



งานวิจัย
เรื่อง การออกแบบและสร้างเครื่องวิเคราะห์ความเร็วในการวิ่ง
(SPEED ANALYSER)

โดย

นายชมนัน ฉันทวีชัย	ม.5/1 เลขที่ 3
นายศุภกร จุฑารัตนพงศ์	ม.5/1 เลขที่ 9
นางสาวนภัสสร อรรคแก้ว	ม.5/1 เลขที่ 16

โรงเรียนกาญจนาภิเษกวิทยาลัย นครปฐม (พระตำหนักสวนกุหลาบมัธยม)

รายงานวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของโครงการส่งเสริมและพัฒนาอัจฉริยภาพ
ด้านคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย รุ่นที่ 5
ของกาญจนาภิเษกวิทยาลัย นครปฐม (พระตำหนักสวนกุหลาบมัธยม)



งานวิจัย
เรื่อง การออกแบบและสร้างเครื่องวิเคราะห์ความเร็วในการวิ่ง
(SPEED ANALYSER)

โดย

นายชมธน ฉันทจรัสชัย
นายศุภกร จุฑารัตนพงศ์
นางสาวนภัสสร อรรคแก้ว

อาจารย์ที่ปรึกษา

นายชาญชัย ชาญฤทธิ
นายสุทธิศักดิ์ จันทร์หังหว่า
นางสาวปิยาภรณ์ ศิริยุวสมัย
นางสาวรัชนี รัตนะ
นายศรัณย์ จันทร์แดง

โรงเรียนกาญจนาภิเษกวิทยาลัย นครปฐม (พระตำหนักสวนกุหลาบมัธยม)

บทคัดย่อ

จากการที่ได้เรียนวิชา พ31101 และได้รับการทดสอบสมรรถภาพทางการซึ่งมีด้านที่เกี่ยวข้องกันสองด้าน ได้แก่ ด้านทักษะและด้านสุขภาพ โดยกลุ่มผู้วิจัยนั้นมีความสนใจเกี่ยวกับด้านทักษะ คือ ความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อซึ่งทดสอบด้วยการวิ่ง ซึ่งการวิ่งในช่วงแรกนั้นจะออกตัวด้วยอัตราเร่ง ในการวิ่งค่าความเร็วที่ได้ของแต่ละคนในแต่ละช่วงจะต่างกัน แต่ว่าผู้จับเวลาแต่ละคนนั้นใช้นาฬิกาดิจิตอลจับเวลาด้วยมือกดปุ่ม ซึ่งในแต่ละครั้งหรือผู้จับเวลาที่ไม่ใช่คนเดียวกันจับเวลา การจับเวลาจะไม่มีความแม่นยำ การจัดทำวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์ที่จะออกแบบและสร้างเครื่องวิเคราะห์ความเร็วในการวิ่ง (Speed Analyser) เพื่อศึกษาประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องวิเคราะห์ความเร็วในการวิ่ง ศึกษาสมรรถภาพทางกายที่สัมพันธ์กับทักษะด้านความเร็วในการวิ่ง ระยะทาง 50 เมตร ใน 4 ช่วงระยะทาง คือ ตั้งแต่จุดเริ่มต้นถึงระยะทาง 15 เมตร (ระยะที่ 1) ระยะที่ 15 – 30 เมตร (ระยะที่ 2) ระยะที่ 30 – 40 เมตร (ระยะที่ 3) และ ระยะที่ 40 – 50 เมตร (ระยะที่ 4) ทุกระยะ 15 , 15 , 10 และ 10 เมตร ตามลำดับ และจัดทำโปรแกรมการเสริมสร้างสมรรถภาพทางกายที่สัมพันธ์กับทักษะด้านความเร็วในการวิ่งระยะทาง 50 เมตร ซึ่งได้ผลการทดลองว่าเครื่องวิเคราะห์เวลา (Speed Analyser) สามารถใช้งานได้จริงและค่าความคลาดเคลื่อนของเครื่อง Speed Analyser และนาฬิกาจับเวลาในระยะทาง 0 - 15 เมตร , 15 - 30 เมตร , 30 - 40 เมตร และ 40 - 50 เมตร อยู่ที่ 0.74% , 1.51% , 1.49% และ 0.79% ตามลำดับ และผู้เข้ารับการทดสอบมีสมรรถภาพที่สัมพันธ์กับทักษะด้านความเร็วที่แตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัด โดยที่ในช่วง 0 – 15 เมตร มีความเร็วเฉลี่ย 5.82 m/s ในช่วง 15 – 30 เมตร มีความเร็วเฉลี่ย 5.82 m/s ในช่วง 15 – 30 เมตร มีความเร็วเฉลี่ย 6.67 m/s ในช่วง 30 – 40 เมตร มีความเร็วเฉลี่ย 6.98 m/s ในช่วง 40 – 50 เมตร มีความเร็วเฉลี่ย 7.13 m/s และสามารถนำความเร็วเฉลี่ยในการวิ่งมาจัดทำโปรแกรมการเสริมสร้างสมรรถภาพทางกายที่สัมพันธ์กับทักษะด้านความเร็วในการวิ่งระยะทาง 50 เมตร ได้

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้สำเร็จเรียบร้อยได้ก็ด้วยความเสียสละ ความอนุเคราะห์ และน้ำใจจากบุคคลหลายฝ่าย โรงเรียนกาญจนาภิเษกวิทยาลัย นครปฐม (พระตำหนักสวนกุหลาบมัธยม) ที่ได้ให้ทุนสนับสนุนการศึกษาและการทำวิจัย และท่านผู้อำนวยการนพดล เด่นดวง ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณในความกรุณาของท่านมา ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณคณะครูทุกท่าน รองผู้อำนวยการอาจารย์ชาญชัย ชาญฤทธิ์ อาจารย์ปิยาภรณ์ ศิริยุสมัย อาจารย์สุทธิศักดิ์ จันทร์หังหว่า อาจารย์อรรธรณ สระทองอยู่ และอาจารย์รัชนิ รัตนะที่ได้ให้แนวคิด และช่วยตรวจแก้ไขในส่วนที่บกพร่องต่าง ๆ ตั้งแต่เริ่มต้น จนกระทั่งทำการวิจัยสำเร็จเป็นรูปเล่ม ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ทุก ๆ ท่าน ผู้ให้ความช่วยเหลือและร่วมแสดงความคิดเห็น ซึ่งเป็นประโยชน์อย่างมากในการวิจัยครั้งนี้ ขอขอบพระคุณอาจารย์ปิ่นแก้ว กฤษแสงโชติและอาจารย์ทุกๆท่านที่ให้ความช่วยเหลือด้านเอกสารงานพิมพ์จนกระทั่งบรรลุผลสำเร็จเป็นอย่างดี

ท้ายที่สุดนี้ การที่งานวิจัยเล่มนี้สำเร็จเป็นผลมาจากความเมตตา กรุณา ของบิดา มารดา ผู้คอยให้กำลังใจ คณาจารย์ทุกท่าน ผู้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และวิทยาศาสตร์การกีฬาแก่ผู้วิจัย จึงขอยกคุณความดีเหล่านั้นแก่ท่านด้วยความเคารพอย่างสูง

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ก
กิตติกรรมประกาศ	ข
สารบัญ	ค
สารบัญตาราง	ง
สารบัญกราฟ	จ
สารบัญภาพ	ฉ
 บทที่ 1 บทนำ	
ที่มาและความสำคัญของปัญหา	1
วัตถุประสงค์	5
ขอบเขตของการวิจัย	5
สมมติฐาน	5
ตัวแปรที่ศึกษา	6
ระยะเวลา	6
นิยามเชิงปฏิบัติการ	6
บทที่ 2 วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	7
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัยและการเก็บรวบรวมข้อมูล	29
บทที่ 4 ผลการวิจัยและวิจารณ์ผลการวิจัย	36
บทที่ 5 สรุป การอภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	55
เอกสารอ้างอิง	84
ภาคผนวก	
ก. การทดลองใช้ laser ยิงผ่านกระจก	89
ข. การใช้เครื่องวิเคราะห์ความเร็วในการวิ่ง (Speed Analyser)	90
ประวัติผู้วิจัย	94

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
ตารางที่ 1	เวลาและความเร็วในการวิ่งช่วงระยะทาง 0 – 15 เมตร จากการจับเวลา โดยใช้นาฬิกาดิจิตอลและเครื่องวิเคราะห์ความเร็วในการวิ่ง (Speed Analyser) ที่คณะผู้วิจัยได้จัดทำ	39
ตารางที่ 2	เวลาและความเร็วในการวิ่งช่วงระยะทาง 15 – 30 เมตร จากการจับเวลา โดยใช้นาฬิกาดิจิตอลและเครื่องวิเคราะห์ความเร็วในการวิ่ง (Speed Analyser) ที่คณะผู้วิจัยได้จัดทำ	40
ตารางที่ 3	เวลาและความเร็วในการวิ่งช่วงระยะทาง 30 – 40 เมตร จากการจับเวลา โดยใช้นาฬิกาดิจิตอลและเครื่องวิเคราะห์ความเร็วในการวิ่ง (Speed Analyser) ที่คณะผู้วิจัยได้สร้างขึ้น	41
ตารางที่ 4	เวลาและความเร็วในการวิ่งช่วงระยะทาง 40 – 50 เมตร จากการจับเวลา โดยใช้นาฬิกาดิจิตอลและเครื่องวิเคราะห์ความเร็วในการวิ่ง (Speed Analyser) ที่คณะผู้วิจัยได้จัดทำ	42
ตารางที่ 5	ความเร็วในการวิ่งช่วงระยะทางต่างๆ จากการวิเคราะห์ความเร็วของเครื่อง วิเคราะห์ความเร็วในการวิ่ง (Speed Analyser) ในตารางที่ 2.1 - 2.4	43
ตารางที่ 6	ค่าความคลาดเคลื่อนจากการทดสอบโดยใช้นาฬิกาดิจิตอลกับเครื่อง วิเคราะห์ความเร็วในการวิ่ง (Speed Analyser)	49
ตารางที่ 7	ผลการจับเวลาโดยใช้นาฬิกาจับเวลาระยะที่ 1 (0 – 15 เมตร)	50
ตารางที่ 8	ผลการจับเวลาโดยใช้เครื่อง Speed Analyser ระยะที่ 1 (0 – 15 เมตร)	50
ตารางที่ 9	ผลการจับเวลาโดยใช้นาฬิกาจับเวลาระยะที่ 2 (0 – 30 เมตร)	51
ตารางที่ 10	ผลการจับเวลาโดยใช้เครื่อง Speed Analyser ระยะที่ 2 (0 – 30 เมตร)	51
ตารางที่ 11	ผลการจับเวลาโดยใช้นาฬิกาจับเวลาระยะที่ 3 (0 – 40 เมตร)	51
ตารางที่ 12	ผลการจับเวลาโดยใช้เครื่อง Speed Analyser ระยะที่ 3 (0 – 40 เมตร)	51
ตารางที่ 13	ผลการจับเวลาโดยใช้นาฬิกาจับเวลาระยะที่ 4 (0 – 50 เมตร)	52
ตารางที่ 14	ผลการจับเวลาโดยใช้เครื่อง Speed Analyser ระยะที่ 4 (0 – 50 เมตร)	52
ตารางที่ 15	ความเร็วในการวิ่งช่วงระยะทางต่างๆ จากการวิเคราะห์ความเร็วของเครื่อง วิเคราะห์ความเร็วในการวิ่ง (Speed Analyser) ในตารางที่ 2.1 – 2.4	53
ตารางที่ 16	ค่าความคลาดเคลื่อนจากการทดสอบโดยใช้นาฬิกาดิจิตอลกับเครื่อง วิเคราะห์ความเร็วในการวิ่ง (Speed Analyser)	56
ตารางที่ 17	ความเร็วในการวิ่งช่วงระยะทางต่างๆ จากการวิเคราะห์ความเร็วของเครื่อง วิเคราะห์ความเร็วในการวิ่ง (Speed Analyser) ในตารางที่ 2.1 – 2.4	58

สารบัญกราฟ

กราฟที่		หน้า
กราฟที่ 1	ภาพรวมความเร็วในการวิ่งของผู้เข้ารับการทดลอง 10 คน	44
กราฟที่ 2	ความเร็วในแต่ละช่วงระยะทางของคนที่ 1	44
กราฟที่ 3	ความเร็วในแต่ละช่วงระยะทางของคนที่ 2	45
กราฟที่ 4	ความเร็วในแต่ละช่วงระยะทางของคนที่ 3	45
กราฟที่ 5	ความเร็วในแต่ละช่วงระยะทางของคนที่ 4	46
กราฟที่ 6	ความเร็วในแต่ละช่วงระยะทางของคนที่ 5	46
กราฟที่ 7	ความเร็วในแต่ละช่วงระยะทางของคนที่ 6	47
กราฟที่ 8	ความเร็วในแต่ละช่วงระยะทางของคนที่ 7	47
กราฟที่ 9	ความเร็วในแต่ละช่วงระยะทางของคนที่ 8	48
กราฟที่ 10	ความเร็วในแต่ละช่วงระยะทางของคนที่ 9	48
กราฟที่ 11	ความเร็วในแต่ละช่วงระยะทางของคนที่ 10	49
กราฟที่ 12	ภาพรวมความเร็วในการวิ่งของผู้เข้ารับการทดลอง 10 คน	54
กราฟที่ 13	ภาพรวมความเร็วในการวิ่งของผู้เข้ารับการทดลอง 10 คน	57

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
ภาพที่ 1	ลักษณะของ IPST-MicroBox	18
ภาพที่ 2	ความยาวคลื่นของรังสีอินฟราเรด	18
ภาพที่ 3	ส่วนประกอบของระบบกำเนิดเลเซอร์	20
ภาพที่ 4	วงจรของ LED	20
ภาพที่ 5	ลักษณะของ LED	21
ภาพที่ 6	ลักษณะของ LDR	21
ภาพที่ 7	โครงสร้างของ LDR	21
ภาพที่ 8	ผลของการเปลี่ยนความเข้มแสงในทันทีทันใดกับ LDR	23
ภาพที่ 9	วงจรของ phototransistor	23
ภาพที่ 10	ลักษณะของ phototransistor	23
ภาพที่ 11	ลักษณะและวงจรของ Seven-Segment Display	24
ภาพที่ 12	การเรียงสีของสาย RJ-45	25
ภาพที่ 13	ลักษณะของชุดขาตั้งและแคลมป์จับ	25
ภาพที่ 14	ลักษณะของหลอดทดลองแบบไม้หนีบ	26
ภาพที่ 15	ลักษณะของ Swift SpeedLight timing training systems	28
ภาพที่ 16	ลักษณะของปากกาเลเซอร์	29
ภาพที่ 17	ลักษณะของ ZX-LDR	29
ภาพที่ 18	ลักษณะของ IPST-MicroBox	29
ภาพที่ 19	ลักษณะของนาฬิกาจับเวลา (DSP-4)	30
ภาพที่ 20	ลักษณะของขาตั้ง	30
ภาพที่ 21	ลักษณะของที่จับหลอดทดลองแบบไม้หนีบ	30
ภาพที่ 22	แผนผังการวางตำแหน่งของส่วนประกอบต่าง ๆ ของเครื่อง Speed Analyser	31
ภาพที่ 23	กลไกการทำงานของเครื่องวิเคราะห์ความเร็วในการวิ่ง (Speed Analyser)	31
ภาพที่ 24	การเขียนโปรแกรม	32
ภาพที่ 25	ลักษณะของโปรแกรม AVR Studio 4.18	32
ภาพที่ 26	การต่อ IPST-MicroBox เข้ากับคอมพิวเตอร์	33
ภาพที่ 27	ขั้นตอนการนำโปรแกรมเข้าไปใน IPST-MicroBox โดยใช้ AVRprog	33
ภาพที่ 28	การทดสอบการทำงานของเครื่องวิเคราะห์ความเร็วในการวิ่ง (Speed Analyser) โดยวางและติดตั้งตามตำแหน่งที่กำหนด	34
ภาพที่ 29	แผนผังการวางตำแหน่งของส่วนประกอบต่างๆของเครื่อง Speed Analyser	37
ภาพที่ 30	กลไกการทำงานของเครื่องวิเคราะห์ความเร็วในการวิ่ง (Speed Analyser)	37

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
ภาพที่ 31	ภาพเครื่องวิเคราะห์ความเร็วในการวิ่ง (Speed Analyser) ในส่วนของ IPST-MicroBox ที่สร้างสำเร็จแล้ว	38
ภาพที่ 32	การติดตั้งเครื่องวิเคราะห์ความเร็วในการวิ่ง (Speed Analyser) แผนผังการวางตำแหน่งของส่วนประกอบต่างๆของเครื่องที่ได้ออกแบบไว้	38
ภาพที่ 33	การทดลองใช้ laser ยิงผ่านกระจก	89
ภาพที่ 34	การตั้ง laser ในการทดลองใช้ laser ยิงผ่านกระจก	89
ภาพที่ 35	การต่อ IPST-MicroBox ในการทดลองใช้ laser ยิงผ่านกระจก	90
ภาพที่ 36	การติดตั้งเครื่องวิเคราะห์ความเร็วในการวิ่ง (Speed Analyser)	90
ภาพที่ 37	การจับเวลาโดยใช้นาฬิกาจับเวลาแบบดิจิตอลและเครื่องวิเคราะห์ความเร็วในการวิ่ง (Speed Analyser)	91
ภาพที่ 38	แสดงการตั้ง laser	92
ภาพที่ 39	กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง	92
ภาพที่ 40	การจดบันทึกข้อมูล	93

บทที่ 1

บทนำ

1. ที่มาและความสำคัญ

สมรรถภาพทางกาย (Physical Fitness) หมายถึง สภาวะของร่างกายที่อยู่ในสภาพที่ดี เพื่อที่จะช่วยให้บุคคลสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ บุคคลที่มีสมรรถภาพทางกายดีก็จะสามารถปฏิบัติภารกิจต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน การออกกำลังกาย การเล่นกีฬาและการแก้ไขสถานการณ์ต่าง ๆ ได้เป็นอย่างดี สอดคล้องกับ (Johnson and Stoleberg, 1971 : 9) ที่ได้กล่าวไว้ว่า **สมรรถภาพทางกาย (physical fitness)** หมายถึง “สภาพร่างกายที่สามารถประกอบกิจกรรมหนัก ๆ ได้อย่างดี และรวมถึงคุณลักษณะต่าง ๆ ของการมีสุขภาพและความเป็นอยู่ที่ดีของบุคคลซึ่งมีองค์ประกอบต่าง ๆ ได้แก่ ความอดทนของระบบหายใจและหลอดเลือด ความอดทนของกล้ามเนื้อ ความอ่อนตัว ความแข็งแรง จำนวนเนื้อเยื่อไขมัน” โดยสมรรถภาพทางกายแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ สมรรถภาพทางกายที่สัมพันธ์กับสุขภาพ (Health – Related Physical Fitness) และสมรรถภาพทางกายที่สัมพันธ์กับทักษะ (Skill – Related Physical Fitness)

สมรรถภาพทางกายที่เกี่ยวข้องกับสุขภาพ (Health – related physical fitness) หมายถึง ภาวะที่ดีของร่างกายที่ทำให้สามารถปฏิบัติภารกิจประจำวันได้อย่างแข็งแรงขึ้น กระฉับกระเฉง ลดการเสี่ยงเกี่ยวกับปัญหาสุขภาพอันเนื่องมาจากการขาดการออกกำลังกาย และเป็นระดับสมรรถภาพพื้นฐานสำหรับการเข้าร่วมกิจกรรมต่าง ๆ ซึ่งมีองค์ประกอบที่สำคัญ ประกอบไปด้วย

1. **ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (Muscular Strength)** เป็นความสามารถของกล้ามเนื้อ ซึ่งทำให้เกิดความตึงตัวเพื่อใช้แรงในการยกหรือดึงสิ่งของต่าง ๆ ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อจะช่วยทำให้ร่างกายทรงตัวเป็นรูปร่างขึ้นมาได้ หรือที่เรียกว่าความแข็งแรงเพื่อรักษาทรงตัว ซึ่งจะ เป็นความสามารถของกล้ามเนื้อที่ช่วยให้ร่างกายทรงตัวต้านกับแรงศูนย์ถ่วงของโลกอยู่ได้โดยไม่ล้ม เป็นความแข็งแรงของกล้ามเนื้อที่ใช้ในการเคลื่อนไหวพื้นฐาน เช่น การวิ่ง การกระโดด การเขย่ง การกระโจน การกระโดดขาเดียว การกระโดดสลับเท้า เป็นต้น ความแข็งแรงอีกชนิดหนึ่งของกล้ามเนื้อ เรียกว่า ความแข็งแรงเพื่อเคลื่อนไหวในมุมต่าง ๆ ได้แก่ การเคลื่อนไหวแขนและขาในมุมต่าง ๆ เพื่อ เล่นเกมกีฬา หรือใช้ในการปา การขว้าง การเตะ การตี เป็นต้นและความแข็งแรงชนิดสุดท้ายเรียกว่า ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อในการเกร็ง เป็นความสามารถของร่างกายหรือส่วนใดส่วนหนึ่งของร่างกาย ในการต้านทานแรงที่มากระทำจากภายนอกโดยไม่ล้มหรือสูญเสียการทรงตัว

2. **ความอดทนของกล้ามเนื้อ (Muscular Endurance)** หมายถึง ความสามารถของกล้ามเนื้อ ในการออกแรงทำให้วัตถุเคลื่อนที่ติดต่อกันเป็นเวลานาน ๆ หรือหลายครั้งติดต่อกันได้

ความอดทนของกล้ามเนื้อ สามารถเพิ่มได้มากขึ้นโดยการเพิ่มจำนวนครั้งในการปฏิบัติ กิจกรรมซึ่งจะขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง เช่น อายุ เพศ ระดับสมรรถภาพทางกายของเด็กและชนิดของการออกกำลังกาย

3. **ความอดทนของระบบไหลเวียนโลหิตและระบบหายใจ (Cardiorespiratory Endurance)** หมายถึง ความสามารถของหัวใจ ปอด และหลอดเลือดในการที่จะลำเลียงออกซิเจน และสารอาหาร ไปยังกล้ามเนื้อที่ใช้ในการออกแรงและขณะเดียวกันก็นำสารที่ไม่ต้องการ ซึ่งเกิดขึ้นภายหลัง

การทำงานของกล้ามเนื้อ ออกจากกล้ามเนื้อที่ใช้ในการออกแรง ในการพัฒนาหรือเสริมสร้างนั้นเด็กจะต้องมีการเคลื่อนไหวกล้ามเนื้อมัดใหญ่ ๆ เช่น การวิ่ง การกระโดด โดยใช้ระยะเวลาติดต่อกัน อย่างน้อยครั้งละประมาณ 10 – 15 นาที

4. ความอ่อนตัว (Flexibility) หมายถึงความสามารถในการเคลื่อนไหวของส่วนแขน ส่วนขา หรือส่วนต่างๆของร่างกายให้เต็มขีดจำกัดของการเคลื่อนไหวนั้นๆ การพัฒนาทางด้านความอ่อนตัวทำได้โดยการยืดเหยียดกล้ามเนื้อและเอ็น หรือการใช้แรงต้านทานในกล้ามเนื้อและเอ็นต้องทำงานมากขึ้น การยืดเหยียดของกล้ามเนื้อทำได้ทั้งแบบอยู่กับที่หรือมีการเคลื่อนไหวที่ เพื่อให้ได้ประโยชน์สูงสุดควรใช้การเหยียดของกล้ามเนื้อในลักษณะอยู่กับที่ นั่นก็คืออวัยวะส่วนแขนและขาหรือลำตัวจะต้องเหยียดจนกว่ากล้ามเนื้อจะรู้สึกตึงและจะต้องอยู่ในท่าเหยียดกล้ามเนื้อในลักษณะนี้ประมาณ 10 – 15 วินาที

5. องค์ประกอบของร่างกาย (Body Composition) จะเป็นดัชนีประมาณค่าที่ทำให้ทราบถึงเปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักที่เป็นส่วนของไขมันที่มีอยู่ในร่างกาย องค์ประกอบของร่างกายประกอบด้วย 2 ส่วนคือ ไขมันในร่างกายกับน้ำหนักของส่วนต่าง ๆ ที่ปราศจากไขมัน ได้แก่ ส่วนของกระดูกและกล้ามเนื้อ การรักษาร่างกายให้อยู่ในระดับที่เหมาะสมจะช่วยทำให้นักเรียนไม่เป็นโรคอ้วน ซึ่งโรคอ้วนจะเป็นจุดเริ่มต้นของการเป็นโรคที่เสี่ยงอันตรายต่อไปอีกมาก เช่น โรคหลอดเลือดหัวใจตีบ หัวใจวายและโรคเบาหวาน เป็นต้น สำหรับการหาองค์ประกอบของร่างกายนั้น จะกระทำได้โดยการวัดความหนาของไขมันใต้ผิวหนัง (skinfold thickness) โดยใช้เครื่องมือที่เรียกว่า skinfold caliper

สำหรับสมรรถภาพทางกายที่สัมพันธ์กับทักษะ (Skill – Related Physical Fitness) หรือ (Performance – Related Physical Fitness) เป็นสมรรถภาพทางกายที่จำเป็นจะต้องใช้สำหรับการเล่นกีฬา ซึ่งจะทำให้การเล่นกีฬามีประสิทธิภาพมากที่สุด โดยจะประกอบด้วยสมรรถภาพทางกายที่สัมพันธ์กับสุขภาพควบคู่กับองค์ประกอบด้านอื่น ๆ ดังนี้

1. ความเร็ว (Speed) หมายถึงความสามารถในการเคลื่อนไหวไปสู่เป้าหมายที่ต้องการโดยใช้ระยะเวลาอันสั้นที่สุด ซึ่งกล้ามเนื้อจะต้องออกแรงและหดตัวด้วยความเร็วสูงสุด

2. กำลังของกล้ามเนื้อ (Muscle Power) หมายถึง ความสามารถของกล้ามเนื้อในการทำงานโดยการออกแรงสูงสุดในช่วงเวลาสั้นที่สุด ซึ่งจะต้องมีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและความเร็วเป็นองค์ประกอบหลัก

3. ความคล่องแคล่วว่องไว (Agility) หมายถึง ความสามารถในการเปลี่ยนทิศทางและตำแหน่งร่างกายในขณะที่กำลังเคลื่อนไหวโดยใช้ความเร็วได้อย่างเต็มที่ จัดเป็นสมรรถภาพทางกายที่จำเป็นในการนำไปสู่การเคลื่อนไหวขั้นพื้นฐานสำหรับทักษะในการเล่นกีฬาประเภทต่างๆให้มีประสิทธิภาพ

4. การทรงตัว (Balance) หมายถึง ความสามารถในการควบคุมรักษาตำแหน่งและท่าทางของร่างกายให้อยู่ในลักษณะตามที่ต้องการได้ ทั้งขณะที่อยู่กับที่หรือในขณะที่มีการเคลื่อนไหว

5. เวลาปฏิกิริยา (Reaction Time) หมายถึง ระยะเวลาที่เร็วที่สุดที่ร่างกายเริ่มมีการตอบสนองหลังจากที่ได้รับการกระตุ้น ซึ่งเป็นความสามารถของระบบประสาท เมื่อรับรู้การถูกกระตุ้นแล้ว สามารถสั่งการให้อวัยวะที่ทำหน้าที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนไหวให้มีการตอบสนองอย่างรวดเร็ว

6. การทำงานที่ประสานสัมพันธ์กัน (Coordination) หมายถึง ความสัมพันธ์ระหว่างการทำงานของระบบประสาทและระบบกล้ามเนื้อ ในการที่จะปฏิบัติกิจกรรมทางกลไกที่สลับซับซ้อนในเวลาเดียวกันอย่างราบรื่นและแม่นยำ

ซึ่งการที่เราจะทราบว่าแต่ละคนมีสมรรถภาพทางกายที่สัมพันธ์กับสุขภาพหรือสมรรถภาพทางกายที่สัมพันธ์กับทักษะอยู่ในระดับใดหรือมีผลการทดสอบเป็นอย่างไร จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการทดสอบสมรรถภาพทางกาย (Physical Fitness Test) เพื่อประเมินความสามารถและประสิทธิภาพในการทำงานของอวัยวะต่าง ๆ ของร่างกายเฉพาะเจาะจงที่เกี่ยวกับความแข็งแรง ความอดทนของกล้ามเนื้อ ความอดทนของระบบไหลเวียนโลหิตและระบบหายใจ ความสามารถในการทรงตัว ความคล่องแคล่วว่องไว ความอ่อนตัว ความเร็ว พลังของกล้ามเนื้อ เวลาปฏิกิริยา และการทำงานที่ประสานสัมพันธ์กันระหว่างระบบประสาทและกล้ามเนื้อ โดยมีวัตถุประสงค์หลักเพื่อต้องการทราบถึงขีดความสามารถในการทำงานของอวัยวะต่าง ๆ ของร่างกายว่ามีความสามารถหรือมีความพร้อมมากน้อยเพียงใด มีจุดอ่อนหรือจุดบกพร่องที่จะต้องปรับปรุงส่วนไหนบ้าง ทั้งนี้ เพื่อให้ทำให้ร่างกายส่วนนั้นได้ประกอบกิจกรรมต่าง ๆ อย่างมีระบบและจะเป็นองค์ประกอบพื้นฐานที่จะนำไปสู่การมีสมรรถภาพทางกายที่ดีต่อไป

เช่นเดียวกันกับที่ข้าพเจ้าได้มีโอกาสศึกษาในรายวิชา พ31101 วิชาสุขศึกษาและพลศึกษา ที่ผู้สอนคือนายชาญชัย ชาญฤทธิ์ ท่านได้มีการจัดการเรียนการสอนในหน่วยการเรียนรู้ เรื่องสมรรถภาพทางกาย การทดสอบสมรรถภาพทางกายและการเสริมสร้างสมรรถภาพทางกาย ขณะที่ข้าพเจ้าได้ศึกษาในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ปีการศึกษา 2558 ที่ผ่านมา โดยพบว่าครูผู้สอนได้ใช้แบบทดสอบสมรรถภาพทางกายที่สัมพันธ์กับสุขภาพสำหรับเด็กไทย อายุ 7 – 18 ปี ซึ่งเป็นแบบทดสอบสมรรถภาพทางกายของ สำนักงานกองทุนสนับสนุนการส่งเสริมสุขภาพ หรือ (สสส.) มาใช้ทำการทดสอบสมรรถภาพทางกายของข้าพเจ้าและเพื่อนร่วมชั้น โดยแบบทดสอบสมรรถภาพทางกายที่สัมพันธ์กับสุขภาพสำหรับเด็กไทย อายุ 7 – 18 ปี ประกอบไปด้วยรายการทดสอบดังนี้

1. ดัชนีมวลกาย (Body Mass Index : BMI) เป็นการทดสอบเพื่อประเมินความเหมาะสมของสัดส่วนของร่างกาย (น้ำหนักและส่วนสูง)
2. วัดความหนาของไขมันใต้ผิวหนัง (Skinfold Thickness) เป็นการทดสอบเพื่อประเมินองค์ประกอบของร่างกายในส่วนของปริมาณไขมันที่สะสมในร่างกาย
3. ลูก – นั่ง 60 วินาที (Sit – Ups 60 Seconds) เป็นการทดสอบเพื่อวัดความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อท้อง
4. ดันพื้น 30 วินาที (Push – Ups 30 Seconds) เป็นการทดสอบเพื่อวัดความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อแขนและกล้ามเนื้อส่วนบนของร่างกาย
5. นั่งงอตัวไปข้างหน้า (Sit and Reach) เป็นการทดสอบเพื่อวัดความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อหลังและต้นขาด้านหลัง
6. วิ่งอ้อมหลัก (Zig – Zag Run) เป็นการทดสอบเพื่อวัดความคล่องแคล่วว่องไว
7. วิ่งระยะไกล (Distance Run) เป็นการทดสอบเพื่อวัดความอดทนของระบบหายใจและระบบไหลเวียนโลหิต

โดยผลการทดสอบสมรรถภาพทางกายได้แสดงเป็นระดับผลการทดสอบสมรรถภาพ เป็น 5 ระดับ คือ ดีมาก (5 คะแนน) , ดี (4 คะแนน) , ปานกลาง (3 คะแนน) , ค่อนข้างต่ำ (2 คะแนน) และต่ำ (1 คะแนน) ซึ่งแต่ละระดับผลการทดสอบที่ได้มาจากการแปลผลของผลการทดสอบสมรรถภาพทางกายแต่ละรายการ และสำหรับการนำเสนอระดับผลการทดสอบสมรรถภาพทางกายในภาพรวมที่เป็นค่าเฉลี่ยได้มีการแปลผลค่าเฉลี่ยของระดับคะแนน ดังนี้

(ค่าเฉลี่ยของระดับคะแนน 4.21 ขึ้นไป : สมรรถภาพดีมาก) (4.20 – 3.41 : สมรรถภาพดี)

(3.40 – 2.61 : สมรรถภาพปานกลาง) (2.60 – 1.81 : สมรรถภาพค่อนข้างต่ำ) และ
(1.80 – 1.00 : สมรรถภาพต่ำ)

ต่อจากนั้นครูผู้สอนก็ได้สอนและฝึกให้ข้าพเจ้าจัดทำโปรแกรมการฝึกเพื่อเสริมสร้างสมรรถภาพทางกายของนักเรียนแต่ละคน เพื่อเป็นการเสริมสร้างสมรรถภาพทางกายตามระดับผลการทดสอบของนักเรียน และข้าพเจ้ามีความคิดว่ากระบวนการทดสอบสมรรถภาพและการสร้างโปรแกรมเพื่อเสริมสร้างสมรรถภาพทางกายที่ข้าพเจ้าได้เรียนรู้และฝึกปฏิบัติมีประโยชน์ต่อสุขภาพร่างกายของข้าพเจ้าและเพื่อน ๆ เป็นอย่างมาก แต่เนื่องจากมีสมรรถภาพที่สัมพันธ์กับทักษะคือด้านความเร็วเป็นส่วนหนึ่งของสมรรถภาพทางกายที่ข้าพเจ้าและเพื่อนมีความสนใจที่จะเสริมสร้างสมรรถภาพทางกายที่สัมพันธ์กับทักษะด้านความเร็วให้ดียิ่งขึ้น จึงได้สอบถามและปรึกษากับครูผู้สอนว่ามีวิธีการอย่างไรเพื่อทดสอบสมรรถภาพทางกายด้านความเร็วของข้าพเจ้า เพื่อที่จะได้นำผลการทดสอบสมรรถภาพทางกายด้านความเร็วมาเป็นแนวทางในการจัดทำโปรแกรมเสริมสร้างสมรรถภาพทางกาย โดยครูผู้สอนได้ให้คำแนะนำและให้คำปรึกษาถึงวิธีการทดสอบความเร็วในการวิ่ง เพื่อวัดสมรรถภาพทางกายด้านความเร็วโดยมีการทดสอบที่ระยะทางในการวิ่ง 50 เมตร โดยให้นักเรียนออกตัวและวิ่งเข้าเส้นชัยเวลาที่ระยะทาง 50 เมตร โดยทั่วไปใช้นาฬิกาดิจิตอลจับเวลา แต่ด้วยเนื่องจากระยะทางที่จะทำการทดสอบคือ 50 เมตร มีระยะทางที่ไกลจากจุดเริ่มต้นซึ่งการส่งสัญญาณการออกตัวและการเข้าเส้นชัยอาจไม่สัมพันธ์กับการกดนาฬิกาของผู้ทำการจับเวลาส่งผลให้เวลาอาจมีการคลาดเคลื่อนและได้ผลการทดสอบการจับเวลาเพื่อทดสอบความเร็วในการวิ่งมีเพียง 1 ค่า คือตั้งแต่ระยะทางเริ่มต้นจนถึงเส้นชัยที่ระยะทาง 50 เมตร แต่จากการศึกษาเพิ่มเติมพบว่าในการวิ่งระยะสั้น 50 เมตร มีรายละเอียดของการใช้ความเร็วในการวิ่ง การวิ่งโดยใช้อัตราเร่งตอนออกตัว การคงความเร็วในขณะที่วิ่งและการใช้อัตราเร่งอีกครั้งเมื่อจะเข้าสู่เส้นชัย ซึ่งจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องทราบถึงเวลา อัตราความเร็วในการวิ่งและอัตราเร่งในการวิ่งแต่ละช่วงเพื่อนำผลการทดสอบการจับเวลาและความเร็วในการวิ่งมาเป็นข้อมูลในการที่จะวางแผน จัดทำโปรแกรมการเสริมสร้างสมรรถภาพทางกายที่สัมพันธ์กับทักษะด้านความเร็วในการวิ่งระยะทาง 50 เมตร ให้ได้ผลดีและเป็นไปตามความสามารถของผู้รับการทดสอบสมรรถภาพและตรงตามลักษณะ ท่าทาง การใช้ความเร็วและอัตราเร่งในการวิ่งแต่ละช่วงตลอดระยะทาง 50 เมตร ของแต่ละคน

จากที่กล่าวมาข้าพเจ้าและคณะผู้วิจัยจึงสนใจในการที่จะออกแบบและสร้างอุปกรณ์ที่ใช้จับเวลาในการวิ่ง 50 เมตร ที่สามารถจับเวลาได้ 4 ช่วงระยะทางของการวิ่ง คือตั้งแต่จุดเริ่มต้นถึงระยะทาง 15 เมตร (ระยะที่ 1) ระยะที่ 15 – 30 เมตร (ระยะที่ 2) ระยะที่ 30 – 40 เมตร (ระยะที่ 3) และ ระยะที่ 40 – 50 เมตร (ระยะที่ 4) ซึ่งเส้นชัยอยู่ที่สุดทางระยะ 50 เมตร ซึ่งเป็นระยะทางที่ใช้ในการทดสอบสมรรถภาพทางกายที่สัมพันธ์กับทักษะด้านความเร็ว โดยการที่แบ่งระยะเป็น 4 ช่วงระยะทาง ก็เพื่อที่จะได้ทราบถึงความเร็วในการวิ่งตลอดระยะทาง 50 เมตร เพื่อนำผลการทดสอบไปวางแผนจัดทำโปรแกรมการเสริมสร้างสมรรถภาพทางกายที่สัมพันธ์กับทักษะด้านความเร็วต่อไป

2. วัตถุประสงค์

1. เพื่อออกแบบและสร้างเครื่องวิเคราะห์ความเร็วในการวิ่ง (Speed Analyser)
2. เพื่อศึกษาประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องวิเคราะห์ความเร็วในการวิ่ง (Speed Analyser)
3. เพื่อศึกษาสมรรถภาพทางกายที่สัมพันธ์กับทักษะด้านความเร็วในการวิ่งระยะทาง 50 เมตร ใน 4 ช่วงระยะทาง คือ ตั้งแต่จุดเริ่มต้นถึงระยะทาง 15 เมตร (ระยะที่ 1) ระยะที่ 15 – 30 เมตร (ระยะที่ 2) ระยะที่ 30 – 40 เมตร (ระยะที่ 3) และ ระยะที่ 40 – 50 เมตร (ระยะที่ 4) ทุกระยะ 15 , 15 , 10 และ 10 เมตร ตามลำดับ
4. เพื่อจัดทำโปรแกรมการเสริมสร้างสมรรถภาพทางกายที่สัมพันธ์กับทักษะด้านความเร็วในการวิ่งระยะทาง 50 เมตร

3. ขอบเขตของการวิจัย

1. ศึกษาการออกแบบและสร้างเครื่องวิเคราะห์ความเร็วในการวิ่ง (Speed Analyser)
2. ศึกษาประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องวิเคราะห์ความเร็วในการวิ่ง (Speed Analyser)
3. ศึกษาสมรรถภาพทางกายที่สัมพันธ์กับทักษะด้านความเร็วในการวิ่งระยะทาง 50 เมตร ใน 4 ช่วงระยะทาง คือ ตั้งแต่จุดเริ่มต้นถึงระยะทาง 15 เมตร (ระยะที่ 1) ระยะที่ 15 – 30 เมตร (ระยะที่ 2) ระยะที่ 30 – 40 เมตร (ระยะที่ 3) และระยะที่ 40 – 50 เมตร (ระยะที่ 4) ทุกระยะ 15 , 15 , 10 และ 10 เมตร ตามลำดับ
4. ศึกษาโปรแกรมการเสริมสร้างสมรรถภาพทางกายที่สัมพันธ์กับทักษะด้านความเร็วในการวิ่งระยะทาง 50 เมตร
5. ผู้เข้าทดสอบในการวิ่งเป็นนักเรียนชายชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 – 6 จำนวน 10 คน ที่มีอายุระหว่าง 16 – 18 ปี ปีการศึกษา 2559 โรงเรียนกาญจนาภิเษกวิทยาลัย นครปฐม (พระตำหนักสวนกุหลาบมัธยม)

4. สมมติฐาน

เครื่องวิเคราะห์ความเร็วในการวิ่ง (Speed Analyser) สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทำให้ทราบความเร็วในการวิ่งระยะทาง 50 เมตร ใน 4 ช่วงระยะทาง คือ ตั้งแต่จุดเริ่มต้นถึงระยะทาง 15 เมตร (ระยะที่ 1) ระยะที่ 15 – 30 เมตร (ระยะที่ 2) ระยะที่ 30 – 40 เมตร (ระยะที่ 3) และระยะที่ 40 – 50 เมตร (ระยะที่ 4) ทุกระยะ 15 , 15 , 10 และ 10 เมตร ตามลำดับ และสามารถนำผลการทดสอบไปจัดทำโปรแกรมการเสริมสร้างสมรรถภาพทางกายที่สัมพันธ์กับทักษะด้านความเร็วในการวิ่งระยะทาง 50 เมตร ได้

5. ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรต้น

เครื่องวิเคราะห์ความเร็วในการวิ่ง (Speed Analyser)

ตัวแปรตาม

1. ความสามารถในการทำงานของเครื่องวิเคราะห์ความเร็วในการวิ่ง (Speed Analyser)
2. ผลการทดสอบความเร็วในการวิ่งระยะทาง 50 เมตร ใน 4 ช่วงระยะทาง คือ ตั้งแต่จุดเริ่มต้นถึงระยะทาง 15 เมตร (ระยะที่ 1) ระยะที่ 15 – 30 เมตร (ระยะที่ 2) ระยะที่ 30 – 40 เมตร (ระยะที่ 3) และ ระยะที่ 40 – 50 เมตร (ระยะที่ 4) ทุกระยะ 15 , 15 , 10 และ 10 เมตร ตามลำดับ
3. โปรแกรมการเสริมสร้างสมรรถภาพทางกายที่สัมพันธ์กับทักษะด้านความเร็วในการวิ่งระยะทาง 50 เมตร

ตัวแปรควบคุม

1. ระยะทางในการวิ่ง
2. อายุของผู้ทดลองวิ่ง

6. ระยะเวลา

วันที่ 16 พฤษภาคม 2559 ถึง 24 สิงหาคม 2559

7. นิยามเชิงปฏิบัติการ

เครื่องวิเคราะห์ความเร็วในการวิ่ง (Speed Analyser) เป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ได้แนวความคิดมาจากการเรียนในรายวิชา พ31101 สุขศึกษาและพลศึกษา เรื่องการทดสอบสมรรถภาพทางกายและการเสริมสร้างสมรรถภาพทางกายร่วมกับการเรียนการสอนในรายวิชาฟิสิกส์ ที่ต้องการหาเครื่องมือหรืออุปกรณ์ที่สามารถหาได้ง่ายจากอุปกรณ์ที่ใช้ในการเรียนการสอน มีจำหน่ายตามร้านค้าและสร้างขึ้นได้เองเพื่อนำมาช่วยจับเวลาสำหรับการทดสอบสมรรถภาพทางกายที่สัมพันธ์กับทักษะด้านความเร็วในการวิ่งที่มีคุณภาพดีกว่านาฬิกาจับเวลาทั่วไปที่จับเวลาได้เพียงครั้งเดียวแต่เครื่องจับเวลาดังกล่าวที่ข้าพเจ้าและคณะผู้วิจัยได้คิดค้นสามารถจับเวลาได้เป็น 4 ช่วงระยะทางคือ ตั้งแต่จุดเริ่มต้นถึงระยะทาง 15 เมตร (ระยะที่ 1) ระยะที่ 15 – 30 เมตร (ระยะที่ 2) ระยะที่ 30 – 40 เมตร (ระยะที่ 3) และ ระยะที่ 40 – 50 เมตร (ระยะที่ 4) ทุกระยะ 15 , 15 , 10 และ 10 เมตร ตามลำดับ เพื่อนำผลการทดสอบและการวิเคราะห์ความเร็วในการวิ่งที่ได้ทุกช่วงระยะนำไปเป็นข้อมูลและแนวทางการจัดทำโปรแกรมการเสริมสร้างสมรรถภาพทางกายเพื่อพัฒนาสมรรถภาพทางกายที่สัมพันธ์กับทักษะด้านความเร็วให้แก่นักเรียนและบุคคลโดยทั่วไป

บทที่ 2

เอกสารที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยเรื่องการออกแบบและสร้างเครื่องวิเคราะห์ความเร็วในการวิ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและสร้างเครื่องวิเคราะห์ความเร็วในการวิ่ง (Speed Analyser) ซึ่งเป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ได้แนวความคิดมาจากการเรียนในรายวิชา พ31101 สุขศึกษาและพลศึกษาเรื่องสมรรถภาพทางกาย การทดสอบสมรรถภาพทางกายและการเสริมสร้างสมรรถภาพทางกายร่วมกับการเรียนการสอนในรายวิชาฟิสิกส์ ที่ต้องการหาเครื่องมือหรืออุปกรณ์ที่สามารถหาได้ง่ายในท้องตลาดและสร้างขึ้นได้เองเพื่อนำมาช่วยจับเวลาสำหรับการทดสอบสมรรถภาพทางกายที่สัมพันธ์กับทักษะด้านความเร็วในการวิ่งที่มีคุณภาพดีกว่านาฬิกาจับเวลาทั่วไปที่จับเวลาได้เพียงครั้งเดียวแต่เครื่องจับเวลาดังกล่าวที่ข้าพเจ้าและคณะผู้วิจัยได้คิดค้นสามารถจับเวลาได้เป็น 4 ช่วงระยะทางคือ ตั้งแต่จุดเริ่มต้นถึงระยะทาง 15 เมตร (ระยะที่ 1) ระยะที่ 15 – 30 เมตร (ระยะที่2) ระยะที่ 30 – 40 เมตร (ระยะที่ 3) และ ระยะที่ 40 – 50 เมตร (ระยะที่ 4) ทุกระยะ 15 , 15 , 10 และ 10 เมตร ตามลำดับเพื่อนำผลการทดสอบความเร็วที่ได้ทุกช่วงระยะนำไปเป็นข้อมูลและแนวทางการจัดทำโปรแกรมการเสริมสร้างสมรรถภาพทางกายเพื่อพัฒนาสมรรถภาพทางกายที่สัมพันธ์กับทักษะด้านความเร็วให้นักเรียนและบุคคลโดยทั่วไป โดยคณะผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง ดังต่อไปนี้

1. สมรรถภาพทางกาย
2. สมรรถภาพทางกายที่สัมพันธ์กับสุขภาพ
3. สมรรถภาพทางกายที่สัมพันธ์กับทักษะ
4. การทดสอบสมรรถภาพทางกาย
5. ความหมายของความเร็ว
6. ขั้นตอนการใช้ความเร็วในการวิ่งระยะสั้น
7. หลักการฝึกเพื่อพัฒนาปรับปรุงความเร็วในการวิ่ง
8. การฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อด้วยวิธีการฝึกพลัยโอเมตริก (Plyometric Training)
9. การฝึกกล้ามเนื้อแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic Training)
10. วงจรอิเล็กทรอนิกส์พื้นฐานเพื่อประกอบเป็นเครื่องวิเคราะห์ความเร็วในการวิ่ง (Speed Analyser)
11. อุปกรณ์ทางเคมี
12. ความรู้ทางด้านฟิสิกส์
13. ค่าความคาดเคลื่อน
14. Swift SpeedLight timing training systems
15. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. สมรรถภาพทางกาย

สมรรถภาพทางกาย (physical fitness) หมายถึง “สภาพร่างกายที่สามารถประกอบกิจกรรมหนัก ๆ ได้อย่างดี และรวมถึงคุณลักษณะต่าง ๆ ของการมีสุขภาพและความเป็นอยู่ที่ดีของบุคคลซึ่งมีองค์ประกอบต่าง ๆ ได้แก่ ความอดทนของระบบหายใจและหลอดเลือด ความอดทนของกล้ามเนื้อ ความอ่อนตัว ความแข็งแรง จำนวนเนื้อเยื่อไขมัน” (Johnson and Stoleberg, 1971 : 9)

สมรรถภาพทางกาย (Physical Fitness) หมายถึง สภาวะของร่างกายที่อยู่ในสภาพที่ดี เพื่อที่จะช่วยให้บุคคลสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ บุคคลที่มีสมรรถภาพทางกายที่ดีจะสามารถปฏิบัติภารกิจต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน การออกกำลังกาย การเล่นกีฬาและการแก้ไขสถานการณ์ต่าง ๆ ได้เป็นอย่างดี สมรรถภาพทางกายแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ สมรรถภาพทางกายที่สัมพันธ์กับสุขภาพ (Health – Related Physical Fitness) และสมรรถภาพทางกายที่สัมพันธ์กับทักษะ (Skill – Related Physical Fitness)

2. สมรรถภาพทางกายที่สัมพันธ์กับสุขภาพ

สมรรถภาพทางกายที่เกี่ยวข้องกับสุขภาพ (Health - related physical fitness) หมายถึง “ สภาวะที่ดีของร่างกายที่ทำให้สามารถปฏิบัติภารกิจประจำวันได้อย่างแข็งแรงขึ้น กระฉับกระเฉง ลดความเสี่ยงเกี่ยวกับปัญหาสุขภาพอันเนื่องมาจากการขาดการออกกำลังกาย และเป็นระดับสมรรถภาพพื้นฐานสำหรับการเข้าร่วมกิจกรรมต่าง ๆ ซึ่งมีองค์ประกอบที่สำคัญ 4 ประการ คือ ความอดทนของระบบหัวใจ และหลอดเลือด (aerobic capacity) ความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อ (muscular strength and endurance) ความอ่อนตัว (flexibility) และส่วนประกอบของร่างกาย (body composition) ” (Safrit, 1990:341)

สมรรถภาพทางกายที่สัมพันธ์กับสุขภาพ เป็นสมรรถภาพทางกายที่ช่วยลดอัตราความเสี่ยงของการเกิดปัญหาด้านสุขภาพต่าง ๆ ซึ่งประกอบด้วย

1. ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (Muscular Strength) เป็นความสามารถของกล้ามเนื้อ ซึ่งทำให้เกิดความตึงตัวเพื่อใช้แรงในการยกหรือดึงสิ่งของต่าง ๆ ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อจะช่วยทำให้ร่างกายทรงตัวเป็นรูปทรงขึ้นมาได้ หรือที่เรียกว่าความแข็งแรงเพื่อรักษาทรงตัว ซึ่งจะ เป็นความสามารถของกล้ามเนื้อที่ช่วยให้ร่างกายทรงตัวต้านกับแรงศูนย์ถ่วงของโลกอยู่ได้โดยไม่ล้ม เป็นความแข็งแรงของกล้ามเนื้อที่ใช้ในการเคลื่อนไหวพื้นฐาน เช่น การวิ่ง การกระโดด การเขย่ง การกระโจน การกระโดดขาเดียว การกระโดดสลับเท้า เป็นต้น ความแข็งแรงอีกชนิดหนึ่งของกล้ามเนื้อเรียกว่า ความแข็งแรงเพื่อเคลื่อนไหวในมุมต่าง ๆ ได้แก่ การเคลื่อนไหวแขนและขาในมุมต่าง ๆ เพื่อเล่นเกมกีฬา หรือใช้ในการปา การขว้าง การเตะ การตี เป็นต้นและความแข็งแรงชนิดสุดท้ายเรียกว่า ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อในการเกร็ง เป็นความสามารถของร่างกายหรือส่วนใดส่วนหนึ่งของร่างกาย ในการต้านทานแรงที่มากระทำจากภายนอกโดยไม่ล้มหรือสูญเสียการทรงตัว

2. ความอดทนของกล้ามเนื้อ (Muscular Endurance) หมายถึง ความสามารถของกล้ามเนื้อ ในการออกแรงทำให้วัตถุเคลื่อนที่ติดต่อกันเป็นเวลานาน ๆ หรือหลายครั้งติดต่อกันได้ ความอดทน

ของกล้ามเนื้อ สามารถเพิ่มได้มากขึ้นโดยการเพิ่มจำนวนครั้งในการปฏิบัติกิจกรรมซึ่งจะขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง เช่น อายุ เพศ ระดับสมรรถภาพทางกายของเด็กและชนิดของการออกกำลังกาย

3. ความอดทนของระบบไหลเวียนโลหิตและระบบหายใจ (Cardiorespiratory Endurance)

หมายถึง ความสามารถของหัวใจ ปอด และหลอดเลือดในการที่จะลำเลียงออกซิเจน และสารอาหารไปยังกล้ามเนื้อที่ใช้ในการออกแรงและขณะเดียวกันก็นำสารที่ไม่ต้องการ ซึ่งเกิดขึ้นภายหลังการทำงานของกล้ามเนื้อ ออกจากกล้ามเนื้อที่ใช้ในการออกแรง ในการพัฒนาหรือเสริมสร้างนั้นเด็กจะต้องมีการเคลื่อนไหวกล้ามเนื้อมัดใหญ่ ๆ เช่น การวิ่ง การกระโดด โดยใช้ระยะเวลาติดต่อกันอย่างน้อยครั้งละประมาณ 10 – 15 นาที

4. ความอ่อนตัว (Flexibility) หมายถึงความสามารถในการเคลื่อนไหวของส่วนแขน ส่วนขา หรือส่วนต่าง ๆ ของร่างกายให้เต็มขีดจำกัดของการเคลื่อนไหวนั้น ๆ การพัฒนาทางด้านความอ่อนตัวทำได้โดยการยืดเหยียดกล้ามเนื้อและเอ็น หรือการใช้แรงต้านทานในกล้ามเนื้อและเอ็นต้องทำงานมากขึ้น การยืดเหยียดของกล้ามเนื้อทำได้ทั้งแบบอยู่กับที่หรือมีการเคลื่อนไหว เพื่อให้ได้ประโยชน์สูงสุดควรใช้การเหยียดของกล้ามเนื้อในลักษณะอยู่กับที่ นั่นก็คืออวัยวะส่วนแขนและขาหรือลำตัวจะต้องเหยียดจนกว่ากล้ามเนื้อจะรู้สึกตึงและจะต้องอยู่ในท่าเหยียดกล้ามเนื้อในลักษณะนี้ประมาณ 10 – 15 วินาที

5. องค์ประกอบของร่างกาย (Body Composition) จะเป็นดัชนีประมาณค่าที่ทำให้ทราบถึงเปอร์เซ็นต์ต่อน้ำหนักที่เป็นส่วนของไขมันที่มีอยู่ในร่างกาย องค์ประกอบของร่างกายประกอบด้วย 2 ส่วนคือ ไขมันในร่างกายกับน้ำหนักของส่วนต่าง ๆ ที่ปราศจากไขมัน ได้แก่ ส่วนของกระดูกและกล้ามเนื้อ การรักษาองค์ประกอบในร่างกายให้อยู่ในระดับที่เหมาะสมจะช่วยทำให้นักเรียนไม่เป็นโรคอ้วน ซึ่งโรคอ้วนจะเป็นจุดเริ่มต้นของการเป็นโรคที่เสี่ยงอันตรายต่อไปอีกมาก เช่น โรคหลอดเลือดหัวใจตีบ หัวใจวายและโรคเบาหวาน เป็นต้น สำหรับการหาองค์ประกอบของร่างกายนั้น จะกระทำได้โดยการวัดความหนาของไขมันใต้ผิวหนัง (skinfold thickness) โดยใช้เครื่องมือที่เรียกว่า skinfold caliper

3. สมรรถภาพทางกายที่สัมพันธ์กับทักษะ

สมรรถภาพทางกายที่สัมพันธ์กับทักษะ (Skill – Related Physical Fitness) หรือ (Performance – Related Physical Fitness) เป็นสมรรถภาพทางกายที่จำเป็นจะต้องใช้สำหรับการเล่นกีฬา ซึ่งจะทำให้การเล่นกีฬามีประสิทธิภาพมากที่สุด โดยจะประกอบด้วยสมรรถภาพทางกายที่สัมพันธ์กับสุขภาพควบคู่กับองค์ประกอบด้านอื่น ๆ ดังนี้

1. ความเร็ว (Speed) หมายถึงความสามารถในการเคลื่อนไหวไปสู่เป้าหมายที่ต้องการโดยใช้ระยะเวลาอันสั้นที่สุด ซึ่งกล้ามเนื้อจะต้องออกแรงและหดตัวด้วยความเร็วสูงสุด

2. กำลังของกล้ามเนื้อ (Muscle Power) หมายถึง ความสามารถของกล้ามเนื้อในการทำงานโดยการออกแรงสูงสุดในช่วงเวลาสั้นที่สุด ซึ่งจะต้องมีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและความเร็วเป็นองค์ประกอบหลัก

3. ความคล่องแคล่วว่องไว (Agility) หมายถึง ความสามารถในการเปลี่ยนทิศทางและตำแหน่งร่างกายในขณะที่กำลังเคลื่อนไหวโดยใช้ความเร็วได้อย่างเต็มที่ จัดเป็นสมรรถภาพทางกายที่จำเป็นในการนำไปสู่การเคลื่อนไหวขั้นพื้นฐานสำหรับทักษะในการเล่นกีฬาประเภทต่าง ๆ ให้มีประสิทธิภาพ

4. การทรงตัว (Balance) หมายถึง ความสามารถในการควบคุมรักษาตำแหน่งและท่าทางของร่างกายให้อยู่ในลักษณะตามที่ต้องการได้ ทั้งขณะที่อยู่กับที่หรือในขณะที่มีการเคลื่อนที่

5. เวลาปฏิกิริยา (Reaction Time) หมายถึง ระยะเวลาที่เร็วที่สุดที่ร่างกายเริ่มมีการตอบสนองหลังจากที่ได้รับการกระตุ้น ซึ่งเป็นความสามารถของระบบประสาท เมื่อรับรู้การถูกกระตุ้นแล้ว สามารถสั่งการให้อวัยวะที่ทำหน้าที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนไหวให้มีการตอบสนองอย่างรวดเร็ว

6. การทำงานที่ประสานสัมพันธ์กัน (Coordination) หมายถึง ความสัมพันธ์ระหว่างการทำงานของระบบประสาทและระบบกล้ามเนื้อ ในการที่จะปฏิบัติกิจกรรมทางกลไกที่สลับซับซ้อนในเวลาเดียวกันอย่างราบรื่นและแม่นยำ

4. การทดสอบสมรรถภาพทางกาย

การทดสอบสมรรถภาพทางกาย (Physical Fitness Test) หมายถึง การทดสอบเพื่อประเมินความสามารถและประสิทธิภาพในการทำงานของอวัยวะต่าง ๆ ของร่างกายเฉพาะเจาะจงที่เกี่ยวกับความแข็งแรง ความอดทนของกล้ามเนื้อ ความอดทนของระบบไหลเวียนโลหิตและระบบหายใจ ความสามารถในการทรงตัว ความคล่องแคล่วว่องไว ความอ่อนตัว ความเร็ว พลังของกล้ามเนื้อ เวลาปฏิกิริยา และการทำงานที่ประสานสัมพันธ์กันระหว่างระบบประสาทและกล้ามเนื้อ โดยมีวัตถุประสงค์หลักเพื่อต้องการทราบถึงขีดความสามารถในการทำงานของอวัยวะต่าง ๆ ของร่างกายว่ามีความสามารถหรือมีความพร้อมมากน้อยเพียงใด มีจุดอ่อนหรือจุดบกพร่องที่จะต้องปรับปรุงส่วนไหนบ้าง ทั้งนี้ เพื่อให้ร่างกายส่วนนั้นได้ประกอบกิจกรรมต่าง ๆ อย่างมีระบบและจะเป็นองค์ประกอบพื้นฐานที่จะนำไปสู่การมีสมรรถภาพทางกายที่ดีต่อไป

รายงานการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการทดสอบสมรรถภาพทางกาย

กองส่งเสริมพลศึกษาและสุขภาพ กรมพลศึกษา (2527) ได้ทำการทดสอบสมรรถภาพทางกาย นักเรียนชายและนักเรียนหญิงอายุ 10 – 18 ปี ในเขตการศึกษา 1 – 12 และเขตกรุงเทพมหานคร รวม 5,580 คน โดยใช้แบบทดสอบสมรรถภาพทางกายมาตรฐานระหว่างประเทศ (ICSPFT) วัตถุประสงค์เพื่อเป็นแนวทางสำหรับการทดสอบสมรรถภาพทางกายของนักเรียนและเยาวชนในโอกาสต่อไป และนำผลไปเปรียบเทียบกับประเทศอื่น ผลการทดสอบมีดังนี้

1. สมรรถภาพทางกายนักเรียนชายอายุ 10 – 18 ปี มีค่าเฉลี่ยแต่ละรายการเรียงตามระดับอายุ ดังนี้

1.1 วิ่ง 50 เมตร 9.60, 9.34, 9.03, 8.62, 8.16, 7.83, 7.32, 7.54 และ 7.42 วินาที ตามลำดับ

1.2 ยืนกระโดดไกล 143.82, 150.64, 161.33, 170.54, 188.83, 196.24, 201.43, 206.61 และ 210.55 เซนติเมตร ตามลำดับ

1.3 แร้งปีกมือที่ถนัด 14.96, 16.90, 19.51, 24.23, 26.40, 34.40, 38.81, 39.99 และ 41.98 กิโลกรัม ตามลำดับ

1.4 งอแขนห้อยตัวและดึงข้อ 3.17, 3.81, 4.20, 4.55, 5.19, 5.97, 6.75, 7.54 และ 7.55 ครั้ง ตามลำดับ

1.5 วิ่งเก็บของ 12.37, 12.05, 11.75, 11.46, 11.09, 11.91, 10.77, 10.80 และ 10.66 วินาที ตามลำดับ

1.6 ลูก – นั่ง 30 วินาที 16.25, 16.09, 17.63, 19.60, 19.92, 21.42, 22.69, 22.67 และ 23.25 ครั้ง ตามลำดับ

1.7 วิ่ง 600 เมตร (อายุ 10 – 11 ปี) และ 1,000 เมตร (อายุ 12 – 18 ปี) 199.31, 194.51, 292.95, 277.25, 294.83, 218.85, 260.19, 266.14 และ 267.95 วินาที ตามลำดับ

2. สมรรถภาพทางกายนักเรียนหญิง อายุ 10 – 18 ปี มีค่าเฉลี่ยแต่ละรายการเรียงลำดับอายุ ดังนี้

2.1 วิ่ง 50 เมตร 10.24, 9.97, 9.74, 9.72, 9.41, 9.73, 9.66, 9.79 และ 9.90 วินาที ตามลำดับ

2.2 ยืนกระโดดไกล 131.55, 138.09, 143.08, 149.03, 151.76, 153.02, 151.50, 150.27 และ 148.26 เซนติเมตร ตามลำดับ

2.3 แร้งปีบมือที่ถนัด 13.62, 15.83, 19.63, 21.67, 25.50, 24.96, 24.70, 26.35 และ 27.90 กิโลกรัม ตามลำดับ

2.4 งอแขนห้อยตัว 10.97, 4.07, 6.52, 8.70, 8.97, 8.69, 9.65, 9.23 และ 10.23 วินาที ตามลำดับ

2.5 วิ่งเก็บของ 13.14, 12.00, 12.76, 12.67, 11.92, 12.50, 12.76 และ 12.89 วินาที ตามลำดับ

2.6 ลูก – นั่ง 30 วินาที 11.67, 10.96, 12.62, 13.15, 12.74, 12.83, 12.91, 12.48 และ 12.30 ครั้ง ตามลำดับ

2.7 วิ่ง 600 เมตร (อายุ 10 – 11 ปี) และ 800 เมตร (อายุ 12 – 18 ปี) 215.37, 221.15, 297.39, 279.39, 279.94, 265.83, 260.77, 274.75, 270.91 และ 290.67 วินาที ตามลำดับ

2.8 งอตัวข้างหน้า 5.84, 6.91, 7.90, 9.60, 11.43, 12.68, 12.69, 12.02 และ 12.99 เซนติเมตร ตามลำดับ

อีกทั้งสำนักพัฒนาการพลศึกษา สุขภาพและนันทนาการ กรมพลศึกษา (2539) ได้ดำเนินการศึกษาสมรรถภาพทางกายนักเรียนชายและนักเรียนหญิง อายุ 16 – 18 ปี ในเขตการศึกษา 1 – 12 และกรุงเทพมหานคร จำนวน 12,000 คน โดยใช้แบบทดสอบสมรรถภาพทางกายมาตรฐานระหว่างประเทศ (ICSPFT) วัดคุณสมบัติเพื่อศึกษาและสร้างเกณฑ์สมรรถภาพทางกายของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษา ระดับอายุ 16 – 18 ปี

ผลการศึกษาสมรรถภาพทางกายของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ระดับอายุ 16 – 18 ปี พบว่า นักเรียนชายอายุ 16 ปี มีน้ำหนักเฉลี่ย 54.03 กิโลกรัม มีส่วนสูงเฉลี่ย 167.26 เซนติเมตร วิ่ง 50 เมตร มีค่าเฉลี่ย 7.97 วินาที ยืนกระโดดไกล มีค่าเฉลี่ย 203.57 เซนติเมตร แร้งปีบมือที่ถนัด มีค่าเฉลี่ย 36.94 กิโลกรัม ลูก – นั่ง 30 วินาที มีค่าเฉลี่ย 24.22 ครั้ง ดึงข้อราวเดียว มีค่าเฉลี่ย 5.23 ครั้ง วิ่งเก็บของ มีค่าเฉลี่ย 11.33 วินาที วิ่งทางไกล 1,000 เมตร มีค่าเฉลี่ย 5.07 นาที และงอตัวไปข้างหน้า มีค่าเฉลี่ย 9.55 เซนติเมตร

นักเรียนหญิงอายุ 16 ปี มีน้ำหนักเฉลี่ย 48.64 กิโลกรัม มีส่วนสูงเฉลี่ย 156.79 เซนติเมตร วิ่ง 50 เมตร มีค่าเฉลี่ย 10.38 วินาที ยืนกระโดดไกล มีค่าเฉลี่ย 148.03 เซนติเมตร แร้งปีบมือที่ถนัด มีค่าเฉลี่ย 25.35 กิโลกรัม ลูก – นั่ง 30 วินาที มีค่าเฉลี่ย 14.89 ครั้ง งอแขนห้อยตัว มีค่าเฉลี่ย 5.00 วินาที วิ่งเก็บของ มีค่าเฉลี่ย 13.34 วินาที วิ่งทางไกล 800 เมตร มีค่าเฉลี่ย 5.38 นาที และงอตัวข้างหน้า มีค่าเฉลี่ย 9.21 เซนติเมตร

ลูนีและโพลว์แมน (Looney and Plowman, 1990) ได้ศึกษาวิจัยเรื่องอัตราการผ่านเกณฑ์การทดสอบสมรรถภาพทางกาย (Fitness gram Criterion Scores) ของเด็กและเยาวชนอเมริกันโดยมีวัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาเปอร์เซ็นต์ของนักเรียนอายุ 6 – 18 ปี ที่สามารถผ่านอัตราผ่านเกณฑ์การทดสอบสมรรถภาพทางกาย ซึ่งมีรายการทดสอบ ดังนี้

- เปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย (Percent Body Fat)
- ดรรชนีมวลของร่างกาย (Body Mass Index)
- วิ่ง 1 ไมล์ (1 Mile Run)
- ลูก – นั่ง (Sit – ups)
- ดึง – ข้อม (Pull ups)
- นั่งงอตัวไปข้างหน้า (Sit and Reach)

2. เพื่อหาเทคนิควิธีการเสริมสร้างสมรรถภาพทางกายให้กับนักเรียนที่สอบไม่ผ่านเกณฑ์ ซึ่งกลุ่มนักเรียนดังกล่าวแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มที่มีความกระฉับกระเฉง (Active) และกลุ่มที่ไม่กระฉับกระเฉง (Inactive) ผลการวิจัยพบว่า

เด็กและเยาวชนชาวอเมริกันส่วนใหญ่สามารถผ่านเกณฑ์การทดสอบสมรรถภาพทางกายในรายการต่าง ๆ เรียงตามลำดับดังต่อไปนี้ รายการทดสอบนั่งงอตัวไปข้างหน้า (เพศชายผ่านเกณฑ์ ร้อยละ 90 เพศหญิงผ่านเกณฑ์ ร้อยละ 97) การวัดเปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย (เพศชายผ่านเกณฑ์ ร้อยละ 89 เพศหญิงผ่านเกณฑ์ ร้อยละ 91) การวัดดรรชนีมวลของร่างกาย (เพศชายผ่านเกณฑ์ ร้อยละ 88 เพศหญิงผ่านเกณฑ์ ร้อยละ 85) การวิ่ง 1 ไมล์ (เพศชายผ่านเกณฑ์ ร้อยละ 77 เพศหญิงผ่านเกณฑ์ ร้อยละ 60) ลูก – นั่ง (เพศชายผ่านเกณฑ์ ร้อยละ 65 เพศหญิงผ่านเกณฑ์ ร้อยละ 57) และดึงข้อม (เพศชายผ่านเกณฑ์ ร้อยละ 73 เพศหญิงผ่านเกณฑ์ ร้อยละ 32)

วิธีการเพิ่มสมรรถภาพทางกายให้กับเด็กและเยาวชนที่มีสมรรถภาพทางกายไม่ผ่านเกณฑ์ฟิตเนสแกรม (Fitnessgram) ทั้งสองกลุ่มก็คือ ต้องให้เด็กและเยาวชนเหล่านั้นเสริมสร้างสมรรถภาพทางกายโดยอาศัยหลักการ คือ ความถี่ของการฝึก (Frequency) ความหนักของการฝึก (Intensity) และระยะเวลาของการฝึก (Duration)

5. ความหมายของความเร็ว (speed)

ความเร็ว (speed) คือความสามารถในการเคลื่อนที่ เดินทางหรือการเคลื่อนไหวของสิ่งต่าง ๆ หรือส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย เป็นความสามารถในการเคลื่อนไหวไปสู่เป้าหมายที่ต้องการโดยใช้ระยะเวลาอันสั้นที่สุด ซึ่งกล้ามเนื้อจะต้องออกแรงและหดตัวด้วยความเร็วสูงสุดซึ่งความเร็วเป็นความสามารถของกล้ามเนื้อและระบบประสาทการสั่งงานที่จะทำงานร่วมกันอันเป็นคุณสมบัติที่สามารถถ่ายทอดทางกรรมพันธุ์ได้และสามารถฝึกฝนให้ดีขึ้นได้แต่โดยทั่วไปแล้วความเร็วในการวิ่งของคนปกติจะมีสูงสุดในระยะไม่เกิน 50 – 60 เมตร ส่วนความสามารถที่จะรักษาความเร็วได้ต่อไปอีกจนถึง 100 เมตร หรือในระยะ 200 เมตร เป็นเรื่องของสมรรถภาพของกล้ามเนื้อที่จะทำงานแบบไม่ใช้ออกซิเจน (เจริญ, 2538) ได้กล่าวไว้ว่าความเร็วเป็นคุณสมบัติที่สามารถพัฒนา เสริมสร้างหรือปรับปรุงให้ก้าวหน้าขึ้นได้ด้วยการจัดระบบการฝึกให้ถูกต้องและเป็นไปอย่างต่อเนื่องสัมพันธ์กัน ไม่ว่านักกีฬาจะมีรูปร่างสัดส่วน อายุ น้ำหนัก ส่วนสูงหรือแม้แต่การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมที่แตกต่างกันมา

โดยกำเนิดก็ตาม ทุกคนก็สามารถที่จะสร้างความเร็วให้เกิดขึ้นกับตัวเองได้ด้วยการจัดโปรแกรมการฝึกให้เหมาะสมกับตนเอง

6. ขั้นตอนการใช้ความเร็วในการวิ่งระยะสั้น

ในการวิ่งระยะสั้นจะมีการใช้ความเร็วในการวิ่งแต่ละช่วงของระยะทาง ดังนี้ เริ่มจากจุดเริ่มต้นออกวิ่งถึงระยะ 30 เมตรแรก เป็นช่วงที่มีการใช้อัตราความเร็วร้อยละ 95 ของความเร็วสูงสุด และอัตราความเร็วจะถูกใช้มากที่สุดในช่วง 15 เมตรแรก ซึ่งช่วงนี้มุมของลำตัวยังคงต่ำและโน้มลำตัวไปข้างหน้ามาก และเป็นช่วงที่มีการเพิ่มอัตราเร่งอย่างรวดเร็ว จนเข้าสู่ระยะ 30 – 60 เมตร ซึ่งในช่วงนี้อัตราความเร็วจะถูกเพิ่มขึ้นทีละน้อยจนถึงจุดสูงสุดขณะเดียวกันจะต้องพยายามควบคุมท่าทางการวิ่งให้มีความสัมพันธ์กลมกลืนและไม่มีอาการเกร็งขึ้นในขณะที่ใช้ความเร็วสูงสุด ช่วงนี้มุมของลำตัวนักกีฬาที่วิ่งจะอยู่ในมุมปกติของการวิ่ง ซึ่งไม่จำเป็นต้องโน้มตัวไปข้างหน้ามากเหมือนกับการวิ่งออกตัวตอนเริ่มต้นในช่วงแรก ระยะทางการวิ่งในช่วง 30 – 60 เมตรนี้จะเป็นระยะที่มีการปรับเพิ่มอัตราเร่งเป็นไปอย่างต่อเนื่องจนถึงความเร็วสูงสุดถึง 100 เปอร์เซ็นต์ ระยะ 60 – 80 เมตร เป็นช่วงของการคงความเร็วสูงสุดไว้ ในช่วงนี้เป็นช่วงสำคัญที่นักกีฬาจะต้องพยายามรักษาความเร็วสูงสุดของตนไว้ให้นานที่สุดและไม่สมควรที่จะพยายามเร่งความเร็วขึ้นไปอีกเพราะจะทำให้เกิดอาการเกร็งและอาการเมื่อยลำขึ้น นอกจากนี้ยังมีผลทำให้การควบคุมท่าทางการวิ่งกระทำได้อย่างอันเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ความเร็วลดลงอย่างรวดเร็ว นักกีฬาที่สามารถควบคุมท่าทางการเคลื่อนไหวได้เป็นอย่างดีในช่วงนี้ จะทำให้การวิ่งและการใช้กล้ามเนื้อมีความสัมพันธ์กลมกลืนกัน มีผลทำให้ลำตัวนิ่งและไม่มีอาการเกร็งเกิดขึ้นมากจนเกินไป ดังนั้นเมื่อผ่านช่วง 15 – 20 เมตรแรกของการใช้ความเร็วสูงสุดไปแล้ว การลดลงของอัตราความเร็วในการวิ่งจะเป็นไปอย่างช้า ๆ ส่วนระยะ 85 – 100 เมตร ในช่วงนี้ความเร็วจะเริ่มลดลง ซึ่งอัตราการลดลงนี้จะเกิดขึ้นมาน้อยเพียงใดนั้นขึ้นอยู่กับสภาพร่างกายและการฝึกซ้อมของนักกีฬาแต่ละคน การใช้ความเร็วในช่วงนี้จะยังคงดำเนินไปอย่างต่อเนื่องจนกระทั่งผ่านเลยเส้นชัยไป 4 – 5 เมตร มุมของลำตัวในขณะวิ่งยังคงเปลี่ยนแปลง การเข้าเส้นชัยไม่ควรกระโดดพุ่งตัวเข้าเพราะจะทำให้ความเร็วในการวิ่งลดลง

7. หลักการฝึกเพื่อพัฒนาปรับปรุงความเร็วในการวิ่ง

Allerheiligen (1994) กล่าวว่า องค์ประกอบของความเร็วในการวิ่งประกอบด้วยความเร็วของช่วงก้าวในการวิ่ง ความยาวของช่วงก้าวในการวิ่ง ลักษณะท่าทางในการวิ่งและการฝึกความสามารถของกล้ามเนื้อในการใช้พลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจน ซึ่งการที่จะพัฒนาส่วนประกอบที่กล่าวมานี้ให้ดีขึ้นนั้นขึ้นอยู่กับกรออกแบบโปรแกรมการฝึกวิ่งที่ดี รวมทั้งการฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ การเสริมสร้างอัตราเร่ง การวิ่งด้วยแรงต้าน การกระโดดในรูปแบบต่าง ๆ การฝึกหนักสลับเบาและเทคนิคในการวิ่ง สอดคล้องกับ ชูศักดิ์ และ กันยา (2536) กล่าวว่า ความเร็วในการวิ่งขึ้นอยู่กับความยาวของช่วงก้าวและความถี่ของช่วงก้าว ความยาวของช่วงก้าวขึ้นอยู่กับความยาวของขา ส่วนความถี่ของก้าวขึ้นอยู่กับความเร็วในการหดตัวของกล้ามเนื้อและการร่วมกันทำงานของระบบประสาทและระบบกล้ามเนื้อ

หลักการฝึกเพื่อพัฒนาปรับปรุงความเร็วในการวิ่ง มีสาระสำคัญที่ควรศึกษาและทำความเข้าใจในรายละเอียด มีดังต่อไปนี้คือ

1. ปริมาณและความหนักในการฝึก จะต้องมากพอที่จะกระตุ้นให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของเนื้อเยื่อและระบบการทำงานของอวัยวะภายในร่างกาย โดยสามารถสร้างและพัฒนาร่างกายได้อย่างต่อเนื่องเป็นสัดส่วนกับปริมาณและความหนักในการฝึก
2. การเพิ่มหรือการเปลี่ยนแปลงปริมาณงานหรือความหนักในการฝึก จะต้องเป็นไปอย่างต่อเนื่องสัมพันธ์กันกับพัฒนาการทางด้านร่างกาย เพื่อป้องกันการบาดเจ็บและอันตรายที่อาจเกิดขึ้นกับนักกีฬา โดยเฉพาะกับการฝึกซ้อมมากเกินไป
3. การหยุดในระหว่างการฝึกซ้อม ไม่ควรนานเกินกว่า 24 – 48 ชม. การหยุดซ้อมนานเกินกว่าเวลาดังกล่าวจะมีผลทำให้ความต่อเนื่องในการพัฒนาด้านร่างกายลดลง
4. การเร่งการฝึกซ้อมแบบหักโหมโดยที่นักกีฬามีได้รับการพักผ่อนหรือพักผ่อนเพียงพอ นอกจากจะไม่ก่อให้เกิดผลดีต่อการฝึกแล้วยังเป็นสาเหตุนำไปสู่การบาดเจ็บและความเสื่อมสมรรถภาพของร่างกาย อันเนื่องมาจากการฝึกซ้อมเกิน วิธีที่ดีที่สุดควรใช้การฝึกแบบหนักสลับเบาหรือจัดรูปแบบการฝึกหนักสลับเบากับการฝึกทักษะพื้นฐานเพื่อให้ร่างกายได้มีโอกาสผ่อนคลายความเครียดและมีการปรับตัว
5. การฝึกควรเพิ่มปริมาณความหนักขึ้นตามลำดับโดยสลับความหนัก เบา และเวลาในการพักในแต่ละวัน แต่ละสัปดาห์ แต่ละเดือน ด้วยการบันทึกผลหรือสถิติการฝึกซ้อมไว้ทุกครั้งเพื่อนำมาประกอบการพิจารณาจัดโปรแกรมการฝึกซ้อมในแต่ละช่วงให้เหมาะสมกับสภาพร่างกายของนักกีฬา

8. การฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อด้วยวิธีการฝึกพลัยโอเมตริก (Plyometric Training)

Allerheiligen (1994) กล่าวว่า Plyometric เป็นการออกกำลังกายที่มีผลทำให้กล้ามเนื้อมีความแข็งแรงแบบแรงระเบิด (Explosive power) โดยเป็นการออกกำลังกายในช่วงเวลาสั้น ๆ เป็นการออกกำลังกายที่ใช้ประโยชน์จากแรงโน้มถ่วงของโลกโดยการเก็บพลังงานศักย์ไว้ในกล้ามเนื้อและพลังงานเหล่านี้จะถูกนำมาใช้ให้เป็นประโยชน์ทันทีเมื่อเกิดปฏิกิริยาในทิศทางที่ตรงกันข้าม ความแข็งแรงในการยืดหดของกล้ามเนื้อเป็นความสามารถของกล้ามเนื้อและเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน ที่จะออกแรงอย่างรวดเร็วเพื่อผลิตกำลังสูงสุดในการเคลื่อนไหวในแนวราบ แนวตั้ง ด้านข้างหรือแบบผสมผสาน สอดคล้องกับ Chu และ Plummer (1984) กล่าวว่า พลัยโอเมตริกเป็นการออกกำลังกายที่มีวัตถุประสงค์เพื่อเชื่อมความแข็งแรงและความเร็วในการเคลื่อนไหว เพื่อทำให้เกิดประเทของการเคลื่อนไหวแบบรวดเร็วซึ่งมักใช้การฝึกกระโดดหรือการออกกำลังกายแบบใด ๆ ก็ได้ที่ใช้ปฏิกิริยาสะท้อนแบบยืดเหยียด (Stretching Reflex) เพื่อผลิตแรงปฏิกิริยาหรือแรงกระดอนอย่างรวดเร็ว เช่นเดียวกับ Huber (1987) รายงานว่า การออกกำลังกายแบบพลัยโอเมตริกนั้นมีความสำคัญ เชื่อว่า การเหยียดออกอย่างรวดเร็วของกล้ามเนื้อเหยียดตัวออกเร็วเท่าใดก็ยิ่งมีการพัฒนาแรงหดตัวสั้นเข้ามามากยิ่งขึ้นเท่านั้น ลักษณะของการออกกำลังกายแบบพลัยโอเมตริกเป็นการออกกำลังกายแบบไม่ใช้ออกซิเจนและการหดตัวของกล้ามเนื้อสูงสุด รวมทั้งมีแรงพยายามเกิดขึ้นทุกครั้ง

กลไกการทำงานของกล้ามเนื้อในการฝึกพลัยโอเมตริก

ขั้นตอนหลักในการทำงานของกล้ามเนื้อในการฝึกพลัยโอเมตริก แบ่งออกเป็น 3 ระยะ ดังนี้

1. ช่วง Amortization Phase เป็นช่วงที่กล้ามเนื้อมีการยืดเหยียดตัวออกเพื่อสะสมพลังงานศักย์หรือแรงไว้ก่อนที่จะหดตัวเพื่อปฏิบัติการเคลื่อนไหว
2. ช่วง Reactive Recovery Phase เป็นระยะที่กล้ามเนื้อหดตัวกลับสู่สภาพเดิมซึ่งก่อให้เกิดแรงและความเร็วในการหดตัวเพื่อกระโดดขึ้นในแนวตั้งหรือในทิศทางที่ต้องการ และ ช่วงที่ 3. Active Take – Off Phase เป็นระยะที่กล้ามเนื้อเมื่อรับน้ำหนักตัวขณะลงสู่พื้น เพื่อทำการกระโดดต่อไป และการเคลื่อนไหวของร่างกายอาศัยการทำงานของกล้ามเนื้อเป็นระบบที่สำคัญที่สุดในการฝึกพลัยโอเมตริก โดยมีดักกล้ามเนื้อที่สำคัญประกอบไปด้วยใยกล้ามเนื้อ 2 ชนิด คือ Extrafusal และ Intrafusal โดยที่ Extrafusal จะประกอบไปด้วยไมโอไฟบิล ซึ่งมีคุณสมบัติในการหดตัว คลายตัวและยืดเหยียดออก ของกล้ามเนื้อ (CHU,1992) ซึ่งกระแสประสาทจาก Muscle Spindle จะถูกส่งไปในกระแสประสาทไขสันหลัง เพื่อป้องกันการที่กล้ามเนื้อถูกยืดมากเกินไปจากการฝึกหรือการออกกำลังกายที่อาศัยการเคลื่อนไหวโดยการยืดออกของกล้ามเนื้ออย่างรวดเร็ว นอกจากนั้นยังมีตัวรับรู้อีกชนิดหนึ่งคือ Golgi Tendon Organ ซึ่งอยู่ระหว่างรอยต่อของเอ็นและกล้ามเนื้อเรียงตัวอยู่ใน Extrafusal ซึ่งทำหน้าที่ต่อต้านการหดตัวหรือการยืดออกและหดตัวกลับอย่างรวดเร็วของกล้ามเนื้อ

การฝึกแบบพลัยโอเมตริก เป็นการฝึกเพื่อกระตุ้นตัวรับรู้ในกล้ามเนื้อให้มีการระดมการทำงานของกล้ามเนื้อภายในเวลาน้อยที่สุด การกระตุ้นตัวรับรู้ (Receptor) เป็นสาเหตุให้มีการเร่งและการยับยั้งรวมทั้งปรับเปลี่ยนรูปแบบการทำงานของกลุ่มกล้ามเนื้อ Agonist และ กลุ่มกล้ามเนื้อ Antagonist ซึ่ง Muscle Spindle และ Golgi Tendon Organ เป็นตัวการพื้นฐานสำหรับการฝึกพลัยโอเมตริก ยังมีการกระตุ้นถี่และเร็วเท่าใด Extrafusal จะยิ่งทำงานมากขึ้นเท่านั้น (เพียรชัย,2537) ในการกระตุ้นระบบสรีรวิทยาของระบบประสาทยังเป็นผลดีกับการหดตัวกลับของเนื้อเยื่อที่ยืดหยุ่น เพราะในระหว่างการที่กล้ามเนื้อยืดออกจะมีการสะสมพลังงานแบบยืดหยุ่น (Elastic Energy) และพลังงานจะถูกใช้เมื่อกกล้ามเนื้อหดตัวสั้นเข้า โดยที่ความสามารถในการใช้พลังงานแบบยืดหยุ่นขึ้นอยู่กับเวลา ขนาดของการยืดเหยียดและความเร็วของการที่กล้ามเนื้อยืดตัวออก (Wilk,1993)

ขั้นตอนในการฝึกพลัยโอเมตริก

เช่นเดียวกันกับการฝึกทั่ว ๆ ไป คือเริ่มจากการอบอุ่นร่างกายทั่วไวก่อน ตามด้วยการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ การอบอุ่นร่างกายเฉพาะทักษะกีฬา สิ่งที่ควรพิจารณาในการจัดโปรแกรมการฝึก คือ ความบอบ ปริมาณการฝึกและความหนักในการฝึก ซึ่งอาจมีการปรับบ้างถ้าหากมีการพิจารณาถึงการพัฒนาในการฝึก ช่วงระยะเวลาในการฟื้นคืนสภาพและทิศทางการเคลื่อนไหว

ความถี่ในการฝึก

ความถี่ในการฝึกพลัยโอเมตริกโดยปกติแล้วประมาณ 1 – 3 ครั้งต่อสัปดาห์ ถ้าเป็นช่วงหลังฤดูกาลการแข่งขันในกีฬาทั่วไปความถี่ในการฝึกประมาณ 2 ครั้งต่อสัปดาห์ การฝึกในความถี่ที่น้อยกว่า 3 ครั้งต่อสัปดาห์ อาจจะทำให้ผลในการฝึกต่ำกว่าที่ต้องการอันส่งผลต่อสมรรถภาพของนักกีฬาที่ควรจะเป็น

ปริมาณการฝึก

ปริมาณการฝึกขึ้นอยู่กับจำนวนการสัมผัสพื้นของเท้าไม่ว่าจะเป็นเท้าเดียวหรือสองเท้าโดยควรอยู่ที่ 80 – 100 ครั้งต่อชุด สำหรับผู้ที่เริ่มฝึก ประมาณ 100 – 120 ครั้งต่อชุด สำหรับนักกีฬา

ในระดับปานกลางและประมาณ 120 – 140 ครั้งต่อชุด สำหรับนักกีฬาในระดับสูง ถ้าความหนักสูง ปริมาณที่ใช้ในการฝึกควรจะต่ำหรือปานกลาง

ความหนักในการฝึก

ปริมาณของแรงตึงตัวที่เกิดขึ้นกับกล้ามเนื้อ เยื่อเยื่อเกี่ยวพันและข้อต่อ ที่เกิดขึ้นมีความแตกต่างกันไป เช่นการทำท่า Skip จะเกิดแรงตึงตัว ที่ข้อต่อและกล้ามเนื้อที่ต่ำ ขณะที่การทำท่า Dept Jump จะเกิดแรงตึงตัวที่สูง โดยทั่วไปแล้วเมื่อฝึกที่ความหนักสูงปริมาณการฝึกก็ควรจะลดลง ความหนักของการฝึกขึ้นอยู่กับปัจจัยดังนี้ คือ

1. ท่าที่สัมผัสพื้นเป็นท่าเดียวหรือสองท่า ซึ่งอาจจะเป็นการทำ Alternate Leg Bound ซึ่งอาจจะเป็นการกระโดดในแนว Vertical มากกว่าแนว Horizontal โดยจะเกิดแรงจำนวนมากเมื่อนักกีฬาลงสู่พื้น

2. ทิศทางของการกระโดด แนว Vertical หรือ แนว Horizontal

3. ความเร็วในแต่ละแนวการเคลื่อนที่

4. จุดศูนย์ถ่วงของร่างกาย ยิ่งอยู่สูงมากเท่าไรก็เกิดแรงมากขึ้นเมื่อลงสู่พื้น

5. น้ำหนักหรือแรงต้านจากภายนอก ได้แก่ เสื้อน้ำหนัก น้ำหนักที่ข้อเท้า เหว ที่เพิ่มให้แก่ร่างกายว่ามีมากน้อยขนาดใด

การฟื้นคืนสภาพ

เพราะว่าการฝึกพลัยโอเมตริกเป็นการฝึกที่ต้องใช้ความพยายามสูงสุด ดังนั้นการฟื้นคืนสภาพที่พอเพียงในระหว่างจำนวนครั้ง ระหว่างเซตและระหว่างชุดการฝึกจึงต้องกำหนดให้เหมาะสม เช่นการทำ Dept Jump อาจใช้เวลาประมาณ 5 – 10 วินาที ในระหว่างครั้งของการฝึกและประมาณ 2 – 3 นาที ในระหว่างเซต ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดกีฬาและเวลาในการฝึก มิฉะนั้นอาจจะทำให้ความหนักในการฝึกที่หนักเกินไปซึ่งอาจจะได้รับบาดเจ็บจากการฝึกได้

ทิศทางการเคลื่อนไหว

นักกีฬาที่ต้องการใช้ความเร็วและกำลังในการเคลื่อนไหว ซึ่งไม่เพียงแต่การเคลื่อนไหวในแนว Vertical เท่านั้น แต่ในแนวนอน ,แนวขวาง และแนวทแยงมุม ก็ใช้เช่นกัน นักกีฬาที่ต้องใช้การเคลื่อนไหวในส่วนของแขนเพื่อใช้ในการผลัก ขว้าง เหวี่ยง จะได้ประโยชน์จากการฝึกพลัยโอเมตริกที่แขนเช่นเดียวกับที่ขา การฝึกพลัยโอเมตริกสามารถฝึกได้โดยตรงกับส่วนที่เป็นระยาง คือ แขนกับขา แต่ในส่วนของลำตัวจะได้เพียงโดยอ้อมจากการฝึกที่บริเวณแขนกับขา

9. การฝึกกล้ามเนื้อแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic Training)

เจริญ (2538) กล่าวว่า อาการเหน็ดเหนื่อยเมื่อยล้า (Fatigue) ที่เกิดกับกล้ามเนื้ออันเนื่องมาจากการทำงานแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic Energy System) ของกล้ามเนื้อนั้น เป็นองค์ประกอบสำคัญในการจำกัดความเร็วหรือทำให้พลังความเร็วในการวิ่งระยะสั้นลดลง กีฬาหลายประเภทไม่ว่าจะเป็นฟุตบอล บาสเกตบอล เทนนิส แบดมินตัน เบสบอลและการวิ่งในระยะทาง 100 เมตร พลังงานที่ถูกนำมาใช้ให้เกิดประโยชน์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการเคลื่อนไหวเกือบทั้งหมดได้มาจากการทำงานแบบไม่ใช้ออกซิเจน ด้วยเหตุนี้ในการกำหนดโปรแกรมการฝึกซ้อมสำหรับนักกีฬาที่จำเป็นต้องมีการเคลื่อนไหวอย่างรวดเร็วในระยะสั้น จึงควรมุ่งเน้นการฝึกแบบไม่ใช้ออกซิเจนควบคู่ไป

กับการฝึกเทคนิคทักษะพื้นฐานที่สำคัญของกีฬาประเภทนั้น ๆ ให้ได้สัดส่วนที่เหมาะสมกัน จึงจะก่อให้เกิดประสิทธิภาพและผลดีในการฝึก

ในการฝึกเพื่อพัฒนาระบบการทำงานของร่างกายแบบไม่ใช้ออกซิเจนสามารถพัฒนาให้ดีขึ้นได้ด้วยการให้นักกีฬาวิ่งเร็วช้า ๆ ติดต่อกันหลาย ๆ เที้ยว เช่น ฝึกวิ่งด้วยการให้นักกีฬาวิ่งเร็วระยะทาง 30,40,50 หรือ 60 เมตร ติดต่อกัน 3 – 5 เที้ยว ระหว่างเที้ยวพักด้วยการเดินกลับไปยังจุดเริ่มต้นแล้วออกวิ่งในเที้ยวต่อไปจนครบหรืออาจจะใช้วิธีการฝึกหนักสลับเบาโดยเลือกกำหนดระยะทางช่วงใดช่วงหนึ่งสำหรับการฝึก เช่นระยะทาง 120,150,200 หรือ 300 เมตร ต่อจากนั้นให้แบ่งระยะทางที่ใช้ในการฝึกออกเป็น 4 ช่วงเท่า ๆ กัน

โดยปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาระบบการทำงานของร่างกายแบบไม่ใช้ออกซิเจนของกล้ามเนื้อมีข้อควรคำนึงดังนี้ คือ

1. ช่วงระยะเวลาการฝึก จะอยู่ในช่วงเวลาประมาณ 1 – 10 วินาที
2. ระยะทางในการฝึกแต่ละเที้ยว อยู่ระหว่าง 20 – 80 เมตร
3. ความหนักในการฝึก ประมาณ 90 – 100 เปอร์เซ็นต์
4. จำนวนเที้ยวที่ฝึก 3 – 4 เที้ยว
5. เวลาพักระหว่างเที้ยว 1 นาที 30 วินาที ถึง 3 นาที หรือพักจนหายเหนื่อย
6. จำนวนเซตที่ฝึก 1 – 4 เซต
7. เวลาพักระหว่างเซต 8 – 10 นาที

10. วงจรอิเล็กทรอนิกส์พื้นฐานเพื่อประกอบเป็นเครื่องวิเคราะห์ความเร็วในการวิ่ง (Speed Analyser)

10.1 IPST-MicroBox

IPST-MicroBOX เป็นชุดแผงวงจรเอนกประสงค์ที่ใช้อุปกรณ์ควบคุมแบบโปรแกรมได้ขนาดเล็กที่เรียกว่า “ไมโครคอนโทรลเลอร์” (microcontroller) ทำงานร่วมกับวงจรเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์เพื่อการโปรแกรมและสื่อสารข้อมูลโดยในชุดประกอบด้วยแผงวงจรควบคุมหลักซึ่งมีไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นอุปกรณ์หลัก, แผงวงจรโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์, กลุ่มของแผงวงจรอุปกรณ์แสดงผลการทำงานหรืออุปกรณ์เอาต์พุต อาทิแผงวงจรแสดงผลด้วยไดโอดเปล่งแสงสองสี, แผงวงจรแสดงผลตัวเลข 4 หลัก, แผงวงจรขับแสงอินฟราเรด, แผงวงจรขับมอเตอร์ และแผงวงจรขับรีเลย์รวมถึงแผงวงจรอุปกรณ์ตรวจจับสัญญาณหรือเซนเซอร์ (sensor) ซึ่งมีด้วยกันหลากหลายรูปแบบ ดังนั้นจึงสามารถนำชุดกล่องสมองกล IPST-MicroBOX นี้มาใช้ในการเรียนรู้, ทดลองและพัฒนาโครงการทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับระบบควบคุมอัตโนมัติได้อย่างสะดวกและมีประสิทธิภาพสูง

3.รังสีอินฟราเรดช่วงคลื่นยาว (FIR) ช่วงคลื่นยาวของรังสีอินฟราเรดจะมีความยาวคลื่นประมาณ 5.6 ไมโครเมตรขึ้นไป รังสีประเภทนี้เป็นช่วงคลื่นยาวจึงมีพลังงานความร้อนไม่มากนักจึงจะนิยมใช้ในการบำบัดผู้ป่วย เช่น อาการปวดเมื่อยเรื้อรัง และผู้ป่วยด้วยโรคความดันโลหิต รวมถึงการควบคุมน้ำหนัก เป็นต้น

10.3 Laser

แสงเลเซอร์คือคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในช่วงความถี่แคบๆ (คลื่นแสงที่มีความถี่ค่าเดียว) หรืออาจกล่าวได้ว่า “แสงเลเซอร์เป็นแสงบริสุทธิ์ที่สุด เท่าที่นักวิทยาศาสตร์จะผลิตขึ้นมาได้” การผลิตแสงเลเซอร์เกิดขึ้นจากกระบวนการทางฟิสิกส์ที่มีชื่อว่า “Light Amplification by Stimulated Emission Radiation” เรียกว่า LASER ซึ่งมีความหมายคือ การเพิ่มปริมาณคลื่นแสงโดยการกระตุ้นให้ปลดปล่อยคลื่นแสงออกมา

ในระบบการผลิตเลเซอร์ ใช้หลักการสะท้อนคลื่นแสงกลับไปกลับมาในออปติคอลเรโซเนเตอร์ แสงที่สะท้อนกลับกลับไปกลับมานี้จะไปเหนี่ยวนำหรือกระตุ้นให้มีการปลดปล่อยคลื่นแสงที่มีความถี่เดียวกันและเพิ่มปริมาณแสงให้มากขึ้นจากการสะท้อน จนมีความเข้มแสงมากเพียงพอเป็นแสงเลเซอร์ในที่สุด

แสงเลเซอร์มีคุณสมบัติพิเศษที่สำคัญอยู่ 2 ประการ คือ เป็นคลื่นแสงที่มีความถี่ค่าเดียว (Monochromatic Light) และมีความเป็นระเบียบสูง (Coherence) ด้วยคุณสมบัติทั้งสองประการนี้ ทำให้คลื่นแสงเลเซอร์ไม่เกิดการหักล้างกันเอง และเสริมกันอยู่ตลอดเวลาตามคุณสมบัติของคลื่น ดังนั้นแสงเลเซอร์จึงมีคุณสมบัติที่โดดเด่นและแตกต่างจากแสงทั่วไป คือ

- มีความสว่างและเจิดจ้าสูง
- มีทิศทางที่แน่นอนและเคลื่อนที่ไปได้ไกลมาก
- มีการบานออกของลำแสงน้อย และสามารถบีบลำแสงได้เล็กมาก
- มีโพลาไรเซชันและความหนาแน่นของพลังงานสูง

ระบบกำเนิดเลเซอร์โดยส่วนใหญ่ประกอบไปด้วย 3 ส่วนคือ

สารเลเซอร์ หรือ เลเซอร์มีเดีย (Laser Medium) เป็นสารหรือวัสดุที่ทำให้เกิดแสงเลเซอร์ ที่มีโครงสร้างอะตอมหรือโมเลกุลเหมาะสมกับการเกิดเลเซอร์ ตัวอย่างเช่น ผลึกทับทิม (Ruby Crystal) แก๊สผสมระหว่างแก๊สฮีเลียมกับนีออน (He+Ne Gas) สารละลายสีย้อมผ้า (Dye Solution) สารกึ่งตัวนำ (Semiconductor) ฯลฯ

ระบบจ่ายกำลัง (Power Supply) เป็นระบบทางไฟฟ้าหรือทางแสง สำหรับกระตุ้นให้สารเลเซอร์ปลดปล่อยแสงเลเซอร์

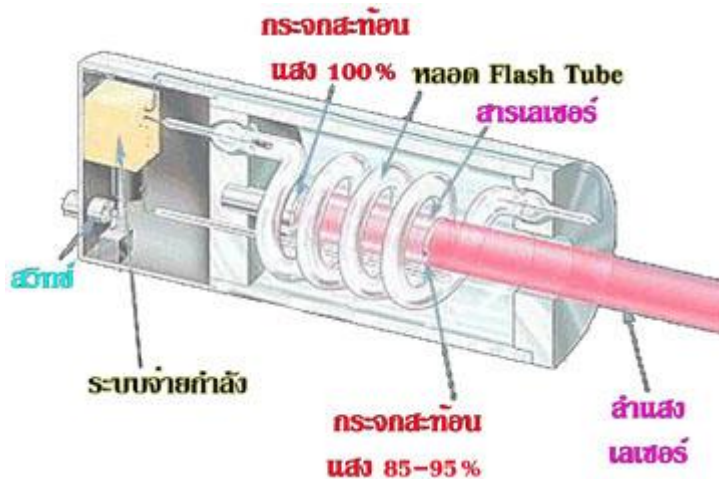
ระบบสะท้อนแสง หรือ ระบบออปติคอล เรโซเนเตอร์ (Optical Resonator) เป็นระบบสะท้อนแสง เพื่อช่วยกระตุ้นการปลดปล่อยแสงเลเซอร์ให้มีความเข้มสูง ประกอบด้วยกระจก 2 บานที่มีค่าการสะท้อนแสง 100% ที่ด้านหนึ่ง และมีค่าการสะท้อนแสง 85-95% ในอีกด้านหนึ่งซึ่งเป็นด้านที่แสงเลเซอร์ส่องผ่านออกมา

ชนิดของแสงเลเซอร์ โดยทั่วไปแบ่งตามสถานะของสารเลเซอร์ได้ 3 แบบ คือ

แก๊สเลเซอร์ (Gas Laser) ระบบเลเซอร์ที่มีสารเลเซอร์อยู่ในสถานะแก๊ส หรือส่วนผสมของแก๊สหลายชนิด ตัวอย่างเช่น ฮีเลียม-นีออนเลเซอร์ คาร์บอนไดออกไซด์เลเซอร์ ไนโตรเจนเลเซอร์ ซีนอนเลเซอร์ อาร์กอนเลเซอร์ ฯลฯ

ลิควิดเลเซอร์ (Liquid Laser) ใช้ของเหลวหรือสารละลายสีย้อมผ้าเป็นสารเลเซอร์ โดยทั่วไปมักเรียกว่า ดายเลเซอร์ ตัวอย่างสารละลายได้แก่ โรดาไมน์ 6G โรดาไมน์ คูมาริน เป็นต้น

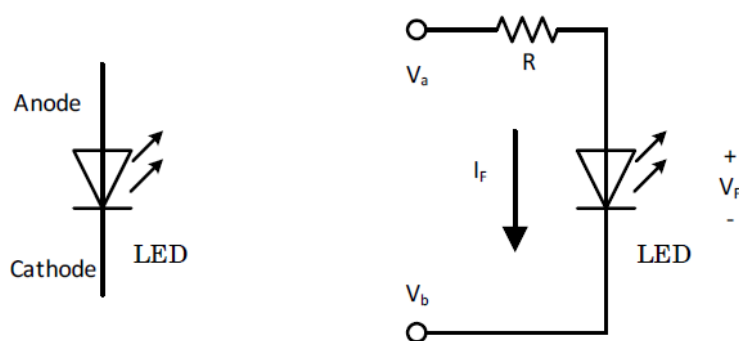
โซลิดสเตทเลเซอร์ (Solid State Laser) ใช้ของแข็งหรือในรูปผลึกเป็นสารเลเซอร์ ตัวอย่างเช่น รูบี้เลเซอร์ นีโอติเมียมแย็กเลเซอร์ ไดโอดเลเซอร์ นีโอติเมียมกลาสเลเซอร์ ฯลฯ



ภาพที่ 3 แสดงส่วนประกอบของระบบกำเนิดเลเซอร์

10.4 LED (Light Emitting Diode)

LED (Light Emitting Diode) เป็นอุปกรณ์แสดงผลที่นิยมใช้มาก มีรูปร่างและสีหลายแบบเพื่อให้เหมาะสมกับการใช้งาน สีที่มีในท้องตลาดส่วนใหญ่คือ เขียว แดง แต่จริงๆ LED มีอีกหลายสี เช่น เหลือง น้ำเงิน ขาวรวมทั้งLED ที่เปล่งแสงในย่าน infrared หรือ ultraviolet



ภาพที่ 4 แสดงวงจรของ LED

จากรูปแสดงสัญลักษณ์ของ LED และ วงจรพื้นฐานในการใช้งาน LED มีลักษณะเหมือน Diodeทั่วไปคือมี Forward voltage V_F และ Forward current I_F ถ้า Voltage ต่กระอมระหว่าง anode กับcathode มากกว่า V_F LED จะเปล่งแสงออกมา



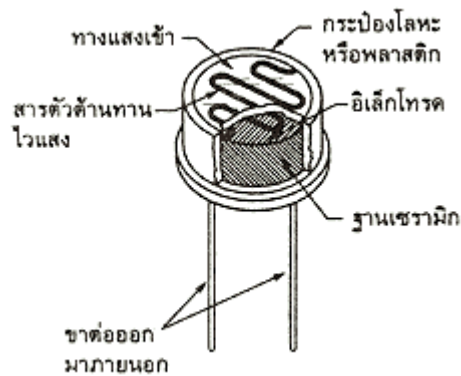
ภาพที่ 5 แสดงลักษณะของ LED

10.5 LDR (Light Dependent Resistor)

แอลดีอาร์ (LDR : Light Dependent Resistor) คือ ความต้านทานชนิดที่ไวต่อแสง กล่าวคือ ตัวความต้านทานนี้สามารถเปลี่ยนสภาพทางความนำไฟฟ้า ได้เมื่อมีแสงมาตกกระทบ บางครั้งเรียกว่าโฟโตริซิสเตอร์ (Photo Resistor) หรือ โฟโตคอนดักเตอร์ (Photo Conductor) เป็นตัวต้านทานที่ทำมาจากสารกึ่งตัวนำ (Semiconductor) ประเภทแคดเมียมซัลไฟด์ (CdS : Cadmium Sulfide) หรือแคดเมียมซีลีไนด์ (CdSe : Cadmium Selenide) ซึ่งทั้งสองตัวนี้ก็เป็นสารประเภทกึ่งตัวนำ เอามาฉาบลงบนแผ่นเซรามิกที่ใช้เป็นฐานรองแล้วต่อขาจากสารที่ฉาบ ไข่ออกมา



ภาพที่ 6 แสดงลักษณะของ LDR



ภาพที่ 7 แสดงโครงสร้างของ LDR

ส่วนที่ขดเป็นแนวเล็กๆ สี ดำทำหน้าที่เป็นตัวต้านทานไวแสง และ แนวสีดำ นั้นจะแบ่งพื้นที่ของตัวมันออกเป็น 2 ข้าง สีทองนั้น เป็นตัวนำไฟฟ้าที่ทำหน้าที่สัมผัส กับตัวต้านทานไวแสง เป็นที่สำหรับต่อขาออกมาภายนอก หรือ เรียกว่าอิเล็กโทรด ที่เคลือบเป็นฐานเซรามิก และ อุปกรณ์สำหรับห่อหุ้ม ซึ่งมีได้หลายแบบ

สมบัติทางแสง

เพราะว่า LDR เป็นสารกึ่งตัวนำ เวลาที่มีแสงตกกระทบลงไปก็จะถ่ายทอดพลังงาน ให้กับสารที่ฉาบอยู่ ทำให้เกิดโฮลกับอิเล็กตรอนวิ่งกันพล่าน. การที่มีโฮล กับอิเล็กตรอนอิสระนี้มากก็เท่ากับ

ความต้านทานลดลงนั่นเอง ยิ่ง ความเข้มของแสงที่ตกกระทบมากเท่าไร ความต้านทานก็ยิ่งลดลงมากเท่านั้น

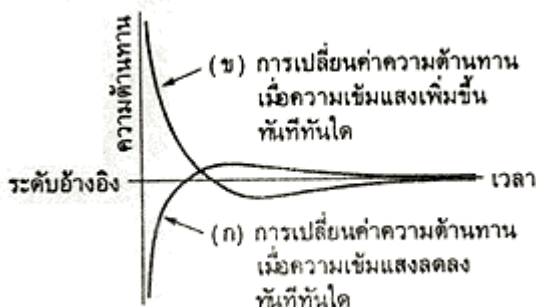
ในส่วนที่ว่าแสงตกกระทบนั้น มิใช่ว่าจะเป็นแสงอะไรก็ได้ เฉพาะแสงในช่วงความยาวคลื่นประมาณ 4,000 อังสตรอม (1 อังสตรอม เท่ากับ 10⁻¹⁰ เมตร) ถึงประมาณ 10,000 อังสตรอม เท่านั้นที่จะใช้ได้ (สายตาคนจะเห็นได้ ในช่วงประมาณ 4,000 อังสตรอม ถึง 7,000 อังสตรอม) ซึ่งคิดแล้วก็ในช่วงคลื่นเพียงแคบ ๆ

เมื่อเทียบกับการทำงาน ของอุปกรณ์ไวแสง ประเภทอื่น ๆ แต่ถึงอย่างไรแสงในช่วงคลื่นนี้ ก็มีอยู่ในแสงอาทิตย์ แสงจากหลอดไฟแบบไส้ และ แสงจากหลอดฟลูออเรสเซนต์ ด้วย หรือ ถ้าจะคิดถึง ความยาวคลื่น ที่ LDR จะตอบสนองไวที่สุดแล้ว ก็มีอยู่หลาย ความยาวคลื่น โดยทั่วไป LDR ที่ทำจาก แคดเมียมซัลไฟด์ จะไวต่อแสงที่มีความยาวคลื่นในช่วง 5,000 กว่า อังสตรอม. ซึ่งเราจะเห็นเป็นสีเขียว ไปจนถึงสีเหลือง สำหรับ บางตัวแล้ว ความ ยาวคลื่นที่ไวที่สุดของมันใกล้เคียงกับความยาวคลื่นที่ไวที่สุดของตาคนมาก (ตาคนไวต่อความ ยาวคลื่น ประมาณ 5,550 อังสตรอม) จึงมักจะใช้ทำเป็น เครื่องวัดแสง ในกล้องถ่ายรูป ถ้า LDR ทำจาก แคดเมียมซีลีไนด์ก็จะไวต่อ ความ ยาวคลื่นในช่วง 7,000 กว่า อังสตรอม ซึ่งไปอยู่ใน ช่วงอินฟราเรดแล้ว

ผลตอบสนองทางไฟฟ้า

อัตราส่วนระหว่างความต้านทานของ LDR ในขณะที่ไม่มีแสง กับขณะที่มีแสง อาจจะเป็นได้ ตั้งแต่ 100 เท่า 1,000 เท่า หรือ 10,000 เท่า แล้วแต่รุ่น แต่โดยทั่วไปแล้วค่าความต้านทานในขณะที่ไม่มีแสงจะอยู่ในช่วง ประมาณ 0.5 MW ขึ้นไป ในที่มีดสันทอาจขึ้นไปได้มากกว่า 2 MW และ ในขณะที่มีแสงจะเป็นประมาณ 10 – 20kW ลง ไป อาจจะเหลือเพียงไม่กี่โอห์ม หรือ ไม่ถึงโอห์มก็ได้. ทน แรงดันสูงสุดได้ไม่ต่ำกว่า 100 V และ กำลังสูญเสีย อย่างต่ำประมาณ 50 mW

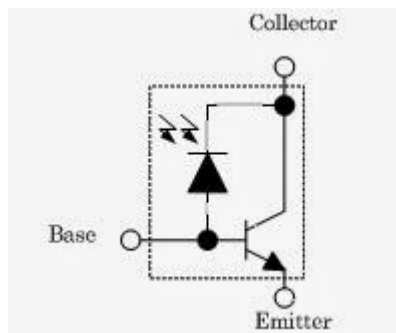
นอกเหนือจากลักษณะสมบัติต่างๆ เหล่านี้แล้วยังมีอีกอย่างหนึ่งที่สำคัญ คือ ปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นจากความ เข้มแสง เปลี่ยนแปลงอย่างฉับพลัน ซึ่งจะดูตัวอย่างได้ในภาพที่ 3 ถ้า LDR ได้รับแสงที่มีความเข้มสูงดังเส้น (ก) ความต้านทานจะมีค่า ต่ำ และ ในทันทีที่ความเข้มของแสงถูกลดลงเหลือเพียงระดับอ้างอิง ความต้านทานก็จะค่อยๆ เพิ่มขึ้นไปจนถึงค่าความต้านทาน ที่มันควรจะเป็นในระดับอ้างอิง. แต่แทนที่มันจะไปหยุดอยู่ระดับอ้างอิง มันกลับ เพิ่มเลยขึ้นไปอีกแล้วจึงจะลดลงมาอยู่ในระดับ อ้างอิง เหมือนกับว่า เบรกมันไม่ค่อยดี และ ในทำนองเดียวกันถ้า เก็บมันไว้ในที่ความเข้มแสง น้อยๆ แล้วเปลี่ยนความเข้มเป็นระดับ อ้างอิงทันที ดังในรูป (ข) ความต้านทานก็จะลด เลยต่ำลงมาจากระดับอ้างอิงแล้วจึงขึ้นไปใหม่ ยิ่งความเข้มของแสงเท่ากัน LDR แบบแคดเมียมซีลีไนด์ จะใช้เวลา ในการเข้าสู่สภาวะที่มันควรจะเป็นน้อยกว่า แบบ แคดเมียมซัลไฟด์ แต่ก็จะมีวงเลยไปไกลกว่าด้วย และ อีกอย่างหนึ่ง ความเร็วในการเปลี่ยนระดับความต้านทานจากค่าหนึ่งไปอีกค่าหนึ่งช้ามาก. ซึ่งจะอยู่ในช่วงของมิลลิวินาทีหรือ บาง ทีก็เป็นวินาที เลย จึงทำให้ LDR ใช้ได้ กับงานความถี่ต่ำๆ เท่านั้น



ภาพที่ 8 แสดงผลของการเปลี่ยนความเข้มแสงในทันทีทันใดกับ LDR

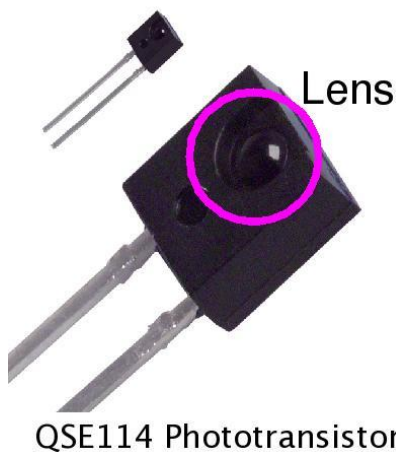
10.6 โฟโตทรานซิสเตอร์ (Photo-Transistor)

โฟโตทรานซิสเตอร์เป็นทรานซิสเตอร์ที่รวมเอาโฟโตไดโอดมาไว้ในวงจรเดียวกัน ดังแสดงในรูปด้านล่าง โดยให้โฟโตไดโอดทำหน้าที่เป็นตัวไบแอสกระแสให้แก่ขาเบสของทรานซิสเตอร์ ดังนั้นเมื่อมีแสงตกกระทบบที่โฟโตไดโอด จะเกิดการนำกระแสที่ขาเบส ทรานซิสเตอร์จึงสามารถนำกระแสได้



ภาพที่ 9 แสดงวงจรของ phototransistor

โฟโตทรานซิสเตอร์จะมีกระแสรั่วไหลมากกว่าโฟโตไดโอดเล็กน้อย และสามารถนำกระแสได้มากกว่า อย่างไรก็ตาม แม้ความเร็วในการทำงานของโฟโตทรานซิสเตอร์จะมากกว่า LDR แต่ก็ยังน้อยกว่าโฟโตไดโอด ดังนั้น โฟโตทรานซิสเตอร์จึงจำกัดการใช้งานอยู่ในวงจรที่มีความเร็วในการทำงานไม่เกิน 100 กิโลเฮิร์ตซ์

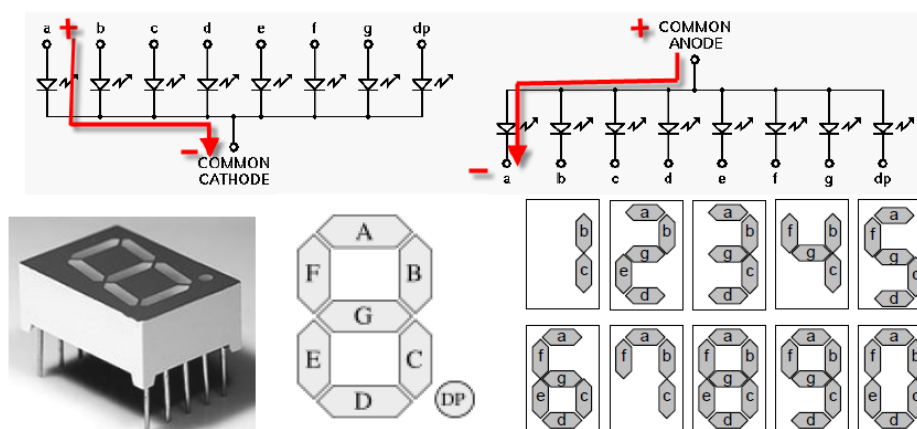


ภาพที่ 10 แสดงลักษณะของ phototransistor

10.7 Seven-Segment Display

ไดโอดเปล่งแสงแบบเลขเจ็ดส่วนเป็น LED (Light Emitting Diode) ที่นำมาจัดวางรูปแบบแสดงผลตัวเลข และตัวอักษรภาษาอังกฤษบางตัว 7-Segment ประกอบด้วย LED จำนวนแปดตัว ดังภาพที่ 11 (ล่าง) คือ A, B, C, D, E, F, G, และ DP โดยเชื่อมต่อวงจรในสองแบบคือ Common Anode กับ Common Cathode ดังภาพที่ 11 (บน)

Common Anode คือจุดเชื่อมต่อของ LED ทั้งแปดดวงเชื่อมต่อกันหมดที่ขา Anode ส่วน Common Cathode คือจุดเชื่อมต่อของ LED ทั้งแปดดวงเชื่อมต่อกันหมดที่ขา Cathode หรือจำง่ายๆ ว่า Common Anode รวมจุดไฟบวกไว้ด้วยกัน Common Cathode รวมจุดไฟลบไว้ด้วยกัน



ภาพที่ 11 แสดงลักษณะและวงจรของ Seven-Segment Display

10.8 Lan cable (RJ-45)

RJ-45 คือ หัวต่อที่ใช้กับสายสัญญาณเชื่อมต่อเครือข่ายแบบสายคู่ตีเกลียว (สายคือ หัวต่อที่ใช้กับสายสัญญาณเชื่อมต่อเครือข่ายแบบสายคู่ตีเกลียว (สาย UTP) ตัวผู้ มี 2 ชนิด ได้แก่

1. หัวต่อตัวผู้ RJ-45 (หรือที่เรียกว่า RJ-45 Connector หรือ RJ-45 Jack Plug) เป็นอุปกรณ์สำหรับใส่ที่ปลายสาย UTP มีลักษณะเป็นพลาสติกสีเหลี่ยมคล้ายหัวต่อโทรศัพท์ มีช่องสำหรับเสียบสายที่ด้านหลัง ด้านล่างเรียบ ส่วนด้านบนมีตัวล็อก ถ้าหันหน้าเข้าด้านหน้าของหัวต่อพิน 1 จะอยู่ทางด้านซ้ายมือของเรา ในขณะที่พิน 8 จะอยู่ทางขวามือ

2. หัวต่อตัวเมีย RJ-45 (หรือเรียกว่า RJ-45 Jack Face) มีลักษณะเป็นเบ้าเสียบสำหรับหัวต่อ RJ-45 ตัวผู้ เมื่อมองจากด้านที่จะนำหัวต่อตัวผู้เสียบพิน 8 จะอยู่ทางซ้าย ส่วนพิน 1 จะอยู่ทางขวา หัวต่อตัวเมียจะมีลักษณะเป็นกล่องมีช่องสำหรับเสียบหัวต่อ ด้านในกล่องจะมีขั้วซึ่งจะเป็นส่วนที่เชื่อมกับสายนำสัญญาณ hub H U B หรือ Repeater อุปกรณ์ที่ใช้เป็นจุดศูนย์กลางในการกระจายสัญญาณหรือข้อมูล จะต้องใช้ไฟหล่อเลี้ยงในการทำงาน โดยปกติการเลือก Hub จะดูที่จำนวน Port ที่ต้องการ เช่น 8 ports, 12 ports, 24 ports รวมทั้ง 48 ports เป็นต้น จำนวน port หมายถึง จำนวนในการเชื่อมคอมพิวเตอร์แต่ละตัวเข้าด้วยกัน ดังนั้น Hub 24 ports หมายถึง สามารถเชื่อมคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์เครือข่าย เข้าด้วยกัน จำนวน 24 เครื่อง

ปลายสายด้านที่ 1	ลำดับสาย	Symbol	การเรียงสี	ปลายสายด้านที่ 2
 568B Male	1	TD+	ขาว-ส้ม	 568B Male
	2	TD-	ส้ม	
	3	RX+	ขาว-เขียว	
	4	Not Assigned	น้ำเงิน	
	5	Not Assigned	ขาว-น้ำเงิน	
	6	RX-	เขียว	
	7	Not Assigned	ขาว-น้ำตาล	
	8	Not Assigned	น้ำตาล	

ภาพที่ 12 แสดงการเรียงสีของสาย RJ-45

11. อุปกรณ์ทางเคมี

11.1 Stand & Clamp (ชุดขาตั้งและแคลมป์จับ)

Stand เป็นอุปกรณ์ซึ่งทำหน้าที่เป็นฐานสำหรับติดตั้งอุปกรณ์อื่นๆเพิ่มเติม โดยทั่วไปจะติดตั้ง Clamp โดยมี Clamp Holder เป็นตัวเชื่อมระหว่าง Clamp กับ Stand

Clamp ทำหน้าที่เป็นเสมือนมือจับ ยึดกับอุปกรณ์ต่างๆที่ใช้ในการทดลอง เช่น บิวเรต (Clamp ที่ใช้สำหรับบิวเรตโดยเฉพาะเรียกว่า Buret Clamp), Condenser , ขวดปริมาตร ฯลฯ



ภาพที่ 13 แสดงลักษณะของชุดขาตั้งและแคลมป์จับ

11.2 ที่จับหลอดทดลองแบบไม้หนีบ

ที่จับหลอดทดลองแบบไม้หนีบ ใช้สำหรับจับหลอดทดลองเมื่อไม่สามารถสัมผัสหลอดทดลองได้



ภาพที่ 14 แสดงลักษณะของหลอดทดลองแบบไม้หนีบ

12. ความรู้ทางด้านฟิสิกส์

การเคลื่อนที่ (Motion) หมายถึง ขบวนการอย่างหนึ่งที่ทำให้มีการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งอย่างต่อเนื่องตามเวลาที่ผ่านไป โดยมีทิศทางและระยะทาง

เวลา (Time, t) การที่จะทราบว่าวัตถุเคลื่อนที่หรือไม่ จะเริ่มจากการสังเกตวัตถุนั้นในช่วงเวลาหนึ่ง ซึ่งจุดที่เริ่มสังเกตจะนับเวลาเริ่มต้น ณ จุดนั้นมีค่า $t = 0$ จากนั้นเมื่อเวลาผ่านไป วัตถุจะมีการเปลี่ยนตำแหน่ง ช่วงเวลาที่สังเกตจะเป็นเวลาที่วัตถุเคลื่อนที่ซึ่งถ้าไม่ทราบค่าแน่นอนจะใช้ t แทนช่วงเวลาดังกล่าว โดยมีหน่วยเป็นวินาที (s)

ระยะทาง (Distance, s) หมายถึง แนวเส้นที่วัตถุเคลื่อนที่ไปโดยนับจากจุดเริ่มต้นอ้างอิง ระยะทางที่วัตถุเคลื่อนที่ที่จะเพิ่มขึ้นตามเวลาที่ผ่านไป การวัดระยะทางจะวัดตามแนวทางที่วัตถุเคลื่อนที่ไป ถ้าวัตถุเคลื่อนที่เป็นแนวเส้นตรงก็วัดระยะทางได้ง่ายขึ้น แต่ถ้าแนวทางไม่เป็นเส้นตรงก็จะวัดระยะทางได้ลำบาก ระยะที่วัตถุเคลื่อนที่ไปได้ตามเส้นทางที่วัตถุนั้นเคลื่อนที่จริง ๆ โดยไม่คำนึงว่าวัตถุจะเคลื่อนที่เป็นเส้นตรงหรือไม่ ระยะทางเป็นปริมาณสเกลาร์

การกระจัด (Displacement, d) หมายถึง การที่วัตถุเคลื่อนที่จากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่งโดยการเคลื่อนที่จากตำแหน่งเริ่มต้นไปยังตำแหน่งสุดท้าย โดยมีทิศทางจัดเป็นปริมาณเวกเตอร์ มีหน่วยเป็นเมตร (m)

อัตราเร็ว คือ ระยะทางที่วัตถุเคลื่อนที่ในหนึ่งหน่วยเวลาเป็นปริมาณสเกลาร์ ไม่คำนึงถึงทิศทาง มีหน่วยเป็นเมตร / วินาที

ความเร็ว (velocity) คือ ระยะการเปลี่ยนแปลงการกระจัดหรือระยะการเปลี่ยนตำแหน่งที่เกิดขึ้นในหนึ่งหน่วยเวลา เป็นปริมาณเวกเตอร์ มีหน่วยเป็นเมตร / วินาที

ความเร่ง คือ ความเร็วที่เปลี่ยนไปในหนึ่งหน่วยเวลา

13. ค่าความคลาดเคลื่อน

ความคลาดเคลื่อนสถิต (static error) หรือ error คือ ผลต่างระหว่างค่าที่วัดได้กับค่าที่แท้จริง โดยทั่วไปแสดงเป็นเปอร์เซ็นต์ (%) ถ้าค่าที่วัดได้ใกล้เคียงกับค่าจริงมากแสดงว่าการวัดนั้นมีความแม่นยำหรือความถูกต้อง (accuracy) สูง โดยการวัดทุกครั้งมักมีค่าความคลาดเคลื่อนเกิดขึ้นเสมอ การเข้าใจถึงสาเหตุจะช่วยลดความคลาดเคลื่อนให้น้อยลงได้ โดยความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นอาจเป็นสาเหตุทำให้เกิดความไม่แน่นอน (uncertainty)

การวัดความคลาดเคลื่อนแบ่งออกเป็น 3 ชนิดได้แก่

1. ความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากผู้วัด (gross error หรือ human error)
2. ความคลาดเคลื่อนเชิงระบบ (systematic error)
3. ความคลาดเคลื่อนแบบสุ่ม (random error)

การคำนวณค่าความคลาดเคลื่อนจากการวัด

ค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (absolute error) คือ ค่าปริมาณความแตกต่างระหว่างค่าจริงกับค่าที่ได้จากการวัด สามารถหาได้จากสมการ

$$\text{Absolute error} = |x_{mea} - x_t|$$

ค่าความคลาดเคลื่อนสัมพัทธ์ (relative error) สามารถหาได้จากสมการ

$$\text{Relative error} = \left| \frac{x_{mea} - x_t}{x_t} \right|$$

ค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน (% Error) สามารถหาได้จากสมการ

$$\% \text{ Error} = \text{Relative error} \times 100 = \left| \frac{x_{mea} - x_t}{x_t} \right| \times 100$$

โดย x_t คือ ค่าจริง (True value)

x_{mea} คือ ค่าที่ได้จากการวัด (Measure value)

14. Swift SpeedLight timing training systems

Speedlight V2 wireless light gates are the preferred timing gates of professional sports teams, Institutes and Universities worldwide. Speedlight has proven reliability and accuracy combined with cutting edge software.

SpeedLight for iPad makes it simpler and faster than ever to get your testing done quickly and reliably. In fact you can move beyond just testing and use the system more often in training for a truly next generation athletic experience. We redesigned the operation of SpeedLight for iPad to allow for much more flexibility when designing your own custom tests for agility and complicated repeats. With multi-zone testing, you can run up to 4 zones of tests at once, and each zone can have a difference type of test. So you can have one squad doing an agility test, another doing jumps, and two others doing sprints from the one iPad

The Speedlight system includes:

- Dual beam, for the most reliable timing available
- Laser alignment spot for easy gate set-up.
- Smart built-in battery charger on each unit
- Reaction mode when used with our SpeedStrobe option
- Digital output for video analysis system synchronization

ราคา : £446.40–£15,192.00 (ประมาณ 17,510 – 595,920 บาท)



ภาพที่ 15 แสดงลักษณะของ Swift SpeedLight timing training systems

15. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

(ชนินทร์ชัย อินทราภรณ์, 2543)

ความสามารถในการออกวิ่งจากที่ยืนเท้าหลังเสียงปืนได้อย่างรวดเร็ว นั้น นักวิ่งจะต้องมีเวลาปฏิกิริยา (Reaction time) ที่ดีหลังจากได้ยินเสียงปืนแล้วนักวิ่งจะต้องใช้เวลาให้น้อยที่สุดในการเริ่มเคลื่อนไหว ซึ่งเป็ความเร็วของระบบประสาทที่สามารถพัฒนาได้เพียง เล็กน้อย ความสามารถในการเร่งความเร็วเป็นส่วนที่ต้องอาศัยทักษะในการเคลื่อนที่อย่างมีประสิทธิภาพซึ่งมักจะถูกมองข้ามความสำคัญไปและในขณะเดียวกันก็ต้องอาศัยพลังระเบิดของกล้ามเนื้อที่ผ่านการฝึกมาอย่างดี ความเร็วสูงสุดเป็นคุณสมบัติของนักวิ่งแต่ละคน ซึ่งเป็นการทำงานประสานกันของระบบประสาทกับกล้ามเนื้ออย่างรวดเร็ว และที่สำคัญก็คือกล้ามเนื้อของนักวิ่งจะต้องมีเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดที่หดตัวได้เร็วเป็นจำนวนมากอีกด้วย มีคำกล่าววว่า”นักวิ่งระยะสั้นนั้นมีมาตั้งแต่เกิด มิใช่สร้างขึ้นมา” ดังนั้นความเร็วสูงสุดจึงสามารถพัฒนาได้เพียงเล็กน้อยเช่นกัน ความสามารถในการรักษาความเร็วสูงสุดไว้นานเป็นความสามารถของผู้วิ่งที่จะรักษา ความเร็วสูงสุดในสภาวะที่กล้ามเนื้อเริ่มเมื่อยล้าและในขณะที่พลังงานจากฟอสฟาเจน (Phosphagen) ค่อยๆลดลง ซึ่งต้องผ่านการฝึกซ้อมอย่างดีเช่นกัน

บทที่ 3

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการดำเนินการ

งานวิจัยเรื่องการออกแบบและสร้างเครื่องวิเคราะห์ความเร็วในการวิ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและสร้างเครื่องวิเคราะห์ความเร็วในการวิ่ง (Speed Analyser) ซึ่งได้จัดทำทดลองดังต่อไปนี้

1. วัสดุอุปกรณ์

1. ปากกาเลเซอร์ 4 ด้าม



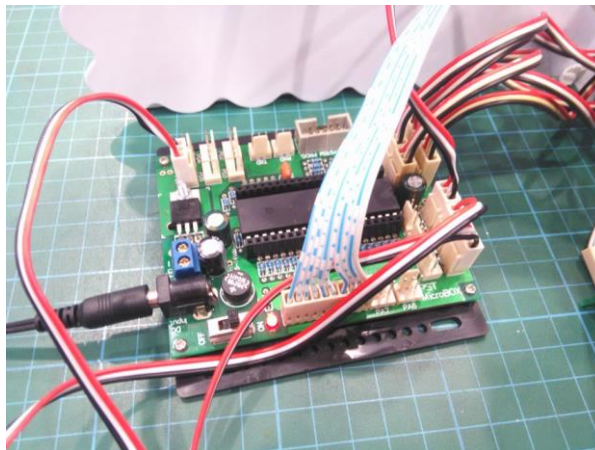
ภาพที่ 16 แสดงลักษณะของปากกาเลเซอร์

2. ZX-LDR 4 ตัว



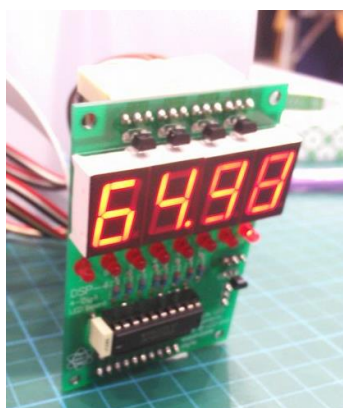
ภาพที่ 17 แสดงลักษณะของ ZX-LDR

3. IPST-MicroBox 4 อัน



ภาพที่ 18 แสดงลักษณะของ IPST-MicroBox

4. นาฬิกาจับเวลา (DSP-4) 4 อัน



ภาพที่ 19 แสดงลักษณะของนาฬิกาจับเวลา (DSP-4)

5. ขาตั้ง 4 อัน



ภาพที่ 20 แสดงลักษณะของขาตั้ง

6. ที่จับหลอดทดลองแบบไม้หนีบ 4 อัน

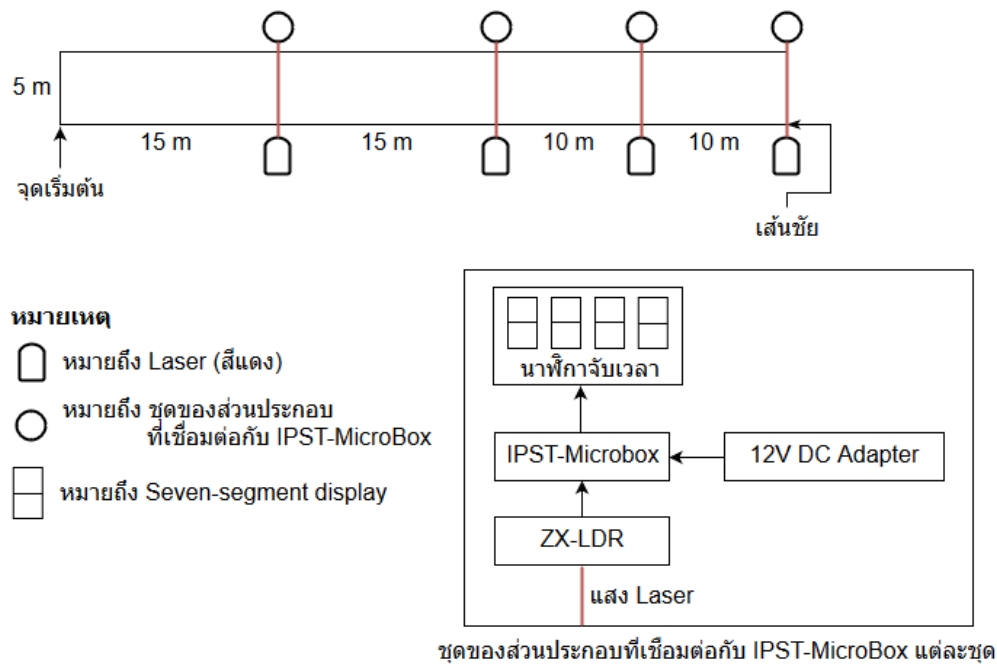


ภาพที่ 21 แสดงลักษณะของที่จับหลอดทดลองแบบไม้หนีบ

2. ขั้นตอนการดำเนินงาน

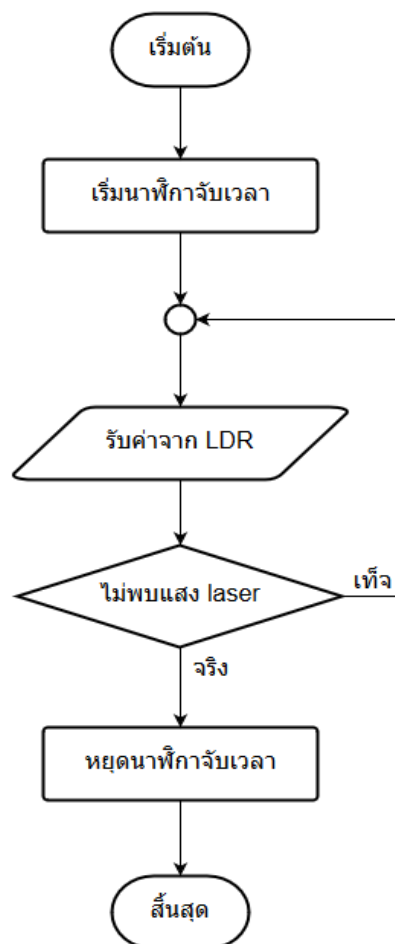
2.1 ขั้นตอนการออกแบบและสร้างเครื่องวิเคราะห์ความเร็วในการวิ่ง (Speed Analyser)

1. ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง
2. ศึกษาหาข้อมูลและการทำงานของเครื่องวิเคราะห์ความเร็วในการวิ่ง
3. ศึกษาหาข้อมูลและจัดหาวัสดุอุปกรณ์ที่ต้องใช้ในการเป็นส่วนประกอบแต่ละส่วน
4. ศึกษาหาข้อมูลและจัดทำแผนผังการวางตำแหน่งของส่วนประกอบต่าง ๆ ของเครื่องวิเคราะห์ความเร็วในการวิ่ง (Speed Analyser)



ภาพที่ 22 แสดงแผนผังการวางตำแหน่งของส่วนประกอบต่าง ๆ ของเครื่อง Speed Analyser

5. ศึกษาหาข้อมูลและวางรูปแบบกลไกการทำงานของเครื่องวิเคราะห์ความเร็วในการวิ่ง (Speed Analyser) โปรแกรมที่ฝังอยู่ใน IPST-MicroBox) ในรูปของ Flowchart



ภาพที่ 23 แสดงกลไกการทำงานของเครื่องวิเคราะห์ความเร็วในการวิ่ง (Speed Analyser)

6. นำอุปกรณ์ต่าง ๆ มาประกอบเข้าด้วยกันเป็นวงจรใช้ในการทำงานของเครื่องวิเคราะห์ความเร็วในการวิ่ง (Speed Analyser)

7. เขียนโปรแกรมเข้าไปใน IPST-MicroBox ตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

7.1 เขียนโปรแกรมตาม flowchart ที่ได้ออกแบบไว้ในข้อ 5 โดยใช้โปรแกรม

AVR Studio 4.18

```
#include <ipst.h>

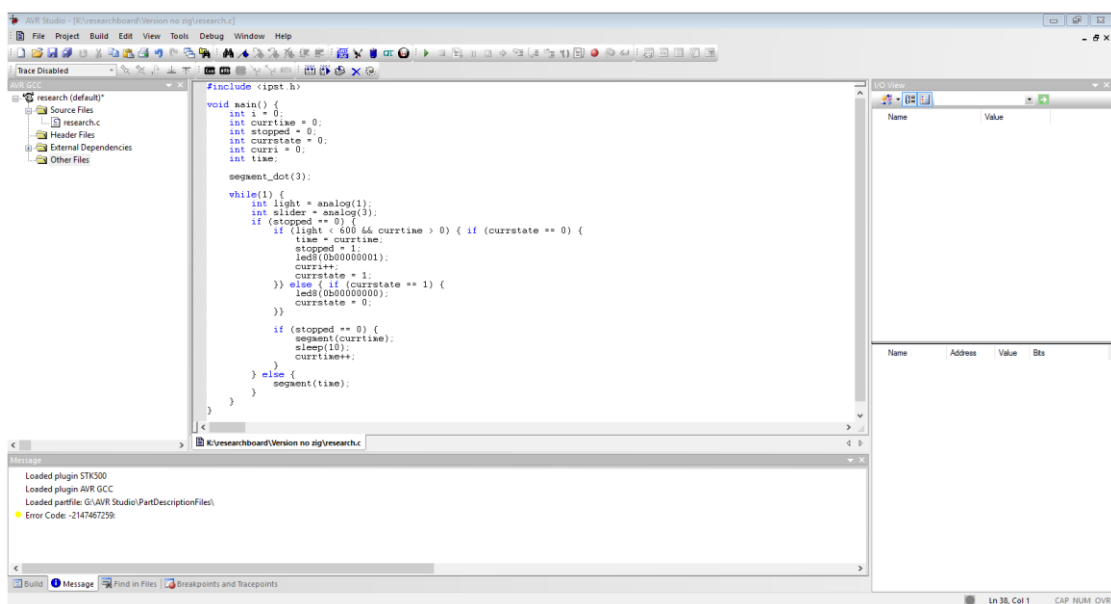
void main() {
    int i = 0;
    int currtime = 0;
    int stopped = 0;
    int currstate = 0;
    int curri = 0;
    int time;

    segment_dot(3);

    while(1) {
        int light = analog(1);
        int slider = analog(3);
        if (stopped == 0) {
            if (light < 600 && currtime > 0) { if (currstate == 0) {
                time = currtime;
                stopped = 1;
                led8(0b00000001);
                curri++;
                currstate = 1;
            } else { if (currstate == 1) {
                led8(0b00000000);
                currstate = 0;
            }
        }

        if (stopped == 0) {
            segment(currtime);
            sleep(10);
            currtime++;
        }
    } else {
        segment(time);
    }
}
}
```

ภาพที่ 24 แสดงการเขียนโปรแกรม

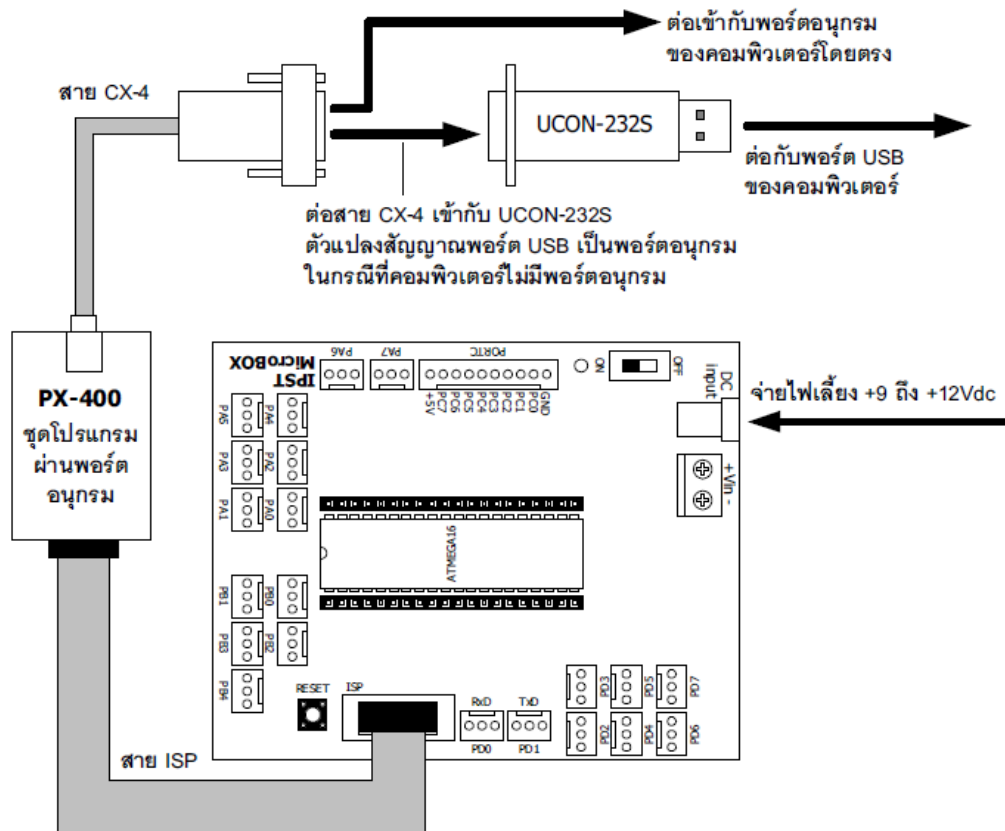


ภาพที่ 25 แสดงลักษณะของโปรแกรม AVR Studio 4.18

7.2 ปรับการตั้งค่าของโปรแกรมต่างๆตามคู่มือของ IPST-MicroBox

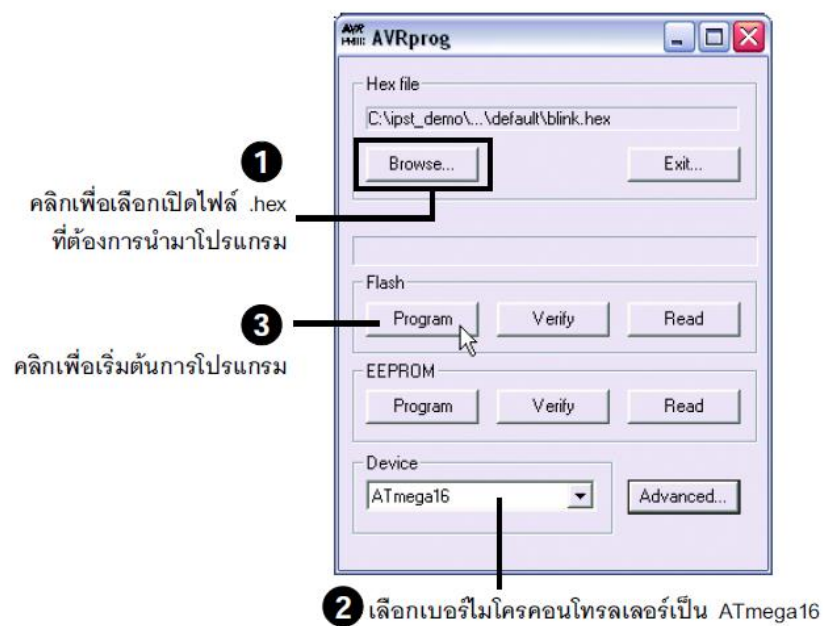
7.3 Compile โปรแกรมที่ได้เขียนมาในข้อที่ 7.1

7.4 นำ IPST-MicroBox ต่อเข้ากับคอมพิวเตอร์โดยต่อสายดังรูปต่อไปนี้



ภาพที่ 26 แสดงการต่อ IPST-MicroBox เข้ากับคอมพิวเตอร์

7.5 นำโปรแกรมเข้าไปใน IPST-MicroBox โดยใช้ AVRprog ตามขั้นตอนดังต่อไปนี้



ภาพที่ 27 แสดงขั้นตอนการนำโปรแกรมเข้าไปใน IPST-MicroBox โดยใช้ AVRprog

8. ตรวจสอบการทำงานของเครื่องวิเคราะห์ความเร็วในการวิ่ง (Speed Analyser) โดยการจำลองในพื้นที่ขนาดเล็ก
9. ทดสอบการทำงานของเครื่องวิเคราะห์ความเร็วในการวิ่ง (Speed Analyser) โดยวางและติดตั้งตามตำแหน่งที่กำหนด



ภาพที่ 28 แสดงการทดสอบการทำงานของเครื่องวิเคราะห์ความเร็วในการวิ่ง (Speed Analyser) โดยวางและติดตั้งตามตำแหน่งที่กำหนด

2.2 ขั้นตอนการศึกษาและหาประสิทธิภาพในการทำงานของเครื่องวิเคราะห์ความเร็วในการวิ่ง (Speed Analyser)

1. นำผู้ช่วยที่จับเวลาโดยใช้นาฬิกาจับเวลาแบบดิจิตอล จำนวน 4 คน ไปยืนอยู่ที่ระยะ 15 , 30 , 40 , 50 เมตร ตามลำดับ และนำผู้ควบคุมเครื่องจับเวลาในการวิ่งที่คณะผู้วิจัยได้ออกแบบไปอยู่ที่ปุ่มควบคุมบริเวณเส้นชัยระยะ 50 เมตร
2. นำผู้เข้ารับการทดสอบเวลาในการวิ่งระยะทาง 50 เมตร ไปอยู่ที่จุดเริ่มต้น
3. ให้สัญญาณปล่อยตัวเพื่อที่จะให้ผู้เข้ารับการทดสอบวิ่งเริ่มวิ่ง, ผู้ช่วยจับเวลาทุกคนกดเริ่มนาฬิกาจับเวลาและผู้ควบคุมเครื่องวิเคราะห์ความเร็วในการวิ่ง (Speed Analyser) ที่คณะผู้วิจัยได้สร้างและออกแบบทำการกดปุ่มเริ่มต้น
4. เมื่อผู้เข้ารับการทดสอบวิ่งผ่านตามระยะที่กำหนดคือ 15 , 30 , 40 และ 50 เมตร ตามลำดับ ให้ผู้ช่วยจับเวลาโดยใช้นาฬิกาดิจิตอลทำการกดหยุดเวลาเมื่อผู้เข้ารับการทดสอบวิ่งผ่านในแต่ละจุดสำหรับเวลาการทดสอบของเครื่องวิเคราะห์ความเร็วในการวิ่ง (Speed Analyser) ที่คณะผู้วิจัยจะทำการจับเวลาและหยุดเองโดยอัตโนมัติ
5. บันทึกเวลาที่ได้จากทดสอบโดยใช้นาฬิกาจับเวลาแบบดิจิตอลและจากเครื่องวิเคราะห์ความเร็วในการวิ่ง (Speed Analyser) ผู้เข้ารับการทดสอบทุกคนบันทึกลงในตาราง

6. ทำการทดสอบเวลาจากผู้เข้ารับการทดสอบ 2 ครั้ง โดยทำการทดสอบในรอบแรกจนครบจำนวนผู้เข้ารับการทดสอบคือ 10 คน ตามลำดับแล้วจึงทำการทดสอบเป็นรอบที่ 2 อีกครั้งโดยเรียงตามลำดับเช่นกัน เพื่อให้ผู้เข้ารับการทดสอบได้มีเวลาพัก
7. คำนวณหาค่าความคาดเคลื่อนของเวลาที่ได้จากนาฬิกาดิจิตอลและเครื่องจับเวลาที่คณะผู้วิจัยได้สร้างและออกแบบ
8. สรุปผลการทดสอบความเร็วในการวิ่งของผู้เข้ารับการทดสอบจากทั้งเครื่องจับเวลาโดยใช้นาฬิกาจับเวลาแบบดิจิตอลและเครื่องวิเคราะห์ความเร็วในการวิ่ง (Speed Analyser) ที่คณะผู้วิจัยได้จัดทำ

2.3 ขั้นตอนการศึกษาสมรรถภาพทางกายที่สัมพันธ์กับทักษะด้านความเร็วในการวิ่งระยะทาง 50 เมตร ทุกระยะ 15 , 30 , 40 และ 50 เมตร

1. นำผู้เข้ารับการทดสอบในการวิ่งไปอยู่ที่จุดเริ่มต้น และนำผู้ควบคุมเครื่องไปอยู่ที่ปุ่มเริ่มต้น
2. ให้สัญญาณเพื่อที่จะให้ผู้เข้ารับการทดสอบวิ่งออกตัวเริ่มวิ่งและผู้ควบคุมเครื่องวิเคราะห์ความเร็วในการวิ่ง (Speed Analyser) กดปุ่มเริ่มต้น
3. รอนจนกระทั่งผู้เข้ารับการทดสอบวิ่งเข้าเส้นชัยที่ระยะ 50 เมตร
4. บันทึกเวลาที่ได้จากเครื่องวิเคราะห์ความเร็วในการวิ่ง (Speed Analyser) ลงในตาราง
5. คำนวณหาอัตราความเร็วในการวิ่งช่วงระยะทาง 15,30,40 และ 50 เมตร ตามลำดับ
6. สรุปผลการทดสอบความเร็วในการวิ่งของผู้เข้ารับการทดสอบจากเครื่องวิเคราะห์ความเร็วในการวิ่ง (Speed Analyser) ที่คณะผู้วิจัยได้จัดทำ

2.4 ขั้นตอนการจัดทำโปรแกรมการเสริมสร้างสมรรถภาพทางกายที่สัมพันธ์กับทักษะด้านความเร็วในการวิ่งระยะทาง 50 เมตร

1. นำผลการทดสอบเวลาที่ได้จากการทดสอบสมรรถภาพทางกายที่สัมพันธ์กับทักษะด้านความเร็วในการวิ่ง 50 เมตร ที่แสดงผลถึงอัตราความเร็วในการวิ่งของผู้เข้ารับการทดสอบในการวิ่งช่วงระยะทาง 15 , 30 , 40 และ 50 เมตร ตามลำดับมาทำการวิเคราะห์ผลถึงเวลาและอัตราความเร็วที่ใช้ในการวิ่งแต่ละช่วง
2. นำข้อมูลการทดสอบในการจัดทำโปรแกรมการเสริมสร้างสมรรถภาพทางกายที่สัมพันธ์กับทักษะด้านความเร็วในการวิ่ง 50 เมตร ประกอบด้วย การฝึกพลัยโอเมตริก (plyometric training) และการฝึกกล้ามเนื้อแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic Training) โดยมีระดับความหนักในการฝึก ความนานในการฝึกและความถี่ในการฝึกให้สอดคล้องกับผลการทดสอบฯ ของแต่ละคน
3. จัดทำโปรแกรมการเสริมสร้างสมรรถภาพทางกายที่สัมพันธ์กับทักษะด้านความเร็ว โดยใช้รูปแบบการฝึกแบบพลัยโอเมตริก (plyometric training) และการฝึกกล้ามเนื้อแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic Training)

บทที่ 4

ผลการดำเนินงาน

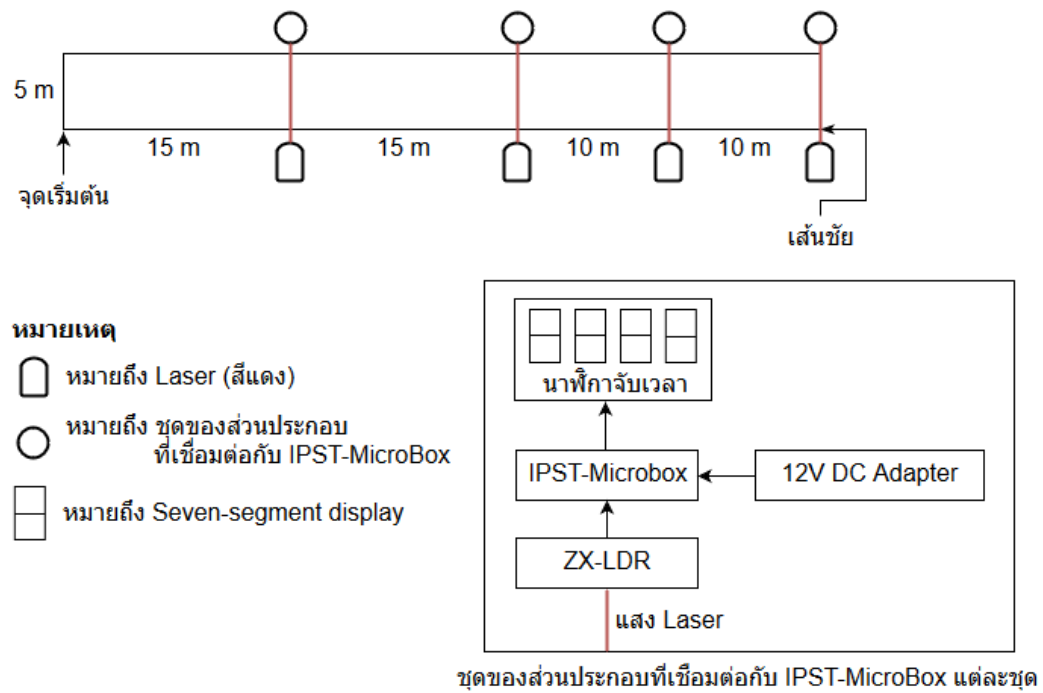
จากการที่คณะผู้วิจัยได้ทำการออกแบบและสร้างเครื่องวิเคราะห์ความเร็วในการวิ่ง (Speed Analyser) และศึกษาประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องวิเคราะห์ความเร็วในการวิ่ง (Speed Analyser) เพื่อทดสอบสมรรถภาพทางกายที่สัมพันธ์กับทักษะด้านความเร็วในการวิ่งระยะทาง 50 เมตร เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการจัดทำโปรแกรมการเสริมสร้างสมรรถภาพทางกายที่สัมพันธ์กับทักษะด้านความเร็วในการวิ่งระยะทาง 50 เมตร และจัดทำโปรแกรมการเสริมสร้างสมรรถภาพทางกายที่สัมพันธ์กับทักษะด้านความเร็วในการวิ่งระยะทาง 50 เมตร มีผลการดำเนินงานและผลการทดสอบ ดังนี้

1. ผลการสร้างและออกแบบเครื่องวิเคราะห์ความเร็วในการวิ่ง (Speed Analyser)
2. ผลการทดสอบเวลาและความเร็วในการวิ่งระยะทาง 50 เมตร ช่วงระยะทาง 15 , 30 , 40 และ 50 เมตร จากการทดสอบโดยใช้นาฬิกาดิจิตอลกับเครื่องวิเคราะห์ความเร็วในการวิ่ง (Speed Analyser) ที่คณะผู้วิจัยได้จัดทำ
3. การเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนของเวลาในการวิ่งเพื่อศึกษาประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องวิเคราะห์ความเร็วในการวิ่ง (Speed Analyser) และอัตราความเร็วในการวิ่งระยะทาง 50 เมตร ช่วงระยะทาง 15 , 30 , 40 และ 50 เมตร จากการทดสอบโดยใช้นาฬิกาดิจิตอลกับเครื่องวิเคราะห์ความเร็วในการวิ่ง (Speed Analyser) ที่คณะผู้วิจัยได้จัดทำ
4. การนำผลการทดสอบเวลาในการวิ่งเป็นข้อมูลในการจัดทำโปรแกรมการฝึกเพื่อเสริมสร้างสมรรถภาพทางกายที่สัมพันธ์กับทักษะด้านความเร็วในการวิ่งระยะทาง 50 เมตร

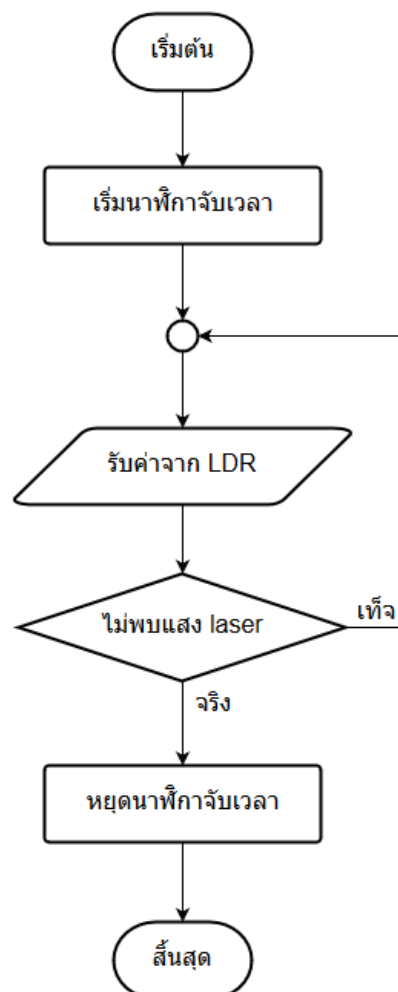
1. ผลการสร้างและออกแบบเครื่องวิเคราะห์ความเร็วในการวิ่ง (Speed Analyser)

ในขั้นแรกนั้นคณะผู้วิจัยได้ทำการทดลองใช้ laser ยิงผ่านกระจกเพื่อให้สะท้อนจนเกิดแสง laser ใน 4 ช่วงระยะทาง โดยเมื่อทดลองในระยะใกล้ๆ ผลปรากฏว่าสามารถยิงผ่านกระจกเพื่อให้สะท้อนจนเกิดแสง laser ใน 4 ช่วงระยะทางได้สำเร็จ แต่เมื่อไปทดลองในระยะที่ไกลขึ้น ปรากฏว่า laser นั้นอ่อนและสั้นมากเมื่อมาถึง IPST-MicroBox ซึ่งเกิดจากระยะทางที่มากเกินไปและความเข้มของแสง laser ที่ไม่มากพอ จึงได้สร้างและออกแบบเครื่องวิเคราะห์ความเร็วในการวิ่ง (Speed Analyser) ใหม่ดังต่อไปนี้

เมื่อได้ทำการสร้างและออกแบบเครื่องวิเคราะห์ความเร็วในการวิ่ง (Speed Analyser) แล้ว ผลปรากฏว่าสามารถออกแบบได้สำเร็จและสามารถใช้งานได้จริงดังภาพต่อไปนี้



ภาพที่ 29 แผนผังการวางตำแหน่งของส่วนประกอบต่างๆของเครื่อง Speed Analyser



ภาพที่ 30 กลไกการทำงานของเครื่องวิเคราะห์ความเร็วในการวิ่ง (Speed Analyser)



ภาพที่ 31 ภาพเครื่องวิเคราะห์ความเร็วในการวิ่ง (Speed Analyser) ในส่วนของ IPST-MicroBox ที่
สร้างเสร็จแล้ว



ภาพที่ 32 แสดงการติดตั้งเครื่องวิเคราะห์ความเร็วในการวิ่ง (Speed Analyser) แผนผังการวาง
ตำแหน่งของส่วนประกอบต่างๆของเครื่องที่ได้ออกแบบไว้

โดยเครื่องนี้ได้มีปัญหาเกี่ยวกับแสงธรรมชาติ ในกรณีที่ไม่มีกล่องมาใส่นั้น ตอนที่ไม่มีแสง laser ค่าที่ sensor อ่านได้ก็ยังมีค่ามากเหมือนกับตอนที่มี laser จึงทำให้เครื่องไม่สามารถทำงานได้ ในกรณีที่ไม่มีกล่องมาใส่ ด้วยเหตุนี้คณะผู้วิจัยได้เล็งเห็นถึงปัญหาและได้คิดว่าการวิจัยครั้งหน้าจะใช้ รังสี infrared แทน laser เพื่อแก้ปัญหา

2. ผลการทดสอบเวลาและความเร็วในการวิ่งระยะทาง 50 เมตร ช่วงระยะทาง 15,30, 40 และ 50 เมตร จากการทดสอบโดยใช้นาฬิกาดิจิตอลกับเครื่องวิเคราะห์ความเร็วในการวิ่ง (Speed Analyser) ที่คณะผู้วิจัยได้จัดทำ

ตารางที่ 1 แสดงเวลาและความเร็วในการวิ่งช่วงระยะทาง 0 – 15 เมตร จากการจับเวลาโดยใช้นาฬิกาดิจิตอลและเครื่องวิเคราะห์ความเร็วในการวิ่ง (Speed Analyser) ที่คณะผู้วิจัยได้จัดทำ

ผู้เข้ารับการทดสอบคนที่	นาฬิกาจับเวลาแบบดิจิตอล		เครื่อง Speed Analyser	
	เวลา (s)	ความเร็ว (m/s)	เวลา (s)	ความเร็ว (m/s)
1.	2.77	5.42	2.53	5.93
2.	2.90	5.17	2.86	5.24
3.	2.43	6.17	2.31	6.49
4.	2.33	6.44	2.29	6.55
5.	2.38	6.30	2.64	5.68
6.	2.53	5.93	2.76	5.43
7.	2.79	5.38	2.81	5.34
8.	2.55	5.88	2.67	5.62
9.	2.58	5.81	2.75	5.45
10.	2.51	5.98	2.34	6.41
ค่าเฉลี่ย	2.58	5.85	2.60	5.82

จากตารางที่ 1 การวิ่งในระยะ 0-15 เมตร คนที่ 1 ถึง 10 ในการจับเวลาด้วยนาฬิกาจับเวลาแบบดิจิตอล ผลปรากฏว่า ได้เวลา 2.77 s , 2.90 s , 2.43 s , 2.33 s , 2.38 s , 2.53 s , 2.79 s , 2.55 s , 2.58 s , 2.51 s ตามลำดับ คิดเป็นเวลาเฉลี่ย 2.58 s และมีความเร็ว 5.42 m/s , 5.17 m/s , 6.17 m/s , 6.44 m/s , 6.30 m/s , 5.93 m/s , 5.38 m/s , 5.88 m/s , 5.81 m/s , 5.98 m/s ตามลำดับ คิดเป็นความเร็วเฉลี่ย 5.85 m/s ในการจับเวลาด้วยเครื่อง Speed Analyser ได้เวลา 2.53 s , 2.86 s , 2.31 s , 2.29 s , 2.64 s , 2.76 s , 2.81 s , 2.67 s , 2.75 s , 2.34 s ตามลำดับ คิดเป็นเวลาเฉลี่ย 2.60 s และมีความเร็ว 5.93 m/s , 5.24 m/s , 6.49 m/s , 6.55 m/s , 5.68 m/s , 5.43 m/s , 5.34 m/s , 5.62 m/s , 5.45 m/s , 6.41 m/s ตามลำดับ คิดเป็นความเร็วเฉลี่ย 5.82 m/s

ตารางที่ 2 แสดงเวลาและความเร็วในการวิ่งช่วงระยะทาง 15 – 30 เมตร จากการจับเวลาโดยใช้ นาฬิกาดิจิตอลและเครื่องวิเคราะห์ความเร็วในการวิ่ง (Speed Analyser) ที่คณะผู้วิจัยได้จัดทำ

ผู้เข้ารับการ ทดสอบคนที่	นาฬิกาจับเวลาแบบดิจิตอล		เครื่อง Speed Analyser	
	เวลา (s)	ความเร็ว (m/s)	เวลา (s)	ความเร็ว (m/s)
1.	4.08	7.35	4.33	6.93
2.	4.94	6.07	4.86	6.17
3.	4.30	6.98	4.31	6.96
4.	4.36	6.88	4.19	7.16
5.	4.59	6.54	4.57	6.56
6.	4.84	6.20	4.64	6.47
7.	4.90	6.12	4.85	6.19
8.	4.77	6.29	4.49	6.68
9.	4.61	6.51	4.50	6.67
10.	4.41	6.80	4.37	6.86
ค่าเฉลี่ย	4.58	6.57	4.51	6.67

จากตารางที่ 2 การวิ่งในระยะ 15-30 เมตร คนที่ 1 ถึง 10 ในการจับเวลาด้วยนาฬิกาจับเวลาแบบดิจิตอล ผลปรากฏว่า ได้เวลา 4.08 s , 4.94 s , 4.30 s , 4.36 s , 4.59 s , 4.84 s , 4.90 s , 4.77 s , 4.61 s , 4.41 s ตามลำดับ คิดเป็นเวลาเฉลี่ย 4.58 s และมีความเร็ว 7.35 m/s , 6.07 m/s , 6.98 m/s , 6.88 m/s , 6.54 m/s , 6.20 m/s , 6.12 m/s , 6.29 m/s , 6.51 m/s , 6.80 m/s ตามลำดับ คิดเป็นความเร็วเฉลี่ย 6.57 m/s ในการจับเวลาด้วยเครื่อง Speed Analyser ได้เวลา 4.33 s , 4.86 s , 4.31 s , 4.19 s , 4.57 s , 4.64 s , 4.85 s , 4.49 s , 4.50 s , 4.37 s ตามลำดับ คิดเป็นเวลาเฉลี่ย 4.51 s และมีความเร็ว 6.93 m/s , 6.17 m/s , 6.96 m/s , 7.16 m/s , 6.56 m/s , 6.47 m/s , 6.19 m/s , 6.68 m/s , 6.67 m/s , 6.86 m/s ตามลำดับ คิดเป็นความเร็วเฉลี่ย 6.67 m/s

ตารางที่ 3 แสดงเวลาและความเร็วในการวิ่งช่วงระยะทาง 30 – 40 เมตร จากการจับเวลาโดยใช้ นาฬิกาดิจิตอลและเครื่องวิเคราะห์ความเร็วในการวิ่ง (Speed Analyser) ที่คณะผู้วิจัยได้สร้างขึ้น

ผู้เข้ารับการ ทดสอบคนที่	นาฬิกาจับเวลาแบบดิจิตอล		เครื่อง Speed Analyser	
	เวลา (s)	ความเร็ว (m/s)	เวลา (s)	ความเร็ว (m/s)
1.	5.37	7.45	5.49	7.29
2.	5.94	6.73	6.17	6.48
3.	5.53	7.23	5.47	7.31
4.	5.43	7.37	5.29	7.56
5.	6.24	6.41	5.91	6.77
6.	6.31	6.34	6.01	6.66
7.	6.23	6.42	6.15	6.50
8.	5.99	6.68	5.71	7.01
9.	5.94	6.73	5.71	7.01
10.	5.33	7.50	5.53	7.23
ค่าเฉลี่ย	5.83	6.89	5.74	6.98

จากตารางที่ 3 การวิ่งในระยะ 30-40 เมตร คนที่ 1 ถึง 10 ในการจับเวลาด้วยนาฬิกาจับเวลาแบบดิจิตอล ผลปรากฏว่า ได้เวลา 5.37 s , 5.94 s , 5.53 s , 5.43 s , 6.24 s , 6.31 s , 6.23 s , 5.99 s , 5.94 s , 5.33 s ตามลำดับ คิดเป็นเวลาเฉลี่ย 5.83 s และมีความเร็ว 7.45 m/s , 6.73 m/s , 7.23 m/s , 7.37 m/s , 6.41 m/s , 6.34 m/s , 6.42 m/s , 6.68 m/s , 6.73 m/s , 7.50 m/s ตามลำดับ คิดเป็นความเร็วเฉลี่ย 6.89 m/s ในการจับเวลาด้วยเครื่อง Speed Analyser ได้เวลา 5.49 s , 6.17 s , 5.47 s , 5.29 s , 5.91 s , 6.01 s , 6.15 s , 5.71 s , 5.71 s , 5.53 s ตามลำดับ คิดเป็นเวลาเฉลี่ย 5.74 s และมีความเร็ว 7.29 m/s , 6.48 m/s , 7.31 m/s , 7.56 m/s , 6.77 m/s , 6.66 m/s , 6.50 m/s , 7.01 m/s , 7.01 m/s , 7.23 m/s ตามลำดับ คิดเป็นความเร็วเฉลี่ย 6.98 m/s

ตารางที่ 4 แสดงเวลาและความเร็วในการวิ่งช่วงระยะทาง 40 – 50 เมตร จากการจับเวลาโดยใช้ นาฬิกาดิจิตอลและเครื่องวิเคราะห์ความเร็วในการวิ่ง (Speed Analyser) ที่คณะผู้วิจัยได้จัดทำ

ผู้เข้ารับการ ทดสอบคนที่	นาฬิกาจับเวลาแบบดิจิตอล		เครื่อง Speed Analyser	
	เวลา (s)	ความเร็ว (m/s)	เวลา (s)	ความเร็ว (m/s)
1.	6.71	7.45	7.08	7.06
2.	7.09	7.05	7.38	6.78
3.	6.55	7.63	6.63	7.54
4.	6.94	7.20	6.62	7.55
5.	7.41	6.75	7.27	6.88
6.	7.31	6.84	7.24	6.91
7.	7.37	6.78	7.48	6.68
8.	6.88	7.27	6.93	7.22
9.	7.12	7.02	6.95	7.19
10.	7.45	6.71	6.69	7.47
ค่าเฉลี่ย	7.08	7.07	7.03	7.13

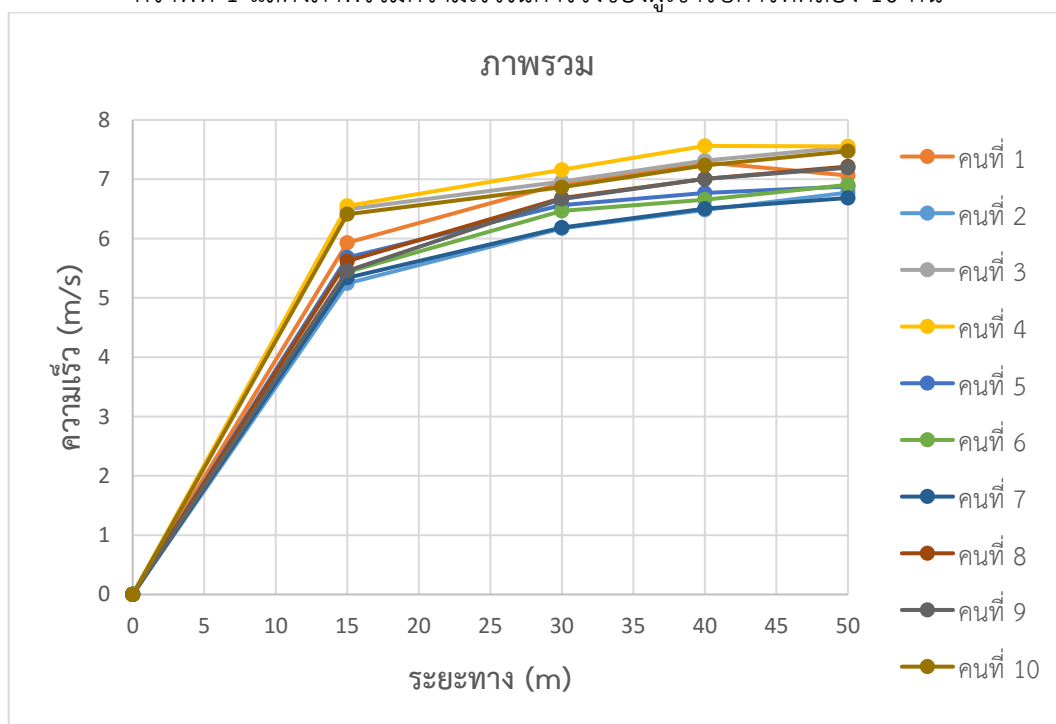
จากตารางที่ 4 การวิ่งในระยะ 40-50 เมตร คนที่ 1 ถึง 10 ในการจับเวลาด้วยนาฬิกาจับเวลาแบบดิจิตอล ผลปรากฏว่า ได้เวลา 6.71 s , 7.09 s , 6.55 s , 6.94 s , 7.41 s , 7.31 s , 7.37 s , 6.88 s , 7.12 s , 7.45 s ตามลำดับ คิดเป็นเวลาเฉลี่ย 7.08 s และมีความเร็ว 7.45 m/s , 7.05 m/s , 7.63 m/s , 7.20 m/s , 6.75 m/s , 6.84 m/s , 6.78 m/s , 7.27 m/s , 7.02 m/s , 6.71 m/s ตามลำดับ คิดเป็นความเร็วเฉลี่ย 7.07 m/s ในการจับเวลาด้วยเครื่อง Speed Analyser ได้เวลา 7.08 s , 7.38 s , 6.63 s , 6.62 s , 7.27 s , 7.24 s , 7.48 s , 6.93 s , 6.95 s , 6.69 s ตามลำดับ คิดเป็นเวลาเฉลี่ย 7.03 s และมีความเร็ว 7.06 m/s , 6.78 m/s , 7.54 m/s , 7.55 m/s , 6.88 m/s , 6.91 m/s , 6.68 m/s , 7.22 m/s , 7.19 m/s , 7.47 m/s ตามลำดับ คิดเป็นความเร็วเฉลี่ย 7.13 m/s

ตารางที่ 5 แสดงความเร็วในการวิ่งช่วงระยะทางต่างๆ จากการวิเคราะห์ความเร็วของเครื่องวิเคราะห์ความเร็วในการวิ่ง (Speed Analyser) ในตารางที่ 2.1 – 2.4

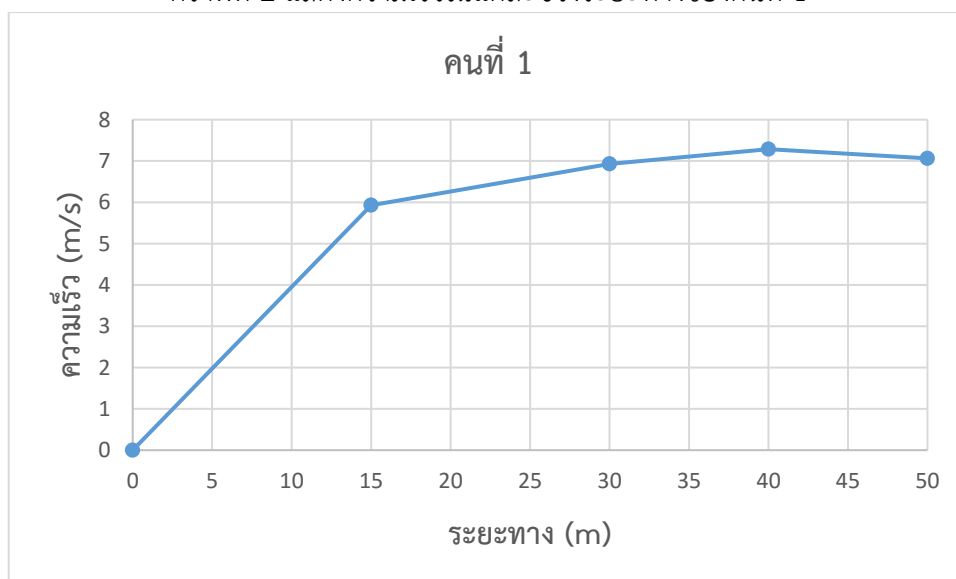
ผู้เข้ารับการทดสอบคนที่	ความเร็วในช่วงต่างๆ			
	0 – 15 เมตร	15 – 30 เมตร	30 – 40 เมตร	40 – 50 เมตร
1.	5.93	6.93	7.29	7.06
2.	5.24	6.17	6.48	6.78
3.	6.49	6.96	7.31	7.54
4.	6.55	7.16	7.56	7.55
5.	5.68	6.56	6.77	6.88
6.	5.43	6.47	6.66	6.91
7.	5.34	6.19	6.50	6.68
8.	5.62	6.68	7.01	7.22
9.	5.45	6.67	7.01	7.19
10.	6.41	6.86	7.23	7.47
ค่าเฉลี่ย	5.82	6.67	6.98	7.13

จากตารางที่ 5 ในสี่ช่วงระยะทางคือ ระยะที่ (1) 0-15 เมตร ระยะที่ (2) 15-30 เมตร ระยะที่ (3) 30-40 เมตร และระยะที่ (4) 40-50 เมตร ผู้เข้ารับการทดสอบทั้ง 10 คนมีความเร็วดังนี้ คนที่ 1 ความเร็วแต่ละช่วงระยะทางคือ 5.93 m/s, 6.93 m/s, 7.29 m/s และ 7.06 m/s ตามลำดับ คนที่ 2 ความเร็วแต่ละช่วงระยะทางคือ 5.24 m/s, 6.17 m/s, 6.48 m/s และ 6.78 m/s ตามลำดับ คนที่ 3 ความเร็วในแต่ละช่วงระยะทางคือ 6.49 m/s, 6.36 m/s, 7.31 m/s และ 7.54 m/s ตามลำดับ คนที่ 4 มีความเร็วในแต่ละช่วงระยะทางคือ 6.55 m/s, 7.16 m/s, 7.56 m/s และ 7.55 m/s ตามลำดับ คนที่ 5 ความเร็วในแต่ละช่วงระยะทางคือ 5.68 m/s, 6.56 m/s, 6.77 m/s และ 6.88 m/s ตามลำดับ คนที่ 6 ความเร็วในแต่ละช่วงระยะทางคือ 5.43 m/s, 6.47 m/s, 6.66 m/s และ 6.91 m/s ตามลำดับ คนที่ 7 ความเร็วในแต่ละช่วงระยะทางคือ 5.34 m/s, 6.19 m/s, 6.50 m/s และ 6.68 m/s ตามลำดับ คนที่ 8 ความเร็วในแต่ละช่วงระยะทางคือ 5.62 m/s, 6.68 m/s, 7.01 m/s และ 7.22 m/s ตามลำดับ คนที่ 9 ความเร็วในแต่ละช่วงระยะทางคือ 5.45 m/s, 6.67 m/s, 7.01 m/s และ 7.19 m/s ตามลำดับ คนที่ 10 ความเร็วในแต่ละช่วงระยะทางคือ 6.41 m/s, 6.86 m/s, 7.23 m/s และ 7.47 m/s ตามลำดับ และความเร็วเฉลี่ยในแต่ละช่วงระยะทางคือ 5.82 m/s, 6.67 m/s, 6.98 m/s และ 7.13 m/s ตามลำดับ

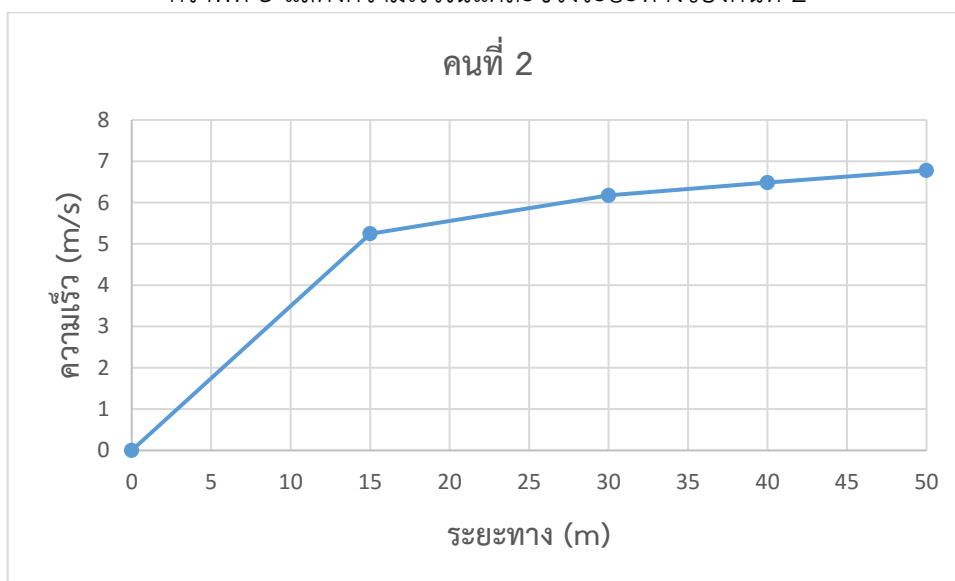
กราฟที่ 1 แสดงภาพรวมความเร็วในการวิ่งของผู้เข้ารับการทดลอง 10 คน



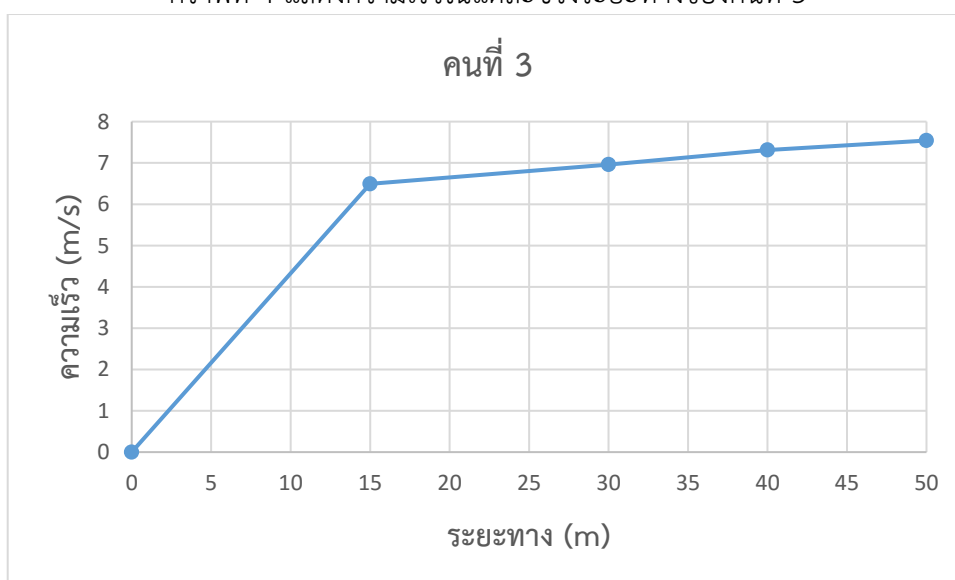
กราฟที่ 2 แสดงความเร็วในแต่ละช่วงระยะทางของคนที่ 1



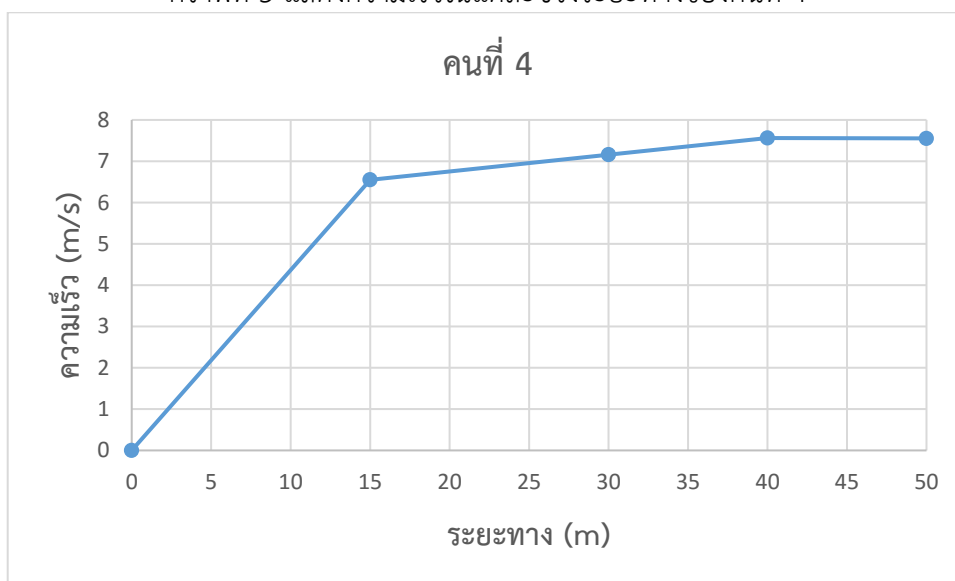
กราฟที่ 3 แสดงความเร็วในแต่ละช่วงระยะทางของคนี่ 2



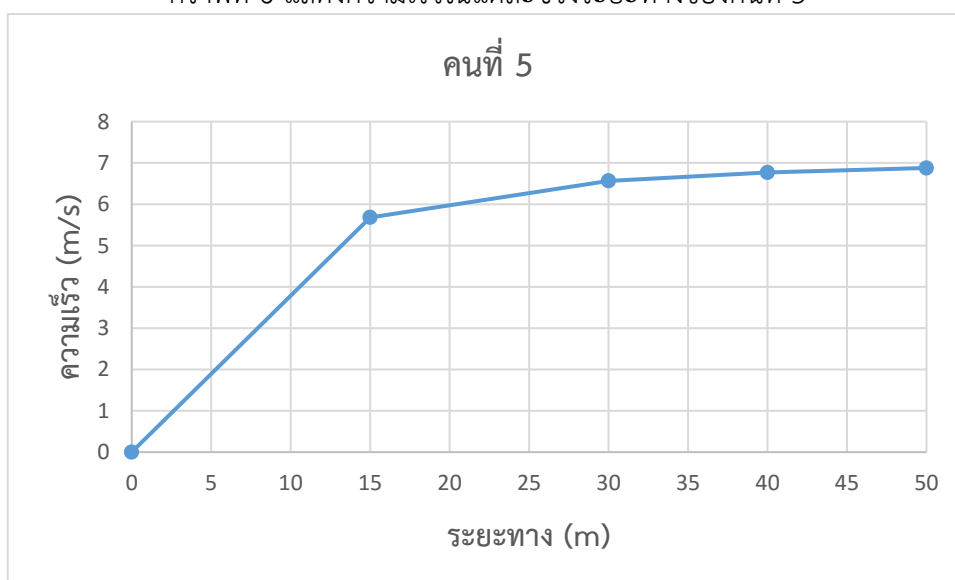
กราฟที่ 4 แสดงความเร็วในแต่ละช่วงระยะทางของคนี่ 3



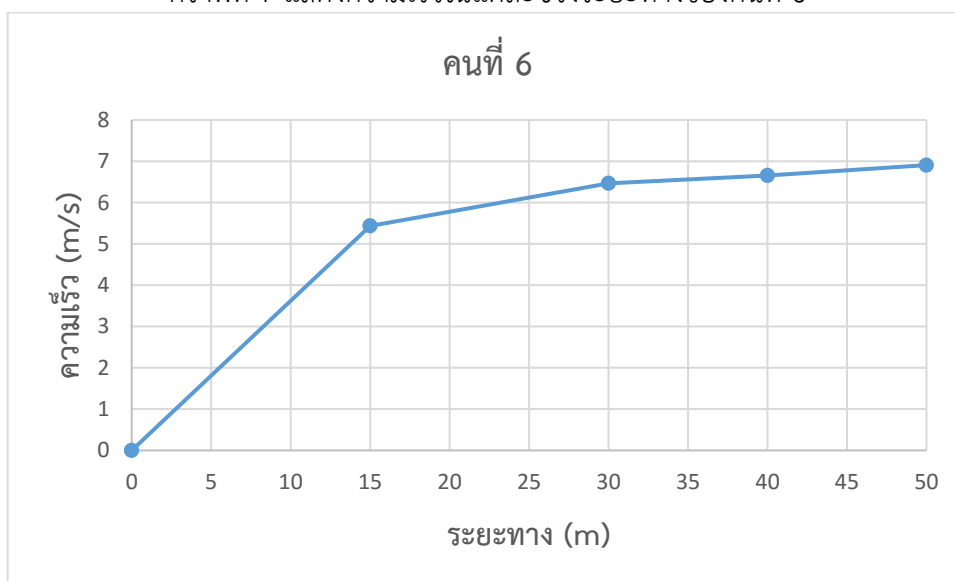
กราฟที่ 5 แสดงความเร็วในแต่ละช่วงระยะทางของคนี่ 4



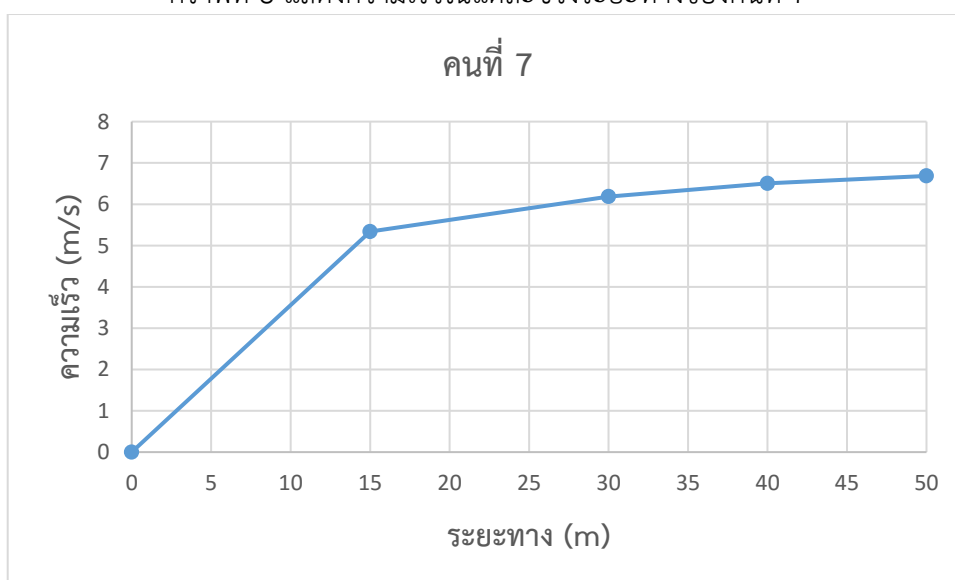
กราฟที่ 6 แสดงความเร็วในแต่ละช่วงระยะทางของคนี่ 5



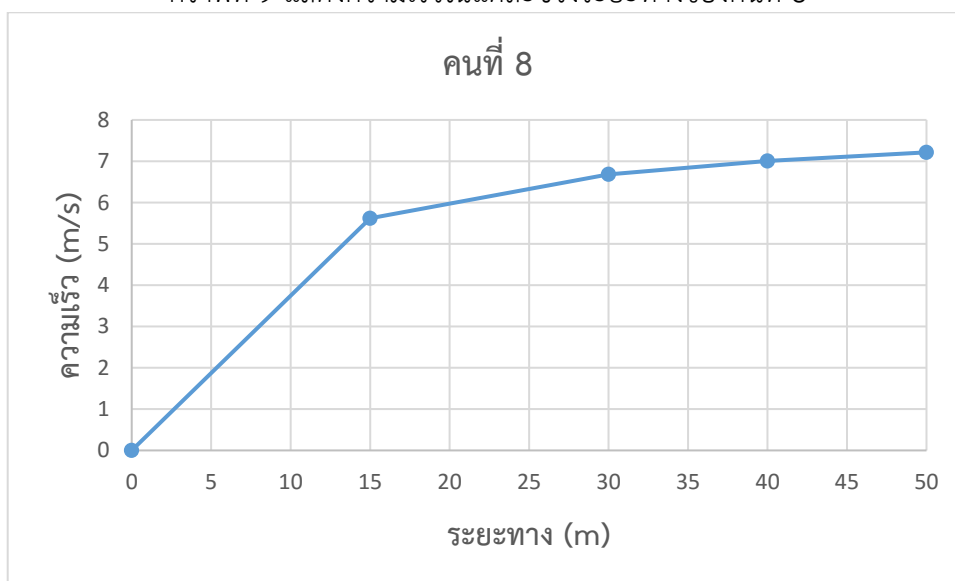
กราฟที่ 7 แสดงความเร็วในแต่ละช่วงระยะทางของคนี่ 6



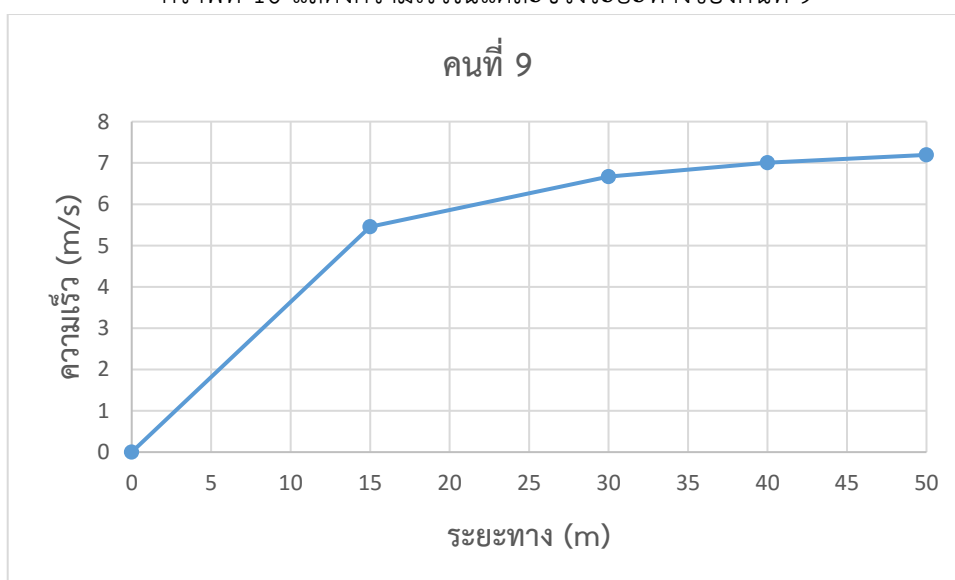
กราฟที่ 8 แสดงความเร็วในแต่ละช่วงระยะทางของคนี่ 7



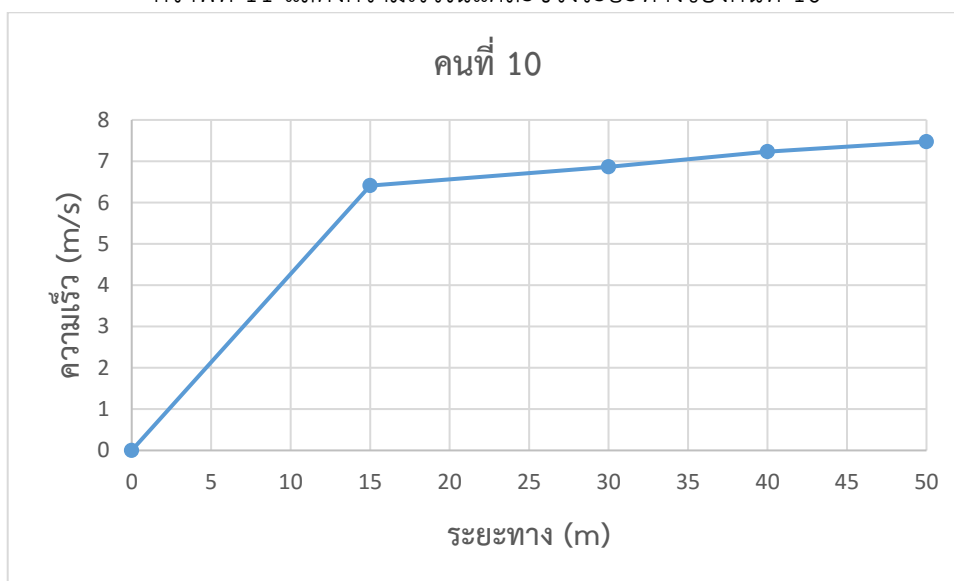
กราฟที่ 9 แสดงความเร็วในแต่ละช่วงระยะทางของคนี่ 8



กราฟที่ 10 แสดงความเร็วในแต่ละช่วงระยะทางของคนี่ 9



กราฟที่ 11 แสดงความเร็วในแต่ละช่วงระยะทางของคนที่ 10



3. การเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนของเวลาในการวิ่งเพื่อศึกษาประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องวิเคราะห์ความเร็วในการวิ่ง (Speed Analyser) ในการวิ่งระยะทาง 50 เมตร ช่วงระยะทาง 15,30,40 และ 50 เมตร จากการทดสอบโดยใช้นาฬิกาดิจิตอลกับเครื่องวิเคราะห์ความเร็วในการวิ่ง (Speed Analyser) ที่คณะผู้วิจัยได้จัดทำ

ตารางที่ 6 แสดงค่าความคลาดเคลื่อนจากการทดสอบโดยใช้นาฬิกาดิจิตอลกับเครื่องวิเคราะห์ความเร็วในการวิ่ง (Speed Analyser)

ช่วงระยะทาง ในการวิ่ง (m)	เวลา (s)			ค่าความคลาดเคลื่อน (%)
	นาฬิกา ดิจิตอล (s)	เครื่อง Speed Analyser (s)	ผลต่าง (s)	
0 - 15	2.58	2.60	0.02	0.74
15 - 30	4.58	4.51	0.07	1.51
30 - 40	5.83	5.74	0.09	1.49
40 - 50	7.08	7.03	0.06	0.79

จากตารางที่ 6 ค่าความคลาดเคลื่อนของนาฬิกาดิจิตอลและ Speed Analyser ในช่วงระยะที่ 1 อยู่ที่ 0.74% ระยะที่ 2 อยู่ที่ 1.51% ระยะที่ 3 1.49% ระยะที่ 4 อยู่ที่ 0.79%

4.การทดสอบการจับเวลาโดยใช้นาฬิกาจับเวลาและเครื่อง Speed Analyser ในช่วงระยะทาง 15,30,40 และ 50 เมตร

ตารางที่ 7 แสดงผลการจับเวลาโดยใช้นาฬิกาจับเวลาระยะที่ 1 (0 – 15 เมตร)

ผู้จับเวลาคนที่	เวลาในช่วงระยะทาง 0 – 15 เมตร (วินาที)		
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
1.	3.02	3.06	2.87
2.	2.91	2.39	3.05
3.	3.19	2.84	2.94
ค่าเฉลี่ย	3.04	2.76	2.95

ตารางที่ 8 แสดงผลการจับเวลาโดยใช้เครื่อง Speed Analyser ระยะที่ 1 (0 – 15 เมตร)

เครื่อง Speed Analyser	เวลาในช่วงระยะทาง 0 – 15 เมตร (วินาที)		
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
	2.98	2.78	2.99

จากตารางที่ 7 และ 8 ผลการจับเวลาของนาฬิกาจับเวลาในช่วงระยะที่ 1 ทั้งสามครั้ง ผู้จับเวลาคนที่ 1 จับเวลาได้ 3.02 s , 2.91 s และ 3.19 s ตามลำดับ ผู้จับเวลาคนที่ 2 จับเวลาได้ 2.91 s , 2.39 s และ 3.05 s ตามลำดับ ผู้จับเวลาคนที่ 3 จับเวลาได้ 2.87 s , 3.05 s และ 2.94 s ตามลำดับ เฉลี่ยอยู่ที่ 3.04 s , 2.76 s และ 2.95 s ตามลำดับ ของเครื่อง Speed Analyser การจับเวลาทั้งสามครั้งผลอยู่ที่ 2.98 s , 2.78 s , และ 2.99 s ตามลำดับ

ตารางที่ 9 แสดงผลการจับเวลาโดยใช้นาฬิกาจับเวลาระยะที่ 2 (0 – 30 เมตร)

ผู้จับเวลาคนที่	เวลาในช่วงระยะทาง 0 – 30 เมตร (วินาที)		
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
1.	4.89	4.99	5.20
2.	4.93	4.93	6.20
3.	5.11	5.23	5.23
ค่าเฉลี่ย	4.98	5.05	5.54

ตารางที่ 10 แสดงผลการจับเวลาโดยใช้เครื่อง Speed Analyser ระยะที่ 2 (0 – 30 เมตร)

เครื่อง Speed Analyser	เวลาในช่วงระยะทาง 0 – 30 เมตร (วินาที)		
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
	5.03	5.35	5.19

จากตารางที่ 9 และ 10 ผลการจับเวลาของนาฬิกาดิจิตอลในช่วงระยะที่ 1 ทั้งสามครั้ง ผู้จับเวลาคนที่ 1 จับเวลาได้ 4.89 s , 4.99 s และ 5.20 s ตามลำดับ ผู้จับเวลาคนที่ 2 จับเวลาได้ 4.93 s , 4.93 s และ 6.20 s ตามลำดับ ผู้จับเวลาคนที่ 3 จับเวลาได้ 5.11 s , 5.23 s และ 5.23 s ตามลำดับ เฉลี่ยอยู่ที่ 4.98 s , 5.05 s และ 5.54 s ตามลำดับ ของเครื่อง Speed Analyser การจับเวลาทั้งสามครั้งผลอยู่ที่ 5.03 s , 5.35 s , และ 5.19 s ตามลำดับ

ตารางที่ 11 แสดงผลการจับเวลาโดยใช้นาฬิกาจับเวลาระยะที่ 3 (0 – 40 เมตร)

ผู้จับเวลาคนที่	เวลาในช่วงระยะทาง 0 – 40 เมตร (วินาที)		
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
1.	6.88	6.16	6.37
2.	6.01	6.24	6.47
3.	6.11	6.28	6.32
ค่าเฉลี่ย	6.33	6.23	6.39

ตารางที่ 12 แสดงผลการจับเวลาโดยใช้เครื่อง Speed Analyser ระยะที่ 3 (0 – 40 เมตร)

เครื่อง Speed Analyser	เวลาในช่วงระยะทาง 0 – 40 เมตร (วินาที)		
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
	6.47	6.24	6.24

จากตารางที่ 11 และ 12 ผลการจับเวลาของนาฬิกาดิจิตอลในช่วงระยะที่ 1 ทั้งสามครั้ง ผู้จับเวลาคนที่ 1 จับเวลาได้ 6.88 s , 6.16 s และ 6.37 s ตามลำดับ ผู้จับเวลาคนที่ 2 จับเวลาได้ 6.01 s , 6.24 s และ 6.47 s ตามลำดับ ผู้จับเวลาคนที่ 3 จับเวลาได้ 6.11 s , 6.28 s และ 6.32 s ตามลำดับ เฉลี่ยอยู่ที่ 6.33 s , 6.23 s และ 6.39 s ตามลำดับ ของเครื่อง Speed Analyser การจับเวลาทั้งสามครั้งผลอยู่ที่ 6.47 s , 6.24 s , และ 6.24 s ตามลำดับ

ตารางที่ 13 แสดงผลการจับเวลาโดยใช้นาฬิกาจับเวลาระยะที่ 4 (0 – 50 เมตร)

ผู้จับเวลาคนที่	เวลาในช่วงระยะทาง 0 – 50 เมตร (วินาที)		
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
1.	7.70	8.40	8.12
2.	7.61	8.50	8.10
3.	7.76	8.50	8.27
ค่าเฉลี่ย	7.69	8.47	8.16

ตารางที่ 14 แสดงผลการจับเวลาโดยใช้เครื่อง Speed Analyser ระยะที่ 4 (0 – 50 เมตร)

เครื่อง Speed Analyser	เวลาในช่วงระยะทาง 0 – 50 เมตร (วินาที)		
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
	8.07	8.07	8.18

จากตารางที่ 13 และ 14 ผลการจับเวลาของนาฬิกาดิจิตอลในช่วงระยะที่ 1 ทั้งสามครั้ง ผู้จับเวลาคนที่ 1 จับเวลาได้ 7.70 s , 8.40 s และ 8.12 s ตามลำดับ ผู้จับเวลาคนที่ 2 จับเวลาได้ 7.61 s , 8.50 s และ 8.10 s ตามลำดับ ผู้จับเวลาคนที่ 3 จับเวลาได้ 7.76 s , 8.50 s และ 8.27 s ตามลำดับ เฉลี่ยอยู่ที่ 7.69 s , 8.47 s และ 8.16 s ตามลำดับ ของเครื่อง Speed Analyser การจับเวลาทั้งสามครั้งผลอยู่ที่ 8.07 s , 8.07 s , และ 8.18 s ตามลำดับ

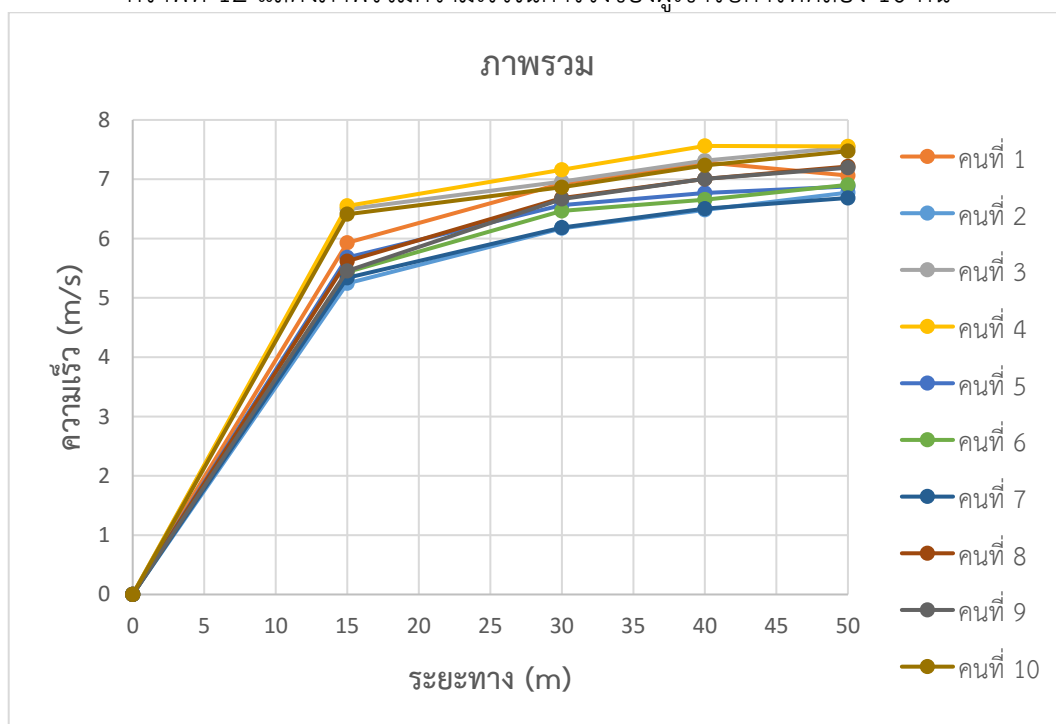
4. การนำผลการทดสอบเวลาในการวิ่งเป็นข้อมูลในการจัดทำโปรแกรมการฝึกเพื่อเสริมสร้างสมรรถภาพทางกายที่สัมพันธ์กับทักษะด้านความเร็วในการวิ่งระยะทาง 50 เมตร

ตารางที่ 15 แสดงความเร็วในการวิ่งช่วงระยะทางต่างๆ จากการวิเคราะห์ความเร็วของเครื่องวิเคราะห์ความเร็วในการวิ่ง (Speed Analyser) ในตารางที่ 2.1 – 2.4

ผู้เข้ารับการทดสอบคนที่	ความเร็วในช่วงต่างๆ			
	0 – 15 เมตร	15 – 30 เมตร	30 – 40 เมตร	40 – 50 เมตร
1.	5.93	6.93	7.29	7.06
2.	5.24	6.17	6.48	6.78
3.	6.49	6.96	7.31	7.54
4.	6.55	7.16	7.56	7.55
5.	5.68	6.56	6.77	6.88
6.	5.43	6.47	6.66	6.91
7.	5.34	6.19	6.50	6.68
8.	5.62	6.68	7.01	7.22
9.	5.45	6.67	7.01	7.19
10.	6.41	6.86	7.23	7.47
ค่าเฉลี่ย	5.82	6.67	6.98	7.13

จากตารางที่ 15 ในสี่ช่วงระยะทางคือ ระยะที่ (1) 0-15 เมตร ระยะที่ (2) 15-30 เมตร ระยะที่ (3) 30-40 เมตร และระยะที่ (4) 40-50 เมตร ผู้เข้ารับการทดสอบทั้ง 10 คนมีความเร็วดังนี้ คนที่ 1 ความเร็วแต่ละช่วงระยะทางคือ 5.93 m/s, 6.93 m/s, 7.29 m/s และ 7.06 m/s ตามลำดับ คนที่ 2 ความเร็วแต่ละช่วงระยะทางคือ 5.24 m/s, 6.17 m/s, 6.48 m/s และ 6.78 m/s ตามลำดับ คนที่ 3 ความเร็วในแต่ละช่วงระยะทางคือ 6.49 m/s, 6.96 m/s, 7.31 m/s และ 7.54 m/s ตามลำดับ คนที่ 4 มีความเร็วในแต่ละช่วงระยะทางคือ 6.55 m/s, 7.16 m/s, 7.56 m/s และ 7.55 m/s ตามลำดับ คนที่ 5 ความเร็วในแต่ละช่วงระยะทางคือ 5.68 m/s, 6.56 m/s, 6.77 m/s และ 6.88 m/s ตามลำดับ คนที่ 6 ความเร็วในแต่ละช่วงระยะทางคือ 5.43 m/s, 6.47 m/s, 6.66 m/s และ 6.91 m/s ตามลำดับ คนที่ 7 ความเร็วในแต่ละช่วงระยะทางคือ 5.34 m/s, 6.19 m/s, 6.50 m/s และ 6.68 m/s ตามลำดับ คนที่ 8 ความเร็วในแต่ละช่วงระยะทางคือ 5.62 m/s, 6.68 m/s, 7.01 m/s และ 7.22 m/s ตามลำดับ คนที่ 9 ความเร็วในแต่ละช่วงระยะทางคือ 5.45 m/s, 6.67 m/s, 7.01 m/s และ 7.19 m/s ตามลำดับ คนที่ 10 ความเร็วในแต่ละช่วงระยะทางคือ 6.41 m/s, 6.86 m/s, 7.23 m/s และ 7.47 m/s ตามลำดับ และความเร็วเฉลี่ยในแต่ละช่วงระยะทางคือ 5.82 m/s, 6.67 m/s, 6.98 m/s และ 7.13 m/s ตามลำดับ ซึ่งจะนำไปใช้เป็นข้อมูลในการจัดทำโปรแกรมการฝึกเพื่อเสริมสร้างสมรรถภาพทางกายที่สัมพันธ์กับทักษะด้านความเร็วในการวิ่งระยะทาง 50 เมตรต่อไป

กราฟที่ 12 แสดงภาพรวมความเร็วในการวิ่งของผู้เข้ารับการทดลอง 10 คน



บทที่ 5

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

โครงงานวิจัยเรื่องนี้ เป็นการออกแบบและสร้างเครื่องวิเคราะห์ความเร็วในการวิ่ง (Speed Analyser) ซึ่งเป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ได้แนวความคิดมาจากการเรียนในรายวิชา พ31101 สุขศึกษาและพลศึกษาเรื่องสมรรถภาพทางกาย การทดสอบสมรรถภาพทางกายและการเสริมสร้างสมรรถภาพทางกายร่วมกับการเรียนการสอนในรายวิชาฟิสิกส์ ที่ต้องการหาเครื่องมือหรืออุปกรณ์ที่สามารถหาได้ง่ายในท้องตลาดและสร้างขึ้นได้เองเพื่อนำมาช่วยจับเวลาสำหรับการทดสอบสมรรถภาพทางกายที่สัมพันธ์กับทักษะด้านความเร็วในการวิ่งที่มีคุณภาพดีกว่านาฬิกาจับเวลาทั่วไปที่จับเวลาได้เพียงครั้งเดียวแต่เครื่องจับเวลาดังกล่าวที่ข้าพเจ้าและคณะผู้วิจัยได้คิดค้นสามารถจับเวลาได้เป็น 4 ช่วงระยะทางคือ ตั้งแต่จุดเริ่มต้นถึงระยะทาง 15 เมตร (ระยะที่ 1) ระยะที่ 15 - 30 เมตร (ระยะที่2) ระยะที่ 30 - 40 เมตร (ระยะที่ 3) และ ระยะที่ 40 - 50 เมตร (ระยะที่ 4) ทุกระยะ 15 , 15 , 10 และ 10 เมตร ตามลำดับ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ

1. เพื่อออกแบบและสร้างเครื่องวิเคราะห์ความเร็วในการวิ่ง (Speed Analyser)
2. เพื่อศึกษาประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องวิเคราะห์ความเร็วในการวิ่ง (Speed Analyser)
3. เพื่อศึกษาสมรรถภาพทางกายที่สัมพันธ์กับทักษะด้านความเร็วในการวิ่งระยะทาง 50 เมตร ใน 4 ช่วงระยะทาง คือ ตั้งแต่จุดเริ่มต้นถึงระยะทาง 15 เมตร (ระยะที่ 1) ระยะที่ 15 - 30 เมตร (ระยะที่2) ระยะที่ 30 - 40 เมตร (ระยะที่ 3) และ ระยะที่ 40 - 50 เมตร (ระยะที่ 4) ทุกระยะ 15 , 15 , 10 และ 10 เมตร ตามลำดับ
4. เพื่อจัดทำโปรแกรมการเสริมสร้างสมรรถภาพทางกายที่สัมพันธ์กับทักษะด้านความเร็วในการวิ่งระยะทาง 50 เมตร

1. สรุปผล

1. สามารถออกแบบและสร้างเครื่องวิเคราะห์ความเร็วในการวิ่ง (Speed Analyser) ได้สำเร็จ
2. เครื่องวิเคราะห์ความเร็วในการวิ่ง (Speed Analyser) เป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพ
3. ผู้เข้ารับการทดสอบมีสมรรถภาพที่สัมพันธ์กับทักษะด้านความเร็วที่แตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัด โดยที่ในช่วง 0 - 15 เมตร มีความเร็วเฉลี่ย 5.82 m/s ในช่วง 15 - 30 เมตร มีความเร็วเฉลี่ย 5.82 m/s ในช่วง 15 - 30 เมตร มีความเร็วเฉลี่ย 6.67 m/s ในช่วง 30 - 40 เมตร มีความเร็วเฉลี่ย 6.98 m/s ในช่วง 40 - 50 เมตร มีความเร็วเฉลี่ย 7.13 m/s
4. สามารถนำความเร็วเฉลี่ยในการวิ่งมาจัดทำโปรแกรมการเสริมสร้างสมรรถภาพทางกายที่สัมพันธ์กับทักษะด้านความเร็วในการวิ่งระยะทาง 50 เมตร ได้

2. อภิปรายผล

2.1 เมื่อทำการทดสอบการใช้เครื่องวิเคราะห์ความเร็วในการวิ่ง (Speed Analyser) มาวางตามตำแหน่งและระยะทางที่กำหนดคือ ตั้งแต่จุดเริ่มต้นถึงระยะทาง 15 เมตร (ระยะที่ 1) ระยะที่ 15 - 30 เมตร (ระยะที่ 2) ระยะที่ 30 - 40 เมตร (ระยะที่ 3) และ ระยะที่ 40 - 50 เมตร (ระยะที่ 4) ทุกระยะ 15 , 15 , 10 และ 10 เมตร ตามลำดับ พร้อมติดตั้งอุปกรณ์รับสัญญาณและเปิดระบบการใช้งานพบว่า มีลำแสงสีแดงซึ่งเป็นแสงเลเซอร์ส่องตรงไปยังตำแหน่งเซ็นเซอร์รับแสง ต่อจากนั้นจอแสดงผลเวลาเริ่มทำงานและเมื่อผู้เข้ารับการทดสอบวิ่งผ่านลำแสงเลเซอร์จอแสดงผลเวลาก็สามารถตัดเวลาได้ทันทีเมื่อผู้เข้ารับการทดสอบวิ่งผ่านเป็นไปตามที่ได้เขียนโปรแกรมตั้งการทำงานไว้ แสดงว่าเครื่องวิเคราะห์ความเร็วในการวิ่ง (Speed Analyser) สามารถทำงานและจับเวลาในการวิ่งของผู้เข้ารับการทดสอบได้ตามวัตถุประสงค์ของการออกแบบและสร้างเครื่องวิเคราะห์ความเร็วในการวิ่ง (Speed Analyser)

2.2 เมื่อศึกษาประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องวิเคราะห์ความเร็วในการวิ่ง (Speed Analyser) พบว่าจากผลการทดสอบการทำงานสามารถตัดเวลาได้ทันทีเมื่อผู้เข้ารับการทดสอบวิ่งผ่านและทราบเวลาของผู้เข้ารับการทดสอบได้ทั้ง 4 ช่วงระยะทาง ตามรายงานผลการทดลองอีกทั้งเมื่อศึกษาเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของเวลาที่ใช้ในการวิ่งในแต่ละช่วงระยะทางระหว่างการใช้นาฬิกาจับเวลาดิจิตอลกับเครื่องวิเคราะห์ความเร็วในการวิ่ง (Speed Analyser) ยังพบได้อีกว่ามีค่าความคลาดเคลื่อนสูงที่สุดที่ระยะ 15 - 30 เมตร เท่ากับ 1.51% ซึ่งน้อยมาก ดังตารางแสดงค่าเฉลี่ยเวลาจากการจับเวลาของเครื่องวิเคราะห์เวลา (Speed Analyser) และนาฬิกาจับเวลาแบบดิจิตอลต่อไปนี้

ตารางที่ 16 แสดงค่าความคลาดเคลื่อนจากการทดสอบโดยใช้นาฬิกาดิจิตอลกับเครื่องวิเคราะห์ความเร็วในการวิ่ง (Speed Analyser)

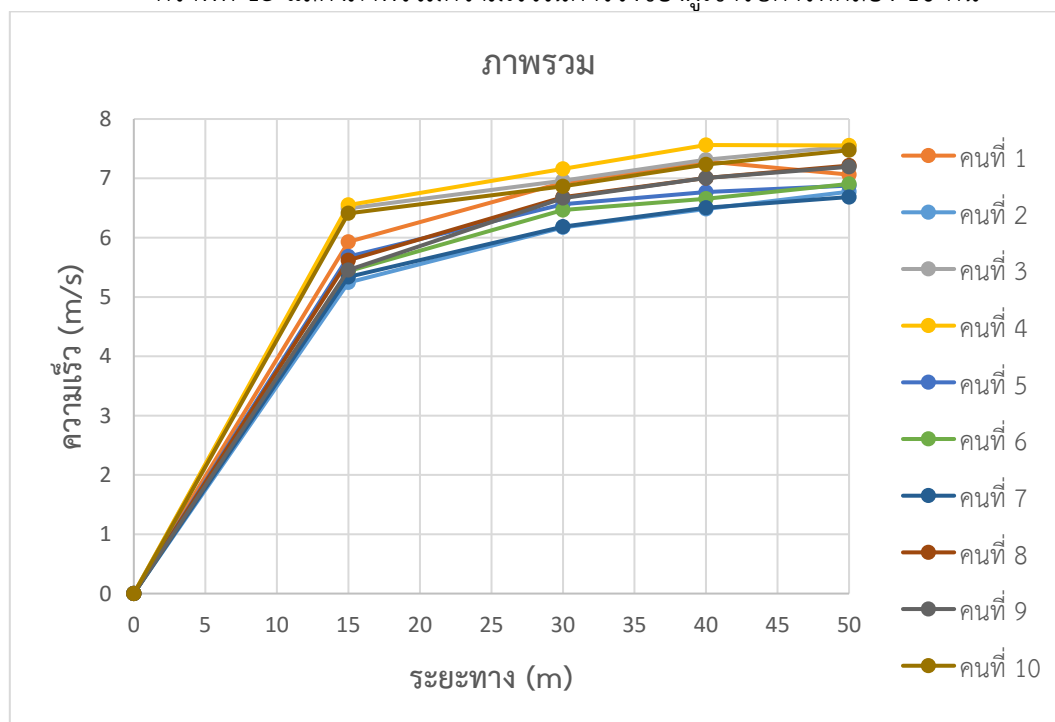
ช่วงระยะทางในการวิ่ง (m)	เวลา (s)			ค่าความคลาดเคลื่อน (%)
	นาฬิกาดิจิตอล (s)	เครื่อง Speed Analyser (s)	ผลต่าง (s)	
0 - 15	2.58	2.60	0.02	0.74
15 - 30	4.58	4.51	0.07	1.51
30 - 40	5.83	5.74	0.09	1.49
40 - 50	7.08	7.03	0.06	0.79

และจากการทดสอบจับเวลาด้วยนาฬิกาจับเวลาแบบดิจิตอลในทุกระยะทาง โดยในแต่ละระยะทางใช้ผู้จับเวลาจำนวน 3 คน และผู้วิ่งจำนวน 1 คน เป็นจำนวน 3 ครั้ง พบว่าส่วนมากทั้งสามคนจะได้เวลาที่ไม่เท่ากัน ซึ่งอาจจะเป็นเพราะว่าแต่ละคนนั้นกดเริ่มจับเวลาไม่พร้อมกัน และกดหยุดจับเวลาไม่พร้อมกัน จึงสรุปได้ว่านาฬิกาจับเวลาแบบดิจิตอลไม่มีความแม่นยำ ซึ่งเป็นผลทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนในตารางข้างต้น

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าเครื่องวิเคราะห์ความเร็วในการวิ่ง (Speed Analyser) เป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพ

2.3 เมื่อศึกษาสมรรถภาพทางกายที่สัมพันธ์กับทักษะด้านความเร็วในการวิ่งระยะทาง 50 เมตร ใน 4 ช่วงระยะทาง คือ ตั้งแต่จุดเริ่มต้นถึงระยะทาง 15 เมตร (ระยะที่ 1) ระยะที่ 15 - 30 เมตร (ระยะที่ 2) ระยะที่ 30 - 40 เมตร (ระยะที่ 3) และ ระยะที่ 40 - 50 เมตร (ระยะที่ 4) ทุกระยะ 15 , 15 , 10 และ 10 เมตร ตามลำดับ พบว่าผู้เข้ารับการทดสอบมีสมรรถภาพที่สัมพันธ์กับทักษะด้านความเร็วที่แตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัดจากกราฟและตารางแสดงความเร็วของผู้เข้ารับการทดสอบจำนวน 10 คนต่อไปนี้

กราฟที่ 13 แสดงภาพรวมความเร็วในการวิ่งของผู้เข้ารับการทดลอง 10 คน



ตารางที่ 17 แสดงความเร็วในการวิ่งช่วงระยะทางต่างๆ จากการวิเคราะห์ความเร็วของเครื่องวิเคราะห์ความเร็วในการวิ่ง (Speed Analyser) ในตารางที่ 2.1 – 2.4

ผู้เข้ารับการทดสอบคนที่	ความเร็วในช่วงระยะทางต่างๆ (m/s)			
	ระยะที่ 1 0 – 15 เมตร	ระยะที่ 2 15 – 30 เมตร	ระยะที่ 3 30 – 40 เมตร	ระยะที่ 4 40 – 50 เมตร
1.	5.93	6.93	7.29	7.06
2.	5.24	6.17	6.48	6.78
3.	6.49	6.96	7.31	7.54
4.	6.55	7.16	7.56	7.55
5.	5.68	6.56	6.77	6.88
6.	5.43	6.47	6.66	6.91
7.	5.34	6.19	6.50	6.68
8.	5.62	6.68	7.01	7.22
9.	5.45	6.67	7.01	7.19
10.	6.41	6.86	7.23	7.47
ค่าเฉลี่ย	5.82	6.67	6.98	7.13

จากการสังเกตและศึกษาจากตารางและกราฟแสดงความเร็วในการวิ่งของผู้เข้ารับการทดสอบจำนวน 10 คน เปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยของความเร็วในช่วงระยะทางต่าง ๆ พบได้ว่า

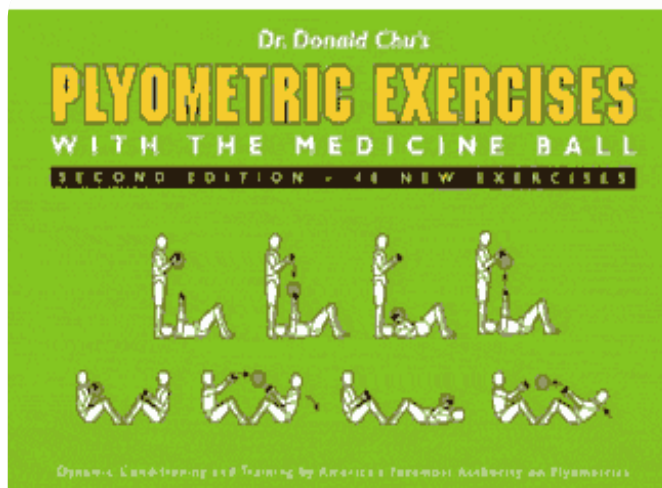
1. ระยะที่ 1 ช่วงระยะทาง (0 – 15 เมตร) พบว่ามีผู้เข้ารับการทดสอบจำนวน 4 คน คือ ผู้เข้ารับการทดสอบคนที่ 1 คนที่ 3 คนที่ 4 และคนที่ 10 มีความเร็วในการวิ่งสูงกว่าค่าเฉลี่ย
2. ระยะที่ 2 ช่วงระยะทาง (15 – 30 เมตร) พบว่ามีผู้เข้ารับการทดสอบจำนวน 6 คน คือ ผู้เข้ารับการทดสอบคนที่ 1 คนที่ 3 คนที่ 4 คนที่ 8 คนที่ 9 และคนที่ 10 มีความเร็วในการวิ่งสูงกว่าค่าเฉลี่ย
3. ระยะที่ 3 ช่วงระยะทาง (30 – 40) พบว่ามีผู้เข้ารับการทดสอบจำนวน 6 คน คือ ผู้เข้ารับการทดสอบคนที่ 1 คนที่ 3 คนที่ 4 คนที่ 8 คนที่ 9 และคนที่ 10 มีความเร็วในการวิ่งสูงกว่าค่าเฉลี่ย
4. ระยะที่ 4 ช่วงระยะทาง (40 – 50) พบว่ามีผู้เข้ารับการทดสอบจำนวน 5 คน คือ ผู้เข้ารับการทดสอบคนที่ 3 คนที่ 4 คนที่ 8 คนที่ 9 และคนที่ 10 มีความเร็วในการวิ่งสูงกว่าค่าเฉลี่ย
5. ผู้เข้ารับการทดสอบที่มีความเร็วสูงกว่าค่าเฉลี่ยทุกช่วง 4 ระยะทาง คือ ผู้เข้ารับการทดสอบคนที่ 3 คนที่ 4 และคนที่ 10
6. ผู้เข้ารับการทดสอบที่มีความเร็วต่ำกว่าค่าเฉลี่ยทุกช่วง 4 ระยะทาง คือ ผู้เข้ารับการทดสอบคนที่ 2 คนที่ 5 คนที่ 6 และคนที่ 7
7. ผู้เข้ารับการทดสอบที่มีความเร็วเพิ่มขึ้นตลอดระยะทางในการวิ่ง 4 ช่วงระยะทาง คือผู้เข้ารับการทดสอบคนที่ 2 คนที่ 3 คนที่ 5 คนที่ 6 คนที่ 7 คนที่ 8 คนที่ 9 และคนที่ 10
8. ผู้เข้ารับการทดสอบที่มีความเร็วลดลงในช่วงท้ายของระยะทางในการวิ่งช่วงระยะทางที่ 4 (ช่วงสุดท้าย) คือผู้เข้ารับการทดสอบคนที่ 1 และคนที่ 4

จากข้อสรุปดังกล่าวทำให้สามารถวางแผนการเสริมสร้างสมรรถภาพที่สัมพันธ์กับทักษะด้านความเร็วได้ตรงกับผู้เข้ารับการทดสอบของแต่ละคนที่มีความเร็วในแต่ละช่วงที่แตกต่างกัน

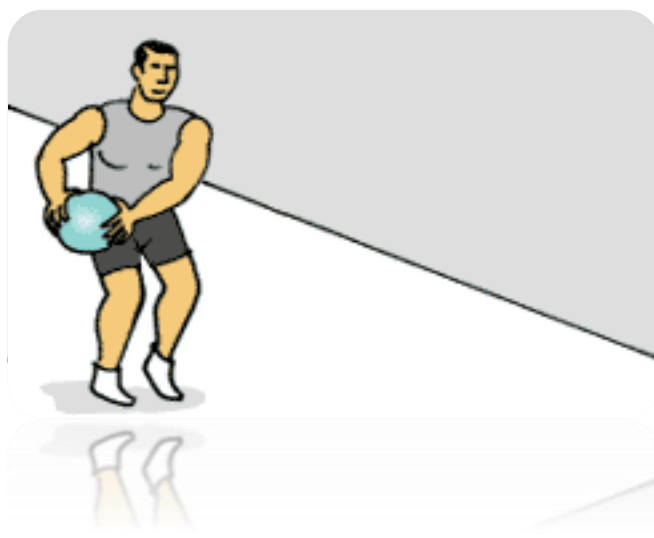
2.4 เมื่อได้ข้อมูลผลการทดสอบของผู้เข้ารับการทดสอบจากทั้ง 10 คน สามารถนำความเร็วเฉลี่ยในการวิ่งมาจัดทำโปรแกรมการเสริมสร้างสมรรถภาพทางกายที่สัมพันธ์กับทักษะด้านความเร็วในการวิ่งระยะทาง 50 เมตร ได้ตามโปรแกรมดังนี้

รูปแบบการฝึกและโปรแกรมการฝึกพลัยโอเมตริก (Plyometric Training) จัดทำโดยคณะผู้วิจัยและนายชาญชัย ชาญฤทธิ์ ครู กลุ่มสาระการเรียนรู้สุขศึกษาและพลศึกษา โรงเรียนกาญจนาภิเษกวิทยาลัย นครปฐม(พระตำหนักสวนกุหลาบมอญ)

เป็นรูปแบบและโปรแกรมการฝึกกล้ามเนื้อที่เชื่อมต่อระหว่างความแข็งแรงของกล้ามเนื้อกับความเร็วในการหดตัวของกล้ามเนื้อทำให้เกิดกำลังกล้ามเนื้อ การฝึกพลัยโอเมตริก ใช้กิจกรรมการกระโดด การกระโดดเขย่ง การกระโดดอยู่กับที่ด้วยการใช้ลำตัวส่วนล่างและการหมุนเหวี่ยง การทุ่ม และปลักลูกเมตชีนบอลด้วยการใช้ลำตัวส่วนบน



รูปแบบการฝึกแบบพลัยโอเมตริก
ท่าที่ 1 Side Throws (โยนบอลด้านข้าง)



1. ยืนแยกเท้าระดับสะโพก เท้าซ้ายอยู่หน้าเท้าขวาประมาณ 1 คืบ
2. ถือลูกบอลด้วยสองมือและก้มเล็กน้อย
3. แกว่งลูกบอลไปที่สะโพกขวาแล้วโยนลูกบอลไปอย่างรวดเร็วในช่วงลำตัวส่งขณะโยนบอล

รูปแบบการฝึกแบบพลัยโอเมตริก
ท่าที่ 2 Over Back Toss (โยนบอลข้ามศีรษะไปด้านหลัง)



1. ยืนแยกเท้าระดับสะโพก
2. ถือลูกบอลและย่อตัวโยนบอลข้ามศีรษะไปด้านหลัง โดยใช้แรงส่งจากขา ลำตัว แขนอย่างรวดเร็วให้บอลลอยไปไกลที่สุด

รูปแบบการฝึกแบบพลัยโอเมตริก
ท่าที่ 3 Slams (ทุ่มบอลลงพื้น)



1. ยืนแยกเท้ากว้างระดับหัวไหล่และเข่าเล็กน้อย
2. โน้มลูกบอลไปด้านหลังศีรษะแล้วออกแรงทุ่มลูกบอลลงบนพื้นอย่างแรงที่สุดเท่าที่จะทำได้

รูปแบบการฝึกแบบพลัยโอเมตริก
ท่าที่ 4 Squat Throws



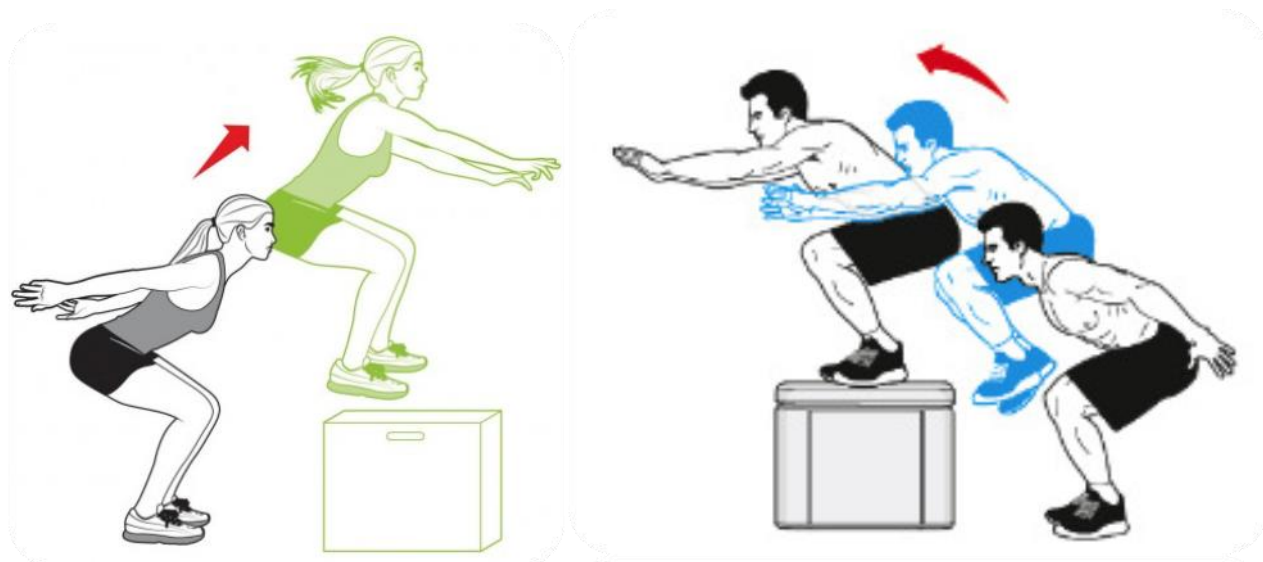
1. ยืนแยกเท้าระดับสะโพกเข่าเล็กน้อย
2. ถือลูกบอลระดับหน้าอกและย่อตัวลงต่ำ
3. กระโดดสูงที่สุดพร้อมส่งลูกบอลขึ้นด้านบนจนสุดแขนให้บอลลอยสูงที่สุด (ปฏิบัติอย่างรวดเร็ว)

รูปแบบการฝึกแบบพลัยโอเมตริก
ท่าที่ 5 Plyometrics Push-up



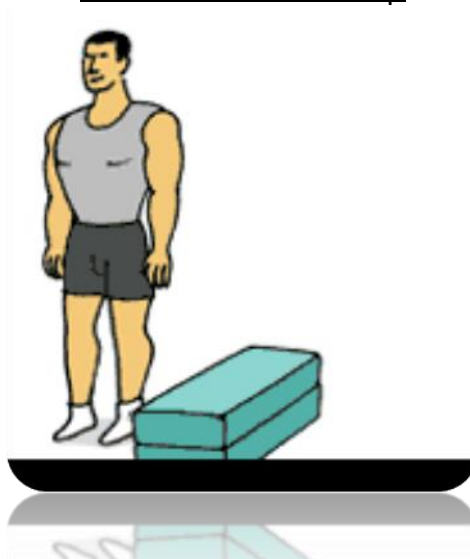
1. ทำเตรียมวิดพื้น วางมือกว้างระดับไหล่ วางเข่าสัมผัสพื้นเท้าทั้งสองงอ
2. ย่อแขนลงจนเกือบสัมผัสพื้น
3. ยืดแขนดันอย่างรวดเร็วให้มือทั้งสองลอยจากพื้น และหยุดในท่าเริ่มต้น ขณะยืดแขนยกลำตัวให้ปฏิบัติอย่างรวดเร็ว

รูปแบบการฝึกแบบพลัยโอเมตริก
ท่าที่ 6 Box Jumps



ยืนอยู่ในด้านหน้ากล่อง หรือโต๊ะ ย่อตัวเล็กน้อยแล้วกระโดดอย่างรวดเร็วขึ้นไปบนกล่อง โดยเท้าทั้งคู่สัมผัสกล่องให้เบาที่สุด ก้าวถอยหลังลงจากกล่อง (อย่ากระโดดลงมา)

รูปแบบการฝึกแบบพลัยโอเมตริก
ท่าที่ 7 Lateral Box Jump



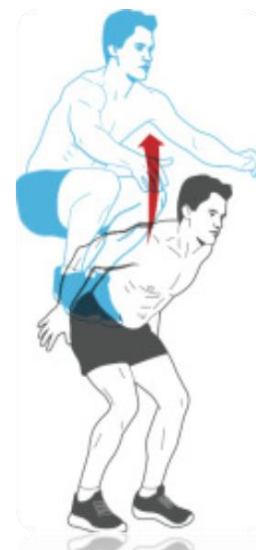
ปฏิบัติเช่นเดียวกับ Box Jumps แต่เป็นการกระโดดด้านข้าง

รูปแบบการฝึกแบบพลัยโอเมตริก
ท่าที่ 8 Power Skips



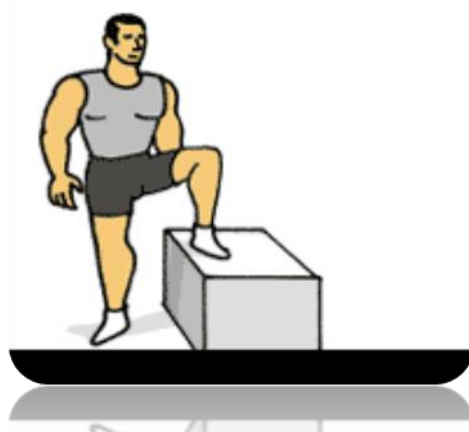
ยกเข่าให้สูงที่สุด พร้อมแกว่งมือตรงข้ามกับเข่าที่ยกขึ้นเหนือศีรษะให้สูง ทำสลับข้างต่อเนื่อง

รูปแบบการฝึกแบบพลัยโอเมตริก
ท่าที่ 9 Tuck Jumps



1. ยืนแยกเท้ากว้างระดับหัวไหล่ เข่างอเล็กน้อย
2. กระโดดเอาเข่าแตะหน้าอก ทำซ้ำ

รูปแบบการฝึกแบบพลัยโอเมตริก
ท่าที่ 10 Lateral Box Offs



1. ยืนข้างกล่องวางเท้าซ้ายบนกล่อง
2. ใช้เท้าซ้ายออกแรงกระโดดให้สูงที่สุดพร้อมเหวี่ยงแขนขึ้นด้านบนให้สุด
3. ลงพื้นด้วยเท้าขวาวางบนกล่องและเท้าซ้ายวางบนพื้นแล้วปฏิบัติซ้ำจากอีกด้าน

โปรแกรมการฝึกและระดับความหนักสำหรับการฝึกพลัยโอเมตริก
(Plyometric Training)
สัปดาห์ที่ 1 – สัปดาห์ที่ 2

รูปแบบการฝึก	ระดับความหนักในการฝึก		
	จำนวนครั้งในการฝึก	จำนวนเซต	เวลาพักระหว่างเซต
ท่าที่ 1 - 5	6 ครั้ง/เซต	3 เซต	1 นาที
ท่าที่ 6 - 10	6 ครั้ง/เซต	3 เซต	1 นาที

โปรแกรมการฝึกและระดับความหนักสำหรับการฝึกพลัยโอเมตริก
(Plyometric Training)
สัปดาห์ที่ 3 – สัปดาห์ที่ 4

รูปแบบการฝึก	ระดับความหนักในการฝึก		
	จำนวนครั้งในการฝึก	จำนวนเซต	เวลาพักระหว่างเซต
ท่าที่ 1 - 5	6 ครั้ง/เซต	3 เซต	1 นาที
ท่าที่ 6 - 10	6 ครั้ง/เซต	3 เซต	1 นาที

โปรแกรมการฝึกและระดับความหนักสำหรับการฝึกพลัยโอเมตริก
(Plyometric Training)
สัปดาห์ที่ 5 – สัปดาห์ที่ 6

รูปแบบการฝึก	ระดับความหนักในการฝึก		
	จำนวนครั้งในการฝึก	จำนวนเซต	เวลาพักระหว่างเซต
ท่าที่ 1 - 5	8 ครั้ง/เซต	3 เซต	1 นาที
ท่าที่ 6 - 10	8 ครั้ง/เซต	3 เซต	1 นาที

โปรแกรมการฝึกและระดับความหนักสำหรับการฝึกพลัยโอเมตริก
(Plyometric Training)
สัปดาห์ที่ 7 – สัปดาห์ที่ 8

รูปแบบการฝึก	ระดับความหนักในการฝึก		
	จำนวนครั้งในการฝึก	จำนวนเซต	เวลาพักระหว่างเซต
ท่าที่ 1 - 5	10 ครั้ง/เซต	3 เซต	1 นาที
ท่าที่ 6 - 10	10 ครั้ง/เซต	3 เซต	1 นาที

โปรแกรมการฝึกและระดับความหนักสำหรับการฝึกพลัยโอเมตริก
(Plyometric Training)
สัปดาห์ที่ 9 – สัปดาห์ที่ 10

รูปแบบการฝึก	ระดับความหนักในการฝึก		
	จำนวนครั้งในการฝึก	จำนวนเซต	เวลาพักระหว่างเซต
ท่าที่ 1 - 5	12 ครั้ง/เซต	3 เซต	1 นาที
ท่าที่ 6 - 10	12 ครั้ง/เซต	3 เซต	1 นาที

โปรแกรมการฝึกและระดับความหนักสำหรับการฝึกพลัยโอเมตริก
(Plyometric Training)
สัปดาห์ที่ 11

รูปแบบการฝึก	ระดับความหนักในการฝึก		
	จำนวนครั้งในการฝึก	จำนวนเซต	เวลาพักระหว่างเซต
ท่าที่ 1 - 5	10 ครั้ง/เซต	3 เซต	1 นาที
ท่าที่ 6 - 10	10 ครั้ง/เซต	3 เซต	1 นาที

โปรแกรมการฝึกและระดับความหนักสำหรับการฝึกพลัยโอเมตริก
(Plyometric Training)
สัปดาห์ที่ 12

รูปแบบการฝึก	ระดับความหนักในการฝึก		
	จำนวนครั้งในการฝึก	จำนวนเซต	เวลาพักระหว่างเซต
ท่าที่ 1 - 5	8 ครั้ง/เซต	3 เซต	1 นาที
ท่าที่ 6 - 10	8 ครั้ง/เซต	3 เซต	1 นาที

โปรแกรมการฝึกกล้ามเนื้อแบบไม่ใช้ออกซิเจน (ANAEROBIC TRAINING) จัดทำโดย คณะผู้วิจัยและนายชาญชัย ชาญฤทธิ์ ครู กลุ่มสาระการเรียนรู้สุขศึกษาและพลศึกษา โรงเรียนกาญจนาภิเษกวิทยาลัย นครปฐม (พระตำหนักสวนกุหลาบมัธยม)

ใช้รูปแบบการฝึกโดยใช้กิจกรรมการวิ่งเร็วอย่างเต็มที่แบบ (sprint – สปรินท์) ในระดับ 70 – 90 % ของ Maximum heart rate (การวิ่งในลักษณะวิ่งด้วยความเร็วเต็มที่ตามความสามารถของนักเรียนแต่ละบุคคล)



การคำนวณหาอัตราการเต้นของชีพจรสูงสุด (MAXIMUM HEART RATE)

อัตราชีพจรสำหรับการฝึกของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 - 4/8 อายุเฉลี่ย 16 ปี คือ 220 - 16 เท่ากับ 204 ครั้ง/นาที ระดับอัตราการเต้นชีพจรสำหรับการฝึก (ร้อยละ 70 – 90) จำนวนครั้งการเต้นของชีพจร (142 – 183) ครั้งต่อนาที

(light)	ร้อยละ 70 ของ (MAXIMUM HEART RATE) (142) ครั้ง/นาที
(medium)	ร้อยละ 80 ของ (MAXIMUM HEART RATE) (163) ครั้ง/นาที
(heavy)	ร้อยละ 90 ของ (MAXIMUM HEART RATE) (183) ครั้ง/นาที

ระดับความหนักสำหรับการฝึก

โปรแกรมการฝึกกล้ามเนื้อแบบไม่ใช้ออกซิเจน (ANAEROBIC TRAINING)

ระดับความหนัก	ความเร็ว (เปอร์เซ็นต์)	ระยะทางที่ใช้ในการฝึก (เมตร)	จำนวนรอบที่ใช้ในการฝึก (รอบ)
เบา (light)	70 เปอร์เซ็นต์	30 เมตร	3 รอบ
ปานกลาง (medium)	80 เปอร์เซ็นต์	40 เมตร	4 รอบ
หนัก (heavy)	90 เปอร์เซ็นต์	50 เมตร	5 รอบ

ระดับความหนัก - เบา ของโปรแกรมการฝึกกล้ามเนื้อแบบไม่ใช้ออกซิเจน

(ANAEROBIC TRAINING)

สัปดาห์ที่ 1 และ 2

วัน	ระดับความหนัก			
	Heavy	Medium	Light	Rest
จันทร์			✓	
อังคาร				✓
พุธ		✓		
พฤหัสบดี				✓
ศุกร์			✓	

ระดับความหนัก - เบา ของโปรแกรมการฝึกกล้ามเนื้อแบบไม่ใช้ออกซิเจน

(ANAEROBIC TRAINING)

สัปดาห์ที่ 3 และ 4

วัน	ระดับความหนัก			
	Heavy	Medium	Light	Rest
จันทร์		✓		
อังคาร				✓
พุธ			✓	
พฤหัสบดี				✓
ศุกร์		✓		

ระดับความหนัก - เบา ของโปรแกรมการฝึกกล้ามเนื้อแบบไม่ใช้ออกซิเจน

(ANAEROBIC TRAINING)

สัปดาห์ที่ 5 และ 6

วัน	ระดับความหนัก			
	Heavy	Medium	Light	Rest
จันทร์		✓		
อังคาร				✓
พุธ	✓			
พฤหัสบดี				✓
ศุกร์		✓		

ระดับความหนัก - เบา ของโปรแกรมการฝึกกล้ามเนื้อแบบไม่ใช้ออกซิเจน

(ANAEROBIC TRAINING)

สัปดาห์ที่ 7 และ 8

วัน	ระดับความหนัก			
	Heavy	Medium	Light	Rest
จันทร์	✓			
อังคาร				✓
พุธ		✓		
พฤหัสบดี				✓
ศุกร์	✓			

ระดับความหนัก - เบา ของโปรแกรมการฝึกกล้ามเนื้อแบบไม่ใช้ออกซิเจน

(ANAEROBIC TRAINING)

สัปดาห์ที่ 9

วัน	ระดับความหนัก			
	Heavy	Medium	Light	Rest
จันทร์	✓			
อังคาร				✓
พุธ		✓		
พฤหัสบดี				✓
ศุกร์	✓			

ระดับความหนัก - เบา ของโปรแกรมการฝึกกล้ามเนื้อแบบไม่ใช้ออกซิเจน

(ANAEROBIC TRAINING)

สัปดาห์ที่ 10

วัน	ระดับความหนัก			
	Heavy	Medium	Light	Rest
จันทร์		✓		
อังคาร				✓
พุธ	✓			
พฤหัสบดี				✓
ศุกร์		✓		

ระดับความหนัก - เบา ของโปรแกรมการฝึกกล้ามเนื้อแบบไม่ใช้ออกซิเจน

(ANAEROBIC TRAINING)

สัปดาห์ที่ 11

วัน	ระดับความหนัก			
	Heavy	Medium	Light	Rest
จันทร์		✓		
อังคาร				✓
พุธ			✓	
พฤหัสบดี				✓
ศุกร์		✓		

ระดับความหนัก - เบา ของโปรแกรมการฝึกกล้ามเนื้อแบบไม่ใช้ออกซิเจน

(ANAEROBIC TRAINING)

สัปดาห์ที่ 12

วัน	ระดับความหนัก			
	Heavy	Medium	Light	Rest
จันทร์			✓	
อังคาร				✓
พุธ			✓	
พฤหัสบดี				✓
ศุกร์			✓	

ระดับความหนัก – เบา ของโปรแกรมการฝึกกล้ามเนื้อแบบไม่ใช้ออกซิเจน

(ANAEROBIC TRAINING)

สัปดาห์ที่ 1

วัน	ระดับความหนัก - เบา	กิจกรรมการเสริมสร้างฯ	ระยะเวลาการเสริมสร้างฯ	อัตราการเต้นของชีพจร
จันทร์	light	1. อบอุ่นร่างกาย - บริหารร่างกายทั่วไป - ยืดเหยียดกล้ามเนื้อ	5 นาที	80 – 100 ครั้ง/นาที
		2. เสริมสร้างสมรรถภาพทางด้านความเร็วตามโปรแกรมการฝึกกล้ามเนื้อแบบไม่ใช้ออกซิเจน (ด้วยความเร็ว 70 เปอร์เซ็นต์ จำนวนระยะทาง 30 เมตร จำนวน 3 รอบ)	20 นาที	142 ครั้ง/นาที
		3. อบอุ่นร่างกายหลังการฝึก - ยืดเหยียดคลายกล้ามเนื้อ	5 นาที	70 – 90 ครั้ง/นาที
พุธ	medium	1. อบอุ่นร่างกาย - บริหารร่างกายทั่วไป - ยืดเหยียดกล้ามเนื้อ	5 นาที	80 – 100 ครั้ง/นาที
		2. เสริมสร้างสมรรถภาพทางด้านความเร็วตามโปรแกรมการฝึกกล้ามเนื้อแบบไม่ใช้ออกซิเจน (ด้วยความเร็ว 80 เปอร์เซ็นต์ จำนวนระยะทาง 40 เมตร จำนวน 4 รอบ)	25 นาที	163 ครั้ง/นาที
		3. อบอุ่นร่างกายหลังการฝึก - ยืดเหยียดคลายกล้ามเนื้อ	5 นาที	70 – 90 ครั้ง/นาที
ศุกร์	light	1. อบอุ่นร่างกาย - บริหารร่างกายทั่วไป - ยืดเหยียดกล้ามเนื้อ	5 นาที	80 – 100 ครั้ง/นาที
		2. เสริมสร้างสมรรถภาพทางด้านความเร็วตามโปรแกรมการฝึกกล้ามเนื้อแบบไม่ใช้ออกซิเจน (ด้วยความเร็ว 70 เปอร์เซ็นต์ จำนวนระยะทาง 30 เมตร จำนวน 3 รอบ)	20 นาที	142 ครั้ง/นาที
		3. อบอุ่นร่างกายหลังการฝึก - ยืดเหยียดคลายกล้ามเนื้อ	5 นาที	70 – 90 ครั้ง/นาที

ระดับความหนัก – เบา ของโปรแกรมการฝึกกล้ามเนื้อแบบไม่ใช้ออกซิเจน

(ANAEROBIC TRAINING)

สัปดาห์ที่ 2

วัน	ระดับความหนัก - เบา	กิจกรรมการเสริมสร้างฯ	ระยะเวลาการเสริมสร้างฯ	อัตราการเต้นของชีพจร
จันทร์	light	1. อบอุ่นร่างกาย - บริหารร่างกายทั่วไป - ยืดเหยียดกล้ามเนื้อ	5 นาที	80 – 100 ครั้ง/นาที
		2. เสริมสร้างสมรรถภาพทางด้านความเร็วตามโปรแกรมการฝึกกล้ามเนื้อแบบไม่ใช้ออกซิเจน (ด้วยความเร็ว 70 เปอร์เซ็นต์ จำนวนระยะทาง 30 เมตร จำนวน 3 รอบ)	20 นาที	142 ครั้ง/นาที
		3. อบอุ่นร่างกายหลังการฝึก - ยืดเหยียดคลายกล้ามเนื้อ	5 นาที	70 – 90 ครั้ง/นาที
พุธ	medium	1. อบอุ่นร่างกาย - บริหารร่างกายทั่วไป - ยืดเหยียดกล้ามเนื้อ	5 นาที	80 – 100 ครั้ง/นาที
		2. เสริมสร้างสมรรถภาพทางด้านความเร็วตามโปรแกรมการฝึกกล้ามเนื้อแบบไม่ใช้ออกซิเจน (ด้วยความเร็ว 80 เปอร์เซ็นต์ จำนวนระยะทาง 40 เมตร จำนวน 4 รอบ)	25 นาที	163 ครั้ง/นาที
		3. อบอุ่นร่างกายหลังการฝึก - ยืดเหยียดคลายกล้ามเนื้อ	5 นาที	70 – 90 ครั้ง/นาที
ศุกร์	light	1. อบอุ่นร่างกาย - บริหารร่างกายทั่วไป - ยืดเหยียดกล้ามเนื้อ	5 นาที	80 – 100 ครั้ง/นาที
		2. เสริมสร้างสมรรถภาพทางด้านความเร็วตามโปรแกรมการฝึกกล้ามเนื้อแบบไม่ใช้ออกซิเจน (ด้วยความเร็ว 70 เปอร์เซ็นต์ จำนวนระยะทาง 30 เมตร จำนวน 3 รอบ)	20 นาที	142 ครั้ง/นาที
		3. อบอุ่นร่างกายหลังการฝึก - ยืดเหยียดคลายกล้ามเนื้อ	5 นาที	70 – 90 ครั้ง/นาที

ระดับความหนัก – เบา ของโปรแกรมการฝึกกล้ามเนื้อแบบไม่ใช้ออกซิเจน

(ANAEROBIC TRAINING)

สัปดาห์ที่ 3

วัน	ระดับความหนัก - เบา	กิจกรรมการเสริมสร้างฯ	ระยะเวลาการเสริมสร้างฯ	อัตราการเต้นของชีพจร
จันทร์	medium	1. อบอุ่นร่างกาย - บริหารร่างกายทั่วไป - ยืดเหยียดกล้ามเนื้อ	5 นาที	80 – 100 ครั้ง/นาที
		2. เสริมสร้างสมรรถภาพทางด้านความเร็วตามโปรแกรมการฝึกกล้ามเนื้อแบบไม่ใช้ออกซิเจน (ด้วยความเร็ว 80 เปอร์เซ็นต์ จำนวนระยะทาง 40 เมตร จำนวน 4 รอบ)	25 นาที	163 ครั้ง/นาที
		3. อบอุ่นร่างกายหลังการฝึก - ยืดเหยียดคลายกล้ามเนื้อ	5 นาที	70 – 90 ครั้ง/นาที
พุธ	light	1. อบอุ่นร่างกาย - บริหารร่างกายทั่วไป - ยืดเหยียดกล้ามเนื้อ	5 นาที	80 – 100 ครั้ง/นาที
		2. เสริมสร้างสมรรถภาพทางด้านความเร็วตามโปรแกรมการฝึกกล้ามเนื้อแบบไม่ใช้ออกซิเจน (ด้วยความเร็ว 70 เปอร์เซ็นต์ จำนวนระยะทาง 30 เมตร จำนวน 3 รอบ)	20 นาที	142 ครั้ง/นาที
		3. อบอุ่นร่างกายหลังการฝึก - ยืดเหยียดคลายกล้ามเนื้อ	5 นาที	70 – 90 ครั้ง/นาที
ศุกร์	medium	1. อบอุ่นร่างกาย - บริหารร่างกายทั่วไป - ยืดเหยียดกล้ามเนื้อ	5 นาที	80 – 100 ครั้ง/นาที
		2. เสริมสร้างสมรรถภาพทางด้านความเร็วตามโปรแกรมการฝึกกล้ามเนื้อแบบไม่ใช้ออกซิเจน (ด้วยความเร็ว 80 เปอร์เซ็นต์ จำนวนระยะทาง 40 เมตร จำนวน 4 รอบ)	25 นาที	163 ครั้ง/นาที
		3. อบอุ่นร่างกายหลังการฝึก - ยืดเหยียดคลายกล้ามเนื้อ	5 นาที	70 – 90 ครั้ง/นาที

ระดับความหนัก – เบา ของโปรแกรมการฝึกกล้ามเนื้อแบบไม่ใช้ออกซิเจน

(ANAEROBIC TRAINING)

สัปดาห์ที่ 4

วัน	ระดับความหนัก - เบา	กิจกรรมการเสริมสร้างฯ	ระยะเวลาการเสริมสร้างฯ	อัตราการเต้นของชีพจร
จันทร์	medium	1. อบอุ่นร่างกาย - บริหารร่างกายทั่วไป - ยืดเหยียดกล้ามเนื้อ	5 นาที	80 – 100 ครั้ง/นาที
		2. เสริมสร้างสมรรถภาพทางด้านความเร็วตามโปรแกรมการฝึกกล้ามเนื้อแบบไม่ใช้ออกซิเจน (ด้วยความเร็ว 80 เปอร์เซ็นต์ จำนวนระยะทาง 40 เมตร จำนวน 4 รอบ)	25 นาที	163 ครั้ง/นาที
		3. อบอุ่นร่างกายหลังการฝึก - ยืดเหยียดคลายกล้ามเนื้อ	5 นาที	70 – 90 ครั้ง/นาที
พุธ	light	1. อบอุ่นร่างกาย - บริหารร่างกายทั่วไป - ยืดเหยียดกล้ามเนื้อ	5 นาที	142 ครั้ง/นาที
		2. เสริมสร้างสมรรถภาพทางด้านความเร็วตามโปรแกรมการฝึกกล้ามเนื้อแบบไม่ใช้ออกซิเจน (ด้วยความเร็ว 70 เปอร์เซ็นต์ จำนวนระยะทาง 30 เมตร จำนวน 3 รอบ)	20 นาที	122 – 128 ครั้ง/นาที
		3. อบอุ่นร่างกายหลังการฝึก - ยืดเหยียดคลายกล้ามเนื้อ	5 นาที	70 – 90 ครั้ง/นาที
ศุกร์	medium	1. อบอุ่นร่างกาย - บริหารร่างกายทั่วไป - ยืดเหยียดกล้ามเนื้อ	5 นาที	80 – 100 ครั้ง/นาที
		2. เสริมสร้างสมรรถภาพทางด้านความเร็วตามโปรแกรมการฝึกกล้ามเนื้อแบบไม่ใช้ออกซิเจน (ด้วยความเร็ว 80 เปอร์เซ็นต์ จำนวนระยะทาง 40 เมตร จำนวน 4 รอบ)	25 นาที	163 ครั้ง/นาที
		3. อบอุ่นร่างกายหลังการฝึก - ยืดเหยียดคลายกล้ามเนื้อ	5 นาที	70 – 90 ครั้ง/นาที

ระดับความหนัก – เบา ของโปรแกรมการฝึกกล้ามเนื้อแบบไม่ใช้ออกซิเจน

(ANAEROBIC TRAINING)

สัปดาห์ที่ 5

วัน	ระดับความหนัก - เบา	กิจกรรมการเสริมสร้างฯ	ระยะเวลาการเสริมสร้างฯ	อัตราการเต้นของชีพจร
จันทร์	medium	1. อบอุ่นร่างกาย - บริหารร่างกายทั่วไป - ยืดเหยียดกล้ามเนื้อ	5 นาที	80 – 100 ครั้ง/นาที
		2. เสริมสร้างสมรรถภาพทางด้านความเร็วตามโปรแกรมการฝึกกล้ามเนื้อแบบไม่ใช้ออกซิเจน (ด้วยความเร็ว 80 เปอร์เซ็นต์ จำนวนระยะทาง 40 เมตร จำนวน 4 รอบ)	25 นาที	163 ครั้ง/นาที
		3. อบอุ่นร่างกายหลังการฝึก - ยืดเหยียดคลายกล้ามเนื้อ	5 นาที	70 – 90 ครั้ง/นาที
พุธ	heavy	1. อบอุ่นร่างกาย - บริหารร่างกายทั่วไป - ยืดเหยียดกล้ามเนื้อ	5 นาที	80 – 100 ครั้ง/นาที
		2. เสริมสร้างสมรรถภาพทางด้านความเร็วตามโปรแกรมการฝึกกล้ามเนื้อแบบไม่ใช้ออกซิเจน (ด้วยความเร็ว 90 เปอร์เซ็นต์ จำนวนระยะทาง 50 เมตร จำนวน 5 รอบ)	30 นาที	183 ครั้ง/นาที
		3. อบอุ่นร่างกายหลังการฝึก - ยืดเหยียดคลายกล้ามเนื้อ	5 นาที	70 – 90 ครั้ง/นาที
ศุกร์	medium	1. อบอุ่นร่างกาย - บริหารร่างกายทั่วไป - ยืดเหยียดกล้ามเนื้อ	5 นาที	80 – 100 ครั้ง/นาที
		2. เสริมสร้างสมรรถภาพทางด้านความเร็วตามโปรแกรมการฝึกกล้ามเนื้อแบบไม่ใช้ออกซิเจน (ด้วยความเร็ว 80 เปอร์เซ็นต์ จำนวนระยะทาง 40 เมตร จำนวน 4 รอบ)	25 นาที	163 ครั้ง/นาที
		3. อบอุ่นร่างกายหลังการฝึก - ยืดเหยียดคลายกล้ามเนื้อ	5 นาที	70 – 90 ครั้ง/นาที

ระดับความหนัก – เบา ของโปรแกรมการฝึกกล้ามเนื้อแบบไม่ใช้ออกซิเจน

(ANAEROBIC TRAINING)

สัปดาห์ที่ 6

วัน	ระดับความหนัก - เบา	กิจกรรมการเสริมสร้างฯ	ระยะเวลาการเสริมสร้างฯ	อัตราการเต้นของชีพจร
จันทร์	medium	1. อบอุ่นร่างกาย - บริหารร่างกายทั่วไป - ยืดเหยียดกล้ามเนื้อ	5 นาที	80 – 100 ครั้ง/นาที
		2. เสริมสร้างสมรรถภาพทางด้านความเร็วตามโปรแกรมการฝึกกล้ามเนื้อแบบไม่ใช้ออกซิเจน (ด้วยความเร็ว 80 เปอร์เซ็นต์ จำนวนระยะทาง 40 เมตร จำนวน 4 รอบ)	25 นาที	163 ครั้ง/นาที
		3. อบอุ่นร่างกายหลังการฝึก - ยืดเหยียดคลายกล้ามเนื้อ	5 นาที	70 – 90 ครั้ง/นาที
พุธ	heavy	1. อบอุ่นร่างกาย - บริหารร่างกายทั่วไป - ยืดเหยียดกล้ามเนื้อ	5 นาที	80 – 100 ครั้ง/นาที
		2. เสริมสร้างสมรรถภาพทางด้านความเร็วตามโปรแกรมการฝึกกล้ามเนื้อแบบไม่ใช้ออกซิเจน (ด้วยความเร็ว 90 เปอร์เซ็นต์ จำนวนระยะทาง 50 เมตร จำนวน 5 รอบ)	30 นาที	183 ครั้ง/นาที
		3. อบอุ่นร่างกายหลังการฝึก - ยืดเหยียดคลายกล้ามเนื้อ	5 นาที	70 – 90 ครั้ง/นาที
ศุกร์	medium	1. อบอุ่นร่างกาย - บริหารร่างกายทั่วไป - ยืดเหยียดกล้ามเนื้อ	5 นาที	80 – 100 ครั้ง/นาที
		2. เสริมสร้างสมรรถภาพทางด้านความเร็วตามโปรแกรมการฝึกกล้ามเนื้อแบบไม่ใช้ออกซิเจน (ด้วยความเร็ว 80 เปอร์เซ็นต์ จำนวนระยะทาง 40 เมตร จำนวน 4 รอบ)	25 นาที	163 ครั้ง/นาที
		3. อบอุ่นร่างกายหลังการฝึก - ยืดเหยียดคลายกล้ามเนื้อ	5 นาที	70 – 90 ครั้ง/นาที

ระดับความหนัก – เบา ของโปรแกรมการฝึกกล้ามเนื้อแบบไม่ใช้ออกซิเจน

(ANAEROBIC TRAINING)

สัปดาห์ที่ 7

วัน	ระดับความหนัก - เบา	กิจกรรมการเสริมสร้างฯ	ระยะเวลาการเสริมสร้างฯ	อัตราการเต้นของชีพจร
จันทร์	heavy	1. อบอุ่นร่างกาย - บริหารร่างกายทั่วไป - ยืดเหยียดกล้ามเนื้อ	5 นาที	80 – 100 ครั้ง/นาที
		2. เสริมสร้างสมรรถภาพทางด้านความเร็วตามโปรแกรมการฝึกกล้ามเนื้อแบบไม่ใช้ออกซิเจน (ด้วยความเร็ว 90 เปอร์เซ็นต์ จำนวนระยะทาง 50 เมตร จำนวน 5 รอบ)	30 นาที	183 ครั้ง/นาที
		3. อบอุ่นร่างกายหลังการฝึก - ยืดเหยียดคลายกล้ามเนื้อ	5 นาที	70 – 90 ครั้ง/นาที
พุธ	medium	1. อบอุ่นร่างกาย - บริหารร่างกายทั่วไป - ยืดเหยียดกล้ามเนื้อ	5 นาที	80 – 100 ครั้ง/นาที
		2. เสริมสร้างสมรรถภาพทางด้านความเร็วตามโปรแกรมการฝึกกล้ามเนื้อแบบไม่ใช้ออกซิเจน (ด้วยความเร็ว 80 เปอร์เซ็นต์ จำนวนระยะทาง 40 เมตร จำนวน 4 รอบ)	25 นาที	163 ครั้ง/นาที
		3. อบอุ่นร่างกายหลังการฝึก - ยืดเหยียดคลายกล้ามเนื้อ	5 นาที	70 – 90 ครั้ง/นาที
ศุกร์	heavy	1. อบอุ่นร่างกาย - บริหารร่างกายทั่วไป - ยืดเหยียดกล้ามเนื้อ	5 นาที	80 – 100 ครั้ง/นาที
		2. เสริมสร้างสมรรถภาพทางด้านความเร็วตามโปรแกรมการฝึกกล้ามเนื้อแบบไม่ใช้ออกซิเจน (ด้วยความเร็ว 90 เปอร์เซ็นต์ จำนวนระยะทาง 50 เมตร จำนวน 5 รอบ)	30 นาที	183 ครั้ง/นาที
		3. อบอุ่นร่างกายหลังการฝึก - ยืดเหยียดคลายกล้ามเนื้อ	5 นาที	70 – 90 ครั้ง/นาที

ระดับความหนัก – เบา ของโปรแกรมการฝึกกล้ามเนื้อแบบไม่ใช้ออกซิเจน

(ANAEROBIC TRAINING)

สัปดาห์ที่ 8

วัน	ระดับความหนัก - เบา	กิจกรรมการเสริมสร้างฯ	ระยะเวลาการเสริมสร้างฯ	อัตราการเต้นของชีพจร
จันทร์	heavy	1. อบอุ่นร่างกาย - บริหารร่างกายทั่วไป - ยืดเหยียดกล้ามเนื้อ	5 นาที	80 – 100 ครั้ง/นาที
		2. เสริมสร้างสมรรถภาพทางด้านความเร็วตามโปรแกรมการฝึกกล้ามเนื้อแบบไม่ใช้ออกซิเจน (ด้วยความเร็ว 90 เปอร์เซ็นต์ จำนวนระยะทาง 50 เมตร จำนวน 5 รอบ)	30 นาที	183 ครั้ง/นาที
		3. อบอุ่นร่างกายหลังการฝึก - ยืดเหยียดคลายกล้ามเนื้อ	5 นาที	70 – 90 ครั้ง/นาที
พุธ	medium	1. อบอุ่นร่างกาย - บริหารร่างกายทั่วไป - ยืดเหยียดกล้ามเนื้อ	5 นาที	80 – 100 ครั้ง/นาที
		2. เสริมสร้างสมรรถภาพทางด้านความเร็วตามโปรแกรมการฝึกกล้ามเนื้อแบบไม่ใช้ออกซิเจน (ด้วยความเร็ว 80 เปอร์เซ็นต์ จำนวนระยะทาง 40 เมตร จำนวน 4 รอบ)	25 นาที	163 ครั้ง/นาที
		3. อบอุ่นร่างกายหลังการฝึก - ยืดเหยียดคลายกล้ามเนื้อ	5 นาที	70 – 90 ครั้ง/นาที
ศุกร์	heavy	1. อบอุ่นร่างกาย - บริหารร่างกายทั่วไป - ยืดเหยียดกล้ามเนื้อ	5 นาที	80 – 100 ครั้ง/นาที
		2. เสริมสร้างสมรรถภาพทางด้านความเร็วตามโปรแกรมการฝึกกล้ามเนื้อแบบไม่ใช้ออกซิเจน (ด้วยความเร็ว 90 เปอร์เซ็นต์ จำนวนระยะทาง 50 เมตร จำนวน 5 รอบ)	30 นาที	183 ครั้ง/นาที
		3. อบอุ่นร่างกายหลังการฝึก - ยืดเหยียดคลายกล้ามเนื้อ	5 นาที	70 – 90 ครั้ง/นาที

ระดับความหนัก – เบา ของโปรแกรมการฝึกกล้ามเนื้อแบบไม่ใช้ออกซิเจน

(ANAEROBIC TRAINING)

สัปดาห์ที่ 9

วัน	ระดับความหนัก - เบา	กิจกรรมการเสริมสร้างฯ	ระยะเวลาการเสริมสร้างฯ	อัตราการเต้นของชีพจร
จันทร์	heavy	1. อบอุ่นร่างกาย - บริหารร่างกายทั่วไป - ยืดเหยียดกล้ามเนื้อ	5 นาที	80 – 100 ครั้ง/นาที
		2. เสริมสร้างสมรรถภาพทางด้านความเร็วตามโปรแกรมการฝึกกล้ามเนื้อแบบไม่ใช้ออกซิเจน (ด้วยความเร็ว 90 เปอร์เซ็นต์ จำนวนระยะทาง 50 เมตร จำนวน 5 รอบ)	30 นาที	183 ครั้ง/นาที
		3. อบอุ่นร่างกายหลังการฝึก - ยืดเหยียดคลายกล้ามเนื้อ	5 นาที	70 – 90 ครั้ง/นาที
พุธ	medium	1. อบอุ่นร่างกาย - บริหารร่างกายทั่วไป - ยืดเหยียดกล้ามเนื้อ	5 นาที	80 – 100 ครั้ง/นาที
		2. เสริมสร้างสมรรถภาพทางด้านความเร็วตามโปรแกรมการฝึกกล้ามเนื้อแบบไม่ใช้ออกซิเจน (ด้วยความเร็ว 80 เปอร์เซ็นต์ จำนวนระยะทาง 40 เมตร จำนวน 4 รอบ)	25 นาที	163 ครั้ง/นาที
		3. อบอุ่นร่างกายหลังการฝึก - ยืดเหยียดคลายกล้ามเนื้อ	5 นาที	70 – 90 ครั้ง/นาที
ศุกร์	heavy	1. อบอุ่นร่างกาย - บริหารร่างกายทั่วไป - ยืดเหยียดกล้ามเนื้อ	5 นาที	80 – 100 ครั้ง/นาที
		2. เสริมสร้างสมรรถภาพทางด้านความเร็วตามโปรแกรมการฝึกกล้ามเนื้อแบบไม่ใช้ออกซิเจน (ด้วยความเร็ว 90 เปอร์เซ็นต์ จำนวนระยะทาง 50 เมตร จำนวน 5 รอบ)	30 นาที	183 ครั้ง/นาที
		3. อบอุ่นร่างกายหลังการฝึก - ยืดเหยียดคลายกล้ามเนื้อ	5 นาที	70 – 90 ครั้ง/นาที

ระดับความหนัก – เบา ของโปรแกรมการฝึกกล้ามเนื้อแบบไม่ใช้ออกซิเจน

(ANAEROBIC TRAINING)

สัปดาห์ที่ 10

วัน	ระดับความหนัก - เบา	กิจกรรมการเสริมสร้างฯ	ระยะเวลาการเสริมสร้างฯ	อัตราการเต้นของชีพจร
จันทร์	medium	1. อบอุ่นร่างกาย - บริหารร่างกายทั่วไป - ยืดเหยียดกล้ามเนื้อ	5 นาที	80 – 100 ครั้ง/นาที
		2. เสริมสร้างสมรรถภาพทางด้านความเร็วตามโปรแกรมการฝึกกล้ามเนื้อแบบไม่ใช้ออกซิเจน (ด้วยความเร็ว 80 เปอร์เซ็นต์ จำนวนระยะทาง 40 เมตร จำนวน 4 รอบ)	25 นาที	163 ครั้ง/นาที
		3. อบอุ่นร่างกายหลังการฝึก - ยืดเหยียดคลายกล้ามเนื้อ	5 นาที	70 – 90 ครั้ง/นาที
พุธ	heavy	1. อบอุ่นร่างกาย - บริหารร่างกายทั่วไป - ยืดเหยียดกล้ามเนื้อ	5 นาที	80 – 100 ครั้ง/นาที
		2. เสริมสร้างสมรรถภาพทางด้านความเร็วตามโปรแกรมการฝึกกล้ามเนื้อแบบไม่ใช้ออกซิเจน (ด้วยความเร็ว 90 เปอร์เซ็นต์ จำนวนระยะทาง 50 เมตร จำนวน 5 รอบ)	30 นาที	183 ครั้ง/นาที
		3. อบอุ่นร่างกายหลังการฝึก - ยืดเหยียดคลายกล้ามเนื้อ	5 นาที	70 – 90 ครั้ง/นาที
ศุกร์	medium	1. อบอุ่นร่างกาย - บริหารร่างกายทั่วไป - ยืดเหยียดกล้ามเนื้อ	5 นาที	80 – 100 ครั้ง/นาที
		2. เสริมสร้างสมรรถภาพทางด้านความเร็วตามโปรแกรมการฝึกกล้ามเนื้อแบบไม่ใช้ออกซิเจน (ด้วยความเร็ว 80 เปอร์เซ็นต์ จำนวนระยะทาง 40 เมตร จำนวน 4 รอบ)	25 นาที	163 ครั้ง/นาที
		3. อบอุ่นร่างกายหลังการฝึก - ยืดเหยียดคลายกล้ามเนื้อ	5 นาที	70 – 90 ครั้ง/นาที

ระดับความหนัก – เบา ของโปรแกรมการฝึกกล้ามเนื้อแบบไม่ใช้ออกซิเจน

(ANAEROBIC TRAINING)

สัปดาห์ที่ 11

วัน	ระดับความหนัก - เบา	กิจกรรมการเสริมสร้างฯ	ระยะเวลาการเสริมสร้างฯ	อัตราการเต้นของชีพจร
จันทร์	medium	1. อบอุ่นร่างกาย - บริหารร่างกายทั่วไป - ยืดเหยียดกล้ามเนื้อ	5 นาที	80 – 100 ครั้ง/นาที
		2. เสริมสร้างสมรรถภาพทางด้านความเร็วตามโปรแกรมการฝึกกล้ามเนื้อแบบไม่ใช้ออกซิเจน (ด้วยความเร็ว 80 เปอร์เซ็นต์ จำนวนระยะทาง 40 เมตร จำนวน 4 รอบ)	25 นาที	163 ครั้ง/นาที
		3. อบอุ่นร่างกายหลังการฝึก - ยืดเหยียดคลายกล้ามเนื้อ	5 นาที	70 – 90 ครั้ง/นาที
พุธ	light	1. อบอุ่นร่างกาย - บริหารร่างกายทั่วไป - ยืดเหยียดกล้ามเนื้อ	5 นาที	80 – 100 ครั้ง/นาที
		2. เสริมสร้างสมรรถภาพทางด้านความเร็วตามโปรแกรมการฝึกกล้ามเนื้อแบบไม่ใช้ออกซิเจน (ด้วยความเร็ว 70 เปอร์เซ็นต์ จำนวนระยะทาง 30 เมตร จำนวน 3 รอบ)	20 นาที	142 ครั้ง/นาที
		3. อบอุ่นร่างกายหลังการฝึก - ยืดเหยียดคลายกล้ามเนื้อ	5 นาที	70 – 90 ครั้ง/นาที
ศุกร์	medium	1. อบอุ่นร่างกาย - บริหารร่างกายทั่วไป - ยืดเหยียดกล้ามเนื้อ	5 นาที	80 – 100 ครั้ง/นาที
		2. เสริมสร้างสมรรถภาพทางด้านความเร็วตามโปรแกรมการฝึกกล้ามเนื้อแบบไม่ใช้ออกซิเจน (ด้วยความเร็ว 80 เปอร์เซ็นต์ จำนวนระยะทาง 40 เมตร จำนวน 4 รอบ)	25 นาที	163 ครั้ง/นาที
		3. อบอุ่นร่างกายหลังการฝึก - ยืดเหยียดคลายกล้ามเนื้อ	5 นาที	70 – 90 ครั้ง/นาที

ระดับความหนัก – เบา ของโปรแกรมการฝึกกล้ามเนื้อแบบไม่ใช้ออกซิเจน

(ANAEROBIC TRAINING)

สัปดาห์ที่ 12

วัน	ระดับความหนัก - เบา	กิจกรรมการเสริมสร้างฯ	ระยะเวลาการเสริมสร้างฯ	อัตราการเต้นของชีพจร
จันทร์	light	1. อบอุ่นร่างกาย - บริหารร่างกายทั่วไป - ยืดเหยียดกล้ามเนื้อ	5 นาที	80 – 100 ครั้ง/นาที
		2. เสริมสร้างสมรรถภาพทางด้านความเร็วตามโปรแกรมการฝึกกล้ามเนื้อแบบไม่ใช้ออกซิเจน (ด้วยความเร็ว 70 เปอร์เซ็นต์ จำนวนระยะทาง 30 เมตร จำนวน 3 รอบ)	20 นาที	142 ครั้ง/นาที
		3. อบอุ่นร่างกายหลังการฝึก - ยืดเหยียดคลายกล้ามเนื้อ	5 นาที	70 – 90 ครั้ง/นาที
พุธ	light	1. อบอุ่นร่างกาย - บริหารร่างกายทั่วไป - ยืดเหยียดกล้ามเนื้อ	5 นาที	80 – 100 ครั้ง/นาที
		2. เสริมสร้างสมรรถภาพทางด้านความเร็วตามโปรแกรมการฝึกกล้ามเนื้อแบบไม่ใช้ออกซิเจน (ด้วยความเร็ว 70 เปอร์เซ็นต์ จำนวนระยะทาง 30 เมตร จำนวน 3 รอบ)	20 นาที	142 ครั้ง/นาที
		3. อบอุ่นร่างกายหลังการฝึก - ยืดเหยียดคลายกล้ามเนื้อ	5 นาที	70 – 90 ครั้ง/นาที
ศุกร์	light	1. อบอุ่นร่างกาย - บริหารร่างกายทั่วไป - ยืดเหยียดกล้ามเนื้อ	5 นาที	80 – 100 ครั้ง/นาที
		2. เสริมสร้างสมรรถภาพทางด้านความเร็วตามโปรแกรมการฝึกกล้ามเนื้อแบบไม่ใช้ออกซิเจน (ด้วยความเร็ว 70 เปอร์เซ็นต์ จำนวนระยะทาง 30 เมตร จำนวน 3 รอบ)	20 นาที	142 ครั้ง/นาที
		3. อบอุ่นร่างกายหลังการฝึก - ยืดเหยียดคลายกล้ามเนื้อ	5 นาที	70 – 90 ครั้ง/นาที

ข้อเสนอแนะ

1. อาจหาวัสดุห่อหุ้มเครื่องวิเคราะห์เวลา (Speed Analyser) ให้มีรูปแบบที่ใช้งานสะดวกมากขึ้น
2. อาจหาวัสดุห่อหุ้มเครื่องวิเคราะห์เวลา (Speed Analyser) ให้มีรูปแบบที่สวยงามน่าใช้มากขึ้น
3. ควรมีการแสดงผลเวลาที่เส้นชัย เพื่อให้ผู้วิ่งสามารถเห็นเวลาในการวิ่งของตนเองได้

เอกสารอ้างอิง

กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ. 2543. การวิจัยในชั้นเรียน. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์การศาสนา.

กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ. 2538. วิทยาศาสตร์การกีฬาทำพิสูจน์. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.

กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข. 2544. คู่มือการดำเนินงาน โครงการส่งเสริมการออกกำลังกาย สำหรับเด็กวัยเรียนและเยาวชน “ เด็กไทยแข็งแรง ”

กลุ่มพัฒนาหลักสูตรและฝึกอบรม ส่วนพัฒนากีฬา สำนักการกีฬา กรมพลศึกษา. 2543. คู่มือการฝึกแบดมินตัน. โรงพิมพ์การศาสนา กรมการศาสนา. กรุงเทพมหานคร.

คณะกรรมการส่งเสริมกีฬาและการออกกำลังกายเพื่อสุขภาพในสถานศึกษาและพัฒนาองค์ความรู้ สำนักงานกองทุนสนับสนุนการสร้างเสริมสุขภาพ. (สสส.) 2548 . แบบทดสอบและเกณฑ์มาตรฐาน สมรรถภาพทางกายที่สัมพันธ์กับสุขภาพสำหรับเด็กไทย อายุ 7 – 18 ปี. โรงพิมพ์ พี.เอส.พรินท์. นนทบุรี

คณะกรรมการส่งเสริมกีฬาและการออกกำลังกายเพื่อสุขภาพในสถานศึกษาและพัฒนาองค์ความรู้ สำนักงานกองทุนสนับสนุนการสร้างเสริมสุขภาพ. (สสส.) คู่มือการใช้งานโปรแกรมการทดสอบ สมรรถภาพทางกายที่มีความสัมพันธ์กับสุขภาพ.

เจริญ กระบวนรัตน์. 2538. เทคนิคการฝึกความเร็ว Speed Training. ภาควิชาวิทยาศาสตร์ การกีฬา, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร. 162 น.

ชูศักดิ์ เวชแพศย์ และกันยา ปาละวิวัฒน์. 2536. สรีรวิทยาการออกกำลังกาย. ธรรมมลการพิมพ์, กรุงเทพมหานคร. 445 น.

ชุมพล ปานเกตุ. 2540. การฝึกสอนกรีฑาเบื้องต้น. โรงพิมพ์โอเดียนสโตร์, กรุงเทพมหานคร. 508 น.

ประทุม ม่วงมี. 2527. รากฐานทางสรีรวิทยาของการออกกำลังกายและการพลศึกษา. บุรพาสาน, กรุงเทพฯ. 62 น.

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ศิริรัตน์ หิรัญรัตน์. 2539. สมรรถภาพทางกายและทางกีฬา โรงเรียนกีฬาเวชศาสตร์ ภาควิชาศัลยศาสตร์ออร์โธปิดิกส์และกายภาพบำบัด, คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล, มหาวิทยาลัยมหิดล.

พันจ่าอากาศเอกอานันต์ หัตถา. 2541. คู่มือการฝึกกรีฑาขั้นพื้นฐาน. การกีฬาแห่งประเทศไทย. โรงพิมพ์ไทยมิตรการพิมพ์, กรุงเทพมหานคร. 117 น.

เพียรชัย คำวงษ์. 2537. การฝึกกำลังกล้ามเนื้อด้วยวิธี Stretch - Shortening Exercise. สารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการกีฬา 4 (1) : 53.

รองศาสตราจารย์วาสนา คุณาอภิสิทธิ์. 2542. แบดมินตัน : เทคนิคและทักษะ. โรงพิมพ์โอเดียนสโตร์, กรุงเทพมหานคร. 166 น.

รองศาสตราจารย์กรรวิ บุญชัย และ สุดจิต เขียวอุไร. 2540. กายบริหาร (Stretching). กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์การศาสนา.

สำนักวิทยาศาสตร์การกีฬา สำนักพัฒนาการกีฬาและนันทนาการ กระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬา. 2548. การศึกษาสมรรถภาพทางกายของนักเรียนมัธยมศึกษาในระดับอายุ 16 – 18 ปี. โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์. (ร.ส.พ.). กรุงเทพมหานคร.

สิริพร ศศิณทลกุล. 2539. ศึกษาผลของการฝึกโดยใช้แรงต้านที่มีความเร็วในการวิ่ง. ภาควิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 47 น.

ชัยสิทธิ์ สุริยจันทร์และพิชิตพล สุทธิสานนท์. 2548 . แบบฝึกชุดปฏิบัติจริงแบดมินตัน. สำนักพิมพ์วิบูลย์, กรุงเทพมหานคร.

บริษัท อินโนเวตีฟ เอ็กเพอริเมนต์ จำกัด (ม.ป.ป.). IPST-MicroBox (ออนไลน์). สืบค้นจาก : <http://www.ipst-microbox.com/se/?p=144> [7 สิงหาคม 2559]

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. (ม.ป.ป.). ริงส์อินฟราเรด (ออนไลน์). สืบค้นจาก : http://www.cssckmutt.in.th/cssc/cssc_classroom/Solarenergy/Assignment/SolEn54/SolEn54_Doc/5_Infrared.pdf [7 สิงหาคม 2559]

ห้างหุ้นส่วนจำกัด อี.ที. กราฟฟิค. (ม.ป.ป.). Laser (ออนไลน์). สืบค้นจาก : http://www.etoutlet.com/laser_fea.asp [7 สิงหาคม 2559]

มหาวิทยาลัยนเรศวร. LED (ออนไลน์). สืบค้นจาก :

<http://www.ecpe.nu.ac.th/ponpisut/Microcon%2006%20interfacing%20output.pdf> [7 สิงหาคม 2559]

โรงเรียนมหิตลวิทยานุสรณ์. (ม.ป.ป.). LDR (ออนไลน์). สืบค้นจาก :

http://www.mwit.ac.th/~ponchai/CAI_electronics/image/LDR.HTM [7 สิงหาคม 2559]

ซีเอ็ด. (2537). โฟโต้ทรานซิสเตอร์ (ออนไลน์). สืบค้นจาก : http://electronics.se-ed.com/contents/140s135/140s135_p08.asp [7 สิงหาคม 2559]

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. (ม.ป.ป.). Seven-Segment Display (ออนไลน์). สืบค้นจาก :

www.ce.kmitl.ac.th/download.php%3FDOWNLOAD_ID%3D2245%26database%3Dsubject_download [7 สิงหาคม 2559]

fourcro.blogspot.com. (ม.ป.ป.). RJ-45 (ออนไลน์). สืบค้นจาก :

<http://fourcro.blogspot.com/2008/12/rj-45-utp-2-1.html> [7 สิงหาคม 2559]

www.kru-aor.com. (ม.ป.ป.). Stand & Clamp (ชุดขาตั้งและแคลมป์จับ) (ออนไลน์). สืบค้นจาก : www.kru-aor.com/laboratory/stand.html [7 สิงหาคม 2559]

chapter3motion.wordpress.com. (ม.ป.ป.). การเคลื่อนที่ในหนึ่งมิติ (ออนไลน์). สืบค้นจาก : <https://chapter3motion.wordpress.com/การเคลื่อนที่ในหนึ่งมิติ/> [7 สิงหาคม 2559]

ผศ.ดร.พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์. (ม.ป.ป.). ค่าความคลาดเคลื่อน (ออนไลน์). สืบค้นจาก :

<http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/4298/static-error-ความคลาดเคลื่อนสถิติ> [7 สิงหาคม 2559]

Johnson, P.D. and W.J. Stolberg. 1971. Conditioning. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice – Hall, Inc.

Pestolesi, R.A. and C. Baker. 1990. Introduction to physical Education: A Contemporary Careers Approach. (2d ed.). Glenview, Illinois: Scott, Foresman and Company.

Safrit, M.J. 1986. Introduction to Measurement in Physical Education and Exercise Science. St. Louis: Time Mirror/Mosby College Publishing.

Allerheiligen, W.B. 1994. Speed Development and Plyometric Training, pp. 314-344. *In*

T.R.Baechle;(ed.).Essentials of Strength Training and Conditioning.Human kinetics.544p.

Chu, D.A. 1992. Jumping into Plyometric. Leisure Press, Illinois. 80 p.

Chu,D.A. and L. Plummer. 1984. The language of plyometric. Nat.Stre. Cond. Assoc. J.6 : 30 - 31.

George Dintimin, G. B., B. Ward, and W. T. Tom. 1998. Sports Speed. 2nd ed., Champaign, IL. : Leisure Press Human Kinetics, New York. 243 p.

Huber, J. 1987. Increasing a driving verticle jump throughing. Assoc. J. 9:34 - 36.

Mc Ardel, W.D.,F.I.Katch and V.L. Katch. 1996. Exercise Physiology : Energy,Nutrition and Human Performance. Williams and Wilkins, Maryland. 849 p.

Warden, P. 1986. Sprinting and Hurdling. The Crowood Press, Mailbrough,London. 109 p.

Wilk, K.E., M.L. Voighp, M.A. Keirns, V. Gambetta, J.R. Andrews and C.J. Dillman. 1993. Stretch shortening drills to the upper extremities. Ortho. Sports. Phys. Ther.J.H. 17 (5) : 225-239.

Winnich, J. P. and F.X. Short. 1985. Physical Fitness Testing of The Disabled. Human Kinetics. Publishers, Inc., Champaign, Illinois. 165 p.

Radcliffe James C. (James Christopher) , 1958 . Plyometrics : explosive power training.

Human Kinetics. Publishers, Inc., Champaign, Illinois.

ภาคผนวก

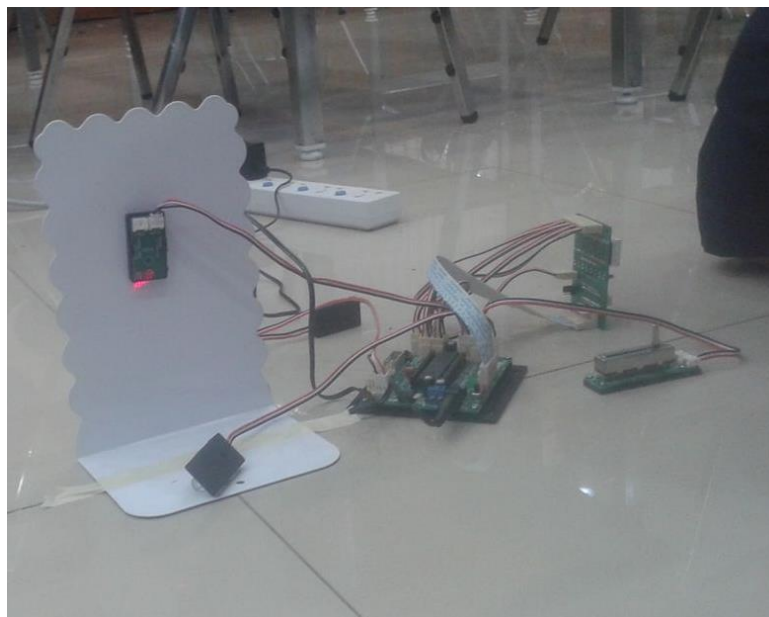
ภาคผนวกที่ 1 : การทดลองใช้ laser ยิงผ่านกระจก



ภาพที่ 33 แสดงการทดลองใช้ laser ยิงผ่านกระจก



ภาพที่ 34 แสดงการตั้ง laser ในการทดลองใช้ laser ยิงผ่านกระจก



ภาพที่ 35 แสดงการต่อ IPST-MicroBox ในการทดลองใช้ laser ยิงผ่านกระจก

ภาคผนวกที่ 2 : การใช้เครื่องวิเคราะห์ความเร็วในการวิ่ง (Speed Analyser)



ภาพที่ 36 แสดงการติดตั้งเครื่องวิเคราะห์ความเร็วในการวิ่ง (Speed Analyser)



ภาพที่ 37 แสดงการจับเวลาโดยใช้นาฬิกาจับเวลาแบบดิจิตอลและเครื่องวิเคราะห์ความเร็วในการวิ่ง
(Speed Analyser)



ภาพที่ 38 แสดงการตั้ง laser



ภาพที่ 39 แสดงกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง



ภาพที่ 40 แสดงการจดบันทึกข้อมูล

ประวัติผู้วิจัย



ชื่อ – สกุล : นายชมนน ฉันทจริวิชัย
 ชั้น : มัธยมศึกษาปีที่ 5/1
 โรงเรียน : กาญจนนาภิเษกวิทยาลัย นครปฐม
 (พระตำหนักสวนกุหลาบมัธยม)
 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 9
 วันที่เกิด : 1 พฤษภาคม 2543
 เบอร์โทรศัพท์ : 0831774921



ชื่อ – สกุล : นายศุภกร จุฑารัตนพงศ์
 ชั้น : มัธยมศึกษาปีที่ 5/1
 โรงเรียน : กาญจนนาภิเษกวิทยาลัย นครปฐม
 (พระตำหนักสวนกุหลาบมัธยม)
 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 9
 วันที่เกิด : 9 มีนาคม 2543
 เบอร์โทรศัพท์ : 0915452979



ชื่อ – สกุล : นางสาวนภัสสร อรรคแก้ว
 ชั้น : มัธยมศึกษาปีที่ 5/1
 โรงเรียน : กาญจนนาภิเษกวิทยาลัย นครปฐม
 (พระตำหนักสวนกุหลาบมัธยม)
 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 9
 วันที่เกิด : 12 มกราคม 2542
 เบอร์โทรศัพท์ : 0961092395