการสอนของโรงเรียนนั้น มวยไทยก็เป็นวิชาเลือกของหลักสูตรระดับมัธยมศึกษา (มงคล คำเมือง. 2532 : บทคัดย่อ) นอกจากนี้แล้ว ในหลักสูตรของวิทยาลัยพลศึกษา สถาบันราชภัฏ และสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล ยังได้บรรจุกีฬามวยไทยไว้ในหลักสูตรวิชาพลศึกษาด้วย

การเรียนการสอนวิชามวยไทยในสถาบันการศึกษา สิ่งที่จำเป็นควบคู่กับการเรียนการสอน คือ การวัดและประเมินผล ซึ่งจะช่วยให้ทราบถึงปริมาณและคุณภาพของการเรียนการสอน อีกทั้งสามารถวินิจฉัยได้ว่า นักเรียนแต่ละคนได้รับประสบการณ์การเรียนการสอนอย่างไร และประสบการณ์การเรียนการสอนที่จัดให้นักเรียนนั้นมีประสิทธิภาพเพียงไร บรรลุวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้หรือไม่ การวัดและประเมินผลที่ดีนั้นจำเป็นต้องอาศัยเครื่องมือที่มีคุณสมบัติดังนี้ คือ มีความเที่ยงตรง (Validity) มีความเชื่อมั่น (Reliability) มีความเป็นปรนัย(Objectivity) และมีเกณฑ์ปกติ(Norm) (วิริยา บุญชัย. 2523 : 8) เพื่อช่วยให้การวัดและประเมินผลได้ผลการวัดและประเมินที่ต้องการมีความเป็นจริงมากที่สุด นักการศึกษาและนักพลศึกษาหลายๆ คนที่ทำการศึกษาเกี่ยวกับการวัดผลทางพลศึกษาได้ค้นคว้าวิจัยสร้างแบบทดสอบเพื่อวัดความสามารถสมรรถภาพทางกาย สมรรถภาพทางกลไก หรือทักษะกีฬาชนิดต่างๆ แบบทดสอบที่สร้างขึ้นมาแต่ละแบบนั้นจะมีเครื่องมือมาตรฐานสำหรับเทียบวัดเพื่อกำหนดคุณลักษณะของสิ่งที่จะวัด (Objects) ให้ได้ผลที่เรียกว่าปริมาณ (Quantity) ซึ่งก็คือตัวเลข (Number) โดยเครื่องมือมาตรฐานนั้นเป็นตัวบ่งชี้ให้ทราบ เช่น ต้องการทราบความไกลของการกระโดด เราใช้เทปหรือไม้เมตรมาวัด ก็จะทราบระยะความไกลของการกระโดดในทันที การวัดผลจึงเป็นวิธีการตรวจหรือหาปริมาณ ขนาด หรือสิ่งที่ต้องการทราบโดยอาศัยเครื่องมือวัดนั่นเอง (วิริยา บุญชัย. 2523 : 8) จากนั้นจึงนำตัวเลขที่ได้จากการวัดมาทำการประเมินผลต่อไป ซึ่งจะเห็นได้ว่าเครื่องมือวัดมีความจำเป็นต่อการวัดผลและประเมินผลเป็นอย่างมาก หากเครื่องมือวัดขาดความเที่ยงตรง ความเชื่อถือได้ และความเป็นปรนัยแล้ว จะส่งผลต่อการวัดผลทำให้ได้ตัวเลขปริมาณที่ไม่ตรงตามความ

เป็นจริง การประเมินผลย่อมคลาดเคลื่อนจากความเป็นจริงตามไปด้วย

ผู้วิจัยในฐานะอาจารย์ผู้สอนวิชามวยไทย พบว่าการทดสอบทักษะกีฬามวยไทย เรายังขาดเครื่องมือมาตรฐานสำหรับวัดความแรงของการใช้ทักษะกีฬามวยไทย ในการทดสอบการใช้ทักษะกีฬามวยไทย จะพิจารณาเฉพาะเรื่องของความเร็วและความแรงของทักษะชนิดนั้น เพราะถือว่าความเร็วและความแรงในการใช้ทักษะกีฬามวยไทยเป็นสิ่งสำคัญที่สุดในการแข่งขันกีฬามวยไทย (จรวย แก่นวงษ์คำ. 2530 : 40) การทดสอบเพื่อให้ทราบความเร็วและความแรงของการออกกำลังหรือเล่นกีฬา จะทำให้เราได้เปรียบคู่ต่อสู้ หากเราสามารถนำผลของการทดสอบมาใช้ในการฝึกและพัฒนานักกีฬาให้ออกแรงให้ได้แรงดล (Impulse) สูงสุด โดยจัดท่าทางที่ถูกต้องออกแรงที่จุดออกแรงใช้เวลาน้อยที่สุด และให้แรงสูงสุด

ด้านการศึกษา ความสำคัญของการศึกษาเรื่องแรงกระแทกในการเล่นกีฬา หรือการศึกษาด้านคิเนติก (Kinetic) จะช่วยให้เราเข้าใจถึงแรงที่ทำให้วัตถุ หรือสิ่งมีชีวิตเกิดการเคลื่อนไหว และเคลื่อนที่ ในการออกกำลังกายหรือเล่นกีฬาที่ถือว่าได้เปรียบคือการออกแรงที่จุดออกแรงโดยใช้เวลาน้อยได้แรงดล (Impulse) มากที่สุด ซึ่งในการวัดทางด้านคิเนติก (Kinetic) จำเป็นต้องใช้เครื่องมือวัดที่มีความละเอียดสูงเข้ามาวัด เครื่องมือวัดบางชนิดมีอยู่แล้ว หาได้ทั่วไป บางชนิดมีน้อยหายาก มีขอบเขตการใช้งานจำกัด การสร้างเครื่องมือในการวัดขึ้นถือเป็นตัวเลือกอย่างหนึ่งที่เปิดโอกาสให้ผู้ใช้ได้มีโอกาสเลือกใช้เครื่องมือวัดที่เหมาะสมกับวัตถุประสงค์ในการวัด เครื่องมือนี้สามารถนำไปใช้ทดสอบ และวัดผลในการเรียนวิชามวยไทย ตามหลักสูตรการศึกษา ช่วยให้การวัดผลมีความเที่ยงตรงมากขึ้น

ด้านเศรษฐกิจ ประเทศไทยต้องสูญเสียเงินตราออกนอกประเทศเพื่อแลกกับเครื่องมือวัดและทดสอบในการออกกำลังกายหรือเล่นกีฬา เนื่องจากในประเทศไทยมีการศึกษาทางด้าน ชีวกลศาสตร์การกีฬา (Sport Biomechanics) น้อยมาก เครื่องมือที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นหากสามารถพัฒนาให้ได้รับความนิยมอย่างกว้างขวางจะเป็นการช่วยประหยัดเงินตราของประเทศที่จะต้องสูญเสียให้กับต่างประเทศได้ส่วนหนึ่ง

ด้านเทคโนโลยี เนื่องจากการศึกษาด้าน ชีวกลศาสตร์การกีฬา (Sport Biomechanics) มีน้อย การใช้เครื่องมือในการวัดส่วนใหญ่จึงเป็นเทคโนโลยีของต่างประเทศ ซึ่งในความเป็นจริงแล้วประเทศไทยเองก็มีเทคโนโลยีที่ต่างประเทศยอมรับ เช่น การสร้างชิ้นส่วนของไมโครคอมพิวเตอร์ เพียงแต่เราไม่ได้ศึกษาเรื่องนี้กันอย่างจริงจัง การไม่ได้ศึกษาย่อมไม่รู้ ไม่เข้าใจ ไม่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ได้ และไม่เกิดการพัฒนาเทคโนโลยีด้านนี้ของไทยจึงก้าวไปช้า ในทางกลับกันหากเราได้ศึกษากันอย่างจริงจังย่อมเกิดความรู้ความชำนาญ สามารถนำมาประยุกต์ใช้ได้ ย่อมเกิดการพัฒนา

ด้านวัฒนธรรม เครื่องมือที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเป็นเครื่องมือที่สร้างขึ้นเพื่อใช้ในการพัฒนากีฬามวยไทย โดยเฉพาะ เราสามารถนำเครื่องมือนี้ใช้ในการพัฒนาการฝึกซ้อมกีฬามวยไทย ทำให้สามารถใช้ทักษะกีฬามวยไทยได้แรงและเร็วตามหลักคิเนติกส์ (Kinetics) เพื่อให้ได้นักกีฬามวยไทยที่มีคุณภาพ นักกีฬาที่มีคุณภาพ ย่อมสร้างชื่อเสียงให้กับกีฬา และเป็นที่นิยมของบุคคลทั่วไปอันเป็นการเผยแพร่ชื่อเสียงกีฬามวยไทยให้กว้างไกลออกไป นับเป็นการสนับสนุนและเผยแพร่วัฒนธรรมของไทยอย่างหนึ่ง เพราะกีฬามวยไทยถือว่าเป็นกีฬา และวัฒนธรรมประจำชาติไทย

การทดสอบความแรงในการใช้ทักษะกีฬามวยไทยนั้น เครื่องมือมาตรฐานสำหรับวัดคือ เครื่องวัดแรงกระแทก ซึ่งไม่แพร่หลาย หายาก ยังไม่มีจำหน่ายในประเทศไทย หรือถ้ามีก็เป็นเครื่องมือที่ผลิตจากต่างประเทศต้องสั่งซื้อและมีราคาแพง โดยเฉพาะอย่างยิ่งการนำมาใช้ในการทดสอบทักษะกีฬามวยไทยอาจไม่สะดวกหรือไม่เหมาะสม เพราะไม่ใช่เครื่องมือมาตรฐานที่สร้างขึ้นมาเพื่อวัดแรงกระแทกที่เกิดจากการใช้ทักษะกีฬามวยไทยโดยเฉพาะ ผู้วิจัยได้เห็นความสำคัญของเรื่องนี้จึงมีความสนใจที่จะสร้างเครื่องวัดแรง

กระแทกสำหรับทักษะกีฬามวยไทย เพื่อแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น อันจะเป็นประโยชน์ต่อการเรียนการสอนวิชามวยไทยในสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตตาก และสถาบันการศึกษาหรือหน่วยงานอื่นที่เกี่ยวข้อง และสนใจในการวัดผลการใช้ทักษะกีฬามวยไทยต่อไป

การวิจัยครั้งนี้จะได้เครื่องมือมาตรฐานสำหรับวัดแรงกระแทกสำหรับทักษะกีฬามวยไทย ได้แก่ หมัด เท้า เข่า และศอก ที่มีคุณภาพ สามารถนำไปใช้ในการวัดและประเมินผลการใช้ทักษะกีฬามวยไทยของผู้เรียนวิชามวยไทย หรือนักกีฬามวยไทยได้อย่างเหมาะสม ช่วยให้ผู้รับการทดสอบได้ทราบความแรงของการใช้ทักษะกีฬามวยไทยแบบต่างๆ ของตนเอง และนำผลการทดสอบการใช้ทักษะกีฬามวยไทยแต่ละชนิดเปรียบเทียบเพื่อจัดท่าทางที่ถูกต้องและให้แรงสูงสุด ใช้เวลาน้อยที่สุด แล้วนำผลการทดสอบเปรียบเทียบไปใช้ในการฝึกซ้อมของนักกีฬา เพื่อการพัฒนานักกีฬาให้สามารถใช้ทักษะกีฬาให้ได้แรงสูงสุด และใช้เวลาน้อยที่สุด ทั้งนี้สามารถประยุกต์ใช้งานได้ตามวัตถุประสงค์ของผู้ใช้

## ความมุ่งหมายของการวิจัย

เพื่อสร้างเครื่องวัดแรงกระแทกสำหรับทักษะกีฬามวยไทย

## ขอบเขตของการวิจัย ผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตของการวิจัยในครั้งนี้ไว้ดังนี้

**1. การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง**

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักศึกษาชาย ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ของสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตตาก ปีการศึกษา 2546 ซึ่งผ่านการเรียนวิชามวยไทย รหัสวิชา 01 – 610 – 020 มาแล้ว จำนวน 149 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักศึกษาชาย ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ของสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตตาก ปีการศึกษา 2546 ซึ่งผ่านการเรียนวิชามวยไทย รหัสวิชา 01 – 610 – 020 มาแล้ว ทำการสุ่มกลุ่มตัวอย่างด้วยวิธีการสุ่มแบบง่าย (Simple Random Sampling Method) แล้วแบ่งกลุ่มตัวอย่างที่ได้ออกเป็น 4 กลุ่มดังนี้

1.1 กลุ่มใช้ทักษะการชก

1.2 กลุ่มใช้ทักษะการศอก

1.3 กลุ่มใช้ทักษะการเข่า

1.4 กลุ่มใช้ทักษะการเตะ

**2. ตัวแปรที่ศึกษา**

2.1 ตัวแปรต้น ได้แก่ เครื่องวัดแรงกระแทกที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

2.2 ตัวแปรตาม ได้แก่ ค่าความเที่ยงตรง (Validity) และค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของเครื่องวัดแรงกระแทกที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

## ข้อตกลงเบื้องต้น

ทักษะกีฬามวยไทยที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย

**การชก**ใช้การชกหมัดตรง โดยการปล่อยหมัดที่ถนัดจากท่าคุมมวยพุ่งออกไปตรงๆ บิดสันหมัดคว่ำ โน้มตัวใช้แรงส่งจากหัวไหล่ บิดสะโพก และส่งแรงจากเท้าที่อยู่ด้านหลัง พุ่งสันหมัดให้กระแทกเป้าหมาย

**การศอก**ใช้ด้วยศอกตัด จากท่าคุมมวยตีศอกข้างที่ถนัดโดย บิดหัวไหล่ บิดสะโพก ส่งแรงจากเท้าที่อยู่ด้านหลัง เหวี่ยงศอกขนานพื้นเข้าหาเป้าหมายข้างหน้า ทิศทางปลายศอกขนานพื้นด้วยการบิดลำตัว หัวไหล่ และสะโพก น้ำหนักร่างกายโน้มไปข้างหน้า

**การเตะ**ใช้การเตะตัดระดับลำตัว โดยยืนตั้งท่าในท่าคุมมวย ก้าวเท้าที่ไม่ถนัดไปข้างหน้า เหวี่ยงเท้าที่ถนัดเฉียงขึ้นในลักษณะกวาดขนานพื้นระดับลำตัว ส่งแรงด้วยการบิดลำตัวและสะโพกตาม โดยให้สันหน้าแข้ง - หลังเท้าเป็นส่วนที่กระทบเป้าหมาย

**การเข่า**ใช้การเข่าโค้ง โดยตั้งท่าคุมมวยยืนหันข้างด้านที่ไม่ได้ใช้เข่าเฉียงประมาณ 45 องศาเข้าหาเป้า เขย่งเท้าหลัง ก้าวเท้าหน้าเฉียงออกด้านข้างถ่ายน้ำหนักร่างกายลงเท้าหน้ายกเข่าหลังพุ่งขึ้น แล้วตีเข่าโค้งกวาดขนานพื้นระดับลำตัว กระแทกไปข้างหน้า สู่เป้าหมาย ปลายเท้าเหยียด และชี้ออกด้านข้าง โน้มตัวไปข้างหน้าเล็กน้อยเพื่อส่งแรงการตีเข่าให้แรงขึ้น (ไม่เกาะหรือโหนเป้า)

## ข้อจำกัดของเครื่องมือ

เครื่องมือมีข้อจำกัดในการรายงานผล คือแสดงค่าของแรงสูงสุดที่มากระทำต่อเป้าที่ติดตั้งโหลดเซลล์ได้เพียงค่าเดียว หากมีแรงมากระทำต่อเนื่องแต่แรงที่มากระทำมีค่าน้อยกว่าแรงที่มากระทำก่อน เครื่องมือจะไม่แสดงค่าที่น้อยกว่า ยกเว้นแรงที่มากระทำภายหลังมีค่ามากกว่าเครื่องมือจึงจะแสดงค่าที่มากกว่าเท่านั้น ดังนั้นการใช้เครื่องมือในการทดสอบจึงไม่สามารถใช้วัดแรงที่มากระทำทุกแรงอย่างต่อเนื่องได้ ต้องใช้ทำการวัดค่าแรงแล้วปรับค่าตัวเลขแสดงผลกลับมาเป็นศูนย์ก่อนจึงจะสามารถแสดงผลการวัดแรงครั้งต่อไปได้

## นิยามศัพท์เฉพาะ

**ชีวกลศาสตร์การกีฬา (Sport Biomechanics)** หมายถึง การศึกษาด้านกลศาสตร์ของโครงสร้างและระบบต่างๆ ของร่างกายมนุษย์ทางด้านกลไกการเคลื่อนไหวในการเล่นกีฬา ซึ่งสามารถแบ่งการวิเคราะห์ออกได้เป็น 2 ลักษณะคือ การวิเคราะห์ทางคิเนเมติกส์ (Kinematics) และการวิเคราะห์ทางคิเนติกส์ (Kinetics)

**คิเนเมติกส์ (Kinematics)** หมายถึง การเคลื่อนไหวของร่างกายที่ไม่คำนึงถึงแรงและพลังงานที่ใช้ไปในการเคลื่อนไหว

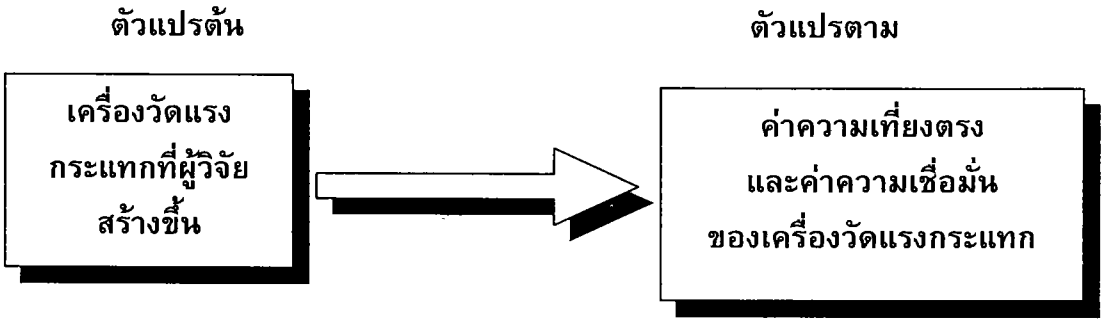
**คิเนติกส์ (Kinetics)** หมายถึง การเคลื่อนไหวของร่างกายที่เกี่ยวข้องกับแรงและพลังงานที่เป็นเหตุให้เกิดการเคลื่อนไหว

**การใช้ทักษะกีฬามวยไทย** หมายถึง ความสามารถของการใช้อวัยวะ มือ เท้า เข่า ศอก เป็นอาวุธในการต่อสู้ อันได้แก่ การชก การเตะ การตีเข่า และการตีศอก

**เครื่องวัดแรงกระแทก** หมายถึง เครื่องมือที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น หลักการทำงานของเครื่องวัดแรงกระแทก เป็นการวัดแรงจากการใช้ทักษะกีฬามวยไทย ที่มากระทำต่อเป้าที่ติดตั้งแผ่นวัดความเครียดของโลหะที่เรียกว่า สเตรนเกจ (Strain Gages) 4 ตัว ประกอบเป็น วงจรบริดจ์ ด้วยวงจรวีทสโตน (Wheastone Bridge) ซึ่งเรียกว่า โหลดเซล (Load Cell) เมื่อได้รับแรงกระแทก โหลดเซล จะแปลงแรงกระแทกซึ่งเป็นพลังงานกลให้เป็นสัญญาณไฟฟ้าโดย สเตรนเกจ และวงจรวีทสโตน แล้วส่งสัญญาณไฟฟ้าไปยังเครื่องขยายสัญญาณ (Amplifier) จากนั้นจึงส่งสัญญาณไปที่จอแสดงผล (Display) การส่งสัญญาณไฟฟ้านั้นจะใช้สายนำสัญญาณเป็นตัวนำในการส่งสัญญาณ ที่จอแสดงผลจะแสดง ผลของการกระแทก หน่วยของแรงเป็นกิโลกรัม

**แรงกระแทก** หมายถึง แรงจากการใช้ทักษะกีฬามวยไทยอันได้แก่ การชก การเตะ การเข่า และการศอก ให้กระทบกับเป้าด้วยแรงสูงสุดของผู้ทำการทดสอบ

## กรอบแนวคิดในการวิจัย



# บทที่ 2
# เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยเรื่องเครื่องวัดแรงกระแทกสำหรับทักษะกีฬามวยไทย ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยนำเสนอตามหัวข้อต่อไปนี้

1. กีฬามวยไทย

    ความสำคัญและประโยชน์

2. ประโยชน์ของการวัดผลทางพลศึกษา

    2.1 ประโยชน์ของการทดสอบทักษะ

    2.2 การทดสอบทักษะกีฬามวยไทย

3. เครื่องวัดแรงกระแทก

    3.1 การออกแบบและสร้างเครื่อง

    3.2 การกำหนดช่วงการวัดแรง

    3.3 การทดสอบเครื่อง

4. รายงานการวิจัยที่เกี่ยวข้อง

    4.1 งานวิจัยในต่างประเทศ

    4.2 งานวิจัยในประเทศ

## ความสำคัญและประโยชน์ของกีฬามวยไทย

โพธิ์สวัสดิ์ แสงสว่าง (2524 : 33 – 35)ได้เสนอความสำคัญและประโยชน์ของกีฬามวยไทยไว้ดังนี้

1. กีฬามวยไทยช่วยพัฒนาการทางกาย

    1.1 ช่วยทำให้ร่างกายแข็งแรงสมบูรณ์ มีสมรรถภาพในการทำงานสูง

    1.2 ช่วยทำให้ทรวดทรงดี มีบุคลิกภาพที่เหมาะสมในการเป็นผู้นำ เพราะการฝึกซ้อมการแข่งขันกีฬามวยไทย จะต้องใช้อวัยวะแทบทุกส่วน เมื่ออวัยวะแทบทุกส่วนได้ออกกำลังกาย ก็เป็นส่วนหนึ่งที่จะทำให้มีทรวดทรงสง่างามสมชายชาตรี

2. กีฬามวยไทยช่วยพัฒนาการทางอารมณ์ กล่าวคือ การออกกำลังกาย การฝึกซ้อม การแข่งขันและการต่อสู้ของกีฬามวยไทยนั้น จะพบทั้งการผิดหวังและสมหวัง รวมทั้งความเจ็บปวดทางด้านร่างกาย ดังนั้นนักกีฬามวยไทยจึงจะต้องมีความอดทน อดกลั้นเป็นอย่างดี จึงจะสามารถเป็นนักกีฬามวยไทยที่ดีได้ นักกีฬามวยไทยที่พบกับการแพ้ พบกับการชนะ และได้แข่งขันแต่ละครั้งจะไม่เจ็บใจหรือผิดหวังอย่างเดียว ยังจะต้องเจ็บกายด้วย

3. กีฬามวยไทยช่วยพัฒนาการทางด้านสังคม กล่าวคือ กีฬามวยไทยเป็นศิลปวัฒนธรรมไทยอย่างหนึ่ง ผู้ฝึกหัดกีฬามวยไทยและนักกีฬามวยไทยก็เหมือนผู้รักษา ทำนุบำรุงและดำรงไว้ซึ่งความเป็นเอกลักษณ์ของชาติไทย ซึ่งศิลปวัฒนธรรมไทยเป็นเครื่องยึดเหนี่ยวโน้มน้าวให้ชาวไทยรัก หวงแหน และสามัคคีกันในหมู่คณะ อันเป็นส่วนหนึ่งที่จะส่งเสริมให้ประเทศชาติมีความมั่นคงสืบไป และอีกประการหนึ่ง กีฬามวยไทยช่วยในการป้องกันไม่ให้เด็กยากจนขาดความอบอุ่น ไปประพฤติตนเป็นอันธพาล เป็นนักเลง เกเรและเป็นโจร รวมทั้งไม่ติดยาเสพติด โดยการฝึกหัดเด็กพวกนี้ให้ได้รู้จักการออกกำลังกายโดยใช้ศิลปะมวยไทย

เป็นกิจกรรมหลัก กำลังที่เหลือใช้และเวลาว่างทั้งหลายที่เด็กมีอยู่ก็จะทุ่มเทให้กับการฝึกซ้อมกีฬามวยไทย จึงไม่มีเวลา ไม่มีกำลังเหลือใช้ที่จะไปประพฤติตนในทางที่ผิด ดังนั้น กีฬามวยไทยจึงเป็นเครื่องขัดเกลานิสัยใจคอให้เด็กไม่ทำชั่ว หันมาทำความดี อันเป็นทางที่จะช่วยพัฒนาสังคมให้เจริญก้าวหน้าต่อไป

4. กีฬามวยไทยช่วยพัฒนาการทางด้านจิตใจ กล่าวคือ เนื่องจากกีฬามวยไทยเป็นศิลปวัฒนธรรม ดังนั้น ขบวนการของกีฬามวยไทยจึงมีการขึ้นครู ไหว้ครู การนับถือผู้ประสิทธิ์วิทยาการทางมวยไทยให้การนับถือ เคารพในผู้ที่มีวุฒิภาวะสูงกว่า การรู้จักเสียสละกำลังกาย กำลังใจเพื่อคนอื่น ความซื่อสัตย์สุจริต ความยุติธรรม การมีมารยาท ความมีน้ำใจเป็นนักกีฬา รู้แพ้รู้ชนะ รู้อภัย การฝึกหัดศิลปะมวยไทยอยู่เป็นประจำ และการเข้าร่วมในการแข่งขันกีฬามวยไทยอย่างสม่ำเสมอ จะช่วยทำให้สามารถระงับอารมณ์ต่าง ๆ ได้ และจะแสดงออกแต่ในสิ่งที่ดีงาม จะเห็นว่านักมวยไทยทั่วไปจะฝึกซ้อมทุกครั้งจะทำการระลึกถึงพ่อแม่ครูบาอาจารย์ โดยการประนมมือไหว้กระสอบ ก่อนชกเป้าก็ประนมมือไหว้ผู้ล่อเป้าหรือคู่ปล้ำ คู่ซ้อมก็เหมือนกัน สิ่งเหล่านี้แสดงถึงมารยาท แสดงถึงการมีสติ การควบคุมตัวเอง การกระทำอย่างมีจุดมุ่งหมายซึ่งจะบรรลุความสำเร็จได้ดี เมื่อเวลาแข่งขันนักมวยจะโค้งคู่ต่อสู้และกราบไหว้ที่มุมของตนเองเมื่อเวลาชกเสร็จ ก็จะไปแสดงความเสียใจกับผู้แพ้และขอโทษผู้แพ้รวมทั้งพี่เลี้ยงผู้แพ้ด้วย ผู้แพ้ก็แสดงความรู้สึกให้อภัย ซึ่งการกระทำดังกล่าวนี้เป็นมารยาทอันดีงาม ซึ่งนักกีฬามวยไทยปฏิบัติสืบต่อกันมาเป็นเวลาช้านาน

5. กีฬามวยไทยช่วยให้เกิดสวัสดิภาพแก่บุคคลและสังคม กล่าวคือ เนื่องจากกีฬามวยไทยเป็นศิลปะป้องกันตัวให้บุคคลสามารถป้องกันภัยอันตรายที่จะเกิดขึ้นแก่ชีวิตและทรัพย์สินได้ เพิ่มความเชื่อมั่นในตนเองให้มากยิ่งขึ้นเมื่ออยู่ในสังคมใดก็สามารถใช้ศิลปะมวยไทย สามารถป้องกันอันตรายที่จะเกิดขึ้นแก่ชีวิตและทรัพย์สินของคนในสังคมนั้น ทำให้สังคมนั้นมีความเจริญก้าวหน้า มีสวัสดิภาพและมีความมั่นคง

6. กีฬามวยไทยช่วยเพิ่มสมรรถภาพและประสิทธิภาพของทหารและตำรวจ กล่าวคือเนื่องด้วยตำรวจและทหาร จะต้องทำหน้าที่ปราบปรามโจรผู้ร้าย และออกศึกษาสงคราม นอกเหนือไปจากการใช้อาวุธยุทโธปกรณ์แล้ว การต่อสู้ด้วยมือเปล่า ยังมีความจำเป็นอยู่มาก ในการต่อสู้ระยะประชิด ศิลปะการต่อสู้แบบมวยไทย จะช่วยให้การต่อสู้แบบมือเปล่าในระยะประชิดของตำรวจและทหารมีประสิทธิภาพมากขึ้น รวมทั้งยังช่วยทำให้เกิดความเชื่อมั่นในตนเอง และเสริมสร้างความกล้าหาญเด็ดเดี่ยวในการต่อสู้อีกด้วย

## ประโยชน์ของการวัดผลทางพลศึกษา

วาสนา คุณาอภิสิทธ์ (2539 : 334) ได้เสนอประโยชน์ของผลที่ได้จากการวัดผลสามารถนำไปใช้ดังต่อไปนี้

1. การจัดตำแหน่ง การวัดผลจะใช้ในการจัดตำแหน่งของนักเรียนในชั้นหรือในกลุ่มตามความสามารถ หรือคะแนนที่ได้จากการวัดผล เช่น การวัดส่วนสูงและการชั่งน้ำหนัก สามารถนำไปใช้ในการแบ่งกลุ่มนักเรียนได้โดยใช้เกณฑ์มาตรฐาน

2. การวินิจฉัย การวัดผลใช้ในการวินิจฉัยความอ่อนแอของนักเรียน จุดมุ่งหมายของการวินิจฉัยเพื่อตรวจสอบความอ่อนแอเพื่อบำบัดรักษาด้วยกิจกรรมเฉพาะราย ในการแบ่งกลุ่มนักเรียน อาจทำตามการวินิจฉัยความแข็งแรงหรือความอ่อนแอก็ได้ การวินิจฉัยจึงเป็นความพยายามอย่างยิ่งที่จะแยกแยะลักษณะเฉพาะของความอ่อนแอของนักเรียนออกมาโดยใช้เกณฑ์มาตรฐาน

3. การประเมินผลการเรียนรู้ เป้าหมายหลักของการวัดผลนักเรียนก็เพื่อการตัดสินว่านักเรียนเกิดสัมฤทธิผลตามจุดมุ่งหมายของการสอนหรือไม่ โดยทำการเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานในการจัดตำแหน่ง

ตามการวินิจฉัยและการประเมินผลการเรียนรู้ ซึ่งจะนำมาประกอบกันเพื่อสรุปผลที่จะนำไปใช้ประโยชน์ต่อการสอนของครูต่อไป

4. การทำนาย ครูอาจนำผลที่ได้จากการวัดและประเมินผลไปทำนายสัมฤทธิผลของนักเรียนในกิจกรรมพลศึกษาต่อๆ ไปในภายภาคหน้าได้

5. การประเมินผลโปรแกรม การวัดผลจะนำไปใช้ประเมินโปรแกรมหรือหลักสูตรพลศึกษาที่จัดขึ้นในโรงเรียน

6. การสร้างแรงจูงใจ การวัดและประเมินผลความสามารถในการเคลื่อนไหวสามารถนำไปใช้ประโยชน์ต่อการสร้างแรงจูงใจให้แก่นักเรียนได้ เพราะการประสบความสำเร็จในการเรียนหรือสัมฤทธิผลจะช่วยกระตุ้นให้นักเรียนที่มีความสามารถต่ำต้องพัฒนาและปรับปรุงตนเองให้มีความสามรถสูงขึ้นต่อไป

**ประโยชน์ของการทดสอบทักษะ**

คลาร์ค (วิริยา บุญชัย. 2523 : 164 ; อ้างอิงจาก Clarke. 1967) แสดงให้เห็นว่าการวัดทักษะทางกีฬาเป็นไปเพื่อวัตถุประสงค์ อย่างน้อย 3 ประการในวิชาพลศึกษาคือ ดูสัมฤทธิ์ผลและความก้าวหน้าของผู้เรียนแต่ละคนในกิจกรรมหลาย ๆ อย่าง การวัดและประเมินผลความก้าวหน้าของผู้เรียนแต่ละคนยังเป็นการเพิ่มความสนใจในโปรแกรมพลศึกษาอีกด้วย

1. ผู้เรียนจะได้สามารถจำแนกระดับความสามารถของตนในกิจกรรมแต่ละอันในกลุ่มกีฬาเฉพาะอย่าง และจัดชั้นเรียนพลศึกษาหรือการแข่งขันกีฬาภายในให้มีกลุ่มเนื้อเดียวกัน

2. เพื่อดูว่ามีความก้าวหน้าไปตามจุดมุ่งหมายการศึกษาเพียงใดในเรื่องของทักษะที่วัด ซึ่งการวัดและการประเมินจะทำให้กิจกรรมพลศึกษาสิ้นสุดลงในตัวอีกด้วย

**วิธีการทดสอบทักษะกีฬา**

วาสนา คุณาอภิสิทธิ์ (2539 : 336-337) ได้เสนอวิธีการทดสอบทักษะกีฬาว่า การสอนพลศึกษาเป็นเรื่องของการสอน วิธีปฏิบัติ ทักษะ ฉะนั้นจึงต้องมีการทดสอบทักษะในกีฬาแต่ละประเภท โดยแยกการทดสอบออกไปตามกลุ่มอายุหรือระดับชั้นของนักเรียน แล้วแต่ความเหมาะสม การวัดทักษะสามารถทำได้ดังนี้

1. การทดสอบทักษะทั่วไป (General Skill Test) เป็นการทดสอบสมรรถภาพทางกายที่เกี่ยวข้องกับกีฬาต่างๆ โดยเฉพาะ โดยจะทำการวัดทักษะทางกลไก (Motor Ability) ศักยภาพทางกลไก (Motor Capacity) ศักยภาพของร่างกาย (Physical Capacity) และประสิทธิภาพทางกลไก (Motor Efficiency) เป็นต้น ส่วนการจะใช้แบบทดสอบใดนั้นก็ต้องเลือกให้ตรงตามจุดมุ่งหมายของการทดสอบแบบทดสอบที่นิยมใช้ เช่น แบบทดสอบความแข็งแรงของรอเจอร์ (Rogers' Strength Test) แบบทดสอบความสามารถทางกลไกทั่ว ๆ ไปของแมกคลอย (McCloy's General Motor Ability and Capacity Tests) แบบทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อของลาร์สัน (Larson Muscular Strength Test) เป็นต้น

2. การทดสอบทักษะกีฬาโดยตรง (Sport Skill Test) เป็นการทดสอบทักษะกีฬาใน แต่ละประเภท ที่นักเรียนได้เรียนในหลักสูตรทั้งวิชาบังคับและวิชาเลือก เช่น ฟุตบอล บาสเกตบอล แบดมินตัน ฯลฯ การเลือกใช้แบบทดสอบต่าง ๆ จะคำนึงถึงระดับอายุของนักเรียน เครื่องมือ อุปกรณ์ที่ใช้ และคำอธิบายเกี่ยวกับวิธีการใช้แบบทดสอบนั้น ๆ ทักษะที่ทำการทดสอบควรเป็นทักษะพื้นฐานและเป็นทักษะเฉพาะที่จำเป็นของกีฬาเหล่านั้น เป็นลักษณะการวัดทักษะที่นักเรียนนำไปใช้ในสภาพการเล่นกีฬาจริง ๆ นอกจากนั้นแบบทดสอบควรมีข้อแนะนำถึงวิธีการให้คะแนน มีเกณฑ์มาตรฐานไว้เปรียบเทียบ ไม่ใช้เวลามาก มีความเชื่อมั่น และมีความแม่นตรงสูงด้วย แบบทดสอบดังกล่าวได้มีผู้ทำไว้เป็นมาตรฐานแล้วในกีฬาบางประเภท (โดย

เฉพาะในสหรัฐอเมริกา) เช่น ยิงธนู แบดมินตัน เบสบอล บาสเกตบอล ฟุตบอล ซอฟท์บอล ว่ายน้ำ เทนนิส กรีฑาลู่และลาน วอลเลย์บอล และยิมนาสติก เป็นต้น (สำหรับในประเทศไทยก็ได้มีการนำเอาแบบทดสอบมาตรฐานในกีฬาบางอย่างของต่างประเทศมาใช้ และกีฬาบางอย่างก็สร้างขึ้นมาใช้เองหรือบางทีก็ดัดแปลงให้เหมาะสมก่อนนำมาใช้)

3. การทดสอบด้วยแบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นเอง (Teacher-Made Test) ถ้าไม่ใช้แบบทดสอบมาตรฐานที่มีผู้ทำเอาไว้ หรือว่ากีฬาบางประเภทยังไม่มีผู้ใดทำขึ้นมา หรือไม่เหมาะสม ครูผู้สอนก็อาจสร้างแบบทดสอบทักษะขึ้นมาใช้เองได้ ทั้งนี้ เพื่อให้เหมาะสม แม่นยำ บกพร่องน้อยที่สุด และสอดคล้องกับสภาพการณ์ในการสอนจริง แบบทดสอบชนิดนี้อาจต้องใช้เวลาและมีกระบวนการมากกว่าแบบทดสอบที่มีผู้ทำไว้แล้ว ข้อแนะนำสำหรับการสร้างแบบทดสอบขึ้นมาใช้เองมีดังนี้

3.1 ต้องทำการวิเคราะห์และเลือกทักษะที่จำนำมาวัดให้เหมาะสม

3.2 มีคำอธิบายวิธีการใช้แบบทดสอบทักษะอย่างชัดเจน

3.3 ควรแบ่งกลุ่มนักเรียนที่จะทำการวัดให้เหมาะสม

3.4 มีการตรวจสอบความแม่นยำหรือความแม่นตรงของการให้คะแนนและพิจารณาความสัมพันธ์ของคะแนนแต่ละกลุ่ม

3.5 ผลการวัดหรือทดสอบควรมีการตรวจสอบอีกครั้งหนึ่ง

3.6 แปลงคะแนนดิบไปเป็นระบบคะแนนตามหลักสถิติ เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป

4. การทดสอบด้วยเทคนิคการวัดผลแบบอื่น ๆ (Other Testing Techniques) การวัดทักษะของนักเรียนนอกจากจะกระทำได้ด้วยการให้นักเรียนปฏิบัติแล้ว ทักษะบางอย่างที่ยากต่อการวัดให้ตรงตามจุดมุ่งหมายก็อาจใช้วิธีการอื่น ๆ ได้ เช่น การให้คะแนนโดยใช้ตารางประมาณค่า (Rating Scale) การทำแผนภูมิแสดงความก้าวหน้าทางทักษะของนักเรียน เป็นต้น

**การทดสอบทักษะกีฬามวยไทย**

ทักษะกีฬามวยไทยมีมากมาย เช่น ทักษะพื้นฐานในการเคลื่อนไหว ทักษะการไหว้ครู ทักษะการรุก ทักษะการรับ ทักษะการหลอกล่อหลบหลีก ฯลฯ ทักษะที่สำคัญๆ ที่ควรทำการทดสอบ เช่น ทักษะการใช้หมัด ศอก เข่า เตะ และถีบ เป็นต้น ในการทดสอบการใช้ทักษะกีฬามวยไทยนั้น จะพิจารณาเฉพาะเรื่องของความเร็วและความแรงของทักษะชนิดนั้น เพราะถือว่าความเร็วและความแรงในการใช้ทักษะมวยไทยเป็นสิ่งสำคัญที่สุดในการแข่งขันกีฬามวยไทย

การทดสอบความเร็วในการใช้ทักษะกีฬามวยไทย เป็นการทดสอบความสามารถของผู้เรียนนักกีฬา ในการใช้ทักษะนั้นๆ อย่างรวดเร็วภายในช่วงเวลาที่กำหนด โดยนับจำนวนครั้งที่สามารถทำได้ด้วยการใช้นาฬิกาจับเวลาเป็นเครื่องมือในการทำการทดสอบ การใช้เครื่องมือบอกจำนวนครั้ง หรือเครื่องมือไฟฟ้าเพื่อวัดเวลาปฏิกิริยา (Reaction Time) เป็นเครื่องมือในการทดสอบ จะมีความยุ่งยากเพราะต้องใช้เครื่องมือราคาแพง (จรวย แก่นวงษ์คำ. 2530 : 40-41)

การทดสอบความแรงในการใช้ทักษะ อาศัยการสังเกตจากการที่ผู้เรียนหรือนักกีฬาใช้ทักษะนั้นๆ ไปกระทบเป้าหมาย บางคนก็อาศัยการฟังเสียง บางคนก็สังเกตจากการจับเป้า จับกระสอบ ซึ่งพอจะวินิจฉัยได้ว่าผู้เรียนหรือนักกีฬาคนใดสามารถใช้ทักษะกีฬามวยไทยชนิดที่ทำการวัดได้หนักหน่วงรุนแรงกว่ากันมากน้อยแค่ไหน แต่อย่างไรก็ดี ยังมีวิธีการหนึ่งซึ่งสามารถบอกได้อย่างแม่นยำว่า ผู้เรียนหรือนักกีฬาคนใดสามารถใช้ทักษะที่ทำการทดสอบได้แรงเพียงใด แต่เป็นเครื่องมือราคาแพง เรียกว่า ไดนาโมมิเตอร์

(Dynamometer) สามารถบอกค่าของการกระทบของแรงเป็นปอนด์และเป็นกิโลกรัมได้ (จรวย แก่นวงษ์คำ. 2530 : 43)

## เครื่องวัดแรงกระแทก (Impact Force Plate)

เครื่องมือวัดได้ถูกพัฒนามาเป็นเวลาหลายศตวรรษแล้ว โดยในช่วงเวลานี้ได้มีการพัฒนาเครื่องมือวัดจนกระทั่งได้เครื่องมือวัดที่แสดงค่าให้เห็นโดยใช้สเกลและเข็มชี้ดังที่มีใช้กันอยู่ในปัจจุบันเนื่องจากมุมที่เบี่ยงเบนไปของเข็มมีค่าต่อเนื่อง เครื่องมือวัดแบบนี้จึงถูกเรียกว่า Analog Instrument ต่อมาได้มีการพัฒนาเครื่องมือวัดขึ้นมาอีกโดยใช้การแสดงผลออกมา เป็นตัวเลขในระบบดิจิตอลแทนการใช้สเกลกับเข็มชี้ซึ่งเครื่องมือใหม่ตัวนี้เรียกว่า Digital Instrument เครื่องมือวัดแต่ละชนิดนั้นถูกสร้างขึ้นมาใช้ในจุดประสงค์ต่าง ๆ ซึ่งสามารถแบ่งการใช้งานออก เป็น 3 แบบใหญ่ ๆ คือ ใช้ในการแสดงค่า ใช้ในการบันทึก และใช้ในการควบคุม จุดประสงค์โดยทั่ว ๆ ไปส่วนใหญ่จะนำมาใช้ในการแสดงค่าและการบันทึกค่า ส่วนในการควบคุมนั้นมักจะถูกนำ ไปใช้ในงานอุตสาหกรรม

**ขั้นตอนการออกแบบเพื่อสร้างเครื่องทดสอบ**

วริทธิ์ อึ้งภากรณ์ และชาญ ถนัดงาน (2521 : 4) ได้เสนอขั้นตอนการออกแบบในงานอุตสาหกรรมดังนี้

1. รับรู้ความต้องการ การออกแบบอาจเริ่มต้นขึ้นจากการที่วิศวกรได้รับรู้ความต้องการและตัดสินใจที่จะทำอะไรบางสิ่งบางอย่างขึ้น หรืออาจได้รับข้อมูลจากลูกค้าที่เกี่ยวข้องกับผลิตภัณฑ์ในด้านการใช้งานและคุณภาพของผลิตภัณฑ์อาจเป็นแรงผลักดันให้มีการออกแบบขึ้นได้ การแข่งขันกันทางด้านธุรกิจและอุตสาหกรรม ทำให้เกิดความต้องการในการออกแบบอุปกรณ์ กระบวนการและเครื่องจักรใหม่ ๆ สิ่งสำคัญก็คือ ต้องยอมรับรู้ว่าเกิดความต้องการขึ้นแล้ว ใช้ประสบการณ์พื้นฐานที่มีอยู่ทำความเข้าใจกับความต้องการนั้นให้ถ่องแท้

2. ลักษณะจำเพาะ รวบรวมรายละเอียดของสิ่งที่ต้องการออกแบบให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ ซึ่งอาจประกอบไปด้วย คุณลักษณะ ขนาด ราคา จำนวนที่ต้องการผลิต อายุการใช้งาน อุณหภูมิใช้งาน ความเชื่อถือได้ และสิ่งที่คาดว่าจะมีการเปลี่ยนแปลงได้บ้าง เช่น น้ำหนัก ขนาดต่าง ๆ พร้อมทั้งบางสิ่งบางอย่างที่เกิดขึ้นเนื่องมาจากการออกแบบ เช่น กรรมวิธีการผลิต ความชำนาญของช่าง และการแข่งขันทางด้านตลาด เป็นต้น การออกแบบงานบางประเภทต้องทำตามเกณฑ์ (Code) เช่น หม้อไอน้ำ ภาชนะความดัน ก็จำเป็นจะต้องศึกษาเกณฑ์นั้นให้ทราบถึงสิ่งสำคัญต่างๆ ที่เป็นข้อความควรระมัดระวังและปฏิบัติตาม

3. ศึกษารายละเอียด เมื่อได้ลักษณะจำเพาะต่าง ๆ แล้วขั้นต่อไปก็คือศึกษารายละเอียดทั้งนี้ก็เพื่อแยกแยะถึงสิ่งที่อาจก่อให้เกิดความเสียหายหรือความล้มเหลวทั้งทางด้านเทคนิคและด้านเศรษฐศาสตร์

โดยปกติแล้วผู้ที่รับผิดชอบในการศึกษารายละเอียด มักจะเป็นวิศวกรที่ผ่านงานออกแบบมาแล้วอย่างมาก มีพื้นความรู้ทางด้านวิศวกรรมศาสตร์ต่าง ๆ เป็นอย่างดี รู้วิธีการเลือกใช้วัสดุรู้วิธีการผลิตและความต้องการของแผนกขาย ผู้ที่ทำการศึกษารายละเอียดมักจะเป็นผู้รับผิดชอบโครงการทั้งหมด มีบ่อยครั้งที่ผลจากการศึกษารายละเอียดจะทำให้ลักษณะจำเพาะต้องเปลี่ยนไปเพื่อความสำเร็จของโครงการ จึงทำให้มีวงป้อนกลับไปยังลักษณะจำเพาะ

4. สังเคราะห์ความคิดสร้างสรรค์ในการออกแบบ เมื่อศึกษารายละเอียดแล้ว ต่อไปก็จะถึงขั้น

การสังเคราะห์ความคิดสร้างสรรค์ในการออกแบบ ซึ่งเป็นขั้นตอนที่ท้าทายและน่าสนใจที่สุดในการออกแบบ เพราะถ้าไม่มีสิ่งขีดจำกัดอันใดแล้วผู้ออกแบบจะทำหน้าที่เป็นวิศวกร นักประดิษฐ์ และจิตรกรในเวลาเดียวกัน ซึ่งในขณะนี้เขาจะเป็นนักสร้างสรรค์

การสังเคราะห์ คือ การวิเคราะห์และทำให้อำนวยประโยชน์ที่สุดในขั้นนี้จะต้องสังเคราะห์ความคิดใหม่กับความคิดเก่าเพื่อทำให้เกิดความคิดใหม่ขึ้น ความคิดสร้างสรรค์เป็นสิ่งที่สั่งสอนกันไม่ได้ แม้ว่าจะใช้วิธีกระตุ้นก็ตาม แต่ก็เชื่อได้ว่าการศึกษาที่เหมาะสมทำให้มนุษย์มีกระบวนการคิดสร้างสรรค์กว้างขวางขึ้น

5. การออกแบบเบื้องต้นและปรับปรุง หลังจากผ่านกระบวนการสังเคราะห์ความคิดสร้างสรรค์ในการออกแบบแล้ว อาจจะมีวิธีการออกแบบที่เหมาะสมกับลักษณะจำเพาะ และความต้องการหลายวิธี จึงจำเป็นที่จะต้องตัดสินใจเลือกเอาวิธีใดวิธีหนึ่งเป็นแบบเบื้องต้นและปรับปรุงต่อไป

ในขั้นนี้จำเป็นจะต้องมีแบบแสดงเครื่องจักรกลหรือระบบที่มีความเกี่ยวข้องกัน เพื่อหาความสัมพันธ์ต่าง ๆ ของระบบทั้งหมด แบบควรมีขนาดสำคัญพร้อมทั้งรูปประกอบ รูปด้านข้างอย่างสมบูรณ์ นอกจากนั้นยังต้องพิจารณาทางด้านคิเนเมติกส์ (Kinematics) ของระบบด้วย เพื่อความมั่นใจว่าจะทำงานได้

โดยปกติแล้วในขั้นนี้จะยังไม่ได้ผลสมบูรณ์ จึงต้องมีวงป้อนกลับไปยังลักษณะจำเพาะ ดังภาพประกอบ เพื่อทำให้มีความสมบูรณ์ครบถ้วน พร้อมกันนั้นก็จะมีการปรับปรุง เพื่อพิสูจน์ให้เห็นถึงแนวความคิด เพื่อหาวัสดุที่มีคุณสมบัติเหมาะสม เพื่อประเมินผลของอุปกรณ์ หรือค้นหาสิ่งที่ยังไม่แน่ชัดจากข้อมูลทางเทคนิคและประสบการณ์ที่ผ่านมา ดังนั้นช่วงการออกแบบเบื้องต้นนี้อาจจะช้าหรือเปลี่ยนแปลงไปตามข้อมูลที่ได้ อันที่จริงแล้วการปรับปรุงจะเกิดขึ้นในขั้นตอนต่อไป

6. ออกแบบรายละเอียด การออกแบบรายละเอียดเกี่ยวข้องกับขนาดจริง และขนาดของส่วนประกอบอื่น ๆ ทั้งหมด ทั้งที่จะผลิตขึ้นเองหรือผลิตภัณฑ์สำเร็จที่จะซื้อมาใช้ ซึ่งจะประกอบเข้าด้วยกันทั้งหมดเป็นระบบ ดังนั้นจึงต้องมีแบบรายละเอียดของชิ้นส่วนทุกชิ้น แสดงรูปด้านต่าง ๆ เท่าที่จำเป็น โดยต้องกำหนดทั้งขนาด พิกัดความเผื่อไว้ให้ครบถ้วน วัสดุที่ใช้ กรรมวิธีทางความร้อน (ถ้ามี) จำนวนชิ้นส่วน ชื่อชิ้นส่วน และบางครั้งอาจจะต้องใช้แบบประกอบของชิ้นงานสำเร็จด้วย

โดยปกติช่างเขียนแบบจะทำงานไปพร้อมกับวิศวกร เพื่อเขียนแบบที่วิศวกรกำหนดขึ้น วิศวกรจะต้องให้ข้อมูลต่าง ๆ ที่จำเป็น เช่น รูปแบบเบื้องต้นที่วิศวกรควรจะร่างขึ้นมาก่อน จะต้องให้ขนาด ชนิดของวัสดุโดยใช้เทคนิคในการวิเคราะห์และประสบการณ์ที่ผ่านมา ซึ่งหมายความว่าวิศวกรต้องใช้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ กลศาสตร์ ความแข็งแรงของวัสดุ กลศาสตร์ของไหล การสั่นสะเทือน โลหะวิทยา กระบวนการผลิต โดยที่วิศวกรอาจจะหาผู้ช่วยที่มีความชำนัญพิเศษเฉพาะสาขามาช่วยได้

7. สร้างต้นแบบและทดสอบ หลังจากที่มีรายละเอียดต่าง ๆ สมบูรณ์ มีแบบแยกชิ้น แบบประกอบรวมทั้งวัสดุและรายการชิ้นส่วนต่าง ๆ แล้ว จึงส่งแบบที่สมบูรณ์ทั้งหมดไปยังโรงงานเพื่อสร้างต้นแบบ

เมื่อสร้างต้นแบบเสร็จเรียบร้อยก็เตรียมประเมินผลและทดสอบ ผลจากการทดสอบอาจทำให้ต้องเปลี่ยนแปลงหรือปรับปรุงการออกแบบเบื้องต้น หรือแบบรายละเอียดบางประการ ซึ่งแสดงไว้เป็นวงป้อนกลับหลังการเปลี่ยนแปลงปรับปรุงชิ้นส่วนแล้วจะทดสอบและประเมินผลใหม่อีกครั้ง หรืออาจต้องทำอีกหลายครั้งจนกระทั่งวิศวกรผู้ออกแบบพึงพอใจที่งานของเขามีสมรรถนะตามต้องการ เมื่อถึงขั้นนี้แล้วจะส่งแบบชิ้นส่วนและรายการวัสดุไปยังแผนกวิศวกรรมการผลิตเพื่อปรับปรุงให้เหมาะสมกับการผลิตต่อไป

8. ออกแบบสำหรับผลิต ในขั้นนี้จะพิจารณาถึงการเปลี่ยนแปลงบางอย่างเพื่อความเหมาะสม (โดยมากจะพิจารณาจากหลักเศรษฐศาสตร์) ของวิธีการผลิตที่ดีที่สุด เนื่องจากการผลิตชิ้นงานน้อยชิ้นกับชิ้นงานมากชิ้น อาจต้องใช้วิธีการผลิตต่างกัน จึงต้องหาวิธีการผลิตที่ประหยัดที่สุด

บางครั้งอาจรวมชิ้นงานหลายชิ้นเข้าเป็นชิ้นเดียวกัน หรือเปลี่ยนใช้ชิ้นส่วนที่มีในท้องตลาดแทน อีกประการหนึ่งวิศวกรการผลิตอาจเลือกใช้วัสดุที่มีคุณภาพใกล้เคียงกันแต่ราคาถูกกว่าก็ได้ จากนั้นจึงเขียนแบบแก้ไขใหม่ให้เรียบร้อยแล้วจึงส่งฝ่ายผลิต เพื่อผลิตและส่งผลิตภัณฑ์ออกจำหน่าย

9. ส่งผลิตภัณฑ์ออก โดยปกติมักจะผลิตชิ้นงานต้นแบบแล้วทดสอบอีกครั้งหนึ่ง ถ้ามีปัญหาแก้ไขไม่ได้ก็ส่งกลับไปยังแผนกออกแบบเบื้องต้นและปรับปรุง หรืออาจเสนอแนะข้อคิดเห็นไปได้

## การสร้างเครื่องวัดแรงกระแทก

หลักสำคัญในการสร้างเครื่องวัดแรงกระแทก จะต้องมีการวางแผนจัดขั้นตอนการจัดหาวัสดุและออกแบบชิ้นส่วนที่ผลิต พร้อมการผลิตชิ้นส่วนต่างๆ ให้สอดคล้องกับเวลาในการดำเนินโครงการ เพื่อให้สำเร็จตามวัตถุประสงค์

หลักการทำงานของเครื่องวัดแรงกระแทก เป็นการวัดแรงจากการใช้ทักษะกีฬามวยไทย ที่มากระทำต่อเป้าที่ติดตั้งแผ่นวัดความเครียดของโลหะที่เรียกว่า สเตรนเกจ (Strain Gages) 4 ตัว ประกอบเป็นวงจรบริดจ์ ด้วยวงจร Wheastone Bridge ซึ่งเรียกว่า โหลดเซล (Load Cell) เมื่อได้รับแรงกระแทก โหลดเซลล์ (Load Cell) จะแปลงแรงกระแทกซึ่งเป็นพลังงานกลให้เป็นความดันไฟฟ้าแบบ Analog โดย Strain Gages และวงจร Wheastone Bridge แล้วส่งสัญญาณความดันไฟฟ้าไปยังเครื่องแปลงและขยายสัญญาณ (Amplify) เพื่อแปลงความดันไฟฟ้าจาก Analog เป็น Digital แล้วจึงส่งสัญญาณไปที่จอแสดงผล (Display) การส่งสัญญาณไฟฟ้านั้นจะใช้สายนำสัญญาณเป็นตัวนำในการส่งสัญญาณ ที่จอแสดงผลจะแสดง ผลของการกระแทก หน่วยของแรงเป็นกิโลกรัม

ข้อพิจารณาในการเลือกวัสดุทำชิ้นส่วนต่างๆ

1. เป็นวัสดุที่มีขายทั่วไปในท้องตลาด
2. มีคุณสมบัติและขนาดที่เหมาะสมกับการใช้งาน
3. เป็นชิ้นส่วนมาตรฐานที่หาได้ง่าย
4. สามารถปรับปรุงแก้ไขได้ง่าย เมื่อต้องการเปลี่ยนแปลงหรือแก้ไข
5. ความยากง่ายในการขึ้นรูป
6. โหลดเซลล์ (Load Cell) เป็นวัสดุสำเร็จรูปจากโรงงาน

## การกำหนดช่วงการวัดแรง จากแรงกระแทกที่เกิดจารการใช้ศิลปะการต่อสู้

การกำหนดช่วง(Range) ของการวัดแรงจะช่วยให้การวัดมีความแม่นยำมากขึ้น เพราะช่วงของการวัดแคบลง ทำให้การวัดทำได้ละเอียดขึ้น แต่ทั้งนี้เราต้องทราบค่าของแรงที่เราต้องการจะวัดด้วยว่ามีค่าสูงสุดและต่ำสุดประมาณเท่าใด เราจึงจะสามารถกำหนดช่วงให้กับเครื่องมือที่มาใช้วัดได้ เพียร์สัน (Pearson. 1997 : 14) ได้อ้างอิงงานวิจัย เพื่อนำมากำหนดช่วงของการวัดแรงดังนี้

ปีเตอร์ และ ปีเตอร์ (Pearson. 1997 : 14 ; citing Pieter & Pieter. 1995. *Biology of Sport*, 12(4) : 257-266.) ได้ทำการวัดแรงจากการ เตะเฉียง เตะกด หมุนตัวกลับหลังเตะ และกลับตัวชกที่ถุงบรรจุน้ำ ซึ่งติดตั้งเครื่องวัดแรงเอาไว้ พบว่าแรงจากการเตะกดวัดค่าได้สูงสุดที่ 620 นิวตัน ( แรง1 นิวตัน คือแรงที่กระทำกับวัตถุมวล 1 กิโลกรัม แล้ววัตถุนั้นมีความเร่ง 1 เมตร/วินาที$^2$ หรือ1 N = 1 Kg.m.s$^2$ ) และแรงที่วัดได้มีสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์กับมวลของร่างกายและอัตราความเร็วสูงสุดของการเตะ

คอนเคล และคณะ (Pearson. 1997 : 14 ; citing Conkel, et al. 1988. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 20(2), S5.) ใช้แผ่นฟิล์มเพียโซอิเล็กทริก (Piezoelectric film) คล้ายกับที่ใช้ทำการ

วัดการกระจายของแรงกดดันของเท้าขณะย่างก้าวเดินหรือวิ่ง โดยต่อเข้ากับกระสอบซ้อมมวย เพื่อวัดแรงกระแทกจากการเตะตรง (Front Kick) เตะเฉียง (Side Kick) กลับหลังเตะ (Back Kick) และเตะกด (Roundhouse Kick) แรงที่วัดได้สูงสุด 470 นิวตัน จากการเตะกด

ซึ่งผลการวัดของทั้งสองงานที่กล่าวมาขัดแย้งกับงานวิจัยของ สุวัตร สิทธิหล่อ (Pearson. 1997 : 14 ; citing Suwat Sidthilaw. 1997. *Kinetic and Kinematic Analysis of Thai Boxing Roundhouse Kicks.*) ที่วัดแรงสูงสุดจากการเตะกดของมวยไทยได้ 14,000 นิวตัน แรงสูงสุดที่วัดได้วัดโดยใช้เครื่องวัดอัตราเร่ง 3 ตัว เสียบไว้ในลูกโบว์ลิ่ง แล้วนำไปไว้ในเป้าสำหรับการเตะ ผลการวิจัยพบว่า มวลของร่างกายและวิถีความเร็วของข้อเท้ามีความสัมพันธ์เชิงบวกกับแรงสูงสุดและแรงดลของการเตะ

ชิบายามา และฟูกาชิโร (Pearson. 1997 : 14 ; citing Shibayama & Fukashiro. 1997. *A Biomechanical Study of Karate Strikes.*)ได้ทำการวัดแรงดลของการชกแบบคาราเต้ โดยใช้แผ่นวัดแรง (Force Plate) วางแนวตั้ง แล้วหุ้มด้วยหนังหนา สามารถวัดแรงดลได้ระหว่าง 9 และ 18 N.s.

นอกจากนี้ยังมีการศึกษาเกี่ยวกับการบาดเจ็บที่เกิดจากการเตะ ซึ่งจัดว่าเป็นการศึกษาเพื่อให้ทราบถึงแรงกระแทก ได้แก่

ชวาทซ์ และคณะ (Pearson. 1997 : 14 ; citing Schwartz, et al. 1986. *Journal of Neurosurgery.* 64 : 248-252) ได้ติดตั้งเครื่องวัดอัตราเร่งแบบ 3 แกน เข้าแบบจำลองศีรษะมนุษย์ เพื่อประเมินหาค่าแรงสัมผัสสูงสุดจากการคาราเต้ อัตราเร่งสูงสุดที่บันทึกได้มีค่า 12 G ซึ่งเปรียบเทียบความแรงได้เท่าๆ กับการถูกรถยนต์ชน

การประเมินการบาดเจ็บบริเวณกลางลำตัว และทรวงอก ที่เกิดจากการถูกเตะด้วยการเตะกด หมุนตัวเตะกด เตะเฉียง และกลับหลังเตะ เซรินา และหลิว (Pearson. 1997 : 15 ; citing Serina & Lieu. 1992. *Journal of Biomechanics.* 24(10) : 951-960) ทำการประเมินค่าโดยแยกสาเหตุที่ทำให้เกิดการบาดเจ็บเป็นสองส่วนคือ อัตราความเร็วสูงสุด และปริมาณพลังงานที่มากระทำ พบว่า การเตะทุกแบบสามารถทำให้เกิดการบาดเจ็บได้ การเตะกดและหมุนตัวเตะกดมีอัตราความเร็วสูงสุด สูงกว่าการเตะเฉียงและกลับหลังเตะ แต่การเตะเฉียงและกลับหลังเตะมีพลังงานที่ขามากกว่า

จึงนับเป็นการยากที่จะยึดติดกับงานวิจัยเกี่ยวกับแรงกระแทก งานใดงานหนึ่ง เพราะมีการกำหนดช่วงวัด และกระบวนการที่ใช้วัดแรงกระแทกต่างกัน ผู้วิจัยมักละเลยที่จะทำเกิดความกระจ่างว่าต้องการทำการวัดอะไร ค่าสูงสุด ค่าเฉลี่ย หรือค่าอื่นๆ ของแรงกระแทก ซึ่งข้อผิดพลาดเหล่านี้ทำให้ดูเหมือนว่า หน่วยของ "แรง"ไม่ได้ถูกนำมาใช้อย่างจริงจังในกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เมื่อนำงานวิจัยมาเปรียบเทียบกันจะพบว่า มีความผิดพลาดที่เกิดจากความแตกต่างของเครื่องมือที่เป็นเป้าที่กลุ่มตัวอย่างทำการทดสอบ ขนาดและความยืดหยุ่นของเป้าย่อมมีผลต่อการอ่านค่าแรงกระแทกที่ได้ และสุดท้าย เครื่องมือที่ใช้บันทึกค่า มีผลกระทบต่อการประเมินค่าของแรงกระแทกที่ได้มา ดังนั้นเครื่องมือจะต้องมีความเชื่อมั่นได้ และมีความเที่ยงตรง เพียร์สัน (Pearson. 1997 : 15)

**การทดสอบเครื่องวัดแรงกระแทก** บุญยงค์ ภู่นันทพงษ์ (2531 : 14 -16)

**การปรับเทียบเครื่องมือวัด**

เมื่อนำเครื่องมือวัดไปติดตั้งใช้ในงาน ปัญหาอย่างหนึ่งที่อาจเกิดขึ้นได้ คือ ค่าที่วัดได้หรือบันทึกได้ขณะนั้นพบว่ามีค่าผิดจากความเป็นจริงไป นั่นคือ ระบบการวัดมีความผิดพลาดเกิดขึ้น ดังนั้นสิ่งสำคัญอย่างหนึ่งที่ควรคำนึกถึงก่อนที่จะนำเครื่องมือวัดไปใช้งาน คือจะต้องทำการปรับเทียบ (Calibration) เครื่อง

มือวัดเหล่านั้นก่อนเสมอ ซึ่งการปรับเทียบนี้จะเป็นส่วนประกอบอย่างหนึ่งในการกำหนดค่าความแม่นยำและความถูกต้องของเครื่องมือวัดต่อไป

**การปรับเทียบมาตรฐาน**

ในการผลิตเครื่องมือวัดแต่ละชิ้นนั้น เครื่องมือวัดที่ผลิตขึ้นจะต้องถูกวัดค่าผิดพลาดเทียบกับค่ามาตรฐานที่เรียกว่า "การเปรียบเทียบ" การปรับเทียบเครื่องมือวัดนั้น เราจะพิจารณาจากการเปลี่ยนแปลงค่าตัวแปรที่ปรากฏบนเครื่องมือวัดชนิดนั้น ๆ กับเครื่องมือวัดที่เป็นมาตรฐาน เช่น การปรับเทียบเทอร์โมมิเตอร์แบบที่ใช้ปรอทเป็นตัวชี้บ่งค่าอุณหภูมิขณะนั้น ๆ ก่อนด้วยเครื่องมือวัดที่เป็นมาตรฐาน (Bureau of Standard) หากอุณหภูมิมีการเปลี่ยนแปลงระดับตามไปด้วย นั่นคือเราจึงสามารถกำหนดสเกลบนหลอดแก้วได้เช่นเดียวกัน ซึ่งค่ามาตรฐานนี้สามารถแบ่ง ได้ 4 กลุ่ม คือ

1. Instrument Standard (ค่ามาตรฐานสากล) ถูกกำหนดขึ้นโดยมตินานาชาติ ซึ่งค่ามาตรฐานนี้กำหนดได้ที่ The International Bureau of Weight and Measures ในกรุงปารีส โดยใช้ การทดลองที่สมบูรณ์แบบในการหาและตรวจสอบค่าต่าง ๆ ของหน่วยพื้นฐานในทางฟิสิกส์ ค่านี้ จะเป็นค่ามาตรฐานที่มีความถูกต้องมากที่สุดในทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของการวัด

2. Primary Standard มาตรฐานนี้ถูกกำหนด ไว้ที่ห้องทดลองมาตรฐานของประเทศต่าง ๆ ค่า Primary Standard ในอเมริกาเหนือจะใช้ค่าจาก The National Bureau of Standard (NBS) ในกรุงวอชิงตัน ดีซี ค่า Primary Standard นี้จะไม่นำไปใช้ในห้องทดลองของประเทศ ต่าง ๆ ค่า Primary Standard นี้จะนำมาใช้ในการเปรียบเทียบค่า Secondary Standards

3. Secondary Standard เป็นค่ามาตรฐานอ้างอิงพื้นฐานที่ใช้ในห้องปฏิบัติการที่ทำการวัดและแบ่งแยกค่าในโรงงานอุตสาหกรรมที่ห้องปฏิบัติการนั้นสังกัดอยู่ ห้องปฏิบัติการของโรงงานแต่ละที่จะอ้างอิงค่า Secondary Standards ของตัวเอง ห้องปฏิบัติการแต่ละแห่งจะส่งค่า Secondary Standards ของตัวเองไปยัง National Standards Laboratory เพื่อทำการ เปรียบเทียบค่ากับค่า Primary Standards หลังจากที่ได้ทำการเปรียบเทียบค่าแล้ว ค่า Secondary Standards ก็จะถูกส่งกลับมายังห้องปฏิบัติการของโรงงานพร้อมกับใบรับรอง ความถูกต้องในรูปของค่า Primary Standards

4. Working Standards เป็นเครื่องมือหลักการของการวัดในห้องปฏิบัติการใช้ในการตรวจสอบและปรับเทียบเครื่องมือที่ใช้ในห้องปฏิบัติการหรือเปรียบเทียบการวัดที่ใช้ในงานอุตสาหกรรม นิยามของค่าต่างๆ ในเรื่องการวัด

การวัดคือกระบวนการเปรียบเทียบปริมาณที่ไม่ทราบค่ากับค่ามาตรฐานที่ยอมรับ

ค่าคาดหวัง ( Expected Value) คือ ค่าที่ถูกคำนวณขึ้นมา ออกแบบขึ้น หรือค่าที่ควรจะเป็นไปได้มากที่สุดในการวัด

ค่าผิดพลาด (Error) คือค่าที่ผิดเพี้ยนไปจากค่าคาดหวัง ( Expected Value) แบ่งออกเป็น 2 แบบ คือ

1. Absolute Error คือ ผลต่างของค่าคาดหวังกับค่าที่วัดได้ซึ่งเท่ากับ Expected Value หักออกด้วย Measured Value

2. Percent Error คือเปอร์เซ็นต์ของความผิดพลาดซึ่งสามารถแบ่งเป็นประเภทต่างๆ ตามสาเหตุการเกิดได้ดังนี้

2.1 Gross Error เป็นค่าความผิดพลาดที่เกิดจากผู้ทำการทดลองเอง เช่น การใช้เครื่องมือที่ไม่ถูกต้อง ฯลฯ

2.2 Systematic Error เป็นค่าความผิดพลาดที่เกิดจากเครื่องมือ หรือ อุปกรณ์ รวมทั้งผลที่เกิดจากสภาพแวดล้อมข้างเคียง และการสังเกตที่ผิดพลาดไป

2.3 Random Error เป็นค่าผิดพลาดที่มีสาเหตุนอกเหนือมาจาก ค่าผิดพลาดทั้งสองประเภทที่กล่าวไปแล้ว

**รูปแบบการปรับเทียบ**

วิธีการปรับเทียบเครื่องมือวัดส่วนใหญ่จะอาศัยการเปลี่ยนแปลงของค่าที่ต้องการวัดโดยเราจะต้องกำหนดค่าตัวแปรที่แน่นอนขณะทำการวัดด้วย ทั้งนี้ เพราะว่าการตอบสนองต่อการทำงานของเครื่องมือวัดแต่ละชนิดแตกต่างกัน สำหรับการเปลี่ยนแปลงค่าตัวแปรดังกล่าวที่นิยมใช้กันจะกำหนดเป็นเปอร์เซ็นต์ของพิสัยในเครื่องมือวัดนั้น ๆ ได้แก่ 10%, 50%, หรือ 90%เป็นต้น

1. การปรับความเป็นเชิงเส้น (Linearity Adjustment) เป็นการปรับเทียบที่ให้ปริมาณที่ต้องการวัดเข้ามาที่เครื่องมือวัดเพียง 50% แล้วจึงสังเกตระบบการวัดค่าต่าง ๆ ที่ทำงานถูกต้องหรือไม่ กล่าวคือ การชี้บ่งค่าด้วยเข็มชี้ของเครื่องมือวัดจะต้องเป็นสัดส่วนที่สัมพันธ์กับค่าตัวแปรที่เข้ามา ซึ่งความยาว และตำแหน่งจุดหมุนของเข็มชี้จะมีอิทธิพลอย่างมากต่อการกำหนดความเป็นเชิงเส้นของการวัด

2. การปรับช่วงการวัด (Span Adjustment) การปรับเทียบวิธีนี้จะให้ปริมาณที่ต้องการวัดเข้ามาที่เครื่องมือวัดเปลี่ยนแปลงไปอยู่ในช่วง 10% ถึง 90% ของพิสัยบนเครื่องมือวัด แล้วจึงสังเกตการบ่ายเบนของเข็มชี้ว่า สามารถทำงานและชี้บ่งค่าถูกต้องหรือไม่

3. การปรับช่วงตำแหน่งการวัด (Span Location Adjustment) ขณะทำการวัดเพื่อการปรับเทียบจะต้องให้ปริมาณที่ต้องการวัดเข้ามาที่เครื่องมือวัดเพียง 50% แล้วจึงสังเกตการบ่ายเบนของเข็มชี้ว่า หากมีการเปลี่ยนแปลงปริมาณตัวแปรอยู่ระหว่าง 0-50% แล้ว เข็มชี้จะอยู่ในตำแหน่งเดิมคือ 0-50 หรือไม่ ซึ่งตำแหน่งจุดหมุนของเข็มชี้จะมีผลต่อการปรับเทียบดังกล่าว

**ความแม่นยำของการปรับเทียบ**

หลังจากที่มีการปรับเทียบเครื่องมือวัดต่าง ๆ แล้ว จะต้องมีการกำหนดค่าความแม่นยำของเครื่องมือวัดเหล่านั้นด้วย ซึ่งการกำหนดค่าดังกล่าว จะกำหนดเป็นเปอร์เซ็นต์ เช่น 100%, 2.5%, 1% ฯลฯ หากมีความแม่นยำ 100% ก็หมายความว่า เครื่องมือวัดนี้จะมีความผิดพลาดในการวัดค่าตัวแปรผิดพลาดจากความจริงไป 2.5% เป็นต้น

**สาเหตุของความผิดพลาดเกี่ยวกับความแม่นยำ**

เนื่องจากค่าความแม่นยำของเครื่องมือวัดทุกชนิดจะถูกกำหนดมาจากการปรับเทียบกับเครื่องมือวัดมาตรฐาน และมาจากบริษัทผู้ผลิตที่กำหนดไว้ แต่อย่างไรก็ตามค่าความผิดพลาดในการวัดและอ่านค่าตัวแปรอาจมีสาเหตุจากคุณภาพของเครื่องมือเหล่านั้นเอง ได้แก่ ความไวในการวัดต่ำ ช่องว่างการบ่ายเบนของเข็มชี้มากเกินไป และความฝืดของระบบการบ่ายเบนของเข็มชี้ เป็นต้น

## งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### งานวิจัยในต่างประเทศ

ลินด์เบคก์ (Lindbeck. 1983 : 108-111) ได้ศึกษาเรื่องแรงกระตุ้นและกำลังของแรงกระตุ้นที่ข้อต่อต่างๆ ของขาจากการกระแทกของการเตะ การวิเคราะห์ตามทฤษฎีของการเคลื่อนไหวที่เกิดจากแรงกระตุ้นของแรงกระทำที่ขา โดยการจำลองแบบเป็นลักษณะค้อนเหวี่ยงกระแทกเป็นคู่ ซึ่งการวิเคราะห์ครั้งนี้ทำให้คาดการณ์ได้ว่าปฏิกิริยาสะท้อนกลับของพลังกระทบที่ข้อเข่าจะแปรเปลี่ยนไปตามอัตราความเร็วของขาที่วัดได้ในครั้งแรกและสุดท้าย เมื่อให้แรงเตะไปที่ขาด้านล่าง ซึ่งเป็นการคาดคะเนภายใต้สมมุติฐานที่ว่าไม่มีกำลังของแรงกระตุ้นเกิดขึ้นที่สะโพกและข้อเข่า กล่าวคือกล้ามเนื้อไม่มีการยืดตัวในช่วงเวลาที่มีการกระแทก จากการศึกษาในครั้งนี้แสดงให้เห็นถึงวิธีการวัดค่ากำลังของแรงกระตุ้นถ้าหากมีกำลังเกิดขึ้น โดยใช้การวัดค่าเพิ่มเติม เช่น วัดอัตราความเร็วของบอลหลังจากถูกกระแทก จากรายงานผลการทดลองตามลำดับพบว่ากำลังของแรงกระตุ้นที่ข้อต่างๆ เกิดขึ้นจากการเตะในจำนวนที่มากพอสมควร โดยเฉพาะอย่างยิ่งที่ข้อต่อที่บริเวณสะโพกพบว่ากล้ามเนื้อที่บริเวณข้อต่อนี้ถูกกดอัดในช่วงของการกระแทก

รอย และคณะ (Roy, et al. 1984 : 181-187) ได้ศึกษาถึงอิทธิพลของผ้าที่ใช้พันมือที่มีผลต่อความแรงของหมัดในการชกมวย ในกีฬามวย ผู้แข่งขันสามารถต่อยได้ทั้งที่หัวและลำตัวของคู่ต่อสู้ แต่อย่างไรก็ตามเนื่องจากอาจมีการบาดเจ็บรุนแรงจากการต่อสู้เกิดขึ้นได้ จึงควรให้ความสำคัญอย่างยิ่งในเรื่องของข้อจำกัดเกี่ยวกับความทนทานต่อแรงกระแทกจากกำปั้นที่หัวและหน้าซ้ำหลายๆ ครั้ง วัตถุประสงค์ของการวิจัยครั้งนี้ก็เพื่อเปรียบเทียบแรงกระแทก ซึ่งเกิดจากการต่อยด้วยหมัดเปล่า กับการต่อยด้วยหมัดที่ใช้ผ้าก๊อซ (Gauze) และผ้าไดซีลอน (Diachylon) พันมือ โดยกลุ่มตัวอย่างประกอบด้วยนักมวย 12 คน วัดค่าแรงกระแทกด้วยแผ่นวัดแรง (Force Plate) ซึ่งหุ้มด้วยฟูกที่ทำจากสารสังเคราะห์ วัดค่าอัตราความเร็วของหมัดโดยใช้ระบบเครื่องแปลงแสงเป็นกระแสไฟฟ้า นักมวยแต่ละคนจะต้องชกเป้า 10 ครั้งโดยใช้ทั้งมือเปล่าและมือที่มีผ้าชนิดใดชนิดหนึ่ง ในสี่ชนิดพันอยู่ จากการศึกษาครั้งนี้พบว่า มือที่มีผ้าพันให้แรงกระแทกของหมัดเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และแรงที่เพิ่มขึ้นมีความสัมพันธ์กับความหนาของผ้าที่ใช้พันมือ การใช้ผ้าไดซีลอนพันมือจะให้ผลต่อแรงกระแทกมากกว่าผ้าก๊อซ ดังนั้นจึงสามารถสรุปได้ว่าการพันผ้าที่มือช่วยเพิ่มความแข็งแรงให้แก่มือและเป็นตัวช่วยในการถ่ายแรงในการชกไปยังเป้าหมายเมื่อเปรียบเทียบกับหมัดชกในลักษณะเดียวกันที่ไม่ได้พันผ้าหรือพันผ้าบางกว่า

ชาง และหลิว (Chuang and Lieu. 1992 : 346-351) ได้ทำการศึกษาตัวแปรเกี่ยวกับความเป็นไปได้ของอาการบาดเจ็บบริเวณทรวงอกที่เกิดจากการเตะพื้นฐานในกีฬาเทควันโดโดยใช้การจำลองการเตะจากคอมพิวเตอร์ การศึกษาครั้งนี้ได้นำรูปแบบ Linkage-Based Models มาใช้จำลองการเคลื่อนไหวของเท้าข้างที่ใช้เตะ และนำมาใช้เพื่อจำลองแบบและการเคลื่อนไหวของทรวงอกของมนุษย์ ผลการวิเคราะห์ ตามเกณฑ์ของการอัดที่ทรวงอก แสดงให้เห็นว่ามีโอกาสที่จะเกิดอาการบาดเจ็บอย่างรุนแรง (AIS4+) จากการเตะแบบเฉียงด้านข้างน้อยมากเกือบ 0 % และจากการเตะแบบถีบด้านหน้าน้อยกว่า 3% แต่ถ้ายึดตามเกณฑ์ความหนืดของทรวงอกแล้วสามารถทำนายโอกาสที่จะเกิดอาการบาดเจ็บอย่างรุนแรงจากการเตะแบบเฉียงด้านข้าง ได้ถึง 100% และจากการเตะแบบถีบด้านหน้า ถึง 80% จากการวิเคราะห์เพิ่มเติมแสดงให้เห็นว่าการบาดเจ็บที่อาจเกิดขึ้นได้นั้น ขึ้นอยู่กับอัตราความเร็วในการเตะสูงมาก แทบจะไม่ได้ขึ้นอยู่กับแรงคงที่ที่ใช้ไป นอกจากนี้โอกาสที่จะเกิดอาการบาดเจ็บจากขนาดและน้ำหนักของเท้าที่ใช้เตะมีน้อยมาก โดยมีความแปรปรวนในเรื่องแรงอัดสูงสุด และปฏิกิริยาตอบสนองที่มีความหนืดของทรวงอกโดยสรุปต่ำกว่า 5% และสำหรับการเปลี่ยนแปลงประมาณ 20% ของขนาด (Mass) หรือความยาว (Length)

เซรินา และหลิว (Serina and Lieu. 1992 : 1247-1248) ได้ศึกษาการบาดเจ็บบริเวณทรวงอกที่อาจเกิดขึ้นจากการเตะแบบพื้นฐานที่ใช้ในการแข่งขันเทควันโด ปัญหาหลักที่เกิดจากการแข่งขันกีฬาเทควันโดก็คืออาการบาดเจ็บที่เกิดจากการเตะแรงๆ หลายครั้ง การศึกษาการเคลื่อนไหวของการเตะ 4 แบบที่ใช้บ่อยๆในการแข่งขัน โดยการทดลองเตะและบันทึกภาพด้วยกล้องวิดีโอที่มีความเร็วสูง จากนั้นหาค่าความเร็วในการเคลื่อนไหวและคำนวณพลังงานที่ได้ ค่าเฉลี่ยของการเตะแบบเหวี่ยงขาเตะ เท่ากับ 15 ms-1 และ 200J. โดยที่ท่าเตะแบบถีบ ให้ความเร็วในการเคลื่อนไหวน้อยกว่า ท่าเตะแบบเหวี่ยงขาเตะ 45 % แต่ให้พลังมากกว่าท่าเตะแบบเหวี่ยงขาเตะ ถึง 28 % ซึ่งแบบจำลองในลักษณะ Linkage Model ได้ถูกพัฒนาขึ้นมาเพื่อจำลองแบบท่าทางและลักษณะการเคลื่อนไหวของขาข้างที่ใช้เตะ อาการบาดเจ็บที่เกิดขึ้นประเมินได้จากแบบจำลองเกณฑ์การอัดและความหนืดที่ทรวงอก ซึ่งแบบจำลองดังกล่าวสามารถทำนายความเป็นไปได้ของอาการบาดเจ็บรุนแรงที่เกิดจากการเตะทุกรูปแบบโดยมีการเบี่ยงเบนที่ทรวงอก 3 ถึง 5 ซม. และมีค่าความหนืด จาก 0.9-1.4 ms-1 เท่ากับทรวงอกที่มิได้มีการใช้เครื่องป้องกันร่างกายขณะถูกเตะ

ฮาร์โกเนน, ฮาร์จู และ อลารันตา (Harkonen, Harju and Alaranta. 1993 : 259-262) ได้ศึกษาความแม่นยำของเครื่องมือที่ใช้วัดแรง Jamar Dynamometer โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจสอบ การแบ่งหน่วยวัด (Calibration) ของเครื่องมือวัด Jamar Dynamometer จำนวน 6 เครื่อง โดยทดสอบ 5 ระดับของการเลื่อนตำแหน่งด้ามจับ ของเครื่องวัดแต่ละเครื่อง โดยใช้แรงกระทำจากภายนอกที่แตกต่างกัน 7 แรง ตั้งแต่ 5 กิโลกรัมจนถึง 60 กิโลกรัม หาค่าโดยการกระทำซ้ำๆ ระหว่างผู้ทดสอบ 2 คน ไม่พบความแตกต่างที่สำคัญในการทดสอบความแม่นยำเมื่อพิจารณาตามส่วนกว้างที่ต่างกันของที่จับ การทดสอบความเที่ยงตรงแม่นยำที่กระทำซ้ำหลายๆ ครั้งระหว่างผู้ทดสอบ 2 คนค่อนข้างดี โดยมีความต่างเฉลี่ย เพียง 1.2 กิโลกรัมถึง 1.4 กิโลกรัมต่อหนึ่งการเลื่อนระดับของด้ามจับ ค่าความผิดพลาดของกิโลกรัมสมบูรณ์เพิ่มขึ้นเมื่อน้ำหนักมากขึ้น แต่เปอร์เซ็นต์ของความผิดจะลดลงเมื่อน้ำหนักลดลง ความเที่ยงตรงของค่าที่วัดได้ของเครื่องวัดแรงรุ่นเก่ามีน้อยกว่าเครื่องรุ่นใหม่ ค่าเกณฑ์มาตรฐานของมือจับซึ่งสัมพันธ์กับความต่างระดับของด้ามจับ ถูกนำมาพิจารณาด้วย

สตีเฟนส์, แพรทท์ และปาร์ค(Stephens, Pratt and Parks. 1996 : 10-17) ได้ทำการศึกษาหาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) และความเที่ยงตรง (Validity) ของเครื่องมือวัด Tekdyne Hand Dynamometer วัตถุประสงค์ของการศึกษาครั้งนี้เพื่อวัดค่าความเที่ยงของเครื่องมือวัด Tekdyne Hand Dynamometer ในสภาวะที่มีการควบคุมน้ำหนัก โดยใช้ Instron 1331 ทำการศึกษาความเชื่อมั่นของการวัดด้วยการทดสอบซ้ำ ศึกษาความเชื่อมั่นระหว่างเครื่องมือ ด้วยเครื่องมือวัดที่ต่างกัน 3 เครื่อง (Intertool) และศึกษาถึงผลของแรงกระทำบนเครื่องมือวัดจากรูปทรงสันฐานและพื้นผิว นอกจากนี้ ได้คำนวณหาความเชื่อมั่นระหว่างเครื่องมือของเครื่อง Jamar Dynamometer ที่ใช้เบาะรองที่ทำด้วยโฟม (Foam) กับเครื่องมือวัดเครื่องเดิมแต่ไม่มีเบาะรองเพื่อสำรวจอุปกรณ์นี้ในฐานะที่เป็นอุปกรณ์เผื่อเลือก(Intratool) ได้ค่าความเชื่อมั่นภายในเครื่องมือวัดเครื่องเดียวกัน(Intratool) และความเชื่อมั่นระหว่างเครื่องมือวัดทั้งสามเครื่อง (Intertool) สูงที่ ค่า ICC = 0.993-10.998, ค่า SEM = 0.106-0.045 psi และ ค่า ICC = 0.995, SEM = 0.080 psi ตามลำดับ) เมื่อทดสอบบน Instron ทั้งรูปทรงสันฐานและพื้นผิว ของแรงที่ให้ลงไปบนเครื่องมือวัดมีผลต่อค่าที่อ่านได้ของอุปกรณ์นี้ ค่าที่ได้จากการวัดของเครื่องวัด Tekdyne hand dynamometer มีความสัมพันธ์ที่ดีกับค่าที่ได้จาก Jamar Hand Dynamometer เมื่อมีการควบคุมน้ำหนักที่ใช้ ที่ค่า r = 0.988 เครื่องมือวัดแบบ Tekdyne Hand Dynamometer เป็นเครื่องมือที่มีความเชื่อมั่นในสภาวะที่มีการควบคุมน้ำหนัก แต่อย่างไรก็ตาม จำ

เป็นที่จะต้องมีการศึกษาเพิ่มเติมเพื่อหาค่าความเที่ยงตรงของเครื่อง Jamar Dynamometer ในการทดสอบแรงบีบมือของคน

สุวัตร (Suwat. 1997 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิเคราะห์แรงกระแทกและลักษณะการเคลื่อนไหวในการเตะก้านคอในกีฬามวยไทย วัตถุประสงค์ของการศึกษาในครั้งนี้ก็เพื่อตรวจสอบลักษณะการเคลื่อนไหวของการเตะก้านคอในกีฬามวยไทย เครื่องมือวัดความเร่งแบบสามแกน ได้ถูกนำมาใส่ไว้ในกระสอบเตะ เพื่อหาค่าตัวแปรในการเคลื่อนไหวของแรงกระทำสูงสุดและพลังกระทบ ซึ่งแรงที่หาค่าออกมาได้ได้มาจากมวลที่รู้และความเร่งที่คำนวณได้จากกระสอบเตะที่ติดเครื่องมือวัดความเร่งแบบสามแกน การทดสอบความเที่ยงตรงเพื่อเปรียบเทียบแรงที่ใช้กับแรงที่คาดคะเนไว้โดยดูจากค่าที่อ่านได้จากเครื่องมือวัดความเร่งแบบสามแกน แสดงให้เห็นว่า เครื่องมือดังกล่าวให้การคาดคะเนแรงที่ใช้เตะกระสอบอย่างแม่นยำ (r = .99) ระบบการวิเคราะห์การเคลื่อนไหวแบบ MacReflex Motion Analysis System ถูกนำมาใช้ร่วมกับกล้องอีก 3 ตัวที่สามารถถ่ายภาพได้ 120 เฟรมต่อ 1 วินาทีเพื่อหาลักษณะการเคลื่อนไหวของอัตราเร็วในแนวเส้นตรงสุดท้ายของเข่าและข้อเท้าข้างที่เตะ อัตราเร็วในเชิงมุมของเข่า และอัตราเร็วในเชิงมุมของหน้าแข้งและต้นขา ที่เตะออกมาในแนวนอน กลุ่มตัวอย่างประกอบด้วยนักมวยไทยชายจำนวน 10 คนที่มีประสบการณ์ในการฝึกซกมวยมาแล้ว 8-48 เดือน ทดลองเตะที่ระดับความสูง 3 ระดับ โดยตั้งสมมุติฐานว่าแรงกระทำสูงสุด พลังกระตุ้นที่เกิดจากการกระแทก และอัตราเร็วสุดท้ายในเชิงเส้นของข้อเท้าข้างที่เตะในการกระแทกสำหรับการเตะระดับต่ำกว่าจะมีมากกว่าการเตะระดับที่สูงขึ้น นอกจากนี้ยังได้ตั้งสมมุติฐานอีกว่าแรงกระทำสูงสุดและพลังกระตุ้นจากแรงกระทำมีความสัมพันธ์กำลังขาของกลุ่มตัวอย่าง จากความสัมพันธ์ในเรื่องตัวแปรการเคลื่อนไหวและตัวแปรลักษณะการเคลื่อนไหว สามารถตั้งสมมุติฐานได้ว่าแรงกระทำสูงสุดและพลังกระตุ้นจากแรงกระแทกจะมีความสัมพันธ์กับอัตราความเร็วเชิงเส้นสุดท้ายของข้อเท้าข้างที่ใช้เตะ ในการเปรียบเทียบการเตะก้านคอที่ระดับความสูงต่างกันพบว่า การเตะในระดับกลางจะให้แรงกระทำและพลังกระทบจากแรงสูงสุดมากที่สุด ในขณะที่การเตะในระดับสูงจะให้แรงดังกล่าวน้อยที่สุด ปริมาณของแรงกระทำและพลังกระทบจากแรงสูงสุดมีความสัมพันธ์กับอัตราเร็วสุดท้ายของข้อเท้า (r=.86 และ r= .79 ตามลำดับ) แต่มิได้มีความสัมพันธ์กับกำลังขา จากผลการศึกษาพบว่า การเตะก้านคอของกีฬามวยไทยสามารถให้แรงกระแทกที่มากพอที่ทำให้ระบบประสาทเสีย กะโหลกศีรษะร้าว กระดูกหน้าร้าว และซี่โครงร้าวได้ ผลจากการศึกษานี้ทำให้สรุปได้ว่ามีความจำเป็นมากขึ้นในการออกกฎข้อบังคับเพื่อป้องกันอันตรายให้กับผู้เข้าแข่งขันกีฬามวยไทย

เบรุด และกาเฮรี (Beraud and Gahery. 1997 : 5-8) ได้ศึกษาผลของท่าทางการเคลื่อนไหวที่มีต่อการเตะโดยปราศจากการยันพื้นในตอนแรกของขาข้างที่เคลื่อนที่ เป็นการศึกษาผลทางด้านท่าทางการเคลื่อนไหวของร่างกายในการเคลื่อนตัวเตะโดยมิได้ใช้ขาข้างที่เคลื่อนที่ยันพื้นก่อนในตอนแรกในระหว่างการเคลื่อนตัวเตะ จากผลการสังเกตประสิทธิภาพการเคลื่อนไหวของอาสาสมัครพบว่าลดลงอย่างเห็นได้ชัดตลอดทั้งประสิทธิภาพและการจัดปรับท่าทาง จากข้อเท็จจริงที่ว่าประสิทธิภาพในการเคลื่อนไหวลดลงกว่าสภาวะปรกติแสดงให้เห็นว่าการปรับท่าทางการเคลื่อนไหวใหม่มิอาจชดเชยการที่มิได้ใช้เท้ายันพื้นในตอนแรก ผลการทดลองนี้เน้นให้เห็นความสำคัญของการปรับท่าทางที่จะเป็นส่วนช่วยสนับสนุนในการเคลื่อนตัวที่นอกเหนือจากเป็นส่วนช่วยในการรักษาสมดุลของร่างกายและท่าทาง

เพียร์สัน (Pearson. 1997 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการกลับหลังเตะในเทควันโด โดยมีจุดมุ่งหมายคือ

1. เพื่ออธิบายท่าทางการเคลื่อนที่ของการกลับหลังเตะในเทควันโด
2. เพื่อหาค่าความผันแปรที่เกี่ยวข้องกับแรงกระแทก จากการกลับตัวเตะ

รูปแบบการวัดค่า ชี้ให้เห็นถึงปัจจัยด้านกลไกต่างๆ ที่เป็นค่าเฉลี่ยของแรงกระแทก ตลอดช่วงเวลาที่เกิดการกระแทก แรงดล ช่วงเวลาของการกระแทก และการเคลื่อนไหวทั้งสามมิติ ที่นำมาพิสูจน์ ได้มาจากการบันทึกการกลับหลังเตะครั้งที่แรงที่สุดเพียงครั้งเดียว ของกลุ่มตัวอย่างที่เป็นผู้ชาย ที่มีทักษะการเตะ จำนวน15 คน ค่าเฉลี่ยของแรงกระแทกที่วัดได้คือ 292 $\pm$ 54 นิวตัน และค่าเฉลี่ยแนวอัตราความเร็วของฝ่าเท้าก่อนกระแทกวัดได้ 13.4 $\pm$ 1.6 เมตร/วินาที ผลของความเร็วที่วัดได้มีความสัมพันธ์โดยตรงกับการกลับหลังเตะในเทควันโด มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ของแรงกระแทก กับ แรงดล, มวลร่างกาย, แนวความเร็วของฝ่าเท้าและข้อเท้าก่อนการกระแทก, การเปลี่ยนแปลงของมุมและความเร็วของหัวเข่า เหนือช่วงที่ 2 และความยาวของต้นขา ก่อให้เกิดแนวความเร็วสูงของเท้า ปรากฏให้เห็นเป็นเส้นทางที่แน่นอนของการกระแทก พื้นฐานของผลที่ได้เหล่านี้ เกิดจากการออกกำลังกายและฝึกความเร็วของเท้ารวมถึงการประสานงานกันระหว่างต้นขาและขาท่อนล่าง ซึ่งถือว่ามีผลโดยตรงต่อผู้ฝึก อันเป็นการพัฒนาแรงกระแทกของการกลับหลังเตะในเทควันโด

คาร์ปิโลว์สกี (Karpilowski. 1998 : Abstract) ได้ศึกษาเรื่องการใช้เครื่องจำลองการฝึกซกในกีฬาการต่อสู้วัตถุประสงค์ของการศึกษาครั้งนี้ เพื่อแสดงให้เห็นถึงความเป็นไปได้ในการนำเครื่องจำลองการฝึกซกมาใช้ในกีฬาซกมวยและเทควันโด เมื่อพิจารณาถึงความสามารถของนักกีฬาอาชีพในปัจจุบันนี้ พบว่าเป็นไปไม่ได้อีกแล้วที่จะให้ฝึกนักกีฬาโดยมิได้คำนึงถึงสภาพที่แท้จริงของนักกีฬา ถึงแม้ว่าได้มีการหาคุณลักษณะเด่นโดยทั่วๆ ไปแล้วก็ตาม อุปกรณ์การฝึกรุ่นใหม่ควรนำเอาคุณลักษณะเด่นๆ เฉพาะกีฬาแต่ละประเภทมาช่วยในการฝึก ลักษณะเด่นสองประการของกีฬาซกมวยและเทควันโดก็คือแรงกระแทก และระยะเวลาการตอบสนอง ซึ่งคุณลักษณะดังกล่าวสามารถหาค่าได้โดยอาศัยเครื่องจำลองแบบการฝึกซก (Boxing Training Simulator) อุปกรณ์นี้ประกอบด้วยส่วนประกอบต่างๆ หลายส่วนได้แก่ ตัวเครื่องที่มีรูปร่างเหมือนกระสอบทราย ขนาดน้ำหนักประมาณ 60 กิโลกรัม โดยมีตัววัด ซึ่งหุ้มด้วยวัสดุกันกระเทือน ที่มีความยืดหยุ่นเหมือนร่างกายมนุษย์ โดยตัววัดค่าดังกล่าวจะเชื่อมต่อเข้ากับคอมพิวเตอร์ผ่านเครื่องขยายสัญญาณ และเครื่องแปลงสัญญาณ ส่วนตัวส่งสัญญาณที่ควบคุมด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์จะเชื่อมติดอยู่กับตัวเครื่อง ซึ่งจะเป็นตัวบอกผู้เข้ารับการฝึกให้ทราบถึงลักษณะของการออกกำลัง โปรแกรมคอมพิวเตอร์เดิมที่เรียกว่า BTS มีหน้าที่ควบคุมตัวส่งสัญญาณ และเป็นตัวบังคับโดยอ้อมให้ผู้เข้ารับการฝึกทำการออกหมัดซก นอกจากนี้ยังเป็นตัวบันทึกแรงกระแทกอย่างต่อเนื่องในลักษณะของระยะเวลา แล้วคำนวณหาค่าพารามิเตอร์ (Parameter) ที่ทำการทดสอบและนำเสนอในรูปตารางและแผนภูมิทางหน้าจอคอมพิวเตอร์ นอกจากนี้ยังสามารถใช้ประโยชน์จากโปรแกรมดังกล่าวควบคุมการทำงานของเครื่องฝึกซกโดยบุคคลเป็นผู้ควบคุมได้อีกด้วย โปรแกรม BTS ซึ่งเป็นตัวควบคุมเครื่องมือวัด อาจทำหน้าที่ต่อไปนี้

1. ตรวจสอบลักษณะของแรงกระแทก
2. วัดค่าแรงกระแทกและระยะเวลาที่ตอบสนองแบบเชิงเดี่ยว (Simple Response)
3. วัดค่าแรงกระแทกและระยะเวลาที่ตอบสนองแบบเชิงซ้อน (Complex Response)
4. ให้การฝึกพิเศษ

ตัววัดค่าให้ค่าพารามิเตอร์ (Parameter) ต่อไปนี้

1. แรงของการกระแทกแต่ละครั้ง
2. แรงดล(Impulse) ที่เกิดจากการกระแทก แต่ละครั้ง
3. ค่าแรงกระแทกทั้งหมดที่เกิดขึ้นในช่วงการทดสอบ
4. ค่าพลังกระตุ้นของแรงกระทำที่เกิดขึ้นในช่วงของการทดสอบ

5. ระยะเวลาในช่วงที่แรงเพิ่มขึ้นจากค่าเริ่มต้นจนถึงค่าสูงสุด

6. ระยะเวลาทั้งหมดของการกระแทก (ที่สัมผัสกับตัวเครื่องวัด)

7. ค่าเฉลี่ย, ค่าสูงสุด, ค่าต่ำสุด และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของพารามิเตอร์ต่างๆ

จากผลการหาค่าโดยใช้เครื่องฝึกชก โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเรื่องของระยะเวลาที่มีการตอบสนองและ เรื่องแรงกระแทก ทำให้สามารถติดตามการเปลี่ยนแปลงในเรื่องของกำลังและความเร็วของผู้เข้ารับการฝึกได้ และยังช่วยแก้ไขลักษณะการฝึกให้ถูกต้องเพื่อให้บรรลุเป้าหมายที่ได้วางแผนไว้ คณะทำงานของ ทีมมวยแห่งชาติโปลิช (โปแลนด์) ได้นำผลการทดลองดังกล่าวไปใช้ และได้มีการจดทะเบียนลิขสิทธิ์เครื่องประดิษฐ์ปี 1996

จอนส์ดอททีร์ และฟินช์ (Jonsdottir and Finch. 1998 : Abstract) ได้ศึกษาอัตราความเร็วและการเคลื่อนไหวของเท้าที่ใช้พยุงตัว ในระหว่างการเตะบอลสองแบบซึ่งเตะโดยนักกีฬาฟุตบอลหญิง การศึกษาครั้งนี้ได้ทำการเปรียบเทียบแรงสะท้อนกลับจากพื้นดิน ของฝ่าเท้าที่ใช้พยุงตัว ระหว่างการเตะบอลด้วยข้างเท้าด้านใน และการเตะด้วยหลังเท้า ของนักกีฬาฟุตบอลหญิง โดยศึกษาจากนักกีฬาฟุตบอลหญิงระดับวิทยาลัยที่มีประสบการณ์การแข่งขันฟุตบอลมาแล้ว จำนวน 11 คน ทำการเตะบอลด้วยข้างเท้าด้านในจำนวน 6 ครั้ง และหลังเท้าอีก 6 ครั้ง ใช้เครื่องมือที่เรียกว่า Piezoelectric Force Platform สุ่มหาแรงปฏิกิริยาสะท้อนจากพื้น ที่ความถี่ 500 Hz. ภาพวิดีโอการเตะทั้ง 12 ครั้ง ถูกบันทึกจากมุมระนาบ ที่ระดับความเร็ว 60 ภาพต่อวินาที และใช้ระบบการวิเคราะห์แบบ Ariel Performance Analysis System (APAS) เพื่อรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์อัตราการเคลื่อนไหวจากการทดสอบทั้งหมด โดยใช้สถิติ ANOVA ทดสอบด้วยการวัดค่าซ้ำในการทดลองเตะทั้งสองแบบ เพื่อวิเคราะห์ข้อมูลของตัวแปรต่างๆ ดังนี้

ค่าแรงสะท้อนจากพื้นในแนวดิ่งสูงสุดในช่วงที่ส้นเท้ากระแทกพื้น และช่วงที่ปลายเท้าลอยออกจากพื้น

ค่าแรงสะท้อนจากพื้นสูงสุดด้านหน้าและด้านหลัง จากตรงกลางและด้านข้าง

ระยะเวลาที่เท้าที่รับน้ำหนักร่างกายสัมผัสพื้น

อัตราความเร็วของลูกบอล

ผลการทดลองพบว่า ค่าเฉลี่ย แรงสะท้อนจากพื้นในแนวดิ่งในช่วงที่ส้นเท้ากระแทกพื้น เท่ากับ 199% ต่อน้ำหนักร่างกาย และในช่วงเตะด้วยข้างเท้าด้านในและหลังเท้าเท่ากับ 218%ต่อน้ำหนักร่างกาย ส่วนค่าเฉลี่ย แรงสะท้อนจากพื้นในแนวดิ่งในช่วงที่ปลายเท้าลอยขึ้นจากพื้นเท่ากับ 154% ต่อน้ำหนักร่างกาย และในช่วงการเตะด้วยข้างเท้าด้านในและหลังเท้าเท่ากับ 170%ต่อน้ำหนักร่างกาย ค่าแรงสะท้อนจากพื้นสูงสุดของฝ่าเท้าด้านหน้าและด้านหลังเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p = .019$) ในช่วงการเตะด้วยหลังเท้า อัตราความเร็วของลูกบอลที่คำนวณได้จากภาพวิดีโอเท่ากับ 14.6 เมตรต่อวินาที และ 14.4 เมตรต่อวินาที สำหรับการเตะด้วยข้างเท้าด้านในและหลังเท้า

สรุปผลการทดลอง การเตะด้วยข้างเท้าด้านในจะให้แรงสะท้อนจากพื้นด้านหน้าหลังของฝ่าเท้าข้างที่ใช้พยุงตัวมากกว่า ซึ่งแรงที่เพิ่มมากขึ้นนี้เนื่องมาจากการเหวี่ยงเท้าข้างที่ใช้เตะเป็นวงกว้างกว่า บวกกับตำแหน่งของร่างกายที่อยู่ในแนวดิ่งมากกว่าจังหวะการเคลื่อนไหวเท้าในการเตะด้วยหลังเท้า ซึ่งมีความเร็วกว่า

ชาง, ลิว และหยาง (Chuang, Liu and Yang. 1998 : Abstract) ทำการศึกษาวิเคราะห์แรงที่เกิดจากการเคลื่อนที่ภายในของข้อต่อ จากการโจมตีแบบทะลุทะลวง กับการโจมตีผิวเผินภายนอก ในศิลปะการต่อสู้แบมวยจีน ในทางปฏิบัติของศิลปะการต่อสู้แบมวยจีนที่โจมตีด้วยแขน มีวิธีการที่ต่างกัน บางครั้งต้องใช้

พลังมากๆ เพื่อโจมตีแบบทะลุทะลวงเป้าหมาย ในขณะที่บางครั้งโจมตีแบบผิวเผิน มีอะไรเกิดขึ้นกับแขนจากการโจมตีทั้งสองแบบ มีกลไกการเคลื่อนไหวอะไร ภายใน และภายนอกแขน การศึกษาวิจัยเรื่องการชกเมื่อก่อนนี้ โดยเฉพาะลักษณะการเคลื่อนที่ในการโจมตี และผลของการโจมตี เฟล์ด (Feld. 1970 ), คาวานักห์ (Cavanagh. 1975 ) และ เอธา (Atha. 1985) ดังนั้นการศึกษาจะไม่กำหนดไว้เพียงเพื่อทราบความเปลี่ยนแปลงของการบิดของข้อต่อและกล้ามเนื้อในการเคลื่อนที่เข้าสู่โจมเท่านั้น เพราะจะไม่เข้าใจถึงปฏิบัติการในการประสานงาน และการควบคุมการทำงานของท่าทางเหล่านี้ การศึกษาครั้งนี้จึงมีจุดมุ่งหมายเพื่อวิเคราะห์ปฏิบัติการในการประสานงาน และการควบคุมการทำงานที่แตกต่างกันระหว่างการโจมตีแบบทะลุทะลวง กับการโจมตีแบบผิวเผิน จากการเคลื่อนที่ภายในของข้อต่อ กลุ่มตัวอย่างคือ อาสาสมัครจากแผนกศิลปะการต่อสู้แบบมวยจีน มหาวิทยาลัยวัฒนธรรมจีน จำนวน 12 คน (ความสูง 178 $\pm$ 5.68 ซม. น้ำหนักร่างกาย 66 $\pm$ 7.88 กก. อายุ 22 $\pm$ 4.03 ปี) ทำการโจมตีแบบทะลุทะลวง กับการโจมตีแบบผิวเผิน โดยใช้ระบบการวิเคราะห์การเคลื่อนไหวสูงสุด A 2D วิเคราะห์ท่าทาง เป้าหมายการโจมตีตามแต่ผู้ทดสอบจะกำหนด ผลการวิเคราะห์พบว่า

1. แรงจากการบิดตามการเคลื่อนไหวที่เกิดจากอัตราเร่งของมุมของแขนท่อนบนก่อนการกระแทกมีค่าไม่แตกต่างจากแรงจากการบิดของกล้ามเนื้อของศอกและหัวไหล่ ทั้งการโจมตีแบบทะลุทะลวง และการโจมตีแบบผิวเผิน อัตราเร่งของมุมของแขนท่อนบนที่ศอกและหัวไหล่จะถูกใช้เพื่อถ่วงน้ำหนักของแรงบิดที่เกิดจากอัตราเร่งของมุมของปลายแขน

2. ความแตกต่างที่เห็นได้ชัดเจนระหว่างการโจมตีแบบทะลุทะลวง และการโจมตีแบบผิวเผินเกิดขึ้นที่แรงบิดของกล้ามเนื้อข้อต่อข้อศอก ในการโจมตีแบบทะลุทะลวงแรงบิดของกล้ามเนื้อข้อต่อข้อศอกจะเหยียดออกอีกครั้งก่อนกระแทกเป้าหมาย ซึ่งหมายความว่าผู้ทำการทดสอบจะต้องยืดข้อศอกของตนเองอย่างว่องไวเพื่อชกให้ถูกเป้าหมาย แต่ในและการโจมตีแบบผิวเผิน แรงบิดของกล้ามเนื้อข้อต่อข้อศอกจะไม่เหยียดออกอีก

ชุง และเชนฟู (Chung and Chenfu. 1998 : Abstract) ได้ทำการวิเคราะห์กลไกทางชีวกลศาสตร์ของการเหวี่ยงเท้าเตะแบบเหวี่ยงขาตรงและเหวี่ยงขาโค้ง ในการกระโดดเตะจากด้านหน้าของมวยจีน การกระโดดเตะด้านหน้าไม่เพียงแต่เป็นการเคลื่อนไหวที่สำคัญซึ่งรวมเอาการเคลื่อนตัวกระโดดและวิธีการใช้เท้าที่เป็นระเบียบแบบแผนของศิลปะการต่อสู้ของจีนเท่านั้น แต่ยังเป็นแบบแผนที่ถือเป็นแนวปฏิบัติในการชกมวยวูซู (Wushu) ในกีฬาเอเชี่ยนเกมส์ด้วย เมื่อพิจารณาถึงลักษณะเด่นของการเตะแบบต่างๆ พบว่ามีรูปแบบการจู่โจมที่ต่างกันไป ซึ่งขึ้นอยู่กับการตัดสินใจใช้เท้าเตะในการต่อสู้จริงระหว่างการเตะแบบ การเหวี่ยงเท้าแบบเหวี่ยงขาตรง และการเหวี่ยงเท้าเตะแบบเหวี่ยงขาโค้ง วัตถุประสงค์ของการศึกษาครั้งนี้ก็เพื่อวิเคราะห์ลักษณะกลไกทางร่างกายในการโดดเตะด้านหน้าทั้งสองลักษณะ โดยศึกษาจากการเตะของนักกีฬามวยจีนระดับแนวหน้าและนักศึกษาวิชาเอกพลศึกษา กลุ่มตัวอย่างประกอบด้วยนักมวยจีนจำนวน 10 คน (ที่มีความสูง : 168 ซม. อาจมากหรือน้อยกว่านี้ประมาณ 5 ซม. มีน้ำหนัก : 62 กิโลกรัม อาจมากหรือน้อยกว่านี้ประมาณ 4 กิโลกรัม มีอายุ 20 ปี อาจมากหรือน้อยกว่านี้ประมาณ 3 ปี) โดยทำการเตะแบบเหวี่ยงขาโค้ง จำนวน 6 ครั้ง และเตะแบบเหวี่ยงขาตรง จำนวน 4 ครั้ง สำหรับนักศึกษาวิชาเอกพลศึกษา (ที่มีความสูง : 175 ซม. อาจมากหรือน้อยกว่านี้ประมาณ 5 ซม. มีน้ำหนัก : 73 กิโลกรัม อาจมากหรือน้อยกว่านี้ประมาณ 8 กิโลกรัม มีอายุ 23 ปี อาจมากหรือน้อยกว่านี้ประมาณ 5 ปี) โดยทำการเตะแบบเหวี่ยงขาโค้ง จำนวน 4 ครั้ง และเตะแบบเหวี่ยงขาตรง จำนวน 6 ครั้ง โดยใช้ระบบการวิเคราะห์ข้อมูลแบบ Peak Performance Video Motion Analysis System ที่ความถี่ 120 Hz เพื่อบันทึกการเคลื่อนไหวในการกระโดด

เตะต้านหน้าของกลุ่มตัวอย่าง และทดสอบตัวแปรต่างๆที่เลือกมาด้วยการสุ่มตัวอย่างโดยใช้ Two-Way ANOVA ที่ระดับนัยสำคัญ .05 ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า การเตะแบบเหวี่ยงขาโค้ง ให้อัตราความเร็วในแนวดิ่งของข้อที่เข่าสูงสุด (5.27 เมตร/วินาที มากหรือน้อยกว่านี้ประมาณ 0.52 เมตร/วินาที) อัตราเร็วในเชิงมุมของการงอตัวของเข่าสูงสุด (784 องศา/วินาที มากหรือน้อยกว่านี้ประมาณ 145 องศา/วินาที) และอัตราเร็วในเชิงมุมของการยืดตัวของเข่าสูงสุด (1010 องศา/วินาที มากหรือน้อยกว่านี้ประมาณ 240 องศา/วินาที) มากกว่าการเตะแบบเหวี่ยงขาตรง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติในเรื่องของอัตราความเร็วของปลายเท้าสูงสุดและอัตราความเร็วของข้อเท้าสูงสุด ระหว่างการเตะทั้งสองแบบ แต่อย่างไรก็ตามระยะเวลาที่ปลายเท้าเคลื่อนไหวเร็วที่สุดและระยะเวลาที่ข้อเท้าเคลื่อนไหวเร็วที่สุดระหว่างการเหวี่ยงเท้าเตะทั้งสองแบบมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้ นักศึกษาวิชาเอกพลศึกษาใช้ข้อเท้าได้ในอัตราเร็วสูงสุด (9.58 เมตร/วินาที มากกว่าหรือน้อยกว่านี้ประมาณ 0.62 เมตร/วินาที) ได้มากกว่านักมวยจีน ทั้งนี้เนื่องมาจากนักศึกษามีเท้าที่ยาวกว่านักมวยจีน ในขณะที่นักมวยจีนเคลื่อนไหวสะโพกได้ในอัตราเร็วสูงสุด (757 มากกว่าหรือน้อยกว่านี้ประมาณ 149 องศา/วินาที) ได้มากกว่านักศึกษาวิชาเอกพลศึกษา ข้อมูลดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าการเตะแบบเหวี่ยงขาโค้ง ให้ค่าสูงสุด 2 ค่าได้แก่ อัตราเร็วในการเคลื่อนไหวในแนวดิ่งของของข้อเท้าและปลายเท้า

สรุปผลจากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าเทคนิคการเตะแบบเหวี่ยงขาโค้ง อาจทำให้ได้เปรียบในการต่อสู้จริง ข้อมูลที่ได้แสดงให้เห็นว่าไม่มีความต่างในอัตราเร็วของเท้าเมื่อมีการเตะทั้งสองแบบ และนักศึกษาวิชาเอกพลศึกษาดูเหมือนจะมีความสามารถในการเข้าจู่โจมมากกว่านักมวยจีน

ลิว และคณะ (Liu, et al. 1998 : Abstract) ได้ทำการศึกษาวิเคราะห์การเคลื่อนไหวของส่วนต่างๆ ของร่างกายในการกระโดดเตะ Jump-Slap-Kick ในศิลปะการต่อสู้แบบมวยจีน ในแง่ของกลไกทางชีวกลศาสตร์ การเคลื่อนไหวของแขนขามนุษย์ถูกกำหนดและควบคุมโดยกำลังบิดที่ข้อต่อต่างๆ จากการศึกษาของ เบิร์นสไตน์ (Bernstein. 1967) และ ฮอย กับเซอร์นิคก์ (Hoy & Zernicke. 1985, 1986) พบว่าการเคลื่อนไหวของแขนขาไม่เพียงแต่ได้รับอิทธิพลจากแรงบิดของกล้ามเนื้อในแบบการบิดตัวของกล้ามเนื้อเอง แต่ยังได้รับอิทธิพลจากการบิดตัวตามแรงดึงดูด และการบิดตามแรงเฉื่อยภายใน ที่เกิดจากการเคลื่อนไหวของข้อต่างๆ การกระโดดเตะในกีฬามวยจีนเป็นอาการกระโดดซึ่งมีทั้งจังหวะยันพื้นและช่วงลอยตัว โดยแกว่งขาขึ้นไปข้างบนให้เร็วที่สุดเท่าที่จะทำได้หลังการยันพื้นขึ้นไป วัตถุประสงค์ของการศึกษาครั้งนี้เพื่อวิเคราะห์ว่าแรงบิดของกล้ามเนื้อ และแรงบิดตามแรงเฉื่อย มีอิทธิพลต่อการเคลื่อนไหวแขนขาอย่างไร และค้นหากลไกทางด้านการควบคุมสมรรถภาพทั่วไปของการกระโดดเตะในมวยจีน โดยศึกษาจากนักศึกษาทางด้านมวยจีนที่ได้รับการฝึกมาอย่างดีจำนวน 5 คน ทำการกระโดดเตะแบบ Jump-Slap-Kick ด้วยกล้องวิดีโอที่มีความเร็วสูง ความเร็ว 120 Hz และแผ่นวัดแรง 600 Hz ในเวลาเดียวกันเพื่อเก็บรวบรวมการเคลื่อนไหวของร่างกาย ซึ่งนำหลักการเคลื่อนไหวของขาที่พิมพ์เผยแพร่โดย ฮอย กับเซอร์นิคก์ (Hoy & Zernicke. 1985, 1986) มาดัดแปลงเพื่อให้เหมาะสมกับการศึกษาครั้งนี้ ในการคำนวณหาปฏิกิริยาการเคลื่อนที่ระหว่างต้นขา ขา และ เท้า รูปแบบที่กำหนดขึ้นเพื่อใช้ในการศึกษานี้ไม่เพียงแต่เพื่อหาปริมาณที่กล้ามเนื้อและจุดศูนย์ถ่วงมีอิทธิพลต่อการเคลื่อนไหวแขนขาอย่างไร แต่ยังต้องการหาว่าการเคลื่อนไหวของแต่ละส่วนมีผลต่อส่วนอื่นๆ อย่างไรหรือที่เรียกว่า การเคลื่อนที่ภายในข้อต่อ (Intersegmental Dynamics) ที่ข้อต่อแต่ละจุดซึ่งเชื่อมต่ออวัยวะส่วนต่างๆ แรงบิดสามารถแบ่งได้ 5 ประเภท ได้แก่ แรงบิดสุทธิของข้อต่อ (Net Joint Torque), แรงบิดตามจุดศูนย์ถ่วง (Gravitational Torque), แรงบิดตามการเคลื่อนไหว (Motion-Dependent Torque), แรงบิดตามการสัมผัสแรง (Contact Torque), และแรงบิดของกล้ามเนื้อทั่วไป (Generalized

Muscle Torque) เซอร์นิคเกอร์ และสมิธ ( Zernicker & Smith. 1996) แรงบิดที่ข้อต่อสุทธิ = Gravitational Torque + Motion-Dependent Torque + Contact Torque + Generalized Muscle Torque

ผลจากการวิเคราะห์การเคลื่อนที่ภายในข้อต่อ (Intersegmental Dynamics) พบว่า ในจังหวะที่เท้าข้างที่ยันพื้นลอยขึ้นจากพื้นในการกระโดดเตะ แรงบิดที่เกิดจากกล้ามเนื้อ ทำหน้าที่ถ่วงน้ำหนักต่อแรงบิดที่มีผลเนื่องมาจากแรงสะท้อนกลับจากพื้น ในขณะที่แรงบิดจากการเคลื่อนไหวมีเพียงเล็กน้อยในจังหวะนี้ และมิได้เป็นส่วนช่วยที่สำคัญในการเคลื่อนไหวของข้อต่อ แรงบิดที่สำคัญในช่วงต้นของการส่งแรง เกิดจากกล้ามเนื้อที่ดึงข้อเข่า และการเหยียดออกของสะโพก ในช่วงกลางของการส่งแรง เกิดจากกล้ามเนื้อที่ดึงข้อในระนาบ การเหยียดออกของสะโพกและเข่า ส่วนในช่วงท้ายของการส่งแรง เกิดจากกล้ามเนื้อที่ดึงข้อในระนาบในจังหวะที่ลอยตัวนั้นการบิดตัวของกล้ามเนื้อจะทำหน้าที่เป็นตัวถ่วงแรงบิดตามการเคลื่อนไหว ซึ่งเกิดจากปฏิกิริยาตอบสนองทางกลไกระหว่าง อวัยวะส่วนต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง ในขณะที่เท้าเหวี่ยงลอยไปข้างบนปฏิกิริยาดังกล่าวก็จะเพิ่มสูงสุดและเกิดปฏิกิริยาระหว่าง การบิดของกล้ามเนื้อ และการบิดตามจุดศูนย์ถ่วงตามมา สรุปผลการทดลองได้ว่า แรงบิดของกล้ามเนื้อจะทำให้เกิดและควบคุมการเคลื่อนไหวของขา รวมทั้งเป็นตัวถ่วงแรงการบิดตามการสัมผัสแรง แรงกระทำจากภายนอกและแรงบิดภายใน ซึ่งเกิดจากกลไกของปฏิกิริยาระหว่าง ส่วนต่างๆ ของขา ภายใต้การควบคุมของระบบประสาท หน้าที่ของกล้ามเนื้อที่แท้จริงก็คือใช้การเปลี่ยนแปลงของแรงบิดตามแรงเฉื่อย หรือถ่วงน้ำหนักเพื่อให้เกิดการเคลื่อนไหวของขาที่สัมพันธ์กันอย่างมีประสิทธิภาพ

อ๊อกเกโร และคณะ (Oggero, et al. 1999 : 3-8) ได้ศึกษาถึงขนาดของแผ่นวัดแรง (Force Plate) ที่มีผลต่อความเป็นไปได้ของการได้มาซึ่งข้อมูลท่าทางการเดิน ที่เที่ยงตรงอย่างไร การที่จะทำให้ได้มาซึ่งข้อมูลที่เที่ยงตรงเป็นปัญหาหลักประการหนึ่งในการวิเคราะห์ท่าทางเดิน การศึกษาก่อนหน้านี้พิสูจน์ให้เห็นว่าจากการใช้แผ่นวัดแรง (Force Plate) ที่ซื้อมาใหม่ พบว่าความสำเร็จในการทดสอบจะมีความเป็นไปได้ต่ำและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดสอบจะต้องเปลี่ยนท่าทางการเดินเพื่อให้การทดลองประสบความสำเร็จ ในการศึกษาครั้งนี้ต้องการสำรวจความเป็นไปได้ในการใช้พื้นที่มีเครื่องมือที่ประกอบด้วยแผ่นวัดแรง (Force Plate) ขนาดเล็ก 2 แผ่น ซึ่งดูเหมือนจะเป็นทางออกที่เป็นไปได้ที่ดีที่สุดในการแก้ปัญหาความต้องการที่ต่างกันไปพร้อมๆ กับในการหลีกเลี่ยงการสัมผัสสองครั้งบนส่วนประกอบแต่ละส่วนของเครื่องวัดแรงในขณะที่ต้องการได้ท่าทางการเดินที่สมบูรณ์ครบรอบ ในการทดลองครั้งนี้ได้ขยายสมการคณิตศาสตร์ที่ได้พัฒนาก่อนนี้แล้วเพื่อนำมาพิจารณาแผ่นวัดแรง (Force Plate) โดยใช้ข้อมูลท่าทางการเดินจากกลุ่มตัวอย่างจำนวน 280 ข้อมูล ที่ได้มาจากห้องทดลองท่าเดินของมหาวิทยาลัยแห่งรัฐโอไฮโอ (Ohio State University) มีการพัฒนาและจำลองแบบในรูปโปรแกรมคอมพิวเตอร์ (Software) เพื่อวิเคราะห์การรวมกันในรูปแบบต่างๆ ของความรู้ และ ขนาดของระบบ เพื่อคำนวณความเป็นไปได้ในความสำเร็จของการทดลองวิเคราะห์ท่าทางการเดิน

สมิธ และคณะ (Smith, et al. 2000 : 445-450) ได้ทำการพัฒนาเครื่องวัดแรงในการชกมวย และประสิทธิภาพการแยกแรงชก ของเครื่องวัดแรงในการชกมวย การพัฒนาเครื่องวัดแรงในการชกมวย เฉพาะในการกีฬานี้นับเป็นก้าวสำคัญในความเที่ยงตรงในการวิเคราะห์ท่าทางการเล่นของนักกีฬา ข้อจำกัดของการออกแบบเครื่องวัดค่าแรงต่อยเครื่องก่อนๆ ซึ่งอาจจะหรือไม่สามารถสะท้อนให้เห็นถึงแรงกระทำและองค์ประกอบเรื่องทิศทางต่างๆ ของการชก ในการพัฒนาเครื่องวัดแรงในการชกมวย เครื่องนี้ ได้นำเอาระบบการวัดแรงกระทำแบบสามแกน รวมเข้ากับรูปจำลองนักชกขนาดเล็กเข้าไว้ด้วยกัน หาค่าการวัดซ้ำ และถูกต้องแม่นยำของเครื่องวัดโดยใช้จำลองการชกแบบหมัดตรง ประสิทธิภาพของอำนาจจำแนกหาได้จากการเปรียบ

เทียบแรงชกสูงสุดของนักชกระดับเก่ง 7 คน ระดับปานกลาง 8 คน และนักชกเริ่มฝึกหัดอีก 8 คน ในระหว่างการจำลองการชกโดยชกแบบหมัดตรง ได้ค่าแรงชกสูงสุดของกลุ่มเก่ง ปานกลาง และระดับฝึกหัดใหม่ ตามลำดับดังนี้ ค่ากำลังชกสูงสุด {mean $\pm$ s(mean)} เท่ากับ 4800 $\pm$ 227 นิวตัน 3722 $\pm$ 133 นิวตัน และ 2381 $\pm$ 116 นิวตัน สำหรับหมัดตาม และ 2847 $\pm$ 225 นิวตัน 2283 $\pm$ 126 นิวตัน และ 1604 $\pm$ 97 นิวตัน สำหรับหมัดนำ และพบว่าแรงกระทำสูงสุดของหมัดตามมีมากกว่าหมัดนำของกลุ่มตัวอย่างทุกกลุ่ม ที่ค่า $P < 0.001$ ส่วนแรงต่อยสูงสุดของนักชกกลุ่มเก่ง มากกว่ากลุ่มปานกลาง และกลุ่มปานกลาง มากกว่ากลุ่มฝึกหัดใหม่ที่ค่า $P< 0.05$ เครื่องวัดแรงในการชกมวย สามารถจำแนกการต่อยของนักชกทั้งสามระดับระหว่างแรงต่อยของหมัดตามและหมัดนำอย่างมีประสิทธิภาพ

**งานวิจัยภายในประเทศ**

กิจฑพงศ์ นาคเขียว และคณะ (2541 : บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาเครื่องชั่งน้ำหนักอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งมี แนวทางมาจากความต้องการที่จะศึกษา เกี่ยวกับอุปกรณ์วัดความเครียดตลอดจนสามารถนำไปประยุกต์ใช้งาน ได้นำสเตรนเกจชนิด KFF-S-120-C1-11L5M3S จำนวนสี่ตัว ประกอบเป็น วงจรบริดจ์และติดตั้งเข้ากับอลูมิเนียมรูปตัวเอส ก็จะได้เซนเซอร์ที่สามารถเปลี่ยนปริมาณทาง ฟิสิกส์เป็นสัญญาณทางไฟฟ้า จากนั้นนำสัญญาณทางไฟฟ้าที่วัดได้มาขยายด้วยวงจรอินสตรูเมนเตชั่น โดยใช้ IC741 ส่วนภาคแสดงผลจะใช้ ICL7107 แปลงสัญญาณอนาลอกเป็นดิจิตอล และยังมีส่วนของภาคแรงดันเอาต์พุต0-10 โวลต์ เป็นสัญญาณมาตรฐานอีกด้วย เครื่องชั่งนี้ สามารถปรับออโต้ซีโรได้โดยใช้วงจรแลทช์ค่าค้างไว้ด้วย IC7475 สองตัวต่อเป็นแปดบิตแลทช์ ซึ่งเราเรียกเครื่องชั่งน้ำหนักอิเล็กทรอนิกส์นี้ว่า "โหลดเซล"

จากเอกสารและงานวิจัยดังกล่าว พอสรุปได้ว่า เครื่องวัดแรงมีความสำคัญต่อการวิเคราะห์ท่าทางต่างๆ ในการเคลื่อนไหว และการออกกำลังกายในทักษะกีฬามวยไทย เพราะทำให้สามารถทราบค่าของผลการกระทำแต่ละท่าทาง แล้วนำมาวิเคราะห์เปรียบเทียบกันเพื่อหาท่าทางที่ดีที่สุดให้แรงในการกระทำสูงสุดมาประยุกต์ใช้ หรือฝึกซ้อมนักกีฬาได้อย่างเหมาะสมต่อไป

# บทที่ 3
# วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินตามขั้นตอน ดังนี้

1. กำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การเก็บรวบรวมข้อมูล
4. การจัดกระทำข้อมูล และการวิเคราะห์ข้อมูล

## การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

**ประชากรที่ใช้ในการวิจัย**

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักศึกษาชาย ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ของสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตตาก ปีการศึกษา 2546 ซึ่งผ่านการเรียนวิชามวยไทย รหัสวิชา 01 – 610 – 020 มาแล้ว จำนวน 149 คน

**กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย**

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักศึกษาชาย ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ของสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตตาก ปีการศึกษา 2546 ซึ่งผ่านการเรียนวิชามวยไทย รหัสวิชา 01 – 610 – 020 มาแล้ว ทำการสุ่มกลุ่มตัวอย่างด้วยวิธีการสุ่มแบบง่าย (Simple Random Sampling Method) แล้วแบ่งกลุ่มตัวอย่างที่ได้ออกเป็น 4 กลุ่ม ดังนี้

1. กลุ่มใช้ทักษะการชก
2. กลุ่มใช้ทักษะการศอก
3. กลุ่มใช้ทักษะการเข่า
4. กลุ่มใช้ทักษะการเตะ

## การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การสร้างเครื่องวัดแรงกระแทก มีขั้นตอนในการผลิตชิ้นส่วนต่างๆ ตามที่ได้วางแผนไว้ ก่อนที่จะดำเนินการผลิตชิ้นส่วนจะต้องมีการออกแบบ มีการตรวจสอบขนาดของแบบงาน วัสดุอุปกรณ์ และขั้นตอนการผลิต เพื่อป้องกันข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นได้ ซึ่งจะส่งผลกระทบในขั้นตอนการประกอบทำให้เกิดความยุ่งยาก และเกิดความล่าช้า

## ขั้นตอนการสร้างเครื่องวัดแรงกระแทก

1. ศึกษาเอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ประกอบกับสัมภาษณ์สอบถามผู้เชี่ยวชาญด้านกีฬามวยไทย วิศวกรรมการผลิต และวิศวกรรมเครื่องกล วิศวกรรมไฟฟ้าและอิเล็คทรอนิกส์ เพื่อรวบรวมประสบการณ์และข้อคิดเห็นต่างๆ นำมาใช้ในการออกแบบสร้างเครื่องวัดแรงกระแทก

2. วางแผนออกแบบเครื่องวัดแรงกระแทก และเขียนแบบ

3. นำแบบของเครื่องวัดแรงกระแทก เสนอต่อประธานและกรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์เพื่อขอความเห็นชอบ และเพื่อตรวจความถูกต้อง

4. นำแบบสร้างเครื่องวัดแรงกระแทกที่ผ่านคณะกรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์ มาปรับแก้ตามคำแนะนำ

5. จัดซื้อวัสดุ และดัดแปลงอุปกรณ์ที่ใช้

6. ดำเนินการสร้างเครื่องวัดแรงกระแทก

7. ทดลองการทำงานและทดสอบสมรรถนะของเครื่อง ได้แก่ ค่าความถูกต้อง แม่นยำ (Accuracy) ค่าอ่านละเอียด (Resolution)ทดสอบด้วยเครื่องมือปรับเทียบโหลดเซลล์ (Load Cell Calibration) และค่าซ้ำ (Repeatability) ทดสอบด้วยการทิ้งน้ำหนัก (Drop Weight Testing) น้ำหนัก 2 กิโลกรัม 2 ครั้ง

8. แก้ไขปรับปรุงปัญหาที่พบ

9. ทดสอบการทำงานและสมรรถนะของเครื่องซ้ำ หลังจากแก้ไขปัญหาที่พบ

## วิธีการหาคุณภาพเครื่องมือ

1. ทดสอบ Load Cell และการต่อวงจรด้วย Load Cell Calibration

2. นำเครื่องวัดแรงกระแทกมาหาความเที่ยงตรงเชิงประจักษ์ (Face Validity) โดยผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน คือ

2.1 อาจารย์สุวันชัย สินโพธิ์

2.2 อาจารย์ประมูล บัวน้อย

2.3 อาจารย์สมนึก เครือสอน

2.4 อาจารย์สุรสิทธิ์ แสนทอน

2.5 อาจารย์ธงชัย ยมลำภู

โดยมีเกณฑ์การแปลความหมายคะแนนเฉลี่ยดังนี้

| | | |
|---|---|---|
| ระดับคะแนนเฉลี่ย | 4.51 - 5.00 หมายถึง | ดีมาก |
| ระดับคะแนนเฉลี่ย | 3.51 - 4.50 หมายถึง | ดี |
| ระดับคะแนนเฉลี่ย | 2.51 - 3.50 หมายถึง | ปานกลาง |
| ระดับคะแนนเฉลี่ย | 1.51 - 2.50 หมายถึง | ควรปรับปรุง |
| ระดับคะแนนเฉลี่ย | 1.00 - 1.50 หมายถึง | ใช้ไม่ได้ |

3. นำเครื่องวัดแรงกระแทกมาหาความเที่ยงตรงตามสภาพที่เป็นจริง (Concurrent Validity) และทดสอบสมรรถนะของเครื่อง ได้แก่ ค่าความถูกต้อง แม่นยำ (Accuracy) ค่าอ่านละเอียด (Resolution) และค่าซ้ำ (Repeatability) ด้วยเครื่องมือปรับเทียบโหลดเซลล์ (Load Cell Calibration) และการทดสอบโดยการทดสอบแบบทิ้งน้ำหนัก (Drop Weight Testing)

4. นำเครื่องวัดแรงกระแทกไปทำการทดลองใช้ (Try out) กับกลุ่มตัวอย่างที่มีลักษณะคล้ายกับกลุ่มตัวอย่างที่จะเก็บข้อมูลจริง จำนวน 5 คน เพื่อทดสอบสมรรถนะ ความเหมาะสม และความสะดวกต่อผู้เข้ารับการทดสอบ

5. หาความเชื่อมั่นของเครื่องวัดแรงกระแทกด้วยวิธีการสอบซ้ำ (Test-retest Method) กับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักศึกษาชาย ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ของสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตตาก ซึ่งผ่านการเรียนวิชามวยไทย รหัสวิชา 01 – 610 – 020 มาแล้วจำนวน 60 คน โดยทำการทดสอบ

2 ครั้ง และนำผลการทดสอบทั้งสองครั้งมาหาสถิติสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson's Product Moment Correlation Coefficient ) โดยกำหนดนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และกำหนดระดับความสัมพันธ์ของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่ได้ ตามเกณฑ์กว้าง ๆ ดังนี้ (ทวีรัตน์ พวงรัตน์. 2543 : 144)

ถ้าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มีค่ามากกว่า .80 ถือว่ามีความสัมพันธ์กันในระดับสูงหรือสูงมาก
ถ้าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มีค่าอยู่ระหว่าง .60-.80 ถือว่ามีความสัมพันธ์กันในระดับค่อนข้างสูง
ถ้าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มีค่าอยู่ระหว่าง .40-.60 ถือว่ามีความสัมพันธ์กันในระดับปานกลาง
ถ้าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มีค่าอยู่ระหว่าง .20-.40 ถือว่ามีความสัมพันธ์กันในระดับค่อนข้างต่ำ
ถ้าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มีค่าต่ำกว่า .20 ถือว่ามีความสัมพันธ์กันในระดับต่ำ

## การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล ตามขั้นตอนต่อไปนี้

1. ขอหนังสือจากสถาบันราชภัฏอุตรดิตถ์ ถึงผู้เชี่ยวชาญ และผู้อำนวยการสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตตาก เพื่อขอความร่วมมือ และสนับสนุนในการเก็บข้อมูลงานวิจัย

2. ติดต่อประสานงาน ชี้แจงให้ผู้ที่เกี่ยวข้องและกลุ่มตัวอย่างทราบจุดมุ่งหมาย และรายละเอียดในการทำการทดสอบทักษะกีฬามวยไทย เพื่อความเข้าใจที่ถูกต้องและความสะดวกในการจัดเก็บข้อมูล

3. นำเครื่องวัดแรงกระแทกที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ให้กลุ่มตัวอย่างทำการทดสอบ แล้วบันทึกข้อมูลด้วยตนเอง

4. นำผลการทดสอบมาดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลต่อไป

## การจัดกระทำกับข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

1. กรอกข้อมูลที่ได้จากการทดสอบลงในเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS-PC$^{+}$

2. การวิเคราะห์ข้อมูลดำเนินการดังนี้

2.1 นำข้อมูล มาหาค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

2.2 หาค่า ความเที่ยงตรง และความเชื่อมั่นของเครื่องมือ

2.2.1 ค่าความเที่ยงตรงเชิงประจักษ์ โดยนำคะแนนจากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่านมาหาค่าดัชนีความเหมาะสม

2.2.2 ค่าความเที่ยงตรงตามสภาพที่เป็นจริง จากผลการทดสอบแบบทิ้งน้ำหนัก (Drop Weight Testing) โดยนำผลที่ได้จากการวัดแรงกระแทกของเครื่องวัดแรงกระแทกที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นด้วยการทดสอบแบบทิ้งน้ำหนัก (Drop Weight Testing) ซึ่งทำการทดสอบ 2 ครั้ง มาหาสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์

2.2.3 ความเชื่อมั่น โดยนำคะแนนจากการทดสอบซ้ำของกลุ่มตัวอย่าง มาหาสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson's Product Moment Correlation Coefficient) โดยกำหนดนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2.2.4 ทดสอบค่าความมีนัยสำคัญของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ของการทดสอบ

3. นำผลที่ได้มารวบรวมแล้วสรุปเป็นรายข้อ นำเสนอในรูปตาราง และความเรียง

# บทที่ 4
# ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

## สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

$\bar{X}$ = ค่าคะแนนเฉลี่ย

S.D. = ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

r = ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน

t = ค่าสถิติทดสอบค่าความมีนัยสำคัญ

## ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลที่ได้จากการทดสอบทักษะกีฬามวยไทยได้แก่ การชก การศอก การเข่า และการเตะ ทั้ง 2 ครั้งของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 60 คน ซึ่งถูกแบ่งเป็น 4 กลุ่ม วิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรม SPSS – PC$^{+}$ ผลการวิเคราะห์ได้นำเสนอในรูปตารางและความเรียงดังต่อไปนี้

1. ค่าดัชนีความเหมาะสมของเครื่องมือ จากผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน

2. ข้อมูลค่าความเที่ยงตรงตามสภาพที่เป็นจริง จากผลการทดสอบแบบทิ้งน้ำหนัก (Drop Weight Testing) และทดสอบค่าความมีนัยสำคัญของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ของการทดสอบ

3. ข้อมูลสถานภาพของกลุ่มตัวอย่าง

4. ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของแรงจากการใช้ทักษะกีฬามวยไทย ที่ได้จากการทดสอบของกลุ่มตัวอย่าง 4 กลุ่ม ทั้ง 2 ครั้ง

5. ความเชื่อมั่น โดยนำค่าแรงจากการทดสอบซ้ำในแต่ละทักษะกีฬามวยไทยของกลุ่มตัวอย่างมาหาสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (Pearson's Product Moment Correlation Coefficient) โดยกำหนดนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และทดสอบค่าความมีนัยสำคัญของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ของการทดสอบ

ตาราง 1 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าดัชนีความเหมาะสมจากผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน

| ข้อ | รายการ | ระดับความคิดเห็น | | |
|---|---|---|---|---|
| | | $\bar{X}$ | S.D. | แปลผล |
| | **ด้านการออกแบบ** | | | |
| 1 | ความเหมาะสมของการจัดตำแหน่งอุปกรณ์ | 4.60 | .55 | ดีมาก |
| 2 | ความเหมาะสมในการเลือกใช้วัสดุก่อสร้าง | 5.00 | .00 | ดีมาก |
| 3 | ความแข็งแรงของเครื่องทดสอบ | 4.00 | .00 | ดี |
| 4 | ความสะดวกในการบำรุงรักษา | 4.80 | .45 | ดีมาก |
| 5 | ความสะดวกในการจัดเก็บเครื่องมือ – อุปกรณ์ | 4.20 | .45 | ดี |
| 6 | ความปลอดภัยในการใช้งาน | 5.00 | .00 | ดีมาก |
| 7 | ต้นทุนการผลิตคุ้มกับประโยชน์ที่ได้รับ | 4.60 | .55 | ดีมาก |
| | **ด้านประสิทธิภาพการใช้งาน** | | | |
| 8 | ความสะดวกในการปฏิบัติการ และการใช้เครื่องมือ | 4.20 | .45 | ดี |
| 9 | ความเที่ยงตรงในการทดสอบแรงกระแทกของตัวรับสัญญาณ (Sensor/Load Cell) | 4.20 | .45 | ดี |
| 10 | ความชัดเจนของจอแสดงผล | 5.00 | .00 | ดีมาก |
| 11 | การปรับระดับของเป้าด้วยมอเตอร์ | 4.40 | .55 | ดี |
| 12 | ความเหมาะสมของเครื่องมือต่อการวัดแรงกระแทกโดยใช้ทักษะกีฬามวยไทย | 4.80 | .45 | ดีมาก |
| 13 | คุณค่าของเครื่องทดสอบที่มีต่อกีฬามวยไทย | 5.00 | .00 | ดีมาก |

ระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญในด้านการออกแบบเครื่องมือ พบว่า ความเหมาะสมของการจัดตำแหน่งอุปกรณ์ ความเหมาะสมในการเลือกใช้วัสดุก่อสร้าง ความสะดวกในการบำรุงรักษา ความปลอดภัยในการใช้งาน และต้นทุนการผลิตคุ้มกับประโยชน์ที่ได้รับ ความชัดเจนของจอแสดงผล ความเหมาะสมของเครื่องมือต่อการวัดแรงกระแทกโดยใช้ทักษะกีฬามวยไทย และคุณค่าของเครื่องทดสอบที่มีต่อกีฬามวยไทย อยู่ในระดับ ดีมาก นอกนั้นอยู่ในระดับดี

ตาราง 2 การเปรียบเทียบแรงที่ได้จากเครื่องวัดแรงกระแทกสำหรับทักษะกีฬามวยไทย ซึ่งทำการทดสอบด้วยการทดสอบแบบทิ้งน้ำหนัก (Drop Weight Testing) โดยใช้น้ำหนัก 2 กิโลกรัม ทดสอบ 2 ครั้ง

| รายการเปรียบเทียบ | $\bar{X}$ | S.D. | r | t |
|---|---|---|---|---|
| ทดสอบครั้งที่ 1 (กิโลกรัม) | 2.08 | 0.11 | .80 | 5.00* |
| ทดสอบครั้งที่ 2 (กิโลกรัม) | 2.06 | 0.10 | | |

*P< .01

แรงจากผลการทดสอบแบบทิ้งน้ำหนัก (Drop Weight Testing) ลูกตุ้มหนัก 2 กิโลกรัม ที่วัดได้กับการคำนวณแรงกระแทกของเครื่องมือ มีความสัมพันธ์กันในระดับสูงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 (r = .80)

ตาราง 3 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของแรงที่ได้จากกลุ่มตัวอย่างใช้ทักษะกีฬามวยไทย ต่อเครื่องวัดแรงกระแทก จำแนกตามกลุ่มการใช้ทักษะกีฬามวยไทย

| กลุ่มการใช้ทักษะกีฬามวยไทย | ค่าของแรงที่วัดได้จากเครื่องมือ (หน่วยเป็นกิโลกรัม) | | | |
|---|---|---|---|---|
| | ครั้งที่ 1 | | ครั้งที่ 2 | |
| | $\bar{X}$ | S.D. | $\bar{X}$ | S.D. |
| การชก | 8.45 | 3.42 | 8.40 | 3.12 |
| การศอก | 12.27 | 4.15 | 12.23 | 4.22 |
| การเข่า | 14.96 | 3.82 | 15.35 | 4.19 |
| การเตะ | 8.88 | 2.13 | 8.77 | 2.12 |

ค่าเฉลี่ยของแรงจากผลการทดสอบครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 พบว่าทักษะการศอกมีค่าเฉลี่ยของแรงจากการทดสอบทั้งสองครั้งใกล้เคียงกันมากที่สุดคือ ($\bar{X}$ =12.27 กิโลกรัม กับ $\bar{X}$ =12.23 กิโลกรัม) ส่วนค่าเฉลี่ยของแรงจากการทดสอบทั้งสองครั้งที่ใกล้เคียงกันน้อยที่สุดคือทักษะการเข่า ($\bar{X}$ =14.96 กิโลกรัม กับ $\bar{X}$ =15.35 กิโลกรัม)

ตาราง 4 เปรียบเทียบแรงที่ได้จากการทดสอบด้วยเครื่องวัดแรงกระแทกสำหรับทักษะกีฬามวยไทย ที่ทำการทดสอบทักษะกีฬามวยไทยแบบต่างๆ ระหว่างครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 ของกลุ่มตัวอย่าง จำแนกตามกลุ่มทักษะกีฬามวยไทย

| ทักษะกีฬามวยไทย | ค่าของแรงที่วัดได้จากเครื่องมือ (หน่วยเป็นกิโลกรัม) | | | | r | t |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | ครั้งที่ 1 | | ครั้งที่ 2 | | | |
| | $\bar{x}$ | S.D. | $\bar{x}$ | S.D. | | |
| ทักษะการชก | 8.45 | 3.42 | 8.40 | 3.11 | .98 | 18.42* |
| ทักษะการศอก | 12.26 | 4.14 | 12.22 | 4.22 | .96 | 12.82* |
| ทักษะการเข่า | 14.96 | 3.81 | 15.35 | 4.18 | .90 | 7.23* |
| ทักษะการเตะ | 8.88 | 2.12 | 8.77 | 2.11 | .91 | 8.21* |

*$p < .01$

แรงจากการทดสอบเครื่องวัดแรงกระแทกสำหรับทักษะกีฬามวยไทย ด้วยการทดสอบทักษะกีฬามวยไทยแบบต่างๆ ทั้งสองครั้งของกลุ่มทักษะการชก, การศอก, การเข่า และการเตะ มีความสัมพันธ์กันในระดับสูงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ($r = .98, .96, .90$ และ $.91$)

ตาราง 5 การเปรียบเทียบแรงจากเครื่องวัดแรงกระแทกสำหรับทักษะกีฬามวยไทย ที่ทำการทดสอบทักษะกีฬามวยไทยแบบต่างๆ โดยรวมทั้ง 2 ครั้งของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด

| รายการเปรียบเทียบ | $\bar{X}$ | S.D. | r | t |
|---|---|---|---|---|
| ทดสอบครั้งที่ 1 (กิโลกรัม) | 11.14 | 4.31 | .96 | 12.82* |
| ทดสอบครั้งที่ 2 (กิโลกรัม) | 11.19 | 4.46 | | |

*p < .01

แรงจากเครื่องวัดแรงกระแทกสำหรับทักษะกีฬามวยไทย ที่ทำการทดสอบทักษะกีฬามวยไทยแบบต่างๆ โดยรวมทั้ง 2 ครั้ง มีความสัมพันธ์กันในระดับสูงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 (r = .96)

# บทที่ 5
# สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

## สังเขปความมุ่งหมาย สมมุติฐาน และวิธีดำเนินการวิจัย

**ความมุ่งหมายของการวิจัย**

เพื่อสร้างเครื่องวัดแรงกระแทกสำหรับทักษะกีฬามวยไทย

**การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง**

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักศึกษาชาย ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ของสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตตาก ปีการศึกษา 2545 ซึ่งผ่านการเรียนวิชามวยไทย รหัสวิชา 01 – 610 – 020 มาแล้ว จำนวน 149 คน ทำการสุ่มกลุ่มตัวอย่างด้วยวิธีการสุ่มแบบง่าย (Simple Random Sampling Method) แล้วแบ่งกลุ่มตัวอย่างที่ได้ออกเป็น 4 กลุ่มดังนี้

1. กลุ่มใช้ทักษะการชก
2. กลุ่มใช้ทักษะการศอก
3. กลุ่มใช้ทักษะการเข่า
4. กลุ่มใช้ทักษะการเตะ

**ตัวแปรที่ศึกษา**

1. ตัวแปรต้น ได้แก่ เครื่องวัดแรงกระแทกที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

2. ตัวแปรตาม ได้แก่ ค่าความเที่ยงตรง (Validity) และค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของเครื่องวัดแรงกระแทกที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

**วิธีการหาคุณภาพเครื่องมือ**

1. ทดสอบ Load Cell และการต่อวงจรด้วย Load Cell Calibration

2. นำเครื่องวัดแรงกระแทกมาหาความเที่ยงตรงตามสภาพที่เป็นจริง (Concurrent Validity) และทดสอบสมรรถนะของเครื่อง ได้แก่ ค่าความถูกต้อง แม่นยำ (Accuracy) ค่าอ่านละเอียด (Resolution) และค่าชั่งซ้ำ (Repeatability) โดยการทดสอบแบบทิ้งน้ำหนัก (Drop Weight Testing) และเครื่องมือปรับเทียบโหลดเซลล์ (Load Cell Calibration) ทำการทดสอบ

3. นำเครื่องวัดแรงกระแทกไปทำการทดลองใช้ (Try out) กับกลุ่มตัวอย่างที่มีลักษณะคล้ายกับกลุ่มตัวอย่างที่จะเก็บข้อมูลจริง จำนวน 5 คน เพื่อทดสอบสมรรถนะ ความเหมาะสม และความสะดวกต่อผู้เข้ารับการทดสอบ

4. หาความเชื่อมั่นของเครื่องวัดแรงกระแทกด้วยวิธีการสอบซ้ำ (Test-retest Method) กับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักศึกษาชาย ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ของสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตตาก ซึ่งผ่านการเรียนวิชามวยไทย รหัสวิชา 01 – 610 – 020 มาแล้วจำนวน 60 คน โดยทำการทดสอบ 2 ครั้ง และนำผลการทดสอบทั้งสองครั้งมาหาสถิติสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson's Product Moment Correlation Coefficient )

**การจัดกระทำกับข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล**

1. กรอกข้อมูลที่ได้จากการทดสอบลงในเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS-PC$^{+}$

2. การวิเคราะห์ข้อมูลดำเนินการดังนี้

2.1 นำข้อมูล มาหาค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

2.2 หาค่า ความเที่ยงตรง และความเชื่อมั่นของเครื่องมือ

2.2.1 ค่าความเที่ยงตรงเชิงประจักษ์ โดยนำคะแนนจากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่านมาหาค่าดัชนีความเหมาะสม

2.2.2 ค่าความเที่ยงตรงตามสภาพที่เป็นจริง จากผลการทดสอบแบบทิ้งน้ำหนัก (Drop Weight Testing) โดยนำผลที่ได้จากการวัดแรงกระแทกของเครื่องวัดแรงกระแทกที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นด้วยการทดสอบแบบทิ้งน้ำหนัก (Drop Weight Testing) ซึ่งทำการทดสอบ 2 ครั้ง มาหาสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์

2.2.3 ความเชื่อมั่น โดยนำคะแนนจากการทดสอบซ้ำของกลุ่มตัวอย่าง มาหาสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson's Product Moment Correlation Coefficient) โดยกำหนดนัยสำคัญ
ทางสถิติที่ระดับ .01

2.2.4 ทดสอบค่าความมีนัยสำคัญของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ของการทดสอบ

3. นำผลที่ได้มารวบรวมแล้วสรุปเป็นรายข้อ นำเสนอในรูปตาราง และความเรียง

## สรุปผลการวิจัย

ผลการวิจัยค้นคว้า สรุปได้ดังนี้

1. ระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญในด้านการออกแบบเครื่องมือ พบว่า ความเหมาะสมของการจัดตำแหน่งอุปกรณ์ ความเหมาะสมในการเลือกใช้วัสดุก่อสร้าง ความสะดวกในการบำรุงรักษา ความปลอดภัยในการใช้งาน และต้นทุนการผลิตคุ้มกับประโยชน์ที่ได้รับ ความชัดเจนของจอแสดงผล ความเหมาะสมของเครื่องมือต่อการวัดแรงกระแทกโดยใช้ทักษะกีฬามวยไทย และคุณค่าของเครื่องทดสอบที่มีต่อกีฬามวยไทยอยู่ในระดับ ดีมาก นอกนั้นอยู่ในระดับดี

2. แรงจากผลการทดสอบแบบทิ้งน้ำหนัก (Drop Weight Testing) ลูกตุ้มหนัก 2 กิโลกรัม ที่วัดได้กับการคำนวณแรงกระแทกของเครื่องมือ มีความสัมพันธ์กันในระดับสูงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ($r = .80$)

3. แรงจากการทดสอบเครื่องวัดแรงกระแทกสำหรับทักษะกีฬามวยไทย ด้วยการทดสอบทักษะกีฬามวยไทยแบบต่างๆ ทั้งสองครั้งของกลุ่มทักษะการชก, การศอก, การเข่า และการเตะ มีความสัมพันธ์กันในระดับสูงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ($r = .98, .96, .90$ และ $.91$)

4. แรงจากเครื่องวัดแรงกระแทกสำหรับทักษะกีฬามวยไทย ที่ทำการทดสอบทักษะกีฬามวยไทยแบบต่างๆ โดยรวมทั้ง 2 ครั้ง มีความสัมพันธ์กันในระดับสูงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ($r = .96$)

## อภิปรายผล

จากผลการทดสอบเครื่องวัดแรงกระแทกสำหรับทักษะกีฬามวยไทยพบว่ามีค่าความเชื่อมั่นในระดับสูงเนื่องจากเครื่องมีโหลดเซลล์เป็นตัวรับสัญญาณจากแรงกระแทก และส่วนแสดงผลที่ผลิตและทดสอบค่าจากโรงงานอุตสาหกรรม เมื่อนำมาประกอบเข้ากับเป้าและโครงสร้างเครื่องวัดแรงกระแทกสำหรับทักษะกีฬามวยไทย จึงยังคงค่าความเที่ยงตรง และค่าความเชื่อมั่น

ในการทำการทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างจะพบว่าค่าผลของการทดสอบในแต่ละกลุ่มทักษะกีฬาทั้งสองครั้งมีค่าไม่เท่ากัน ซึ่งเกิดจากกลุ่มตัวอย่างใช้แรงกระทำต่อเป้าไม่เท่ากัน, ใช้แรงกระทำต่อเป้าไม่ตรงจุดเดิม, ใช้ท่าทาง และระยะห่างจากเป้าในการกระทำต่างกัน นอกจากนี้ ขนาดของเป้าก็มีส่วนต่อค่าความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้น ขนาดของเป้าที่ใหญ่ ก่อให้เกิดการกระจายของแรงที่มากระทำ หากเป้ามีขนาดเล็ก การกระจายของแรงมีน้อยจะช่วยลดค่าความคลาดเคลื่อนลงอีก ดังจะเห็นได้ว่าค่าของแรงจากการใช้ทักษะการชกกับการเตะ โดยปกติแล้วการเตะควรจะมีแรงที่วัดได้มากกว่าการชก แต่ผลการทดสอบครั้งนี้การเตะวัดแรงออกมาได้ใกล้เคียงกับการชก เนื่องจากกลุ่มตัวอย่างใช้วิธีการเตะเฉียงโดยให้หน้าแข้งกระทบกับเป้า ขนาดของหน้าแข้งที่ทาบไปทั่วเป้าในการเตะก่อให้เกิดการกระจายของแรง ค่าของแรงที่วัดออกมาจึงได้น้อย เมื่อเปรียบเทียบกับการชกซึ่งควรจะมีค่าของแรงที่วัดได้น้อยกว่า แต่การใช้สันหมัดชกเข่าที่บริเวณกลางเป้าก่อให้เกิดการกระจายของแรงน้อย ค่าของแรงที่วัดออกมาจึงได้ค่าใกล้เคียงความจริง ส่วนการศอกและการเข่านั้นส่วนปลายของศอกและเข่าจากการส่งแรงของร่างกายสามารถพุ่งเข้ากระแทกบริเวณกลางเป้าโดยตรง ในบริเวณที่ไม่กว้างเท่ากับการเตะค่าของแรงที่วัดออกมาได้จึงมีค่ามากใกล้เคียงความเป็นจริง ดังนั้นในการทดสอบทักษะการเตะจึงควรเน้นให้ผู้เข้ารับการทดสอบเตะด้วยหลังเท้าให้เข้าบริเวณกลางเป้าให้มากที่สุดเพื่อให้ได้ค่าของแรงที่วัดออกมาได้มีค่ามากใกล้เคียงความเป็นจริงมากที่สุด

จากผลการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ทำให้ได้เครื่องวัดแรงกระแทกสำหรับทักษะกีฬามวยไทย ที่มีประสิทธิภาพการทำงานในระดับสูง มีราคาถูกกว่าของต่างประเทศ และมีความเหมาะสมต่อการนำไปทดสอบทักษะกีฬามวยไทยโดยตรง ·อีกทั้งสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการวัดค่าแรงกระแทกจากการใช้ทักษะกีฬาชนิดอื่นได้อย่างมีคุณภาพ

## ข้อเสนอแนะ

### ข้อเสนอแนะที่ได้จากการวิจัยครั้งนี้

1. โครงสร้างของเครื่องวัดแรงกระแทกควรเน้นที่ความแข็งแรงเป็นอันดับแรก เพราะจะต้องรับแรงกระแทกจากการทดสอบอยู่เนืองๆ หากขาดความแข็งแรงอาจเป็นอันตรายต่อผู้เข้าทำการทดสอบ

2. ค่าความเชื่อมั่นของเครื่องมือขึ้นอยู่กับเซ็นเซอร์ (Sensor) เป็นสำคัญ จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องทำการปรับเทียบ (Calibration) โดยใช้เครื่องมือปรับเทียบโหลดเซลล์ (Load Cell Calibration) ทำการปรับเทียบเครื่องมือวัดเหล่านั้นเสมอ ซึ่งการปรับเทียบนี้จะเป็นส่วนประกอบอย่างหนึ่งในการกำหนดค่าความแม่นยำและความถูกต้องของเครื่องมือวัด อันเป็นผลให้เครื่องมือมีค่าความเชื่อมั่นต่อไป

3. ในการทดสอบทักษะการเตะควรเน้นให้ผู้เข้ารับการทดสอบเตะด้วยหลังเท้าให้เข้าบริเวณกลางเป้าให้มากที่สุด เพื่อให้ได้ค่าของแรงที่วัดออกมาได้มีค่ามากใกล้เคียงความเป็นจริงมากที่สุด

4. ควรปรับขนาดของเป้าให้เล็กลงเป็นขนาด 20 x 20 ซม. (ของเดิม 20 x 40 ซม.) เพื่อลดการกระจายของแรงที่มากระทำต่อเป้า และเน้นให้ผู้เข้าทำการทดสอบใช้แรงกระทำให้ตรงจุดกลางเป้ามากที่สุด ซึ่งจะทำให้ได้ค่าแรงที่ใกล้เคียงความเป็นจริงมากที่สุด

5. ควรปรับปรุงตัวเป้าให้สามารถปรับมุม ควั่ำ-หงาย เพื่อรับรับแรงกระแทกที่ตรงกับมุมของการใช้อวัยวะของร่างกายในการใช้ทักษะกีฬามวยไทย แต่ละทักษะ ซึ่งมีมุมที่แตกต่างกัน

**ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป**

1. ควรใช้คอมพิวเตอร์บันทึกผลประมวลผล และเขียนกราฟค่าของแรงที่วัดได้ โดยต่อส่วนบันทึกผล ประมวลผลเข้ากับคอมพิวเตอร์ และเขียนโปรแกรมรองรับเพื่อให้สามารถทำการทดสอบต่อเนื่องได้

2. สามารถปรับปรุงประสิทธิภาพของเครื่องมือที่ใช้เพื่อรายงานค่าของแรงดล (impulse) สามารถวัดค่าของแรงออกมาในรูปของกราฟ และหน่วยของแรง

3. สามารถปรับเครื่องมือนี้ไปใช้กับการวัดแรงกระแทกในกีฬาประเภทอื่นๆ ได้

# บรรณานุกรม

# บรรณานุกรม


กิจฑพงศ์ นาคเขียว, ธวัช จีระพงษ์ และ ผดุงศักดิ์ โทธรรม. (2541). *การศึกษาเครื่องชั่งอิเล็กทรอนิกส์.* ปริญญานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ:บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าฯ. ถ่ายเอกสาร.

ครองจักร งามมีศรี. (2530). *แบบทดสอบทักษะกีฬามวยไทยสำหรับนักศึกษาชายวิทยาลัยพลศึกษา.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

จรวย แก่นวงษ์คำ. (2530). *มวยไทย มวยสากล.* กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.

จรัสเดช อุลิต. (2527). *มวยไทย.* กาฬสินธุ์ : ประสานการพิมพ์.

บุญยงค์ ภู่นันทพงษ์. (2531). *การวัดและควบคุมทางอุตสาหกรรม.* กรุงเทพฯ : ฟิสิกส์เซ็นเตอร์.

ประพัฒน์ ลักษณพิสุทธิ์. (2536). *ผลของการลดน้ำหนักและการชดเชยที่มีต่อประสิทธิภาพของนักมวย.* วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.

พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2543). *วิธีวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์.* พิมพ์ครั้งที่ 8. กรุงเทพฯ : สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

โพธิ์สวัสดิ์ แสงสว่าง. (2524). *มวยไทย.* มหาสารคาม : วิทยาลัยครูมหาสารคาม. อัดสำเนา.

มงคล คำเมือง. (2532). *การศึกษาเกี่ยวกับกีฬามวยไทย.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

ลือชา สุบรรณพงษ์. (2527). *เอกสารประกอบคำบรรยายวิชามวยไทย.* กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ พลศึกษา.

วริทธิ์ อึ้งภากรณ์, และชาญ ถนัดงาน. (2521). *การออกแบบเครื่องจักรกล.* กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น

วาสนา คุณาอภิสิทธิ์. (2539). *การสอนพลศึกษา.* กรุงเทพฯ : พิมพ์ดี.

วิริยา บุญชัย. (2523). *การทดสอบและวัดผลทางพลศึกษา.* กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช.

แสวง ศิริไปล์. (2526). *มวยไทย มวยสากล.* กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ พลศึกษา อัดสำเนา.

Beraud, P. and Y., Gahery, Y. (1997, 18 April). "Posturo-Kinetic Effects on Kicking Movements of a Lack of Initial Ground Support Under the Moving Leg," *Neuroscience Letter.* 226(1) : 5-8.

Chuang, Long-Ren, Liu, Yu. and Norman, Yang. (1998). *Intersegmental Dynamics Analysis of the Penetrating Strike and Surface Strike in Chinese Martial Arts.* Taipei : Chinese Culture University, Taiwan.

Chuang, T.Y. and Lieu, D.K. (1992). "A Parametric Study of the Thoracic Injury Potential of Basic Taekwondo Kicks," *Journal Biomechanics England.* 114(3) : 346-51.

Chung, Yu-Chen. and Chen-Fu, Huang. (1998). *The Biomechanical Analysis of Straight and FlexuralLeg Swing the Chinese Martial Arts Jumping Front Kick.* Taipei : National Taiwan Normal University, Taiwan.

Dally, James W., Riley, William F. & McConnell, Kenneth G. (1993). *Instrumentation for Engineering Measurement.* 2nd ed. Singapore : John, Wiley. & Sons.

Harkonen, R., Harju, R. and Alaranta, H. (1993, October). "Accuracy of the Jamar Dynamometer," *Journal Hand Therapy*. 6(4) : 259-262.

Karpilowski, Bohdan. (1998). *Boxing Training Simualator Application in Martial Sport*. Warsaw : Department of Research Instruments Construction, Institute of Sport in Warsaw, Poland.

Kim, Seung Kwon. (1993). *A Biomechanical Analysis of the Taekwondo Front Thrust Kick*. Volume 54/08-A of Dissertation Abstracts International. p. 2945. Madison : The University of Wisconsin.

Lindbeck, L. (198, May). "Impulse and Moment of Impulse in the Leg Joints by Impact from Kicking," *Journal Biomechanics England*. 105(2) : 108-111.

Margret, Jonsdottir and Finch, Alfred. (1998). *Ball Velocity and Kinetics of the Supporting Foot During Two Soccer Kicks, Performed by Female Soccer Players*. Terre Haute : Indiana State University, USA.

McCann, Steven Ward. (1992). *Kinematics Analysis of the GYAKU-ZUKI (Reverse Punch) in ZENKUTSU-DACHI (Front Stance)*. Masters Abstracts. San Jose State University.

Oggero, E., Pagnacco, D.R., Morr, G. and Berme, N. (1999). "How Force Plate Size Influences the Probability of Valid Gait Data Acquisition," *Biomedical Science Instrument*. 35 : 3-8.

Pearson, Jake N. (1997). *Kinematics and Kinetics of theTaekwon-do Turning- kick.* Dissertation for the degree of Bachelor of Physical Education at the University of Otago, Dunedin, New Zealand.

Roy, B. A., Bernier-Cardou, M., Cardou. and Plamondon, A. (1984, Decembet). "Influence of Bandages on the Strength of Impact of Punches in Boxing," *Canada Journal Apply Sport Science*. 9(4) : 181-187.

Serina, E.R. and Lieu, D.K. (1992, October). "Thoracic Injury Potential of Basic Competition Taekwondo Kicks," *Journal Biomechanics*. 25(10) : 1247-8.

Smith, M.S., Dyson, T., Hale, R.J. and Janaway, L. (2000, June). "Development of a Boxing Dynamometer and Its Punch Force Discrimination Efficacy," *Journal Sports Science*. 8(6) : 445-450.

Stephens, J.L.,Pratt, N. and Parks, B. (1996, January). "The Reliability and Validity of the Tekdyne Hand Dynamometer : Part I," *Journal Hand Therapy*. 9(1) : 10-17.

Sidthilaw, Suwat. (1997). *Impact Force and Kinematic Analysis of Roundhouse Kicks in Thai Boxing*. Biomechanics Laboratory : Oregon State University.

Yu, Liu., Long-Ren, Zhuang., Yu-Chen, Chung. and Chang-Fu, Huang. (1998). *Intersegment Dynamics Analysis of "JUMP-SLAP-KICK" in Chinese Martial Arts*. Taipei : Chinese Culture University and National Taiwan Normal University, Taiwan.

# ภาคผนวก

# ภาคผนวก ก
# ทรานดิวเซอร์

## ทรานดิวเซอร์ (Tranducer)

ดอลลี, ไรลี และแม็คคอนแนล (Dally, Riley & McConnell. 1993 : 253-262) ได้สรุปเรื่องการวัดแรงว่า ทรานดิวเซอร์ (Tranducer) คือเครื่องมือที่แปลงพลังงานอย่างหนึ่งเป็นอีกอย่างหนึ่ง ดังเช่นแบตเตอรี่ (Battery) เป็นเครื่องมือเปลี่ยนพลังงานเคมีเป็นพลังงานไฟฟ้า หรือเทอร์โมมิเตอร์แบบแท่งแก้ว (Thermometer) ที่แปลงพลังงานความร้อนเป็นพลังงานกลแล้วไปแทนที่ของเหลวในแท่งแก้ว

ทรานดิวเซอร์ โดยทั่วไปถูกใช้เพื่อวัดความดันของของเหลว, ชั่งน้ำหนัก, อัตราเร่ง, การแทนที่, แรงบิด ฯลฯ คำว่า"เซลล์" (Cell) มักใช้เพื่อให้เกิดความสะดวกในการบ่งบอกถึง ทรานดิวเซอร์ที่สร้างมาพร้อมที่จะใช้งานอย่างสะดวก เช่น โหลดเซลล์ (Load Cell) เพรสเซอร์เซลล์ (Pressure Cell) ทรานดิวเซอร์แต่ละแบบจะมีชื่อเรียกเฉพาะตามรูปร่างและหน้าที่ ที่ถูกนำมาใช้งานในการวัดค่า ทรานดิวเซอร์อาจถูกผลิตขึ้นมาให้มีความแตกต่างกันในคุณสมบัติด้านความต้านทาน-การชักนำไฟฟ้า ขนาดจุ ทรานดิวเซอร์มักประกอบด้วยชิ้นส่วนที่ยืดหยุ่นได้ (Elastic Member) ซึ่งจะเกิดการโก่งงอ และเกิดความเครียด เมื่อได้รับแรงจากพลังงานกล ตัวรับสัญญาณการโก่งงอ หรือแผ่นวัดค่าความเครียด (แผ่นขดเส้นโลหะ) หรือสเตรนเกจ (Strain Gage) ที่ติดอยู่กับชิ้นส่วนที่ยืดหยุ่น จะให้ค่าสัญญาณไฟฟ้าที่เป็นสัดส่วนกับแรงที่มากระทำออกมา คุณสมบัติของทรานดิวเซอร์ เช่น พิสัย ความไว ความเป็นสมการเชิงเส้น ขึ้นอยู่กับ ขนาดและรูปร่างของชิ้นส่วนที่ยืดหยุ่นได้ วัสดุที่นำมาใช้เป็นชิ้นส่วนที่ยืดหยุ่นได้ และตัวรับสัญญาณ

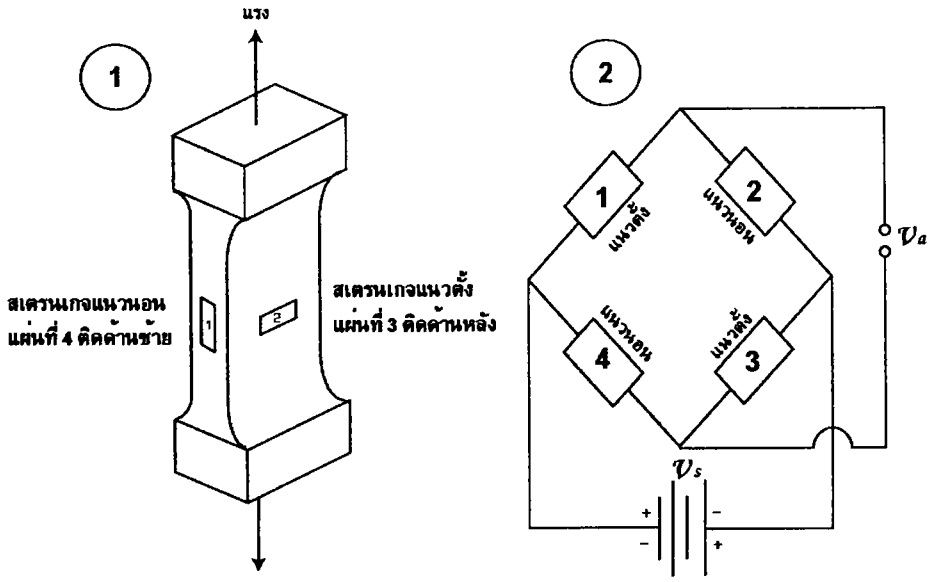
บทบาทกว้างๆ ของทรานดิวเซอร์ในเชิงการค้าที่พบคือการนำมาใช้วัดแรง (Load Cell) แรงบิด (Torque Cell) และแรงกดดัน (Pressure Cell) ลักษณะของชิ้นส่วนยืดหยุ่นได้ที่ออกแบบให้นำมาใช้ใน ทรานดิวเซอร์มีรูปร่างแตกต่างกันออกไป ประกอบด้วย แบบข้อลูกโซ่(Links) แบบวงแหวน (Rings) แบบแท่ง (Columns) แบบคาน (Beams) แบบกระบอก (Cylinders Tubes) แบบไขว้ (Shear Webs) หรือลักษณะอื่นตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการใช้ประโยชน์

**เครื่องมือวัดแรง(Load Cell)**

ชิ้นส่วนยืดหยุ่นได้โดยทั่วไปที่ใช้ในโหลดเซลล์(Load Cell) มักเป็นแบบลูกโซ่ แบบคาน แบบวงแหวน และแบบไขว้ คุณสมบัติในการทำงานโดยทั่วไปของทรานดิวเซอร์ที่มีชิ้นส่วนยืดหยุ่นได้เป็นส่วนประกอบมีดังนี้

โหลดเซลล์แบบลูกโซ่ (Links - Type) โหลดเซลล์แบบลูกโซ่ที่มีสเตรนเกจ(Strain Gage) เป็นตัวรับสัญญาณสามารถวัดแรงทั้งแรงดึงและแรงกด สเตรนเกจ 4 ตัว ที่ติดกับชิ้นส่วนยืดหยุ่นได้แบบลูกโซ่จะมี 2 ตัวติดในแนวตั้ง และอีก 2 ตัวติดในแนวนอน สเตรนเกจทั้ง 4 ตัว เชื่อมต่อด้วยสายนำสัญญาณกับวงจรวีทสโตน บริดจ์ (Wheatstone Bridge) โดยสเตรนเกจตัวที่ติดแนวตั้งจะอยู่ในแขนที่ 1 กับ 3 และสเตรนเกจตัวที่ติดในแนวนอนจะอยู่ในแขนที่ 2 กับ 4 ของวงจร ความไวของโหลดเซลล์แบบลูกโซ่ขึ้นอยู่กับพื้นที่หน้าตัดของชิ้นส่วนยืดหยุ่นได้, คุณสมบัติความยืดหยุ่นของวัสดุที่นำมาทำเป็นชิ้นส่วนยืดหยุ่นได้, คุณสมบัติด้านปัจจัยของสเตรนเกจ และกระแสไฟฟ้าที่จ่ายเข้าเลี้ยงวงจร วีทสโตน บริดจ์ โดยทั่วไปจะใช้กระแสไฟฟ้า 10 V ซึ่งเมื่อมีแรงมากระทำกับโหลดเซลล์จะให้กระแสไฟฟ้ากลับออกประมาณ 30 mV กระแสไฟฟ้าที่ได้ออกมานี้สามารถตรวจได้ด้วย ดิจิตอล โวลท์มิเตอร์ (Digital Voltmeter) หรือหากสัญญาณไม่นิ่งก็สามารถนำมาแสดงได้ด้วย ออสซิลโลสโคป(Oscilloscope) ดังภาพประกอบ 16

โหลดเซลล์แบบลูกโซ่มีอัตราความยืดหยุ่นและอัตราความถี่ตามธรรมชาติสูง ซึ่งขึ้นอยู่กับมวลของปลายแต่ละด้านของชิ้นส่วนยืดหยุ่นได้ พิสัยของโหลดเซลล์แบบลูกโซ่คำนวณจากพื้นที่หน้าตัดและค่าความทนทานต่อความล้าของวัสดุที่นำมาทำเป็นชิ้นส่วนยืดหยุ่นได้




**โหลดเซลล์แบบลูกโซ่ (Link Type Load Cell)**

**1. ชิ้นส่วนยืดหยุ่นได้กับสเตรนเกจ**

**2. แผ่นสเตรนเกจและตำแหน่งที่ต่อกับแขนวงจร วีทสโตน บริดจ์ (Wheatstone Bridge)**

ภาพประกอบ 1 โหลดเซลล์แบบลูกโซ่กับการติดแผ่นสเตรนเกจ และวงจรวีทสโตน บริดจ์

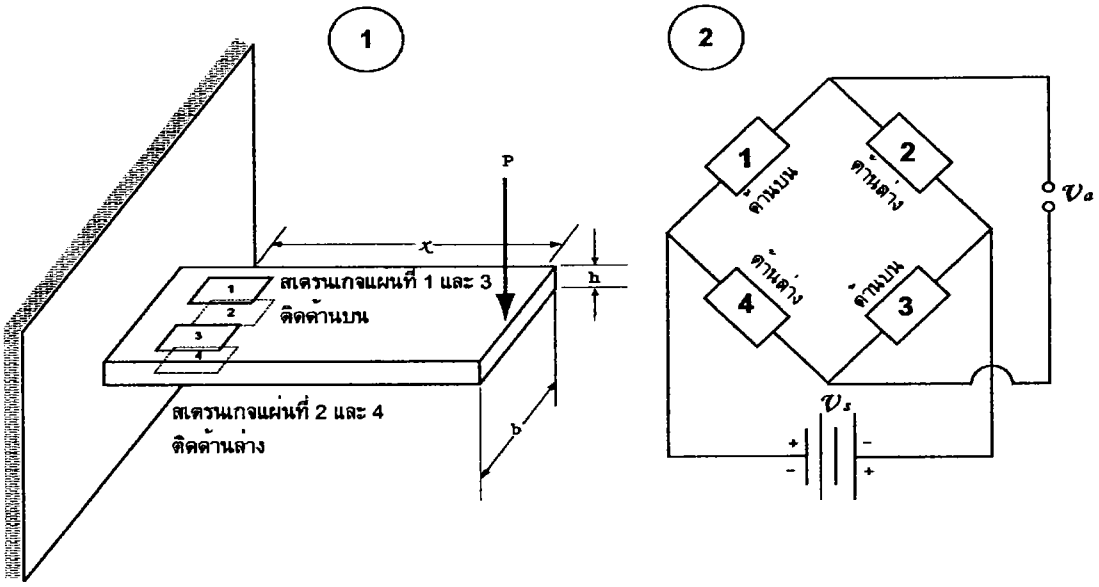
โหลดเซลล์แบบคาน (Beam - Type) โหลดเซลล์แบบคานใช้โดยทั่วไปเพื่อวัดแรงที่มีระดับต่ำ ซึ่งโหลดเซลล์แบบลูกโซ่แข็งเกินกว่าที่จะใช้วัด หลักการทำงานของโหลดเซลล์แบบคานประกอบด้วยชิ้นส่วนยืดหยุ่นได้ ที่มีสเตรนเกจติดด้านบน 2 แผ่นและด้านล่าง 2 แผ่น (ติดตามแนวยาวของคาน) แล้วต่อกันเป็นวงจรวีทสโตน บริดจ์ ดังภาพประกอบ 17

ความไวของโหลดเซลล์แบบคานขึ้นอยู่กับรูปร่าง ขนาดพื้นที่หน้าตัด, ค่าโมดูลัสของความยืดหยุ่น (Modulus of Elasticity) ของวัสดุที่ใช้เป็นคาน, ระยะระหว่างแผ่นสเตรนเกจกับจุดที่แรงมากระทำ, แผ่นสเตรนเกจ และกระแสไฟฟ้าที่จ่ายเข้าวงจรวีทสโตน บริดจ์

พิสัยของโหลดเซลล์แบบคานขึ้นอยู่กับรูปร่าง ขนาดพื้นที่หน้าตัด, ตำแหน่งที่แรงมากระทำกับคาน , ความทนทานต่อความล้า (Fatigue) ของวัสดุที่มาทำเป็นคาน, ระยะระหว่างแผ่นสเตรนเกจกับฐานยึดคาน

ความไวและพิสัยของโหลดเซลล์แบบคาน สามารถเปลี่ยนแปลงได้หากเปลี่ยนจุดที่แรงมากระทำ ความไวสูงสุดและพิสัยต่ำสุดเกิดจากระยะระหว่างจุดที่แรงมากะทบคานกับตำแหน่งที่ติดสเตรนเกจ ความไวจะลดลงและพิสัยจะเพิ่มขึ้นเมื่อระยะระหว่างจุดที่แรงมากะทบคานกับตำแหน่งที่ติดสเตรนเกจใกล้กัน

เมื่อเปรียบเทียบกันระหว่างโหลดเซลล์แบบคาน กับโหลดเซลล์แบบแท่ง โหลดเซลล์แบบคานจะมีความไว มากกว่าโหลดเซลล์แบบแท่ง 50% ในทางการค้าโหลดเซลล์แบบคานจึงได้รับความนิยมมากกว่า




**โหลดเซลล์แบบคาน (Beam Type Load Cell)**

**1. องค์ประกอบของชิ้นส่วนยืดหยุ่นได้กับแผ่นสเตรนเกจ**

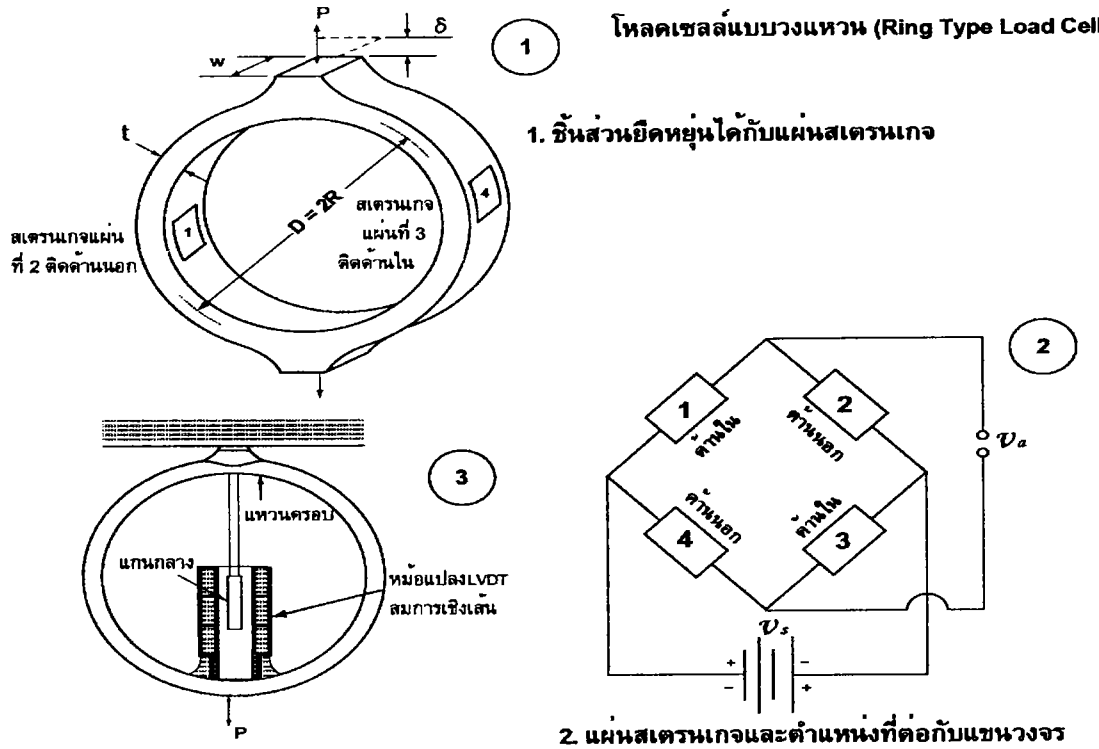
**2. แผ่นสเตรนเกจและตำแหน่งที่ต่อกับแขนวงจร วีทสโตน บริดจ์ (Wheatstone Bridge)**

ภาพประกอบ 2 โหลดเซลล์แบบคานกับการติดแผ่นสเตรนเกจ และวงจรวีทสโตน บริดจ์

โหลดเซลล์แบบวงแหวน (Ring - Type) โหลดเซลล์แบบวงแหวนประกอบด้วยวงแหวนด้านนอก ซึ่งทำหน้าที่เป็นวัสดุยืดหยุ่น โหลดเซลล์แบบวงแหวนถูกออกแบบให้ครอบคลุมพิสัยของแรงกว้างๆ ด้วยการกำหนดรัศมี R, ความหนา t และความลึก w ของตัววงแหวน และสามารถใช้ได้ตัวรับสัญญาณที่เป็น สเตรนเกจ และ หม้อแปลงวัดความแตกต่างของค่าความเป็นเส้นตรง LVDT ( Linear Variable Differential Transformer) ดังภาพประกอบ 18

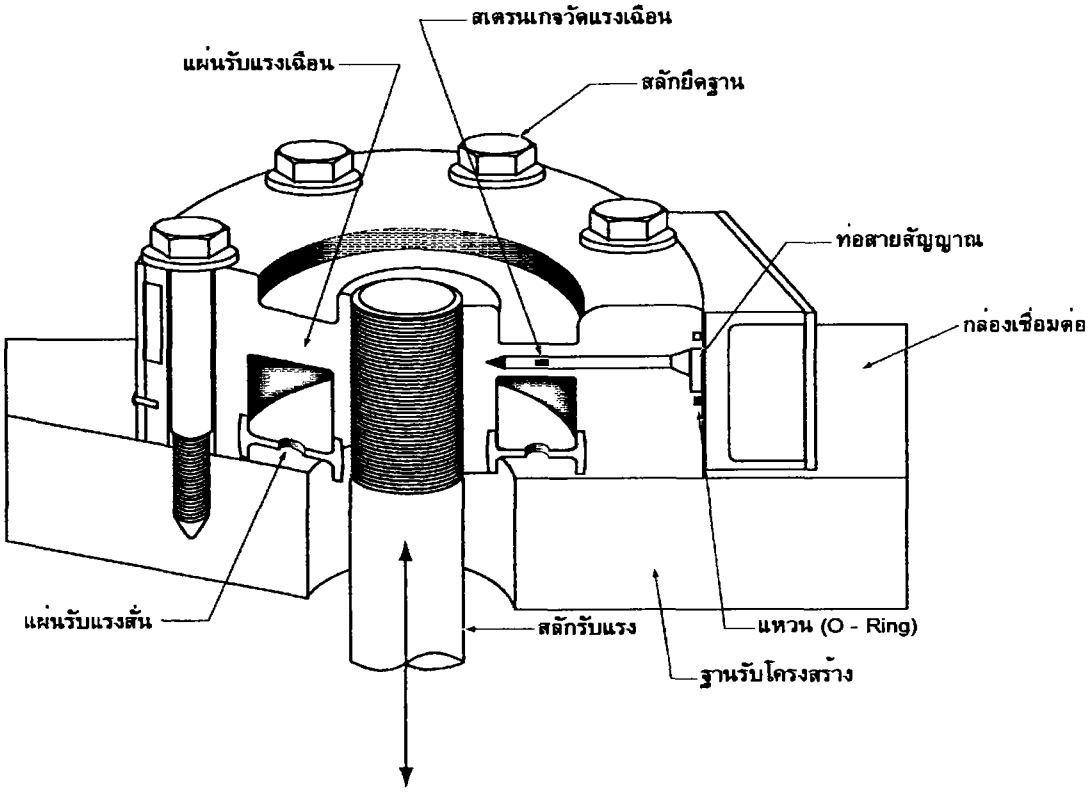
ความไวของโหลดเซลล์แบบวงแหวนขึ้นอยู่กับ รูปทรงทางเรขาคณิตของตัววงแหวน (รัศมี, ความหนา และความลึก), วัสดุที่นำมาสร้างเป็นวงแหวน และคุณสมบัติของ สเตรนเกจ หรือโหลดเซลล์

พิสัยของโหลดเซลล์แบบวงแหวน ถูกควบคุมโดยความแข็งแรงของวัสดุที่นำมาสร้างเป็นวงแหวน หากโหลดเซลล์แบบวงแหวนถูกนำไปใช้ในการวัดแรงที่มาทำเป็นจังหวะ ความทนทานต่อความล้าของวัสดุจะมีความสำคัญมาก หากโหลดเซลล์แบบวงแหวนถูกใช้เพียงเพื่อวัดแรงคงที่ ช่วงพิกัดความเป็นสัดส่วนของวัสดุจะเป็นตัวกำหนดพิสัยของโหลดเซลล์ ความเค้นสูงสุดของวัสดุวงแหวนจะเกิดที่ด้านบนและด้านล่างของวงแหวน และสูงที่สุดบนพื้นผิวด้านในของวงแหวนบริเวณแนวตั้งฉากกับเส้นผ่าศูนย์กลางของแรงที่มากระทำ




ภาพประกอบ 3 โหลดเซลล์แบบวงแหวน การติดแผ่นสเตรนเกจ วงจรวีทสโตน บริดจ์และโหลดเซลล์แบบวงแหวนที่มีหม้อแปลง LVDT เป็นตัวรับสัญญาณ

โหลดเซลล์วัดแรงเฉือน (Shear – Web – Type Load Cell) โหลดเซลล์วัดแรงเฉือน หรือโหลดเซลล์แบนมีประโยชน์มากในการใช้งานที่มีระยะของแนวแรงที่มากระทำจำกัด ตัวโหลดเซลล์ประกอบด้วยแกนรับแรงด้านใน และครีบรองรับด้านนอก เชื่อมต่อกันด้วยแผ่นเยื่อบางๆต่อกัน มีสเตรนเกจที่ตอบสนองต่อความเครียดจากแรงเฉือนเป็นตัวรับสัญญาณ สเตรนเกจจะถูกติในช่องที่เจาะเข้าหาจุดศูนย์กลาง ดังภาพประกอบ 19 โหลดเซลล์วัดแรงเฉือน มีความกระทัดรัดและแข็งแกร่ง สามารถใช้วัดแรงต่อเนื่องที่มีความถี่สูงได้ดีกว่าโหลดเซลล์แบบคาน

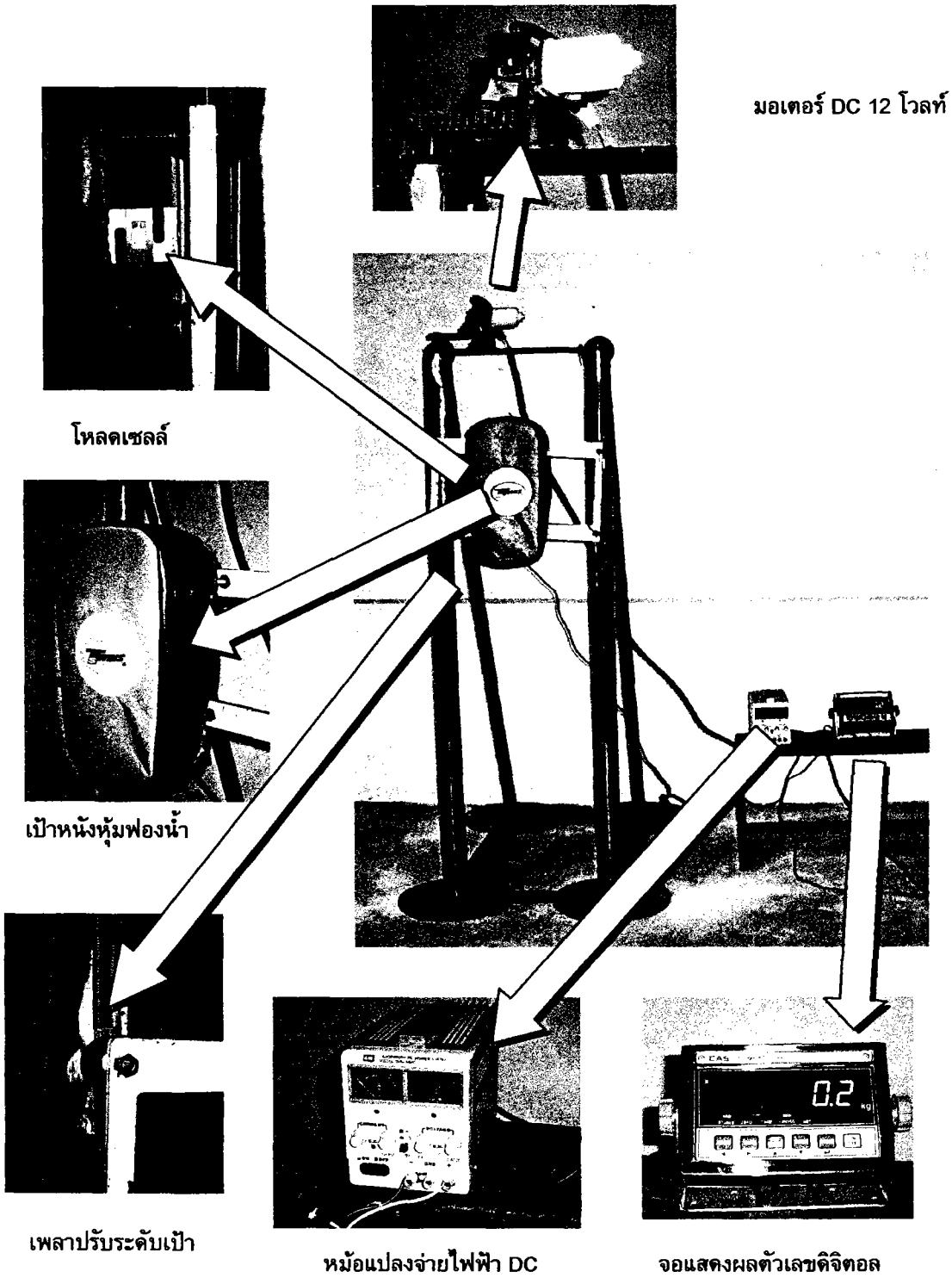



**โหลดเซลล์แบบแรงเฉือน (Shear Web Type Load Cell) โครงสร้างโหลดเซลล์วัดแรงเฉือน**

ภาพประกอบ 4 โหลดเซลล์วัดแรงเฉือน

# ภาคผนวก ข
# คู่มือการใช้เครื่องวัดแรงกระแทกสำหรับทักษะกีฬามวยไทย

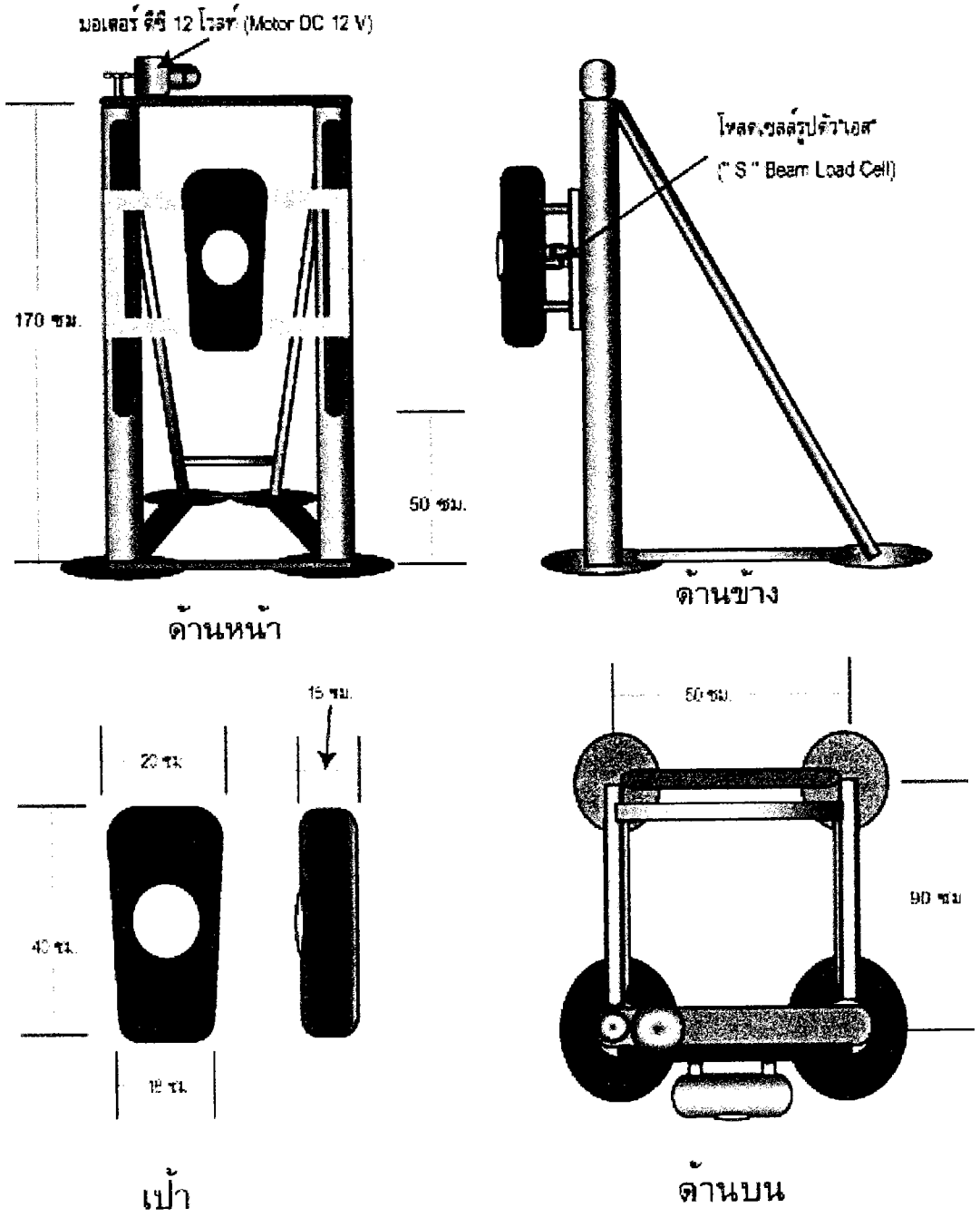
# ส่วนประกอบเครื่องวัดแรงกระแทกสำหรับทักษะกีฬามวยไทย




ภาพประกอบ 5 เครื่องวัดแรงกระแทกสำหรับทักษะกีฬามวยไทย

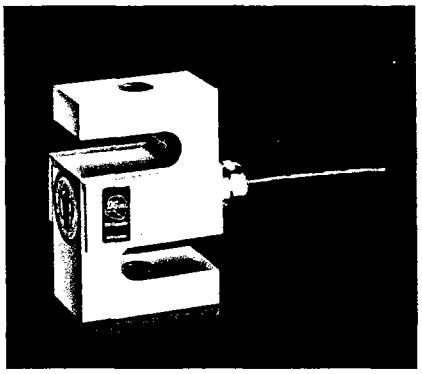
# โครงสร้างเครื่องวัดแรงกระแทก

## IMPACT FORCE PLATE STRUCTURE



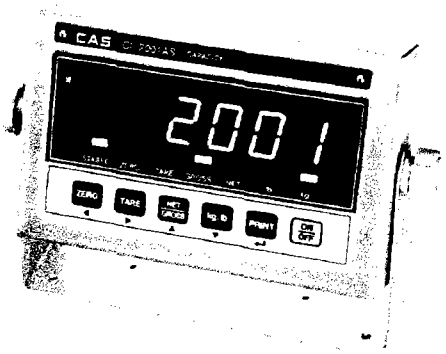

ภาพประกอบ 6 โครงสร้างเครื่องวัดแรงกระแทก

# โหลดเซลล์ และจอแสดงผล



| | | |
|---|---|---|
| Recommended Excitation | DC 10v | Recommended Excitation |
| Maximum Excitation | DC 15v | Maximum Excitation |
| Zero Balance | ± 1% R.O | Zero Balance |
| Input Resistance | 400 ± 25 §Ù | Input Resistance |
| Output Resistance | 350 ± 3.5 §Ù | Output Resistance |
| Insulation Resistance | > 2000 M §Ù | Insulation Resistance |
| Cable | 20 ft / 6m 4 conductor with shield | Cable |

## TECHNICAL SPECIFICATION



| Analog Part | |
|---|---|
| Load cell excitation voltage | DC 5V. up to 4 × 350Ω load cells |
| Full scale input signal | 20mV. including dead load |
| Zero adjust range | 0.05mV ~ 5mV |
| Input sensitivity | 2 ㎶/D(H-44. OIML)<br>0.5 ㎶/D(Non H-44. OIML) |
| System linearity | Within 0.01% of FS |
| A/D internal resolution | Approximately 200,000 counts |
| A/D external resolution | 5,000dd(H-44. OIML)<br>30,000dd(Non H-44. OIML) |
| A/D conversion speed | 10 times/sec |

| Digital Part | | |
|---|---|---|
| Span calibration | Full Digital Calibration: SPAC™<br>(Single pass automatic span calibration) | |
| Display | CI-2001AS | LED(6 digit) |
| | CI-2001BS | LCD(5 digit) |
| Size of letter | CI-2001AS | 25mm(Height) |
| | CI-2001BS | 25mm(Height) |
| Display below zero | "-" minus signal | |
| Additional symbols | CI-2001AS | Zero. Tare. Gross. Net. Stable |
| | CI-2001BS | Zero. Net. Stable |
| AC adapter | AC 110V/220V. 50/60Hz(DC 12V. 500mA) | |
| Power consumption | CI-2001AS | 10W |
| | CI-2001BS | 1W |
| Operating temperature | -10℃ ~ +40℃ | |
| Overall dimensions | 200mm × 130mm × 53mm | |
| Weight | 2kg | |

ภาพประกอบ 7 โหลดเซลล์และจอแสดงผล

# การทดสอบทักษะกีฬามวยไทย

ในการทดสอบการใช้ทักษะกีฬามวยไทยกับเครื่องวัดแรงกระแทกที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ผู้วิจัยได้กำหนดทักษะกีฬามวยไทยที่จะทำการทดสอบทั้ง 2 ครั้ง แต่ละทักษะไว้ดังนี้

1. ทักษะการชก กำหนดให้ใช้วิธีการชกหมัดตรง โดยก่อนทำการทดสอบให้ผู้เข้ารับทำการทดสอบอบอุ่นร่างกายก่อน จากนั้นให้ผู้เข้ารับทำการทดสอบไปทดลองชกหมัดตรงด้วยการบิดสันหมัดให้กระแทกบริเวณกลางเป้าของเครื่องวัดแรงกระแทกเบาๆ ด้วยหมัดข้างที่ถนัด เพื่อหาระยะและตำแหน่งการยืนที่ดีที่สุด เมื่อทำการชกหมัดตรงแล้วส่วนของสันหมัดของผู้เข้ารับทำการทดสอบกระแทกที่บริเวณกลางเป้าของเครื่องวัดแรงกระแทกในระยะสุดแขนพอดี เมื่อผู้เข้ารับทำการทดสอบพร้อมแล้วจึงเริ่มทำการทดสอบ โดยให้ผู้เข้ารับทำการทดสอบชกหมัดตรงด้วยแรงสูงสุด 3 ครั้ง บันทึกค่าแรงสูงสุดเป็นค่าแรงที่สามารถทำได้

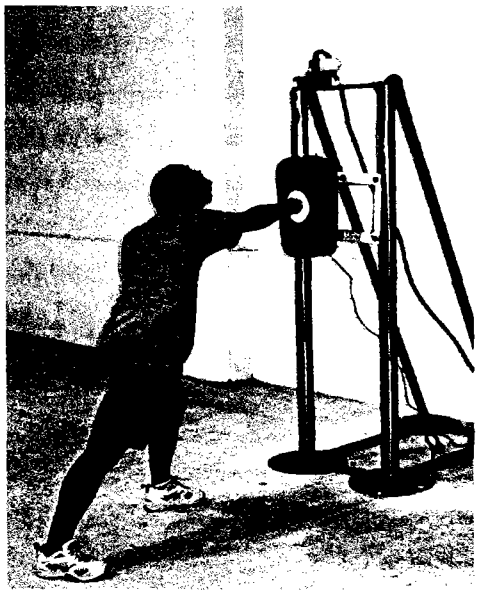
2. ทักษะการศอก กำหนดให้ใช้วิธีการศอกแบบศอกตัด โดยก่อนทำการทดสอบให้ผู้เข้ารับทำการทดสอบอบอุ่นร่างกายก่อน จากนั้นให้ผู้เข้ารับทำการทดสอบไปทดลองตีศอกเป้าของเครื่องวัดแรงกระแทกเบาๆ ด้วยศอกข้างที่ถนัด เพื่อหาระยะและตำแหน่งการยืนที่ดีที่สุด เมื่อทำการตีศอกแล้วส่วนของศอกของผู้เข้ารับทำการทดสอบกระแทกที่บริเวณกลางเป้าของเครื่องวัดแรงกระแทกพอดี เมื่อผู้เข้ารับทำการทดสอบพร้อมแล้วจึงเริ่มทำการทดสอบ โดยให้ผู้เข้ารับทำการทดสอบตีศอกตัดด้วยแรงสูงสุด 1 ครั้ง บันทึกค่าแรงสูงสุดเป็นค่าแรงที่สามารถทำได้

3. ทักษะการเตะ กำหนดให้ใช้วิธีการเตะแบบเตะเฉียง โดยก่อนทำการทดสอบให้ผู้เข้ารับทำการทดสอบอบอุ่นร่างกายก่อน จากนั้นให้ผู้เข้ารับทำการทดสอบไปทดลองเตะเป้าของเครื่องวัดแรงกระแทกเบาๆ ด้วยขาข้างที่ถนัด เพื่อหาระยะและตำแหน่งการยืนที่ดีที่สุด เมื่อทำการเตะเฉียงแล้วส่วนของหน้าแข้งของผู้เข้ารับทำการทดสอบกระแทกที่บริเวณกลางเป้าของเครื่องวัดแรงกระแทกพอดี เมื่อผู้เข้ารับทำการทดสอบพร้อมแล้วจึงเริ่มทำการทดสอบ โดยให้ผู้เข้ารับทำการทดสอบเตะเฉียงด้วยแรงสูงสุด 1 ครั้ง บันทึกค่าแรงสูงสุดเป็นค่าแรงที่สามารถทำได้

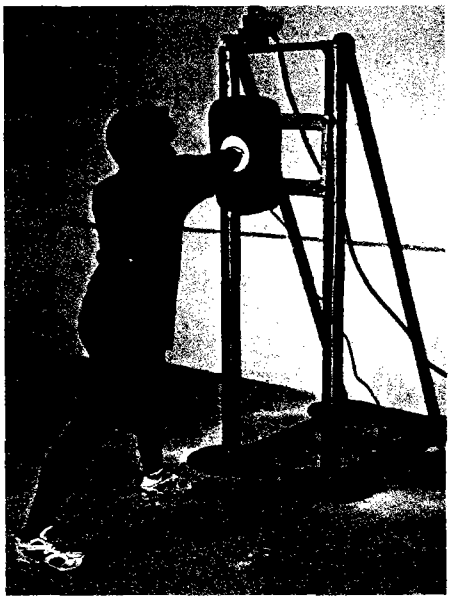
4. ทักษะการเข่า กำหนดให้ใช้วิธีการเข่าแบบเข่าเฉียง โดยก่อนทำการทดสอบให้ผู้เข้ารับทำการทดสอบอบอุ่นร่างกายก่อน จากนั้นให้ผู้เข้ารับทำการทดสอบไปทดลองตีเข่าเฉียงที่เป้าของเครื่องวัดแรงกระแทกเบาๆ ด้วยเข่าข้างที่ถนัด เพื่อหาระยะและตำแหน่งการยืนที่ดีที่สุด เมื่อทำการตีเข่าแล้วส่วนของปลายเข่าของผู้เข้ารับทำการทดสอบกระแทกที่บริเวณกลางเป้าของเครื่องวัดแรงกระแทกพอดี เมื่อผู้เข้ารับทำการทดสอบพร้อมแล้วจึงเริ่มทำการทดสอบ โดยให้ผู้เข้ารับทำการทดสอบตีเข่าเฉียงด้วยแรงสูงสุด 1 ครั้ง บันทึกค่าแรงสูงสุดเป็นค่าแรงที่สามารถทำได้

5. การคิดคะแนนการทดสอบแต่ละทักษะ เมื่อผู้รับการทดสอบได้ทำการทดสอบแต่ละทักษะครบให้นำค่าผลการทดสอบแต่ละทักษะมาเป็นคะแนนในการวิเคราะห์ข้อมูลต่อไป

# ทักษะกีฬามวยไทยที่ใช้ทำการทดสอบ

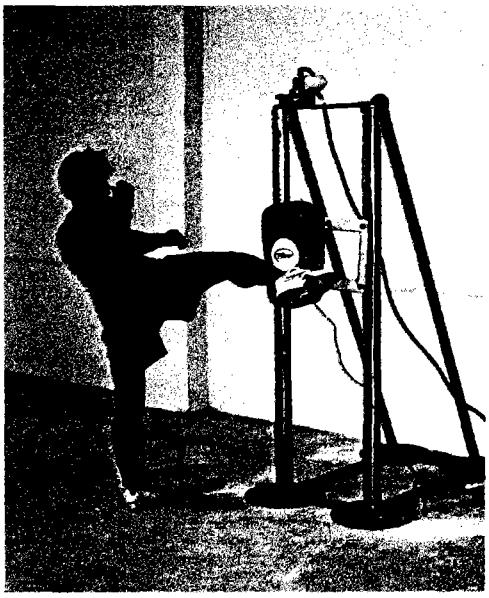


ทักษะการชก



ทักษะการศอก

ทักษะการเข่า



ทักษะการเตะ

ภาพประกอบ 8 ทักษะกีฬามวยไทยที่ใช้ทำการทดสอบ

## ข้อแนะนำในการใช้เครื่องวัดแรงกระแทก

ในการใช้เครื่องวัดแรงกระแทกให้ได้ผลที่เป็นจริงมากที่สุด ควรปฏิบัติดังนี้

1. ติดตั้งส่วนของเป้าวัดแรงกระแทกให้ยึดแน่นติดกับเสา หรือแท่นที่มีฐานที่มั่นคงไม่โยกเอน

2. เสียบปลั๊กต่อสายไฟ เปิดเครื่องขยายสัญญาณ และจอแสดงผล

3. ก่อนทำการทดสอบควรให้ผู้เข้ารับทำการทดสอบได้อบอุ่นร่างกาย และให้ทำการทดลองปรับระดับเป้า (เป้าของเครื่องวัดแรงกระแทกสามารถปรับระดับเลื่อนขึ้นสูง ต่ำได้) หาระยะการยืนห่างจากเป้าในการใช้ทักษะกีฬามวยไทยแต่ละชนิด เพื่อให้ได้ตำแหน่งการยืนที่ดีที่สุดที่สามารถออกแรงกระแทกได้สูงสุด

4. ในการทดสอบการใช้ทักษะกีฬามวยไทยแต่ละชนิด ควรเน้นให้ผู้เข้ารับการทดสอบ ออกแรงกระแทกให้กระทบบริเวณกลางเป้าของเครื่องวัดแรงกระแทก เพื่อจะได้ค่าของแรงกระแทกที่เป็นจริงมากที่สุด

## ประมาณการค่าวัสดุในการสร้างเครื่องวัดแรงกระแทกสำหรับทักษะกีฬามวยไทย

| | | |
|---|---|---|
| 1. ท่อสแตนเลส และเหล็ก | 1,500 | บาท* |
| 2. เหล็กแกนเพลา | 400 | บาท |
| 3. มอเตอร์ DC 12 v | 500 | บาท* |
| 4. โหลดเซลล์และจอแสดงผล | 35,000 | บาท* |
| 5. น็อตขนาดต่างๆ | 80 | บาท |
| 6. เป้าหนังหุ้มฟองน้ำ | 1,200 | บาท |
| รวม | 38,680 | บาท |

* หมายเหตุ ในการสร้างเครื่องมือครั้งนี้ผู้วิจัยได้รับการสนับสนุนวัสดุอุปกรณ์รายการที่ 1, 3 และ 4 จากสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตตาก ซึ่งมีวัสดุอุปกรณ์เหล่านี้อยู่แล้ว ซึ่งเป็นการนำวัสดุอุปกรณ์ที่มีมาประยุกต์ใช้งาน

# ภาคผนวก ค
# รายนามผู้เชี่ยวชาญ

# รายนามผู้เชี่ยวชาญ

| | |
|---|---|
| ชื่อ | นายสุวันชัย สินโพธิ์ |
| วุฒิทางการศึกษา | กศ.ม. อุตสาหกรรมศึกษา |
| ตำแหน่งหน้าที่การงาน | อาจารย์ 3 ระดับ 8 ผู้ช่วยผู้อำนวยการฝ่ายวิจัยและพัฒนา |
| สถานที่ทำงานปัจจุบัน | สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตตาก |

| | |
|---|---|
| ชื่อ | นายประมูล บัวน้อย |
| วุฒิทางการศึกษา | กศ.ม. อุตสาหกรรมศึกษา |
| ตำแหน่งหน้าที่การงาน | อาจารย์ 2 ระดับ 7 ผู้ช่วยผู้อำนวยการฝ่ายวิจัยและพัฒนา 2 |
| สถานที่ทำงานปัจจุบัน | สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตตาก |

| | |
|---|---|
| ชื่อ | นายสมนึก เครือสอน |
| วุฒิทางการศึกษา | วศ.ม. ไฟฟ้ากำลัง |
| ตำแหน่งหน้าที่การงาน | อาจารย์ 2 ระดับ 5 หัวหน้าศูนย์เครื่องเย็น |
| สถานที่ทำงานปัจจุบัน | สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตตาก |

| | |
|---|---|
| ชื่อ | นายสุรสิทธิ์ แสนทอน |
| วุฒิทางการศึกษา | ค.อ.ม. ไฟฟ้ากำลัง |
| ตำแหน่งหน้าที่การงาน | อาจารย์ 2 ระดับ 5 แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง |
| สถานที่ทำงานปัจจุบัน | สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตตาก |

| | |
|---|---|
| ชื่อ | นายธงชัย ยมลำภู |
| วุฒิทางการศึกษา | วศ.บ. อิเล็กโทรนิกส์ |
| ตำแหน่งหน้าที่การงาน | อาจารย์ 2 ระดับ 5 แผนกวิชาช่างอิเล็คโทรนิกส์ |
| สถานที่ทำงานปัจจุบัน | สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตตาก |

**แบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อการออกแบบและประสิทธิภาพของเครื่องวัดแรงกระแทกสำหรับทักษะกีฬามวยไทย**

กรุณาทำเครื่องหมาย / ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน โดยแต่ละช่องมีค่าระดับคะแนนดังนี้

5 = ดีมาก
4 = ดี
3 = ปานกลาง
2 = ควรปรับปรุง
1 = ใช้ไม่ได้

| ข้อที่ | รายการ | ระดับความคิดเห็น | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |
| | <u>ด้านการออกแบบ</u> | | | | | |
| 1 | ความเหมาะสมของการจัดตำแหน่งอุปกรณ์ | | | | | |
| 2 | ความเหมาะสมในการเลือกใช้วัสดุก่อสร้าง | | | | | |
| 3 | ความแข็งแรงของเครื่องทดสอบ | | | | | |
| 4 | ความสะดวกในการบำรุงรักษา | | | | | |
| 5 | ความสะดวกในการจัดเก็บเครื่องมือ – อุปกรณ์ | | | | | |
| 6 | ความปลอดภัยในการใช้งาน | | | | | |
| 7 | ต้นทุนการผลิตคุ้มกับประโยชน์ที่ได้รับ | | | | | |
| | <u>ด้านประสิทธิภาพการใช้งาน</u> | | | | | |
| 8 | ความสะดวกในการปฏิบัติการ และการใช้เครื่องมือ | | | | | |
| 9 | ความเที่ยงตรงในการทดสอบแรงกระแทกของตัวรับสัญญาณ (Sensor/Load Cell) | | | | | |
| 10 | ความชัดเจนของจอแสดงผล | | | | | |
| 11 | การปรับระดับของเป้าด้วยมอเตอร์ | | | | | |
| 12 | ความเหมาะสมของเครื่องมือต่อการวัดแรงกระแทกโดยใช้ทักษะกีฬามวยไทย | | | | | |
| 13 | คุณค่าของเครื่องทดสอบที่มีต่อกีฬามวยไทย | | | | | |
| | | | | | | |

# ประวัติย่อผู้วิจัย

# ประวัติย่อผู้วิจัย

| | |
|---|---|
| ชื่อ ชื่อสกุล | นายเทอดทูล โตดีรี |
| เกิดวันที่ | 7 ธันวาคม 2504 |
| สถานที่เกิด | อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา |
| สถานที่อยู่ปัจจุบัน | 41/47 หมู่ 7 ถนนพหลโยธิน ตำบลไม้งาม อำเภอเมือง จังหวัดตาก 63000 |
| ตำแหน่งหน้าที่การงานในปัจจุบัน | อาจารย์ 2 ระดับ 7 |
| สถานที่ทำงานปัจจุบัน | สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตตาก |
| ประวัติการศึกษา | พ.ศ. 2522 มัธยมศึกษาปีที่ 5 จาก โรงเรียนปากช่อง อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา |
| | พ.ศ. 2524 ประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาชั้นสูง (ป.กศ.สูง) จาก วิทยาลัยพลศึกษาจังหวัดอ่างทอง |
| | พ.ศ. 2526 กศ.บ. (พลศึกษา) จาก มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร |
| | พ.ศ. 2546 กศ.ม. (พลศึกษา) จาก มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร |