สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยบูรพา
ต.แสนสุข อ.เมือง จ.ชลบุรี 20131

รายงานการวิจัย

เรื่อง

เวลาปฏิกิริยาของบุคคลในแต่ละช่วงอายุทั้งชายและหญิง

Reaction time of Men and Women at Difference Age Group

ใช้เฉพาะห้องสมุดบรรณานุกรม
ภาคตะวันออก

คณะผู้วิจัย

เพ็ญจันทร์ ศรีสุขสวัสดิ์

เอนก สูตรมงคล

28 พ.ค. 2545
153508

ภาควิชาพลศึกษาและสันทนาการ

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

มีนาคม 2545

ประกาศคุณูปการ

งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความกรุณาของ รองศาสตราจารย์วิณี ชิดเชิดวงศ์ ที่กรุณาให้คำปรึกษาและข้อเสนอแนะแก่คณะผู้วิจัย คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอขอบคุณกลุ่มตัวอย่างทุกท่าน และพนักงานและเจ้าหน้าที่ รวมทั้งนิสิตของภาควิชาพลศึกษาและสันทนาการ มหาวิทยาลัยบูรพา ที่ได้เสียสละเวลาในการทดสอบเวลาปฏิกิริยาในครั้งนี้ คณะผู้วิจัยขอขอบคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

เพ็ญจันทร์ ศรีสุขสวัสดิ์

เอนก สูตรมงคล

บทคัดย่อ

ความมุ่งหมายของการวิจัยครั้งนี้ เพื่อศึกษาเวลาปฏิกิริยาตลอดร่าง และเวลาปฏิกิริยาอย่างง่ายในแต่ละช่วงอายุทั้งชายและหญิง กลุ่มผู้เข้ารับการทดสอบเป็นเยาวชนและประชาชนทั่วไป จำนวน 3,306 คน (ชาย 2,078 คน หญิง 1,228 คน) อายุตั้งแต่ 8 ถึง 62 ปี ที่เข้าร่วมด้วยความสมัครใจ โดยทำการทดสอบเวลาปฏิกิริยาตลอดร่างโดยการกระโดดให้เท้าทั้งสองลอยพ้นจากแผ่นสวิทตัดวงจรไฟฟ้าเมื่อเห็นแสงไฟ และทดสอบเวลาปฏิกิริยาอย่างง่าย โดยการยกมือให้พ้นจากแผ่นสวิทตัดวงจรไฟฟ้าเมื่อเห็นแสงไฟและได้ยินเสียงจากเครื่องให้สัญญาณ ผลจากการทดสอบเวลาปฏิกิริยาใช้หน่วยวัดเป็นมิลลิเซ็คคันด์ โดยจำแนกตามเพศ และกลุ่มอายุ คือ น้อยกว่า 11 ปี, 11-15, 16-20, 21-25, 26-30, 31-35, 36-40, 41-50 และมากกว่า 50 ปีขึ้นไป รายงานผลแต่ละรายการเป็นค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และจัดทำเป็นเกณฑ์ปกติ

ผลการวิจัย พบว่า

1. เวลาปฏิกิริยาตลอดร่าง และเวลาปฏิกิริยาอย่างง่ายที่กระตุ้นด้วยเสียง ทั้งเพศชายและหญิงจะพัฒนาเร็วขึ้นเมื่ออายุมากกว่า 10 ปี และในเพศชายจะเร็วที่สุดเมื่อมีอายุ 26-30 ปี ส่วนเพศหญิงจะเร็วที่สุดเมื่ออายุ 21-25 ปี หลังจากนั้นเวลาปฏิกิริยาจะค่อย ๆ ลดลง อย่างไรก็ตามเวลาปฏิกิริยาตลอดร่างของเพศชายก็จะเร็วกว่าเพศหญิงทุกช่วงอายุ

2. เวลาปฏิกิริยาอย่างง่ายที่กระตุ้นด้วยเสียงทั้งเพศชายและหญิงก็จะพัฒนาเร็วขึ้นเมื่ออายุมากกว่า 10 ปีเช่นกัน แต่ชายจะค่อย ๆ พัฒนาเร็วขึ้นจนเร็วที่สุดเมื่อมีอายุ 31-35 ปี และคงไว้จนถึงอายุ 40 ปีจึงลดลง ส่วนหญิงจะค่อย ๆ พัฒนาเร็วขึ้นจนเร็วที่สุดเมื่อช่วงอายุ 21-25 ปีเช่นเดิม

3. จากการศึกษาครั้งนี้มีข้อสังเกตว่า เฉพาะเวลาปฏิกิริยาอย่างง่ายของหญิงจะเร็วกว่าชาย ทั้งการตอบสนองต่อเสียงและแสงเมื่ออายุ 41 ปีเป็นต้นไป

ABSTRACT

The study was undertaken to study whole body reaction time (WBR) and simple Reaction time (SR) of male and female in different age groups. A total of 3,306 volunteers (2,078 male and 1,228 female), ranging in age form 8-62 years, participated in the study and were grouped into 10 age groups, e.g. under 11, 11-15, 16-20, 21-25, 26-30, 31-35, 36-40, 41-45, 46-50 and over 50 years old. WBR (timed in millisecond) was obtained when the subject jumped with both feet off the electric platform as the lamp was lit. In SR (timed in millisecond) measurements, first, the subject was requested to lift his/her hand off electric plate as the light was seen and second when a sound signal was heard.

Date were averaged, standard deviation was calculated and norm for each age group Was formulated. Result showed the followings :

1. In general, WBR and SR obtained from a sound signal of both genders were found to develop at a faster rate after the age of 10. Male showed peak WBR during 26-30 years of age while for female peak WBR was at an earlier age (21-25 years). The drop in WBR was found to decrease with age, however, WBR of male was faster than that of female.
2. SR obtained from light signal of both genders was found to develop at a faster rate after the age of 10. Male reached peak development during the age of 31-35 years with maintenance period of another 5 years while female reached peak development during the age of 21-25 years
3. Data also suggested that SR (both on light and sound signals) of female was faster than male after the age of 41 years.

สารบัญ

บทที่		หน้า
1	บทนำ	1
	ภูมิหลัง	1
	ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า	3
	ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
	ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า	3
	นิยามศัพท์เฉพาะ	4
2	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	5
	ความรู้เบื้องต้นของสรีรวิทยาที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนไหว	5
	เวลาปฏิกิริยา	19
	งานวิจัยในประเทศ	25
	งานวิจัยในต่างประเทศ	40
3	วิธีดำเนินการวิจัย	50
	เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย	50
	สถานที่ที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล	50
	วิธีดำเนินการวิจัย	51
	การวิเคราะห์ข้อมูล	57
	สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	57
4	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	58
	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	58
5	สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	79
	ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า	79
	กลุ่มตัวอย่าง	79
	เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	79
	วิธีดำเนินการวิจัย	79

บทที่ หน้า

การวิเคราะห์ข้อมูล..... 80
สรุปผลการศึกษาค้นคว้า..... 80
อภิปรายผล..... 81
ข้อเสนอแนะ..... 82

บรรณานุกรม..... 83

สารบัญตาราง

ตาราง หน้า

1 แสดงผลของเวลาปฏิกิริยาตลอดร่างของเพศชายในแต่ละกลุ่มอายุ (หน่วย = มิลลิเซ็คคันด์) (millisecond)..... 59

2 แสดงเกณฑ์ปกติของเวลาปฏิกิริยาตลอดร่างของเพศชายในแต่ละกลุ่มอายุ (หน่วย = มิลลิเซ็คคันด์) โดยพิจารณาเป็น 3 ระดับ..... 61

3 แสดงผลของเวลาปฏิกิริยาตลอดร่างของเพศหญิงในแต่ละกลุ่มอายุ (หน่วย = มิลลิเซ็คคันด์) 62

4 แสดงเกณฑ์ปกติของเวลาปฏิกิริยาตลอดร่างของเพศหญิงในแต่ละกลุ่มอายุ (หน่วย = มิลลิเซ็คคันด์) โดยพิจารณาเป็น 3 ระดับ..... 64

5 แสดงผลของเวลาปฏิกิริยาอย่างง่ายจากสิ่งเร้าด้วยเสียงของเพศชายในแต่ละกลุ่มอายุ (หน่วย = มิลลิเซ็คคันด์)..... 65

6 แสดงเกณฑ์ปกติของเวลาปฏิกิริยาอย่างง่ายจากสิ่งเร้าของเสียงของเพศชายในแต่ละกลุ่มอายุ (หน่วย = มิลลิเซ็คคันด์) โดยพิจารณาเป็น 3 ระดับ..... 67

7 แสดงผลของเวลาปฏิกิริยาอย่างง่ายจากสิ่งเร้าด้วยเสียงของเพศหญิงในแต่ละกลุ่มอายุ (หน่วย = มิลลิเซ็คคันด์)..... 68

8 แสดงเกณฑ์ปกติของเวลาปฏิกิริยาอย่างง่ายจากสิ่งเร้าของเสียงของเพศหญิงในแต่ละกลุ่มอายุ (หน่วย = มิลลิเซ็คคันด์) โดยพิจารณาเป็น 3 ระดับ..... 70

9 แสดงผลของเวลาปฏิกิริยาอย่างง่ายจากสิ่งเร้าด้วยแสงของเพศชายในแต่ละกลุ่มอายุ (หน่วย = มิลลิเซ็คคันด์)..... 71

10 แสดงเกณฑ์ปกติของเวลาปฏิกิริยาอย่างง่ายจากสิ่งเร้าของแสงของเพศชายในแต่ละกลุ่มอายุ (หน่วย = มิลลิเซ็คคันด์) โดยพิจารณาเป็น 3 ระดับ..... 73

11 แสดงผลของเวลาปฏิกิริยาอย่างง่ายจากสิ่งเร้าด้วยแสงของเพศหญิงในแต่ละกลุ่มอายุ (หน่วย = มิลลิเซ็คคันด์)..... 74

12 แสดงเกณฑ์ปกติของเวลาปฏิกิริยาอย่างง่ายจากสิ่งเร้าของแสงของเพศหญิงในแต่ละกลุ่มอายุ (หน่วย = มิลลิเซ็คคันด์) โดยพิจารณาเป็น 3 ระดับ..... 76

บัญชีแผนภูมิ

แผนภูมิ หน้า

1 แสดงกราฟของเวลาปฏิกิริยาตลอดร่างของเพศชายในแต่ละกลุ่มอายุ (หน่วย = มิลลิเซ็คคันด์)..... 60

2 แสดงกราฟของเวลาปฏิกิริยาตลอดร่างของเพศหญิงในแต่ละกลุ่มอายุ (หน่วย = มิลลิเซ็คคันด์..... 63

3 แสดงกราฟของเวลาปฏิกิริยาอย่างง่ายจากสิ่งเร้าด้วยเสียงของเพศชายในแต่ละกลุ่มอายุ (หน่วย = มิลลิเซ็คคันด์)..... 66

4 แสดงกราฟของเวลาปฏิกิริยาอย่างง่ายจากสิ่งเร้าด้วยเสียงของเพศหญิงในแต่ละกลุ่มอายุ (หน่วย = มิลลิเซ็คคันด์)..... 69

5 แสดงกราฟของเวลาปฏิกิริยาอย่างง่ายจากสิ่งเร้าด้วยแสงของเพศชายในแต่ละกลุ่มอายุ (หน่วย = มิลลิเซ็คคันด์)..... 72

6 แสดงกราฟของเวลาปฏิกิริยาอย่างง่ายจากสิ่งเร้าด้วยแสงของเพศหญิงในแต่ละกลุ่มอายุ (หน่วย = มิลลิเซ็คคันด์)..... 75

7 แสดงกราฟของเวลาปฏิกิริยาตลอดร่างของเพศชายและหญิงในแต่ละช่วงอายุ..... 77

8 แสดงกราฟของเวลาปฏิกิริยาอย่างง่ายทั้งของเพศชายและหญิงที่ใช้สิ่งเร้ากระตุ้นด้วยแสงและเสียงในแต่ละกลุ่มอายุ..... 78

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ หน้า

1 แผ่นยืนกระโดดและป้ายสัญญาณไฟสำหรับการทดสอบเวลาปฏิกิริยาตลอดร่าง..... 52

2 การทดสอบเวลาปฏิกิริยาตลอดร่าง (Whole body reaction time)..... 53

3 ผู้ทดสอบกระโดดเมื่อได้รับสัญญาณไฟ..... 54

4 เครื่องจับเวลา (Reaction timer)..... 55

5 การทดสอบเวลาปฏิกิริยาอย่างง่ายด้วยการได้ยินเสียง..... 55

6 การทดสอบเวลาปฏิกิริยาอย่างง่ายด้วยการมองเห็นแสง..... 56

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

ในการดำเนินชีวิตประจำวันของมนุษย์ การทำงานของร่างกายส่วนใหญ่จะต้องอาศัยความสามารถในการเคลื่อนไหว ซึ่งขึ้นอยู่กับพื้นฐานทางสรีรวิทยาของร่างกายหลายระบบด้วยกัน แต่ที่มีความเกี่ยวข้องกับการเคลื่อนไหวมากที่สุด ได้แก่ ระบบโครงสร้าง ระบบประสาท และระบบกล้ามเนื้อ ดังนั้นในการเคลื่อนไหวใด ๆ ก็ตามจะถูกจำกัดไว้ด้วยคุณสมบัติของระบบประสาทและความพร้อมของระบบกล้ามเนื้อที่มีหน้าที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนไหวนั้น ๆ โดยตรง กระบวนการของความรวดเร็วในการเคลื่อนไหวจะเริ่มตั้งแต่ได้รับสัญญาณให้เริ่มเคลื่อนไหว จนกระทั่งได้ทำงาน หรือเคลื่อนไหวจนหมดภาระหน้าที่แล้ว ถ้ามีการนับระยะเวลาตั้งแต่เริ่มได้รับสัญญาณให้เริ่มเคลื่อนไหวจนกระทั่งเคลื่อนไหวแล้วนั้น มีองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องคือ เวลาปฏิกิริยา (Reaction Time) เวลาเคลื่อนไหว (Movement Time) และเวลาตอบสนอง (Response Time) ในการทำงานเกือบทุกชนิดที่อยู่ภายใต้อำนาจจิตใจก็จะเกี่ยวข้องกับเวลาทั้ง 3 อย่างนี้เสมอ คือจะเกิดปฏิกิริยาก่อน ตามด้วยเวลาเคลื่อนไหว รวมเป็นเวลาตอบสนอง (อนันต์ อัตชู, 2523, หน้า 20)

ในการเคลื่อนไหวร่างกายที่อยู่ภายใต้อำนาจจิต ถ้ามีปฏิกิริยาการรับรู้ การตัดสินใจ และการสั่งงานของระบบประสาทเป็นอย่างดีย่อมจะส่งผลให้มีเวลาปฏิกิริยาดีตามไปด้วย ซึ่งการมีเวลาปฏิกิริยาดีจะส่งผลให้บุคคลนั้นเป็นบุคคลที่ได้เปรียบบุคคลอื่นในการปฏิบัติกิจกรรมที่ต้องอาศัยความคล่องแคล่วว่องไว

มากาเรต (Magaret, 1972, p. 86) กล่าวว่า ความสามารถของมนุษย์ที่แสดงตอบสนองต่อสิ่งเร้าต่าง ๆ นั้นขึ้นอยู่กับความเร็วของเวลาปฏิกิริยา (Reaction Time) และเวลาปฏิกิริยาสำคัญมากต่อการแสดงออก (Performance) ของบุคคลทั่วไป

เวลาปฏิกิริยามีความสำคัญต่อความสามารถในการเคลื่อนไหวในชีวิตประจำวันเป็นอย่างมาก เพราะในชีวิตประจำวันมนุษย์ต้องปฏิบัติภารกิจที่เกี่ยวข้องกับการตอบสนองสิ่งเร้ามากมาย โดยเฉพาะสิ่งเร้าเกี่ยวกับสัญญาณ เช่น สัญญาณไฟจราจร (แดง, เหลือง, เขียว) สัญญาณเสียง (แตร, นกหวีด) เป็นต้น จากสถิติอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นบนท้องถนน พบว่า มีจำนวนไม่น้อยที่มี

สาเหตุมาจากเมื่อรับรู้สัญญาณต่าง ๆ แล้วไม่สามารถเคลื่อนไหวร่างกายเพื่อบังคับยานพาหนะหรือหลบหลีกให้พ้นจากอันตรายได้

ปัจจุบันประเทศไทยได้นำเอาเทคโนโลยีใหม่ ๆ เข้ามาใช้ เพื่อเพิ่มผลผลิตต่าง ๆ ให้เพียงพอกับความต้องการบริโภคของคนในประเทศ และส่งเป็นสินค้าออกจำหน่ายยังนานา ๆ ประเทศ อันเป็นผลให้คนต้องทำงานร่วมกับเครื่องทุ่นแรงจักรกลต่าง ๆ เช่น เครื่องยนต์ เครื่องอีเล็กโทรนิค ซึ่งในการทำงานนั้นต้องอาศัยการเคลื่อนไหวที่มีประสิทธิภาพและรวดเร็ว เวลาปฏิกิริยาจึงเข้ามาเกี่ยวข้องกับการดำรงชีวิตประจำวันมากขึ้น ถ้าบุคคลใดมีเวลาปฏิกิริยาไม่ดีก็อาจได้รับอันตรายจากเครื่องทุ่นแรงต่าง ๆ เหล่านี้ได้ เช่น สูญเสียทรัพย์สิน อวัยวะหรือส่วนของร่างกาย และอาจรุนแรงถึงกับเสียชีวิตได้ เพียงเสี้ยววินาทีเท่านั้น

สำหรับความสำคัญต่อความสามารถในการเล่นกีฬา จรวยพร ธรณินทร์ (2519, หน้า 140) กล่าวว่า โค้ช นักกีฬา มีความสนใจเรื่องความเร็วในการเล่น หรือการตอบสนอง เพราะส่วนที่จะตัดสินว่านักบาสเกตบอลคล่องแคล่ว รวดเร็ว ในการป้องกันประตูอย่างไร เมื่อคู่ต่อสู้เคลื่อนเข้ามา ผู้ที่มีความว่องไวต่อการกระตุ้นในเวลาต่างกันเพียง 0.01 วินาที อาจทำให้คนหนึ่งก้าวไปได้อีกหลายฟุต หรือในกีฬาว่ายน้ำขึ้นอยู่กับประสาทในการควบคุม ทำให้แพ้-ชนะ การแข่งขันที่เริ่มต้นนี้เอง หรือเกี่ยวกับการชกมวย นักมวยคนใดที่ได้รับการฝึกฝนมาอย่างดี จะทำให้เวลาปฏิกิริยาเร็วขึ้นด้วย เวลาของการเคลื่อนไหวก็จะเร็วขึ้นด้วย นั่นคือความสามารถในการรับรู้ของระบบประสาทจะดีขึ้น ผสมกับความสามารถของกล้ามเนื้อจะกลายเป็นว่านักมวยคนนั้นมีความคล่องตัวเพิ่มขึ้น โอกาสที่จะหลบหมัดคู่ต่อสู้ หรือทำการป้องกันและตอบโต้จะเร็วขึ้น จึงเป็นการได้เปรียบของผู้มีเวลาปฏิกิริยาที่เร็วกว่า

เวลาปฏิกิริยาสามารถที่จะทำการฝึกหัดให้ดีขึ้น จรวย แก่นวงษ์คำ (2537, หน้า 5) กล่าวว่า บุคคลที่มีเวลาปฏิกิริยาดีย่อมสามารถเคลื่อนไหวในชีวิตประจำวันได้ดี และการปฏิบัติกิจกรรมกีฬาซึ่งมีลักษณะของการเคลื่อนไหว ทักษะและการฝึกแตกต่างกันไป แต่การฝึกการเคลื่อนไหวหรือฝึกทักษะกีฬาเกือบทุกประเภทก็เพื่อเสริมสร้างสมรรถภาพร่างกาย (Physical Fitness) เพื่อให้สามารถดำรงชีวิตได้อย่างปกติ ทำงานหรือเล่นกีฬาได้มีประสิทธิภาพมากที่สุด นั่นคือเวลาปฏิกิริยาจะเป็นเครื่องมือที่ใช้สำหรับบอกความสามารถทั่วไปในการทำงานของร่างกาย และยังรวมถึงการเคลื่อนไหว ตลอดจนการใช้อวัยวะต่าง ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพในอิริยาบถต่าง ๆ

จากเหตุผลดังกล่าวคณะผู้วิจัยเห็นว่า เวลาปฏิกิริยามีความสำคัญมากทั้งในกิจกรรมชีวิตประจำวันและกิจกรรมทางกีฬา ประชาชนธรรมดา นักกีฬา ควรตรวจสอบสมรรถภาพทางกายด้านเวลาปฏิกิริยาทั้งที่มีอยู่เป็นปกติตามธรรมชาติ หรือเมื่อผ่านการฝึกหัดแล้ว และเพื่อให้ประชาชน นักกีฬา สามารถประเมินสมรรถภาพด้านเวลาปฏิกิริยา คณะผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาถึงเวลาปฏิกิริยาของคนในช่วงอายุต่าง ๆ ว่าคนในแต่ละช่วงอายุนั้นมีเวลาปฏิกิริยาเป็นอย่างไร

นอกจากนี้ผลจากการศึกษาครั้งนี้นำผลมาใช้สร้างเป็นเกณฑ์ปกติของเวลาปฏิกิริยาในแต่ละช่วงอายุไว้เป็นเกณฑ์ในการประเมินต่อไป

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

เพื่อศึกษาเวลาปฏิกิริยาตลอดร่าง และเวลาปฏิกิริยาอย่างง่ายแต่ละช่วงอายุทั้งชายและหญิง

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เป็นข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับสมรรถภาพทางกายด้านเวลาปฏิกิริยา
2. เป็นการกระตุ้นประชาชนในกลุ่มที่ทำการสำรวจให้เห็นความสำคัญของการมีเวลาปฏิกิริยาดี
3. เป็นมาตรฐานของสมรรถภาพทางกายด้านเวลาปฏิกิริยาสำหรับประชาชน
4. เป็นแนวทางการแก้ไข ปรับปรุง สมรรถภาพด้านเวลาปฏิกิริยาของประชาชน
5. ผลการวิจัยเป็นประโยชน์ต่อผู้ฝึกสอนกีฬา นักกีฬา และหน่วยงานต่าง ๆ หลายหน่วยงาน เช่น ทบวงมหาวิทยาลัย กระทรวงศึกษาธิการ กระทรวงมหาดไทย กระทรวงสาธารณสุข กระทรวงอุตสาหกรรม การกีฬาแห่งประเทศไทย และกรมพลศึกษา

ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า

1. กลุ่มตัวอย่างเป็นเยาวชนและประชาชนทั่วไปทั้งชายและหญิง จำนวน 3,306 คน เป็นชาย 2,078 คน หญิง 1,228 คน ที่เข้าร่วมทดสอบเวลาปฏิกิริยาด้วยความสมัครใจ โดยเป็นการสุ่มตัวอย่างที่ไม่เป็นไปตามโอกาส หรือความน่าจะเป็น (non-probability sampling)
2. ตัวแปร
    2.1 ตัวแปรอิสระ
        2.1.1 เพศ แบ่งเป็น
            2.1.1.1 ชาย
            2.1.1.2 หญิง
        2.1.2 อายุ แบ่งเป็น
            2.1.2.1 น้อยกว่า 11 ปี
            2.1.2.2 11-15 ปี
            2.1.2.3 16-20 ปี
            2.1.2.4 21-25 ปี

2.1.2.5 26-30 ปี

2.1.2.6 31-35 ปี

2.1.2.7 36-40 ปี

2.1.2.8 41-45 ปี

2.1.2.9 46-50 ปี

2.1.2.10 มากกว่า 50 ปี

2.1.3 สิ่งเร้าที่ใช้กระตุ้น

2.1.3.1 แสง

2.1.3.2 เสียง

2.2 ตัวแปรตาม

2.2.1 เวลาปฏิกิริยาตลอดร่าง

2.2.2 เวลาปฏิกิริยาอย่างง่าย

นิยามศัพท์เฉพาะ

เวลาปฏิกิริยา (reaction time) หมายถึง เวลาตั้งแต่ร่างกายได้รับการกระตุ้นจากสิ่งเร้าจนกระทั่งจะเริ่มต้นการเคลื่อนไหว หน่วยการวัดเวลาปฏิกิริยาเป็นมิลลิเซ็คคันด์ (millisecond) หรือส่วนพันวินาที

เวลาปฏิกิริยาตลอดร่าง (whole body reaction time) ในการวิจัยครั้งนี้ หมายถึง การที่ร่างกายได้รับสิ่งเร้าจากการมองเห็นแสงสีแดง เวลาจะเริ่มเดิน ผู้เข้ารับการทดสอบจะต้องกระโดดให้เท้าทั้งสองลอยพ้นจากพื้น ขณะที่เท้าพ้นจากพื้นเวลาจะหยุด ซึ่งบอกเวลาเป็นมิลลิเซ็คคันด์

เวลาปฏิกิริยาอย่างง่าย (simple reaction time) ในการวิจัยครั้งนี้ หมายถึง การที่ร่างกายได้รับสิ่งเร้าจากการกำหนดขึ้น 2 ชนิด คือ สิ่งเร้าที่กระตุ้นด้วยแสงจากการมองเห็น และสิ่งเร้ากระตุ้นด้วยเสียงจากการได้ยิน โดยเมื่อเห็นแสงสีแดง เวลาจะเริ่มเดิน ให้ผู้เข้ารับการทดสอบยกมือพ้นจากสวิทตัดวงจรไฟฟ้า เวลาก็จะหยุด และเมื่อได้ยินเสียงหวีดจากเครื่องให้สัญญาณเวลาจะเริ่มเดิน ให้ผู้เข้ารับการทดสอบยกมือพ้นจากสวิทตัดวงจรไฟฟ้า เวลาก็จะหยุด ซึ่งบอกเวลาเป็นมิลลิเซ็คคันด์

บทที่ 2

เอกสารและรายงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ได้ศึกษาค้นคว้าเอกสาร รายงาน และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เรียงตามลำดับดังนี้

1. ความรู้เบื้องต้นของสรีรวิทยาที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนไหว
   - 1.1 ระบบประสาท
     - 1.1.1 การส่งข่าวของประสาท
     - 1.1.2 รีเฟล็กซ์
     - 1.1.3 ระบบประสาทสัมผัส
     - 1.1.4 ระบบประสาทยนต์
     - 1.1.5 ระบบประสาทขั้นสูง
     - 1.1.6 ระบบการเคลื่อนไหวและกล้ามเนื้อ
     - 1.1.7 ระบบรับความรู้สึกพิเศษ
       - 1.1.7.1 การรับรู้ทางสายตา
       - 1.1.7.2 การได้ยิน
2. เวลาปฏิกิริยา
   - 2.1 ความหมายและองค์ประกอบ
   - 2.2 ความสำคัญ
   - 2.3 ปัจจัยที่มีอิทธิพล
   - 2.4 การลดเวลาปฏิกิริยา
3. งานวิจัยในประเทศ
4. งานวิจัยในต่างประเทศ

ความรู้เบื้องต้นของสรีรวิทยาที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนไหว

ชูศักดิ์ เวชแพศย์ (2526, หน้า 91-102) กล่าวว่า ร่างกายมนุษย์เปรียบเสมือนเครื่องกลชนิดหนึ่งซึ่งธรรมชาติเป็นผู้สร้างและปรุงแต่งมานาน ร่างกายมนุษย์ประกอบด้วยอวัยวะต่าง ๆ และแต่ละอวัยวะประกอบด้วยเซลล์ต่าง ๆ มากมายอาจประมาณอย่างคร่าว ๆ ได้ว่ามนุษย์มีเซลล์มากถึง 60 ล้านล้านเซลล์ เซลล์ต่าง ๆ เหล่านี้จะทำงานได้นั้นต้องใช้พลังงานที่ได้จากอาหารซึ่ง

ทำปฏิกิริยากับออกซิเจนเพื่อให้เกิดพลังงาน การทำงานของเซลล์อาศัยปฏิกิริยาเคมีที่ซับซ้อนมากมายหลายอย่าง นอกจากนั้นยังมีของเสียเกิดขึ้นจากการทำงานของเซลล์ด้วย จากที่กล่าวมานี้ร่างกายจึงต้องมีระบบงานหลายระบบ เช่น ระบบทางเดินอาหาร ซึ่งทำหน้าที่นำอาหารซึ่งเปรียบเสมือนวัตถุดิบเข้าไปย่อยเพื่อเปลี่ยนแปลงให้เป็นสารโมเลกุลเล็ก ๆ ที่เซลล์ต่าง ๆ สามารถใช้ประโยชน์ได้ มีระบบหายใจทำหน้าที่นำออกซิเจนเข้าไปในร่างกาย และยังทำหน้าที่ขับคาร์บอนไดออกไซด์ที่เป็นของเสียอย่างหนึ่งออกจากร่างกายด้วย มีระบบการไหลเวียนเลือดซึ่งเปรียบเสมือนระบบขนส่ง ทำหน้าที่ขนส่งอาหารและออกซิเจนไปให้เซลล์ใช้และขนของเสียที่เกิดจากเซลล์ออกมา มีระบบขับถ่ายของเสียโดยเฉพาะ และร่างกายมนุษย์ต้องมีการเคลื่อนไหวเพื่อกระทำกิจกรรมต่าง ๆ เช่น การหาอาหาร การหลีกหนีจากอันตราย ฉะนั้นจึงต้องมีระบบการเคลื่อนไหวซึ่งประกอบด้วยกล้ามเนื้อ กระดูกและข้อต่อ สิ่งสำคัญที่ต้องกล่าวถึงคือ มีระบบควบคุมและประสานงาน เนื่องจากร่างกายประกอบด้วยอวัยวะหลายอย่าง และเซลล์ต่าง ๆ มากมาย ซึ่งจะต้องทำงานประสานกันด้วยดี นั่นคือระบบประสาท

ระบบประสาท

ระบบประสาทในร่างกายมนุษย์ ประกอบด้วยเซลล์ประสาท ซึ่งมีชื่อเรียกเฉพาะว่า นิวโรน (neurone) เซลล์ประสาทนี้มีลักษณะสำคัญซึ่งแตกต่างจากเซลล์ชนิดอื่น ๆ ในร่างกาย คือ มีแขนงยื่นยาวออกจากตัวเซลล์ แขนงดังกล่าวแบ่งได้เป็น 2 พวก คือ เด็นไดรต์ (dendrite) และแอ็กซอน (axon) แขนงทั้งสองพวกนี้มีข้อแตกต่างที่สำคัญตามหน้าที่คือ เด็นไดรต์ ทำหน้าที่นำ "ข่าว" หรือ "คำสั่ง" จากภายนอกเข้าไปในเซลล์ ส่วนแอ็กซอน ทำหน้าที่ตรงกันข้ามคือ นำ "ข่าว" หรือ "คำสั่ง" ออกไปจากตัวเซลล์ประสาท ในร่างกายมนุษย์ประกอบด้วยเซลล์ประสาทมากมาย มีผู้คำนวณว่ามีอยู่ถึงประมาณสามสิบหมื่นล้านตัว แต่ละตัวยังต้องติดต่อกับตัวอื่น ๆ ซึ่งอาจมากถึง 60,000 ตัว บริเวณที่ติดต่อกัน หรือจับกัน เรียกว่า จุดประสาน (synapse)

ระบบประสาทอาจแบ่งเป็นส่วนใหญ่ ๆ ได้ 2 ส่วน คือ

1. ระบบประสาทกลาง คือ สมองและไขสันหลัง ซึ่งประกอบด้วยตัวเซลล์ประสาทส่วนใหญ่
2. ระบบประสาทนอก คือ เส้นประสาทที่อยู่นอกสมอง และไขสันหลัง ประกอบด้วยเด็นไดรต์และแอ็กซอนทั้งสิ้นไม่มีตัวเซลล์อยู่เลย

หน้าที่ของประสาท โดยเฉพาะใยประสาท (nerve fiber) ซึ่งเป็นเด็นไดรต์ หรือแอ็กซอนของเซลล์ประสาท มีหน้าที่สำคัญคือ การนำ "ข่าว" หรือ "คำสั่ง" โดยรวดเร็ว จากแห่งหนึ่งไปยังอีกแห่งหนึ่ง อาจนำเข้าสู่หรือออกจากระบบประสาทกลาง "ข่าว" หรือ "คำสั่ง" ดังกล่าวอาจนำไปโดยรวดเร็วมากถึง 100 เมตร/วินาที ซึ่งเทียบได้กับความเร็ว 360 กิโลเมตร/ชั่วโมง

1. การส่งข่าวของประสาท

ประสาททำงานโดยทำให้เกิดพลังงานประสาทขึ้นแล้วแผ่ออกไป พลังประสาทจึงเป็นรหัสข่าวสาร (coding of information) ซึ่งเปรียบได้กับการส่งรหัสโทรเลขนั่นเอง หากแต่มีวิธีการและรายละเอียดแตกต่างออกไป พลังประสาทส่งออกไปในรูปศักย์ไฟฟ้า ซึ่งประสาทเส้นหนึ่งจะมีศักย์ไฟฟ้าเท่ากันตลอด ฉะนั้นประสาทจึงไม่สามารถส่งข่าวบอกความมากน้อยด้วยการเปลี่ยนความสูงต่ำของศักย์ไฟฟ้า แต่ประสาทบอกความมากน้อยด้วยการเปลี่ยนแปลงความถี่ของพลังประสาท (frequency of nerve impulse) คือเมื่อมีการกระตุ้นแรง ประสาทจะส่งพลังประสาทถี่มาก ในทางตรงกันข้ามเมื่อมีการกระตุ้นค่อย ความถี่ก็น้อย วิธีที่ร่างกายใช้นี้เรียกว่า การแปลงความถี่ (frequency modulation, F.M.) ซึ่งเป็นวิธีทางอิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้กันแพร่หลายในระบบโทรคมนาคม เช่น การส่งคลื่นวิทยุ เป็นต้น ความถี่ที่ประสาทสามารถใช้ได้นั้นถูกจำกัดโดยระยะดื้อของเส้นประสาท อย่างไรก็ดีเส้นประสาทใหญ่จะสามารถฟื้นตัวจากระยะดื้อได้ในเวลาเพียง 1 มิลลิเซ็คคันด์ (millisecond) ความถี่ที่อาจใช้ได้จึงใกล้ 1,000 ครั้ง/วินาที แต่ตามความเป็นจริงความถี่ที่ร่างกายใช้นั้นต่ำกว่านี้มาก เช่น ประสาทยนต์ (motor nerve) ซึ่งมีหน้าที่ส่งคำสั่งให้กล้ามเนื้อหดตัว เพียงเพิ่มความถี่ของพลังประสาทไม่เกิน 50 ครั้ง/วินาที ก็สามารถทำให้กล้ามเนื้อทำงานได้ถึงระดับสูงสุด

2. รีเฟล็กซ์ (Reflex)

รีเฟล็กซ์ คือ การตอบสนองที่อยู่นอกอำนาจจิตใจ รีเฟล็กซ์เป็นตัวอย่างการทำงานอีกชั้นหนึ่งของระบบประสาทที่ต้องอาศัยการทำงานร่วมกันของเซลล์ประสาท เช่น เมื่อปลายนิ้วมือไปแตะถูกวัตถุที่มีความร้อนเข้า ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นคือ ดึงแขนเข้าหาตัวหนีออกจากวัตถุนั้นหรืออาจขยับตัวหนีออกมาด้วย ต่อมาจึงเกิดความรู้สึก ปวด ร้อน ที่นิ้วมือและนึกลำดับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น การงอแขนหรือขยับตัวหนีออกมาเป็นการสนองของรีเฟล็กซ์ ซึ่งไม่อยู่ในอำนาจจิตใจ แต่ความรู้สึก ปวด ร้อน และการลำดับเหตุการณ์ เป็นการทำงานของสมองที่อยู่ในอำนาจจิตใจ ไม่ใช่รีเฟล็กซ์

จะเห็นว่าหน้าที่และประโยชน์ของรีเฟล็กซ์เป็นการป้องกันและหลีกเลี่ยงอันตราย ซึ่งทำงานโดยรวดเร็ว ไม่เสียเวลามาก

ลักษณะทางกายวิภาคศาสตร์ของรีเฟล็กซ์ รีเฟล็กซ์เป็นการทำงานของวงจรประสาท (reflex are) ซึ่งอาจแบ่งเป็นส่วนต่าง ๆ ได้ดังนี้

1. เครื่องรับ (receptor) เป็นอวัยวะที่รับการกระตุ้น เช่น จากตัวอย่างข้างต้น เครื่องรับในผิวหนังบริเวณนิ้วมือ รับการกระตุ้นจากวัตถุที่มีความร้อน เครื่องรับนี้อาจอยู่ภายนอกหรือภายในร่างกายก็ได้

2. ประสาทนำเข้า (afferent pathway) เป็นทางนำ "คำสั่ง" หรือ "ข่าว" จากเครื่องรับเข้าไปยังศูนย์รีเฟล็กซ์ รีเฟล็กซ์ที่ยกตัวอย่างข้างต้นนั้นมีประสาทนำเข้าเป็นประสาทรับสัมผัสซึ่งเป็นแขนงของประสาทมีเดียน (median nerve)

3. ศูนย์รีเฟล็กซ์ (reflex center) เป็นที่รวม "ข่าว" หรือ "คำสั่ง" ต่าง ๆ จากประสาทนำเข้าเพื่อส่งออกไปที่ศูนย์ อาจมีเซลล์ประสาทเชื่อมกลาง (central neuron) ซึ่งช่วยให้การทำงานละเอียดและกว้างขวางขึ้น

4. ประสาทนำออก (efferent pathway) เป็นประสาทที่ทำหน้าที่นำ "ข่าว" หรือ "คำสั่ง" ออกจากศูนย์รีเฟล็กซ์สู่อวัยวะแสดงผล ประสาทนำออกของรีเฟล็กซ์ ได้แก่ ประสาทยนต์ ซึ่งเป็นแขนงของประสาทหลายเส้นที่ไปเลี้ยงกล้ามเนื้อแขน

5. อวัยวะแสดงผล (effector organ) จากตัวอย่างที่ยกมา อวัยวะแสดงผล ได้แก่ กล้ามเนื้อของแขน

ชนิดของรีเฟล็กซ์ อาจแบ่งรีเฟล็กซ์ออกเป็นชนิดต่าง ๆ ได้หลายวิธี ดังนี้

1. ตามระยะเวลาของการเกิด

1.1 มีมาแต่กำเนิด (inborn reflex) เช่น รีเฟล็กซ์ที่ดึงแขนหนีมาจากการที่นิ้วมือสัมผัสกับวัตถุที่ร้อน หรือรีเฟล็กซ์ที่ช่วยปรับความดันเลือดให้ปกติ ทั้ง 2 ชนิดนี้ทำงานได้ตั้งแต่เกิด ไม่ต้องฝึกหัด

1.2 เกิดจากการฝึก (acquired หรือ conditioned reflex) ตัวอย่างในเรื่องนี้ ได้แก่ การเหยียบห้ามล้อ เมื่อมีสิ่งกีดขวางอยู่ข้างหน้า (สำหรับผู้ขับรถเป็น)

2. ตามจำนวนของเซลล์ประสาทในวงจร

2.1 รีเฟล็กซ์ที่มีจุดประสานจุดเดียว (monosynaptic reflex) รีเฟล็กซ์ชนิดนี้ประกอบด้วยเซลล์ประสาทเพียงสองตัวมาต่อกัน ได้แก่ รีเฟล็กซ์ที่ช่วยปรับการทรงตัวของร่างกายเมื่อกล้ามเนื้อถูกยืด (stretch reflex)

2.2 รีเฟล็กซ์มีจุดประสาน 2 จุด (disynaptic reflex) ได้แก่ รีเฟล็กซ์ที่เกิดจากเอ็นของกล้ามเนื้อถูกยืด (Golgi Tendon reflex)

2.3 รีเฟล็กซ์ที่มีจุดประสานหลายจุด (polysynaptic reflex) ได้แก่ รีเฟล็กซ์ที่เกิดจากเอ็นกล้ามเนื้อถูกยืด

3. ตามชนิดของประสาท

3.1 รีเฟล็กซ์กาย (Somatic reflex) วงจรรีเฟล็กซ์ประกอบด้วยระบบประสาทกาย เช่น รีเฟล็กซ์ดึงเท้าหนีออกมา

3.2 รีเฟล็กซ์อัตบาล (autonomic reflex) วงจรใช้ระบบประสาทอัตบาลโดยมากเกี่ยวข้องกับการทำงานภายในร่างกาย เช่น รีเฟล็กซ์ปรับความดันเลือดให้ปกติ

รีเฟล็กซ์ที่แบ่งตามชนิดของประสาทนี้อาจแบ่งตามชนิดของประสาทได้คือ รีเฟล็กซ์ที่ใช้ประสาทสมองเป็นรีเฟล็กซ์สมอง (cranial reflex) รีเฟล็กซ์ที่ใช้ประสาทไขสันหลังเป็นรีเฟล็กซ์ไขสันหลัง (Spinal reflex) เป็นต้น

4. ตามตำแหน่งของเครื่องรับ การแบ่งแบบนี้นำไปใช้เป็นประโยชน์ในทางคลินิก ซึ่งแบ่งเป็นดังนี้

4.1 รีเฟล็กซ์ตื้น (superficial reflex) คือ รีเฟล็กซ์ที่มีเครื่องรับอยู่ภายนอก เช่น ผิวหนัง ตัวอย่างที่ดีของรีเฟล็กซ์ตื้น ได้แก่ รีเฟล็กซ์เมื่อเหยียบหนาม

4.2 รีเฟล็กซ์ลึก (deep reflex) รีเฟล็กซ์พวกนี้มีเครื่องรับรู้ลึกเข้าไป เช่น รีเฟล็กซ์เมื่อกล้ามเนื้อถูกยืด เครื่องรับอยู่ในกล้ามเนื้อ

4.3 รีเฟล็กซ์อวัยวะภายใน (visceral reflex) เครื่องรับอยู่ในอวัยวะภายใน เช่น รีเฟล็กซ์ปรับความดันเลือด มีเครื่องรับอยู่ในผนังหลอดเลือดแดงคาโรติด

เห็นได้ว่ารีเฟล็กซ์หนึ่งรีเฟล็กซ์ใดอาจจัดอยู่ในพวกใดก็ได้ตามวิธีการแบ่ง รีเฟล็กซ์ในคนส่วนใหญ่ต้องใช้เซลล์ประสาทหลายตัว จึงจัดอยู่ในพวกที่มีจุดประสานหลายจุด มีส่วนน้อยที่มีหนึ่ง หรือสองจุด รีเฟล็กซ์เหล่านี้มีมากมายเกี่ยวข้องกับการทำงานในร่างกายทุกระบบ

หน้าที่ของรีเฟล็กซ์

1. เป็นงานขั้นต้นและขั้นกลางของระบบประสาทช่วยแบ่งเบาภาระหน้าที่ของระบบประสาท ซึ่งยุ่งยากและซับซ้อนมาก โดยแยกทำเป็นส่วน ๆ อาจใช้วงจรง่าย ๆ จนถึงขั้นยุ่งยากมาก เช่น รีเฟล็กซ์ที่เกิดจากการฝึก ร่างกายมีงานที่ต้องทำอยู่ตลอดเวลามากมายหลายอย่าง การทำงานแบบรีเฟล็กซ์จึงช่วยรับภาระไปแต่ละอย่าง และรีเฟล็กซ์บางอย่างต้องทำงานอยู่ตลอดเวลาไม่มีหยุด ถ้าต้องใช้การตัดสินใจซึ่งต้องการสมองส่วนที่อยู่ในอำนาจจิตใจมาใช้จะทำไม่ได้ เพราะจะคิดหรือตัดสินใจได้เพียงเรื่องเดียวในขณะเดียว เช่น รีเฟล็กซ์ที่รักษาความดันเลือดให้ปกติอยู่เสมอ หรือรีเฟล็กซ์ที่ช่วยการทรงตัวของร่างกาย

2. ช่วยให้งานนั้น ๆ สำเร็จโดยเร็ว ทันท่วงที เช่น รีเฟล็กซ์เกี่ยวกับการเหยียบหนาม ถ้าทำได้ช้าก็อาจเกิดอันตรายมากขึ้นได้ หรือรีเฟล็กซ์ที่เกี่ยวกับการทรงตัวของกล้ามเนื้อที่ถูกยืด ถ้าทำช้าไปตัวอาจล้มไปเสียก่อน

หน้าที่ของระบบประสาทกลาง

ระบบประสาทในร่างกายมีการทำงานที่ยุ่งยากมากสามารถรับ "ข่าว" ได้นับเป็นพัน ๆ ชนิด เข้าไปประสานในระบบประสาทกลาง แล้วจึงแสดงการสนองออกมาภายนอก

การทำงานของระบบประสาทกลางอาจแบ่งเป็นพวกใหญ่ ๆ ได้ 3 พวก คือ

1. หน้าที่รับสัมผัส (Sensory and perceptual function)
2. หน้าที่ทางด้านยนต์ (Motor and Psychomotor function)

3. หน้าที่ทางด้านจิตใจและหน้าที่ขั้นสูง (Psychic and higher function)

อย่างไรก็ดี การทำงานแต่ละส่วนมีความสัมพันธ์กันอย่างใกล้ชิด

3. ระบบประสาทรับสัมผัส

งานส่วนใหญ่ของระบบประสาทนี้ได้มาจากประสบการณ์ของการรับสัมผัส จากการที่เครื่องรับ (receptor) ถูกกระตุ้นซึ่งอาจจะเป็นเครื่องรับที่อาศัยการเห็น การได้ยิน การสัมผัส หรือเครื่องรับชนิดอื่น ๆ ประสบการณ์ของสัมผัสเช่นนี้อาจทำให้มีปฏิกิริยาโต้ตอบออกมาโดยทันที หรือจะเก็บเป็นความจำไว้เป็น นาที ชั่วโมง หรือเป็นแรมปี เพื่อจะนำมาใช้ช่วยเหลือปฏิกิริยาโต้ตอบของร่างกายในอนาคต การทำงานของระบบประสาทสัมผัสมีขั้นตอนโดยย่อดังนี้คือ พลังประสาทจากเครื่องรับส่งเข้าไปใน (1) ไขสันหลังทุกระดับ (2) เรติคูลาร์ฟอร์เมชัน (reticular formation) ของก้านสมอง (brain stem) (3) สมองน้อย (4) ธาลามัส (thalamus) และ (5) เปลือกสมองใหญ่ส่วนรับสัมผัส (sensory cortex)

หน้าที่ของระบบประสาทรับสัมผัส

หน้าที่สำคัญอย่างหนึ่งของระบบประสาท คือ หน้าที่ในการรับสัมผัสที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมทั้งที่อยู่ภายในร่างกาย (internal environment) และที่อยู่ภายนอกร่างกาย (external environment) ทำให้ร่างกายรับรู้ แล้วจึงมีปฏิกิริยาโต้ตอบหรือแก้ไขด้วยวิธีการที่เหมาะสมต่อไป ความรู้สึกส่วนหนึ่งจะทำให้ระบบประสาทรับรู้แล้วเก็บไว้เป็นความจำ

การเปลี่ยนแปลงสภาวะแวดล้อมนั้นเป็นไปในรูปของพลังงานหลายอย่าง จึงต้องมีเครื่องรับการเปลี่ยนแปลงของภาวะแวดล้อมที่มากระตุ้นเครื่องรับนั้น หลังจากนั้น "กระแสข่าว" ที่เกิดจากการกระตุ้นจะส่งไปตามทางเดินประสาทรับสัมผัส (senseory pathway) ขึ้นไปยังศูนย์ประสาทสัมผัส (sensory center) ในสมอง

ระบบประสาทรับสัมผัส อาจแบ่งได้เป็น 2 พวกใหญ่ ๆ คือ

1. ระบบรับสัมผัสภายนอก
2. ระบบรับสัมผัสภายใน

ระบบรับสัมผัสภายนอก ได้แก่

1. ระบบรับกายสัมผัสทั่วไป (Somatosensory system) เป็นระบบประสาทสัมผัสของร่างกาย ประกอบด้วยระบบรับสัมผัสเฉพาะอย่าง แต่มีเครื่องรับอยู่ทั่วร่างกาย แบ่งได้เป็นการรับสัมผัสแตะต้อง (touch sensation) เจ็บ (pain sensation) ร้อน (warmth sensation) และเย็น (cold sensation)

2. ระบบรับสัมผัสจำเพาะ (Special sensory system) มีอวัยวะรับสัมผัสเฉพาะอย่าง แบ่งได้เป็น 5 อย่างด้วยกัน คือ

2.1 ระบบการเห็น (visual system)

2.2 ระบบการได้ยิน (auditory system)

2.3 ระบบการรับรส (gustatory system)

2.4 ระบบการรับกลิ่น (olfactory system)

2.5 ระบบการทรงตัว (vestibular system)

ระบบรับสัมผัสภายใน มีเครื่องรับอยู่ในอวัยวะภายในต่าง ๆ เช่น ในกระเพาะอาหาร ในหลอดเลือด เป็นต้น

4. ระบบประสาทยนต์

การทำงานของระบบนี้เป็นระบบที่สำคัญมากอีกระบบหนึ่ง มีขอบเขตการทำงานกว้างขวางคือต้องควบคุมการทำงานของอวัยวะหลายพวก ได้แก่ (1) การทำงานของกล้ามเนื้อลายทั่วร่างกาย (2) การทำงานของกล้ามเนื้อเรียบของอวัยวะภายใน และ (3) การคัดหลั่งของต่อมต่าง ๆ ในร่างกาย อวัยวะต่าง ๆ ดังกล่าวเป็นอวัยวะแสดงผล (effector organ) ระบบประสาทยนต์โดยย่อประกอบด้วย ระบบประสาทกลางส่วนต่าง ๆ รวมทั้ง (1) ไขสันหลัง (2) ก้านสมอง (3) เบซัล แกงเกลีย (basal ganglia) และ (4) เปลือกสมองใหญ่ส่วนยนต์ (motor cortex) สมองบริเวณต่าง ๆ ดังกล่าวมีบทบาทเฉพาะในการควบคุมการเคลื่อนไหวของร่างกาย

ระบบประสาทกลางส่วนล่างเกี่ยวกับการสนองของร่างกายต่อการกระตุ้นระบบประสาทสัมผัสโดยอัตโนมัติ ส่วนระบบประสาทกลางส่วนบนเกี่ยวกับการเคลื่อนไหวที่ละเอียดอ่อนและควบคุมโดยระบบความคิดของสมองใหญ่

5. ระบบประสาทขั้นสูง

นอกเหนือจากหน้าที่ของระบบประสาทกลางทางด้านประสาทสัมผัสและประสาทยนต์แล้ว สมองยังมีหน้าที่อีกหลายอย่าง ซึ่งมีการทำงานสลับซับซ้อนมาก จัดอยู่ในพวกหน้าที่สมองขั้นสูงซึ่งจะกล่าวถึงโดยย่อดังต่อไปนี้

5.1 ไฮโปธาลามัส (hypothalamus) มีหน้าที่หลายอย่าง เช่น ควบคุมการทำงานของระบบประสาทอัตบาส ควบคุมการทำงานของต่อมไร้ท่อ มีบทบาททางด้านพฤติกรรม ควบคุมการทำงานของอวัยวะภายในและเมตาโบลิซึมหลายอย่าง

5.2 ระบบประสาทลิมบิค (limbic) ซึ่งประกอบด้วยเปลือกสมองใหญ่ทางด้านหน้าล้อมรอบส่วนของสมองที่มีไฮโปธาลามัสซึ่งอยู่ในใจกลาง ระบบประสาทนี้ทำหน้าที่เกี่ยวกับพฤติกรรมต่าง ๆ ของร่างกาย

5.3 หน้าที่เกี่ยวกับการเก็บความจำของร่างกาย ต้องอาศัยการประสานงานของสมองหลายส่วน ทำให้สมองมีความสามารถเก็บความจำไว้ได้มากมาย และเก็บอยู่ได้เป็นเวลานาน

5.4 ความมีสติ (consciousness) ของร่างกาย อาศัยการประสานงานของสมองหลายส่วน แต่ที่สำคัญคือ ต้นตอของความมีสติอยู่ที่ส่วนของสมองที่เรียกว่า เรติคูลาฟอร์เมชัน ซึ่งอยู่ที่บริเวณก้านสมอง

5.5 การออกเสียงและการพูด การพูดนอกจากจะอาศัยการทำงานของระบบประสาทที่ควบคุมกล้ามเนื้อของระบบการหายใจ กล้ามเนื้อของกล่องเสียง คอ ช่องปากและลิ้นแล้ว ยังต้องอาศัยศูนย์ประสาทที่เกี่ยวกับการพูดซึ่งอยู่ที่เปลือกสมองใหญ่อีก 2 แห่ง คือ ศูนย์สั่งการพูด (expressive speech centre) ทำหน้าที่สร้างคำพูด และศูนย์รับการพูด (receptive speech centre) ซึ่งทำหน้าที่รับและเข้าใจความหมายของคำพูด

6. ระบบการเคลื่อนไหวและกล้ามเนื้อ

ระบบการเคลื่อนไหวของร่างกายอาศัยการทำงานของกล้ามเนื้อลายเป็นตัวออกแรงทำงาน โดยอาศัยกระดูกเป็นคาน และข้อต่อเป็นจุดหมุน (fulcrum)

กล้ามเนื้อในร่างกายมีอยู่ 3 ชนิด คือ (1) กล้ามเนื้อลาย (2) กล้ามเนื้อเรียบ (3) กล้ามเนื้อหัวใจ

การทำงานของกล้ามเนื้อ คือ การหดตัวและได้แรงงานออกมา โดยทั่วไปกล้ามเนื้อลายทำงานโดยการดึงกระดูกให้เคลื่อนที่เชิงมุม (angular motion) โดยมีข้อต่อเป็นจุดหมุน นอกจากกล้ามเนื้อของลิ้นซึ่งทำงานเคลื่อนที่ทางตรง (linear motion) ได้ งานที่ได้จากกล้ามเนื้อลาย = แรงดึง x ระยะทาง ส่วนกล้ามเนื้อเรียบและกล้ามเนื้อหัวใจประกอบเป็นผนังของอวัยวะกลวง งานที่ทำได้จึงเกิดจากการเปลี่ยนความดันและปริมาตรเป็นส่วนใหญ่

กล้ามเนื้อลาย

เป็นอวัยวะที่ใหญ่ที่สุดและมีอยู่ถึงร้อยละ 40 ของน้ำหนักตัว กล้ามเนื้อทั้งมัดประกอบด้วยหลายมัดย่อย (bundle) และแต่ละมัดย่อยประกอบด้วยใย (fiber) ใยกล้ามเนื้อมีขนาดประมาณ 60 ไมครอน และมีความยาวตั้งแต่ 2-10 เซนติเมตร แต่ละใยประกอบด้วยใยฝอย (fibril) ซึ่งมีขนาดประมาณ 1 ไมครอน แต่ละใยฝอยประกอบด้วยไมโอฟิลาเมนท์ (myofilament) อันเป็นหน่วยเล็กที่สุดของกล้ามเนื้อที่ทำงาน ซึ่งประกอบด้วยแอ็คติน (actin) และไมโอซิน (myosin) แอ็คตินเป็นเส้นบาง ยาว 1 ไมครอน และหนา 50 อังสตรอม ส่วนไมโอซินยาว 1.5 ไมครอน และหนา 100 อังสตรอม

กลไกการทำงาน กล้ามเนื้อลายเป็นอวัยวะใหญ่ ในการทำงานต้องได้รับคำสั่งมาจากระบบประสาทกลาง และเพื่อให้การแผ่คำสั่งไปได้กว้างขวางและรวดเร็ว จึงต้องอาศัยการเปลี่ยนแปลงทางไฟฟ้าทั้งการทำงานต้องอาศัยพลังงานอย่างมาก ฉะนั้นการเปลี่ยนแปลงทางเคมีจึงมีความสำคัญไม่น้อย หลังจากนั้นจึงมีการเปลี่ยนแปลงทางโครงสร้าง แล้วจึงตามด้วยการเปลี่ยนแปลงเชิงกล อย่างไรก็ดีการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ไม่ได้เป็นไปตามลำดับขั้นทีเดียว มีการ

เหลื่อมล้ำกันบ้าง

การเปลี่ยนแปลงทางไฟฟ้า เมื่อมี "ข่าว" หรือ "คำสั่ง" ผ่านจุดประสานระหว่างประสาทกับกล้ามเนื้อ จะมีการดีโปลาไรซ์ที่เยื่อหุ้มกล้ามเนื้อแล้วแผ่ไปตามเยื่อหุ้มกล้ามเนื้อด้วยความเร็วประมาณ 5 เมตร/วินาที เยื่อหุ้มกล้ามเนื้อมีศักย์ไฟฟ้าในภาวะปกติเช่นเดียวกับประสาทคือ ภายในเป็นลบมากกว่าภายนอก 70 มิลลิโวลท์ มีข้อแตกต่างอย่างหนึ่ง คือ ความจุไฟฟ้าของเยื่อหุ้มกล้ามเนื้อสูงกว่าประมาณ 5 ไมโครฟารัด/ตารางเซนติเมตร (ประสาทมีเพียง 2 ไมโครฟารัด/ตารางเซนติเมตร) ค่าที่สูงกว่าเนื่องมาจากซาร์โคพลาสมิกเรติคูลลัม (sarcoplasmic reticulum) ซึ่งมีหลอยฝอย (transverse tubule) ติดต่อกับพื้นหน้าของเยื่อหุ้ม เมื่อคลื่นดีโปลาไรซ์แผ่ถึง หลอดฝอยนี้จะดีโปลาไรซ์แล้วปล่อยแคลเซี่ยมไอออนออกมา จากนั้นก็เข้าสู่การเปลี่ยนแปลงทางเคมี

การเปลี่ยนแปลงทางเคมี การเปลี่ยนแปลงทางเคมีในกล้ามเนื้ออาจแบ่งได้ 2 อย่าง คือ

1. การเปลี่ยนแปลงทางเคมีที่เกี่ยวกับการหดตัว สารเคมีที่สำคัญในกล้ามเนื้อที่เกี่ยวข้องกับการหดตัว คือ โปรตีน การหดตัว (contractile protein) มีอยู่ 3 ชนิด คือ

1.1 แอ็คติน มีอยู่ร้อยละ 15 เป็นส่วนประกอบของเส้นใยชนิดบาง (thin filament)

1.2 ไมโอซิน มีอยู่ร้อยละ 35 เป็นเอนไซม์อะดีโนซีนไตรฟอสฟาเทส (adenosine triphosphatase-ATP-ase) ซึ่งเป็นส่วนประกอบของเส้นใยชนิดหนา (thick filament)

1.3 โทรโปไมโอซิน (tropomyosin) มีอยู่ร้อยละ 10 บทบาทยังไม่ทราบแน่ แต่เชื่อว่าทำหน้าที่คล้ายสวิตซ์ทำให้มีการหดตัวและหยุดหดตัว

เชื่อว่าเมื่อแอ็คตินรวมกับไมโอซินจะได้แอ็คโตไมโอซิน (actomyosin) แต่การรวมนี้ต้องอาศัยอะดีโนซีนไตรฟอสฟาเทส จึงจะทำให้มีการหดตัวของกล้ามเนื้อตามมา

2. การเปลี่ยนแปลงทางเคมีที่เกี่ยวกับการใช้พลังงาน

2.1 อะดีโนซีนไตรฟอสฟาเทส เป็นสารที่จำเป็นสำหรับการหดตัวของกล้ามเนื้อและให้พลังงานมาก แต่มีเก็บไว้ในกล้ามเนื้อน้อยมาก มีเพียง 3 มิลลิโมลต่อกล้ามเนื้อหนึ่งกิโลกรัม และใช้สำหรับการหดตัวของกล้ามเนื้อได้เพียง 8 ครั้งเท่านั้น

2.2 ครีเอตีนฟอสเฟต (creatine phosphate) เป็นแหล่งสะสมพลังงานในกล้ามเนื้อที่สามารถนำออกมาใช้ได้ทันทีเปรียบเทียบได้กับแบตเตอรี่ที่เก็บไฟฟ้าของระบบเครื่องยนต์ ครีเอตีนฟอสเฟตมีอยู่ในกล้ามเนื้อ 20 มิลลิโมล/กิโลกรัม ซึ่งทำให้กล้ามเนื้อหดตัวได้ประมาณ 100 ครั้ง

2.3 ไกลโคเจนในกล้ามเนื้อ เป็นต้นตอที่สำคัญของพลังงานที่กล้ามเนื้อใช้ มีอยู่ถึง 100 มิลลิโมล/กิโลกรัม (ของน้ำตาลเฮ็กโซส) ซึ่งกล้ามเนื้อสามารถใช้หดตัวได้ถึง 20,000 ครั้ง

การสลายไกลโคเจนเพื่อให้ได้พลังงานมานั้นมี 2 วิธีด้วยกัน คือ

1. การสลายโดยไม่ใช้ออกซิเจน (anaerobic glycolysis)

2. การสลายโดยใช้ออกซิเจน ไกลโคเจนจะสลายเป็นคาร์บอนไดออกไซด์ และน้ำ ทำให้ได้พลังงานมากมาย

จากการทดลอง ถ้าให้กล้ามเนื้อทำงานในที่ไม่มีออกซิเจน จะทำงานได้น้อย คือหดตัวได้เพียง 600 ครั้งเท่านั้น

การเปลี่ยนแปลงทางโครงสร้าง เมื่ออะดีโนซีนไตรฟอสฟาเทส สลายให้พลังงานออกมาจะไปเร่งปฏิกิริยาเคมีทำให้เส้นใยชนิดหนา และเส้นใยชนิดบาง ซึ่งประสานกันอยู่เลื่อนเข้าไปหากัน จึงทำให้กล้ามเนื้อสั้นเข้าไป

การเปลี่ยนแปลงเชิงกล เมื่อกล้ามเนื้อมีการเปลี่ยนแปลงตามลำดับขั้นจนถึงมีการเปลี่ยนแปลงเชิงกล คือการหดตัว ในการทดลอง ถ้าตัดกล้ามเนื้อออกมาแล้วทำการกระตุ้นเพื่อบันทึกความยาว หรือความตึงของกล้ามเนื้อ โดยบันทึกคลื่นกล้ามเนื้อ (myogram) เปรียบเทียบความสัมพันธ์กับศักย์ไฟฟ้าของกล้ามเนื้อที่เกิดขึ้นด้วย จะเห็นว่าศักย์ไฟฟ้าของกล้ามเนื้อเกิดขึ้นก่อนการเปลี่ยนแปลงเชิงกลเมื่อกระตุ้นกล้ามเนื้อ จะต้องใช้เวลาจำนวนหนึ่งก่อนที่จะมีการเปลี่ยนแปลงในความยาวหรือความตึงเรียกว่า ระยะแฝง (latency period) ซึ่งกินเวลาประมาณ 10 มิลลิเซ็คคันด์ จึงเข้าสู่ระยะหดตัว (contraction period) และระยะคลายตัว (relaxation period) ซึ่งกินเวลาประมาณ 40 และ 50 มิลลิเซ็คคันด์ ตามลำดับ

ชนิดของการหดตัวเชิงกล การหดตัวเชิงกลอาจแบ่งได้เป็น 2 อย่าง คือ

1. การหดตัวแบบไอโซเมตริก (isometric contraction) การหดตัวชนิดนี้ความยาวของกล้ามเนื้อคงที่ แต่ความตึงเปลี่ยนไป

2. การหดตัวแบบไอโซโทนิค (isotonic contraction) การหดตัวชนิดนี้ความตึงของกล้ามเนื้อคงที่ แต่ความยาวเปลี่ยนไป

อาจช่วยให้เข้าใจการทำงานทั้งสองชนิดนี้ได้โดยคิดถึงการทำงานของกล้ามเนื้อในร่างกายจริง ๆ เมื่อใช้มือขวายกน้ำหนักโดยพยายามใช้กล้ามเนื้อไบเซฟส์ (biceps) ออกแรงดึงเพื่อให้ข้อศอกงอในระยะแรกที่แรงของกล้ามเนื้อน้อยกว่าน้ำหนักของวัตถุ จะยังยกวัตถุไม่ขึ้น ความยาวของกล้ามเนื้อไบเซพส์จะไม่เปลี่ยน แต่ความตึงจะเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ การทำงานของกล้ามเนื้อในระยะนี้จะเป็นชนิดไอโซเมตริก ต่อมาเมื่อแรงดึงของกล้ามเนื้อมากกว่าน้ำหนักของวัตถุ แขนจะงอและยกน้ำหนักขึ้น กล้ามเนื้อจะสั้นเข้า การหดตัวในระยะนี้เป็นชนิดไอโซโทนิก ฉะนั้นการทำงานของกล้ามเนื้อในร่างกายส่วนใหญ่มักจะมีการทำงานทั้งสองชนิดนี้ร่วมกัน นอกจากการทำงานบางระยะที่มีการหดตัวเพียงชนิดเดียว

หน่วยยนต์ (Motor unit)

กล้ามเนื้อในร่างกายมีการทำงานเป็นหน่วย หน่วยเล็กที่สุดที่จะทำงานได้เรียกว่า หน่วยยนต์ ซึ่งประกอบด้วยประสาทยนต์หนึ่งเส้น กับเส้นใยกล้ามเนื้อจำนวนหนึ่งซึ่งเลี้ยง

ด้วยใยประสาทยนต์นั้น (ในร่างกายมนุษย์มีกล้ามเนื้อ 2.7 x 10^8 และมีประสาทยนต์ประมาณสี่แสนเส้น) ขนาดของหน่วยยนต์แตกต่างกันตามตำแหน่งและงานที่กล้ามเนื้อต้องทำ กล้ามเนื้อที่ต้องทำงานละเอียด เช่น กล้ามเนื้อลูกตา หน่วยยนต์ประกอบด้วยกล้ามเนื้อเพียง 4-5 ใย แต่ถ้าเป็นกล้ามเนื้อมัดใหญ่ที่ไม่ต้องทำงานละเอียด จะมีใยกล้ามเนื้อหลายร้อยหรือเป็นพันใย เช่น กล้ามเนื้อน่อง (gastrocnemius) จะมีใยกล้ามเนื้อ 1,000-2,000 ใย

งานของกล้ามเนื้อลาย กล้ามเนื้อลายในร่างกายสามารถออกแรงดึงได้มาก เช่น กล้ามเนื้อในร่างกายซึ่งมีถึง 2.7 x 10^8 ใย สามารถดึงน้ำหนักได้รวมกันถึง 25 ตัน หรือกล้ามเนื้อน่องขณะวิ่งจะยกน้ำหนักได้ถึง 6 เท่าของน้ำหนักตัว

มีผู้ได้ศึกษาแรงดึงของกล้ามเนื้อ และพบว่าแรงดึงของกล้ามเนื้อในชายเฉลี่ย 6.3 กิโลกรัม ต่อพื้นที่ภาคตัดของกล้ามเนื้อ 1 ตารางเซนติเมตร ในหญิงได้ค่าไม่แตกต่างจากชาย

แต่การทำงานจริง ๆ ในร่างกายนั้น กล้ามเนื้อต้องเสียเปรียบอยู่มาก เช่น ในการงอข้อศอก กล้ามเนื้อไบเซพส์ต้องดึงกระดูกที่อยู่ห่างจุดหมุนเพียงไม่กี่เซนติเมตร แต่ต้องยกน้ำหนักด้วยมือที่อยู่ห่างจากจุดหมุนถึง 10-20 เท่า ทำให้กล้ามเนื้อไบเซพส์ต้องออกแรงดึงมากกว่าน้ำหนักที่ต้องยก 10-20 เท่า นอกจากนั้นทิศทางของใยกล้ามเนื้อไม่ได้อยู่ในแนวของแรงดึงอีกด้วย การเสียเปรียบดังกล่าวนี้ร่างกายต้องยอม เพื่อประโยชน์บางประการ เช่น เพื่อลดรูปร่างของร่างกายให้เหมาะสม และดูสวยงาม

7. ระบบรับความรู้สึกพิเศษ (Special Sense Organ System)

บัวรอง ลิ่วเฉลิมวงศ์ (ม.ป.ป., หน้า 68) กล่าวว่า ร่างกายมนุษย์จะดำรงชีวิตอยู่ได้จะต้องมีระบบรับความรู้สึก ซึ่งประกอบด้วยอวัยวะรับความรู้สึกภายใน เพื่อรักษาหรือปรับสิ่งแวดล้อมภายในร่างกายให้คงที่อยู่เสมอ (โดยมาตรการ homeostasis) และอวัยวะรับความรู้สึกภายนอกสำหรับให้ร่างกายได้รับรู้การเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ของสิ่งแวดล้อมภายนอก และมีการตอบสนองที่เหมาะสม

อวัยวะรับความรู้สึกจากภายนอกร่างกาย (exteroceptive receptors) ส่วนใหญ่ก็คือปลายประสาทรับความรู้สึก (afferent nerve ending) ซึ่งอาจกระจายอยู่ทั่วไปตามผิวหนัง เช่น ปลายประสาทรับสัมผัสและแรงกด (meissner's และ pacinian corpuscles) หรือรวมกลุ่มกันอยู่เฉพาะที่ เช่น ต่อมรับรสบนลิ้น และเซลล์รับกลิ่นบนเยื่อบุช่องจมูก หรือประกอบเป็นระบบอวัยวะที่ซับซ้อน เช่น หู และตา เป็นต้น

7.1 การรับรู้ทางสายตา (Vision)

ชูศักดิ์ เวชแพศย์ (2540, หน้า 662-725) กล่าวว่า การรับรู้ทางสายตาหรือการเห็น (vision) เป็นความรู้สึกที่สำคัญที่สุดของความรู้สึกทั้งหมด บุคคลที่ตาบอดจะเรียนรู้ได้โดยใช้ความรู้สึกอื่น ๆ ในระดับที่สูงมาก แต่เมื่อสูญเสียการเห็นเสียแล้วความรู้สึกที่จะให้ความละเอียด

มากขึ้นไปอีกก็จะเป็นไปไม่ได้ มนุษย์ต้องใช้การเห็นสำหรับการป้องกัน สำหรับการทรงตัว (Equilibration) สำหรับการประสานงาน (Coordination) สำหรับการพักผ่อน และสำหรับการชื่นชม

ตามหลักแล้วการเห็นก็เหมือนกับแบบอย่างของการรับความรู้สึกอื่น ๆ คือ ต้องมีอวัยวะรับความรู้สึก (Sense Organ) มีทางเดินของประสาทที่นำเข้า (Afferent Pathway) ซึ่งนำความรู้สึกไปยังประสาทแปลความรู้สึก (Cerebral Cortex) เพื่อแปลความรู้สึก ดังนั้นโครงสร้างทางกายวิภาคของการมองเห็นประกอบด้วย

1. ตา (Eye)
2. ทางเดินของประสาทที่เกี่ยวกับการเห็น (Visual Pathway)
3. อาณาเขตเกี่ยวกับการเห็นในประสาทแปลความรู้สึก (Visual Area of Cerebral Corlex)

กระบวนการของการมองเห็น การที่ตาสามารถจะมองเห็นได้ต้องอาศัยกระบวนการ 4 ประการ คือ

1. การหักเหของแสงในขณะที่ผ่านลูกตา ซึ่งส่วนของกระจกตาดำ (Cornea) ของเหลวที่อยู่ห่อหุ้มตาด้านนอก (Aqucous Humour) ตาดำ (Pupil) แก้วตา (Lens) และของเหลวที่อยู่ภายในลูกตา (Viterous Body) นี้จะช่วยให้เกิดการหักเหของแสงให้ตาที่จอตา (Retina) พอดี ซึ่งจะทำให้เห็นได้ชัดเจน

2. การปรับตัวของแก้วตา (Lens) เพื่อให้แสงตกที่จอตา (Retina) พอดี การปรับตัวของแก้วตานี้ โดยอาศัยกล้ามเนื้อซิเลียรี่ (Ciliary muscles) เช่น ถ้าแก้วตาต้องการให้มีส่วนโค้งมากในการมองดูระยะใกล้ ๆ กล้ามเนื้อนี้จะหดตัวมากจึงทำให้มองเห็นได้ชัด ถ้าดูไกล ๆ กล้ามเนื้อนี้จะหดตัวน้อย

3. การหดตัวของกล้ามเนื้อม่านตา (Ilis) ให้แสงผ่านเข้าตาดำ (Pupil) มากน้อยตามต้องการ

4. การเคลื่อนไหวของตาเพื่อที่จะให้เห็นภาพชัดขึ้น เช่น ถ้ามองภาพใกล้ ๆ ลูกตาทั้งสองจะเคลื่อนเข้าสู่หัวตามากขึ้น เพื่อจะให้การมองเห็นภาพเป็นภาพเดียว ซึ่งต้องอาศัยกล้ามเนื้อภายในลูกตา

ในการมองเห็นนี้เกิดขึ้นเมื่อแสงตกที่จอตา (Retina) ตรงบริเวณร็อดเซลล์ (Rod Cells) และโคนเซลล์ (Cone Cells) เมื่อแสงผ่านร็อดเซลล์และโคนเซลล์มักจะไปกระตุ้นทำให้เกิดกระแสประสาท (Nerve Impulse) ขึ้น ประสาทตา (Optic Nerve) จะนำกระแสประสาทนั้นส่งต่อไปยังศูนย์ที่เกี่ยวกับการเห็น (Visual Center) แล้วจะแปลกระแสประสาทนั้นออกมาในรูปของภาพพจน์ของการมองเห็น

ความสามารถของตานั้นไม่ใช่เพียงแต่เห็นอย่างเดียว ที่จริงในการเห็นนั้นเราอาจจะแยกความหมายของการเห็นออกไปได้อีก คือ

1. การเห็นรูปร่าง
2. การเห็นแสงสว่าง บอกได้ว่ากลางวันกลางคืน แสงสว่างมากน้อย
3. การเคลื่อนไหวของวัตถุ
4. การเห็นสีต่าง ๆ
5. มีความกว้างของการเห็น
6. มีความลึก คือ บอกมิติที่สามได้ อันนี้เป็นคุณสมบัติที่ดีที่สุด เพราะต้องใช้สองตาที่มีความสัมพันธ์กันอย่างลึกซึ้ง

อนันต์ อัตชู (2536, หน้า 11) กล่าวว่า การรับรู้ทางประสาทตาของคนนั้นจำเป็นมากในการเล่นกีฬา เนื่องจากการมองเห็นนั้นสามารถบอกอะไรได้หลายอย่าง เช่น ความเร็วของลูกบอล ความลึก ระยะห่าง ใกล้ไกล เนื่องจากมองเห็นได้ดี การจัดท่าทาง การเตรียมพร้อมและจังหวะ รวมทั้งความแม่นยำ และการทำได้ถูกจังหวะต่าง ๆ จะตามมา ตรงกันข้ามถ้าตามองไม่เห็น หรือเห็นไม่ชัดก็จะทำให้ทุกอย่างคลาดเคลื่อนไปหมด การกะระยะ การเตรียมตัวให้พร้อมก็จะเร็วไปด้วย ความคมของสายตา (Visual Acuity) จะช่วยให้นักมวยหลบหมัดได้เป็นอย่างดี และออกหมัดไปตรงเป้าหมายได้แม่นยำ นักกีฬาที่มีสายตาดีและมุมมองของตากว้าง จะทำให้เห็นคู่ต่อสู้ว่าเคลื่อนไปทางไหน มีที่ว่างอย่างไร ตรงไหน ก็จะสามารถตีตลบ หรือตีย้อนรอยได้ เป็นการได้เปรียบมาก ความสัมพันธ์ระหว่างสาขากับมือ หรือความสัมพันธ์ระหว่างสายตากับปฏิกิริยาในการตอบสนองของประสาทตานั้น สามารถฝึกได้ ฉะนั้นผู้ฝึกควรพยายามฝึกหัดนักกีฬาให้มองที่ลูกบอลตลอดเวลาและฝึกอยู่เสมอจะช่วยให้กะระยะ ความลึก ความเร็ว และปฏิกิริยาในการตอบสนองได้อย่างดียิ่ง กีฬาที่จะต้องใช้ความแม่นยำ เช่น บิลเลียด สนุกเกอร์ ยิงธนู กีฬาประเภทนี้ยิ่งมีความจำเป็นในเรื่องสายตาเป็นอย่างมาก สายตาดี คมชัด และกะระยะและมุมได้เป็นอย่างดี การตีการรับไม่ว่าจะเป็นกีฬาแบดมินตัน เทนนิส หรือเบสบอลก็ตาม สายตามีความสำคัญมาก เพราะจะทำให้ตีแม่นยำขึ้น การรับได้ดีขึ้น ทำให้ความสัมพันธ์ระหว่างประสาทตากับมือประสานกันได้ดียิ่งขึ้น

7.2 การได้ยิน (Hearing)

บัวรอง ลิ่วเฉลิมวงศ์ (ม.ป.ป., หน้า 75-80) กล่าวว่า เราจะมีความรู้สึกได้ยินเมื่อมีคลื่นการสั่นสะเทือนของโมเลกุลของตัวกลางในสิ่งแวดล้อมที่เราอยู่ (ปกติ = อากาศ) เคลื่อนที่มากระทบเยื่อหูและก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงเป็นลำดับขั้นจนถึง auditory receptor cell ของหูส่วนใน สัญญาณประสาทจาก receptor cell จะถูกส่งออกไปยังสมองส่วนที่เหมาะสม คือ Auditory cortex ทำให้เราเกิดความรู้สึกได้ยินขึ้น

โครงสร้างและหน้าที่ของหู

โครงสร้างของหูแบ่งออกได้เป็น 3 ส่วนใหญ่ ๆ ทำหน้าที่แตกต่างกันคือ

1. หูส่วนนอก (outer ear) ประกอบด้วยใบหู (pinna) มีหน้าที่รับและรวบรวมคลื่นเสียงให้ผ่านช่องหูส่วนนอกเข้ามายังเยื่อหู ผนังเยื่อบุช่องหูประกอบด้วยขนและต่อมผลิต Cerumen หรือ ear wax ซึ่งจะทำหน้าที่ป้องกันแมลงและฝุ่นละอองต่าง ๆ ไม่ให้เข้าสู่ภายใน การนำเสียงในช่องหูส่วนนอกนี้อาศัยการสั่นสะเทือนของอากาศ (air conduction)

2. หูส่วนกลาง (middle ear) เป็นโพรงอากาศในกระดูกขมับ (Temporal bone) ติดต่อกับโพรงจมูกและลำคอ เมื่อเคี้ยวหรือกลืนอาหารลิ้นปิดเปิดของ auditory tube จะเปิดอากาศภายในช่องหูส่วนกลางจึงสามารถติดต่อกับอากาศภายนอกได้ เป็นการปรับความดันบนเยื่อหูทั้งสองข้างให้เท่ากัน ทำให้การได้ยินดีขึ้น และช่วยป้องกันการฉีกขาดของเยื่อหู ในช่องหูส่วนกลางนี้จะมีกระดูก 3 ชิ้น เรียก ear ossicles ประกอบด้วย malleus ส่วนปลาย (manubrium) จะแตะอยู่ด้านหลังของเยื่อหู, incus, stapes ส่วนปลาย (foot plate) จะแตะอยู่กับผนังของ oval window

ear ossicles มีหน้าที่เปลี่ยนคลื่นเสียงที่มากระทบเยื่อหูให้เกิดเป็นคลื่นของเหลวขึ้นในหูส่วนใน โดยปรับ impedance ระหว่างอากาศและน้ำให้เหมาะสม ทำให้คลื่นเสียงส่วนใหญ่สามารถเคลื่อนที่เปลี่ยนตัวกลางจากอากาศไปยังน้ำได้โดยไม่สะท้อนกลับหมด

เมื่อมีคลื่นเสียงมากระทบเยื่อหู เยื่อหูจะสั่นสะเทือน (เคลื่อนที่เข้า-ออก) ด้วยความถี่และความแรงเป็นสัดส่วนกับคลื่นเสียงและแรงความสั่นสะเทือนนี้จะถูกถ่ายทอดต่อไปยัง malleus, incus และ stapes การทำงานแบบระบบคานของกระดูกหูทั้ง 3 ชิ้นจะทำให้ระยะทางที่ foot plate ของ Stapes เคลื่อนที่แต่ละครั้งมีค่าเพียง 3/4 ของระยะทางที่ manubrium ของ malleus เคลื่อน ดังนั้นแรงที่ถูกถ่ายทอดมายัง oval window ของหูส่วนในจึงมีค่าเพิ่มเป็น 1.3 เท่าของแรงที่คลื่นเสียงกระทำต่อเยื่อหู การนำคลื่นเสียงส่วนใหญ่จากเยื่อหูไปยังหูส่วนในโดยปกติจะอาศัยระบบคานของกระดูกหูส่วนกลาง ซึ่งเรียกวิธีการนี้ว่า Ossicular conduction

3. หูส่วนใน (inner ear) ประกอบด้วยโครงสร้าง 2 ส่วน คือ ส่วนที่เป็นท่อกลวง (bony labyrinth) และส่วนที่เป็นเนื้อเยื่อ (membranous labyrinth) ซึ่งมีลักษณะเป็นถุงภายในบรรจุของเหลวใสเรียก endolymph หูส่วนในประกอบด้วยระบบอวัยวะซึ่งทำหน้าที่แตกต่างกัน 2 ชุด คือ

3.1 auditory apparatus ได้แก่ cochlea ทำหน้าที่เกี่ยวกับการได้ยิน ในส่วนนี้มี auditory receptor cell ซึ่งทำหน้าที่เปลี่ยนคลื่นเสียงให้เป็น nerve impulse

cochlea เป็นท่อกระดูกกลวงช่องว่างภายในถูกแบ่งออกเป็น 3 ช่องด้วย membrane 2 แผ่น คือ Reissner's (มีลักษณะบางมาก) และ basilar membrane (มีอวัยวะรับคลื่นเสียงความถี่

ต่าง ๆ เรียก organ of corti ซึ่งประกอบด้วย hair cells ตั้งอยู่ ตลอดความยาวตั้งแต่ฐานถึงยอดของ cochlea) ช่องบนเรียก Seala vestibuli ช่องกลางเรียก Scala media ซึ่งมีของเหลวคือ endolymph บรรจุอยู่ และช่องล่างเรียก Scala tympani ภายในบรรจุด้วย perilymph

3.2 vestibular apparatus ได้แก่ semicircular canals และ muculae ทำหน้าที่เกี่ยวกับการทรงตัวและสมดุลย์ของร่างกาย (body equilibrium)

เมื่อมีคลื่นเสียงผ่านหูส่วนนอกและหูส่วนกลางเข้ามาทำให้ oval window สั่นสะเทือน การเคลื่อนที่เข้า-ออกของ oval window จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงความดันขึ้นใน scala vestibuli คลื่นของเหลวที่เกิดขึ้นใน scala vestibuli จะถูกถ่ายทอดผ่าน Reissner's membrane ทำให้เกิดการสั่นสะเทือนอันมีผลให้ขนของ hair cell โค้งงอไปมาและเป็นจุดเริ่มต้นของการเกิดสัญญาณประสาทขึ้นใน auditory nerve fiber จนกระทั่งเกิดการรับรู้เกี่ยวกับการได้ยินและการแปลผลเสียงที่ได้ยิน

เวลาปฏิกิริยา

ความหมายและองค์ประกอบของปฏิกิริยา

จรวยพร ธรณินทร์ (2519, หน้า 140) กล่าวว่า เวลาปฏิกิริยา คือ เวลาที่ผ่านไปตั้งแต่ได้รับการกระตุ้น (Stimulus) จนกระทั่งเริ่มมีการเคลื่อนไหวเกิดขึ้น ซึ่งอาจวัดได้โดยใช้เครื่องไฟฟ้าและใช้เครื่องมือจับเวลาไฟฟ้า

ชูศักดิ์ เวชแพศย์ (2525, หน้า 92-94) กล่าวว่า เวลาปฏิกิริยาจะเริ่มขึ้นจากการที่เส้นใยประสาทที่นำความรู้สึกจากรีเซปเตอร์แล้วผ่านประสาทนำเข้า (Afferent Neuron) เข้าสู่ไขสันหลัง (Spinal cord) ทางรากประสาทข้างหลังด้านบน (Potterior column) ของกล้ามเนื้อขาวของไขสันหลังขึ้นไปสู่ที่เมดูลลา (Medulla) ในเมดูลลาในประสาทที่ขึ้นมานี้จะสัมผัสกับเซลล์ประสาทตัวที่ 2 ที่จะทอดข้ามไปอีกด้านหนึ่งของร่างกายแล้วทอดขึ้นสู่ทาลามัส (Thalamus) ในทาลามัสจะมีประสาทตัวที่ 3 ซึ่งนำข้อมูลเกี่ยวกับความรู้สึกไปสู่เปลือกสมองรับความรู้สึก (Sensory cortex) ซึ่งอยู่ในผิวด้านนอกของสมอง เมื่อสมองแปลความหมายจากข้อมูลที่ได้รับเข้ามาจากเปลือกสมองรับความรู้สึกก็จะส่งผ่านมายังสมองสั่งการ (Motor cortex) และผ่านเซลล์ประสาทหลายตัวในเมดูลลาจนมาถึงไขสันหลัง แล้วผ่านเซลล์ประสาทสั่งการ (Efferent neuron) มาถึงอวัยวะที่แสดงผล (Effector organ) ได้แก่ กล้ามเนื้อบริเวณต่าง ๆ ของร่างกาย เวลาปฏิกิริยาสามารถแบ่งได้ 3 ระยะ คือ

1. เวลารับความรู้สึก คือ เวลาตั้งแต่ปลายประสาทรับความรู้สึกแล้วเดินทางมาจากกระแสประสาทมาถึงประสาทส่วนกลาง

2. เวลาตัดสินใจ เป็นเวลาที่ประสาทส่วนกลางตัดสินใจเลือกวิธีการตอบสนอง

3. เวลาประสาทสั่งการเคลื่อนไหว คือ เวลาตั้งแต่ประสาทส่วนกลางสั่งงานจนกระแสประสาทมาถึงกล้ามเนื้อเริ่มหดตัวทำงานอยู่กับช่วงเวลาตัดสินใจว่าจะสามารถเลือกพฤติกรรมที่ตอบสนองได้เร็วเพียงใด สำหรับการเคลื่อนไหวของกระแสประสาททั้งรับและส่งความรู้สึกไม่ค่อยแตกต่างกันนัก คือจะใช้เวลาประมาณ 90-120 เมตรต่อวินาที

ชูศักดิ์ เวชแพศย์ (2528, หน้า 29) กล่าวว่า เวลาปฏิกิริยานี้ต้องอาศัยทางเดินที่นำพลังประสานจากรีเซปเตอร์ (Receptors) ขึ้นไปสู่สมองส่วนที่อยู่ใต้อำนาจจิตใจ โดยการผ่านเซลล์ประสาทหลายตัวแล้วจึงส่งกลับมายังกล้ามเนื้อ

ชูศักดิ์ เวชแพศย์ และกันยา ปาละวิวัธน์ (2536, หน้า 54) กล่าวว่า เวลาปฏิกิริยา คือเวลาที่ใช้ตั้งแต่มีการกระตุ้นรีเซปเตอร์ให้รับความรู้สึกจนถึงกล้ามเนื้อมีการหดตัว ซึ่งการตอบสนองของการกระตุ้นนั้นเรียกว่า เวลาปฏิกิริยา เวลาปฏิกิริยานี้ต้องอาศัยการเดินทางที่นำพลังประสาทของรีเซปเตอร์ขึ้นไปสู่สมองส่วนที่อยู่ใต้อำนาจจิตใจ โดยการผ่านเซลล์ประสาทหลายตัวแล้วจึงส่งกลับมายังกล้ามเนื้อ เวลาปฏิกิริยานั้นเป็นเพียงส่วนหนึ่งของเวลาการตอบสนองทั้งหมด ซึ่งประกอบด้วยเวลาปฏิกิริยาร่วมกับเวลาการเคลื่อนไหว ซึ่งเป็นเวลาที่เริ่มจากการเคลื่อนไหวครั้งแรกจนถึงการสิ้นสุดการเคลื่อนไหว

ชูศักดิ์ เวชแพศย์ และกันยา ปาละวิวัธน์ (2528, หน้า 214-215) กล่าวว่า เวลาปฏิกิริยาในช่วงเวลาตั้งแต่มีการกระตุ้นจนกระทั่งร่างกายเริ่มมีการเคลื่อนไหว ซึ่ง ทิชเนอร์ (Teichner, 1954) ได้แบ่งเวลาปฏิกิริยาออกเป็น 4 ระยะ คือ

1. ระยะเริ่มการกระตุ้น (Onset of the stimulus)
2. ระยะล่าช้าระยะที่หนึ่ง (First Latency period) เป็นระยะที่รีเซปเตอร์ทำงาน
3. ระยะล่าช้าระยะที่สอง (Second Latency period) เป็นระยะของการส่งผ่านพลังประสาทในสมองส่วนกลางจากเส้นประสาทเข้าไปจนกระทั่งออกมาที่เส้นประสาทยนต์ เป็นเวลาส่วนของความคิดและตัดสินใจ เป็นการทำงานของสมองตั้งแต่ได้รับความรู้สึกถึงเมื่อสั่งการลงมายังกล้ามเนื้อ
4. ระยะล่าช้าที่ระบบหน่วยยนต์ (Delay in the motor process) ก่อนที่กล้ามเนื้อหดตัว

เทเวศร์ พิริยะพฤนท์ (2526, หน้า 55-56) กล่าวว่า เวลาปฏิกิริยา หมายถึง ช่วงเวลาระหว่างร่างกายได้รับการกระตุ้นจนถึงร่างกายเริ่มเคลื่อนไหว เวลาเคลื่อนไหว หมายถึง ช่วงเวลาระหว่างร่างกายเริ่มเคลื่อนไหวจนกระทั่งการเคลื่อนไหวนั้นเสร็จสิ้น และเวลาตอบสนอง หมายถึง ช่วงเวลาตั้งแต่ร่างกายได้รับการกระตุ้นจนกระทั่งร่างกายเคลื่อนไหวเสร็จสิ้น

สุรางค์ เมรานนท์ (2536, หน้า 16) กล่าวว่า เวลาปฏิกิริยาตอบสนอง หมายถึง เวลาที่ใช้ในการตอบสนองของร่างกายต่อสิ่งเร้า นับตั้งแต่สิ่งเร้าเริ่มปรากฏ จนกระทั่งมีการเคลื่อนไหว การแสดงเวลาปฏิกิริยาตอบสนองนี้เป็นการทำงานของสมองส่วนที่อยู่ใต้อำนาจจิตใจ ถ้านักกีฬา

มีความวิตกกังวลจะทำให้มีความเปลี่ยนแปลงทางด้านร่างกาย คือ กล้ามเนื้อเกร็ง ระบบประสาทอัตโนมัติสั่งงานช้า ถ้านักกีฬาฝึกเจริญสติปฏฐาน 4 ความวิตกกังวลจะลดลง ระบบประสาทอัตโนมัติจะสั่งงานเร็วขึ้น จึงทำให้เวลาปฏิกิริยาตอบสนองเร็วขึ้น เวลาตอบสนองดังกล่าวนี้วัดได้จากเครื่องวัดเวลาปฏิกิริยาตอบสนอง มีหน่วยการวัดเป็นส่วนพันของวินาที

เซกจ์ (Sage, 1984, pp. 24-27) กล่าวว่า เวลาปฏิกิริยา คือเวลาที่เกิดขึ้นระหว่างการได้รับการกระตุ้นจนถึงการตอบสนองครั้งแรก การวัดเวลาปฏิกิริยาจะต้องใช้นาฬิกาที่สามารถบันทึกเวลาได้ 1/100 วินาที หรือ 1/1000 วินาที และนาฬิกาจะเริ่มทำงานเมื่อมีสิ่งเร้า (สิ่งที่ไปกระตุ้นประสาทให้ทำงาน)

เชฟเวอร์ (Shaver, 1982, p. 28) กล่าวว่า เวลาปฏิกิริยา คือ ช่วงเวลาระหว่างการรับรู้ของสิ่งที่มากระตุ้นจนถึงเริ่มต้นเคลื่อนไหว วิธีวัดเวลาปฏิกิริยาจะเริ่มตั้งแต่มีการแสดงสิ่งกระตุ้นซึ่งอาจจะเป็นการรับรู้ด้วยการเห็น การได้ยินเสียง การสัมผัส ซึ่งจะทำให้นาฬิกาไฟฟ้าเริ่มทำงานจนกระทั่งผู้ถูกทดสอบเริ่มเคลื่อนไหว นาฬิกาก็จะหยุด เวลาที่ถูกบันทึกนี้จะเป็นเวลาปฏิกิริยา

เดอ วรีย์ (De Vries, 1980, p. 102) ได้อธิบายว่า เวลาปฏิกิริยาในแง่ของพลศึกษาและการกีฬา หมายถึง ช่วงระยะเวลาระหว่างการกระตุ้นและปฏิกิริยาครั้งแรกที่มีต่อการกระตุ้น ปฏิกิริยา ในที่นี้หมายถึงปฏิกิริยาที่อยู่ภายใต้การควบคุมของจิตใจ ความเร็วของเวลาปฏิกิริยาเป็นส่วนประกอบที่มีความสำคัญอันจะนำไปสู่ความมีชัยชนะในการแข่งขันกีฬา เช่น ในการแข่งขันว่ายน้ำ หรือการแข่งขันกรีฑา นักว่ายน้ำหรือนักกรีฑาที่มีเวลาปฏิกิริยาต่อเสียงปืนปล่อยตัวจะมีผลทำให้การออกตัวปฏิบัติได้รวดเร็ว และมีโอกาสนำไปสู่ชัยชนะในการแข่งขันมากกว่า

ความสำคัญของเวลาปฏิกิริยา

ชูศักดิ์ เวชแพศย์ และกันยา ปาละวิวัธน์ (2536, หน้า 309) กล่าวว่า ความเร็วของเวลาปฏิกิริยามีความสำคัญในการกีฬา เช่น ในการวิ่ง และการว่ายน้ำ ผู้ที่มีเวลาปฏิกิริยาเร็วจะเริ่มออกตัวได้เร็วกว่าเมื่อได้รับสัญญาณปืน ในการแข่งขันที่เป็นทีม เช่น ในการเล่นบาสเกตบอล การที่มีเวลาปฏิกิริยาเร็วย่อมได้เปรียบคู่ต่อสู้ เพราะสามารถส่งลูกบอลและรับลูกบอลได้โดยเร็ว รวมทั้งการนำลูกบอลหนีฝ่ายตรงข้าม หรือในกรณีติดตามฝ่ายตรงข้าม เป็นต้น

พยุหพล พานทอง (2538, หน้า 20) กล่าวว่า เวลาปฏิกิริยามีความสำคัญต่อการดำเนินชีวิตประจำวันของมนุษย์เป็นอย่างยิ่ง เพราะในชีวิตประจำวันของคนเรานั้นต้องมีการเคลื่อนไหวร่างกายส่วนต่าง ๆ ทั้งในกิจกรรมที่ทำโดยทั่ว ๆ ไปในการดำเนินชีวิต และกิจกรรมทางด้านกีฬาหรือการออกกำลังกายซึ่งต้องอาศัยความคล่องตัวในการปฏิบัติกิจกรรมนั้น ๆ ตัวอย่างที่เห็นได้ชัดของเวลาปฏิกิริยาที่พบเห็นได้ในชีวิตประจำวันของคนทั่วไปคือ การขับรถยนต์ซึ่งต้องมีการยกเท้าเหยียบห้ามล้อเมื่อเห็นสิ่งกีดขวางหรือสัญญาณไฟแดง การยกเท้าเหยียบห้ามล้อนี้เป็นการกระทำที่อาศัยการสั่งการของสมองส่วนที่อยู่ภายใต้อำนาจจิตใจ เวลาที่ใช้ในการยกเท้าเหยียบ

ห้ามล้อจึงเป็นเวลาปฏิกิริยา หากผู้ขับรถมีปฏิกิริยาดี ผนวกกับความไม่ประมาทและการปฏิบัติตามกฎจราจรอย่างเคร่งครัดแล้วก็จะเป็นการช่วยป้องกัน หรือลดอุบัติเหตุที่อาจเกิดขึ้นได้ เพราะในเวลาเพียงเสี้ยววินาทีอาจหมายถึงอันตรายที่จะเกิดขึ้นต่อชีวิตและทรัพย์สินทั้งของตนเองและผู้อื่น

ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อเวลาปฏิกิริยา

1. อายุและเพศ ความสำคัญของอายุที่มีต่อเวลาปฏิกิริยาได้รับความสนใจกันมาก คาร์โปวิช (ชูศักดิ์ เวชแพศย์ และกันยา ปาละวิวัธน์, 2528, หน้า 216; อ้างอิงมาจาก Karpovich, 1971) ได้ให้ข้อมูลไว้ว่า เวลาปฏิกิริยายังช้าในเด็ก เวลาที่ใช้น้อยลงเรื่อย ๆ เมื่ออายุเพิ่มขึ้น เวลาน้อยที่สุดพบได้ในนักศึกษาระดับวิทยาลัย

2. ความพร้อมที่จะตอบสนอง มีเหตุผลที่ทำให้เชื่อว่าเวลาปฏิกิริยาได้รับอิทธิพลมาจากความพร้อมที่จะโต้ตอบด้วยอาศัยการศึกษาการวิ่งระยะสั้น เพียร์สัน (ชูศักดิ์ เวชแพศย์ และกันยา ปาละวิวัธน์, 2528, หน้า 216; อ้างอิงมาจาก Pierson, 1963) ได้ลงความเห็นว่า การนึกคิดให้กล้ามเนื้อทำงานก่อนการกระตุ้นจริง ๆ จะเป็นการช่วยเร่งการตอบสนองในการศึกษาเกี่ยวกับผลของการยืดกล้ามเนื้อ การตึงตัว และการคลายตัวต่อเวลาปฏิกิริยา สมิต (ชูศักดิ์ เวชแพศย์ และกันยา ปาละวิวัธน์, 2528, หน้า 216; อ้างอิงมาจาก Smith, 1964) พบว่า ถ้าให้กล้ามเนื้อมีความตึงตัวก่อนการกระตุ้นจะทำให้เวลาปฏิกิริยาลดลง 7% เมื่อเปรียบเทียบกับการให้กล้ามเนื้ออยู่ในสภาพคลายตัวก่อน

3. อิทธิพลของสัญญาณเตือน จากการศึกษาของทิคเนอร์ (ชูศักดิ์ เวชแพศย์ และกันยา ปาละวิวัธน์, 2528, หน้า 216; อ้างอิงมาจาก Teichner, 1954) พบว่า เวลาปฏิกิริยาสั้นเข้าเมื่อให้สัญญาณเตือนก่อนการกระตุ้นจริง สัญญาณเตือนดังกล่าวทำให้ผู้ถูกวัดเพ่งความสนใจเพื่อรอตัวกระตุ้นมากขึ้น และเตรียมกล้ามเนื้อไว้ให้พร้อมที่จะตอบสนองด้วย

4. อิทธิพลของความแรงของการกระตุ้น การเพิ่มความแรงของการกระตุ้นทั้งการเห็น การได้ยิน อุณหภูมิ ความเจ็บปวดจะทำให้เวลาปฏิกิริยาลดลง มอร์เฮาส์ และมิลเลอร์ (ชูศักดิ์ เวชแพศย์ และกันยา ปาละวิวัธน์, 2528, หน้า 217; อ้างอิงมาจาก Morehouse and Miller, 1965) เชื่อว่าการเพิ่มความแรงของตัวกระตุ้นก็มีข้อจำกัด เพราะเมื่อความแรงของตัวกระตุ้นเพิ่มมากไปจะไม่ทำให้เวลาปฏิกิริยาสั้นลง แต่อาจทำให้ยาวขึ้นก็ได้

5. อิทธิพลของจำนวนรีเซปเตอร์ที่ถูกกระตุ้น เมื่อจำนวนรีเซปเตอร์ (Receptor) ถูกกระตุ้นเพิ่มขึ้นเป็นจำนวนมากจะช่วยทำให้ระยะเวลาแฝงสั้นลง และเวลาปฏิกิริยาก็สั้นลงด้วย ได้มีการค้นพบว่า เมื่อกระตุ้นด้วยตัวกระตุ้นต่าง ๆ หลายชนิดด้วยกัน เช่น แสง เสียง และการกระแทก จะเป็นผลให้เวลาปฏิกิริยาสั้นลง มอร์เฮาส์ และมิลเลอร์ (ชูศักดิ์ เวชแพศย์ และกันยา ปาละวิวัธน์, 2528, หน้า 216; อ้างอิงมาจาก Morehouse and Miller, 1965) เชื่อว่าเวลาปฏิกิริยา

ผู้เสนอ ณ มีระ ชลบุรี 20131

จะยาวขึ้นเมื่อตัวกระตุ้นมีความซับซ้อนเกินไป เช่น การกระตุ้นด้วยเสียงเป็นพัก ๆ หรือเสียงที่เปลี่ยนแปลงความแหลมและความดัง แต่ถ้าตัวกระตุ้นมีลักษณะง่ายจะทำให้เวลาปฏิกิริยาสั้น นอกจากนี้ยังมีหลักฐานว่า เมื่อกระตุ้นด้วยตัวกระตุ้น 2 ตัว ที่ระยะเวลาใกล้กัน การตอบสนองต่อตัวกระตุ้นที่สองจะมีเวลาช้ากว่า

6. อาหาร มีผู้ศึกษาว่าผู้ที่รับประทานอาหารเช้าก่อนที่จะมาทดสอบจะมีเวลาปฏิกิริยาเร็วกว่าผู้ที่ไม่ได้รับประทานอาหารเช้าก่อนมาทดสอบ กาแฟและสารเบนซิดรีน (Benzedrine) มีผลทำให้ผู้ที่ตื่นตัวอยู่แล้วมีปฏิกิริยายาวออกไป แอลกอฮอล์มีผลทำให้เวลาปฏิกิริยายาวออกไปในทุกกรณี ส่วนการสูบบุหรี่ที่ทำให้เวลาปฏิกิริยายาวขึ้นเมื่อตัวกระตุ้นที่ใช้เป็นตัวกระตุ้นทางสายตา

7. ผลของความเมื่อยล้า (Fatigue) ภาวะเมื่อยล้าจะทำให้เวลาปฏิกิริยายาวออกไป อย่างไรก็ดี เคลเลอร์ (ชูศักดิ์ เวชแพศย์ และกันยา ปาละวิวัธน์, 2528, หน้า 217; อ้างอิงมาจาก Keller, 1969) ได้พบว่า จะต้องมีการเมื่อยล้ามากพอสมควรจึงจะทำให้เวลาปฏิกิริยายาวออกไป การวิจัยหลายแห่งได้แสดงว่าการอดนอนมีผลน้อยต่อเวลาปฏิกิริยา ตราบเท่าที่ผู้ทดสอบสามารถเพ่งความสนใจอยู่ที่ตัวกระตุ้นได้

8. ผลของการฝึกน้ำหนัก ได้มีการศึกษาผลของโปรแกรมการออกกำลังต่อเวลาปฏิกิริยา พบว่า การฝึกไอโซโทนิค (Isotonic) ที่ใช้ความต้านทานอย่างมากจะทำให้เวลาปฏิกิริยานั้นลงถึง 13% แต่ถ้าให้ออกกำลังที่ต่อต้านความต้านทานอย่างน้อย ๆ จะไม่ทำให้เวลาปฏิกิริยาสั้นลง

9. ความสัมพันธ์ระหว่างเวลาปฏิกิริยากับการเคลื่อนไหว เฮนรี และสมิต (ชูศักดิ์ เวชแพศย์ และกันยา ปาละวิวัธน์, 2528, หน้า 218; อ้างอิงมาจาก Henri and Smith, 1961) ได้ลงความเห็นว่า ความสามารถในการตอบสนองอย่างรวดเร็วกับความสามารถในการเคลื่อนไหวอย่างรวดเร็วไม่ควรมีการเกี่ยวข้องกัน

ดรอวอทสกี้ (Drowatzky, 1985, pp. 40-41) กล่าวว่า องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อเวลาปฏิกิริยา คือ

1. อายุ เวลาปฏิกิริยาในเด็กจะช้าและจะเร็วขึ้นเมื่ออายุเพิ่มขึ้น

2. เพศ ความแตกต่างระหว่างเพศมีส่วนเกี่ยวข้องกับเวลาปฏิกิริยา ผู้ชายจะมีเวลาปฏิกิริยาสั้นกว่าผู้หญิง

3. นักกีฬา ผู้ที่เป็นนักกีฬาจะมีเวลาปฏิกิริยาสั้นกว่าคนธรรมดา และประเภทของกีฬาก็มีส่วนเกี่ยวข้องด้วย

4. สติปัญญา มีส่วนเกี่ยวข้องกับเวลาปฏิกิริยามาก คนปกติจะมีเวลาปฏิกิริยาสั้นกว่าคนไม่ปกติ

612.04
ว 885 ก
153508
๓๑

5. เครื่องมือและวิธีการทดสอบ ผู้ที่ถูกทดสอบถ้าเคยผ่านการทดสอบด้วยเครื่องมือและวิธีการทดสอบเช่นเดียวกันมาก่อน จะมีเวลาปฏิกิริยาสั้นกว่าผู้อื่น

6. ระยะเตือน มีผลต่อการแสดงออกของเวลาปฏิกิริยา ถ้าหากระยะเตือนช้าไปหรือเร็วไป จะทำให้เวลาปฏิกิริยาช้าไปจากปกติ

7. ลักษณะของการตอบสนอง ทำให้เวลาปฏิกิริยาที่แสดงออกแตกต่างกันไปตามสิ่งเร้านั้น ๆ

มาร์การ์เร็ต (Margaret, 1972, p. 86) กล่าวว่า เวลาปฏิกิริยาจะแปรผันไปตามองค์ประกอบที่สำคัญ 2 ประการ คือ การเรียนรู้ และการคาดคะเน ถ้าได้รับการฝึกหัดมาก่อนจะทำให้เวลาปฏิกิริยาสั้นกว่าปกติ นอกจากนี้แล้วเวลาปฏิกิริยาจะแปรผันตามตัวแปรอื่น ๆ อีก คือ

1. ความแน่นอนของการปรากฏของสิ่งเร้า
2. การให้ระยะเตือนก่อนสิ่งเร้าปรากฏ
3. ภาวะสับสนทางจิตใจ
4. ความสอดคล้องกันระหว่างสิ่งเร้าและการตอบสนอง
5. รูปแบบของการทดสอบเวลาปฏิกิริยา
6. ระยะทางของกระแสประสาท
7. เครื่องมือและวิธีทดสอบ

ศิลปชัย สุวรรณธาดา (2523, หน้า 58-59) กล่าวว่า องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อเวลาปฏิกิริยา คือ

1. ธรรมชาติความเข้มของสิ่งเร้า
2. ระดับความตั้งใจ
3. อายุ
4. เพศ
5. แรงจูงใจ
6. ปลายประสาทรับความรู้สึก
7. ช่วงระยะเตือน

นอกจากนี้ ครรชิต สุขเกษม (อ้างถึง 2543, หน้า 15) ซิงเกอร์ และไมน์ (Singer and Milne) ได้กล่าวว่า คนที่มีรูปร่างสูงใหญ่ อุณหภูมิร่างกายสูง อัตราชีพจรสูง มีการออกกำลังกายอย่างหนัก ความเครียด (Anxiety) เครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์มาก และยาบางประเภทมีผลทำให้เวลาปฏิกิริยาช้าลง แต่ยาบางประเภทที่รับประทานเพียงเล็กน้อยในปริมาณต่ำกว่าระดับปกติที่รับประทานโดยทั่วไป เช่น แอมเฟตามีน (Amphetamines) พบว่า มีผลทำให้เวลาปฏิกิริยาเร็วขึ้น

ชูศักดิ์ เวชแพศย์ และกันยา ปาละวิวัธน์ (2528, หน้า 215-216) กล่าวว่า เราสามารถลดเวลาปฏิกิริยาที่เกี่ยวกับการเคลื่อนไหวเฉพาะอย่างได้โดยการฝึกซ้อมกระทำการเคลื่อนไหวชนิดนั้นบ่อย ๆ การฝึกซ้อมดังกล่าวจะลดเวลาที่ตัดสินใจ (decision time) ลง โดยการกำจัดการตัดสินใจที่ไม่ถูกต้อง ทำให้การตัดสินใจที่ถูกต้องมีประสิทธิภาพมากขึ้น

ถ้าการฝึกมากเพียงพอ สามารถทำให้เกิดรีเฟล็กซ์ฝึก (conditioned reflex) ขึ้นได้ ปฏิกิริยาตอบสนองเกิดได้เป็นอัตโนมัติโดยไม่ต้องอาศัยการทำงานของสมองที่อยู่ในอำนาจจิตใจ เช่น นักวิ่งเมื่อได้รับการฝึกการออกวิ่งอยู่บ่อย ๆ จะเกิดการตอบสนองเป็นรีเฟล็กซ์ชนิดฝึก เมื่อได้ยินสัญญาณปืนที่ใช้ปล่อยตัว หรือนักมวยสามารถเกิดรีเฟล็กซ์ฝึกได้ โดยการตอบสนองเป็นอัตโนมัติในแบบหนึ่งเมื่อเห็นคู่ต่อสู้มีการเคลื่อนไหวในแบบหนึ่ง เป็นต้น ตัวอย่างที่เห็นได้ชัดที่ใช้ในการดำเนินชีวิตของคนทั่วไป คือ การเหยียบล้อในการขับรถยนต์ เมื่อนัยน์ตาถูกกระตุ้นด้วยสิ่งกีดขวางที่อยู่ข้างหน้า ในคนที่ขับรถไม่เป็น การเหยียบห้ามล้อเป็นการกระทำที่อาศัยคำสั่งของสมองส่วนที่อยู่ในอำนาจจิตใจ เวลาที่ใช้จึงเป็นเวลาปฏิกิริยา (reaction time) แต่ในคนที่ขับรถชำนาญการเหยียบห้ามล้อจะเป็นการตอบสนองของรีเฟล็กซ์ฝึก (conditioned reflex) คือ การตอบสนองเป็นอัตโนมัติ และเวลาที่ใช้คือ เวลารีเฟล็กซ์ (reflex time) ก็สั้นเข้าด้วย

ไม่มีหลักฐานว่าเวลาปฏิกิริยาขั้นพื้นฐานสามารถทำให้สั้นเข้าโดยวิธีอื่น นอกเหนือจากการกระทำซ้ำ ๆ กันโดยเน้นให้กระทำอย่างรวดเร็วเป็นสำคัญ เวลาที่เร็วขึ้นนั้นจะพัฒนาในปฏิกิริยาเฉพาะอย่าง ไม่ได้เกิดทั่ว ๆ ไป คือ เกี่ยวข้องกับเวลาปฏิกิริยาของการกระทำอย่างหนึ่ง ซึ่งถ้าเป็นการกระทำอย่างอื่นเวลาปฏิกิริยาอาจไม่ดีขึ้นก็ได้ ตามทฤษฎีเชื่อว่า การใช้สมองอย่างเดียวโดยเพียงนึก กระทำการเคลื่อนไหวก็สามารถทำให้เวลาปฏิกิริยาตอบสนองสั้นลงได้ แต่ความเชื่อนี้ยังไม่ได้รับการสนับสนุนจากการวิจัย

งานวิจัยในประเทศ

ไพรัช พุทธวงศ์ (2517, หน้า 14) ศึกษาเรื่อง การวัดระยะเวลาการตอบสนองของขาในการออกวิ่ง โดยสุ่มตัวอย่างนักวิ่งระยะสั้น 10 คน บุคคลธรรมดา 10 คน และนักวิ่งทน 10 คน โดยใช้เครื่องมือสร้างขึ้นเอง ผลปรากฏว่าค่าเฉลี่ยของเวลาปฏิกิริยาของนักวิ่งเร็วเร็วกว่านักวิ่งทน และบุคคลธรรมดา ค่าเฉลี่ยเวลาปฏิกิริยาของนักวิ่ง และคนธรรมดาไม่แตกต่างกัน

ชูศักดิ์ เวชแพศย์ และคนอื่น ๆ (2518, หน้า 13-15) ได้ทดลองจับเวลาปฏิกิริยาจากคน 40 คน เป็นชาย 20 คน เป็นหญิง 20 คน อายุระหว่าง 18-25 ปี วัดการสนองตอบของการกระตุ้นด้วยแสง และเสียง การสนองตอบด้วยมือกดสวิทซ์ หรือการใช้เท้าเหยียบสวิทซ์ วัดเวลาปฏิกิริยาทั้งข้างขวา และข้างซ้าย ได้ข้อสังเกตคือ เวลาปฏิกิริยาข้างขวา และข้างซ้ายไม่แตกต่างกัน เวลาปฏิกิริยาของชายและหญิงไม่แตกต่างกัน เวลาปฏิกิริยาที่กระตุ้นด้วยแสงใช้เวลามากกว่าเสียงเป็น

อัตราส่วน 1.36 + 0.20 : 1 ในผู้ชาย และทดลองการตอบสนองโดยบันทึก อี เอ็ม จี ของกล้ามเนื้อแขน และใช้เท้าเหยียบสวิทซ์ กับ อี เอ็ม จี ของกล้ามเนื้อน่อง ผลการศึกษาพบว่า ไม่แตกต่างกัน แต่การตอบสนองด้วย อี เอ็ม จี ใช้เวลาสั้นกว่าเพียงเล็กน้อย

เพ็ญประภา เข็มแดง (2518, หน้า ง-จ) ได้ทำการศึกษาเรื่อง วิทยาศาสตร์การเคลื่อนไหวของอาวุธมวยไทย โดยวัดระยะเวลาปฏิกิริยาของหมัด ศอก และเตะ ด้วยเครื่องวัดอิเลคโทรนิค วัดแรงกระทบด้วยเครื่องไดมาโมมิเตอร์ กลุ่มตัวอย่างที่ 1 เป็นนักมวยอาชีพ 20 คน กลุ่มที่ 2 เป็นบุคคลที่ไม่เคยฝึกมวยไทยอย่างจริงจังมาก่อน จำนวน 20 คน รวมทั้งสิ้น 40 คน ในการทดลองผู้เข้ารับการทดลองจะกระทำ 3 ท่า คือ หมัด ศอก และเตะ แต่ละท่าทำ 3 ครั้ง แยกเป็นซ้าย และขวา ผลการศึกษาพบว่า มักมวย และบุคคลธรรมดาในกลุ่มที่มีน้ำหนักใกล้เคียงกัน (50-55 กิโลกรัม) ในข้างถนัด ระยะเวลาปฏิกิริยาค่าเฉลี่ยของหมัด ศอก ของบุคคลธรรมดาสั้นกว่านักมวยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนการเตะไม่แตกต่างกัน ในด้านแรงกระทบนั้นปรากฏว่า หมัดของนักมวย และบุคคลธรรมดาไม่แตกต่างกัน ศอก บุคคลธรรมดามีแรงกระทบมากกว่านักมวยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนการเตะ นักมวยมีแรงกระทบมากกว่าบุคคลธรรมดาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเมื่อเปรียบเทียบในน้ำหนักต่างกัน พบว่านักมวยที่หนัก 44-49 กิโลกรัม มีแรงกระทบน้อยกว่านักมวยที่หนัก 50-55 กิโลกรัม ทั้งหมัด ศอก และเตะ ในด้านระยะเวลาปฏิกิริยาไม่แตกต่างกันทั้งหมด ศอก และเตะ เมื่อเปรียบเทียบระยะเวลาปฏิกิริยาระหว่างข้างที่ถนัด และไม่ถนัดของนักมวย และบุคคลธรรมดาไม่แตกต่างกัน ส่วนในแรงกระทบนั้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ในหมัด ศอก และเตะทั้งในบุคคลธรรมดา และนักมวย

สินสมุทร จันลอย (2518, หน้า 39-43) ได้ศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างเวลาปฏิกิริยาในการเห็น และการได้ยินกับผลการทดสอบทักษะกีฬาบาสเกตบอลตามแบบทดสอบของบันน์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนิสิตชาย เอกพลศึกษา จำนวน 100 คน ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ พลศึกษา ซึ่งเคยเรียนวิชาบาสเกตบอลมาแล้ว และถือว่าเป็นผู้ที่มีทักษะกีฬาบาสเกตบอล ทดสอบกลุ่มตัวอย่างโดยใช้แบบทดสอบทักษะกีฬาบาสเกตบอลของบันน์ และใช้เครื่องมือจับเวลาอิเลคโทรนิควัดระยะเวลาปฏิกิริยาของตา และหู สรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

1. ผลการทดสอบทักษะกีฬาบาสเกตบอลตามแบบของบันน์ มีความสัมพันธ์กับระยะเวลาปฏิกิริยาในการเห็น และการได้ยิน โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อยู่ระหว่าง 0.62-0.84 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. ระยะเวลาปฏิกิริยาทั้ง 5 รายการ มีความสัมพันธ์กันโดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่าง 0.32 - 0.50 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 - .01

3. ผลการทดสอบทักษะกีฬาบาสเกตบอลตามแบบของบันน์ กับเวลาปฏิกิริยาของตาและหูขั้นต้น ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณเท่ากับ 0.844 และมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

4. ผลการทดสอบทักษะกีฬาบาสเกตบอลตามแบบของบันน์ กับการหยอดเหรียญเพนนีใส่ถ้วย และการยิงประตูใต้แป้น (เชื่อถือว่าเป็นการวัดระยะเวลาปฏิกิริยาของหู และตาขั้นสูง มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณเท่ากับ 0.823 และมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01)

อมรา ธีรนันทพิชิต (2518, หน้า ง) ได้ทำการวิจัยเรื่องสัญญาณการเห็น กับระยะเวลาตอบสนองด้วยเท้าของนักฟุตบอล โดยใช้เครื่องจับเวลาอิเลคโทรนิคไทม์เมอร์ เป็นเครื่องวัดสัญญาณการเห็น แบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 เป็นนักฟุตบอลระดับชาติ จำนวน 20 คน กลุ่มที่ 2 เป็นนิสิตอาสาสมัครที่ไม่ใช่นักฟุตบอล จำนวน 20 คน ผลการวิจัยพบว่า ระยะเวลาตอบสนองด้วยเท้าขวา และซ้ายของนักฟุตบอลสั้นกว่าผู้ที่ไม่ใช่นักฟุตบอลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และระยะเวลาปฏิกิริยาตอบสนองด้วยเท้าที่ต้องมีการตัดสินใจเลือกเตะของนักฟุตบอลสั้นกว่าผู้ที่ไม่ใช่นักฟุตบอลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

กรรณิการ์ รักขุมแก้ว (2524, หน้า ง-จ) ได้ศึกษาผลการฝึกสมาธิตามแนววิชาธรรมกายที่มีต่อเวลาปฏิกิริยาตอบสนองแบบง่าย และเชิงซ้อน

กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนหญิงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสตรีอัปสรสวรรค์ อายุระหว่าง 16-17 ปี จำนวน 20 คน ทุกคนไม่เคยผ่านการปฏิบัติสมาธิในแนวหนึ่งแนวใดมาก่อน แบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่ม ๆ ละ 10 คน ให้กลุ่มทดลองฝึกสมาธิตามแนววิชาธรรมกาย ณ วัดปากน้ำ ภาษีเจริญ กรุงเทพมหานคร เป็นเวลา 8 สัปดาห์ ๆ ละ 6 วัน วันละ 20 นาที ศึกษาความก้าวหน้าของสมาธิ โดยการทดสอบการเปลี่ยนแปลงศักย์ไฟฟ้าในคลื่นสมองด้วยเครื่องเปอร์เซนต์ไทม์คอมพิวเตอร์ ศึกษาความเร็วของการแสดงปฏิกิริยาตอบสนองของมือถนัดต่อแสงมีระยะเตือนด้วยเสียง ระหว่าง 2-7 วินาที แบบทดสอบมี 3 แบบ คือ

1. การทดสอบเวลาปฏิกิริยาตอบสนองแบบง่าย มีสิ่งเร้าเป็นสัญญาณไฟดวงเดียว
2. การทดสอบเวลาปฏิกิริยาเชิงซ้อนแบบที่ 1 มีสิ่งเร้าเป็นสัญญาณไฟ 3 ดวง
3. การทดสอบเวลาปฏิกิริยาเชิงซ้อนแบบที่ 2 มีสิ่งเร้าเป็นสัญญาณไฟ 3 ดวง

กำหนดดวงไฟดวงหนึ่งให้ผู้ทดสอบต้องตัดสินใจ และตอบสนองต่อสัญญาณที่ถูกต้อง การทดสอบกระทำก่อนการทดลองสัปดาห์ที่ 4 และ 8 ของการทดลอง และนำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และทดสอบค่าที่ผลการศึกษาพบว่า ผู้ฝึกสมาธิตามแนววิชาธรรมกาย มีเวลาปฏิกิริยาตอบสนองดีกว่าผู้ไม่ฝึกสมาธิ จากข้อค้นพบแสดงให้เห็นว่าการฝึกสมาธิช่วยพัฒนาความเร็วของเวลาปฏิกิริยาตอบสนองทั้งแบบง่าย และเชิงซ้อน

รจนา วงศ์สุเทพ (2524, หน้า ง-จ) ได้ศึกษาผลของระยะเตือนที่มีต่อเวลาปฏิกิริยาและความเร็วต้นในการวิ่งระยะสั้น (ระยะเตือน หมายถึง ช่วงเวลาหลังจากได้รับคำสั่ง "ระวัง"

จนกระทั่งเสียงปืนดังขึ้น) และเพื่อค้นหาช่วงระยะเตือนที่เหมาะสมที่จะทำให้เวลาปฏิกิริยาและความเร็วต้นในการวิ่งระยะสั้นดีที่สุด กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาชาย จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ พลศึกษา จำนวน 50 คน มีความเร็วในการวิ่ง 100 เมตร ไม่เกิน 13.00 วินาที ทำการทดสอบวัดเวลาปฏิกิริยา และความเร็วต้นในการวิ่งระยะสั้นในช่วง 10 เมตร ด้วยเครื่องวัดอิเลคโทรนิคที่จัดตั้งระยะเตือนไว้ 8 ช่วง ตั้งแต่ 0.50-4.00 วินาที รวมการทดสอบคนละ 24 ครั้ง ผลการศึกษาพบว่า

1. ผลของช่วงระยะเตือนที่มีต่อเวลาปฏิกิริยาทั้ง 8 ช่วง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. ผลของช่วงเตือนที่มีต่อความเร็วต้นในการวิ่งระยะสั้นทั้ง 8 ช่วง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3. ผลของช่วงระยะเตือนที่มีต่อเวลาปฏิกิริยา และความเร็วต้นในการวิ่งระยะสั้นทั้ง 8 ช่วง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

4. แนวโน้มของช่วงระยะเตือนที่เหมาะสมต่อเวลาปฏิกิริยา และความเร็วต้นในการวิ่งระยะสั้น คือ ช่วงเวลา 1.50, 2.00 และ 2.50 วินาที

ตุ้มทอง สวามิภักดิ์ (2525, หน้า ก-ช) ได้ทำการศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างเวลาปฏิกิริยา และความสามารถในการทรงตัวของนักกีฬาชาย

โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นนักกีฬาชาย ที่เป็นนักกีฬาตัวแทนของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย จำนวน 200 คน อายุระหว่าง 17-25 ปี ทำการทดสอบเวลาปฏิกิริยาของมือ และเท้า ที่มีต่อสัญญาณการเห็น และต่อสัญญาณการได้ยิน ด้วยเครื่องจับเวลาอิเลคโทรนิค และทำการทดสอบความสามารถในการทรงตัวขณะร่างกายอยู่กับที่ด้วยเครื่องมือวัดการทรงตัว และความสามารถในการทรงตัวขณะร่างกายเคลื่อนที่ด้วยแบบทดสอบการกระโดดของจอห์นสัน

นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน หาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธีการทดสอบค่าที (t-test) ผลการศึกษาปรากฏดังนี้

1. เวลาปฏิกิริยาของมือที่มีต่อสัญญาณ ไม่มีความสัมพันธ์กับความสามารถในการทรงตัวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. เวลาปฏิกิริยาของมือที่มีต่อสัญญาณเสียง ไม่มีความสัมพันธ์กับความสามารถในการทรงตัวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. เวลาปฏิกิริยาของเท้าที่มีต่อสัญญาณแสง ไม่มีความสัมพันธ์กับความสามารถในการทรงตัวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4. เวลาปฏิกิริยาของเท้าที่มีต่อสัญญาณเสียง ไม่มีความสัมพันธ์กับความสามารถในการทรงตัวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

5. เวลาปฏิกิริยาของมือที่มีต่อสัญญาณแสง มีความสัมพันธ์กับเวลาปฏิกิริยาของมือที่มีต่อสัญญาณเสียงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

6. เวลาปฏิกิริยาของเท้าที่มีต่อสัญญาณเสียง มีความสัมพันธ์กับเวลาปฏิกิริยาของเท้าที่มีต่อสัญญาณแสงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

7. เวลาปฏิกิริยาของมือที่มีต่อสัญญาณเสียง สั้นกว่าเวลาปฏิกิริยาของเท้าที่มีต่อสัญญาณแสง

8. เวลาปฏิกิริยาของมือที่มีต่อสัญญาณเสียง สั้นกว่าเวลาปฏิกิริยาของเท้าที่มีต่อสัญญาณเสียง

ธีรศักดิ์ อาภาวัฒนาสกุล (2525, หน้า 44-71) ได้ทำการวิจัยเรื่อง ผลของการฝึกเต้นรำที่มีต่อเวลาปฏิกิริยา การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการฝึกเต้นรำที่มีต่อเวลาปฏิกิริยา กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาชาย-หญิง จากวิทยาลัยครูพระนคร ซึ่งเต้นรำไม่เป็น และมีอายุระหว่าง 18-30 ปี จำนวน 60 คน เป็นชาย 30 คน หญิง 30 คน แบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 6 กลุ่ม ๆ ละ 10 คน ให้แต่ละกลุ่มมีเวลาปฏิกิริยาเท่ากัน ผลการวิจัยพบว่า

1. การฝึกเต้นรำมีผลต่อเวลาปฏิกิริยา ดังนี้

1.1 กลุ่มฝึกเต้นรำชายจังหวะบีกิน มีเวลาปฏิกิริยาของมือที่มีต่อแสงหลังฝึกพัฒนาดีขึ้นกว่าก่อนฝึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเวลาปฏิกิริยาของมือที่มีต่อเสียง เวลาปฏิกิริยาของเท้าที่มีต่อแสงภายหลังการฝึกพัฒนาขึ้นกว่าก่อนฝึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

1.2 กลุ่มฝึกเต้นรำหญิงจังหวะบีกิน เวลาปฏิกิริยาของมือที่มีต่อแสง และเสียงภายหลังการฝึกพัฒนาขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

1.3 กลุ่มฝึกเต้นรำชายจังหวะชะ ชะ ชะ เวลาปฏิกิริยาของมือที่มีต่อแสงและเสียงพัฒนาขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

1.4 กลุ่มฝึกเต้นรำหญิงจังหวะชะ ชะ ชะ เวลาปฏิกิริยาของมือที่มีต่อแสงและเวลาปฏิกิริยาของเท้าที่มีต่อเสียงภายหลังการฝึกพัฒนาขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. กลุ่มที่ฝึกเต้นรำ และกลุ่มที่ไม่ฝึกเต้นรำมีเวลาปฏิกิริยาของมือ และเท้าที่มีต่อแสงและเสียง หลังการฝึกแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ภาคภูมิ รัตนโรจนากุล (2527, หน้า 51-55) ได้ศึกษาผลของการฝึกสมาธิที่มีต่อเวลาปฏิกิริยาในการเริ่มออกวิ่งระยะสั้นของนักเรียนหญิงระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนหญิงจากโรงเรียนสารคามวิทยาคม จังหวัดมหาสารคาม ที่มีอายุระหว่าง

15-18 ปี ที่ระดับสมาธิ 10-20 ไมโครโวลท์ จำนวน 60 คน จับฉลากเข้ากลุ่มควบคุม และกลุ่มทดลอง กลุ่มละ 30 คน นำกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดไปทดสอบเวลาปฏิกิริยาในการเริ่มออกวิ่งระยะสั้น โดยใช้เครื่องจับเวลาอิเลคโทรนิค เริ่มออกวิ่งคนละ 3 ครั้ง โดยใช้ระยะเตือน 2.00 วินาที แล้วหาค่าเฉลี่ยของเวลาเริ่มออกวิ่งระยะสั้นเป็นวินาที นำกลุ่มทดลองไปฝึกสมาธิด้วยวิธีอานาปานสติเป็นเวลา 8 สัปดาห์ วัดค่าสมาธิของกลุ่มควบคุม และกลุ่มทดลองในสัปดาห์ที่ 8 โดยใช้เครื่องคำนวณเปอร์เซนต์สมาธิ หลังจากนั้นนำกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดมาทดสอบเวลาปฏิกิริยาในการเริ่มออกวิ่งระยะสั้นอีกครั้งหนึ่ง แล้วนำข้อมูลที่ได้รับทั้งหมดวิเคราะห์ ด้วยวิธีการทางสถิติ ผลการศึกษาปรากฏว่า

1. เวลาปฏิกิริยาในการเริ่มออกวิ่งระยะสั้นของนักเรียนหญิงที่ได้รับการฝึกสมาธิต่ำกว่าเวลาปฏิกิริยาในการเริ่มออกวิ่งระยะสั้นของนักเรียนหญิงที่ไม่ได้รับการฝึกสมาธิอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. ค่าสมาธิของนักเรียนหญิงที่ได้รับการฝึกสมาธิจะสูงกว่าค่าสมาธิของนักเรียนหญิงที่ไม่ได้รับการฝึกสมาธิอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สินจัย รัศมีเฟื่อง (2528, หน้า 38-39) ได้ศึกษาเวลาปฏิกิริยาของการตอบสนองและความเร็วของการชกหมัดแบบต่าง ๆ ในมวยสากล กลุ่มตัวอย่างเป็นนิสิตชาย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ พลศึกษา ปีการศึกษา 2526 ผ่านการเรียนวิชามวยสากลมาแล้ว จำนวน 30 คน มีสภาพของร่างกาย และความยาวช่วงแขนใกล้เคียงกัน โดยการสุ่มตัวอย่างแบบจงใจ ในการทดลองผู้รับการทดลองจะชก 6 หมัดคือ หมัดขวาตรง หมัดซ้ายตรง มัดฮุคขวา หมัดฮุคซ้าย หมัดอับเปอร์คัทขวา และหมัดอับเปอร์คัทซ้าย แต่ละหมัดจะชก 3 ครั้ง โดยจับเวลาการตอบสนองและความเร็วของการชกหมัดด้วยเครื่องวัดอิเลคโทรนิค ผลการศึกษาพบว่า

1. เวลาของการตอบสนองของการชกหมัดตรงขวา ตรงซ้าย ฮุคขวา ฮุคซ้าย อับเปอร์คัทขวา และอับเปอร์คัทซ้าย (0.8310 0.7923 0.7880 0.8273 และ 0.8023 วินาที ตามลำดับ) ไม่แตกต่างกัน

2. ความเร็วของการชกหมัดตรงขวา ตรงซ้าย ฮุคขวา ฮุคซ้าย อับเปอร์คัทขวา และอับเปอร์คัทซ้าย (5.80 6.33 6.12 6.51 6.45 และ 6.75 เมตรต่อวินาที ตามลำดับ) ไม่แตกต่างกัน

ชัยยันต์ พันธ์งาม (2528, หน้า 33-34) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถทางกลไกทั่วไปกับเวลาปฏิกิริยา และความสามารถทางกลไกทั่วไปกับความเร็วของการชกหมัดในมวยสากล กลุ่มตัวอย่างในการศึกษาครั้งนี้เป็นนักศึกษาชาย วิทยาลัยพลศึกษาจังหวัดอ่างทอง ปีการศึกษา 2527 ที่ผ่านการเรียนวิชามวยสากลมาแล้ว โดยการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง จำนวน 30 คน ผู้วิจัยใช้แบบทดสอบความสามารถทางกลไกทั่วไปของบาร์โรว์ สำหรับวัดความสามารถทางกลไกทั่วไป และใช้เครื่องจับเวลาอิเลคโทรนิคเวลาปฏิกิริยา และความเร็ว

ของการชกหมัดในมวยสากล แล้วนำคะแนนที่ได้มาหาความสัมพันธ์ตามวิธีการทางสถิติแบบเพียร์สันโปรดักโมเมนต์ ผลการวิเคราะห์พบว่า ความสามารถทางกลไกทั่วไปมีความสัมพันธ์กับเวลาปฏิกิริยาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และความสามารถทางกลไกทั่วไปมีความสัมพันธ์กับความเร็วของการชกหมัดในมวยสากล

วิโรจน์ โคตรธนู (2531, หน้า 90-91) ได้ทำการศึกษาเรื่อง การศึกษาเกี่ยวกับเวลาปฏิกิริยา โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาเปรียบเทียบเวลาปฏิกิริยาของนักเรียนชาย-หญิง ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4, 5 และ 6 ที่กระตุ้นด้วยเสียง แสงสีแดง แสงสีเหลือง และแสงสีเขียว

กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4, 5 และ 6 จากโรงเรียนวัดเสมียนนารี เขตบางเขน กรุงเทพมหานคร เป็นชาย ชั้นละ 60 คน เป็นหญิง ชั้นละ 60 คน รวมเป็น 360 คน ซึ่งใช้วิธีการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) โดยจับเวลาปฏิกิริยาของนักเรียนชายและหญิง ในแต่ละชั้น และแต่ละสิ่งกระตุ้น ด้วยเครื่องมือวัดเวลาปฏิกิริยา (Reaction Timer) แล้ววิเคราะห์ข้อมูลโดยวิเคราะห์ความแปรปรวน (One-way ANOVA) และเปรียบเทียบรายคู่ (t-test Independent) ผลการศึกษาพบว่า

1. เวลาปฏิกิริยาของนักเรียนแต่ละชั้น (ป.4, 5 และ 6) และแต่ละเพศที่กระตุ้นด้วยเสียง มีความแตกต่างจากเวลาปฏิกิริยาที่กระตุ้นด้วยแสงสีแดง แสงสีเหลือง และแสงสีเขียว อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วนเวลาปฏิกิริยาที่กระตุ้นด้วยแสงแต่ละสี (แดง เหลือง และเขียว) ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

2. เวลาปฏิกิริยาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4, 5 และ 6 ในแต่ละเพศที่กระตุ้นด้วยเสียง แสงสีแดง และแสงสีเขียว ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

3. การกระตุ้นด้วยแสงสีเหลืองทำให้นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 และ 6 ในแต่ละเพศมีเวลาปฏิกิริยาแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

4. เวลาปฏิกิริยาระหว่างนักเรียนชาย และหญิงในแต่ละชั้น (ป.4, 5 และ 6) ที่กระตุ้นด้วยเสียง แสงสีเหลือง แสงสีเขียว ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

5. เวลาปฏิกิริยาระหว่างนักเรียนชาย และหญิงระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 และ 5 ที่กระตุ้นด้วยแสงสีแดง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

6. เวลาปฏิกิริยาระหว่างนักเรียนชาย และหญิง ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่กระตุ้นด้วยแสงสีเหลือง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

วุฒิกร รัตนบัลลังก์ (2531, หน้าบทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาเรื่อง เวลาปฏิกิริยาตอบสนองต่อเสียงและแสงของเด็กปกติ เด็กที่มีความบกพร่องทางกาย และเด็กที่มีความบกพร่องทางสติปัญญา การศึกษาวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบเวลาปฏิกิริยาตอบสนองต่อแสงและเสียงของเด็กปกติ เด็กที่มีความบกพร่องทางกายและเด็กที่มีความบกพร่องทางสติปัญญา

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า คือ เด็กปกติจากโรงเรียนสวนหลวง เด็กเรียนช้าจากโรงเรียนปัญญาวุฒิกร เด็กหูหนวกจากโรงเรียนเศรษฐเสถียร และเด็กตาบอดจากโรงเรียนสอนคนตาบอด กรุงเทพมหานคร โรงเรียนละ 50 คน โดยใช้เครื่องมือวัดเวลาปฏิกิริยาตอบสนองต่อเสียงและแสง ทดสอบเวลาปฏิกิริยาตอบสนองของมือที่มีต่อเสียงและแสงของเด็กปกติ และเด็กเรียนช้าทดสอบเวลาปฏิกิริยาตอบสนองของมือที่มีต่อแสงของเด็กหูหนวก และทดสอบเวลาปฏิกิริยาตอบสนองของมือที่มีต่อเสียงของเด็กตาบอด ผลการวิจัยปรากฏว่า

1. เวลาปฏิกิริยาตอบสนองของมือที่มีต่อแสงของเด็กปกติ เด็กเรียนช้า และเด็กหูหนวกมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. เวลาปฏิกิริยาตอบสนองของมือที่มีต่อเสียงของเด็กปกติ เด็กเรียนช้า เด็กตาบอด มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ถาวร วรรณศิริ (2532, หน้าบทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาเรื่อง เวลาปฏิกิริยาตอบสนองต่อเสียงและแสงแบบหลายตัวเลือกของเด็กปกติ เด็กที่มีความบกพร่องทางกาย และเด็กที่มีความบกพร่องทางสติปัญญา การศึกษาวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบเวลาปฏิกิริยาตอบสนองต่อแสงและเสียงแบบหลายตัวเลือกของเด็กปกติ เด็กที่มีความบกพร่องทางกาย และเด็กที่มีความบกพร่องทางสติปัญญา กลุ่มตัวอย่างประชากรแบ่งเป็น 4 กลุ่ม ที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า คือ เด็กปกติ เด็กเรียนช้า เด็กหูหนวก และเด็กตาบอด กลุ่มละ 50 คน ให้เด็กทั้ง 4 กลุ่มทดสอบเวลาปฏิกิริยาตอบสนอง กลุ่มเด็กปกติและเด็กเรียนช้า ให้ทดสอบเวลาปฏิกิริยาตอบสนองของมือที่มีต่อแสงและเสียง กลุ่มเด็กหูหนวกให้ทดสอบเวลาปฏิกิริยาตอบสนองของมือที่มีต่อแสง กลุ่มเด็กตาบอดให้ทดสอบเวลาปฏิกิริยาตอบสนองของมือที่มีต่อเสียง นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยเปรียบเทียบเวลาปฏิกิริยาตอบสนองของมือที่มีต่อแสงและเสียงแบบหลายตัวเลือก ผลการวิจัยปรากฏว่า

1. กลุ่มเด็กปกติมีเวลาปฏิกิริยาตอบสนองแบบหลายตัวเลือกเร็วที่สุดคือ เวลา .450 วินาที รองลงมาคือ กลุ่มเด็กที่มีความบกพร่องทางกาย (หูหนวก) .546 วินาที และกลุ่มเด็กที่มีความบกพร่องทางสติปัญญา (เรียนช้า) .738 วินาที ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. เด็กที่มีความบกพร่องทางกาย (ตาบอด) มีเวลาปฏิกิริยาตอบสนองแบบหลายตัวเลือกเร็วที่สุดคือ .443 วินาที รองลงมาคือ กลุ่มเด็กปกติ .506 วินาที และกลุ่มเด็กที่มีความบกพร่องทางสติปัญญา (เรียนช้า) .953 วินาที ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สมชาย ไกรสังข์ (2532, หน้าบทคัดย่อ) ได้ศึกษาเวลาปฏิกิริยาของนักกีฬาประเภทต่าง ๆ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักกีฬาของวิทยาลัยพลศึกษา 17 สถาบัน ที่เข้าร่วมการแข่งขันกีฬา

วิทยาลัยพลศึกษา ครั้งที่ 14 ประจำปี 2531 โดยได้มาจากการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย จำนวน 353 คน จากนักกีฬา 12 ประเภท ประเภทละ 30 คน ผลการศึกษาพบว่า

1. กีฬายูโดมีเวลาปฏิกิริยาน้อยที่สุด และกีฬาเทเบิลเทนนิสมีเวลาปฏิกิริยามากที่สุด

2. ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของเวลาปฏิกิริยาระหว่างนักกีฬาทั้ง 12 ประเภท พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3. ผลการทดสอบความแตกต่างเป็นรายคู่ พบว่า เวลาปฏิกิริยาของนักกีฬาเทเบิลเทนนิสกับยูโด ยิมนาสติก กรีฑา ตะกร้อ และมวยสากล แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วนเวลาปฏิกิริยาของนักกีฬาประเภทอื่น ๆ ไม่แตกต่างกัน

ชนันท์ โตคมขำ (2535, หน้าบทคัดย่อ) ได้ศึกษาเวลาปฏิกิริยาของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-6 ทั้งชายและหญิง ของโรงเรียนสาธิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ปทุมวัน ปีการศึกษา 2534 จำนวน 1,130 คน จากจำนวนนักเรียนทั้งหมด 1,646 คน เป็นหญิง 573 คน ชาย 557 คน ผลการศึกษาพบว่า

1. เวลาปฏิกิริยาระหว่างนักเรียนหญิงกับนักเรียนชายในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. เวลาปฏิกิริยาระหว่างนักเรียนหญิงกับนักเรียนชายในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. เวลาปฏิกิริยาระหว่างนักเรียนหญิงกับนักเรียนชายในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

4. เวลาปฏิกิริยาระหว่างนักเรียนหญิงกับนักเรียนชายในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

5. เวลาปฏิกิริยาระหว่างนักเรียนหญิงกับนักเรียนชายในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

6. เวลาปฏิกิริยาระหว่างนักเรียนหญิงกับนักเรียนชายในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

7. เวลาปฏิกิริยาของนักเรียนชายจะเร็วกว่าของนักเรียนหญิงในทุกระดับชั้น

เดชา พิทย์เดโช (2535, หน้าบทคัดย่อ) ศึกษาเวลาปฏิกิริยาของนักมวยก่อนการลดน้ำหนัก หลังลดน้ำหนัก และก่อนการขึ้นชก โดยศึกษาจากกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักกีฬามวยของวิทยาลัยพลศึกษาที่เข้าแข่งขันกีฬาวิทยาลัยพลศึกษา ครั้งที่ 17 ประจำปี 2534 โดยกลุ่มตัวอย่างมีน้ำหนักเกินรุ่นที่เข้าทำการแข่งขัน 1-3 ปอนด์ จำนวน 30 คน ได้มาจากการเจาะจง

ผลการศึกษาพบว่า การลดน้ำหนักของนักมวย 1-3 ปอนด์ ทำให้เวลาปฏิกิริยาก่อนการลดน้ำหนักและหลังการลดน้ำหนักแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เวลาปฏิกิริยา

หลังการลดน้ำหนักกับก่อนการขึ้นชก แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนเวลาปฏิกิริยาก่อนการลดน้ำหนักและก่อนการขึ้นชกไม่แตกต่างกันทางสถิติ

นิพนธ์ บุญยรัตพันธุ์ (2535, หน้าบทคัดย่อ) ศึกษาเวลาปฏิกิริยา เวลาเคลื่อนไหว และเวลาตอบสนอง มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาเวลาปฏิกิริยา เวลาเคลื่อนไหวและเวลาตอบสนอง โดยใช้เครื่องมือที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมา โดยการสร้างอุปกรณ์ตรวจวัดขึ้นมาเชื่อมต่อกับเครื่องคอมพิวเตอร์ไอบีเอ็ม/พีซี (IBM/PC) และเขียนชุดคำสั่งควบคุมระบบการทำงานของเครื่องมือด้วยภาษาซี (C : TURBO C) จากนั้นนำเครื่องมือมาตรวจสอบคุณภาพ แล้วนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-6 เป็นนักเรียนชาย 50 คน นักเรียนหญิง 50 คน รวมทั้งหมด 600 คน

ผลการวิจัยพบว่า

1. เครื่องวัดเวลาปฏิกิริยา เวลาเคลื่อนไหว และเวลาตอบสนอง ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมามีความเที่ยงตรง และความเชื่อมั่น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 (r = 0.87 และ 0.90 ตามลำดับ)

2. เวลาปฏิกิริยากับเวลาเคลื่อนไหว ไม่มีความสัมพันธ์กัน

3. เวลาปฏิกิริยากับเวลาตอบสนอง มีความสัมพันธ์กันแบบเส้นตรงเชิงนิมาน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และ .05

กาญจนา พรไพบูลย์เด่น (2537, หน้าบทคัดย่อ) ศึกษาเวลาปฏิกิริยาในการจับคฑาของนักเรียนหญิงระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น จุดมุ่งหมายเพื่อทราบเวลาปฏิกิริยาในการจับคฑาของนักเรียนหญิงระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-3 โดยใช้เครื่องมือที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมา คือ เครื่องวัดเวลาปฏิกิริยาในการจับคฑา ซึ่งมีส่วนประกอบ 3 ส่วน คือ แป้นยึดคฑาวัดเวลาปฏิกิริยา กล่องสวิตซ์ควบคุมวงจรการปล่อยคฑาวัดเวลาปฏิกิริยา และคฑาวัดเวลาปฏิกิริยา กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนหญิงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-3 ระดับชั้นละ 100 คน รวมทั้งสิ้น 300 คน

ผลการวิจัยพบว่า

1. ค่าเฉลี่ยเวลาปฏิกิริยาในการจับคฑาของนักเรียนหญิงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-3 มีค่าเท่ากับ .212, .209 และ .202 วินาที ตามลำดับ และมีแนวโน้มลดลงเมื่อระดับชั้นนักเรียนสูงขึ้น

2. ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเวลาปฏิกิริยาในการจับคฑาของนักเรียนหญิงระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-3 มีค่าเท่ากับ .023, .022 และ .020 วินาที ตามลำดับ

จากผลการวิจัยพบว่า เวลาปฏิกิริยาจะลดลงเมื่อมีอายุมากขึ้น และเวลาปฏิกิริยาของชายเร็วกว่าหญิง

ณัฐเสกข์ เรืองศิริ (2537, หน้าบทคัดย่อ) ศึกษาเวลาปฏิกิริยาของร่างกายของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการได้ยิน เพื่อเปรียบเทียบและสร้างเกณฑ์ปกติเวลาปฏิกิริยาของนักเรียนที่มี

ความบกพร่องทางการได้ยินในแต่ละระดับอายุ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชายและนักเรียนหญิงที่มีความบกพร่องทางการได้ยิน อายุ 13-15 ปี ที่กำลังศึกษาอยู่ในโรงเรียนโสตศึกษาทุ่งมหาเมฆ โรงเรียนเศรษฐเสถียร และโรงเรียนโสตศึกษานนทบุรี จำนวน 180 คน โดยวิธีสุ่มตัวอย่างแบบง่าย

ผลการศึกษาพบว่า

1. ในการทดสอบเวลาปฏิกิริยาของร่างกายของนักเรียนชายและหญิง ที่มีความบกพร่องทางการได้ยิน อายุ 13-15 ปี พบว่า มีค่าเฉลี่ยและความเบี่ยงเบนมาตรฐาน ดังนี้

1.1 นักเรียนชายที่มีความบกพร่องทางการได้ยิน อายุ 13 ปี มีค่าเฉลี่ยเวลาปฏิกิริยาของร่างกาย 584 มิลลิเซ็คคันด์ และความเบี่ยงเบนมาตรฐาน 68 มิลลิเซ็คคันด์

1.2 นักเรียนชายที่มีความบกพร่องทางการได้ยิน อายุ 14 ปี มีค่าเฉลี่ยเวลาปฏิกิริยาของร่างกาย 552 มิลลิเซ็คคันด์ และความเบี่ยงเบนมาตรฐาน 70 มิลลิเซ็คคันด์

1.3 นักเรียนชายที่มีความบกพร่องทางการได้ยิน อายุ 15 ปี มีค่าเฉลี่ยเวลาปฏิกิริยาของร่างกาย 507 มิลลิเซ็คคันด์ และความเบี่ยงเบนมาตรฐาน 60 มิลลิเซ็คคันด์

1.4 นักเรียนหญิงที่มีความบกพร่องทางการได้ยิน อายุ 13 ปี มีค่าเฉลี่ยเวลาปฏิกิริยาของร่างกาย 652 มิลลิเซ็คคันด์ และความเบี่ยงเบนมาตรฐาน 76 มิลลิเซ็คคันด์

1.5 นักเรียนหญิงที่มีความบกพร่องทางการได้ยิน อายุ 14 ปี มีค่าเฉลี่ยเวลาปฏิกิริยาของร่างกาย 559 มิลลิเซ็คคันด์ และความเบี่ยงเบนมาตรฐาน 78 มิลลิเซ็คคันด์

1.6 นักเรียนหญิงที่มีความบกพร่องทางการได้ยิน อายุ 15 ปี มีค่าเฉลี่ยเวลาปฏิกิริยาของร่างกาย 576 มิลลิเซ็คคันด์ และความเบี่ยงเบนมาตรฐาน 82 มิลลิเซ็คคันด์

2. เวลาปฏิกิริยาของร่างกายของนักเรียนชายและหญิง ที่มีความบกพร่องทางการได้ยิน อายุ 13 ปี มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. เวลาปฏิกิริยาของร่างกายของนักเรียนชายและหญิง ที่มีความบกพร่องทางการได้ยิน อายุ 14 ปี มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4. เวลาปฏิกิริยาของร่างกายของนักเรียนชายและหญิง ที่มีความบกพร่องทางการได้ยิน อายุ 15 ปี มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

มานะ ประสาทศิลป (2539, หน้าบทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาผลของการฝึกความเร็ว และความคล่องตัวที่มีต่อเวลาปฏิกิริยาของร่างกาย การศึกษาวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ

1. ทราบผลการฝึกความเร็วที่ส่งผลต่อเวลาปฏิกิริยาของร่างกาย

2. ทราบผลการฝึกความคล่องตัวที่ส่งผลต่อเวลาปฏิกิริยาของร่างกาย

3. เปรียบเทียบผลการฝึกความเร็วและความคล่องตัวที่ส่งผลต่อเวลาปฏิกิริยาของร่างกาย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาเป็นนักเรียนหญิงระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนแจงร้อนวิทยา เขตราษฎร์บูรณะ กรุงเทพมหานคร ปีการศึกษา 2538 จำนวน 30 คน แบ่งเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 15 คน กลุ่มทดลองที่ 1 ฝึกความเร็ว 3 วัน/สัปดาห์ วันละ 1 ชั่วโมง กลุ่มทดลองที่ 2 ฝึกความคล่องตัว 3 วัน/สัปดาห์ วันละ 1 ชั่วโมง ผลปรากฏว่า

1. กลุ่มทดลองที่ 1 ค่าเฉลี่ยเวลาปฏิกิริยาก่อนการฝึกกับหลังการฝึก สัปดาห์ที่ 2 สัปดาห์ที่ 4 และสัปดาห์ที่ 6 มีดังนี้

1.1 ก่อนการฝึก เท่ากับ 552 มิลลิเซ็คคันด์

1.2 หลังการฝึก สัปดาห์ที่ 2 เท่ากับ.528 มิลลิเซ็คคันด์

1.3 หลังการฝึก สัปดาห์ที่ 4 เท่ากับ 502 มิลลิเซ็คคันด์

1.4 หลังการฝึก สัปดาห์ที่ 6 เท่ากับ 451 มิลลิเซ็คคันด์

2. กลุ่มทดลองที่ 2 ค่าเฉลี่ยเวลาปฏิกิริยาก่อนการฝึกกับหลังการฝึก สัปดาห์ที่ 2 สัปดาห์ที่ 4 และสัปดาห์ที่ 6 มีดังนี้

2.1 ก่อนการฝึก เท่ากับ 548 มิลลิเซ็คคันด์

2.2 หลังการฝึก สัปดาห์ที่ 2 เท่ากับ 510 มิลลิเซ็คคันด์

2.3 หลังการฝึก สัปดาห์ที่ 4 เท่ากับ 485 มิลลิเซ็คคันด์

2.4 หลังการฝึก สัปดาห์ที่ 6 เท่ากับ 451 มิลลิเซ็คคันด์

พจนี วงศ์ภา (2540, หน้าบทคัดย่อ) ศึกษาเวลาปฏิกิริยาของนักเรียนในช่วงมีประจำเดือน เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างเวลาปฏิกิริยาของนักเรียนหญิงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1, 3 และ 5 ในช่วงปกติกับในช่วงมีประจำเดือน กลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนหญิงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1, 3 และ 5 ของโรงเรียนปราจีนกัลยาณี จังหวัดปราจีนบุรี ระดับชั้นละ 30 คน รวม 90 คน โดยใช้การสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง

ผลการศึกษาพบว่า

1. เวลาปฏิกิริยานักเรียนหญิงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในช่วงปกติกับช่วงมีประจำเดือน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. เวลาปฏิกิริยานักเรียนหญิงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในช่วงปกติกับช่วงมีประจำเดือน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. เวลาปฏิกิริยานักเรียนหญิงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในช่วงปกติกับช่วงมีประจำเดือน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สุรพงษ์ ทุมประเสน (2540, หน้าบทคัดย่อ) ศึกษาเวลาปฏิกิริยาของนักศึกษาวิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีนครพนม เพื่อเปรียบเทียบเวลาปฏิกิริยาของนักศึกษาชายและหญิงระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาวิชาเกษตรกรรม บัญชีและคอมพิวเตอร์ อายุระหว่าง 18-21 ปี

กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาชาย สาขาวิชาละ 30 คน นักศึกษาหญิง สาขาวิชาละ 30 คน โดยวิธีสุ่มตัวอย่างแบบง่าย

ผลการศึกษาพบว่า

1. เวลาปฏิกิริยาของนักศึกษาชายกับนักศึกษาหญิง สาขาวิชาเกษตรกรรม บัญชีและคอมพิวเตอร์ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

2. เวลาปฏิกิริยาของนักศึกษาชาย สาขาวิชาเกษตรกรรมกับสาขาวิชาบัญชี มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2.1 เวลาปฏิกิริยาของนักศึกษาชาย สาขาวิชาเกษตรกรรมกับสาขาวิชาคอมพิวเตอร์ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2.2 เวลาปฏิกิริยาของนักศึกษาชาย สาขาวิชาบัญชีกับสาขาวิชาคอมพิวเตอร์ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

3. เวลาปฏิกิริยาของนักศึกษาหญิง สาขาวิชาเกษตรกรรมกับสาขาวิชาบัญชี มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3.1 เวลาปฏิกิริยาของนักศึกษาหญิง สาขาวิชาเกษตรกรรมกับสาขาวิชาคอมพิวเตอร์ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3.2 เวลาปฏิกิริยาของนักศึกษาหญิง สาขาวิชาบัญชีกับสาขาวิชาคอมพิวเตอร์ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

4. เกณฑ์ปกติเวลาปฏิกิริยาของนักศึกษาชายและหญิง ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ทั้ง 3 สาขา อายุระหว่าง 18-21 ปี

← - 216 มิลลิเซ็คคันด์ จะเป็นผู้ที่มีเวลาปฏิกิริยาอยู่ในเกณฑ์เร็วมาก

217 - 244 มิลลิเซ็คคันด์ จะเป็นผู้ที่มีเวลาปฏิกิริยาอยู่ในเกณฑ์เร็ว

245 - 271 มิลลิเซ็คคันด์ จะเป็นผู้ที่มีเวลาปฏิกิริยาอยู่ในเกณฑ์ปานกลาง

272 - 299 มิลลิเซ็คคันด์ จะเป็นผู้ที่มีเวลาปฏิกิริยาอยู่ในเกณฑ์ช้า

300 -→ มิลลิเซ็คคันด์ จะเป็นผู้ที่มีเวลาปฏิกิริยาอยู่ในเกณฑ์ช้ามาก

นิราวัลย์ สวนสมุทร (2541, หน้าบทคัดย่อ) ศึกษาเวลาปฏิกิริยาในการจับคฑาของนักเรียนชั้นประถมศึกษา เพื่อหาความสัมพันธ์ของเวลาปฏิกิริยาในการจับคฑาด้วยมือขวา มือซ้าย และสองมือ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชายและหญิง ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-6 ของโรงเรียนเทศบาล 1 โรงเรียนเทศบาล 3 และโรงเรียนเทศบาล 5 จังหวัดสมุทรปราการ โดยแยกตามเพศและระดับชั้น กลุ่มละ 50 คน โดยการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย

ผลการศึกษาพบว่า

ความสัมพันธ์ของเวลาปฏิกิริยาในการจับคฑาด้วยมือขวา มือซ้าย และสองมือ ของ

นักเรียนชายและหญิง ได้ผลดังนี้

1. เวลาปฏิกิริยาในการจับคฑาด้วยมือขวาของนักเรียนชั้นประถมปีที่ 1-6

1.1 นักเรียนชายมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 235, 231, 212, 201, 193 และ 181 มิลลิเซ็คคันด์ ตามลำดับ

1.2 นักเรียนหญิงมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 240, 235, 217, 208, 197 และ 186 มิลลิเซ็คคันด์ ตามลำดับ

2. เวลาปฏิกิริยาในการจับคฑาด้วยมือซ้ายของนักเรียนชั้นประถมปีที่ 1-6

2.1 นักเรียนชายมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 234, 232, 212, 204, 190 และ 181 มิลลิเซ็คคันด์ ตามลำดับ

2.2 นักเรียนหญิงมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 240, 236, 218, 209, 196 และ 185 มิลลิเซ็คคันด์ ตามลำดับ

3. เวลาปฏิกิริยาในการจับคฑาด้วยสองมือของนักเรียนชั้นประถมปีที่ 1-6

3.1 นักเรียนชายมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 235, 231, 212, 204, 189 และ 182 มิลลิเซ็คคันด์ ตามลำดับ

3.2 นักเรียนหญิงมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 239, 235, 219, 209, 200 และ 186 มิลลิเซ็คคันด์ ตามลำดับ

4. เวลาปฏิกิริยาในการจับคฑาด้วยมือขวากับเวลาปฏิกิริยาในการจับคฑาด้วยมือซ้าย เวลาปฏิกิริยาในการจับคฑาด้วยมือขวากับเวลาปฏิกิริยาในการจับคฑาด้วยสองมือ และเวลาปฏิกิริยาในการจับคฑาด้วยมือซ้ายกับเวลาปฏิกิริยาในการจับคฑาด้วยสองมือ มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 (r = .904, .870 และ .904 ตามลำดับ)

เกษม วรรณะ (2541, หน้าบทคัดย่อ) ได้ศึกษาเวลาปฏิกิริยาในการเลือกทิศทางของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1-6 โดยมีความมุ่งหมายของการวิจัยนี้เพื่อทราบเวลาปฏิกิริยาในการเลือกทิศทางของนักเรียนชายและหญิงระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-6 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชายและนักเรียนหญิงระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-6 ประจำปีการศึกษา 2541 ของโรงเรียนวิสุทธรังสี อำเภอท่าม่วง จังหวัดกาญจนบุรี และโรงเรียนกาญจนานุเคราะห์ อำเภอเมือง จังหวัดกาญจนบุรี โดยได้มาจากการสุ่มแบบง่าย (Simple Random Sampling) แบ่งเป็น 6 ระดับชั้น ระดับชั้นละ 100 คน ในแต่ละระดับชั้นแบ่งเป็นนักเรียนชาย 50 คน นักเรียนหญิง 50 คน รวมกลุ่มตัวอย่างทั้งสิ้น 600 คน จากนั้นทำการทดสอบเวลาปฏิกิริยาในการเลือกทิศทางด้านหน้า ทิศทางด้านหลัง ทิศทางด้านขวา และทิศทางด้านซ้าย ด้วยเครื่องมือวัดเวลาปฏิกิริยาเลือกทิศทาง (Selected Reaction Time) ผลการศึกษาพบว่า เวลาปฏิกิริยาในการเลือกทิศทางของนักเรียนชายและนักเรียนหญิงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-6 มีค่าเฉลี่ย และความเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ได้ดังนี้

1. เวลาปฏิกิริยาในการเลือกทิศทางด้านหน้าของนักเรียนชายชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-6 มีค่าเฉลี่ย 798 730 724 724 722 และ 717 มิลลิเซ็คคันด์ (Millisecond) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 91 97 71 56 73 และ 81 มิลลิเซ็คคันด์ (Millisecond) ตามลำดับ

2. เวลาปฏิกิริยาในการเลือกทิศทางด้านหน้าของนักเรียนหญิงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-6 มีค่าเฉลี่ย 951 906 822 810 753 และ 763 มิลลิเซ็คคันด์ (Millisecond) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 106 131 122 103 75 และ 82 มิลลิเซ็คคันด์ (Millisecond) ตามลำดับ

3. เวลาปฏิกิริยาในการเลือกทิศทางด้านหลังของนักเรียนชายชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-6 มีค่าเฉลี่ย 865 814 808 805 803 และ 778 มิลลิเซ็คคันด์ (Millisecond) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 82 100 104 109 100 และ 71 มิลลิเซ็คคันด์ (Millisecond) ตามลำดับ

4. เวลาปฏิกิริยาในการเลือกทิศทางด้านหลังของนักเรียนหญิงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-6 มีค่าเฉลี่ย 1011 953 885 857 828 และ 822 มิลลิเซ็คคันด์ (Millisecond) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 104 119 116 128 78 และ 101 มิลลิเซ็คคันด์ (Millisecond) ตามลำดับ

5. เวลาปฏิกิริยาในการเลือกทิศทางด้านขวาของนักเรียนชายชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-6 มีค่าเฉลี่ย 803 752 749 747 744 และ 731 มิลลิเซ็คคันด์ (Millisecond) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 91 101 82 90 70 และ 74 มิลลิเซ็คคันด์ (Millisecond) ตามลำดับ

6. เวลาปฏิกิริยาในการเลือกทิศทางด้านขวาของนักเรียนหญิงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-6 มีค่าเฉลี่ย 971 907 734 811 769 และ 769 มิลลิเซ็คคันด์ (Millisecond) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 96 137 124 99 80 และ 74 มิลลิเซ็คคันด์ (Millisecond) ตามลำดับ

7. เวลาปฏิกิริยาในการเลือกทิศทางด้านซ้ายของนักเรียนชายชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-6 มีค่าเฉลี่ย 806 793 789 770 769 และ 766 มิลลิเซ็คคันด์ (Millisecond) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 84 98 93 85 97 และ 93 มิลลิเซ็คคันด์ (Millisecond) ตามลำดับ

8. เวลาปฏิกิริยาในการเลือกทิศทางด้านซ้ายของนักเรียนหญิงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-6 มีค่าเฉลี่ย 969 915 833 831 814 และ 795 มิลลิเซ็คคันด์ (Millisecond) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 119 113 143 124 84 และ 103 มิลลิเซ็คคันด์ (Millisecond) ตามลำดับ

ครรชิต สุขเกษม (2543, หน้าบทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาเรื่อง เวลาปฏิกิริยาในการกระโดดของผู้ที่ออกกำลังกายในสถานบริหารกาย เพื่อทราบและเปรียบเทียบเวลาปฏิกิริยาในการกระโดดของผู้ที่ออกกำลังกายในสถานบริหารกาย กลุ่มตัวอย่างเป็นสมาชิกที่ออกกำลังกายในสถานบริหารกาย เดอะ แกรนด์ สปา แอนด์ ฟิตเนส คลับ ซึ่งมีอายุ 25-32 ปี เป็นสมาชิกที่ออกกำลังกายสัปดาห์ละ 3 วันขึ้นไป ชาย 50 คน หญิง 50 คน และสมาชิกที่ออกกำลังกายสัปดาห์ละน้อยกว่า 3 วัน ชาย 50 คน หญิง 50 คน รวม 200 คน ผลการศึกษาพบว่า

1. เวลาปฏิกิริยาในการกระโดดของสมาชิกชายที่ออกกำลังกายสัปดาห์ละ 3 วันขึ้นไป มีค่าเท่ากับ 449 มิลลิเซ็คคันด์ และที่ออกกำลังกายสัปดาห์ละน้อยกว่า 3 วัน มีค่าเท่ากับ 489 มิลลิเซ็คคันด์

2. เวลาปฏิกิริยาในการกระโดดของสมาชิกหญิงที่ออกกำลังกายสัปดาห์ละ 3 วันขึ้นไป มีค่าเท่ากับ 499 มิลลิเซ็คคันด์ และที่ออกกำลังกายสัปดาห์ละน้อยกว่า 3 วัน มีค่าเท่ากับ 589 มิลลิเซ็คคันด์

3. เวลาปฏิกิริยาในการกระโดดของสมาชิกชายและหญิงที่ออกกำลังกายสัปดาห์ละ 3 วันขึ้นไป กับที่ออกกำลังกายสัปดาห์ละน้อยกว่า 3 วัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อดิศักดิ์ คงทัด (2543, หน้าบทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาเรื่อง เวลาปฏิกิริยาในการกระโดดที่กระตุ้นด้วยแสงและเสียงของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา การศึกษาครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาและเปรียบเทียบเวลาปฏิกิริยาในการกระโดดที่กระตุ้นด้วยแสงและเสียงของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา โดยใช้เครื่องมือวัดเวลาปฏิกิริยา กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-6 จากโรงเรียนระยองวิทยาคม แบ่งออกเป็นจำนวนนักเรียนในแต่ละชั้น ชาย 50 คน หญิง 50 คน รวมทั้งหมด 600 คน ผลการศึกษาพบว่า

1. เวลาปฏิกิริยาในการกระโดดของนักเรียนชายชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-6 ที่กระตุ้นด้วยแสง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 363 342 340 335 314 และ 306 มิลลิเซ็คคันด์ และที่กระตุ้นด้วยเสียง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 429 421 397 377 366 และ 365 มิลลิเซ็คคันด์ ตามลำดับ

2. เวลาปฏิกิริยาในการกระโดดของนักเรียนหญิงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-6 ที่กระตุ้นด้วยแสง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 423 402 395 386 351 และ 348 มิลลิเซ็คคันด์ และที่กระตุ้นด้วยเสียง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 522 458 457 447 427 และ 416 มิลลิเซ็คคันด์ ตามลำดับ

3. เวลาปฏิกิริยาในการกระโดดที่กระตุ้นด้วยแสงเร็วกว่าเวลาปฏิกิริยาในการกระโดดที่กระตุ้นด้วยเสียงทั้งของนักเรียนชายและนักเรียนหญิง โดยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

งานวิจัยในต่างประเทศ

วิลสัน (Wilson, 1959, pp. 101-109) ศึกษาเรื่องความเร็วของเวลาปฏิกิริยาและการเคลื่อนไหวที่สัมพันธ์กับการให้สัญญาณเห็นที่เปิดเป็นจังหวะ และไม่เป็นจังหวะ (ดวงไฟ 1 ดวง ต่อ .50 วินาที 1.00 นาที และ 1.50 วินาที) กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาชาย จำนวน 50 คน ทำการทดลอง 70 ครั้ง แบ่งเป็น 2 กลุ่ม การแสดงปฏิกิริยาดูได้จากแขนยกขึ้นลง วัดเวลาปฏิกิริยาเมื่อให้สิ่งเร้าที่เป็นจังหวะและสิ่งเร้าที่ไม่เป็นจังหวะ ผลการศึกษาพบว่า (1) เวลาปฏิกิริยาของการให้

สิ่งเร้าที่เป็นจังหวะเร็วกว่าเวลาปฏิกิริยาของการให้สิ่งเร้าที่ไม่เป็นจังหวะ (2) ความเร็วของการเคลื่อนไหวเริ่มแรกไม่ได้มีอิทธิพลมาจากสิ่งเร้าที่เป็นจังหวะ หรือสิ่งเร้าที่ไม่เป็นจังหวะ (3) การเคลื่อนไหว ความเร็วของเวลาปฏิกิริยาและความเร็วของการเคลื่อนไหวในแต่ละอย่างเกือบเป็นอิสระต่อกัน

ลอตเตอร์ (Lotter, 1960, pp. 147-155) ศึกษาเรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างเวลาปฏิกิริยากับความเร็วในการเคลื่อนไหวของขา และแขน โดยใช้ทักษะกีฬา 2 อย่างเป็นพื้นฐานของการเคลื่อนไหว คือ การขว้างลูกบาสเกตบอล และการเตะลูกฟุตบอล กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาชาย 105 คน ผลการศึกษาพบว่า ความสามารถในเวลาปฏิกิริยาความสามารถในการเคลื่อนไหวของแขน และขา ไม่มีความสัมพันธ์กัน แต่มีความสัมพันธ์กันสูงระหว่างความสามารถในการกระทำของขาซ้าย และขาขวา 76 เปอร์เซนต์ และความสัมพันธ์ของแขนซ้าย และแขนขวา 65 เปอร์เซนต์ ค่าความสัมพันธ์ระหว่างแขนกับขาอยู่ในขั้นต่ำ

แนฟ (Knapp, 1961, pp. 409-414) ได้ศึกษาเวลาปฏิกิริยาอย่างง่ายของนักกีฬาและนักศึกษาชายที่ทำวิทยานิพนธ์ กลุ่มละ 20 คน อายุ 20-30 ปี โดยให้ผู้เข้ารับการทดลองนั่ง นิ้วแตะอยู่ที่ปุ่มบนโต๊ะ หลอดไฟสัญญาณอยู่ตรงหน้าใกล้ ๆ กัน เครื่องวัดเวลาปฏิกิริยาอยู่อีกห้องหนึ่งที่ผู้เข้ารับการทดลองไม่สามารถมองเห็นได้ ช่วงเวลาที่ผู้ทดลองเปิดไฟ และดับไฟนั้น อยู่ในช่วงระยะเวลา 1-4 วินาที ไม่กำหนดแน่นอนเพื่อป้องกันการคาดคะเนล่วงหน้า วัดเวลาปฏิกิริยาจากที่แสงไฟดับลงด้วยการใช้นิ้วกดปุ่ม ทุกคนจะฝึกทำก่อน 20 ครั้ง หยุดพัก 1 นาที แล้วทำต่ออีก 25 ครั้ง ผลการทดลองพบว่า เวลาปฏิกิริยาของนักกีฬาสั้นกว่านักศึกษา และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของเวลาปฏิกิริยาก็เชื่อได้ว่าน้อยกว่านักศึกษา ผลการศึกษาพบว่า เวลาปฏิกิริยาอย่างง่ายโดยใช้แสงเป็นเครื่องกระตุ้น นักกีฬาสามารถทำได้ดีกว่าบุคคลธรรมดา

สมิธ (Smith, 1961, pp. 88-92) ได้ศึกษาเกี่ยวกับเวลาปฏิกิริยาและเวลาการเคลื่อนไหวที่มีต่อกล้ามเนื้อใหญ่ 4 มัด โดยศึกษาจากนักศึกษาชาย มหาวิทยาลัยแคลิฟอร์เนีย จำนวน 70 คน ใช้การเคลื่อนไหว 4 ลักษณะ คือ

1. แกว่งแขนไปข้างหน้าในระดับไหล่ ข้อศอกตึง
2. แกว่งแขนไปข้างหลังในระดับไหล่ ข้อศอกตึง
3. เตะขาไปข้างหลัง
4. เตะขาไปข้างหน้า

ผลการศึกษาพบว่า วิธีการทดสอบมีความเชื่อถือสูง และค่าสหสัมพันธ์ระหว่างเวลาปฏิกิริยาและระยะเวลาการเคลื่อนไหวมีช่วงจาก .06 - .23 ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งสรุปได้ว่าความเร็วของเวลาปฏิกิริยากับความเร็วของการเคลื่อนไหวไม่มีความสัมพันธ์กัน

ทไวท์ และคนอื่น ๆ (Tweit and others, 1962, pp. 509-513) ได้ร่วมกันทำการทดลองจากกลุ่มประชากรชายชั้นปีที่ 1 ที่มีสุขภาพต่ำจากมหาวิทยาลัยแห่งหนึ่ง จำนวน 26 คน ที่ต้องการศึกษาโปรแกรมพลศึกษาของมหาวิทยาลัยวอชิงตัน อายุระหว่าง 17-21 ปี อายุเฉลี่ย 18.8 ปี ประชากรทุกคนมีอิสระที่จะฝึกตามโปรแกรมที่กำหนดให้ ทำการทดลองวัดเวลาตอบสนองของทุกส่วนโดยใช้โครโมมิเตอร์ก่อน และหลังการฝึก 6 สัปดาห์ ผลการศึกษาพบว่าหลังจากการฝึกทุกคนมีเวลาตอบสนองทุกส่วนของร่างกายไวกว่าก่อนเริ่มฝึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ฮอดก์คินส์ (Hodgkins, 1963, pp. 335-343) ได้ทำการศึกษาถึงเวลาปฏิกิริยาและความเร็วของการเคลื่อนไหวระหว่างชายและหญิงทุกระดับอายุ ใช้ผู้ทดสอบทั้งชายและหญิงอาสาสมัคร จำนวน 900 คน อายุตั้งแต่ 6-54 ปี ทดสอบความแตกต่างของความเร็วของเวลาปฏิกิริยา และการเคลื่อนไหวระหว่างหญิงและชายในแต่ละระดับอายุ เครื่องมือในการวัดเพื่อการศึกษาประกอบด้วยโฟโตอิเลคทริคยูนิต (Photo Electric Unit) และใช้แสงไฟเป็นสัญญาณการเห็น มีปุ่มกดสำหรับผู้รับการทดสอบกดเมื่อได้เห็นสัญญาณไฟ บันทึกทั้งเวลาปฏิกิริยาและเวลาการเคลื่อนไหว ผลการศึกษาพบว่า

1. ความเร็วของเวลาปฏิกิริยา (Speed of Reaction) อายุระหว่าง 12-25 ปี ชายจะเร็วกว่าหญิง

2. จากอายุ 12 ปีขึ้นไป ความเร็วของการเคลื่อนไหว (Speed of Movement) ของชายจะสูงกว่าหญิง

3. ความเร็วสูงสุดของเวลาปฏิกิริยาทั้งชายและหญิง จะอยู่ในช่วงระหว่างอายุ 18-21 ปี

4. ความเร็วสูงสุดในการเคลื่อนไหวของชายและหญิง อยู่ในช่วงระหว่างอายุ 15-17 ปี

5. ชายมีความเร็วกว่าหญิงทั้งเวลาปฏิกิริยา และการเคลื่อนไหวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

6. ความเร็วของเวลาปฏิกิริยา และความเร็วในการเคลื่อนไหว จะเพิ่มขึ้นจนถึงวัยรุ่นตอนต้น และเริ่มลดลง

7. ความเร็วสูงสุดของชายจะอยู่นานกว่าในด้านของการเคลื่อนไหว ส่วนหญิงจะอยู่นานกว่าในด้านเวลาปฏิกิริยา

8. ไม่มีความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วของเวลาปฏิกิริยา (Speed of Reaction) และความเร็วของการเคลื่อนไหว (Speed of Movement)

ลอคส์ และทอมพ์สัน (Louck and Thompson, 1968, pp. 407-408) ได้ศึกษาผลของการมีประจำเดือนต่อปฏิกิริยาตอบสนองของร่างกายในปี ค.ศ. 1966 โดยศึกษาจากกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักศึกษา ที่มีอายุระหว่าง 19-21 ปี จำนวน 20 คน ที่อาสาสมัครเข้าร่วมโครงการวิจัย โดย

ใช้เวลาในการวิจัยสองเดือน เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของเวลาการตอบสนองของร่างกาย ระหว่างมีประจำเดือนโดยทำการทดสอบแต่ละคน ทดสอบเวลาตอบสนองของร่างกายคนละแปดครั้ง สามครั้งแรกเป็นการทดลอง ทำแล้วบันทึกผลเฉพาะห้าครั้งหลัง การทดสอบทุกครั้งทำการทดสอบในห้องปฏิบัติการทางจิตวิทยาให้ผู้รับการทดสอบนั่งอยู่หน้ากล่องสัญญาณเมื่อได้รับคำสั่งให้ผู้รับการทดสอบกดปุ่มสัญญาณทันที (ผู้รับการทดสอบจะมองไม่เห็นผู้ควบคุมการทดสอบ) เมื่อเห็นไฟสัญญาณสีเขียวบนหน้าปัทม์ เครื่องบันทึกเวลาจะบันทึกเวลาการตอบสนองของร่างกาย โดยเริ่มจับเวลาตั้งแต่ไฟสีเขียวบนหน้าปัทม์สว่างขึ้น จนกระทั่งผู้รับการทดสอบกดปุ่มสัญญาณ โดยจับเวลาละเอียดถึง 1/100 วินาที ผลการวิจัยพบว่า ปฏิกิริยาตอบสนองของร่างกายที่ทำการทดสอบวันที่ 1, 3, 6 และ 20 ของการมีประจำเดือนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

โบลิ่ง (Boling, 1972, p. 1483-A) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาความแข็งแรงของการเหยียดเท้า ความคล่องตัว ความอ่อนตัว เวลาในการตอบสนองและขนาดช่วงเวลาในการฝึก 4 แบบ คือ

1. การออกกำลังกายโดยวิธีไอโซเมตริก (Isometric Exercise)
2. การออกกำลังกายโดยวิธีไอโซโทนิค (Isotonic Exercise)
3. การวิ่งขึ้นลงบันไดของอัฒจันทร์ (Running of Stadium Stairs)
4. การวิ่งโดยใช้น้ำหนักถ่วง (Heavy Resistance Running Using the Penny Power Pull)

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ เป็นนักศึกษาอาสาสมัครจากวิทยาลัยแจ็คสัน (Jackson College) รัฐมิสซิสซิปปี้ จำนวน 96 คน แบ่งเป็น 4 กลุ่ม ฝึก 9 สัปดาห์ ๆ ละ 3 ครั้ง

ผลการศึกษาพบว่า การฝึกทั้ง 4 แบบ สามารถเพิ่มความแข็งแรงของการเหยียดข้อเท้า ไม่มีส่วนเกี่ยวกับความอ่อนตัวเวลาในการตอบสนองและขนาดของขาส่วนล่าง การวิเคราะห์เกี่ยวกับความอ่อนตัว พบว่า การปรับปรุงความอ่อนตัวไม่มีวิธีใดดีกว่ากัน การวิเคราะห์เวลาในการตอบสนอง พบว่า ทุกวิธีสามารถลดเวลาในการตอบสนองให้สั้นเข้า แต่ไม่มีวิธีใดดีกว่ากัน

บราวน์ (Brown, 1972, pp. 5013-5014) ได้ศึกษาถึงผลของความหนักเบาในการอบอุ่นร่างกาย 3 ระดับ ที่มีต่อเวลาปฏิกิริยาตอบสนอง และความเร็วในการเหวี่ยงไม้เบสบอล ใช้นักกีฬาเบสบอลหญิงของมหาวิทยาลัยอินเดียน่า จำนวน 30 คน มีอายุเฉลี่ย 20 ปี การอบอุ่นร่างกายแบ่งเป็น 3 ระดับ คือ

1. การไม่อบอุ่นร่างกายโดยไม่มีการเหวี่ยงไม้ตีมาก่อน
2. การอบอุ่นร่างกายปกติโดยให้บริหารหัวไหล่ และเหวี่ยงไม้ตี 8 ครั้ง

3. การอบอุ่นร่างกายอย่างหนักโดยให้บริหารหัวไหล่ และเหวี่ยงไม้ตี 8 ครั้ง แต่ให้ทำอย่างรวดเร็ว

ผลการศึกษาพบว่า การอบอุ่นร่างกายที่พอเหมาะจะทำให้สามารถเหวี่ยงไม้เบสบอลได้เร็วขึ้น และการอบอุ่นร่างกายแบบปกติกับการอบอุ่นร่างกายอย่างหนัก ให้ผลในการเหวี่ยงไม้เท่ากัน และไม่เกี่ยวข้องกับระยะเวลาตอบสนองเลย

รัสเซล (Russel, 1982, unpaged) ได้ศึกษาผลของการออกกำลังกายแบบแอโรบิคที่มีต่อเวลาปฏิกิริยาของผู้สูงอายุที่นั่งทำงานอยู่เป็นประจำ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้เป็นชายและหญิง จำนวน 45 คน มีอายุตั้งแต่ 55-77 ปี โดยแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 3 กลุ่ม คือ

1. กลุ่มควบคุม จำนวน 15 คน ไม่ต้องออกกำลังกาย

2. กลุ่มทดลองที่ 1 จำนวน 15 คน ให้ฝึกออกกำลังกายแบบธรรมดาที่เน้นความแข็งแรงและความยืดหยุ่นตัวของกล้ามเนื้อ

3. กลุ่มทดลองที่ 2 จำนวน 15 คน ให้ฝึกออกกำลังกายแบบแอโรบิคด้วยการเดินและวิ่งเหยาะ ๆ สัปดาห์ละ 3 วัน วันละ 60 นาที โดยกำหนดให้ชีพจรเต้นถึง 60-70 เปอร์เซนต์ ของการเต้นชีพจรสูงสุด ใช้เวลาฝึกทั้งหมด 16 สัปดาห์ กลุ่มทดลองทั้ง 2 กลุ่ม ได้รับการทดสอบด้วยแบบสอบวัดสมรรถภาพสูงสุดของการออกกำลังกายแบบแอโรบิค (Maximum Aerobic Capacity Test) และแบบทดสอบวัดเวลาปฏิกิริยา (Reaction Time Test) สำหรับกลุ่มควบคุมจะมีเพียงวัดเวลาปฏิกิริยาเท่านั้น

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล ปรากฏว่าภายหลังการฝึกกลุ่มทดลองที่มีการออกกำลังกายแบบแอโรบิคมีความสามารถในการจับออกซิเจนสูงสุด (VO_2 max) เพิ่มขึ้น 25 เปอร์เซนต์ กลุ่มทดลองที่ออกกำลังกายแบบธรรมดามีความสามารถในการจับออกซิเจนสูงสุด (VO_2 max) เพิ่มขึ้น 8.6 เปอร์เซนต์ และเกี่ยวกับเวลาปฏิกิริยา กลุ่มทดลองออกกำลังกายแบบแอโรบิคมีเวลาปฏิกิริยาดีขึ้นมาก ซึ่งในขณะที่กลุ่มทดลองออกกำลังกายแบบธรรมดากับกลุ่มควบคุมแทบจะไม่มีเวลาปฏิกิริยาดีขึ้นเลย

ลินซ์ (Lynch, 1984, p. 2440-A) ได้ศึกษาเรื่องเกี่ยวกับความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ เวลาปฏิกิริยา และการรับรู้ทางสายตาที่มีต่อความสามารถในการตีลูกเบสบอลของเด็กนักเรียนประถมศึกษาระดับ 2 โดยมีจุดประสงค์ที่จะศึกษาพฤติกรรมของเด็กประถมศึกษาระดับ 2 ที่มีต่อการยืนอยู่กับที่เพื่อตีลูกเบสบอล กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้เป็นนักเรียนชายและหญิงของโรงเรียนในชุมชนอาร์คันซอร์ ในช่วงฤดูใบไม้ผลิ ปี 1983 จำนวน 90 คน

การทดสอบมี 13 รายการ คือ

1. ความสูงของร่างกายขณะยืน

2. ความยาวของขา

3. น้ำหนัก

4. อายุ

5. เพศ

6. จำนวนพี่น้อง

7. สายตา

8. การประสานงานของตา

9. ตำแหน่งในการเล่นเบสบอล

10. เวลาปฏิกิริยา

11. ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขา

12. การยืนอยู่กับที่ในการตีลูกเบสบอล

13. การเคลื่อนที่ในการตีลูกเบสบอล

ผลปรากฏว่า

1. พฤติกรรมส่วนมากของนักเรียนชายและหญิงจะเป็นเรื่องที่เกี่ยวกับการเคลื่อนไหวอยู่ตลอดเวลา

2. เพศ การยืนกระโดดไกล ความสูง และขนาด เป็นสิ่งสำคัญที่จะชี้ให้เห็นในเรื่องความเร็วในการยืนอยู่กับที่เพื่อตีลูกเบสบอล

3. นักเรียนชายมีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ และเวลาปฏิกิริยาดีกว่านักเรียนหญิง

4. นักเรียนชายสามารถที่จะตีลูกยาก ๆ ได้ และมีความพยายามมากกว่านักเรียนหญิง

5. นักเรียนชายและหญิงที่มีความสูงกว่าคนอื่น ๆ นั้น มีแนวโน้มมาจากความยาวของช่วงขาที่ยาวกว่า

6. ทั้งนักเรียนชายและหญิงจะใช้สายตาทั้ง 2 ข้าง ได้ดีกว่าที่จะใช้ตาขวาเพียงข้างเดียว

7. ทั้งนักเรียนชายและหญิงจะใช้สายตาข้างขวาได้ดีกว่าสายตาข้างขวา

พลุยติ (Pruiti, 1984, p. 2031-A) ได้ศึกษาถึงผลของการใช้สีที่กระตุ้นสำหรับการวัดเวลาปฏิกิริยา และการเล่น แรคเก้ทบอล (Racquetball) สีที่นำมาทดลองนี้ได้แก่ สีฟ้า สีเขียว สีส้ม และสีเหลือง โดยใช้กลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักศึกษาของมหาวิทยาลัยมิดเดิล เทนนิส สเตรท์ ที่กำลังเรียนกีฬา แรคเก้ทบอล (Racquetball) อยู่ในฤดูใบไม้ผลิ ปี 1984 และจะต้องไม่เป็นผู้ที่ตาบอดสี กลุ่มตัวอย่างทุกคนจะต้องทำการทดสอบเวลาปฏิกิริยากับสีทุกสี พบว่า เวลาปฏิกิริยาที่เกิดจากสีทุกสีนั้น มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และเมื่อเปรียบเทียบเป็นรายคู่แล้ว ปรากฏว่าสีฟ้ากับสีส้ม สีฟ้ากับสีเหลือง และสีเขียวกับสีเหลือง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่สีฟ้ากับสีเขียว และสีเขียวกับสีส้มไม่มีความแตกต่างกัน และความสัมพันธ์ระหว่างเวลาปฏิกิริยาที่วัดได้กับผลของการเล่นกีฬา แรคเก้ทบอล (Racquetball) พบว่า

สีเขียวกับสีส้ม จะดีกว่าสีฟ้ากับสีเหลือง สำหรับผู้ที่เริ่มหัดเล่น แต่ทั้งสีเขียว สีส้ม และสีเหลือง เมื่อวิเคราะห์ออกมาแล้วปรากฏว่าไม่มีความแตกต่างกัน แต่จะดีกว่าสีฟ้า และทั้งสีเขียว สีส้ม และสีเหลืองสามารถที่จะใช้แทนกันได้

โรส (Rose, 1985, p. 2620-A) ได้ศึกษาการเลือกระหว่างการเคลื่อนไหวที่ต่อเนื่องกับผลของความคล้ายกันในการเลือกตอบสนองภายใต้สภาพการทดลองที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาเวลาปฏิกิริยา และเวลาการตอบสนอง การทดลองมี 2 แบบ โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาธรรมชาติของการเลือกระหว่างการเคลื่อนไหวแบบต่อเนื่องหลาย ๆ แบบ ซึ่งมีความแตกต่างกันของการตอบสนองและช่วงเวลา

ในการทดลองทั้ง 2 แบบนี้ ใช้กลุ่มตัวอย่าง 16 คน เพื่อให้การเลือกระหว่างการเคลื่อนไหวแบบต่อเนื่อง 2 แบบ ที่มีความแตกต่างกันในด้านความเร็วและแรงกดของนิ้วที่แป้นอย่างต่อเนื่อง โดยใช้นิ้วต่าง ๆ ได้แก่ นิ้วชี้ นิ้วกลาง และนิ้วนางของมือขวาและมือซ้าย ซึ่งสามารถส่งผลให้มีช่วงเวลาปฏิกิริยาของการเลือก (Choice Reaction Time) ที่เหมาะสม

ผลการทดลองทั้ง 2 แบบนี้ ใช้กลุ่มตัวอย่าง 16 คน เพื่อให้การเลือกระหว่างการเคลื่อนไหวแบบต่อเนื่องที่เหมาะสมเพิ่มขึ้น ช่วงเวลาปฏิกิริยาของการเลือกก็จะเพิ่มขึ้นตามไปด้วย และไม่พบความแตกต่างระหว่างเวลาปฏิกิริยาของนิ้วแต่ละนิ้ว นอกจากนั้นการวิจัยครั้งนี้ยังพบว่า มีผลตรงข้ามกับการวิจัยอื่น ๆ ในเรื่องของการเพิ่มจำนวนครั้งในการปฏิบัติ ไม่มีผลต่อเวลาปฏิกิริยา

จากผลการวิจัยครั้งนี้ สามารถสรุปเป็นข้อเสนอแนะจากการทดลองได้ 3 ประการ คือ

1. เวลาที่ต้องการสำหรับการเตรียมการเลือกของการเคลื่อนไหวที่กำลังจะเกิดขึ้นจะเพิ่มตามจำนวนครั้งของการตอบสนอง

2. การเพิ่มจำนวนครั้งของการตอบสนองที่คล้ายกันจะไม่ทำให้ช่วงเวลาการทดลองลดลง

3. การทำกิจกรรมต่าง ๆ ระหว่างการทดลอง ซึ่งประกอบด้วยการเคลื่อนไหวอย่างต่อเนื่องตามที่กำหนด และแนวทางในการปฏิบัติให้เสร็จสิ้นสมบูรณ์ ควรมีการฝึกหรือการเตรียมตัวล่วงหน้า ก่อนที่จะเริ่มให้ผู้เข้ารับการทดลองได้แสดงปฏิกิริยาตอบสนองในครั้งแรกและครั้งต่อไป

เวอร์เกตส์ (Virgets, 1985, unpaged) ได้ศึกษาถึงความสัมพันธ์ของการลดน้ำหนัก การเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาด้านความแข็งแรง และสมรรถภาพทางกลไก กลุ่มตัวอย่างเป็นนักมวยระดับวิทยาลัย อายุ 18-23 ปี ที่กำลังเก็บตัวฝึกซ้อมเพื่อเข้าชกชิงแชมป์เปี้ยน กีฬาวิทยาลัยทหารแห่งเวอร์จิเนีย (The Verginia Military Insitute) โดยให้นักมวยมีการลดน้ำหนักด้วยวิธีการอดอาหาร การออกกำลังกาย และการลดปริมาณน้ำในร่างกายไปพร้อมกัน แล้วตรวจสอบดูการ

เปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาเกี่ยวกับความแข็งแรง และสมรรถภาพกลไก 11 รายการด้วยกัน คือ

1. เปอร์เซนต์ไขมันของร่างกาย (Percent Body Fat)
2. ความดันโลหิตเมื่อหัวใจคลายตัว (Diastolic Blood Presure)
3. ความดันโลหิตเมื่อหัวใจบีบตัว (Systolic Blood Presure)
4. แรงบีบมือ (Handgrip Strength)
5. ความอดทนของกล้ามเนื้อแขน (Bicycle Arm Endurance)
6. เวลาปฏิกิริยา (Reaction Time)
7. เวลาเคลื่อนไหว (Movement Time)
8. แรงหมัดที่ชก (Punch Force)
9. ความเมื่อยล้าของเวลาปฏิกิริยา (Fatique Reaction Time)
10. ความเมื่อยล้าของเวลาเคลื่อนไหว (Fatique Movement Time)
11. ความเมื่อยล้าของหมักชก (Fatique Punch Force)

โดยจะทดสอบ 3 ระยะ คือ ช่วงก่อนการลดน้ำหนักในสัปดาห์ที่ 2 และช่วงการลดน้ำหนักในสัปดาห์ที่ 4 แล้วนำข้อมูลมาหาค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าสหสัมพันธ์ของข้อมูลทั้ง 3 ครั้ง ผลการศึกษาพบว่า ผลของการลดน้ำหนัก 8.2 เปอร์เซนต์ของน้ำหนักร่างกาย ไม่มีผลทางสรีรวิทยาด้านความแข็งแรง และสมรรถภาพในการชกของนักมวยแต่อย่างไร และการลดน้ำหนักได้ผลจะต้องลดปริมาณน้ำในร่างกายเสียก่อน จึงจะช่วยลดปริมาณไขมันในร่างกายได้ 7.49 เปอร์เซนต์ ในเวลา 4 สัปดาห์

บีช์เลอร์ (Beehler, 1986, p. 2942-A) ได้ศึกษาถึงผลของความเข้มของสิ่งเร้าและแบบของการทดลองที่มีต่อเวลาปฏิกิริยา และการตอบสนองโดยใช้ความดังของเสียงเป็นตัวกำหนด การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อวัดความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มของเสียงที่แตกต่างกันกับเวลาปฏิกิริยาในขณะที่มีการตอบสนองโดยการเคลื่อนไหวอย่างรวดเร็วภายใต้การทดลอง

ในช่วงแรก ผู้วิจัยได้ศึกษาผลของความเข้มของเสียงต่อการเคลื่อนไหวของผู้เข้ารับการทดลอง เมื่อได้รับเสียงที่มีความเข้มดังนี้ 30, 50, 70 และ 90 เดซิเบล โดยแบ่งกลุ่มผู้เข้ารับการทดลองเป็นกลุ่มตามระดับความเข้มของเสียงตามลำดับ

ในช่วงต่อมาผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองอีก เพื่อ

1. ศึกษาความเข้มของเสียงที่ต่างกัน จะส่งผลต่อการตอบสนองอย่างไร โดยจับคู่ความเข้มของเสียงดังนี้ คือ 30-50, 30-70, 30-90, 50-70 และ 70-90 เดซิเบล
2. ศึกษาผลของการได้รับความเข้มของเสียงที่แตกต่างกัน ในแต่ละระดับความเข้มต่อการตอบสนองในการเคลื่อนไหว โดยใช้กลุ่มตัวอย่างกลุ่มเดียวกัน

3. ศึกษาผลของการที่ผู้เข้ารับการทดลองแต่ละคนที่ได้รับความเข้มของเสียงที่แตกต่างกันต่อการเคลื่อนไหว โดยการจับคู่ความเข้มของเสียงดังนี้ คือ 30-50, 30-70, 30-90, 50-70 และ 70-90 เดซิเบล

ผลการทดลองพบว่า ความเข้มของเสียงที่เพิ่มขึ้นจะส่งผลให้เวลาปฏิกิริยาเร็วตามไปด้วย

ปาคส์ (Parks, 1987, p. 595-A) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบเวลาปฏิกิริยาอย่างง่ายระหว่างเยาวชนที่มีความพิการทางสมองกับเยาวชนทั่วไป มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาผลของความพิการทางสมองต่อความสามารถในการแสดงการเคลื่อนไหว โดยการวัดเวลาปฏิกิริยาอย่างง่าย และในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ใช้กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 20 คน เป็นเยาวชนที่พิการทางสมอง 10 คน และเยาวชนทั่วไป 10 คน

การวัดเวลาปฏิกิริยาอย่างง่ายทำโดย ผู้เข้ารับการทดลองนั่งอยู่หน้าเครื่อง เมื่อได้เห็นแสงสีเขียวขึ้นที่ช่องใดก็ตาม ผู้เข้ารับการทดลองจะต้องใช้มือขวาหยิบแท่งโลหะที่อยู่ในช่องที่กำหนด แล้วนำไปใส่ในช่องที่มีแสงเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วและแม่นยำ ในการวัดครั้งนี้จะทราบถึงเวลาปฏิกิริยา เวลาเคลื่อนไหว รวมทั้งเวลาตอบสนองด้วย

ผลการศึกษาพบว่า เยาวชนทั่วไปจะมีเวลาปฏิกิริยาดีกว่าเยาวชนที่พิการทางสมองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และยังพบว่าเวลาการเคลื่อนไหวระหว่างเยาวชนที่พิการทางสมองกับเยาวชนทั่วไปไม่แตกต่างกัน

คาร์มันนี่ (Carmonney, 1994, p. 2511-A) ได้ศึกษาผลการเปรียบเทียบเวลาปฏิกิริยาของการเลือกสิ่งเร้าการได้ยินจังหวะที่มีต่อนักกีฬาทักษะเปิดและทักษะปิด โดยใช้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 90 คน แบ่งเป็น 3 กลุ่มเท่า ๆ กัน และตามเพศ คือ (1) กลุ่มนักกีฬาทักษะเปิด (2) กลุ่มนักกีฬาทักษะปิด (3) กลุ่มไม่มีทักษะ เพื่อทดสอบในด้านความเร็ว ความแม่นยำ และจำนวนตัวแปรจากสภาพของเสียง 3 แบบ คือ (1) เงียบ (2) จังหวะสม่ำเสมอ (3) จังหวะเสียงไม่สม่ำเสมอ ผลการทดลองพบว่า นักกีฬาที่มีทักษะเปิดและทักษะปิด มีความสามารถรวดเร็วกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ กลุ่มนักกีฬาทักษะเปิดจะแสดงความสามารถได้ดีกว่าในสภาพแวดล้อมที่เงียบและมีเสียงจังหวะสม่ำเสมอ และแสดงได้ดีที่สุดในสภาพที่มีเสียงจังหวะในกลุ่มนักกีฬาทักษะปิดแสดงได้น้อยกว่าในสภาพแวดล้อมทั้ง 3 แบบ และการให้จังหวะนั้นไม่มีผลแตกต่างระหว่างทั้งสองเพศ

ชัทเทน (Shutten, 1995, p. 3782-A) ศึกษาเวลาปฏิกิริยาและส่วนประกอบความรู้สึกในผู้ใหญ่ด้วยองค์ประกอบจิตวิทยาแบบดื้อดึง เพื่อทดสอบผลของวัยและเพศที่มีต่อเวลาปฏิกิริยาก่อนการเคลื่อนไหว และเวลาของการเคลื่อนไหวที่ประกอบอยู่ในตัวของผู้ใหญ่ การวิจัยครั้งนี้ได้ทดสอบความแตกต่างในเรื่องอายุและเพศว่าผลของเวลาที่จะเห็นการกระตุ้นในตัวอย่างเวลา

ปฏิกิริยาทางตรง และลำดับของการกระตุ้นมีเป็น 2 เท่า เวลาปฏิกิริยาเป็นส่วนปลีกย่อยในเวลาก่อนเคลื่อนไหวและเวลาเคลื่อนไหว ที่ประเมินส่วนประกอบที่อยู่ตรงกลางและอยู่รอบนอกองค์ประกอบจิตวิทยาแบบดื้อดึง

หญิงและชายที่มีสุขภาพดี จำนวน 30 คน ได้เข้าร่วมในการศึกษาเป็นเวลา 4 วัน แบ่งเป็น 3 กลุ่มด้วยกัน คือ อายุ 20-29 ปี อายุ 40-49 ปี และอายุ 60-69 ปี ในจำนวนคนในกลุ่มเท่า ๆ กัน ในการศึกษาจะมีหญิงในกลุ่มเพศละครึ่งหนึ่ง ในแต่ละวันคนเหล่านี้จะต้องปฏิบัติการทดลองการกระตุ้นอย่างเดียวถึง 20 ครั้ง ในการกระตุ้นขั้นแรก งานที่หนักนี้ประกอบขึ้นด้วย การขัดขวางด้วยการเคลื่อนไหวที่เฉื่อยชา และการขัดขวางด้านการเคลื่อนไหวที่ชอบของแต่ละคน ซึ่งการทดลองจะกระตุ้นด้วยการมองเห็น ให้ตอบรับในระยะ 50, 100, 200, 400 และ 800 เมตร

ผลการทดสอบพบว่า การฝึกหัดมีผลต่อการศึกษาเป็นรายวัน คนที่มีอายุมากกว่าจำเป็นต้องมีการฝึกมากกว่า เพื่อสร้างเสถียรภาพ

ผลของจิตวิทยาแบบดื้อดึง มีความทนทานต่อเวลาปฏิกิริยาและเวลาก่อนการเคลื่อนไหว โดยข้ามช่วงอายุ ขณะที่ผลของจิตวิทยาแบบดื้อดึงต่อเวลาการเคลื่อนไหวเกี่ยวข้องโดยตรงกับกรณีของอายุ ผลของอายุไม่สามารถแสดงปฏิกิริยาเดียว ๆ ออกมาได้

เวลาปฏิกิริยาและเวลาการเคลื่อนไหวของผู้หญิงมีความเฉื่อยชามากกว่าผู้ชาย

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงสำรวจ เพื่อมุ่งศึกษาถึงเวลาปฏิกิริยาตลอดร่างและเวลาปฏิกิริยาอย่างง่ายในแต่ละช่วงอายุของเยาวชนและประชาชนทั้งเพศชายและหญิง โดยมีวิธีดำเนินการวิจัยดังต่อไปนี้

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้เป็นเยาวชนและประชาชนทั่วไปทั้งชายและหญิงที่เข้าร่วมทดสอบเวลาปฏิกิริยาด้วย เครื่องมือทดสอบเวลาปฏิกิริยา (Reaction Timer) ด้วยความสมัครใจ จำนวน 3,306 คน โดยเป็นชาย 2,078 คน เป็นหญิง 1,228 คน โดยแบ่งช่วงอายุดังนี้คือ อายุน้อยกว่า 11 ปี, 11-15 ปี, 16-20 ปี, 21-25 ปี, 26-30 ปี, 31-35 ปี, 36-40 ปี, 41-45 ปี, 46-50 ปี มากกว่า 50 ปีขึ้นไป

เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย

1. เครื่องทดสอบเวลาปฏิกิริยาตลอดร่าง (whole body reaction time) จำนวน 2 เครื่อง
2. แผงไฟสีแดงที่ใช้เป็นสิ่งเร้า 1 ชุด
3. แผ่นยืนสำหรับกระโดด 1 ชุด
4. เครื่องบันทึกผลและพิมพ์ข้อมูล 1 ชุด
5. เครื่องทดสอบเวลาปฏิกิริยาอย่างง่าย (simple reaction time) จำนวน 2 เครื่อง
6. เครื่องส่งสัญญาณ (สิ่งเร้า) ด้วยเสียง 1 ตัว
7. เครื่องส่งสัญญาณ (สิ่งเร้า) ด้วยแสง 1 ตัว
8. แผ่นยางสวิตตัดวงจรไฟฟ้า 2 ตัว
9. ใบบันทึกผลการทดสอบ
10. คอมพิวเตอร์ประมวลผล โปรแกรม SPSS

สถานที่ที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ ใช้สถานที่ในการเก็บข้อมูลคือ

1. โรงเรียนชลราษฎรอำรุง อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี
2. โรงเรียนชลกันยานุกูล อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี

3. โรงเรียนดาราสมุทร อำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรี
4. โรงเรียนจุฬาภรณ์ราชวิทยาลัย อำเภอบ้านบึง จังหวัดชลบุรี
5. โรงเรียนธัมมสิริศึกษา อำเภอสัตหีบ จังหวัดชลบุรี
6. โรงเรียนพนมสารคาม "พนมอดุลวิทยา" อำเภอพนมสารคาม จังหวัดฉะเชิงเทรา
7. โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาพัฒนาการ สุวินทวงศ์ จังหวัดฉะเชิงเทรา
8. งานวันครู คณะศึกษาศาสตร์ ปี 2544 มหาวิทยาลัยบูรพา
9. งานวันวิทยาศาสตร์แห่งชาติ ปี 2544 มหาวิทยาลัยบูรพา

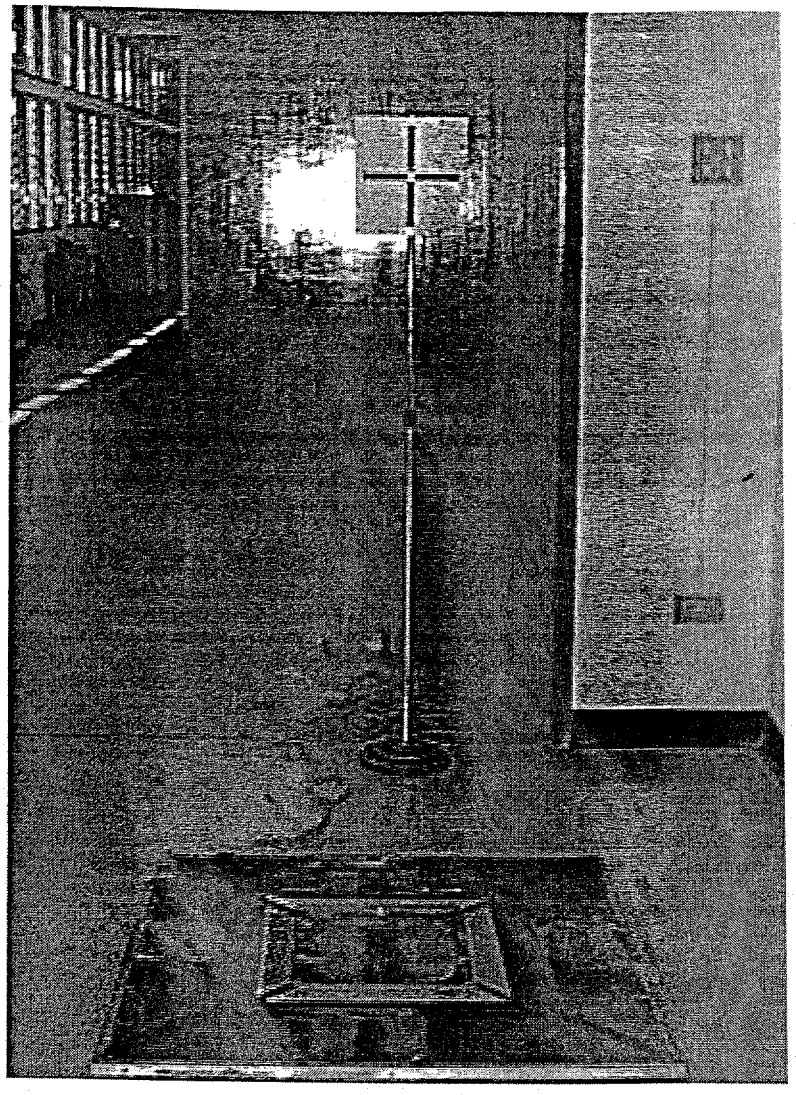
วิธีดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ได้ดำเนินการศึกษาตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

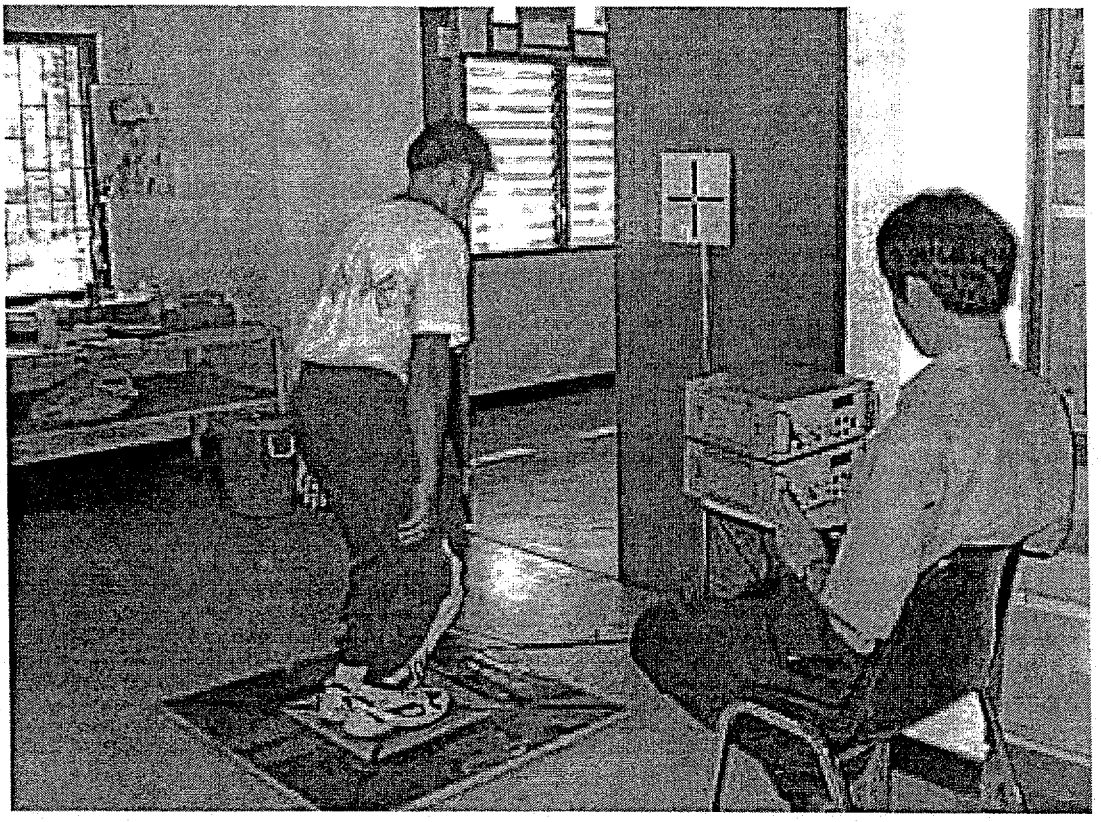
1. อธิบายและสาธิตวิธีการทดสอบให้กับกลุ่มตัวอย่าง เพื่อให้เข้าใจในวิธีการทดสอบ อนุญาตให้ทดลองได้

2. ทำการทดสอบทั้ง 3 รายการ คือ

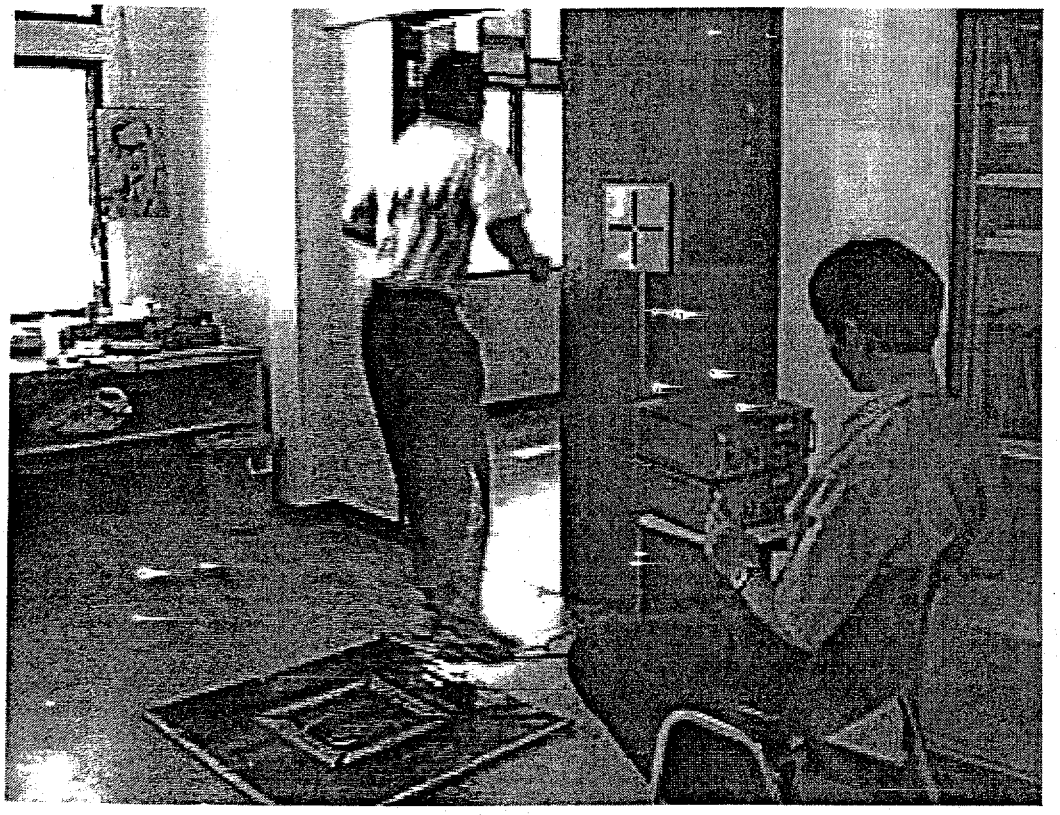
2.1 ทดสอบเวลาปฏิกิริยาตลอดร่าง (whole body reaction time) โดยการยืนตรงกลางของแผ่นกระโดด เมื่อได้รับสัญญาณไฟ (สิ่งเร้า) นาฬิกาจากเครื่องทดสอบ (Reaction time) จะเริ่มเดิน โดยบอกเวลาเป็นมิลลิเซ็คคันด์ (millisecond) ผู้เข้ารับการทดสอบต้องกระโดดให้ เท้าทั้งสองข้างลอยพ้นจากแผ่นยืนกระโดด เวลาก็จะหยุด ซึ่งเป็นเวลาของเวลาปฏิกิริยาตลอดร่าง ให้ทดสอบ 3 ครั้ง บันทึกเวลาครั้งที่ดีที่สุด ดังภาพประกอบ 1, 2 และ 3



ภาพประกอบ 1 แผ่นยืนกระโดดและป้ายสัญญาณไฟสำหรับการทดสอบเวลาปฏิกิริยาตลอดร่าง

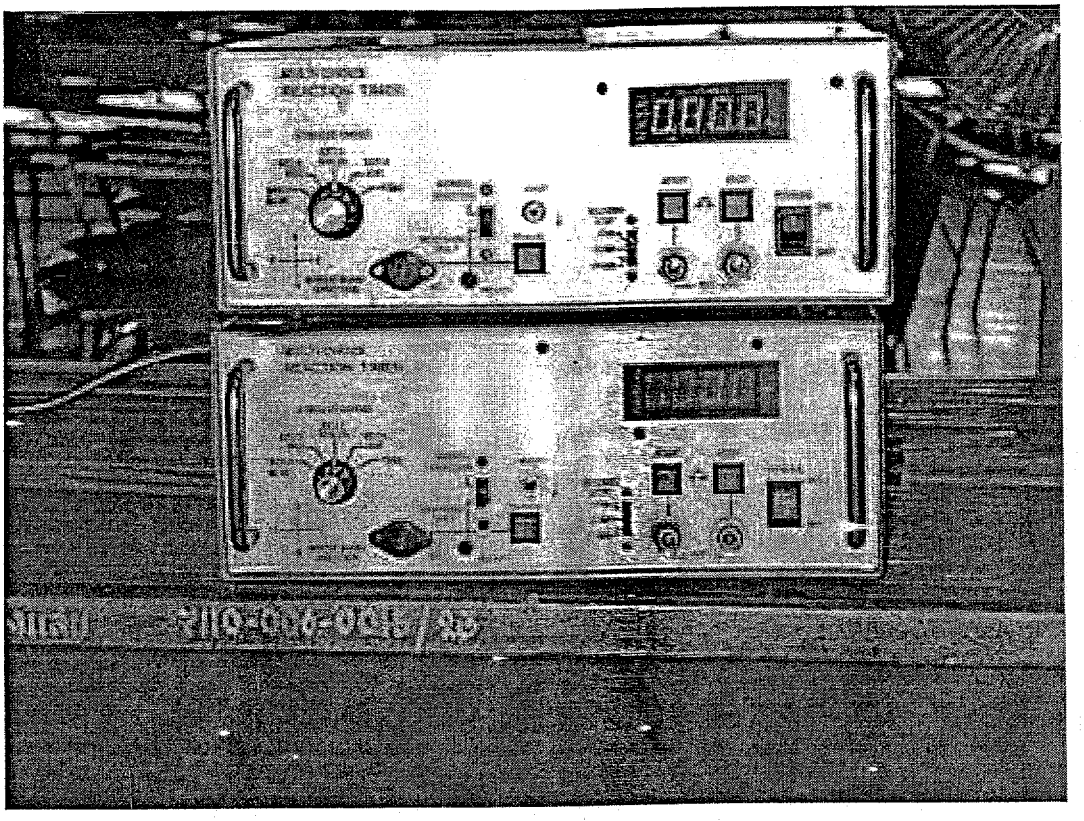


ภาพประกอบ 2 การทดสอบเวลาปฏิกิริยาตลอดร่าง (Whole body reaction time)

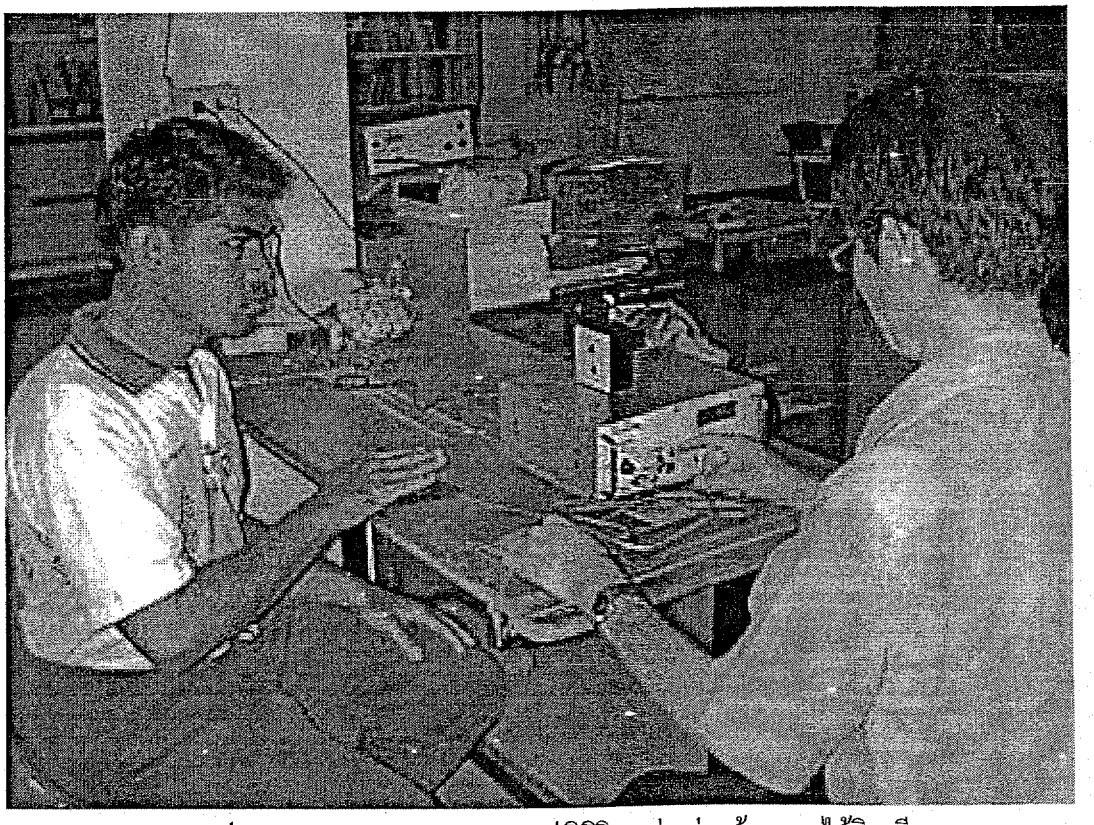


ภาพประกอบ 3 ผู้ทดสอบกระโดดเมื่อได้รับสัญญาณไฟ

2.2 ทดสอบเวลาปฏิกิริยาอย่างง่าย (Simple reaction time) จากส่วนของมือข้างที่ถนัด โดยการแตะที่แผ่นยางสวิทตัดวงจรไฟฟ้า เมื่อได้ยินเสียงจากเครื่องให้สัญญาณ (สิ่งเร้าด้วยเสียง) เวลาจากเครื่องทดสอบ (Reaction timer) ก็จะเริ่มเดิน ซึ่งบอกเวลาเป็นมิลลิเซ็คคันด์ (millisecond) ผู้เข้ารับการทดสอบต้องยกมือให้พ้นจากแผ่นยางสวิทตัดวงจรไฟฟ้า นาฬิกาจากเครื่องทดสอบก็จะหยุด เวลาที่ปรากฏจะบอกถึงเวลาปฏิกิริยาอย่างง่ายจากมือ โดยให้ทดสอบ 3 ครั้ง บันทึกเวลาครั้งที่ดีที่สุด ดังภาพประกอบ 4 และ 5

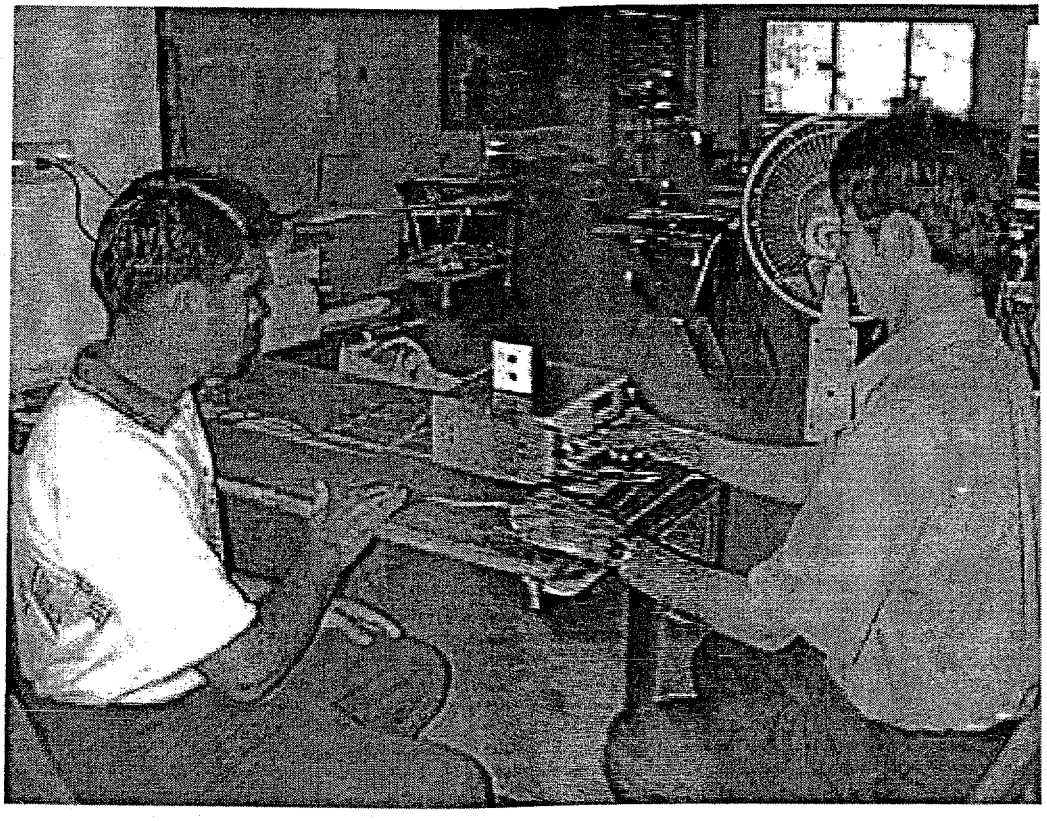


ภาพประกอบ 4 เครื่องจับเวลา (Reaction timer)



ภาพประกอบ 5 การทดสอบเวลาปฏิกิริยาอย่างง่ายด้วยการได้ยินเสียง

2.3 ทดสอบเวลาปฏิกิริยาอย่างง่าย (Simple reaction time) จากส่วนของมือข้างที่ถนัด โดยการแตะที่แผ่นยางสวิทตัดวงจรไฟฟ้า เมื่อเห็นไฟสีแดงจากเครื่องให้สัญญาณ (สิ่งเร้าด้วยแสง) เวลาจากเครื่องทดสอบ (Reaction time) เริ่มเดิน ซึ่งบอกเวลาเป็นมิลลิ-เซ็คคันด์ (millisecond) ผู้เข้ารับการทดสอบต้องยกมือขึ้นจากแผ่นยางสวิทตัดวงจรไฟฟ้า นาฬิกาจากเครื่องทดสอบก็จะหยุด เวลาที่ปรากฏบนเครื่องคือเวลาปฏิกิริยาอย่างง่ายจากมือ โดยให้ทดสอบ 3 ครั้ง บันทึกเวลาครั้งที่ดีที่สุด ดังภาพประกอบ 6



ภาพประกอบ 6 การทดสอบเวลาปฏิกิริยาอย่างง่ายด้วยการมองเห็นแสง

3. นำผลที่ได้จากการทดสอบในแต่ละรายของเวลาปฏิกิริยาเก็บข้อมูลไว้ในคอมพิวเตอร์

4. วิเคราะห์ผลการทดสอบแต่ละรายการจำแนกเพศและอายุด้วยโปรแกรม SPSS

5. สร้างเกณฑ์ปกติของเวลาปฏิกิริยาและรายการ โดยจำแนกตามเพศและแต่ละช่วงอายุ

6. สรุปผลการศึกษาในครั้งนี้

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. วิเคราะห์ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของเวลาปฏิกิริยาที่ได้จากการทดสอบเวลาปฏิกิริยาตลอดร่าง (Whole body reaction time) ในแต่ละกลุ่มอายุทั้งเพศชายและหญิง

2. วิเคราะห์ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของเวลาปฏิกิริยาที่ได้จากการทดสอบเวลาปฏิกิริยาอย่างง่าย (Simple reaction time) จากสิ่งเร้าด้วยเสียงในแต่ละกลุ่มอายุทั้งเพศชายและหญิง

3. วิเคราะห์ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของเวลาปฏิกิริยาที่ได้จากการทดสอบเวลาปฏิกิริยาอย่างง่าย (Simple reaction time) จากสิ่งเร้าด้วยแสงในแต่ละกลุ่มอายุทั้งเพศชายและหญิง

4. ในการสร้างเกณฑ์ปกติ (Norm) แต่ละรายการจะใช้ค่าเฉลี่ย $\pm$ 1/2 ของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

$$\bar{X} = \frac{\Sigma X}{N}$$

$$SD = \sqrt{\frac{N\Sigma X^2 - (\Sigma X)^2}{N(N-1)}}$$

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้ถูกนำมาวิเคราะห์ทางสถิติ เพื่อหาคำตอบว่าเวลาปฏิกิริยาตลอดร่างและเวลาปฏิกิริยาอย่างง่ายที่ได้จากสิ่งเร้าที่เป็นเสียงและแสง มีค่าเป็นเท่าไรในแต่ละเพศ แต่ละกลุ่มอายุ ซึ่งแต่ละกลุ่มควรมีเกณฑ์ปกติเป็นอย่างไร โดยนำผลจากการเก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 3,306 คน มาแสดงดังต่อไปนี้

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลจะแสดงผลการทดสอบแยกตามเพศและกลุ่มอายุ ในแต่ละรายการของเวลาปฏิกิริยาดังต่อไปนี้

1. เวลาปฏิกิริยาตลอดร่างของเพศชาย กลุ่มอายุน้อยกว่า 11 ปี, 11-15, 16-20, 21-25, 26-30, 31-35, 36-40, 41-45, 46-50 และ 50 ปีขึ้นไป ตามลำดับ

2. เวลาปฏิกิริยาตลอดร่างของเพศหญิง กลุ่มอายุน้อยกว่า 11 ปี, 11-15, 16-20, 21-25, 26-30, 31-35, 36-40, 41-45, 46-50 และ 50 ปีขึ้นไป ตามลำดับ

3. เวลาปฏิกิริยาอย่างง่ายจากสิ่งเร้าด้วยเสียงของเพศชาย กลุ่มอายุน้อยกว่า 11 ปี, 11-15, 16-20, 21-25, 26-30, 31-35, 36-40, 41-45, 46-50 และ 50 ปีขึ้นไป ตามลำดับ

4. เวลาปฏิกิริยาอย่างง่ายจากสิ่งเร้าด้วยเสียงของเพศหญิง กลุ่มอายุน้อยกว่า 11 ปี, 11-15, 16-20, 21-25, 26-30, 31-35, 36-40, 41-45, 46-50 และ 50 ปีขึ้นไป ตามลำดับ

5. เวลาปฏิกิริยาอย่างง่ายจากสิ่งเร้าด้วยแสงของเพศชาย กลุ่มอายุน้อยกว่า 11 ปี, 11-15, 16-20, 21-25, 26-30, 31-35, 36-40, 41-45, 46-50 และ 50 ปีขึ้นไป ตามลำดับ

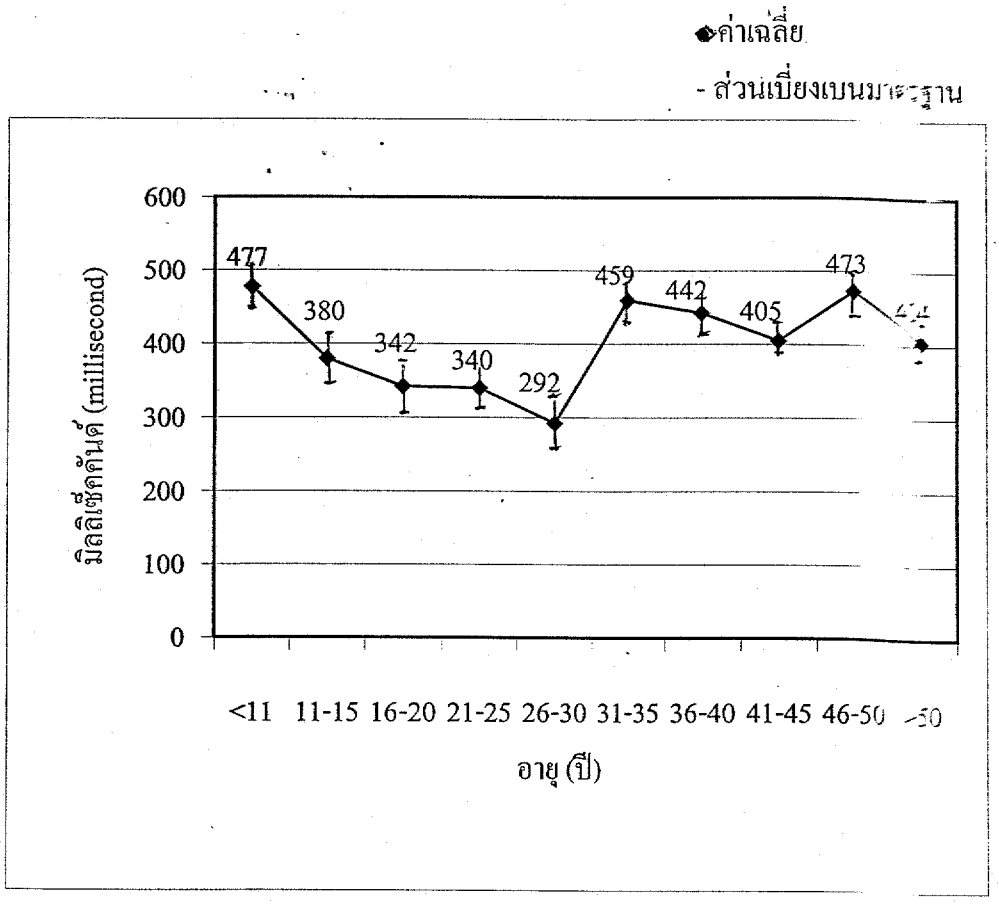
6. เวลาปฏิกิริยาอย่างง่ายจากสิ่งเร้าด้วยแสงของเพศหญิง กลุ่มอายุน้อยกว่า 11 ปี, 11-15, 16-20, 21-25, 26-30, 31-35, 36-40, 41-45, 46-50 และ 50 ปีขึ้นไป ตามลำดับ

7. สร้างเกณฑ์ปกติของเวลาปฏิกิริยาแต่ละชนิด แยกตามเพศและกลุ่มอายุ โดยแบ่งเป็น 3 ระดับ คือ ดี ปานกลาง และช้า

ตาราง 1 แสดงผลของเวลาปฏิกิริยาตลอดร่างของเพศชายในแต่ละกลุ่มอายุ (หน่วย = มิลลิ-เซ็คคันด์) (millisecond)

อายุ (ปี)	จำนวน (*N*)	ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (*SD*)
< 11	112	477	173
11 - 15	987	380	145
16 - 20	709	342	138
21 - 25	169	340	118
26 - 30	22	292	125
31 - 35	15	459	171
36 - 40	27	442	153
41 - 45	13	405	181
46 - 50	10	473	200
> 50	14	404	140

แผนภูมิ 1 แสดงกราฟของเวลาปฏิกิริยาตลอดร่างของเพศชายในแต่ละกลุ่มอายุ (หน่วย = มิลลิเซ็คคันด์)



จากตาราง และแผนภูมิ 1 แสดงให้เห็นว่า เวลาปฏิกิริยาตลอดร่างของเพศชายที่มีอายุน้อยกว่า 11 ปี, 11-15, 16-20, 21-25, 26-30, 31-35, 36-40, 41-45, 46-50 และ มากกว่า 50 ปีขึ้นไป มีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของเวลาปฏิกิริยาตลอดร่างเท่ากับ 477 (173), 380 (145), 342 (138), 340 (118), 292 (125), 459 (171), 442 (153), 405 (181), 473 (200), 404 (140) มิลลิเซ็คคันด์ (millisecond) ตามลำดับ

ตาราง 2 แสดงเกณฑ์ปกติของเวลาปฏิกิริยาตลอดร่างของเพศชายในแต่ละกลุ่มอายุ (หน่วย = มิลลิเซ็คคันด์) โดยพิจารณาเป็น 3 ระดับ ดังนี้

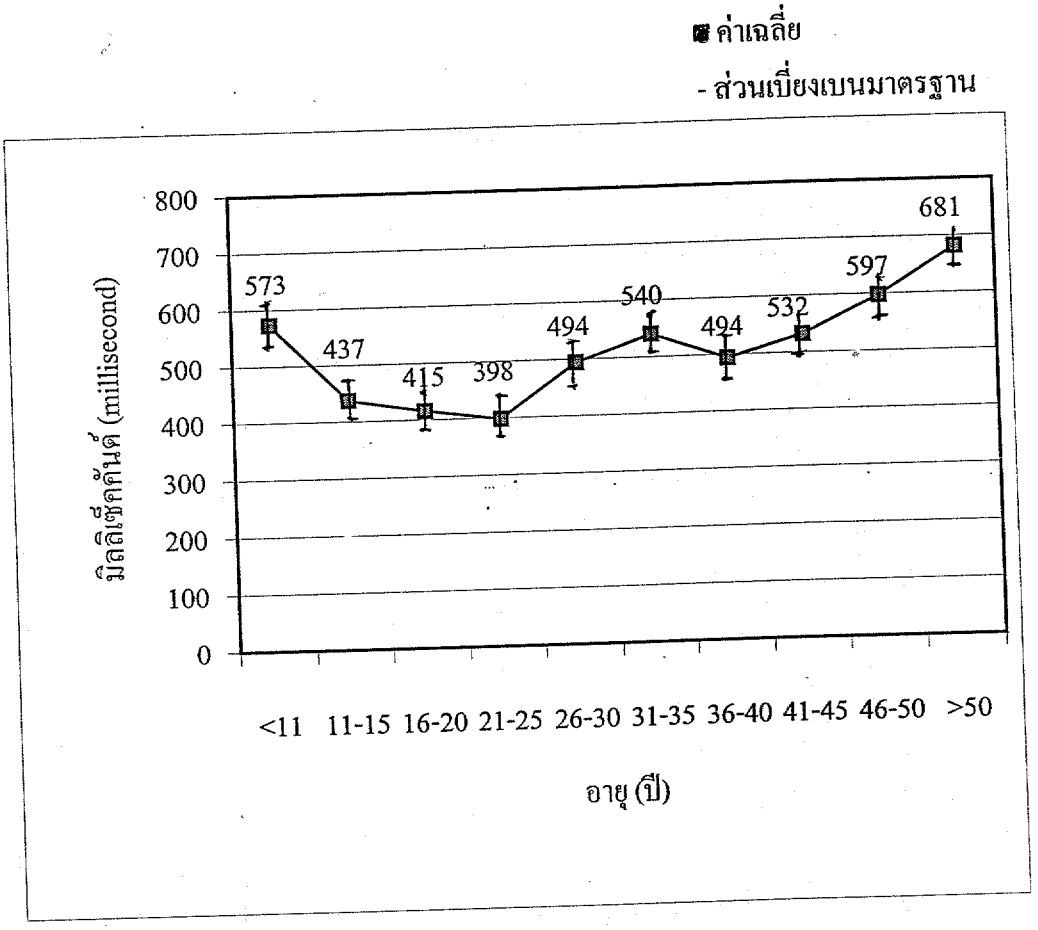
อายุ (ปี)	ดี	ปานกลาง	ช้า
< 11	< 390	390 - 564	> 564
11 – 15	<308	308 - 453	> 453
16 – 20	< 273	273 - 411	> 411
21 – 25	< 281	281 - 400	> 400
26 – 30	< 230	230 - 355	> 355
31 – 35	< 373	373 - 545	> 545
36 – 40	< 365	365 - 519	> 519
41 – 45	< 315	315 - 496	> 496
46 – 50	< 373	373 - 574	> 574
> 50	< 334	334 - 474	> 474

จากตาราง 2 แสดงเกณฑ์ปกติของเวลาปฏิกิริยาตลอดร่างของเพศชาย อายุน้อยกว่า 11 ปี เกณฑ์ปกติอยู่ระหว่าง 390-564 อายุ 11-15 ปี เกณฑ์ปกติอยู่ระหว่าง 308-453 อายุ 16-20 ปี เกณฑ์ปกติอยู่ระหว่าง 273-411 อายุ 21-25 ปี เกณฑ์ปกติอยู่ระหว่าง 281-400 อายุ 26-30 ปี เกณฑ์ปกติอยู่ระหว่าง 230-355 อายุ 31-35 ปี เกณฑ์ปกติอยู่ระหว่าง 373-545 อายุ 36-40 ปี เกณฑ์ปกติอยู่ระหว่าง 365-519 อายุ 41-45 ปี เกณฑ์ปกติอยู่ระหว่าง 315-496 อายุ 46-50 ปี เกณฑ์ปกติอยู่ระหว่าง 373-574 และอายุมากกว่า 50 ปีขึ้นไป เกณฑ์ปกติอยู่ระหว่าง 334-474 มิลลิเซ็คคันด์ (millisecond) ตามลำดับ

ตาราง 3 แสดงผลของเวลาปฏิกิริยาตลอดร่างของเพศหญิงในแต่ละกลุ่มอายุ (หน่วย = มิลลิ-เซ็คคันด์)

อายุ (ปี)	จำนวน (*N*)	ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (*SD*)
< 11	53	573	202
11 – 15	540	437	155
16 – 20	488	415	166
21 – 25	134	398	165
26 - 30	33	494	181
31 - 35	36	540	163
36 - 40	34	494	185
41 - 45	23	532	141
46 - 50	14	597	242
> 50	10	681	248

แผนภูมิ 2 แสดงกราฟของเวลาปฏิกิริยาตลอดร่างของเพศหญิงในแต่ละกลุ่มอายุ (หน่วย = มิลลิเซ็คคันด์)



จากตาราง 3 และแผนภูมิ 2 แสดงให้เห็นว่าเวลาปฏิกิริยาตลอดร่างของเพศหญิง ที่มีอายุน้อยกว่า 11 ปี, 11-15 ปี, 16-20 ปี, 21-25 ปี, 26-30 ปี, 31-35 ปี, 36-40 ปี, 41-45 ปี, 46-50 ปี และมากกว่า 50 ปีขึ้นไป มีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของเวลาปฏิกิริยาตลอดร่างเท่ากับ 57 (202), 437 (155), 415 (166), 398 (165), 494 (181), 540 (163), 494 (185), 532 (141), 597 (242) 681 (248) มิลลิเซ็คคันด์ (millisecond) ตามลำดับ

ตาราง 4 แสดงเกณฑ์ปกติของเวลาปฏิกิริยาตลอดร่างของเพศหญิงในแต่ละกลุ่มอายุ (หน่วย = มิลลิเซ็คคันด์) โดยพิจารณาเป็น 3 ระดับ ดังนี้

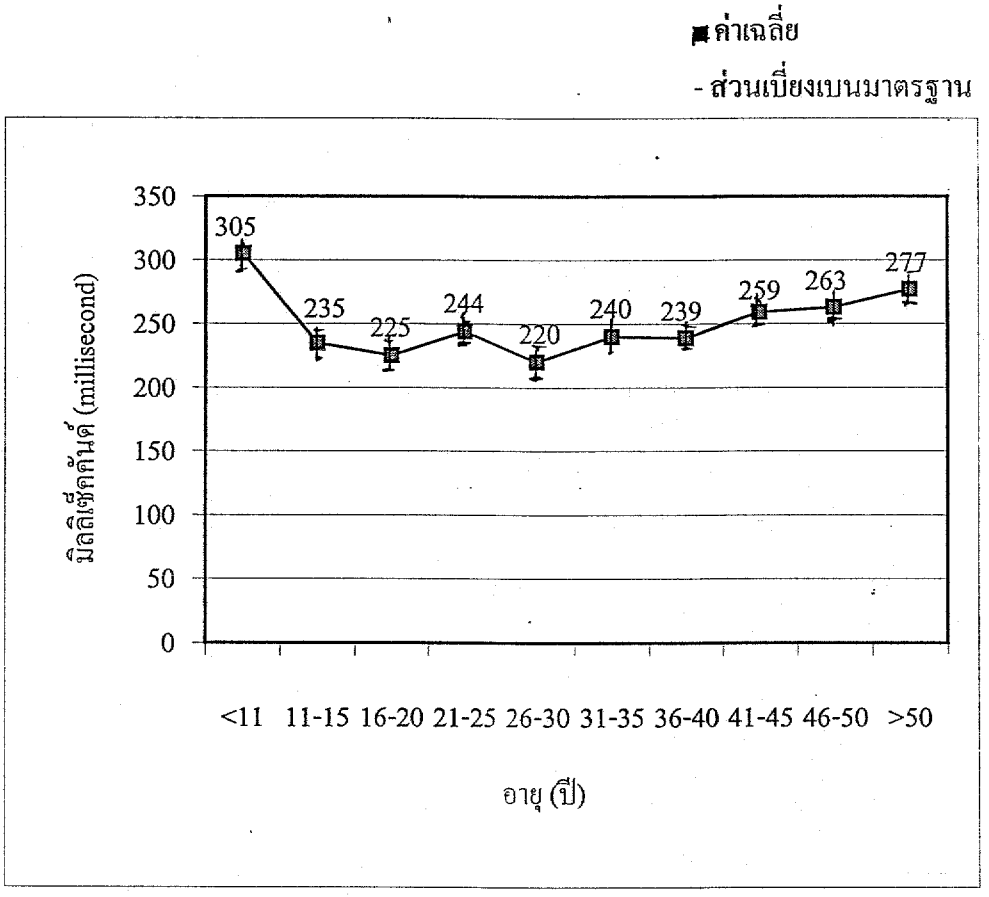
อายุ (ปี)	ดี	ปานกลาง	ช้า
< 11	< 472	472 - 675	> 675
11 – 15	< 359	359 - 514	> 514
16 – 20	< 332	332 - 498	> 498
21 – 25	< 315	315 - 480	> 480
26 – 30	< 403	403 - 584	> 584
31 – 35	< 459	459 - 622	> 622
36 – 40	< 402	402 - 587	> 587
41 – 45	< 461	461 - 602	> 602
46 – 50	< 475	475 - 718	> 718
> 50	< 557	557 - 805	> 805

จากตาราง 4 แสดงเกณฑ์ปกติของเวลาปฏิกิริยาตลอดร่างของเพศหญิง อายุน้อยกว่า 11 ปี เกณฑ์ปกติอยู่ระหว่าง 472-675 อายุ 11-15 ปี เกณฑ์ปกติอยู่ระหว่าง 359-514 อายุ 16-20 ปี เกณฑ์ปกติอยู่ระหว่าง 332-498 อายุ 21-25 ปี เกณฑ์ปกติอยู่ระหว่าง 315-480 อายุ 26-30 ปี เกณฑ์ปกติอยู่ระหว่าง 403-584 อายุ 31-35 ปี เกณฑ์ปกติอยู่ระหว่าง 459-622 อายุ 36-40 ปี เกณฑ์ปกติอยู่ระหว่าง 402-587 อายุ 41-45 ปี เกณฑ์ปกติอยู่ระหว่าง 461-602 อายุ 46-50 ปี เกณฑ์ปกติอยู่ระหว่าง 475-718 และอายุมากกว่า 50 ปีขึ้นไป เกณฑ์ปกติอยู่ระหว่าง 557-805 มิลลิเซ็คคันด์ (millisecond) ตามลำดับ

ตาราง 5 แสดงผลของเวลาปฏิกิริยาอย่างง่ายจากสิ่งเร้าด้วยเสียงของเพศชายในแต่ละกลุ่มอายุ (หน่วย = มิลลิเซ็คคันด์)

อายุ (ปี)	จำนวน (N)	ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD)
< 11	79	305	148
11 – 15	627	235	009
16 – 20	383	225	008
21 – 25	85	244	006
26 - 30	5	220	002
31 - 35	13	240	003
36 - 40	14	239	004
41 - 45	8	259	009
46 - 50	7	263	006
> 50	7	277	005

แผนภูมิ 3 แสดงกราฟของเวลาปฏิกิริยาอย่างง่ายจากสิ่งเร้าด้วยเสียงของเพศชายในแต่ละกลุ่มอายุ (หน่วย = มิลลิเซ็คคันด์)



จากตาราง 5 และแผนภูมิ 3 แสดงให้เห็นว่าเวลาปฏิกิริยาอย่างง่ายจากสิ่งเร้าด้วยเสียงของเพศชาย ที่มีอายุน้อยกว่า 11 ปี, 11-15 ปี, 16-20 ปี, 21-25 ปี, 26-30 ปี, 31-35 ปี, 36-40 ปี, 41-45 ปี, 46-50 ปี และมากกว่า 50 ปีขึ้นไป มีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของเวลาปฏิกิริยาอย่างง่าย เท่ากับ 305 (148), 235 (009), 225 (008), 244 (006), 220 (002), 240 (003), 239 (004), 259 (009), 236 (006), 277 (005) มิลลิเซ็คคันด์ (millisecond) ตามลำดับ

ตาราง 6 แสดงเกณฑ์ปกติของเวลาปฏิกิริยาอย่างง่ายจากสิ่งเร้าของเสียงของเพศชายในแต่ละกลุ่มอายุ (หน่วย = มิลลิเซ็คคันด์) โดยพิจารณาเป็น 3 ระดับ ดังนี้

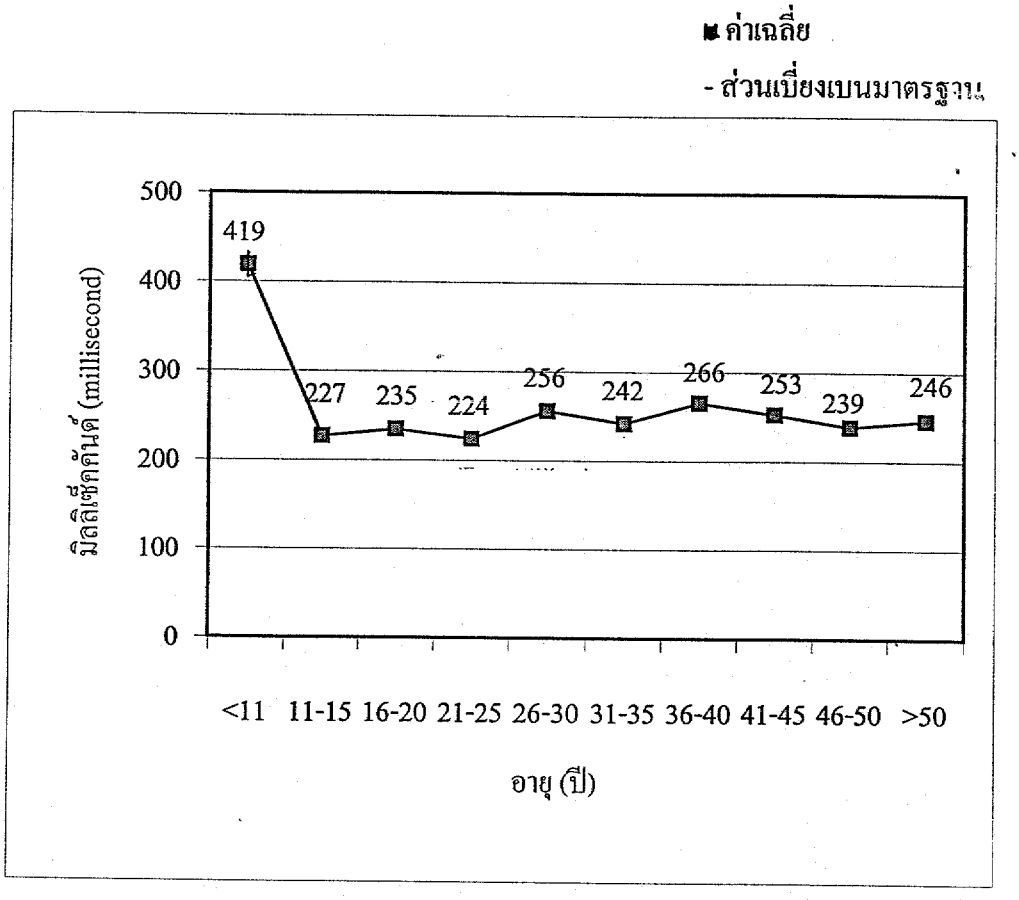
อายุ (ปี)	ดี	ปานกลาง	ช้า
< 11	< 231	231 - 379	> 379
11 – 15	< 231	231 - 240	> 240
16 – 20	< 221	221 - 230	> 230
21 – 25	< 241	241 - 248	> 248
26 – 30	< 219	219 - 221	> 221
31 – 35	< 238	238 - 242	> 242
36 – 40	< 237	237 - 242	> 242
41 – 45	< 254	254 - 264	> 264
46 – 50	< 260	260 - 266	> 266
> 50	< 274	274 - 280	> 280

จากตาราง 6 แสดงเกณฑ์ปกติของเวลาปฏิกิริยาอย่างง่ายจากสิ่งเร้าด้วยเสียงของเพศชาย อายุน้อยกว่า 11 ปี เกณฑ์ปกติอยู่ระหว่าง 231-379 อายุ 11-15 ปี เกณฑ์ปกติอยู่ระหว่าง 231-240 อายุ 16-20 ปี เกณฑ์ปกติอยู่ระหว่าง 221-230 อายุ 21-25 ปี เกณฑ์ปกติอยู่ระหว่าง 241-248 อายุ 26-30 ปี เกณฑ์ปกติอยู่ระหว่าง 219-221 อายุ 31-35 ปี เกณฑ์ปกติอยู่ระหว่าง 238-242 อายุ 36-40 ปี เกณฑ์ปกติอยู่ระหว่าง 237-242 อายุ 41-45 ปี เกณฑ์ปกติอยู่ระหว่าง 254-264 อายุ 46-50 ปี เกณฑ์ปกติอยู่ระหว่าง 260-266 และอายุมากกว่า 50 ปีขึ้นไป เกณฑ์ปกติอยู่ระหว่าง 274-280 มิลลิเซ็คคันด์ (millisecond) ตามลำดับ

ตาราง 7 แสดงผลของเวลาปฏิกิริยาอย่างง่ายจากสิ่งเร้าด้วยเสียงของเพศหญิงในแต่ละกลุ่มอายุ (หน่วย = มิลลิเซ็คคันด์)

อายุ (ปี)	จำนวน (*N*)	ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (*SD*)
< 11	55	419	174
11 – 15	409	227	008
16 – 20	343	235	008
21 – 25	92	224	006
26 – 30	17	256	008
31 – 35	18	242	005
36 - 40	28	266	107
41 - 45	22	253	007
46 - 50	15	239	007
> 50	11	246	009

แผนภูมิ 4 แสดงกราฟของเวลาปฏิกิริยาอย่างง่ายจากสิ่งเร้าด้วยเสียงของเพศหญิงในแต่ละกลุ่มอายุ (หน่วย = มิลลิเซ็คคันด์)



จากตาราง 7 และแผนภูมิ 4 แสดงให้เห็นว่าเวลาปฏิกิริยาอย่างง่ายจากสิ่งเร้าด้วยเสียงของเพศหญิง ที่มีอายุน้อยกว่า 11 ปี, 11-15 ปี, 16-20 ปี, 21-25 ปี, 26-30 ปี, 31-35 ปี, 36-40 ปี, 41-45 ปี, 46-50 ปี และมากกว่า 50 ปีขึ้นไป มีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของเวลาปฏิกิริยาอย่างง่าย เท่ากับ 419 (174), 227 (008), 235 (008), 224 (006), 256 (008), 242 (005), 266 (107), 253 (007), 239 (007), 246 (009) มิลลิเซ็คคันด์ (millisecond) ตามลำดับ

ตาราง 8 แสดงเกณฑ์ปกติของเวลาปฏิกิริยาอย่างง่ายจากสิ่งเร้าของเสียงของเพศหญิงในแต่ละกลุ่มอายุ (หน่วย = มิลลิเซ็คคันด์) โดยพิจารณาเป็น 3 ระดับ ดังนี้

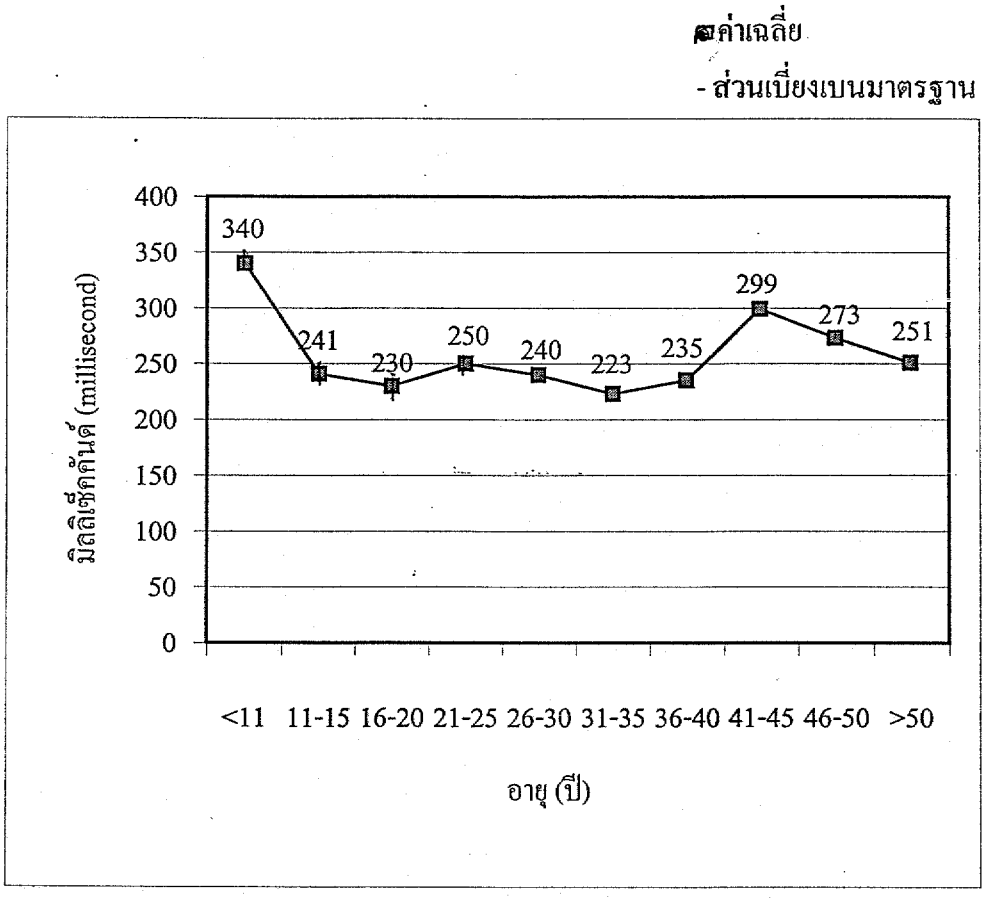
อายุ (ปี)	ดี	ปานกลาง	ช้า
< 11	< 332	332 - 506	> 506
11 – 15	< 222	222 - 231	> 231
16 – 20	< 231	231 - 240	> 240
21 – 25	< 221	221 - 227	> 227
26 – 30	< 256	256 - 260	> 260
31 – 35	< 240	240 - 245	> 245
36 – 40	< 213	213 - 320	> 320
41 – 45	< 249	249 - 257	> 257
46 – 50	< 235	235 - 243	> 243
> 50	< 241	241 - 250	> 250

จากตาราง 8 แสดงเกณฑ์ปกติของเวลาปฏิกิริยาอย่างง่ายจากสิ่งเร้าด้วยเสียงของเพศหญิง อายุน้อยกว่า 11 ปี เกณฑ์ปกติอยู่ระหว่าง 332-506 อายุ 11-15 ปี เกณฑ์ปกติอยู่ระหว่าง 222-231 อายุ 16-20 ปี เกณฑ์ปกติอยู่ระหว่าง 231-240 อายุ 21-25 ปี เกณฑ์ปกติอยู่ระหว่าง 221-227 อายุ 26-30 ปี เกณฑ์ปกติอยู่ระหว่าง 256-260 อายุ 31-35 ปี เกณฑ์ปกติอยู่ระหว่าง 240-245 อายุ 36-40 ปี เกณฑ์ปกติอยู่ระหว่าง 213-320 อายุ 41-45 ปี เกณฑ์ปกติอยู่ระหว่าง 249-257 อายุ 46-50 ปี เกณฑ์ปกติอยู่ระหว่าง 235-243 และอายุมากกว่า 50 ปีขึ้นไป เกณฑ์ปกติอยู่ระหว่าง 241-250 มิลลิเซ็คคันด์ (millisecond) ตามลำดับ

ตาราง 9 แสดงผลของเวลาปฏิกิริยาอย่างง่ายจากสิ่งเร้าด้วยแสงของเพศชายในแต่ละกลุ่มอายุ (หน่วย = มิลลิเซ็คคันด์)

อายุ (ปี)	จำนวน (*N*)	ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (*SD*)
< 11	79	340	177
11 – 15	627	241	008
16 – 20	383	230	008
21 – 25	85	250	008
26 - 30	5	240	004
31 - 35	13	**223**	003
36 - 40	14	235	007
41 - 45	8	299	131
46 - 50	7	273	007
> 50	7	251	005

แผนภูมิ 5 แสดงกราฟของเวลาปฏิกิริยาอย่างง่ายจากสิ่งเร้าด้วยแสงของเพศชายในแต่ละกลุ่มอายุ (หน่วย = มิลลิเซ็คคันด์)



จากตาราง 9 และแผนภูมิ 5 แสดงให้เห็นว่าเวลาปฏิกิริยาอย่างง่ายจากสิ่งเร้าด้วยแสงของเพศชาย ที่มีอายุน้อยกว่า 11 ปี, 11-15 ปี, 16-20 ปี, 21-25 ปี, 26-30 ปี, 31-35 ปี, 36-40 ปี, 41-45 ปี, 46-50 ปี และมากกว่า 50 ปีขึ้นไป มีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของเวลาปฏิกิริยาอย่างง่าย เท่ากับ 340 (177), 241 (008), 230 (008), 250 (008), 240 (004), 223 (003), 235 (007), 299 (131), 273 (007), 251 (005) มิลลิเซ็คคันด์ (millisecond) ตามลำดับ

ตาราง 10 แสดงเกณฑ์ปกติของเวลาปฏิกิริยาอย่างง่ายจากสิ่งเร้าของแสงของเพศชายในแต่ละกลุ่มอายุ (หน่วย = มิลลิเซ็คคันด์) โดยพิจารณาเป็น 3 ระดับ ดังนี้

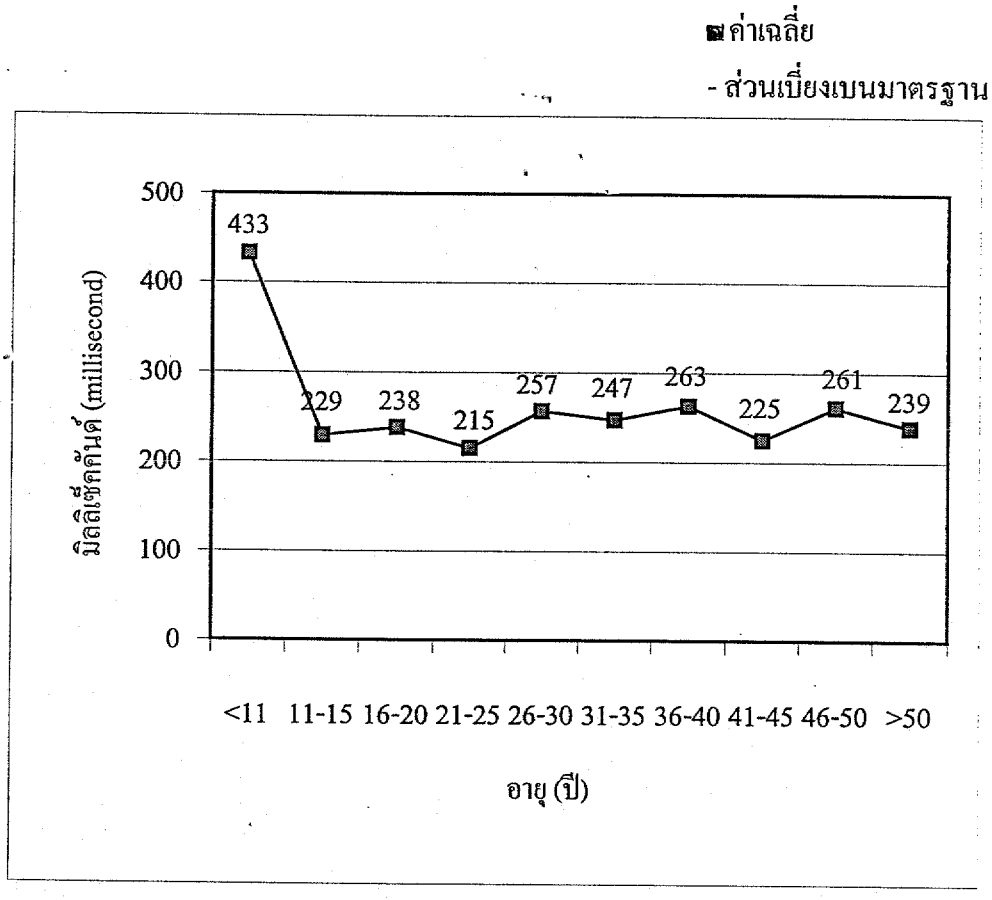
อายุ (ปี)	ดี	ปานกลาง	ช้า
< 11	< 251	251 - 429	> 429
11 – 15	< 236	236 - 245	> 245
16 – 20	< 226	226 - 234	> 234
21 – 25	< 246	246 - 254	> 254
26 – 30	< 238	238 - 243	> 243
31 – 35	< 222	222 - 225	> 225
36 – 40	< 231	231 - 239	> 239
41 – 45	< 233	233 - 365	> 365
46 – 50	< 270	270 - 277	> 277
> 50	< 249	249 - 254	> 254

จากตาราง 10 แสดงเกณฑ์ปกติของเวลาปฏิกิริยาอย่างง่ายจากสิ่งเร้าด้วยแสงของเพศชาย อายุน้อยกว่า 11 ปี เกณฑ์ปกติอยู่ระหว่าง 251-429 อายุ 11-15 ปี เกณฑ์ปกติอยู่ระหว่าง 236-245 อายุ 16-20 ปี เกณฑ์ปกติอยู่ระหว่าง 226-234 อายุ 21-25 ปี เกณฑ์ปกติอยู่ระหว่าง 246-254 อายุ 26-30 ปี เกณฑ์ปกติอยู่ระหว่าง 238-243 อายุ 31-35 ปี เกณฑ์ปกติอยู่ระหว่าง 222-225 อายุ 36-40 ปี เกณฑ์ปกติอยู่ระหว่าง 231-239 อายุ 41-45 ปี เกณฑ์ปกติอยู่ระหว่าง 233-365 อายุ 46-50 ปี เกณฑ์ปกติอยู่ระหว่าง 270-277 และอายุมากกว่า 50 ปีขึ้นไป เกณฑ์ปกติอยู่ระหว่าง 249-254 มิลลิเซ็คคันด์ (millisecond) ตามลำดับ

ตาราง 11 แสดงผลของเวลาปฏิกิริยาอย่างง่ายจากสิ่งเร้าด้วยแสงของเพศหญิงในแต่ละกลุ่มอายุ (หน่วย = มิลลิเซ็คคันด์)

อายุ (ปี)	จำนวน (N)	ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD)
< 11	55	433	206
11 – 15	409	229	008
16 – 20	343	238	009
21 – 25	92	**215**	006
26 – 30	17	257	006
31 – 35	18	247	005
36 – 40	28	263	119
41 – 45	22	225	004
46 – 50	15	261	128
> 50	11	239	005

แผนภูมิ 6 แสดงกราฟของเวลาปฏิกิริยาอย่างง่ายจากสิ่งเร้าด้วยแสงของเพศหญิงในแต่ละกลุ่มอายุ (หน่วย = มิลลิเซ็คคันด์)



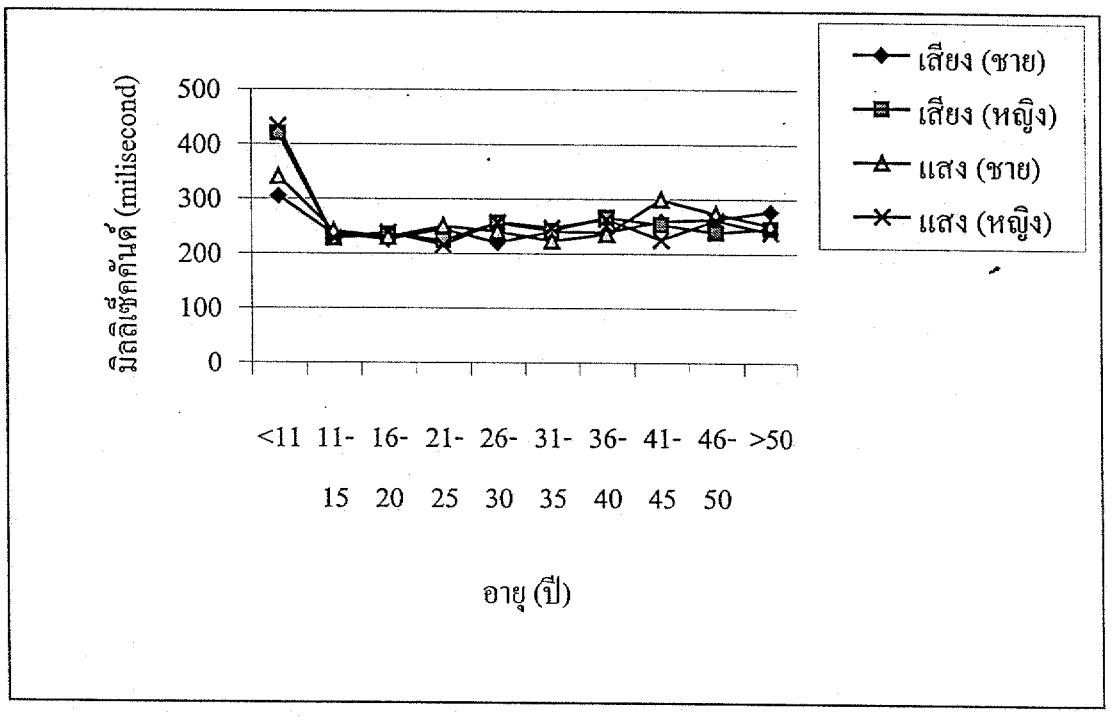
จากตาราง 11 และแผนภูมิ 6 แสดงให้เห็นว่าเวลาปฏิกิริยาอย่างง่ายจากสิ่งเร้าด้วยแสงของเพศหญิง ที่มีอายุน้อยกว่า 11 ปี, 11-15 ปี, 16-20 ปี, 21-25 ปี, 26-30 ปี, 31-35 ปี, 36-40 ปี, 41-45 ปี, 46-50 ปี และมากกว่า 50 ปีขึ้นไป มีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของเวลาปฏิกิริยาอย่างง่าย เท่ากับ 433 (206), 229 (008), 238 (009), 215 (006), 257 (006), 247 (005), 263 (119), 225 (004), 261 (128), 239 (005) มิลลิเซ็คคันด์ (millisecond) ตามลำดับ

ตาราง 12 แสดงเกณฑ์ปกติของเวลาปฏิกิริยาอย่างง่ายจากสิ่งเร้าของแสงของเพศหญิงในแต่ละกลุ่มอายุ (หน่วย = มิลลิเซ็คคันด์) โดยพิจารณาเป็น 3 ระดับ ดังนี้

อายุ (ปี)	ดี	ปานกลาง	ช้า
< 11	< 330	330 - 536	> 536
11 – 15	< 225	225 - 234	> 234
16 – 20	< 233	233 - 243	> 243
21 – 25	< 212	212 - 219	> 219
26 – 30	< 254	254 - 261	> 261
31 – 35	< 245	245 - 250	> 250
36 – 40	< 203	203 - 322	> 322
41 – 45	< 223	223 - 227	> 227
46 – 50	< 197	197 - 325	> 325
> 50	< 236	236 - 242	> 242

จากตาราง 12 แสดงเกณฑ์ปกติของเวลาปฏิกิริยาอย่างง่ายจากสิ่งเร้าด้วยแสงของเพศหญิง อายุน้อยกว่า 11 ปี เกณฑ์ปกติอยู่ระหว่าง 330-536 อายุ 11-15 ปี เกณฑ์ปกติอยู่ระหว่าง 225-234 อายุ 16-20 ปี เกณฑ์ปกติอยู่ระหว่าง 233-243 อายุ 21-25 ปี เกณฑ์ปกติอยู่ระหว่าง 212-219 อายุ 26-30 ปี เกณฑ์ปกติอยู่ระหว่าง 254-261 อายุ 31-35 ปี เกณฑ์ปกติอยู่ระหว่าง 245-250 อายุ 36-40 ปี เกณฑ์ปกติอยู่ระหว่าง 203-322 อายุ 41-45 ปี เกณฑ์ปกติอยู่ระหว่าง 223-227 อายุ 46-50 ปี เกณฑ์ปกติอยู่ระหว่าง 197-325 และอายุมากกว่า 50 ปีขึ้นไป เกณฑ์ปกติอยู่ระหว่าง 236-242 มิลลิเซ็คคันด์ (millisecond) ตามลำดับ

แผนภูมิ 8 แสดงกราฟของเวลาปฏิกิริยาอย่างง่ายทั้งของเพศชายและหญิงที่ใช้สิ่งกระตุ้นด้วยเสียงและแสงในแต่ละช่วงอายุ



จากแผนภูมิ 8 แสดงให้เห็นว่าค่าเฉลี่ยของเวลาปฏิกิริยาอย่างง่ายทั้งเพศชายและเพศหญิงที่มีการใช้สิ่งเร้ากระตุ้นด้วยเสียงและแสง ในทุกกลุ่มอายุ ปรากฏผลดังนี้

1. เด็กช่วงอายุต่ำกว่า 11 ปี เพศชายจะมีเวลาปฏิกิริยาอย่างง่ายดีกว่าเพศหญิง และทั้งสองเพศจะมีการตอบสนองต่อเสียงได้ดีกว่าแสง และหลังจากอายุมากกว่า 11 ปีไปแล้วการตอบสนองของเวลาปฏิกิริยาทั้งเสียงและแสงจะใกล้เคียงกัน

2. เวลาปฏิกิริยาอย่างง่ายของเพศหญิง จะพัฒนาเร็วขึ้นอย่างมากหลังจากอายุ 11 ปี และพัฒนาสูงสุดที่อายุระหว่าง 21-25 ปี ทั้งการตอบสนองต่อเสียงและแสง หลังจากนั้นเวลาปฏิกิริยาอย่างง่ายจะค่อย ๆ ลดลง แต่ในขณะที่เพศชายจะพัฒนาเร็วขึ้นอย่างมาก หลังจากอายุ 11 ปี เช่นกัน แต่จะพัฒนาสูงสุดที่อายุระหว่าง 26-30 ปี โดยเฉพาะการตอบสนองต่อเสียง หลังจากนั้นเวลาปฏิกิริยาอย่างง่ายจะค่อย ๆ ลดลง และจะตอบสนองต่อแสงได้ดีที่สุดในช่วงอายุ 31-35 ปี หลังจากนั้นเวลาปฏิกิริยาอย่างง่ายจะค่อย ๆ ลดลงเช่นเดียวกัน

3. เวลาปฏิกิริยาอย่างง่ายของเพศหญิง จะค่อย ๆ ลดลง เมื่ออายุมากกว่า 25 ปี และชายเวลาปฏิกิริยาอย่างง่ายจะค่อย ๆ ลดลง เมื่ออายุมากกว่า 30 ปี นอกจากการตอบสนองต่อการมองเห็นแสงจะลดลงเมื่ออายุมากกว่า 40 ปี และเป็นที่น่าสังเกตว่าทั้งชายและหญิงหลังจากที่เวลา

บทที่ 5

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

เพื่อศึกษาเวลาปฏิกิริยาตลอดร่าง และเวลาปฏิกิริยาอย่างง่ายในแต่ละช่วงอายุทั้งชายและหญิง

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นเยาวชนและประชาชนทั่วไปที่เข้าร่วมทดสอบเวลาปฏิกิริยาด้วยความสมัครใจ จำนวน 3,306 คน เป็นชาย 2,078 คน เป็นหญิง 1,228 คน โดยแบ่งช่วงอายุดังนี้คือ น้อยกว่า 11 ปี, 11-15 ปี, 16-20 ปี, 21-25 ปี, 26-30 ปี, 31-35 ปี, 36-40 ปี, 41-45 ปี, 46-50 ปี และมากกว่า 50 ปีขึ้นไป

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. เครื่องทดสอบเวลาปฏิกิริยาตลอดร่าง (whole body reaction time) จำนวน 2 เครื่อง
2. แผงไฟสีแดงที่ใช้เป็นสิ่งเร้า 1 ชุด
3. แผ่นยืนสำหรับกระโดด 1 ชุด
4. เครื่องบันทึกผลและพิมพ์ข้อมูล 1 ชุด
5. เครื่องทดสอบเวลาปฏิกิริยาอย่างง่าย (simple reaction time) จำนวน 2 เครื่อง
6. เครื่องส่งสัญญาณ (สิ่งเร้า) ด้วยเสียง 1 ตัว
7. เครื่องส่งสัญญาณ (สิ่งเร้า) ด้วยแสง 1 ตัว
8. แผ่นยางสวิทตัดวงจรไฟฟ้า 2 ตัว
9. ใบบันทึกผลการทดสอบ
10. คอมพิวเตอร์ประมวลผลโปรแกรม SPSS

วิธีดำเนินการวิจัย

1. อธิบายและสาธิตวิธีการทดสอบให้กับกลุ่มตัวอย่าง เพื่อให้เข้าใจในวิธีการทดสอบ อนุญาตให้ทดลองได้

2. ทำการทดสอบเวลาปฏิกิริยาทั้ง 3 รายการ คือ ทดสอบเวลาปฏิกิริยาตลอดร่าง ทดสอบเวลาปฏิกิริยาอย่างง่ายที่ใช้สิ่งเร้ากระตุ้นด้วยเสียง และทดสอบเวลาปฏิกิริยาอย่างง่ายที่ใช้สิ่งเร้ากระตุ้นด้วยแสง

3. นำผลที่ได้จากการทดสอบในแต่ละส่วนของเวลาปฏิกิริยาเก็บข้อมูลไว้ในเครื่องคอมพิวเตอร์

4. วิเคราะห์ผลการทดสอบแต่ละรายการตามเพศและอายุด้วยโปรแกรม SPSS

5. สร้างเกณฑ์ปกติของเวลาปฏิกิริยาแต่ละชนิดในทุกกลุ่มอายุ

6. สรุปผลการศึกษาในครั้งนี้

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. วิเคราะห์ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของเวลาปฏิกิริยาที่ได้จากการทดสอบเวลาปฏิกิริยาตลอดร่าง (whole body reaction time) ในแต่ละกลุ่มอายุทั้งเพศชายและหญิง

2. วิเคราะห์ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของเวลาปฏิกิริยาที่ได้จากการทดสอบเวลาปฏิกิริยาอย่างง่าย (simple reaction time) จากสิ่งเร้าด้วยเสียงในแต่ละกลุ่มอายุทั้งเพศชายและหญิง

3. วิเคราะห์ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของเวลาปฏิกิริยาที่ได้จากการทดสอบเวลาปฏิกิริยาอย่างง่าย (simple reaction time) จากสิ่งเร้าด้วยแสงในแต่ละกลุ่มอายุทั้งเพศชายและหญิง

4. สร้างเกณฑ์ปกติ (norm) ของเวลาปฏิกิริยาแต่ละรายการ โดยใช้ค่าเฉลี่ย $\pm$ 1/2 ของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

สรุปผลการศึกษาค้นคว้า

1. เวลาปฏิกิริยาตลอดร่างของเพศชายจะพัฒนาดีขึ้นหลังจากอายุ 10 ปีแล้ว โดยค่อย ๆ พัฒนาดีขึ้นตลอดมาจนดีที่สุด เร็วที่สุดในช่วงอายุ 26-30 ปี หลังจากนั้นเวลาปฏิกิริยาตลอดร่างจะค่อย ๆ ช้าลง ส่วนเวลาปฏิกิริยาตลอดร่างของเพศหญิงจะพัฒนาดีขึ้นหลังจากอายุ 10 ปีเช่นเดียวกัน โดยค่อย ๆ พัฒนาดีขึ้นตลอดมาจนดีที่สุด เร็วที่สุดในช่วงอายุ 21-25 ปี หลังจากนั้นเวลาปฏิกิริยาตลอดร่างจะค่อย ๆ ช้าลงเช่นเดียวกัน แต่อย่างไรก็ตามเพศชายมีเวลาปฏิกิริยาตลอดร่างเร็วกว่าเพศหญิงในแต่ละช่วงอายุ

2. เวลาปฏิกิริยาอย่างง่ายของเพศชายที่ใช้สิ่งเร้ากระตุ้นด้วยเสียงก็มีลักษณะเดียวกันกับเวลาปฏิกิริยาตลอดร่าง กล่าวคือ จะพัฒนาดีขึ้นหลังจากอายุ 10 ปีแล้ว โดยค่อย ๆ พัฒนาดีขึ้นตลอดมาจนดีที่สุด เร็วที่สุดในช่วงอายุ 26-30 ปี หลังจากนั้นจะค่อย ๆ ช้าลง ส่วนเวลาปฏิกิริยา

อย่างง่ายของเพศหญิงที่ใช้สิ่งเร้ากระตุ้นด้วยเสียงก็มีลักษณะเดียวกันกับเวลาปฏิกิริยาตลอดร่าง กล่าวคือ จะพัฒนาดีขึ้นหลังจากอายุ 10 ปี แล้วค่อย ๆ พัฒนาดีขึ้นตลอดมาจนดีที่สุด เร็วที่สุดในช่วงอายุ 21-25 ปี หลังจากนั้นจะค่อย ๆ ช้าลง

3. เวลาปฏิกิริยาอย่างง่ายของเพศชายที่ใช้สิ่งเร้ากระตุ้นด้วยแสงจะพัฒนาดีขึ้นหลังจากอายุ 10 ปีเช่นกัน จากนั้นจะค่อย ๆ พัฒนาดีขึ้นตลอดมาจนดีที่สุดในช่วงอายุ 31-35 ปี และเรื่อยไปจนถึง 40 ปี หลังจากนั้นเวลาปฏิกิริยาอย่างง่ายจากสิ่งเร้าด้วยการมองเห็นแสงจะค่อย ๆ ช้าลง ส่วนเวลาปฏิกิริยาอย่างง่ายของเพศหญิงที่ใช้สิ่งเร้ากระตุ้นด้วยแสงยังคงมีลักษณะเช่นเดิมไม่เปลี่ยนแปลง กล่าวคือ เวลาปฏิกิริยาจะพัฒนาดีขึ้นหลังจากอายุ 10 ปี จากนั้นจะค่อย ๆ พัฒนาดีขึ้นตลอดมาจนดีที่สุดในช่วงอายุ 21-25 ปี หลังจากนั้นเวลาปฏิกิริยาอย่างง่ายจากสิ่งเร้าด้วยการมองเห็นแสงจะค่อย ๆ ช้าลง

4. เป็นที่น่าสังเกตว่าเวลาปฏิกิริยาอย่างง่ายของเพศหญิงจะดีกว่าเพศชาย ทั้งการตอบสนองต่อเสียงและแสง ตั้งแต่อายุ 41 ปี เป็นต้นไป

อภิปรายผล

จากการศึกษาครั้งนี้ พบว่า เวลาปฏิกิริยาตลอดร่าง และเวลาปฏิกิริยาอย่างง่ายในเพศชายและหญิงจะพัฒนาดีขึ้น รวดเร็วยิ่งขึ้นเมื่ออายุมากกว่า 10 ปีขึ้นไป ทั้งนี้เป็นเพราะว่าเด็กที่มีอายุน้อยกว่า 10 ปี การทำงานของระบบต่าง ๆ ในร่างกายยังขาดความราบเรียบ ความสามารถในการควบคุมการเคลื่อนไหว การสั่งงานของระบบประสาท การประสานงานของกล้ามเนื้อ และอวัยวะส่วนต่าง ๆ ของร่างกายยังไม่ดีนัก และพบว่าเมื่อมีอายุมากกว่า 10 ปีขึ้นไป เวลาปฏิกิริยาจะดีขึ้นอย่างรวดเร็ว และพัฒนาต่อเนื่องไปจนถึงอายุ 30 ปีในเพศชาย และ 25 ปีในเพศหญิง ซึ่งสอดคล้องกับ ชูศักดิ์ เวชแพศย์ และกันยา ปาละวิวัธน์ (2528, หน้า 216) ได้อ้างถึงผลการศึกษาของคาร์โปวิชว่า เวลาปฏิกิริยาจะช้าในเด็ก และจะใช้เวลาน้อยลงเรื่อย ๆ เมื่ออายุเพิ่มขึ้น และเวลาน้อยที่สุดพบได้ในนักศึกษาระดับวิทยาลัย นอกจากนี้ดรอวอทสกี้ (Drowatzky, 1985, pp. 40-41) ก็ให้ข้อมูลสอดคล้องกันว่าองค์ประกอบเรื่องเพศมีอิทธิพลที่เกี่ยวข้องกับเวลาปฏิกิริยา โดยผู้ชายจะมีเวลาปฏิกิริยาสั้นหรือเร็วกว่าผู้หญิง จากนั้นความเร็วของเวลาปฏิกิริยาจะค่อย ๆ ช้าลงเมื่ออายุ 30 ปี ในเพศชาย และ 25 ปี ในเพศหญิง ซึ่งเป็นธรรมชาติของร่างกายมนุษย์ที่ระบบต่าง ๆ ในร่างกายจะพัฒนาสูงสุดจนถึงอายุ 20 ปี หลังจากนั้นจะคงระดับสมรรถภาพสูงสุดนั้นไว้ช่วงระยะเวลาหนึ่ง จนถึงอายุ 30 ปี ความสามารถของระบบต่าง ๆ ของร่างกายก็จะลดต่ำลง นอกจากนี้การศึกษาครั้งนี้พบว่า เวลาปฏิกิริยาตลอดร่างของเพศชายดีกว่าเพศหญิงทุกช่วงอายุ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของโนเบิล และคณะ (Noble and other, 1964) พบว่า ในทุกกลุ่มอายุ ผู้ชายมีเวลาปฏิกิริยาเร็วกว่าผู้หญิง ซึ่งผลการศึกษาก็สอดคล้องกับฮอดก์คินส์ (Hodgkins, 1963) ได้ทำการ

ศึกษาเวลาปฏิกิริยาและความเร็วในการเคลื่อนไหวระหว่างชายและหญิง ตั้งแต่อายุ 6-54 ปี พบว่า ช่วงอายุ 12-25 ปี เวลาปฏิกิริยาของชายจะเร็วกว่าหญิง นอกจากนี้การศึกษาครั้งนี้ยังพบอีกว่าเวลาปฏิกิริยาอย่างง่ายของเพศชายจะดีกว่าเพศหญิงจนถึงอายุ 40 ปี หลังจากนั้นเวลาปฏิกิริยาของเพศหญิงทั้งการตอบสนองต่อเสียงและแสงจะดีกว่าชาย ทั้งนี้จากเอกสารของฮอดก์คินส์ (Hodgkins, 1963) ซึ่งได้ศึกษาและพบว่า ความเร็วสูงสุดในการเคลื่อนไหวของเพศชายจะคงอยู่นานกว่าเมื่ออายุมากขึ้น แต่เวลาเวลาปฏิกิริยาของเพศหญิงจะคงอยู่นานกว่าเมื่ออายุมากขึ้นเช่นกัน

จากการศึกษาครั้งนี้ยังพบอีกว่า ในเพศชายการตอบสนองของเวลาปฏิกิริยาที่มีต่อการกระตุ้นด้วยเสียงจะดีที่สุดในช่วงอายุ 26-30 ปี ในขณะที่เพศหญิงอยู่ที่ช่วงอายุ 21-25 ปี

ส่วนการตอบสนองต่อสิ่งเร้าด้วยแสง เพศชายจะดีที่สุดในช่วงอายุ 31-35 ปี ในขณะที่เพศหญิงก็ยังคงตอบสนองต่อแสงได้ดีที่สุดในช่วงอายุ 21-25 ปีเช่นเดิม ซึ่งผลการศึกษาที่พบนี้ก็สอดคล้องกับ เวลฟอร์ด (Welford, 1980) ได้ศึกษาเกี่ยวกับเวลาปฏิกิริยา พบว่า ทั้งชายและหญิงมีเวลาปฏิกิริยาตอบสนองต่อเสียงได้ดีกว่าแสง โดยเพศชายมีเวลาปฏิกิริยาต่อเสียง 190 มิลลิเซคคันด์ แสง 220 มิลลิเซ็คคันด์ ผู้หญิงมีเวลาปฏิกิริยาตอบสนองต่อเสียง 240 มิลลิเซ็คคันด์ แสง 260 มิลลิเซ็คคันด์ รวมทั้ง ชูศักดิ์ เวชแพศย์, บุญงาม แสงไข่มุกข์ และปราณี เจียมรามวงศ์ (2518) ก็ได้ผลเช่นเดียวกันคือ ได้ทดลองจับเวลาปฏิกิริยาจากชายและหญิง จำนวน 40 คน โดยดูการตอบสนองของการกระตุ้นด้วยแสงและเสียง พบว่า การตอบสนองของมือซ้ายและขวาไม่แตกต่างกัน แต่เวลาปฏิกิริยาที่กระตุ้นด้วยแสงใช้เวลามากกว่าเสียงเป็นอัตราส่วน 1.36 + 0.20 : 1 ในผู้ชาย

อย่างไรก็ตามเวลาปฏิกิริยาตลอดร่าง และเวลาปฏิกิริยาอย่างง่าย สามารถฝึกให้เร็วขึ้นได้ โดยการฝึกกระทำกิจกรรมนั้นซ้ำ ๆ บ่อย ๆ เวลาปฏิกิริยาก็จะพัฒนาเร็วขึ้น และคงไว้ให้ยาวนานออกไปได้ เวลาปฏิกิริยานี้มีความสำคัญกับชีวิตอย่างมาก ไม่เพียงแต่เฉพาะในนักกีฬาเท่านั้น บุคคลทั่วไปก็จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องพัฒนาเวลาปฏิกิริยานี้ให้คงอยู่กับเรานานที่สุดเท่าที่จะนานได้ เพราะเพียงเสี้ยวหนึ่งของวินาทีอาจจะหมายถึงชีวิตก็ได้

ข้อเสนอแนะ

ควรมีการศึกษากับกลุ่มตัวอย่างทุกปีอย่างต่อเนื่อง เพื่อดูเกณฑ์ปกติของเวลาปฏิกิริยาในแต่ละช่วงอายุ ในแต่ละเพศ

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

กรรณิการ์ รักขุมแก้ว. (2524). *ผลการฝึกสมาธิการเจริญภาวนาตามแนววิชาธรรมกายที่มีต่อเวลาปฏิกิริยาตอบสนองแบบง่ายและเชิงซ้อน*. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

กาญจนา พรไพบูลย์เด่น. (2537). *การศึกษาเวลาปฏิกิริยาในการจับคฑาของนักเรียนหญิงระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น*. ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

การกีฬาแห่งประเทศไทย, ฝ่ายวิทยาศาสตร์การกีฬา งานวิจัยวิทยาศาสตร์ กองวิทยาศาสตร์การกีฬา. (2535). รายงานการวิจัย *ความสัมพันธ์ระหว่างเวลาปฏิกิริยาตอบสนองของมือและเท้า ความเร็วและความอดทนของกล้ามเนื้อกับผลการแข่งขันของนักมวยสากลในกีฬาแห่งชาติ ครั้งที่ 24*.

เกษม วรรณะ. (2541). *เวลาปฏิกิริยาในการเลือกทิศทางของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา*. ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

ครรชิต สุขเกษม. (2543). *เวลาปฏิกิริยาในการกระโดดของผู้ที่ออกกำลังกายในสถานบริหารกาย*. ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

จรวยพร ธรณินทร์. (2519). *กายวิภาคและสรีระวิทยาการออกกำลังกาย*. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ พลศึกษา.

ชนันท์ โตคมขำ. (2535). *เวลาปฏิกิริยาของนักเรียนโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒปทุมวัน*. ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

ชัยยันต์ พันธ์งาม. (2528). *ความสัมพันธ์ของเวลาปฏิกิริยาและความเร็วของการชกหมัดในมวยสากลกับความสามารถทางกลไกทั่วไป*. ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

ชูศักดิ์ เวชแพศย์. (2525). *สรีรวิทยาการออกกำลังกาย*. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยมหิดล.

_____. (2536). *สรีรวิทยาของการออกกำลังกาย*. (พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพฯ : คณะแพทย์ศาสตร์ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล.

_____. (2540). *สรีรวิทยาของมนุษย์ 1*. กรุงเทพฯ : สวัสดีการพิมพ์.

ชูศักดิ์ เวชแพศย์. (2540). *สรีรวิทยาของมนุษย์ 2*. (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ : บุญศิริการพิมพ์.

_____. (2526). *สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชนโดยพระราชประสงค์ในพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว เล่ม 8*. กรุงเทพฯ : ด่านสุทธาการพิมพ์.

ชูศักดิ์ เวชแพศย์, บุญงาม แสงไข่มุกข์ และปราณี เจียมรามวงศ์. (2518). *รายงานการศึกษารีแอคชั่นไทม์*. กรุงเทพฯ : ชมรมสรีรวิทยาแห่งประเทศไทย.

ชูศักดิ์ เวชแพศย์ และกันยา ปาละวิวัธน์. (2528). *สรีรวิทยาของการออกกำลังกาย*. กรุงเทพฯ : เทพรัตน์การพิมพ์.

_____. (2536). *สรีรวิทยาของการออกกำลังกาย*. กรุงเทพฯ : ธรรกมลการพิมพ์.

ณัฐเสกข์ เรืองศิริ. (2537). *การศึกษาเวลาปฏิกิริยาของร่างกายของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการได้ยิน*. ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

เดชา ทิพย์เดโช. (2535). *เวลาปฏิกิริยาของนักมวยก่อนการลดน้ำหนัก หลังลดน้ำหนัก และก่อนการขึ้นชก*. ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

ตุ้มทอง สวามิภักดิ์. (2525). *ความสัมพันธ์ระหว่างเวลาปฏิกิริยาและความสามารถในการทรงตัวของนักกีฬาชาย*. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ถาวร วรรณศิริ. (2532). *การเปรียบเทียบเวลาปฏิกิริยาตอบสนองต่อแสงและเสียงแบบหลายตัวเลือกของเด็กปกติ เด็กที่มีความบกพร่องทางกาย และเด็กที่มีความบกพร่องทางสติปัญญา*. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

เทเวศร์ พิริยะพฤนท์. (2526). *สรีรวิทยาของการออกกำลังกาย*. กรุงเทพฯ : ภาควิชาพลศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

ธีรศักดิ์ อาภาวัฒนาสกุล. (2525). *ผลของการฝึกเต้นรำที่มีต่อเวลาปฏิกิริยา*. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

นิพนธ์ บุญยรัตพันธุ์. (2535). *การศึกษาเวลาปฏิกิริยา เวลาเคลื่อนไหว และเวลาตอบสนอง*. ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

นิราวัลย์ สวนสมุทร. (2541). *เวลาปฏิกิริยาในการจับคฑาของนักเรียนชั้นประถมศึกษา*. ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

บัวรอง ลิ่วเฉลิมวงศ์. (2534). *สรีรวิทยา*. กรุงเทพฯ : ภาควิชาสรีรวิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล.

ประวิทย์ สุนทรสีมะ. (2520). *กายวิภาคศาสตร์และสรีรวิทยา*. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยมหิดล.

พจนี วงศ์ภา. (2540). *เวลาปฏิกิริยาของนักเรียนหญิงในช่วงมีประจำเดือน*. ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

พยุหพล พานทอง. (2538). *การศึกษาพัฒนาการของเวลาปฏิกิริยาของเด็กปฐมวัย*. ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

เพ็ญประภา เข็มแดง. (2518). *ศึกษาวิทยาศาสตร์การเคลื่อนไหวของอาวุธมวยไทย*. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ไพรัช พุทธวงศ์. (2517). *การวัดเวลาตอบสนองของขาในการออกวิ่ง*. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ภาคภูมิ รัตนโรจนากุล. (2527). *การฝึกสมาธิกับเวลาปฏิกิริยาในการออกวิ่งระยะสั้นของนักเรียนหญิง ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย*. ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

มานะ ประสาทศิลป. (2539). *ผลของการฝึกความเร็วและความคล่องตัวที่มีต่อเวลาปฏิกิริยาของร่างกาย*. ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

รจนา วงศ์สุเทพ. (2524). *ผลของระยะเตือนที่มีต่อเวลาปฏิกิริยาและความเร็วในการวิ่งระยะสั้น*. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วิโรจน์ โคตรธนู. (2531). *การศึกษาเกี่ยวกับเวลาปฏิกิริยา*. ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

วุฒิกร รัตนบัลลังก์. (2531). *การเปรียบเทียบเวลาปฏิกิริยาตอบสนองต่อเสียงและแสงของเด็กปกติ เด็กที่มีความบกพร่องทางกาย และเด็กที่มีความบกพร่องทางสติปัญญา*. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สมชาย ไกรสังข์. (2532). *เวลาปฏิกิริยาของนักกีฬาประเภทต่าง ๆ*. ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

สินจัย รัศมีเฟื่อง. (2528). *การศึกษาเวลาปฏิกิริยาของการตอบสนอง และความเร็วของการออกหมัดแบบต่าง ๆ ในมวยสากล*. ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

สินสมุทร จันลอย. (2518). *ความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาปฏิกิริยาในการเห็นและการได้ยินกับผลการทดสอบกีฬาบาสเกตบอลตามแบบทดสอบของบันน์*. วิทยานิพนธ์ครุศาสตร-มหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุรพงษ์ ทุมประเสน. (2540). *เวลาปฏิกิริยาของนักศึกษาวิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีนครพนม*. ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

สุรางค์ เมรานนท์. (2536). *ผลของการฝึกเจริญสติปัฏฐาน 4 ที่มีต่อความวิตกกังวลของนักกีฬา*. วิทยานิพนธ์ดุษฎีบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ศิลปชัย สุวรรณธาดา. (2523). *การเรียนรู้ทักษะการเคลื่อนไหวภาคปฏิบัติการ*. กรุงเทพฯ : ภาควิชาพลศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อดิศักดิ์ ดงทัด. (2543). *เวลาปฏิกิริยาในการกระโดดที่กระตุ้นด้วยแสงและเสียงของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา*. ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

อนันต์ อัตชู. (2523). "หลักการเคลื่อนไหว" *วารสารสุขศึกษา-พลศึกษา-สันทนาการ*. 6(3) : 20; กรกฎาคม.

_____. (2536). *หลักการฝึกกีฬา*. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช.

อมรา ธีรนันทพิชิต. (2518). *สัญญาณการเห็นระยะเวลาการตอบสนองด้วยเท้านักฟุตบอล*. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

Beehler, Pamela Jo Hoyes. (1986). "Stimulus Intensity and Experimental Design Effect upon Motor Response Processing" *Dissertation Abstracts International*. 47(08) : 2924-A.

Boling, Robert B. (October 1972). "The Investigation of Four Methods of Training in Developing Plantar flerion and Strength of the lower Leg in the College Male" *Dissertation Abstract International*. 33 : 1483-A.

Brown, Timothy Paul. (March 1972). Effect of three Intemsity levels of Warm up on the Reaction Time and Speed of Movement in Baseball Swing" *Dissertation Abstracts International*. 32 : 5013-A.

Carmoney, Pat. (1994). "A Comparison of Choice Reaction Time in the Presence of Selected Rhythmical Auditory Stimuli in Open and Closed Skill Athletes" *Dissertation Abstracts International*. 54 : 2511-A.

De Vries, Harbert A. (1980). *Physiology of Exercise for Physical Education and Athletics*. 2nd ed., Dubuque Lowa : W.M.C. Brown Company.

Drowatzky, John N. (1985). *Motor Learning Principle and Practices*. Minnesota : Burgess Publishing Company.

Hodgkins, Jean. (October 1963). "Reaction Time and Speed of Movement in Male and Female of Various Age" *The Research Quarterly*. 34 : 335-343.

Karpovich, Peter V. (1962). *Physiology of Muscular Activity*. Philadelphia, W.B. : Saunders Company.

Knapp, Barber N. (October 1961). "Simple Reaction Time of Selacted Top Class Sportman and Research Students" *The Research Quarterly*. 32 : 409-411.

Lotter, Williard S. (May 1960). "Internationship among Reaction Time and Speed of Movement in Defferent Limbs" *The Research Quarterly*. 41 : 147-155.

Loucks, Jane and Hugh Thompson. (May 1968). "Effect of Menstruation on Reaction Time" *The Research Quarter*ly. 39 : 407-408.

Lynch, Debbie C. (1984). "Muscular power, Reaction Time and Visual Perception as Related to Striking Ability of Second Grade Children" *Dissertation Abstracts International*. 45(08) : 1440-A.

Magaret, Robb. (1972). *The Dynamics of Motor Skill Acquistion*. Englewood Cliffs : Prentic-Hall, Inc.

Parks, Susan Taylor. (September 1987). "Comparison of Fractionated Reaction Time Between Cerebral Palsied and Non-Handicapped Youth" *Dissertation Abstracts International*. 48 : 2245-A.

Pruiti, Michael Roy. (1984). "Effect of Selected Colors on Reaction Time and Racquetball Wall Volley Performance" *Dissertation Abstracts International*. 45(07) : 2031-A.

Rose, Debra Jean. (1985). "Chossing between Moverment Sequeness : The Eeffect of Response-Choice Similarity Upon The Underlying Programming Operation" *Dissertation Abstracts International*. 49(09) : 2620-A.

Russell, Evan M. *The Effects of an Aerobic Conditioning Program on Reaction Time of Older Secondary Adults*. Doctor's Theses. UTAH : The University of UTAH.

Sage, George H. (1984). *Motor Learning and Control a Neuropsychological Approach*. Lowa : Wm.C. Brown Company.

Schutten, Mary C. (1995). "Reaction Time and Its Sensorymotor Components In The Aging Adult Using The Psychological Refractory Period Paradigm" *Dissertation Abstracts International*. 53(12) : 3782-A.

Shaver, Larry G. (1982). *Essentials of Exercise Physiology*. Minnesota : Surjert Publications.

Smith, Leon E. (March 1961). "Reaction Time and Movement Time in Four large Muscle Movement" *The Research Quarterly*. 32 : 88-92.

Tweit, A.H. and other. (1962). "Effect of Training program on Total Reaction Time of Individual of Low Fitness" *The Research Quarterly*. 34 : 509-513.

Virgets, Tomas Cloude. (1985). *Relationship of Weight Loss to Selected Physiological Strength, and Motor Performance Measures of College Boxers*. Doctor's Theses. Alabama : The University of Alabama.

Wilson, Don J. (March 1959). "Quickness of Reaction and Movement Related to Rhythmicty on Signal Presentation" *The Research Quarterly*. 30 : 101-109.