

## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

รายงานการพัฒนานวัตกรรมเรื่อง การพัฒนาเครื่องจับเวลาในการวิ่ง (Speed Timer) และโปรแกรมวิเคราะห์ความเร็วในการวิ่ง (Speed Analyzer) ผู้รายงานได้ศึกษาเอกสาร และทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการสร้างและพัฒนานวัตกรรม ดังนี้

- สมรรถภาพทางกาย (Physical Fitness)
  - 1.1 ความหมายของสมรรถภาพทางกาย
  - 1.2 องค์ประกอบของสมรรถภาพทางกาย
- การทดสอบสมรรถภาพทางกาย (Physical Fitness Test)
- ความเร็ว (Speed)
  - 3.1 ความหมายของความเร็ว
  - 3.2 องค์ประกอบสำคัญในการพัฒนาความเร็ว
- วงจรอิเล็กทรอนิกส์พื้นฐานในการสร้างเครื่องจับเวลาในการวิ่ง
- ความรู้พื้นฐานทางด้านฟิสิกส์
  - 5.1 แรงและการเคลื่อนที่
  - 5.2 ค่าความคลาดเคลื่อน
- งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

#### สมรรถภาพทางกาย (Physical Fitness)

##### ความหมายของสมรรถภาพทางกาย

มีนักการศึกษาหลายท่าน ได้ให้ความหมายของสมรรถภาพทางกายไว้ ดังนี้

สุพิตร สมชาติ (2549) ได้กล่าวว่า สมรรถภาพทางกาย หมายถึง สภาวะของร่างกายที่อยู่ในสภาพที่ดีเพื่อช่วยให้บุคคลสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ลดอัตราการเสี่ยงของปัญหาสุขภาพที่เป็นสาเหตุจากการออกกำลังกาย สร้างความสมบูรณ์และแข็งแรงของร่างกายในการเข้าร่วมกิจกรรมการออกกำลังกายได้อย่างหลากหลาย บุคคลที่มีสมรรถภาพทางกายที่ดีจะสามารถปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน เช่น การออกกำลังกาย การเล่นกีฬา และการแก้ไขสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างดี

การกีฬาแห่งประเทศไทย (2550) กล่าวถึง สมรรถภาพทางกายไว้ว่า หมายถึง ความสามารถของระบบต่าง ๆ ในร่างกายที่ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งผู้ที่มีสมรรถภาพทางกายที่ดีจะสามารถปฏิบัติภารกิจได้เร็วขึ้น นอกจากนี้ยังสามารถดำรงชีวิตอยู่ในสังคมได้อย่างมีความสุข และร่างกายมีความต้านทานโรคสูง

สืบสาย บุญวิโรบล (2550) ได้ให้ความหมายของ สมรรถภาพทางกายว่า หมายถึง สมรรถนะของร่างกาย ปอด หัวใจ หลอดเลือด และสมรรถภาพกล้ามเนื้อ ในการประกอบกิจกรรม

ต่าง ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ปลอดภัย และช่วยลดความเสี่ยงในการเกิดโรคที่เกี่ยวข้องกับการขาดการออกกำลังกาย

วุฒิพงษ์ ปรมัตถากร (2550) ให้ความหมายของสมรรถภาพทางกายไว้ว่า สมรรถภาพทางกายหมายถึง ลักษณะของสภาพร่างกายที่มีความสมบูรณ์แข็งแรง อดทนต่อการปฏิบัติงาน มีความคล่องแคล่วว่องไว ร่างกายมีภูมิคุ้มกันโรคสูง จิตใจร่าเริงแจ่มใส สามารถปฏิบัติภารกิจได้อย่างมีประสิทธิภาพ

กระทรวงศึกษาธิการ (2551) ให้ความหมายของสมรรถภาพทางกายไว้ว่า หมายถึง ความสามารถของระบบต่าง ๆ ของร่างกายในการทำงานอย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผล บุคคลที่มีสมรรถภาพทางกายที่ดีนั้น จะสามารถประกอบกิจกรรมในชีวิตประจำวันได้อย่างกระฉับกระเฉง โดยไม่เหนื่อยล้าจนเกินไป และยังมีพลังสำรองมากพอสำหรับกิจกรรมนันทนาการหรือกรณีฉุกเฉิน

จากความหมายที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า สมรรถภาพทางกาย หมายถึง ความสามารถของร่างกายที่แสดงออกมาในการปฏิบัติงานหรือทำกิจกรรมทางกายใด ๆ ที่ติดต่อกันได้นาน ๆ อย่างกระฉับกระเฉง คล่องแคล่ว และมีประสิทธิภาพสูงสุด โดยที่ร่างกายนั้นปราศจากความเหน็ดเหนื่อยเมื่อยล้า และร่างกายสามารถฟื้นตัวกลับคืนสู่สภาวะปกติได้ในระยะเวลาอันสั้น

#### องค์ประกอบของสมรรถภาพทางกาย

สมรรถภาพทางกายแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ สมรรถภาพทางกายที่สัมพันธ์กับสุขภาพ (Health-related Physical Fitness) และสมรรถภาพทางกายที่สัมพันธ์กับทักษะ (Skill-related Physical Fitness) (สุพิตร สมานิติ, 2549)

#### 1. สมรรถภาพทางกายที่สัมพันธ์กับสุขภาพ (Health-related Physical Fitness)

สมรรถภาพทางกายที่สัมพันธ์กับสุขภาพ หมายถึง สมรรถภาพทางกายที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาสุขภาพและเพิ่มความสามารถในการทำงานของร่างกาย ซึ่งจะมีส่วนช่วยในการลดปัจจัยเสี่ยงในการเกิดโรคต่าง ๆ ได้ เช่น โรคหลอดเลือดหัวใจ โรคความดันโลหิตสูง โรคปวดหลัง ตลอดจนปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดจากการขาดการออกกำลังกาย ซึ่งประกอบด้วย

1.1 ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (Muscle Strength) เป็นความสามารถของกล้ามเนื้อหรือกลุ่มกล้ามเนื้อที่ออกแรงด้วยความพยายามในครั้งหนึ่ง ๆ เพื่อต้านกับแรงต้านทาน ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อจะทำให้เกิดความตึงตัว เมื่อใช้แรงในการดึงหรือยกของต่าง ๆ ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อจะช่วยทำให้ร่างกายทรงตัวเป็นรูปร่างขึ้นมาได้ หรือที่เรียกว่าความแข็งแรงเพื่อรักษาทรงตัว ซึ่งจะเป็ความสามารถของกล้ามเนื้อที่ช่วยให้ร่างกายทรงตัวต้านกับแรงโน้มถ่วงของโลกให้อยู่ได้โดยไม่ล้ม เป็นความแข็งแรงของกล้ามเนื้อที่ใช้ในการเคลื่อนไหวขั้นพื้นฐาน เช่น การวิ่ง การกระโดด การเขย่ง การกระโจน การกระโดดขาเดียว การกระโดดสลับเท้า เป็นต้น ความแข็งแรงอีกชนิดหนึ่งของกล้ามเนื้อเรียกว่า ความแข็งแรงเพื่อเคลื่อนไหวในมุมต่าง ๆ ได้แก่ การเคลื่อนไหวแขนและขาในมุมต่าง ๆ เพื่อเล่นเกมกีฬา การออกกำลังกาย หรือการเคลื่อนไหวในชีวิตประจำวัน เป็นต้น ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อในการเกร็ง เป็นความสามารถของ

ร่างกายหรือส่วนใดส่วนหนึ่งของร่างกายในการต้านทานแรงที่มาจากภายนอกได้โดยไม่สูญเสียการทรงตัวไป

1.2 ความอดทนของกล้ามเนื้อ (Muscle Endurance) เป็นความสามารถของกล้ามเนื้อที่จะรักษาระดับการใช้แรงปานกลางได้เป็นเวลานานโดยการออกแรงที่ทำให้วัตถุเคลื่อนที่ได้ติดต่อกันเป็นเวลานาน ๆ หรือหลายครั้งติดต่อกัน ความอดทนของกล้ามเนื้อสามารถเพิ่มมากขึ้นได้โดยการเพิ่มจำนวนครั้งในการปฏิบัติกิจกรรมซึ่งขึ้นอยู่กับปัจจัย เช่น อายุ เพศ ระดับสมรรถภาพทางกาย และชนิดของการออกกำลังกาย

1.3 ความอ่อนตัว (Flexibility) เป็นความสามารถของข้อต่อต่าง ๆ ของร่างกายที่เคลื่อนไหวได้เต็มช่วงของการเคลื่อนไหว การพัฒนาด้านความอ่อนตัวทำได้โดยการยืดเหยียดกล้ามเนื้อและเอ็นหรือการใช้แรงต้านทานในกล้ามเนื้อและเอ็นไม่ต้องทำงานมากขึ้น การยืดเหยียดของกล้ามเนื้อทำได้ทั้งแบบอยู่กับที่หรือแบบที่มีการเคลื่อนไหว เพื่อให้ได้ประโยชน์สูงสุดควรใช้การยืดเหยียดของกล้ามเนื้อในลักษณะอยู่กับที่ นั่นคือ อวัยวะส่วนแขนและขาหรือลำตัวจะต้องเหยียดจนกว่ากล้ามเนื้อจะรู้สึกตึงและอยู่ในท่าเหยียดกล้ามเนื้อในลักษณะนี้ประมาณ 10-15 วินาที

1.4 ความอดทนของระบบหัวใจและการไหลเวียนโลหิต (Cardiovascular Endurance) เป็นความสามารถของหัวใจและหลอดเลือดที่จะลำเลียงออกซิเจนและสารอาหารต่าง ๆ ไปยังกล้ามเนื้อที่ใช้ในการออกแรงในขณะทำงาน ทำให้ร่างกายทำงานได้เป็นระยะเวลา และขณะเดียวกันก็นำสารที่ไม่ต้องการซึ่งเกิดขึ้นภายหลังการทำงานของกล้ามเนื้อออกจากกล้ามเนื้อที่ใช้ทำงานในการพัฒนาหรือเสริมสร้างสมรรถภาพด้านนี้จะต้องให้มีการเคลื่อนไหวร่างกายโดยใช้ระยะเวลาติดต่อกันประมาณ 10-15 นาทีขึ้นไป

1.5 องค์ประกอบของร่างกาย (Body Composition) หมายถึง ส่วนต่าง ๆ ที่ประกอบขึ้นเป็นน้ำหนักของร่างกายโดยแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนที่เป็นไขมัน (Fat Mass) และส่วนที่ปราศจากไขมัน (Fat-free Mass) เช่น กระดูก กล้ามเนื้อ และแร่ธาตุต่าง ๆ ในร่างกาย โดยทั่วไปองค์ประกอบของร่างกายจะเป็นดัชนีประมาณค่าที่ทำให้ทราบถึงร้อยละของน้ำหนักที่เป็นส่วนของไขมันที่อยู่ในร่างกาย ซึ่งอาจจะหาค่าตอบที่เป็นสัดส่วนกันได้ระหว่างไขมันในร่างกายกับน้ำหนักของส่วนอื่น ๆ ที่เป็นองค์ประกอบ เช่น ส่วนของกระดูก กล้ามเนื้อ และอวัยวะต่าง ๆ การรักษาร่างกายให้อยู่ในระดับที่เหมาะสมจะช่วยลดโอกาสเสี่ยงต่อการเกิดโรคอ้วน ซึ่งโรคอ้วนจะเป็นจุดเริ่มต้นของการเป็นโรคที่เสี่ยงต่ออันตรายต่อไปอีกมาก เช่น โรคหลอดเลือดหัวใจตีบ หัวใจวาย และโรคเบาหวาน เป็นต้น

## 2. สมรรถภาพทางกายที่สัมพันธ์กับทักษะ (Skill-related Physical Fitness)

สภาพทางกายที่สัมพันธ์กับทักษะ เป็นสมรรถภาพทางกายที่เกี่ยวข้องในการสนับสนุนให้เกิดระดับความสามารถและทักษะในการแสดงออกของการเคลื่อนไหว และการเล่นกีฬา มีประสิทธิภาพมากขึ้น ซึ่งนอกจากจะประกอบด้วยสมรรถภาพทางกายที่สัมพันธ์กับสุขภาพ ได้แก่ ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ความอดทนของกล้ามเนื้อ ความอ่อนตัว ความอดทนของระบบหัวใจ

และการไหลเวียนโลหิต องค์ประกอบของร่างกายแล้ว ยังประกอบด้วยสมรรถภาพทางกายในด้านต่อไปนี้เป็น

2.1 ความเร็ว (Speed) หมายถึง ความสามารถในการเคลื่อนไหวก้าวไปสู่วัตถุเป้าหมายที่ต้องการโดยใช้ระยะเวลาอันสั้นที่สุด ซึ่งกล้ามเนื้อจะต้องออกแรงและหดตัวด้วยความเร็วสูงสุด

2.2 กำลังของกล้ามเนื้อ (Muscle Power) หมายถึง ความสามารถของกล้ามเนื้อในการทำงานโดยการออกแรงสูงสุดในช่วงเวลาสั้นที่สุด ซึ่งจะต้องมีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและความเร็วเป็นองค์ประกอบหลัก

2.3 ความคล่องแคล่วว่องไว (Agility) หมายถึง ความสามารถในการเปลี่ยนทิศทางและตำแหน่งร่างกายในขณะที่กำลังเคลื่อนไหวก้าวไปสู่วัตถุเป้าหมายได้อย่างเต็มที่ จัดเป็นสมรรถภาพทางกายที่จำเป็นในการนำไปสู่การเคลื่อนไหวก้าวขึ้นพื้นฐานสำหรับทักษะในการเล่นกีฬาประเภทต่าง ๆ ให้มีประสิทธิภาพ

2.4 การทรงตัว (Balance) หมายถึง ความสามารถในการควบคุมรักษาตำแหน่งและท่าทางของร่างกายให้อยู่ในลักษณะตามที่ต้องการได้ ทั้งขณะที่อยู่กับที่หรือในขณะที่มีการเคลื่อนที่

2.5 เวลาปฏิกิริยา (Reaction Time) หมายถึง ระยะเวลาที่เร็วที่สุดที่ร่างกายเริ่มมีการตอบสนองหลังจากที่ได้รับกระตุ้น ซึ่งเป็นความสามารถของระบบประสาท เมื่อรับรู้การถูกกระตุ้นแล้วสามารถสั่งการให้อวัยวะที่ทำหน้าที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนไหวก้าวให้มีการตอบสนองอย่างรวดเร็ว

2.6 การทำงานที่ประสานสัมพันธ์กัน (Coordination) หมายถึง ความสัมพันธ์ระหว่างการทำงานของระบบประสาทและระบบกล้ามเนื้อ ในการที่จะปฏิบัติกิจกรรมทางกลไกที่สลับซับซ้อนในเวลาเดียวกันอย่างราบรื่นและแม่นยำ

วาสนา คุณาภิสิต (2549) ได้กล่าวว่า สมรรถภาพทางกายที่ดี ควรประกอบไปด้วย

1. ความเร็ว หมายถึง ความสามารถของกล้ามเนื้อขาและกล้ามเนื้อส่วนอื่น ๆ ของร่างกายที่เกี่ยวข้องเพื่อทำให้ร่างกายเคลื่อนที่ไปอย่างรวดเร็วในระยะที่ไกล ไม่ถึงกับจะทำให้เกิดความเมื่อยล้า การวัดความเร็วในที่นี้ทดสอบโดยการวิ่งระยะทาง 50 เมตร และวัดความเร็วที่วิ่งด้วยการจับเวลาหน่วยการวัดเป็นนาที

2. ความคล่องแคล่วว่องไว หมายถึง ความสามารถในการเปลี่ยนได้อย่างรวดเร็วโดยไม่มี ความผิดพลาดเกิดขึ้น ซึ่งความว่องไวนี้ต้องอาศัยการควบคุมและการประสานงานของประสาทและกล้ามเนื้อเป็นอย่างดีจึงจะทำให้เกิดความเร็วและแม่นยำขึ้นได้ นอกจากนี้ยังต้องอาศัยความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ความอ่อนตัวของข้อต่อและทักษะในการเคลื่อนไหวก้าวเข้ามาประกอบด้วย ดังนั้นคนที่มีความคล่องแคล่วว่องไวได้จะต้องฝึกฝนตนเองอยู่เสมอ เพื่อให้กล้ามเนื้อและระบบประสาทมีการเตรียมพร้อมและเพิ่มทักษะในการเคลื่อนไหวก้าวต่าง ๆ

3. ความอ่อนตัว หมายถึง ความสามารถในการเคลื่อนไหวก้าวของข้อต่อให้ได้มุมมากที่สุด มีอยู่ 2 ประการ ได้แก่ ความยาวของกล้ามเนื้อและโครงสร้างของข้อต่อ ผู้ที่มีความอ่อนตัวสามารถเคลื่อนไหวก้าวบริเวณข้อต่อได้มุมกว้างในขณะที่ออกกำลังกายมากกว่า

4. ความทนทานของกล้ามเนื้อ เป็นความสามารถของกล้ามเนื้อเฉพาะส่วนที่ต้องการทำงานให้เป็นระยะเวลานาน โดยได้งานมากแต่เหนื่อยน้อย กิจกรรมจะช่วยให้เกิดความทนทานของกล้ามเนื้อเฉพาะส่วนนี้ ได้แก่ กิจกรรมที่ต้องใช้กล้ามเนื้อส่วนใดของร่างกายซ้ำซาก สม่ำเสมอเป็นเวลานาน ๆ เช่น การดึงข้อ การดันพื้นหลาย ๆ ครั้ง การลุกนั่งหลาย ๆ ครั้ง การรอแขนเป็นระยะเวลานาน ๆ เป็นต้น

5. ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ คือ ความสามารถของกล้ามเนื้อในการหดตัวอย่างหนึ่งอย่างใดได้อย่างเต็มที่ในระยะเวลาใดเวลาหนึ่ง โดยกล้ามเนื้อส่วนหนึ่งส่วนใดของกล้ามเนื้อในร่างกายหลาย ๆ ส่วนทำงานร่วมกัน เช่น ความสามารถในการบีบมือซ้าย ความสามารถในการยกน้ำหนัก ความสามารถในการดึงไดนาโมมิเตอร์ เป็นต้น กิจกรรมที่ทำให้เกิดพลังของกล้ามเนื้อนี้ ได้แก่ กิจกรรมที่กล้ามเนื้อต้องมีโอกาสในการหดตัวอย่างเต็มที่ในระยะหนึ่งแล้วก็พักสลับกันไป เช่น การยืนอยู่ระหว่างขอบประตูแล้วใช้มือทั้งสองดันขอบประตูทางด้านข้างอย่างเต็มที่ชั่วคราวหนึ่งแล้วพักสลับกันไป การกระทำเช่นนี้จะช่วยให้กล้ามเนื้อไหลมีพลังสูง

6. ความทนทานของระบบไหลเวียนโลหิตและการหายใจ เป็นประสิทธิภาพการทำงานประสานกันระหว่างระบบไหลเวียนโลหิตและระบบหายใจ โดยร่างกายสามารถยืดหยุ่นและทำงานเป็นระยะเวลายาวนานได้ เมื่อหยุดงานแล้วร่างกายจะสามารถคืนสู่สภาพปกติได้เร็วกว่า กิจกรรมที่ช่วยส่งเสริมให้มีความทนทานในด้านนี้ ได้แก่ กิจกรรมการออกกำลังกายที่เป็นไปน้อยและซ้ำ ๆ เป็นระยะเวลานาน ๆ เช่น การวิ่งเหยาะ ๆ ในระยะทางไกล หรือวิ่งอยู่กับที่ซ้ำ ๆ เป็นระยะเวลานาน ๆ นักวิ่งระยะไกล เช่น นักวิ่ง 5,000 เมตร 10,000 เมตร หรือนักวิ่งมาราธอน จะเป็นผู้ที่มีระบบไหลเวียนโลหิตและระบบหายใจทำงานประสานกันอย่างมีประสิทธิภาพคือเป็นผู้ที่มีความอดทนของร่างกายโดยส่วนรวมอยู่ในระดับสูง

7. พลังหรือกำลังของกล้ามเนื้อ คือความสามารถของกล้ามเนื้อส่วนหนึ่งส่วนใดหรือหลาย ๆ ส่วนของร่างกายในการหดตัวเพื่อทำงานอย่างรวดเร็วและแรงในจังหวะหนึ่งจังหวะใดหรือกำลังของกล้ามเนื้อนี้จะแตกต่างจากความแรงของกล้ามเนื้อ ตรงที่พลังนั้นเป็นพลังงานของการหดตัวของกล้ามเนื้อเพียงครั้งเดียวจังหวะเดียว ส่วนความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเป็นพลังงานของการหดตัวต่อไปอีกชั่วระยะหนึ่ง

กรมพลศึกษา (2543) กล่าวว่าสมรรถภาพทางกาย เป็นความสามารถของร่างกายในการเคลื่อนไหวเพื่อใช้ในการแสดงทักษะการเคลื่อนไหวต่าง ๆ หรือทักษะทางการกีฬา ประกอบด้วย

1. ความอดทนของกล้ามเนื้อ หมายถึง ความสามารถของกล้ามเนื้อที่จะทำงานที่มีลักษณะอย่างเดียวกันซ้ำ ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพโดยเกิดความเมื่อยล้าช้า

2. ความอดทนของระบบไหลเวียนโลหิต หมายถึง ความสามารถของร่างกายที่สามารถอดทนต่อการทำงานที่มีความหนักระดับปานกลางได้นาน โดยเกิดความเมื่อยล้า-เหนื่อยช้า มักวัดด้วยเวลาที่ทำงาน โดยมีความหนักของงานเป็นตัวกำหนด เช่น การทดสอบสมรรถภาพของหัวใจโดยการปั่นจักรยาน

3. ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ หมายถึง ความสามารถของกล้ามเนื้อในการหดตัวหรือต้านน้ำหนักเพียงหนึ่งครั้งโดยไม่จำกัดเวลา เช่น แรงแปีมือ แรงแยียดขา

4. ความคล่องแคล่ว หมายถึง ความสามารถของร่างกายในการควบคุมการเปลี่ยนทิศทาง การเคลื่อนไหวได้อย่างรวดเร็วทุกทิศทาง ซ้าย-ขวา หน้า-หลัง โดยใช้เวลาน้อย ๆ เช่น วิ่งหลบเสา วิ่งเก็บของ วิ่งซิกแซ็ก เป็นต้น

5. พลังกล้ามเนื้อ หมายถึง ความสามารถของกล้ามเนื้อในการหดตัวเพื่อเคลื่อนน้ำหนักออกไปได้ระยะทางมากที่สุดในเวลาที่สั้นที่สุด เช่น การกระโดดไกล กระโดดสูง การทุ่มน้ำหนัก

6. ปฏิกริยาตอบสนอง หมายถึง เวลาที่อยู่ในช่วงตั้งแต่สิ่งเร้าปรากฏจนกระทั่งเริ่มมีการตอบสนอง

7. ความทรงตัวและความอ่อนตัว

ความทรงตัว หมายถึง ความสามารถในการควบคุมการทรงตัวในขณะที่อยู่กับที่หรือเคลื่อนที่ในอริยาบถต่าง ๆ

ความอ่อนตัว หมายถึง ความสามารถของร่างกายในการเคลื่อนไหวได้อย่างเต็มที่ทุกมุมของการเคลื่อนไหว เช่น ยืนตรง แล้วก้มตัวลงเหยียดแขนแตะใกล้ปลายเท้ามากที่สุด

8. ความเร็ว หมายถึง ความสามารถของร่างกายในการเคลื่อนที่ทางตรงจากที่หนึ่งไปอีกที่หนึ่งโดยใช้เวลาน้อยที่สุด

9. การประสานสัมพันธ์ระหว่างตากับเท้าหรือมือ หมายถึง ความสามารถในการประสานงานระหว่างตากับเท้าและตากับมือทำให้เกิดความแม่นยำในการแสดงทักษะหรือเคลื่อนไหวได้อย่างพร้อมเพรียง

จากการศึกษาเกี่ยวกับองค์ประกอบของสมรรถภาพทางกาย สรุปได้ว่า สมรรถภาพทางกายที่ดีควรประกอบด้วย ความเร็ว (Speed) ความคล่องแคล่วว่องไว (Agility) ความอดทน (Endurance) ความแข็งแรง (Strength) ความอ่อนตัว (Flexibility) ความอดทนของระบบหัวใจ (Cardio respiratory endurance) และการทำงานของระบบไหลเวียนเลือด (Circulatory system) สมรรถภาพทางกายเป็นพื้นฐานของอวัยวะต่าง ๆ ของร่างกายที่มีความสัมพันธ์กับการมีทักษะ ได้แก่ ความแข็งแรง ความคล่องแคล่วว่องไว ความเร็ว ความสมดุล ความอดทน การประสานสัมพันธ์ระหว่างประสาทและกล้ามเนื้อตลอดจนปฏิกริยาการตอบสนอง ซึ่งจากกิจกรรมเหล่านี้ ถ้าบุคคลมีทักษะและความสามารถในกิจกรรมดังกล่าวข้างต้น ก็จะเป็นผู้ที่มีสมรรถภาพที่สามารถเข้าร่วมในกิจกรรมทางกายต่าง ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

### การทดสอบสมรรถภาพทางกาย (Physical Fitness Test)

การทดสอบสมรรถภาพทางกาย (Physical Fitness Test) มีจุดประสงค์เพื่อตรวจสอบดูว่าก่อนและหลังการเข้าร่วมโปรแกรมเสริมสร้างสมรรถภาพทางกาย ผู้เข้าร่วมมีการเปลี่ยนแปลงอะไรบ้างเกิดขึ้นกับตัวเอง สมรรถภาพด้านใดได้พัฒนาขึ้นหรือยังบกพร่องอยู่เพื่อนำผลเหล่านี้ไปใช้ในการปรับปรุงแก้ไขให้ดีขึ้นและเหมาะสมต่อไป การทดสอบแต่ละแบบจะมีเกณฑ์ (Norms) ซึ่งสามารถ

นำไปใช้ในการเปรียบเทียบสมรรถภาพได้อยู่แล้วแต่ผู้ทดสอบอาจสร้างเกณฑ์ขึ้นมาเพื่อใช้กับนักกีฬา หรือประยุกต์เกณฑ์ปกติที่มีอยู่แล้วมาใช้ก็ได้โดยคำนึงถึงองค์ประกอบดังต่อไปนี้คือ อายุ ส่วนสูง และน้ำหนัก ตลอดจนลักษณะความยากง่ายของแบบทดสอบเพื่อให้สอดคล้องใช้กันได้ดีกับเกณฑ์ที่มีอยู่

การทดสอบสมรรถภาพทางกาย นอกจากจะทราบพัฒนาการทางสมรรถภาพของผู้เข้าทดสอบหรือนักกีฬาแล้ว ในเวลาเดียวกันก็เป็นการสร้างสมรรถภาพไปในตัวด้วย แบบทดสอบสมรรถภาพทางกายที่จัดว่าเป็นมาตรฐานแล้วมีมากมาย สามารถเลือกใช้ได้ตามความเหมาะสมและสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ที่ต้องการ หรืออาจสร้างแบบทดสอบใหม่มาใช้เองก็ได้ ผลที่ได้จากการทดสอบจะนำไปประเมินสถานภาพและความก้าวหน้า หรือความสัมพันธ์ผล และเพื่อประโยชน์อีกมากมาย เช่น เพื่อการให้เกรด การแบ่งกลุ่ม การประเมินความก้าวหน้า การวิจัย การพยากรณ์ กระตุ้นการเรียนการสอน เป็นต้น (พิชิต ภูติจันทร์, 2547)

สมาคมสุขศึกษาพลศึกษา และนันทนาการแห่งสหรัฐอเมริกา (The American Association for Health Physical Education and Recreation : AAHPER) ได้คิดแบบทดสอบสมรรถภาพทางกาย สำหรับเยาวชนอายุระหว่าง 10-18 ปี แบบทดสอบมีทั้งหมด 7 รายการ

- 1) ดิ่งข้อ (ใช้สำหรับนักเรียนชาย)
- 2) ลูก-นั่ง
- 3) วิ่งเก็บของ 40 หลา
- 4) ยืนกระโดดไกล
- 5) วิ่งเร็ว 50 หลา (เป็นการทดสอบสมรรถภาพทางกายด้านความเร็ว)
- 6) ขว้างลูกซอพบอล
- 7) วิ่ง - เดิน 600 หลา

ตารางที่ 2.1 เกณฑ์เปรียบเทียบผลการทดสอบสมรรถภาพทางกายประเภทวิ่งเร็ว 50 หลา (วินาที) รุ่นเยาวชนอายุไม่เกิน 17 ปี

ระดับสมรรถภาพ	เยาวชนชายอายุไม่เกิน 17 ปี	เยาวชนหญิงอายุไม่เกิน 17 ปี
ต่ำมาก	7.0 ขึ้นไป	9.0 ขึ้นไป
ต่ำ	6.9 – 6.7	8.9 – 8.5
พอใช้	6.6 – 6.3	8.4 – 7.9
ดี	6.2 – 6.1	7.8 – 7.3
ดีมาก	6.0 ลงมา	7.2 ลงมา

(ที่มา : สมาคมสุขศึกษาพลศึกษา และนันทนาการแห่งสหรัฐอเมริกา)

ฝ่ายวิทยาศาสตร์การกีฬา การกีฬาแห่งประเทศไทย (2549) ได้กล่าวว่า การจัดทำวิธีทดสอบสมรรถภาพทางกายมีขึ้นครั้งแรกเมื่อ ค.ศ. 1964 โดยคณะกรรมการนานาชาติเพื่อจัดมาตรฐานการทดสอบความสมบูรณ์ทางกาย (ICSPFT : International Committee for Standardization of Physical Fitness Test) เพื่อทำการศึกษาระบบทดสอบความสมบูรณ์ทางกายที่จะใช้เป็นมาตรฐานทั่วโลก มีการทดสอบไปในแนวเดียวกัน สำหรับนำผลการทดสอบมาเปรียบเทียบระหว่างชาติต่าง ๆ ได้ และนำออกมาใช้ในปี ค.ศ.1972 มีข้อจำกัดคือ ควรทดสอบในคนที่มีความสุขภาพดี อายุระหว่าง 6-32 ปี ซึ่งวิธีทดสอบสมรรถภาพทางกายตาม ICSPFT ประกอบด้วย

- 1) วิ่งเร็ว 50 เมตร
- 2) ยืนกระโดดไกล
- 3) แร่งปีบมือ
- 4) ลูก-นั่ง 30 วินาที
- 5) ก) ดึงข้อชาย (ชายอายุ 12 ปีขึ้นไป)  
ข) งอแขนห้อยตัว (ชายอายุต่ำกว่า 12 ปี และหญิงทุกอายุ)
- 6) วิ่งเก็บของ
- 7) ความอ่อนตัว
- 8) วิ่งระยะไกล: ชายอายุ 12 ปีขึ้นไป ระยะ 1,000 เมตร  
หญิงอายุ 12 ปีขึ้นไป ระยะ 800 เมตร  
ชายและหญิงอายุต่ำกว่า 12 ปี ระยะ 600 เมตร

ผู้เข้ารับการทดสอบต้องมีความสุขภาพดี ให้ความสนใจและตั้งใจปฏิบัติอย่างเต็มความสามารถ สำนักทดสอบทางการศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (2554) รายงานเรื่อง เกณฑ์ประเมินผลการทดสอบสมรรถภาพทางกายของกรมพลศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ พ.ศ.2539-2543 มีดังนี้ ช่วงอายุ 7-9 ปี วิธีการทดสอบประกอบด้วย งอตัวข้างหน้า ยืนกระโดดไกล ลูก-นั่ง 30 วินาที วิ่งเก็บของ วิ่ง 50 เมตร ช่วงอายุ 10-11 ปี วิธีการทดสอบประกอบด้วย วิ่ง 50 เมตร ยืนกระโดดไกล แร่งปีบมือข้างที่ถนัด ลูก-นั่ง 30 วินาที งอแขนห้อยตัว วิ่งเก็บของ งอตัวข้างหน้า วิ่ง 600 เมตร ส่วนอายุ 12 ปี ทดสอบเหมือนกับช่วงอายุ 10-11 ปี แต่เปลี่ยนงอแขนห้อยตัว เป็นดึงข้อราวเดียว ช่วงอายุ 13-15 ปี และ 16-18 ปี วิธีการทดสอบเช่นเดียวกับอายุ 12 ปี แต่เปลี่ยนวิ่ง 600 เมตร เป็นวิ่ง 1,000 เมตร

สุพิตร สมานิติ และคณะ (2555) รายงานเรื่อง เกณฑ์สมรรถภาพทางกายสำหรับนักเรียนอายุ 7-18 ปี เป็นการศึกษาและจัดทำเกณฑ์สมรรถภาพทางกายสำหรับนักเรียนอายุ 7-18 ปี เนื่องจากไม่ได้มีการปรับปรุงเกณฑ์และวิธีการทดสอบเป็นเวลานาน วิธีการทดสอบประกอบด้วย การวัดความหนาของไขมันใต้ผิวหนัง ลูก-นั่ง 60 วินาที ดันพื้น 30 วินาที ยืนกระโดดไกล นั่งงอตัวไปข้างหน้า วิ่งอ้อมหลัก วิ่งระยะไกล 1,200 เมตร สำหรับผู้ชายและผู้หญิงอายุ 7-12 ปี และระยะ 1,600 เมตร สำหรับผู้ชายและผู้หญิงอายุ 13-18 ปี



คณะกรรมการส่งเสริมการกีฬาและออกกำลังกายเพื่อสุขภาพในสถาบันการศึกษาและพัฒนาองค์ความรู้ และสำนักงานกองทุนสนับสนุนการเสริมสร้างสุขภาพ (สสส.) (2549) รายงานเรื่อง แบบทดสอบสมรรถภาพทางกายที่สัมพันธ์กับสุขภาพเด็กไทย อายุ 7-18 ปี เป็นการจัดทำแบบทดสอบสมรรถภาพทางกายที่สัมพันธ์กับสุขภาพเด็กไทย อายุ 7-18 ปี ประกอบด้วย

1. การวัดส่วนประกอบของร่างกาย (Body composition) ด้วยการวัดน้ำหนักและส่วนสูง นำมาคำนวณเป็นดัชนีมวลกาย หรือวัดไขมันใต้ผิวหนัง โดยใช้เครื่องวัดความหนาของไขมันใต้ผิวหนัง วัดที่บริเวณต้นแขนด้านหลัง (Triceps skinfold) น่องด้านใน (Medial calf skinfold)

2. ลูก-นั่ง 60 วินาที (Sit-ups 60 seconds)

3. ดันพื้น 30 วินาที (Push-ups 30 seconds)

4. นั่งงอตัวไปข้างหน้า (Sit and reach)

5. วิ่งอ้อมหลัก (Zig-zag run)

6. วิ่งระยะไกล (Distance run)

ระยะทาง 1,200 เมตร สำหรับนักเรียนชายและหญิง ที่มีอายุระหว่าง 7-12 ปี

ระยะทาง 1,600 เมตร สำหรับนักเรียนชายและหญิง ที่มีอายุระหว่าง 13-18 ปี

#### เกณฑ์การทดสอบสมรรถภาพทางกาย

แบบทดสอบสมรรถภาพทางกายที่นิยมใช้กันและเป็นที่ยอมรับจากประเทศต่าง ๆ ทั่วโลกว่าเป็นแบบทดสอบที่เหมาะสมสำหรับผู้สนใจทั่วไป และสามารถทดสอบด้วยตนเองได้ คือแบบทดสอบสมรรถภาพทางกายมาตรฐานนานาชาติ ใช้ชื่อย่อว่า ICSPFT (International Committee for Standardization of Physical Fitness Test) ซึ่งมีการกำหนดเกณฑ์ในการทดสอบสมรรถภาพทางกายของนักเรียนอายุ 15 ปี ดังแสดงในตารางที่ 2.2 – 2.3

ตารางที่ 2.2 เกณฑ์ในการทดสอบสมรรถภาพทางกายของนักเรียนชาย อายุ 15 ปี

รายการทดสอบ	ดีมาก	ดี	ปานกลาง	ต่ำ	ต่ำมาก
1. วิ่ง 50 เมตร (วินาที)	7.10 ลงมา	7.11-7.64	7.65-8.72	8.73-9.25	9.26 ขึ้นไป
2. ยืนกระโดดไกล (ซม.)	221 ขึ้นไป	208-220	183-207	170-182	162 ลงมา
3. แรงบีบมือที่ถนัด (กก.)	41.0 ขึ้นไป	37.4-40.9	30.3-37.3	26.8-30.2	26.7 ลงมา
4. ลูก-นั่ง 30 วินาที (ครั้ง)	29 ขึ้นไป	27-28	22-26	20-21	19 ลงมา
5. ดึงข้อราวเดี่ยว (ครั้ง)	9 ขึ้นไป	8	4-7	2-3	1 ลงมา
6. วิ่งเก็บของ (วินาที)	10.55 ลงมา	10.56-11.03	11.04-12.00	12.01-12.48	12.49 ขึ้นไป
7. วิ่ง 1,000 เมตร (นาที)	4.15 ลงมา	4.16-4.40	4.41-5.32	5.33-5.57	5.58 ขึ้นไป
8. งอตัวข้างหน้า (ซม.)	14.7 ขึ้นไป	11.9-14.6	6.0-11.8	3.1-5.9	3.0 ลงมา

(ที่มา : กรมพลศึกษา, 2546)

### ตารางที่ 2.3 เกณฑ์ในการทดสอบสมรรถภาพทางกายของนักเรียนหญิง อายุ 15 ปี

รายการทดสอบ	ดีมาก	ดี	ปานกลาง	ต่ำ	ต่ำมาก
1. วิ่ง 50 เมตร (วินาที)	8.87 ลงมา	8.88-9.52	9.53-10.82	10.83-11.46	11.47 ขึ้นไป
2. ยืนกระโดดไกล (ซม.)	169 ขึ้นไป	159-168	138-158	128-11.46	127 ลงมา
3. แร้งบีบมือที่ถนัด (กก.)	29 ขึ้นไป	28.0-28.9	22.3-27.9	128-137	19.9 ลงมา
4. ลูก-นั่ง 30 วินาที (ครั้ง)	21 ขึ้นไป	19-20	14-18	20.0-22.2	11 ลงมา
5. ดึงข้อราวเดี่ยว (ครั้ง)	10.32 ขึ้นไป	7.63-10.31	2.24-7.62	12-13	0.44 ลงมา
6. วิ่งเก็บของ (วินาที)	12.23 ลงมา	12.24-12.83	12.84-14.03	0.45-2.23	14.63 ขึ้นไป
7. วิ่ง 1,000 เมตร (นาที)	4.29 ลงมา	4.30-4.56	4.57-5.21	14.04-14.62	6.19 ขึ้นไป
8. งอตัวข้างหน้า (ซม.)	14.2 ขึ้นไป	11.2-14.1	5.2-11.1	5.22-6.18	2.2 ลงมา

(ที่มา : กรมพลศึกษา, 2546)

จากที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า การทดสอบสมรรถภาพทางกาย มีจุดประสงค์เพื่อตรวจสอบว่าก่อนและหลังการเข้าร่วมโปรแกรมการฝึกเพื่อเสริมสร้างสมรรถภาพทางกาย ผู้เข้ารับการทดสอบมีการเปลี่ยนแปลงอะไรบ้าง และสมรรถภาพทางกายด้านใดที่ได้พัฒนาขึ้นหรือยังบกพร่องอยู่เพื่อนำผลเหล่านี้ไปใช้ในการปรับปรุงแก้ไขให้ดีขึ้น และเหมาะสมต่อไป ซึ่งการทดสอบสมรรถภาพทางกายมีวิธีการทดสอบอยู่หลายแบบด้วยกัน โดยสามารถเลือกใช้ได้ตามความเหมาะสมและสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ที่ต้องการ

### ความเร็ว (Speed)

#### ความหมายของความเร็ว

มีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของความเร็ว (Speed) ไว้ดังนี้

การกีฬาแห่งประเทศไทย (2550) ให้ความหมายของความเร็วไว้ว่า ความเร็วเป็นความสามารถของร่างกายในการเคลื่อนที่จากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่งในระยะเวลาที่สั้นที่สุด โดยความเร็วนั้นจะขึ้นอยู่กับกำลังกล้ามเนื้อ ความแรงของการกระตุ้นของประสาทที่เกี่ยวกับการเคลื่อนไหว นับความเร็วในการถ่ายกระแสประสาทสู่กล้ามเนื้อ นอกจากนี้ยังขึ้นอยู่กับเส้นใยกล้ามเนื้ออีกด้วย การเพิ่มความเร็วจึงเป็นการเพิ่มความเร็วในการหดตัวของกล้ามเนื้อกลุ่มที่ทำให้เกิดความเคลื่อนไหว

ธงชัย เจริญทรัพย์มณี (2547) ได้ให้ความหมายของความเร็ว ไว้ว่า ความเร็วเป็นการหดตัวและคลายกล้ามเนื้อได้เต็มที่และรวดเร็ว ภายใต้การควบคุมของระบบประสาท ความเร็วเป็นองค์ประกอบของนักกีฬาเกือบทุกชนิด โดยทั่วไปความเร็วแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภท ดังนี้

1. ความเร็วในการวิ่ง คือการวิ่งอย่างรวดเร็วและออกแรงเต็มที่ ซึ่งความสามารถในการวิ่งจะเร็วมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับความถี่ของการก้าวและความยาวของการก้าว และระยะเวลา

2. ความเร็วในการเคลื่อนที่ เป็นความเร็วที่มีการเคลื่อนไหวเป็นลำดับขั้นตอนทั้งชุด เช่น การกระโดดตบ การขว้าง การตี เป็นต้น ปัจจัยที่สำคัญต่อความเร็วในการเคลื่อนที่ขึ้นอยู่กับความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเฉพาะส่วนที่อยู่ในระดับพอเหมาะ

3. การตอบโต้อย่างทันทีทันใด เช่น การตัดสินใจรับลูกฟุตบอลจากการยิงประตูจากจุดโทษ ในกีฬาฟุตบอล ผู้รักษาประตูต้องตัดสินใจทันทีว่าจะพุ่งไปในทิศทางใด ดังนั้น ความเร็วในการตัดสินใจและตอบโต้ได้ดีและเคลื่อนที่ได้เร็วจะต้องมีทักษะที่ดีและถูกต้องเป็นพื้นฐาน

สนธยา สีละมาต (2551) ได้ให้นิยามของคำว่า ความเร็ว หมายถึง สมรรถภาพทางกลไกอย่างหนึ่งที่มีความสำคัญต่อการแสดงความสามารถทางร่างกายของนักกีฬา ความเร็วเป็นความสามารถของกล้ามเนื้อในการที่จะหดตัวอย่างซ้ำ ๆ ติดต่อกันได้อย่างรวดเร็วเพื่อให้เกิดแรงขับเคลื่อนของร่างกายไปยังตำแหน่งที่ต้องการภายในระยะเวลาที่สั้นที่สุด ความเร็วจึงเป็นสมรรถภาพทางกลไกพื้นฐานที่มีความสำคัญของกีฬาเกือบทุกประเภท โดยเฉพาะประเภทที่มีการแข่งขันที่มีการเปลี่ยนตำแหน่งอย่างรวดเร็ว

เจริญ กระบวนรัตน์ (2557) กล่าวว่า ความเร็ว หมายถึง คุณสมบัติส่วนหนึ่งที่ได้มาจากการถ่ายทอดทางพันธุกรรม (Inherited) และอีกส่วนหนึ่งได้มาจากการเรียนรู้ (Learned) หรือการฝึก (Practice) อีกทั้งเป็นองค์ประกอบสำคัญที่ควรได้รับการพิจารณาเป็นสำคัญในการปรับปรุงความเร็วในการวิ่ง รวมถึงปฏิกิริยาในการตอบสนอง และความสามารถในการเริ่มต้นออกวิ่ง จะต้องสนองตอบหรือมีปฏิกิริยาตอบโต้ได้รวดเร็วในการวิ่งเร็วระยะทางไม่เกิน 50 เมตร และได้กล่าวไว้ว่า องค์ประกอบสำคัญอันดับแรกๆ ที่ควรได้รับการพิจารณาในการปรับปรุงความเร็วในการวิ่งคือ ความสามารถในการก้าวเท้าได้ยาวและเร็ว ด้วยเหตุนี้จึงควรมุ่งปรับปรุงองค์ประกอบ 5 ประการเพื่อพัฒนาการวิ่งระยะสั้นให้ดีขึ้น ทั้งกีฬาประเภทเดี่ยว หรือกีฬาประเภททีม คือ

1. ปฏิกิริยาในการตอบสนอง และความสามารถในการเริ่มต้นออกวิ่ง
2. การเร่งอัตราความเร็วจนกระทั่งถึงความเร็วสูงสุด
3. ความยาวของช่วงก้าวในการวิ่ง
4. ความถี่หรืออัตราความเร็วในการก้าวเท้า
5. การทำงานของร่างกายแบบไม่ใช้ออกซิเจน

ศุภนิธิ ขำพรหมราช (2561) กล่าวว่า ความเร็ว คือความสามารถในการเคลื่อนไหวจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่งได้อย่างรวดเร็ว เป็นสมรรถภาพทางกายที่สัมพันธ์กับทักษะ (Skills-related Physical Fitness) แบ่งเป็น 3 ประเภท

1. กำลังความเร็ว (Power Speed) ความเร็วที่พบในการเปลี่ยนจังหวะหรือทิศทางในการเคลื่อนที่อย่างรวดเร็ว เช่น ฟุตบอล บาสเกตบอล

2. ความเร็วสูงสุด (Maximum Speed) ความเร็วที่มีการเคลื่อนที่ได้อย่างต่อเนื่องในระยะเวลาสั้น ๆ ไม่เกิน 10 วินาที เช่น ระยะทาง 50-60 เมตร

3. ความเร็วอดทน (Speed Endurance) ความเร็วที่จำเป็นในการเคลื่อนที่อย่างรวดเร็วมีการปฏิบัติซ้ำต่อเนื่อง เช่น การวิ่งขณะเล่นกีฬาประเภทต่าง ๆ

จากการศึกษาความหมายของความเร็ว สรุปได้ว่าความเร็วเป็นความสามารถของกล้ามเนื้อที่จะออกแรงได้มากในลักษณะของแรงระเบิด ทำให้กล้ามเนื้อเกิดแรงตึงในปริมาณมากอย่างรวดเร็ว ทำให้เกิดการเคลื่อนที่ด้วยความเร็วสูง สมรรถภาพทางกายด้านความเร็วจึงมีความจำเป็นต้องอาศัยโปรแกรมการฝึกที่เฉพาะเจาะจง ดังนั้นในการสร้างโปรแกรมการฝึกเพื่อพัฒนาความเร็วให้นักเรียนจึงควรคำนึงถึงปัจจัยที่ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนสามารถพัฒนาความเร็วได้ คือ ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ความอดทนของกล้ามเนื้อ ความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อและข้อต่อ และทักษะการเร่งความเร็ว นอกจากนี้ความเร็วยังหมายถึง ความสามารถในการเคลื่อนที่ เดินทางหรือการเคลื่อนไหวของสิ่งต่าง ๆ หรือส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย เป็นความสามารถในการเคลื่อนที่ไปสู่เป้าหมายที่ต้องการโดยใช้ระยะเวลาอันสั้นที่สุด ซึ่งกล้ามเนื้อจะต้องออกแรงและหดตัวด้วยความเร็วสูงสุด เช่น ในการวิ่งเร็วระยะ 50 เมตรหรือวิ่งเร็ว 100 เมตร แต่โดยทั่วไปความเร็วในการวิ่งของคนปกติจะมีสูงสุดในระยะไม่เกิน 50 – 60 เมตร สำหรับการวิจัยในครั้งนี้ผู้รายงานได้สนใจศึกษาเกี่ยวกับความเร็วในการวิ่งระยะทาง 50 เมตรของนักเรียน โดยผู้รายงานได้สร้างอุปกรณ์และพัฒนาเครื่องจับเวลาในการวิ่ง (Speed Timer) และโปรแกรมวิเคราะห์ความเร็วในการวิ่ง (Speed Analyzer) ที่สามารถจับเวลาและวิเคราะห์ความเร็วได้หลายช่วงระยะทางด้วยกันในการทดสอบเพียงครั้งเดียว เพื่อนำข้อมูลที่ได้จากผลการทดสอบไปใช้ในการพัฒนารูปแบบและโปรแกรมการฝึกให้เหมาะสมแก่นักเรียนแต่ละบุคคลต่อไป

### องค์ประกอบสำคัญในการพัฒนาความเร็ว

สนธยา สีละมอด (2551) ได้กล่าวถึงการพัฒนาความเร็วว่า การพัฒนาความเร็วจะมีองค์ประกอบหลายประการเข้ามาเกี่ยวข้อง โดยถ้าไม่คำนึงถึงปัจจัยทางด้านพันธุกรรม ความเร็วจะขึ้นอยู่กับเวลาปฏิบัติการความสามารถในการเอาชนะแรงต้านทานภายนอกของนักกีฬา เทคนิค สมาธิ และความตั้งใจ และความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อ

1. เวลาปฏิบัติการ (Reaction Time) เวลาปฏิบัติการเป็นเวลาที่เริ่มมีการกระตุ้น (เสียงแอส) และนักกีฬารับรู้ (การได้ยิน การมองเห็น) จนกระทั่งนักกีฬามีการตอบสนองต่อการกระตุ้น เช่น การเคลื่อนที่ออกจากแท่นปล่อยตัวของนักวิ่ง สำหรับนักกีฬาการมีเวลาปฏิบัติการมากหรือน้อยจะขึ้นอยู่กับความสามารถในการทำงานของระบบประสาท (Nervous System)

2. ความสามารถในการเอาชนะแรงต้านทานภายนอก (Ability to Overcome External Resistance) การเคลื่อนที่ของส่วนใหญ่มุ่งทางการกีฬา พลังจะเป็นปัจจัยอย่างหนึ่งที่เป็นตัวกำหนดความสามารถในการเคลื่อนที่อย่างรวดเร็วขณะฝึกซ้อมหรือการแข่งขัน แรงต้านทานภายนอกที่มาทำให้นักกีฬาไม่สามารถเคลื่อนที่ได้อย่างรวดเร็วจะมาจากแรงดึงดูดของโลก อุปกรณ์ สิ่งแวดล้อม (น้ำ ลม) และคู่แข่ง การเอาชนะแรงต้านทานดังกล่าว นักกีฬาจะต้องมีการปรับปรุงพลังเพื่อจะเพิ่มแรงในการหดตัวของกล้ามเนื้อ และทำให้นักกีฬาสามารถเพิ่มอัตราความเร็วได้ด้วย อย่างไรก็ตามในการฝึกซ้อมของนักกีฬา จะมีการปฏิบัติการฝึกซ้อมที่มีความรวดเร็วและทำซ้ำจำนวนหลายทีจะนั้นในการฝึกซ้อมความเร็วถ้านักกีฬาต้องการที่จะพัฒนาให้ได้อย่างสมบูรณ์ นักกีฬาควรจะมี

พัฒนาการความอดทนของกล้ามเนื้อเพื่อที่จะสนับสนุนให้นักกีฬามีการเคลื่อนไหวอย่างรวดเร็วได้ระยะทางยาวขึ้น หรือได้จำนวนครั้งเพิ่มขึ้น

3. เทคนิค (Technique) ความสามารถทางด้านความเร็ว และเวลาปฏิบัติกริยา บ่อยครั้งจะขึ้นอยู่กับเทคนิคทักษะ ทั้งนี้เนื่องจากการจัดตำแหน่งร่างกายอย่างมีประสิทธิภาพจะสนับสนุนการปฏิบัติทักษะที่ต้องการความเร็ว การรักษาตำแหน่งของจุดศูนย์ถ่วงให้ถูกต้อง และการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ยังช่วยให้การปฏิบัติการเคลื่อนไหวมีความง่ายขึ้น

4. สมาธิและความตั้งใจ (Concentration and Willpower) การมีความสามารถทางด้านพลังระดับสูงจะช่วยสนับสนุนให้นักกีฬาเคลื่อนไหวได้อย่างรวดเร็ว ดังนั้น ความเร็วของการเคลื่อนไหวจึงถูกกำหนดโดยความสามารถในการเคลื่อนไหว (Mobility) ลักษณะของกระบวนการทางระบบประสาท และสมาธิที่มุ่งมั่น ความตั้งใจ และสมาธิที่มุ่งมั่นเป็นปัจจัยที่สำคัญที่จะทำให้ นักกีฬาได้รับความเร็วระดับสูง การฝึกซ้อมความเร็วในบางครั้งนักกีฬาจึงควรได้รับการพัฒนาทักษะทางด้านจิตวิทยาด้วยเช่นกัน

5. ความยืดหยุ่นตัวของกล้ามเนื้อ (Muscle Elasticity) ความยืดหยุ่นตัวของกล้ามเนื้อ และความสามารถในการคลายตัวของกล้ามเนื้อที่ทำหน้าที่ (Agonist) และกล้ามเนื้อมัดตรงข้าม (Antagonist) จะเป็นสิ่งสำคัญในการที่จะทำให้ นักกีฬาเคลื่อนไหวอย่างรวดเร็วและปฏิบัติเทคนิคได้ถูกต้อง ขณะเดียวกันความอ่อนตัวของข้อต่อจะเป็นสิ่งสำคัญสำหรับการเพิ่มความยาวของช่วงก้าวซึ่งเป็นสิ่งสำคัญอย่างหนึ่งของการเพิ่มความเร็วในการวิ่ง

ทวิช โกลถิ่น (2552) ได้กล่าวว่า การฝึกกำลังความแข็งแรงกล้ามเนื้อเพื่อพัฒนาปรับปรุงความเร็ว จำเป็นต้องอาศัยพื้นฐานการเคลื่อนไหวจากการเขย่งและการกระโดดที่สำคัญมี 4 แบบคือ

1. การเขย่งขาเดียว หรือสองขาโดยใช้กำลังสูงสุด (Power Hops)
2. การเขย่งขาเดียว หรือสองขาเน้นระยะทางที่ความไกล (Distant Hops)
3. การเขย่งขาเดียว หรือสองขา (Speed Hops)
4. การกระโดดขึ้นลงจากที่สูงต่างระดับด้วยขาเดียวหรือสองขา (Dept jumping)

สามารถสรุปได้ว่า การที่จะพัฒนาความเร็วต้องอาศัยหลักการฝึกที่ถูกต้องและใกล้เคียงกับชนิดกีฬานั้น ๆ หรือสภาวะใกล้เคียงการแข่งขันของประเภทกีฬา จึงจะมีการพัฒนาได้ดีที่สุด อีกทั้งยังรวมถึงการพัฒนาในเรื่องของเวลาในการตอบสนองต่อสิ่งที่มากระตุ้นให้เกิดการเคลื่อนไหวของร่างกาย มีความสำคัญอย่างมากต่อการพัฒนาความคล่องแคล่วว่องไว การที่ระบบประสาทสั่งการตอบสนองอย่างรวดเร็วทันทีทันใด ในสถานการณ์ของการกีฬาหรือการเคลื่อนไหวที่เร่งความเร็วและชะลอความเร็ว การเปลี่ยนทิศทางอย่างรวดเร็วหลบหลีกฝ่ายตรงข้ามเป็นรูปแบบหนึ่งของความเร็วด้วย

## วงจรรีเลย์ทรอนิกส์พื้นฐานในการสร้างเครื่องจับเวลาในการวิ่ง

ในการสร้างและการพัฒนาเครื่องจับเวลาในการวิ่ง (Speed Timer) และโปรแกรมวิเคราะห์ความเร็วในการวิ่ง (Speed Analyzer) ผู้รายงานได้ศึกษาข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับอุปกรณ์พื้นฐานต่าง ๆ เกี่ยวกับวงจรรีเลย์ทรอนิกส์ เพื่อนำไปประกอบเป็นเครื่องจับเวลาในการวิ่ง (Speed Timer) ดังนี้

### 1. IPST-MicroBox

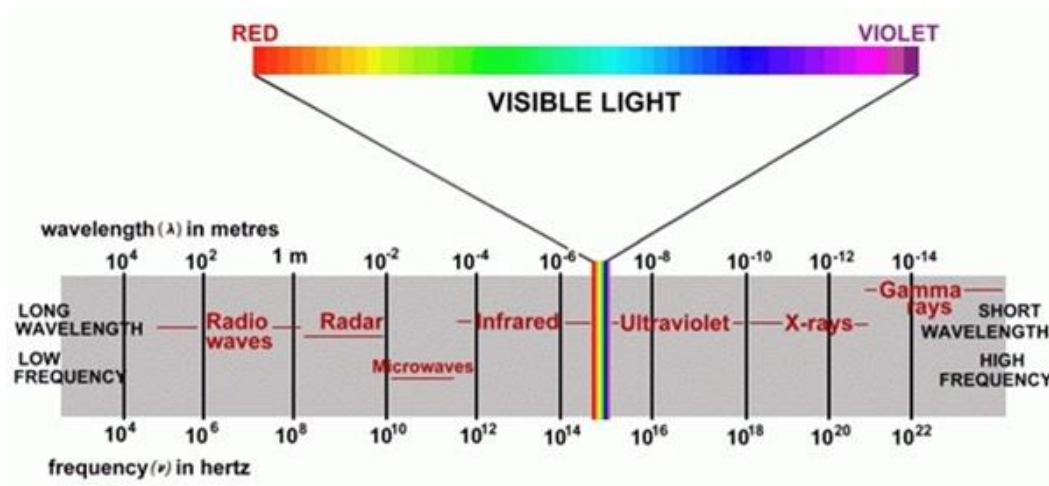
IPST-MicroBOX เป็นชุดแผงวงจรอเนกประสงค์ที่ใช้อุปกรณ์ควบคุมแบบโปรแกรมขนาดเล็กได้ที่เรียกว่า “ไมโครคอนโทรลเลอร์” (Microcontroller) ทำงานร่วมกับวงจรเชื่อมต่อกอมพิวเตอร์เพื่อการโปรแกรมและสื่อสารข้อมูล โดยในชุดประกอบด้วยแผงวงจรควบคุมหลักซึ่งมีไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นอุปกรณ์หลัก, แผงวงจรโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์, กลุ่มของแผงวงจรอุปกรณ์แสดงผลการทำงานหรืออุปกรณ์เอาต์พุต อาทิ แผงวงจรแสดงผลด้วยไดโอดเปล่งแสงสองสี, แผงวงจรแสดงผลตัวเลข 4 หลัก แผงวงจรขับแสงอินฟราเรด, แผงวงจรขับมอเตอร์ และแผงวงจรขับรีเลย์ รวมถึงแผงวงจรอุปกรณ์ตรวจจับสัญญาณหรือเซนเซอร์ (Sensor) ซึ่งมีด้วยกันหลากหลายรูปแบบ ดังนั้น จึงสามารถนำชุดกล่องสมองกล IPST-MicroBOX นี้มาใช้ในการเรียนรู้ ทดลองและพัฒนาโครงการทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับระบบควบคุมอัตโนมัติได้อย่างสะดวกและมีประสิทธิภาพสูง



ภาพที่ 2.1 ลักษณะของ IPST-MicroBox  
(ที่มาของภาพ : <http://www.ipst-microbox.com/>)

### 2. รังสีอินฟราเรด (Infrared)

รังสีอินฟราเรด หรือ รังสีใต้แดงเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าชนิดหนึ่งที่มีความถี่อยู่ระหว่าง  $10^{11}$ - $10^{14}$ Hz และมีความยาวคลื่นระหว่าง 0.75 ไมโครเมตร ถึง 1,000 ไมโครเมตร สสารที่มีอุณหภูมิมากกว่า 0 องศาเคลวิน จะปล่อยรังสีอินฟราเรดออกมาจากตัวมันเองเสมอ



ภาพที่ 2.2 ความยาวคลื่นของรังสีอินฟราเรด  
(ที่มาของภาพ : <https://www.siamchemi.com>)

จากภาพที่ 2.2 แสดงคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในช่วงความยาวคลื่นต่าง ๆ จะเห็นได้ว่ารังสีอินฟราเรดจะมีความยาวคลื่นที่มากกว่าแสงที่ตามองเห็นที่ยาวที่สุด ซึ่งก็คือสีแดง ด้วยเหตุนี้เองจึงเรียกรังสีชนิดนี้ว่า รังสีอินฟราเรด หรือ รังสีใต้แดง

รังสีอินฟราเรดสามารถแบ่งช่วงความยาวคลื่นได้เป็น 3 ช่วงคือ

- 1) รังสีอินฟราเรดช่วงคลื่นสั้น (NIR) ช่วงคลื่นสั้นของรังสีอินฟราเรดจะมีความยาวคลื่นประมาณ 0.7 ไมโครเมตรจนถึง 1.5 ไมโครเมตร รังสีอินฟราเรดช่วงคลื่นสั้นมักจะประยุกต์ใช้ในการถ่ายภาพความร้อน
- 2) รังสีอินฟราเรดช่วงคลื่นกลาง (MIR) ช่วงคลื่นกลางของรังสีอินฟราเรดจะมีความยาวคลื่นประมาณ 1.5 ไมโครเมตรจนถึง 5.6 ไมโครเมตร อินฟราเรดระยะกลางมักประยุกต์ใช้กับระบบนำวิถีของจรวด Missile
- 3) รังสีอินฟราเรดช่วงคลื่นยาว (FIR) ช่วงคลื่นยาวของรังสีอินฟราเรดจะมีความยาวคลื่นประมาณ 5.6 ไมโครเมตรขึ้นไป รังสีประเภทนี้เป็นช่วงคลื่นยาวจึงมีพลังงานความร้อนไม่มากนัก จึงจะนิยมใช้ในการบำบัดผู้ป่วย เช่น อาการปวดเมื่อยเรื้อรัง และผู้ป่วยด้วยโรคความดันโลหิต รวมถึงการควบคุมน้ำหนัก เป็นต้น

### 3. เลเซอร์ (Laser)

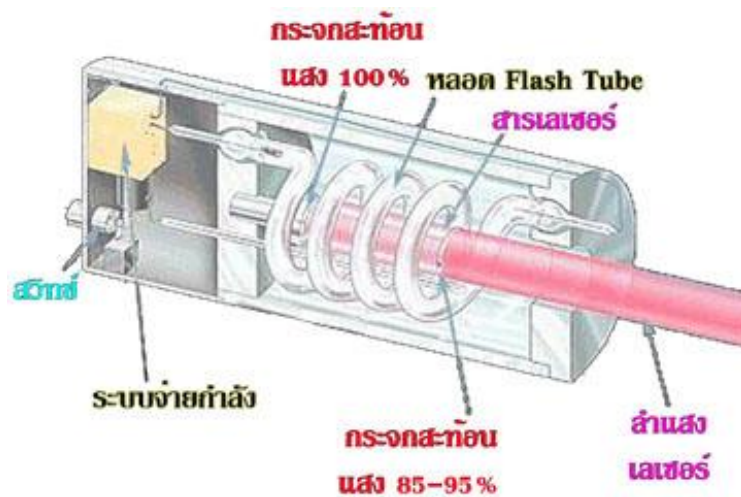
เลเซอร์ (Laser) ย่อมาจากคำว่า “Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation” หมายถึง การแผ่รังสีของการเปล่งแสงแบบถูกเร้าด้วยการขยายสัญญาณแสง ดังนั้นกลไกพื้นฐานของเลเซอร์จึงได้แก่ การเปล่งแสงแบบถูกเร้า และการขยายสัญญาณแสง กลไกทั้งสองนี้เป็นสาเหตุที่ทำให้เลเซอร์มีคุณสมบัติพิเศษต่าง ๆ เช่น เป็นลำแสงขนานที่มีความเข้มสูง และมีคลื่นแสงที่เป็นระเบียบด้วยค่าความยาวคลื่นที่ตายตัว

ระบบกำเนิดเลเซอร์โดยส่วนใหญ่ประกอบไปด้วยองค์ประกอบหลัก 3 ส่วนคือ

1) สารเลเซอร์ หรือ เลเซอร์มีเดีย (Laser Medium) เป็นสารหรือวัสดุที่ทำให้เกิดแสงเลเซอร์ที่มีโครงสร้างอะตอมหรือโมเลกุลเหมาะสมกับการเกิดเลเซอร์ ตัวอย่างเช่น พลิกทับทิม (Ruby Crystal) แก๊สผสมระหว่างแก๊สฮีเลียมกับนีออน (He + Ne Gas) สารละลายสีย้อมผ้า (Dye Solution) สารกึ่งตัวนำ (Semiconductor) ฯลฯ

2) ระบบจ่ายกำลัง (Power Supply) เป็นระบบทางไฟฟ้าหรือทางแสง สำหรับกระตุ้นให้สารเลเซอร์ปลดปล่อยแสงเลเซอร์

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



ภาพที่ 2.3 องค์ประกอบของเลเซอร์

(ที่มาของภาพ : <http://www.rmutphysics.com/charud/oldnews/181/Laser-Introduction.htm>)

แสงเลเซอร์มีคุณสมบัติพิเศษที่ทำให้แสงเลเซอร์แตกต่างจากแสงทั่ว ๆ ไป ดังนี้

1) เป็นแสงสีเดียว (Monochrome Activity) แสงเลเซอร์มีความยาวคลื่นเพียงค่าเดียว แหล่งกำเนิดแสงที่เราพบเห็นในชีวิตประจำวัน เช่น หลอดไฟฟ้า และดวงอาทิตย์จะเป็นแสงสีขาว ถ้าให้แสงสีขาวนี้ผ่านปริซึมจะเห็นแถบสีต่าง ๆ เรียงกันอย่างต่อเนื่องจากสีม่วงถึงสีแดง เรียกว่า แถบสเปกตรัมของแสงเลเซอร์ เช่น เลเซอร์ฮีเลียม-นีออน เมื่อให้แสงสีแดงของเลเซอร์ฮีเลียม-นีออนผ่านปริซึม จะไม่มีการแยกเป็นหลายเส้นแต่ยังคงมีเพียง 1 เส้นที่มีความยาวคลื่น 632.8 นาโนเมตร

2) มีความพร้อมเพรียง (Coherence) หลอดไฟฟ้าที่เปล่งแสงประกอบด้วยอะตอมที่เล็กจำนวนมาก โดยแต่ละอะตอมจะทำหน้าที่เป็นต้นกำเนิดแสง ดังนั้นแต่ละอะตอมก็จะปล่อยแสง



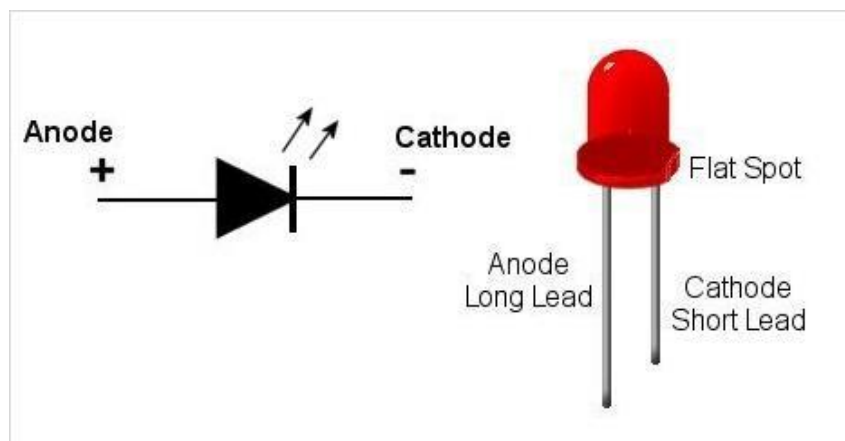
ออกมาอย่างอิสระซึ่งกันและกัน แสงที่ถูกปล่อยออกมาจากหลอดไฟจึงมีเฟส และความยาวคลื่นต่าง ๆ กัน ยิ่งกว่านั้นแต่ละคลื่นที่ถูกปล่อยออกมา มีทิศทางไม่แน่นอน หรือเป็น random แสงจากแหล่งกำเนิดแสงธรรมดาโดยทั่วไปจะเรียกว่า แสงอินโคฮีเรนต์ (Incoherence Light) ต้นกำเนิดของแสงเลเซอร์นอกจากจะให้แสงสีเดียวทุก ๆ คลื่นของแสงเลเซอร์จะมีเฟสเดียวกันหมด ดังนั้นแสงเลเซอร์จึงเรียกว่า แสงโคฮีเรนต์ (Coherence light)

3) มีทิศทางที่แน่นอน (Directionality) ลำแสงเลเซอร์จะขนานกันไปตลอดระยะทางไกล ๆ ดังนั้น ความเข้มของแสงเลเซอร์จะลดลงน้อยมากในระยะทางไกล ๆ

4) มีความเข้ม (Intensity หรือ Brightness) สูงมาก แสงเลเซอร์มีลักษณะโดดเด่นไม่ซ้ำแหล่งกำเนิดแสงชนิดอื่นในเชิงความเข้มสูง และเมื่อลำแสงตกกระทบวัตถุ ก็เกิดความระยิบระยับของลำแสงขึ้น (Laser Speckle) โดยเฉพาะเมื่อวัตถุที่มีความหยาบหรือแม้แต่ในบรรยากาศที่มีฝุ่นละอองหรือควันซึ่งเป็นอนุภาคแขวนลอยอยู่อย่าง random ทั้งนี้เนื่องจากแสงเลเซอร์เกิดการสะท้อนแบบไม่มีทิศทางกับอนุภาค หรือผิวของวัตถุ และเกิดการแทรกสอดของลำแสง ทำให้เกิดความระยิบระยับขึ้นจึงเป็นมิติของการมองเห็นโดยใช้ Laser displays แสงเลเซอร์กำลังต่ำ ๆ เช่น เลเซอร์ฮีเลียม-นีออน ขนาด 1 mW ก็มีความเข้มสูงกว่าแสงพระอาทิตย์ ฉะนั้นถ้าฉายเข้าตามนุษย์โดยตรงแล้วจะเป็นอันตรายต่อนัยน์ตาถึงตาบอดได้

#### 4. LED (Light Emitting Diode)

แอลอีดี (LED : Light Emitting Diode) เป็นอุปกรณ์แสดงผลที่นิยมใช้มาก มีรูปร่างและสีหลายแบบเพื่อให้เหมาะสมกับการใช้งาน สีที่มีในท้องตลาดส่วนใหญ่คือ เขียว แดง แต่จริง ๆ LED มีอีกหลายสี เช่น เหลือง น้ำเงิน ขาวรวมทั้ง LED ที่เปล่งแสงในย่าน infrared หรือ ultraviolet



ภาพที่ 2.4 วงจรของ LED

(ที่มาของภาพ :<https://sites.google.com/site/somyongregina/academic/electronic/diode>)

จากภาพที่ 2.4 แสดงสัญลักษณ์ของ LED และ วงจรพื้นฐานในการใช้งาน LED มีลักษณะเหมือน Diodeทั่วไปคือมี Forward voltage  $V_F$  และ Forward current  $I_F$  ถ้า Voltage ตกคร่อมระหว่าง anode กับ cathode มากกว่า  $V_F$  LED จะเปล่งแสงออกมา

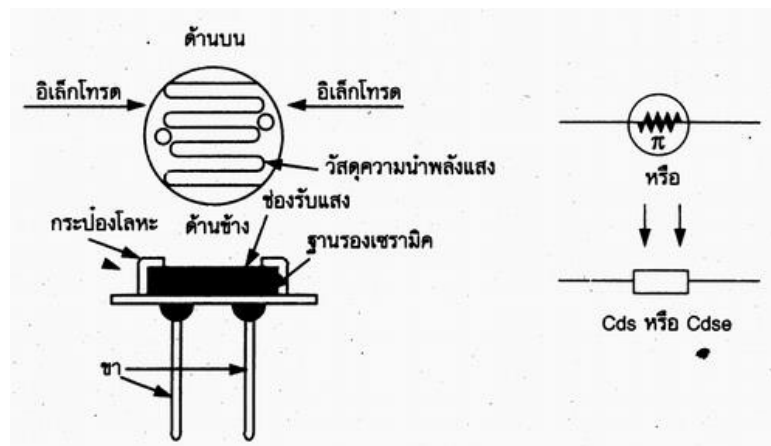


ภาพที่ 2.5 ลักษณะของ LED

(ที่มาของภาพ : <https://sites.google.com/site/somyongregina/academic/electronic/diode>)

## 5. LDR (Light Dependent Resistor)

แอลดีอาร์ (LDR : Light Dependent Resistor) คือ ความต้านทานชนิดที่ไวต่อแสง กล่าวคือ ตัวความต้านทานนี้สามารถเปลี่ยนสภาพทางความนำไฟฟ้าได้เมื่อมีแสงมาตกกระทบ บางครั้งเรียกว่า โฟโตรีซิสเตอร์ (Photo Resistor) หรือโฟโตคอนดักเตอร์ (Photo Conductor) เป็นตัวต้านทานที่ทำมาจากสารกึ่งตัวนำ (Semiconductor) ประเภทแคดเมียมซัลไฟด์ (Cds : Cadmium Sulfide) หรือแคดเมียมซีลีไนด์ (Cdse : Cadmium Selenide) ซึ่งทั้งสองตัวนี้ก็เป็นสารประเภทกึ่งตัวนำ เอามาฉาบลงบนแผ่นเซรามิกที่ใช้เป็นฐานรองแล้วต่อขาจากสารที่ฉาบไว้ ออกมา



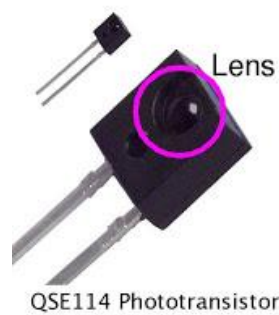
ภาพที่ 2.6 ลักษณะโครงสร้างของ LDR

(ที่มาของภาพ : <https://ketsaraploykam.wordpress.com>)

ส่วนที่ขดเป็นแนวเล็ก ๆ สีดำทำหน้าที่เป็นตัวต้านทานไวแสง และแนวสีดำนั้นจะแบ่งพื้นที่ของตัวมันออกเป็น 2 ข้าง สีทองนั้น เป็นตัวนำไฟฟ้าที่ทำหน้าที่สัมผัสกับตัวต้านทานไวแสง เป็นที่สำหรับต่อขาออกมาภายนอก หรือ เรียกว่าอีเล็กโทรด ที่เหลือเป็นฐานเซรามิก และอุปกรณ์สำหรับห่อหุ้มซึ่งมีได้หลายแบบ

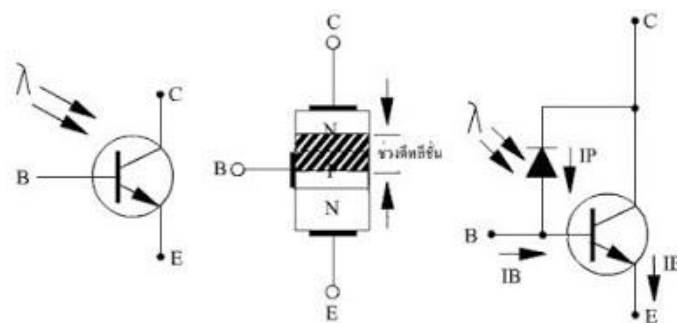
## 6. โฟโตทรานซิสเตอร์ (Photo Transistor)

โฟโตทรานซิสเตอร์ (Photo Transistor) จะประกอบด้วย โฟโตไดโอดซึ่งจะต่ออยู่ระหว่างขาเบสกับคอลเลคเตอร์ของทรานซิสเตอร์ ดังภาพที่ 2.8 กระแสที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงของแสงจะถูกขยายด้วยทรานซิสเตอร์ (Transistor) ในการใช้งานโฟโตทรานซิสเตอร์ รอยต่อระหว่างเบส-อีมิเตอร์ (Base-Emitter) จะต่อไบอัสกลับ (Reverse Bias) ที่รอยต่อนี้เองเป็นส่วนที่ทำให้เกิดการแปลงค่ากระแสที่ขึ้นอยู่กับความเข้มแสง



ภาพที่ 2.7 โฟโตทรานซิสเตอร์ (Photo Transistor)

(ที่มาของภาพ : <http://phototransistors.blogspot.com/2017/>)



ภาพที่ 2.8 สัญลักษณ์ โครงสร้าง และวงจรสมมูล ของโฟโตทรานซิสเตอร์

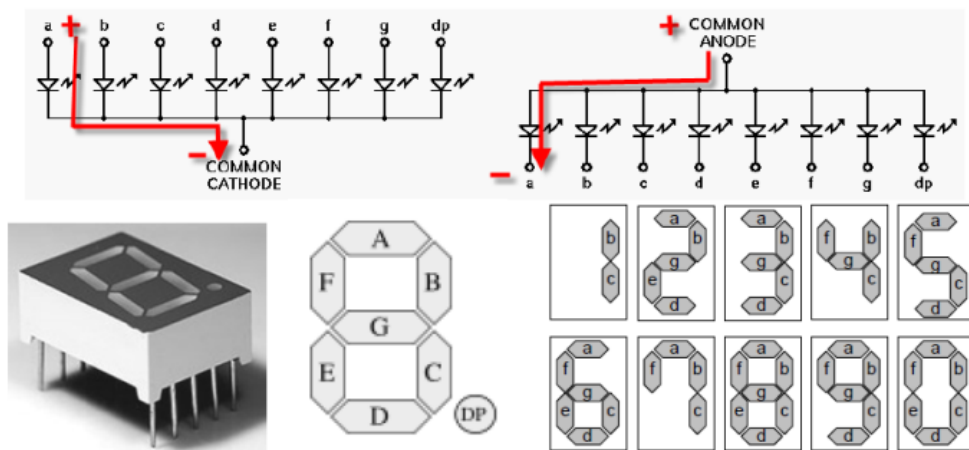
(ที่มาของภาพ : <http://phototransistors.blogspot.com/2017/>)

## 7. Seven-Segment Display

ไดโอดเปล่งแสงแบบเลขเจ็ดส่วน เป็น LED (Light Emitting Diode) ที่นำมาจัดวางรูปแบบแสดงผลตัวเลข และตัวอักษรภาษาอังกฤษบางตัว Seven-Segment ประกอบด้วย LED

จำนวนแปดตัว คือ A, B, C, D, E, F, G, และ DP โดยเชื่อมต่อวงจรในสองแบบคือ Common Anode กับ Common Cathode ดังภาพที่ 2.9

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



ภาพที่ 2.9 ลักษณะและวงจรของ Seven-Segment Display

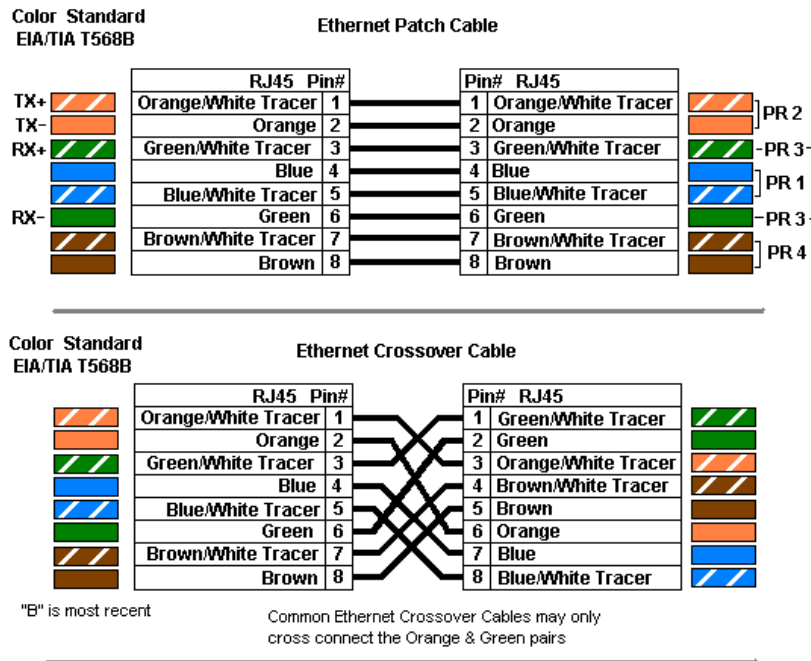
(ที่มาของภาพ : <https://www.electronics-tutorials.ws/blog/7-segment-display-tutorial.html>)

## 8. Lan cable (RJ-45)

RJ - 45 คือ หัวต่อที่ใช้กับสายสัญญาณเชื่อมต่อเครือข่ายแบบสายคู่ตีเกลียว เป็นหัวต่อที่ใช้กับสายสัญญาณเชื่อมต่อเครือข่ายแบบสายคู่ตีเกลียว (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 ถ้าหันหน้าเข้าด้านหน้าของหัวต่อ พิน 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 หรือ Repeater อุปกรณ์ที่ใช้เป็นจุดศูนย์กลางในการกระจายสัญญาณ หรือข้อมูล จะต้องใช้ไฟหล่อเลี้ยงในการทำงาน โดยปกติการเลือก Hub จะดูที่จำนวน Port ที่ต้องการ เช่น 8 ports, 12 ports, 24 ports รวมทั้ง 48 ports เป็นต้น จำนวน port หมายถึง จำนวนในการเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์แต่ละตัวเข้าด้วยกัน ดังนั้น Hub 24 ports หมายถึงสามารถเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์เครือข่ายเข้าด้วยกัน จำนวน 24 เครื่อง



ภาพที่ 2.10 การเรียงสีของสาย RJ-45

(ที่มาของภาพ : <https://sites.google.com/site/moscash007/bth-thi-4-withi-khea-haw-say-laen-rj45>)

## ความรู้พื้นฐานทางด้านฟิสิกส์

### แรงและการเคลื่อนที่

**แรง (Force)** คือ อำนาจภายนอกที่สามารถกระทำให้อัตถุเกิดการเปลี่ยนแปลง ทั้งทางลักษณะรูปร่าง ตำแหน่งทิศทาง และการเคลื่อนที่ เป็นปฏิสัมพันธ์ (Interaction) ระหว่างวัตถุต่อวัตถุด้วยกันเอง หรือระหว่างวัตถุต่อสิ่งภายนอก ในทางวิทยาศาสตร์แรงจึงถูกกำหนดให้เป็นปริมาณเวกเตอร์ (Vector) ที่มีทั้งขนาด (Magnitude) และทิศทาง (Direction) แรงประกอบไปด้วยแรงย่อยและแรงลัพธ์ ถ้ามีแรงมากกว่าหนึ่งแรงกระทำต่อวัตถุ แรงลัพธ์คือผลรวมของแรงย่อยทั้งหมดที่กระทำต่อวัตถุดังกล่าว โดยมีหน่วยเป็นนิวตัน (Newton)

ปริมาณทางฟิสิกส์จำแนกออกได้ 2 ประเภท คือ

1) ปริมาณสเกลาร์ (Scalar) คือ ปริมาณที่บ่งบอกเพียงขนาด เช่น มวล อุณหภูมิ เวลา พลังงาน ความหนาแน่น และระยะทาง

2) ปริมาณเวกเตอร์ (Vector) คือ ปริมาณที่ต้องบ่งบอกทั้งขนาดและทิศทาง เช่น แรง โมเมนต์ การกระจัด และความเร็ว

**การเคลื่อนที่ (Motion)** หมายถึง ขบวนการอย่างหนึ่งที่ทำให้มีการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งอย่างต่อเนื่องตามเวลาที่ผ่านไป โดยมีทิศทางและระยะทาง หรือมีการเปลี่ยนตำแหน่งของวัตถุ มีองค์ประกอบที่สำคัญ ได้แก่

1) ระยะทาง (Distance) คือระยะทางที่วัตถุเคลื่อนที่จริงตามเส้นทางทั้งหมด เป็นปริมาณสเกลาร์ มีหน่วยเป็นเมตร (m)

2) การกระจัด (Displacement) คือระยะทางที่สั้นที่สุดหรือความยาวของเส้นตรงสมมติที่ลากจากจุดเริ่มต้นถึงจุดสิ้นสุด เป็นปริมาณเวกเตอร์ มีหน่วยเป็นเมตร (m)

3) เวลา (Time) คือระยะเวลาที่วัตถุใช้เดินทางจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง เป็นปริมาณสเกลาร์ มีหน่วยเป็นวินาที (s)

4) อัตราเร็ว (Speed) คือระยะทางที่วัตถุเคลื่อนที่ได้ในหนึ่งหน่วยเวลา โดยในการเคลื่อนที่แต่ละช่วงเวลา วัตถุอาจไม่ได้เคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วคงที่เสมอไป อัตราเร็วเป็นปริมาณสเกลาร์ มีหน่วยเป็นเมตรต่อวินาที (m/s)

5) ความเร็ว (Velocity) คือการกระจัดของวัตถุในหนึ่งหน่วยเวลา เป็นปริมาณเวกเตอร์ มีหน่วยเป็นเมตรต่อวินาที (m/s)

6) อัตราเร่ง (Magnitude of Acceleration) คืออัตราเร็วที่เปลี่ยนแปลงไปในหนึ่งหน่วยเวลา เป็นปริมาณสเกลาร์ มีหน่วยเป็นเมตรต่อวินาที<sup>2</sup> (m/s<sup>2</sup>)

7) ความเร่ง (Acceleration) คือความเร็วที่เปลี่ยนแปลงไปในหนึ่งหน่วยเวลา เป็นปริมาณเวกเตอร์ มีหน่วยเป็นเมตร/วินาที<sup>2</sup> (m/s<sup>2</sup>)

#### ค่าความคลาดเคลื่อน

ความคลาดเคลื่อน (Error) หรือ Static error คือ ผลต่างระหว่างค่าที่วัดได้กับค่าที่แท้จริง โดยทั่วไปแสดงเป็นเปอร์เซ็นต์ (%) ถ้าค่าที่วัดได้ใกล้เคียงกับค่าจริงมากแสดงว่าการวัดนั้นมีความแม่นยำหรือความถูกต้อง (Accuracy) สูง โดยการวัดทุกครั้งมักมีค่าความคลาดเคลื่อนเกิดขึ้นเสมอ การเข้าใจถึงสาเหตุจะช่วยลดความคลาดเคลื่อนให้น้อยลงได้ โดยความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นอาจเป็นสาเหตุทำให้เกิดความไม่แน่นอน (Uncertainty) (นวกัฑรา หนูนา และทวีพล ชี้อัสต์ย์, 2555) การวัดความคลาดเคลื่อนแบ่งออกเป็น 3 ชนิด ได้แก่

- 1) ความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากผู้วัด (Gross error หรือ Human error)
- 2) ความคลาดเคลื่อนเชิงระบบ (Systematic error)
- 3) ความคลาดเคลื่อนแบบสุ่ม (Random error)

การคำนวณค่าความคลาดเคลื่อนจากการวัด (Calculation of measurement error)

1) ค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (Absolute error) คือ ค่าปริมาณความแตกต่างระหว่างค่าจริงกับค่าที่ได้จากการวัด สามารถหาได้จากสมการ

$$\text{Absolute error} = |X_{\text{mea}} - X_t|$$

2) ค่าความคลาดเคลื่อนสัมพัทธ์ (Relative error) สามารถหาได้จากสมการ

$$\text{Relative error} = \frac{|X_{\text{mea}} - X_{\text{t}}|}{X_{\text{t}}}$$
$$\% \text{ Error} = \text{Relative error} \times 100$$

โดยที่  $X_{\text{t}}$  คือ ค่าจริง (True value)  
 $X_{\text{mea}}$  คือ ค่าที่ได้จากการวัด (Measure value)

## งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้อุปกรณ์ช่วยในการจับเวลา เพื่อนำข้อมูลที่ได้ออกไปฝึกเพื่อเสริมสร้างสมรรถภาพทางกายด้านความเร็ว มีดังนี้

### งานวิจัยในประเทศ

ชุตินันท์ คงสมพรต (2559) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับระบบบันทึกและวิเคราะห์สมรรถภาพทางกายด้านความเร็วในการวิ่งของมนุษย์ มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างระบบการทดสอบสมรรถภาพทางกายด้านความเร็วในการวิ่งที่มีราคาอุปกรณ์ต่อหน่วยต่ำลงจากราคาเฉลี่ย และตรงต่อความต้องการของผู้ใช้งาน โดยระบบที่พัฒนาสามารถแสดงผลพร้อมในการทดสอบสมรรถภาพทางกายด้านความเร็วในการวิ่งของผู้ใช้งานได้อย่างแม่นยำ และสามารถแสดงผลการทดสอบบนแอปพลิเคชันทางโทรศัพท์มือถือได้ ผลการศึกษาพบว่า ระบบที่พัฒนาขึ้นในส่วนของการทดสอบความแม่นยำของระบบ เมื่อนำเวลาจากระบบและเวลาจากการจับด้วยมือของผู้ทดสอบแต่ละคนมาเปรียบเทียบกับเวลาจากเฟรมของวิดีโอ พบว่ามีค่าความคลาดเคลื่อนอยู่ 1.62% และ 5.25%

กมลวรรณ พุดแก้ว (2558) ได้ศึกษาเกี่ยวกับผลการฝึกเวอร์ดิเมกซ์หลังการฝึกด้วยน้ำหนักที่มีต่อความเร็วในการวิ่ง โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบความแตกต่างของโปรแกรมการฝึกเวอร์ดิเมกซ์หลังการฝึกด้วยน้ำหนัก กับโปรแกรมการฝึกพลัยโอเมตริกหลังการฝึกด้วยน้ำหนัก ที่ส่งผลต่อความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า ความสูงของการกระโดดท่าสควอชจัมพ์ และความเร็วในการวิ่งระยะทาง 10, 20 และ 40 เมตร กลุ่มตัวอย่างเป็นนิสิตชาย 19 คน จากคณะวิทยาศาสตร์การกีฬา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ แบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 ฝึกเวอร์ดิเมกซ์หลังการฝึกด้วยน้ำหนัก จำนวน 10 คน (อายุ  $19.70 \pm .94$  ปี ส่วนสูง  $172.00 \pm 5.05$  ซม. น้ำหนัก  $63.78 \pm 6.87$  กก. ซีพจรขณะพัก  $70.40 \pm 10.61$  ครั้ง/นาที ไขมันในร่างกาย  $7.32 \pm 2.74$  %) และกลุ่มที่ 2 ฝึกพลัยโอเมตริกหลังการฝึกด้วยน้ำหนัก จำนวน 9 คน (อายุ  $19.56 \pm 1.13$  ปี ส่วนสูง  $177.33 \pm 5.03$  ซม. น้ำหนัก  $74.97 \pm 8.12$  กก. ซีพจรขณะพัก  $67.22 \pm 12.01$  ครั้ง/นาที ไขมันในร่างกาย  $11.23 \pm 5.8$  %) โดยใช้เวลาในการฝึก 8 สัปดาห์ หลังจากการฝึกสัปดาห์ที่ 6 และ 8 ทำการทดสอบความเร็วในการวิ่งระยะทาง 10, 20 และ 40 เมตร ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า และความสูงของการกระโดดท่าสควอชจัมพ์ โดยได้ใช้อุปกรณ์ที่ช่วยวัดความเร็วในการวิ่งคือ เครื่อง Kinematic Measurement System (KMS) จากประเทศ

ออสเตรเลีย ซึ่งได้ตั้งกล้องจับอินฟาเรดที่ระยะทดสอบ เริ่มจากที่ 0, 10, 20 และ 40 เมตร ตามลำดับ ทำการเซตโปรแกรม Kinematic Measurement System (KMS) จากนั้นให้ผู้เข้ารับการทดสอบวิ่งเหยาะผ่านกล้องเพื่อตรวจดูการตัดเซนเซอร์ของกล้อง 2 รอบ จากนั้นทำการทดสอบผู้เข้ารับการทดสอบทีละคนให้วิ่งด้วยความเร็วสูงสุด จำนวน 2 เที้ยว ระหว่างเที้ยวให้พัก 3 นาที จากนั้นนำเวลาที่ได้จากการทดสอบทั้ง 2 เที้ยว มาหาค่าเฉลี่ยแล้วบันทึกผล ผลการศึกษา พบว่า โปรแกรมการฝึกเวอร์ดิแม็กหลังการฝึกด้วยน้ำหนัก และการฝึกพลัยโอเมตริกหลังการฝึกด้วยน้ำหนัก ส่งผลต่อความเร็วในการวิ่งระยะทาง 10, 20 และ 40 เมตร ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ต้นขาด้านหน้า และความสูงในการกระโดดท่าสควอชจัมพ์ ไม่ต่างกันในทุกช่วงเวลาของการทดสอบ แต่ทั้ง 2 กลุ่ม มีผลการทดสอบทุกตัวแปรหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 ดีขึ้นจากช่วงก่อนการฝึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

รัฐชานนท์ แสนทวิสุข (2555) ได้ทำการศึกษาผลของการฝึกด้วยพลัยโอเมตริกที่มีต่อความเร็วในการวิ่งระยะทางตรง 15 เมตร ในกีฬาฟุตบอลของนักศึกษาชายสถาบันการพลศึกษา วิทยาเขตสุพรรณบุรี โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการฝึกด้วยพลัยโอเมตริกที่มีต่อความเร็วในการวิ่งระยะทางตรง 15 เมตรในกีฬาฟุตบอล กลุ่มตัวอย่างคือ นักศึกษาชายระดับชั้นปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2554 สถาบันการพลศึกษา วิทยาเขตสุพรรณบุรี อายุ 19 ปี จำนวน 60 คน หลังจากการทดสอบแล้วแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ๆ ละ 30 คน คือกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม ใช้เวลา 8 สัปดาห์ ๆ ละ 3 วัน หาค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ภายในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ก่อนการฝึก หลังฝึกสัปดาห์ที่ 4 และ 8 วิเคราะห์ความแปรปรวนแบบการทดลองแบบวัดซ้ำมิติเดียว โดยใช้สถิติ One Way Analysis of Variance with Repeated Measure เพื่อทดสอบความแตกต่างภายในกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม ก่อนการฝึก หลังฝึกสัปดาห์ที่ 4 และ 8 ทดลองโดยใช้อุปกรณ์ในการวัดความเร็วการวิ่งระยะทาง 15 เมตร ด้วยการใช้ นาฬิกาจับเวลา Speed Light Sport Timing System เป็นนวัตกรรมที่ช่วยในการฝึกกีฬาและประเมินความสามารถด้วยคุณประโยชน์และการนำไปใช้ในการกีฬาอย่างกว้างขวาง จากการเป็นเครื่องมือตัดสินเวลาในการแข่งขันจนถึงความแม่นยำในการวัดความสามารถ ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ทำให้ได้ข้อมูลที่แม่นยำ และมีคุณภาพ ผลการวิจัยพบว่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) ผลการทดสอบความเร็วในการวิ่งระยะทางตรง 15 เมตร ทั้งภายในกลุ่ม และระหว่างกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม ก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และ 8 ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 แต่ถ้าพิจารณาที่ค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) ภายในกลุ่มทดลอง จะเห็นได้ว่าค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) ลดลงตามลำดับจาก 2.75 เป็น 2.74 และ 2.67 วินาที แสดงให้เห็นว่าการฝึกด้วยพลัยโอเมตริกมีประสิทธิภาพในการเพิ่มความเร็วในการวิ่งระยะทางตรง 15 เมตร ในกีฬาฟุตบอลได้ และยังเป็นประโยชน์ต่อผู้ที่จะนำไปฝึกกับกีฬาฟุตบอล หรือกีฬาที่ต้องใช้ความเร็วในระยะสั้น ๆ ได้



### งานวิจัยต่างประเทศ

จากการศึกษาข้อมูลและงานวิจัยต่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับการใช้อุปกรณ์จับเวลาในการวิ่งของนักกีฬาโดยทั่วไป ซึ่งพบว่า มีการใช้อุปกรณ์หรือเครื่องมือที่ใช้ในการช่วยจับเวลาในการวิ่งของนักกีฬา ได้แก่

#### เครื่อง Swift Speedlight Timing Training Systems

เป็นเครื่องจับเวลาด้วยแสงแบบไร้สายที่เป็นที่ต้องการของทีมนักกีฬามืออาชีพ สถาบันและมหาวิทยาลัยทั่วโลก โดยเครื่อง Speedlight เป็นเครื่องที่ได้รับการยืนยันถึงความน่าเชื่อถือและความแม่นยำร่วมกับซอฟต์แวร์ที่ทันสมัย เครื่อง Speedlight นี้ทำให้การทดสอบง่ายขึ้น และเร็วขึ้นกว่าเดิมอย่างรวดเร็วและเชื่อถือได้ ในความเป็นจริงสามารถทำได้มากกว่าแค่การทดสอบและสามารถไปใช้ระบบในการฝึกฝนได้บ่อยขึ้น ถูกออกแบบการทำงานมาเพื่อให้ใช้งานได้ง่ายมากขึ้นเพื่อความคล่องตัวและการทำซ้ำหลาย ๆ ครั้ง ด้วยการทดสอบที่สามารถทำการทดสอบได้สูงสุด 4 ระยะพร้อมกัน และแต่ละระยะสามารถมีประเภทการทดสอบที่แตกต่างกัน ดังนั้น ผู้ทดสอบสามารถมีเพียงคนเดียวก็สามารถทำการทดสอบความเร็วและความว่องไวของตนเองได้ โดยราคาของเครื่อง Speedlight มีราคาอยู่ที่ประมาณ 17,510 – 595,920 บาท



ภาพที่ 2.11 ลักษณะของ Swift Speedlight Timing Training Systems

(ที่มาของภาพ : <https://performbetter.co.uk/product/swift-neo-wireless-timing-system/636a98e2-6905-4f37-a9ef-71177b336f14-6/>)

ระบบของเครื่อง Speedlight ประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ดังนี้

- 1) ลำแสงคู่สำหรับช่วงเวลาที่เชื่อถือได้ที่สุด
- 2) จุดจัดตำแหน่งเลเซอร์สำหรับการตั้งค่าที่ง่าย
- 3) เครื่องชาร์จแบตเตอรี่อัจฉริยะในตัวสำหรับแต่ละเครื่อง
- 4) โหมดปฏิบัติการเมื่อใช้กับตัวเลือก Speed Strobe
- 5) แสดงผลลัพธ์เป็นตัวเลขด้วยการทำงานร่วมกันกับระบบการวิเคราะห์วีดีโอ

### เครื่อง Sports Timing for Speed

เครื่อง “Sports Timing for Speed” เป็นระบบจับเวลาที่มีการใช้ลำแสงอินฟราเรดเป็นตัวจับเวลา ซึ่งตัวจับเวลาจะมีเป็นคู่ของขาตั้งกล้องที่วางไว้ในระยะทางที่กำหนด แล้วส่งข้อมูลไปยังฮับหรืออุปกรณ์เก็บรวบรวมข้อมูล การจับเวลากับตัวจับเวลาคือถ้าลำแสงหยุดพักเพียงเสี้ยววินาทีนั้นหมายความว่านักกีฬาได้ผ่านระยะทางที่แน่นอนในเวลานั้น แต่การใช้ลำแสงไม่ได้เหมาะกับทุกสถานะในการจับความเร็ว เพราะร่างกายในขณะวิ่งอาจมีแขนและขาอยู่หน้าจุดศูนย์กลางมวลและไม่กี่นิ้วเหล่านั้น จะทำให้ลำแสงเริ่มต้นการทำงาน ดังนั้นจึงทำให้เกิดปัญหาความแม่นยำเล็กน้อย เครื่องจับเวลาบางตัวใช้ระบบลำแสงคู่เพื่อให้แน่ใจว่าไม่มีการตรวจวัดที่ผิดพลาด (อ่านเร็วขึ้น) และระบบขนาดใหญ่หลายแห่งมีขาตั้งกล้องสูงเกือบทั้งหมดจึงถูกวัดเกือบทุกระบบจับเวลามีความน่าเชื่อถือ แต่ในบางครั้งการจับเวลาก็ใช้วิธีการวางกรวยขนาดเล็กเป็นแผนสำรอง หากในการทดสอบบางครั้งนั้นมีความสำคัญและผู้ฝึกสอนควรมีการบันทึกวิดีโอของนักกีฬาต่อไป



ภาพที่ 2.12 การจับเวลาความเร็วในการวิ่งโดยใช้เครื่อง Sports Timing for Speed  
(ที่มาของภาพ : <https://simplifaster.com/articles/buyers-guide-sports-timing/>)

นอกจากนี้ยังมีระบบจับเวลาที่ใช้ในต่างประเทศ และถูกพัฒนาขึ้นมาเพื่อจับเวลาในการแข่งขันกีฬาต่าง ๆ อีกหลายชนิด ซึ่งเครื่องมือส่วนใหญ่ใช้เป็นระบบ IR จับเวลาด้วยลำแสงอินฟราเรด ระบบบางส่วนใช้ในการวิจัยเพื่อให้มีความแม่นยำ เช่น (ออนไลน์, 2558. สืบค้นจาก : <https://simplifaster.com/articles/buyers-guide-sports-timing/>)

**1) Brower Timing :** เป็นระบบจับเวลาทั่วไปที่ใช้ในสหรัฐอเมริกา มีระบบเป็นลำแสงเดียว และต้องใช้เวลาในการตั้งค่าสูงหากเตรียมการแยกหลายครั้ง ระบบนี้ล้ำสมัยต้องใช้แบตเตอรี่ในครัวเรือนและใช้การอ่านค่าที่ดูเชื่อมต่อกับสมาร์ทโฟน แต่ต้องใช้ลิงก์ตัวส่งสัญญาณ มีการวิจัยบางส่วนเพิ่มเติมโดยใช้ระบบจับเวลาสำหรับการทดลองง่าย ๆ และมีการศึกษาเพิ่มเติมโดยใช้ตัวเลือกอื่น ๆ เช่น Microgate และ Swift

2) **Free lap** : เป็นระบบจับเวลาความเร็วที่สามารถจับเวลาได้ดี โดยมีตัวส่งสัญญาณที่มีขนาดเล็กและไม่ต้องใช้อุปกรณ์ที่มีราคาแพง เป็นเครื่องที่สามารถสวมใส่ได้เพียงชิ้นเดียว เนื่องจากต้องใช้ชิปสำหรับนักกีฬาแต่ละคนเพื่อเร่งกระบวนการทำงานและเพื่อระบุว่าคุณกีฬาข้ามผ่านสนามแม่เหล็กของเครื่องส่งสัญญาณ โดยเครื่องนี้มีความสามารถในการจับเวลานักกีฬาหลายคนในเวลาเดียวกันด้วยอุปกรณ์ที่ใช้เวลาน้อยมากในการตั้งค่า ข้อมูลจะถูกส่งไปยังอุปกรณ์ Android หรือ Apple iOS แทนที่แทนที่จะถูกเก็บไว้ในเซนเซอร์เท่านั้น

3) **Microgate** : เครื่องนี้มีระบบจับเวลาสองระบบ ได้แก่ ระบบประตูทั่วไป (Witty) และระบบ Optojump ซึ่งคล้ายกับรางรถไฟมีคาน IR หลายร้อยตลอดเส้นทาง Microgate มีระบบ IMU แต่ไม่ได้ใช้สำหรับนักกีฬา เป็นระบบที่มีการออกแบบที่มีคุณภาพสูงและให้สัญญาณกับผู้ฝึกสอนกีฬา

4) **Swift Performance** : เป็นระบบจับเวลาที่มีคุณสมบัติหลักคือการเชื่อมต่อกับ iPad เนื่องจากผู้ฝึกสอนกีฬาหลายคนต้องการให้ข้อมูลตรงไปยังมือแทนที่จะเป็นแล็ปท็อป สวิตช์ โดยมีจุดเด่นอย่างหนึ่งของระบบจับเวลาของ Swift ก็คือการสตาร์ทด้วยความเร็ว แทนที่จะเป็นแผงปุ่มร่วมกัน เริ่มต้นระบบนี้ใช้ลำแสงใกล้พื้นดินให้มันเป็นความรู้สึกที่เป็นธรรมชาติสำหรับนักกีฬามาก

5) **ระบบจับเวลา Zybek** : เป็นอุปกรณ์ที่มุ่งเน้นไปที่ระบบจับเวลา ซึ่งให้ความสำคัญกับการวัดความว่องไวและมีชุดรวมที่เน้นการทดสอบอเมริกันฟุตบอล นอกเหนือจากฮาร์ดแวร์แล้วยังช่วยอำนวยความสะดวกในการประเมินความเร็วได้ดีขึ้นด้วยโปรแกรมที่เรียกว่า SAT

การวัดความเร็วของนักกีฬาจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่งเป็นส่วนสำคัญในการประเมินว่าควรจัดโปรแกรมการฝึกซ้อมที่มีประสิทธิภาพอย่างไร การวัดความเร็วนั้นไม่ยุ่งยากเหมือนกับการตั้งกรวยและใช้นาฬิกาจับเวลา ในขณะที่การจับเวลาโดยใช้อุปกรณ์เป็นสิ่งที่ดีสำหรับบางสถานการณ์ เช่น การปรับสภาพและการวิ่งระยะไกล เวลาอิเล็กทรอนิกส์เป็นเครื่องมือสำหรับการมองเห็นถึงการเปลี่ยนแปลงที่แท้จริงของความเร็วในการเล่นกีฬา ความสำคัญหลักของการทดสอบความเร็วคือการตัดสินใจเลือกชนิดของอุปกรณ์และระบบที่ใช้ เนื่องจากความเร็วที่เชื่อถือได้และการวัดความเร็วจริงที่ถูกต้องนั้นยากที่จะมองเห็น

จากการศึกษาเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาเครื่องจับเวลาและความเร็วในการวิ่ง หรือเครื่องจับเวลาที่ใช้ในการแข่งขันกีฬาประเภทอื่น ๆ นั้น พบว่า ยังไม่มีงานวิจัยในประเทศไทยที่มีการศึกษาเกี่ยวกับการสร้างและพัฒนาเครื่องจับเวลา มีเพียงการนำเข้าผลิตภัณฑ์หรือเครื่องมือจากต่างประเทศเข้ามาใช้ประโยชน์ในการแข่งขันเท่านั้น ซึ่งบางเครื่องมีราคาค่อนข้างสูงมาก ด้วยเหตุนี้ผู้รายงานจึงมีความสนใจที่จะสร้างและพัฒนาเครื่องจับเวลาในการวิ่ง (Speed Timer) และโปรแกรมวิเคราะห์ความเร็วในการวิ่ง (Speed Analyzer) โดยเครื่องมือที่ผู้รายงานสร้างขึ้นนี้ใช้งบประมาณทั้งสิ้น 3,500 บาท โดยมีรายละเอียดของวัสดุ-อุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ ดังนี้

- 1) เลเซอร์พ้อยเตอร์ Laser pointer จำนวน 4 ตัว ราคาตัวละ 60 บาท รวม 240 บาท
- 2) อุปกรณ์รับสัญญาณรีโมท (Mi-Light) จำนวน 4 ตัว ราคาตัวละ 400 บาท รวม 1,600 บาท

- 3) รีโมทคอนโทรล จำนวน 1 ตัว ราคาตัวละ 300 บาท รวม 300 บาท
  - 4) ชุด IPST – Microbox ขอรับการสนับสนุนมาจากกลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี (งานคอมพิวเตอร์)
  - 5) ขาตั้งกล้อง สำหรับติดตั้ง Laser pointer จำนวน 4 อัน และสำหรับติดตั้ง Camera housing box (กล่องของกล้องวงจรปิด) จำนวน 4 อัน รวม 8 อัน ราคาอันละ 120 บาท รวม 960 บาท
  - 6) Camera housing box (กล่องของกล้องวงจรปิด) จำนวน 4 ตัว ราคาตัวละ 100 บาท รวม 400 บาท
- รวมงบประมาณในการจัดทำเครื่องจับเวลาในการวิ่ง (Speed Timer) ราคารวมทั้ง 4 ชุด รวมเป็นจำนวนเงินทั้งสิ้น 3,500 บาท (สามพันห้าร้อยบาทถ้วน) แต่ละชุดมีน้ำหนักรวม 1.79 กิโลกรัม



ภาพที่ 2.13 น้ำหนักเครื่องจับเวลาในการวิ่ง (Speed Timer)



(ก)



(ข)

ภาพที่ 2.14 เครื่องจับเวลาในการวิ่ง (Speed Timer)

(ก) ขาตั้งกล้องพร้อมอุปกรณ์ Speed Timer น้ำหนักรวม 1.40 กิโลกรัม

(ข) ขาตั้งกล้องพร้อม Laser pointers (เลเซอร์) น้ำหนักรวม 0.39 กิโลกรัม



ภาพที่ 2.15 โปรแกรมวิเคราะห์ความเร็วในการวิ่ง (Speed Analyzer)