



## บทที่ 2

### เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยได้เสนอเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องแบ่งเป็น 2 ตอน คือ

- ตอนที่ 1 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับเรื่องกระบวนการประมวลข่าวสาร,  
เวลาปฏิบัติการตอบสนองและเวลาการเคลื่อนไหว
- ตอนที่ 2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในประเทศและต่างประเทศซึ่งจะนำเสนอต่อไปนี้

ตอนที่ 1 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับเรื่องกระบวนการประมวลข่าวสาร,  
เวลาปฏิบัติการตอบสนองและเวลาการเคลื่อนไหว

#### ทฤษฎีกระบวนการประมวลข่าวสาร (Information Processing)

ทฤษฎีกระบวนการประมวลข่าวสาร (Information Processing) เป็นทฤษฎีการเรียนรู้ที่ใหม่ที่สุด นักจิตวิทยาที่ใช้ทฤษฎีนี้ให้คำจำกัดความของการเรียนรู้ว่าเป็นการเปลี่ยนความรู้ของผู้เรียนทั้งปริมาณ และวิธีการประมวลข่าวสาร การอธิบายการเรียนรู้โดยทฤษฎีกระบวนการประมวลข่าวสาร (Information Processing) โดยนักจิตวิทยา อาจแบ่งเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มแรก เป็นกลุ่มที่เรียกตนเองว่าเป็นนักทฤษฎีกระบวนการประมวลข่าวสารบริสุทธิ์ ได้อธิบายการเรียนรู้ของมนุษย์จากการใช้คอมพิวเตอร์จำลองแบบ (Simulate) ซึ่งอธิบายกระบวนการประมวลข่าวสาร (Information Processing) ของคอมพิวเตอร์ว่า ประกอบด้วยขั้นตอนหลักคือ (1) การรับข้อมูลเข้า (Input) โดยใช้อุปกรณ์รับข้อมูล เช่น เครื่องรับเทปหรือเครื่องรับแถบบันทึก (2) รหัสปฏิบัติการ โดยใช้ส่วนชุดคำสั่ง หรือ ละมุนกันท์ (Software) สั่งให้ทำงาน และ (3) การแสดงผลส่งออก (Output) โดยใช้อุปกรณ์แสดง เช่น จอภาพและเครื่องพิมพ์ กลุ่มที่สอง เป็นกลุ่มนักจิตวิทยาพฤติกรรมนิยม ซึ่งอธิบายกระบวนการประมวลข่าวสารตามแนวทางของทฤษฎีพฤติกรรมนิยม กลุ่มสุดท้าย คือกลุ่มนักจิตวิทยาทฤษฎีปัญญานิยมที่ได้นำแนวทางของทฤษฎีปัญญานิยมมาอธิบายกระบวนการประมวลข่าวสารหรือข้อมูลข่าวสาร (สุรางค์ โค้วตระกูล, 2541)

## ความคิดพื้นฐานของนักจิตวิทยาพุทธิปัญญานิยมและทฤษฎีกระบวนการประมวล ข่าวสาร (Information Processing Theory)

ความคิดพื้นฐานในการใช้กระบวนการประมวลข่าวสาร(Information Processing)  
ตามทัศนะของนักจิตวิทยาพุทธิปัญญานิยม มีดังต่อไปนี้

1. ในการเรียนรู้สิ่งใดก็ตามผู้เรียนสามารถควบคุมอัตราความเร็วของการเรียนรู้ และ  
ขั้นตอนของการเรียนรู้ได้
2. การเรียนรู้เป็นการเปลี่ยนแปลงความรู้ของผู้เรียน ทั้งทางด้านปริมาณและคุณภาพ  
ซึ่งหมายความว่า นอกจากผู้เรียนจะเพิ่มจำนวนของสิ่งที่เรียนรู้ ผู้เรียนจะสามารถเรียบเรียง  
และรวบรวมให้เป็นระเบียบ เพื่อจะเรียกใช้ในเวลาที่ต้องการได้

นักจิตวิทยาพุทธิปัญญานิยมได้เน้นความสำคัญของการศึกษาการเปลี่ยนแปลงภายใน  
ของการปฏิบัติการตรง(Cognitive Operations) และการควบคุมการปฏิบัติการโดยผู้เรียน  
(สุรางค์ ไคว์ตระกูล, 2541)

### กระบวนการประมวลข่าวสาร (Information Processing)

คำว่าข่าวสารมีความหมายเช่นเดียวกับสิ่งเร้าหรือข้อมูลที่เกิดขึ้นจากสิ่งแวดล้อม ข่าวสารอาจจำแนกออกได้หลายชนิดได้แก่ 1) ภาพ 2) เสียง 3) การสัมผัส 4) ความรู้สึกเกี่ยวกับการเคลื่อนไหว 5) กลิ่น 6) รส คนเราได้รับข่าวสารเหล่านี้โดยประสาทรับความรู้สึกเฉพาะต่างๆ ข่าวสารที่เป็นภาพได้รับจากประสาทรับความรู้สึกที่ตา เสียงได้รับจากประสาทรับความรู้สึกที่หู การสัมผัสได้รับจากประสาทรับความรู้สึกที่ผิวหนัง ความรู้สึกเกี่ยวกับการเคลื่อนไหวได้รับจากประสาทรับความรู้สึกภายในที่ข้อต่อ กล้ามเนื้อ กระสวย หูชั้นใน และปลายเอ็นของกล้ามเนื้อ ข่าวสารที่เป็นกลิ่นได้รับจากประสาทรับความรู้สึกที่จมูก และข่าวสารที่เป็นรสได้รับจากประสาทรับความรู้สึกที่ลิ้น

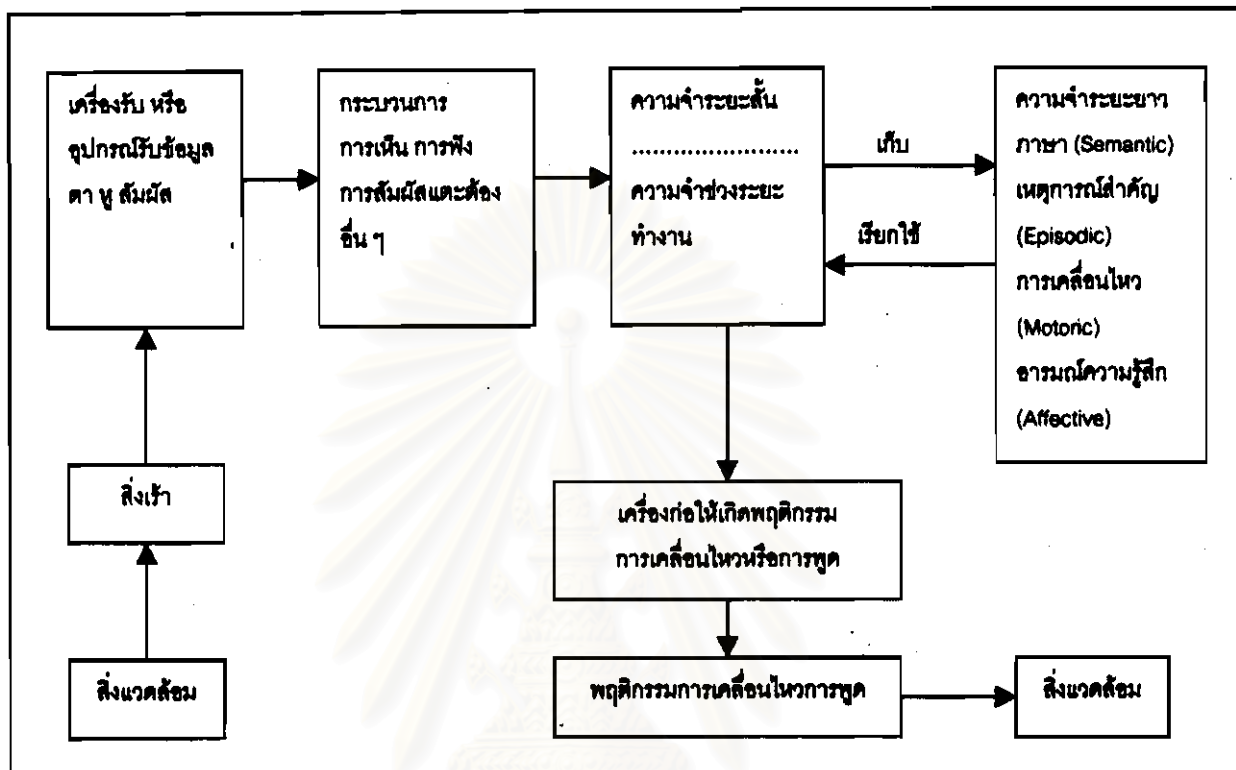
กระบวนการประมวลข่าวสาร หมายถึง การจัดการกับข่าวสารที่ต่อเนื่องนับตั้งแต่รับข่าวสาร ตีความหมายของข่าวสาร บันทึกข่าวสาร เลือกการตอบสนอง จนกระทั่งแสดงการตอบสนองต่อข่าวสารนั้น (คิลปชัย สุวรรณธาดา, 2523)

มนุษย์เราเป็นผู้กระบวนการประมวลข่าวสารจากสิ่งแวดล้อมทั้งข่าวสารที่ได้จากการมองเห็น ได้ยิน สัมผัส การเคลื่อนไหวในร่างกาย กลิ่นและรส ข่าวสารเหล่านี้ถูกกระบวนการด้วยการบันทึก ถ่ายทอดและเก็บไว้ในความจำระบบต่างๆ ในกรณีที่ต้องตอบสนองจะมีการตัดสินใจเลือกการตอบสนองและแสดงการตอบสนองต่อข่าวสารนั้นออกมาให้เห็น อาจกล่าวได้ว่ากระบวนการประมวลข่าวสารสามารถอธิบายพฤติกรรมของมนุษย์ได้

กระบวนการประมวลข่าวสารเกิดขึ้นตลอดเวลาในการเล่นกีฬา สมมุติว่านักกีฬากำลังตีได้ลูกเทนนิสกับคู่ต่อสู้ มีข่าวสารหลายอย่างที่เกิดขึ้นในขณะนั้น นักกีฬาต้องตระหนักถึงก่อนที่จะตีลูกกลับไปได้อย่างถูกต้อง นักกีฬาจะต้องดูหน้าไม้แร็กเก็ตของคู่ต่อสู้ขณะกระทบลูก จะต้องรู้ความเร็วและทิศทางของลูกบอล จุดตกของลูกบอล ลักษณะการหมุนของลูก ขึ้นต่อไปนักกีฬาต้องมีการตัดสินใจเลือกการตอบสนองที่เหมาะสม เช่น ความเร็วที่จะวิ่งไปยังจุดตกนั้น การเตรียมไม้พร้อมจะตีลูก จุดที่ควรจะตีลูกกลับไปและอื่นๆ เสร็จแล้วจึงแสดงการตอบสนองที่คิดว่าเหมาะสม ยิ่งกว่านั้นนักกีฬาจะต้องรู้ว่าการตอบสนองนั้นถูกต้องหรือผิดพลาดมากน้อยเพียงใด เพื่อที่จะได้นำมาแก้ไขและปรับปรุงการตอบสนองในโอกาสต่อไป

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## ขั้นตอนหลักของกระบวนการประมวลข่าวสาร



ภาพที่ 2.1 ขั้นตอนหลักของกระบวนการประมวลข่าวสารของมนุษย์

รูปแบบขั้นตอนหลักของกระบวนการประมวลข่าวสารของมนุษย์ ที่จะนำมาอธิบาย เป็นรูปแบบซึ่งนักจิตวิทยาชื่อ คลอโมเออร์ (1985: 105 อ้างถึงใน สุรางค์ ไคว์ตระกูล, 2541 : 221) ได้ดัดแปลงมาจากรูปแบบของชิฟพรินและแอตคินสัน (1969, 1971 อ้างถึงใน สุรางค์ ไคว์ตระกูล, 2541: 221)ที่ใช้อธิบายเรื่องความจำระยะยาวและระยะสั้น

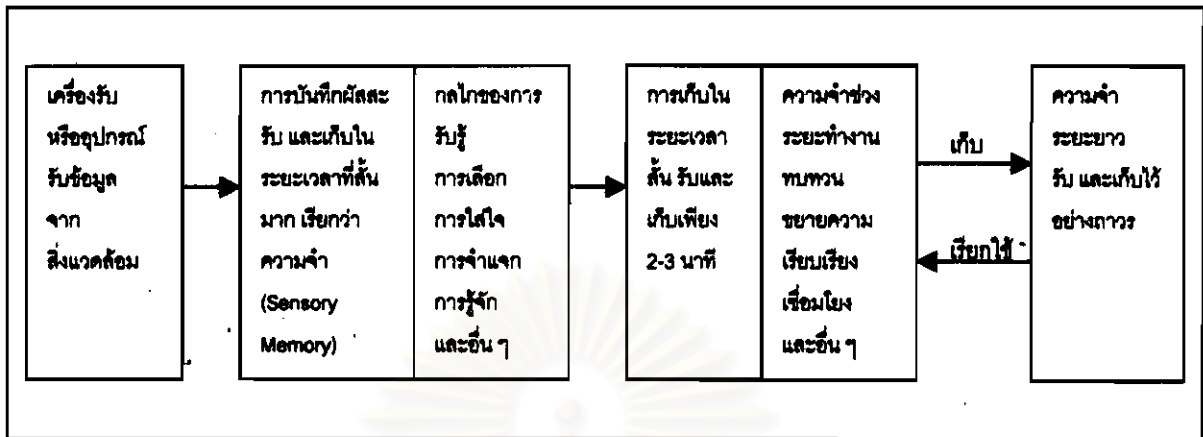
ขั้นตอนการบันทึก ความจำระยะสั้น ความจำระยะยาว ตามภาพที่ 2.1 เป็นแต่เพียง ใช้อธิบายลำดับขั้นของกระบวนการประมวลข่าวสารให้เข้าใจเท่านั้น สำหรับกระบวนการ ประมวลข่าวสารที่เกิดขึ้นในสมองนั้น ยังไม่มีผู้ใดรู้อย่างแน่นอนว่ามีการแบ่งขั้นตอนหรือมี ตำแหน่งอย่างเด่นชัดที่ใด

### ตัวก่อกำเนิดพฤติกรรมตอบสนองโดยการแสดงออกทางการพูดและการเคลื่อนไหว (Vocal and Motor Response Generator)

นอกจากข้อมูลข่าวสารที่ถ่ายทอดจากความจำระยะสั้นไปเก็บไว้ในความจำระยะยาว เพื่อเรียกมาใช้ได้ในการแก้ปัญหาแล้ว ตัวก่อกำเนิดพฤติกรรมตอบสนองก็อาจจะรับหรือกระตุ้นให้มีพฤติกรรมทางการพูดหรือการเคลื่อนไหว ตัวอย่างเช่น การแก้ปัญหา ผู้แก้ปัญหา อาจจะเขียนวิธีแก้เป็นขั้น ๆ หรืออาจจะใช้การอธิบายวิธีแก้ปัญหา หรือมีพฤติกรรมการเคลื่อนไหว ในกรณีเช่นนี้อาจจะอธิบายได้ว่า เกิดมีการถ่ายทอดการรับสารของความจำ ช่วงระยะทำงาน (Working Memory) เป็นสิ่งเร้าที่จะแนะนำให้ตัวรับข่าวสารทำให้เกิดพฤติกรรมที่สังเกตได้ (Overt Response)(สุรางค์ ไคว่ตระกูล, 2541)

### วิธีการคิดในกระบวนการประมวลข่าวสาร (Mental Operations in Information Processing)

การอธิบายวิธีการคิดในกระบวนการประมวลข่าวสาร ได้ใช้แผนผังหรือรูปแบบภาพที่ 2.2 จะเห็นว่ากระบวนการใส่ใจและกระบวนการรู้จักสิ่งแวดล้อมรอบ ๆ ตัวเรามีความสำคัญมาก เพราะจะเป็นตัวแปรที่ช่วยเลือกสิ่งแวดล้อมเข้าไปเก็บในความจำระยะสั้น และจะมีขั้นตอนช่วงระยะเวลาทำงานซึ่งผู้เรียนรู้จะใช้การทบทวน เรียบเรียงและรวบรวมผลสมมติฐานและขยายความ โดยการเชื่อมโยงกับสิ่งที่เคยเรียนรู้มาแล้ว และนำเข้ารหัสและกระบวนการประมวลข่าวสารเก็บไว้ในความจำระยะยาว และสามารถเรียกมาใช้ได้ ในขั้นการรับรู้ (Perceptual Mechanism) คนเราจะเลือกรับรู้แค่เพียงส่วนหนึ่งของสิ่งเร้าที่ได้รับในขั้นการบันทึกและการรับรู้ขึ้นกับประสบการณ์และทัศนคติต่อสิ่งเร้า วิชาของผู้เรียนก็เป็นปัจจัยที่สำคัญด้วย



ภาพที่ 2.2 ขั้นตอนวิธีคิดกระบวนการประมวลข่าวสาร (Klauameier, 1985 อ้างถึงใน สุรางค์ ไคว์ตระกูล, 2541: 225)

ความใส่ใจเป็นปัจจัยสำคัญในการที่จะรับข้อมูล เพื่อเข้ารหัสเก็บในความจำระยะสั้น การเลือกที่จะรับรู้สิ่งเร้าขึ้นอยู่กับประสบการณ์และความรู้สึกที่มีต่อสิ่งเร้า

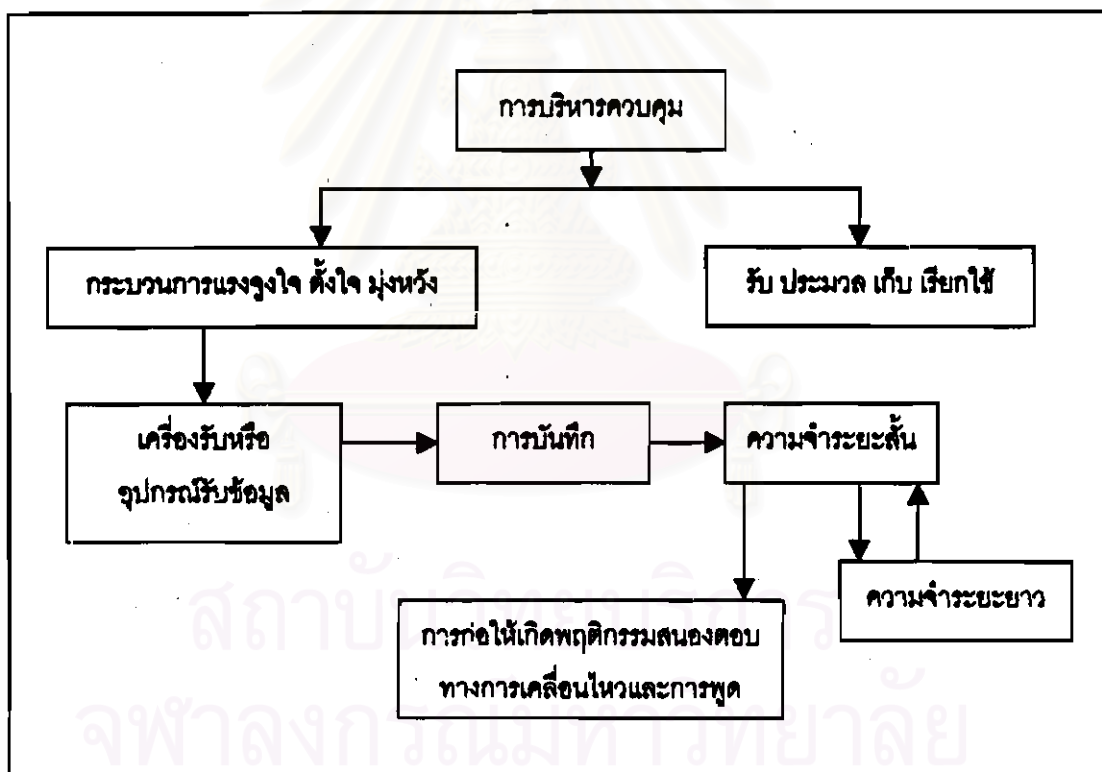
สำหรับเครื่องมือที่จะช่วยความจำในชั้นความจำระยะสั้นและช่วงระยะทำงาน นักกีฬาอาจจะใช้วิธีต่าง ๆ กัน เช่น การทบทวน ขยายความ เรียบเรียงและรวบรวม แล้วแต่สิ่งที่ต้องการจะเรียนรู้ ซีกเลอร์ (1983 อ้างถึงใน สุรางค์ ไคว์ตระกูล, 2541: 225) กล่าวว่าสิ่งที่เรียนรู้แล้วในอดีตจะมีอิทธิพลต่อวิธีการที่จะเรียนรู้อย่างไร ฉะนั้น การขยายความหรือการพยายามที่จะหาวิธีที่จะเชื่อมโยงวิธีเรียนรู้ใหม่กับสิ่งที่ได้เรียนรู้แล้วมีความสำคัญมากจะช่วยให้เกิดสัมฤทธิ์ผลในการเรียนรู้ได้ดีขึ้น นอกจากนี้กระบวนการของช่วงระยะทำงานเป็นการเข้ารหัสเพื่อจะเก็บไว้ในความจำระยะยาว

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

**การบริหาร ควบคุม กระบวนการประมวลข่าวสาร (Executive Control of Information Processing)**

การบริหารควบคุมกระบวนการประมวลข่าวสาร หมายถึงการที่ผู้เรียนรู้ตัวว่า ต้องการที่จะควบคุมกระบวนการคิดของตน กระบวนการบริหารควบคุมประกอบด้วย การควบคุม แรงจูงใจ และการควบคุมกระบวนการข้อมูลเข้าและการประมวลข้อมูลข่าวสารภายใน ถ้าจะเปรียบเทียบกับคอมพิวเตอร์ โปรแกรมคำสั่งหรือละมุนภัณฑ์(Software) จะควบคุม กระบวนการประมวลข่าวสาร

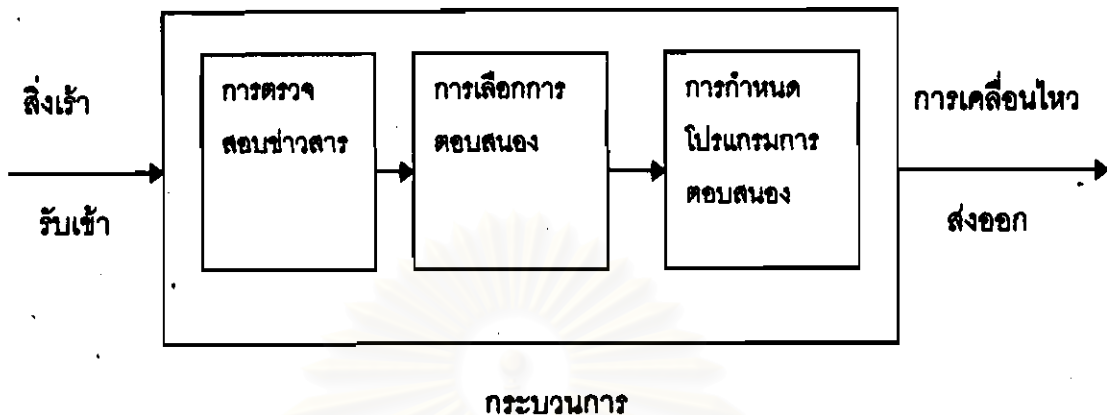
การบริหารควบคุมกระบวนการประมวลข่าวสารของมนุษย์ อาจแสดงได้ดังต่อไปนี้



ภาพที่ 2.3 การบริหารควบคุมกระบวนการประมวลข่าวสาร (Klauameier, 1985 อ้างถึงใน สุรางค์ โค้วตระกูล, 2541: 226)



**รูปแบบของการกระบวนการประมวลข่าวสาร (The Information Processing Model)**



ภาพที่ 2.4 แสดงรูปแบบของกระบวนการประมวลข่าวสาร (Schmidt, 1990)

**ขั้นที่ 1 การตรวจสอบข่าวสาร (Stimulus Identification Stage)**

ประกอบด้วย การรับรู้สิ่งเร้า (Stimulus Detection) และ การจำรูปแบบ (Pattern Recognition) ดังนี้

**การรับรู้สิ่งเร้า (Stimulus Detection)** คือ การรับรู้ข่าวสารของร่างกาย เช่น การรับรู้แสงจากเลนส์เรตินารองตา หรือ การได้ยินของเสียงผ่านหู ที่ผ่านเข้ามาและสามารถรู้ข่าวสารเกิดขึ้นและเก็บความจำไว้ได้

**การจำรูปแบบ (Pattern Recognition)** คือ การทำให้ข่าวสารมีความหมายขึ้น สามารถจำรูปแบบได้ ซึ่งการจำรูปแบบนี้สามารถอธิบายได้ 3 แบบ ได้แก่

- 1.การจำจากต้นแบบ (Template)
- 2.การจำลักษณะโดยรวม (Prototype)
- 3.การจำลักษณะเฉพาะหรือ ส่วนประกอบของรูปร่างรูปทรง (Figure) เช่น รูปสามเหลี่ยม, รูปสี่เหลี่ยม, รูปทรงกลม, รูปทรงกระบอก เป็นต้น(Schmidt,1990)

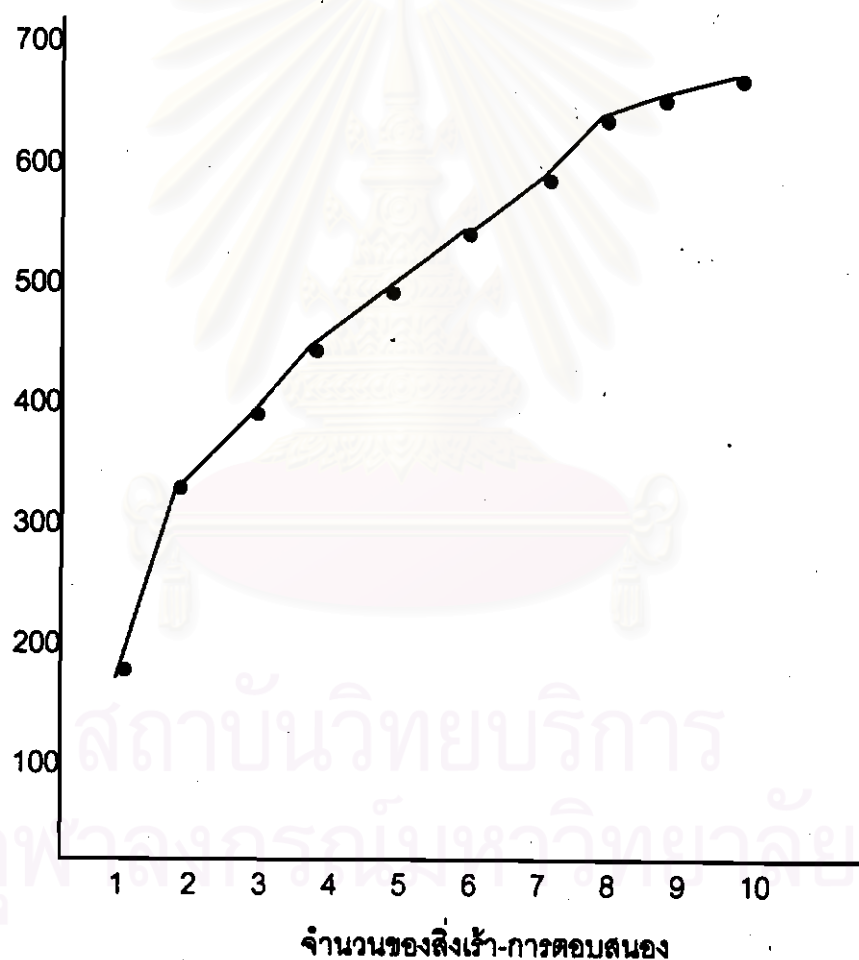
**ขั้นที่ 2 การเลือกการตอบสนอง (Response Selection Stage)**

ถ้าจำนวนตัวเลือกมาก เวลาปฏิกิริยาในการเลือกตอบสนองต่อสิ่งเร้า(Choice-RT) ก็ จะมากตามไปด้วย ตัวอย่างการศึกษาเวลาปฏิกิริยาในการเลือกการตอบสนองต่อสิ่งเร้า (Choice-RT Paradigm)



นักวิทยาศาสตร์เชื่อว่า กระบวนการประมวลข่าวสารเกิดจากการเลือกการตอบสนอง ในช่วงเวลาใดเวลาหนึ่งและเมื่อจำนวนตัวเลือกมากขึ้นเวลาปฏิบัติการในการเลือกการตอบสนอง (Choice-RT) ก็เพิ่มขึ้นตามไปด้วย เมอร์เคล (1885 อ้างถึงใน Schmidt, 1990: 81) ได้ศึกษาเรื่อง "ความสัมพันธ์ระหว่างเวลาปฏิบัติการกับจำนวนตัวเลือก" โดยศึกษาจากตัวเลข อารบิกและตัวเลขโรมัน เพื่อดูเวลาที่ใช้ไปต่อจำนวนตัวเลือก (Choice-RT) ผลการศึกษาพบว่าเวลาปฏิบัติการเพิ่มแตกต่างกัน 129 มิลลิวินาที ใน 1-3 ตัวเลือก ความแตกต่างระหว่าง 9-10 มิลลิวินาทีเป็นลักษณะการเพิ่มแบบเส้นโค้ง

เวลาปฏิบัติการในการเลือกการตอบสนอง(msec)



แผนภูมิที่ 1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลาปฏิบัติการกับจำนวนตัวเลือก เวลาปฏิบัติการในการเลือกการตอบสนองเป็นส่วนประกอบของจำนวนของสิ่งเร้ากับการตอบสนอง

กฎของฮิค (Hick's Law) (Hick's ,1992 and Hyman ,1953 อ้างถึงใน Schmidt,1990)

กฎนี้เกิดจากการศึกษาเรื่อง "ความสัมพันธ์ระหว่างเวลาปฏิบัติและจำนวนตัวเลือก" ซึ่งคล้ายกับการศึกษาของเมอร์เคิล(1885 อ้างถึงใน Schmidt, 1990: 82) ซึ่งสรุปเป็นกฎได้ดังนี้

เวลาปฏิบัติในการเลือกการตอบสนอง(Choice-RT) จะเพิ่มมากขึ้นเมื่อจำนวนตัวเลือกเพิ่มมากขึ้น และจะเพิ่มขึ้นคงที่ประมาณ 150 มิลลิวินาทีของทุกๆ ตัวเลือกซึ่งเพิ่มเป็น 2 เท่า ความสัมพันธ์ระหว่าง เวลาปฏิบัติในการเลือกการตอบสนอง(Choice-RT) กับ ลอการิทึม (Logarithm) เป็นเส้นตรง (Linear Curve) สรุปเป็นสมการได้ดังนี้

$$\text{เวลาปฏิบัติในการเลือกการตอบสนอง} = a + b [ \log_2 (N) ]$$

เมื่อ  $N$  คือ จำนวนตัวเลือกในการตอบสนองต่อสิ่งเร้า

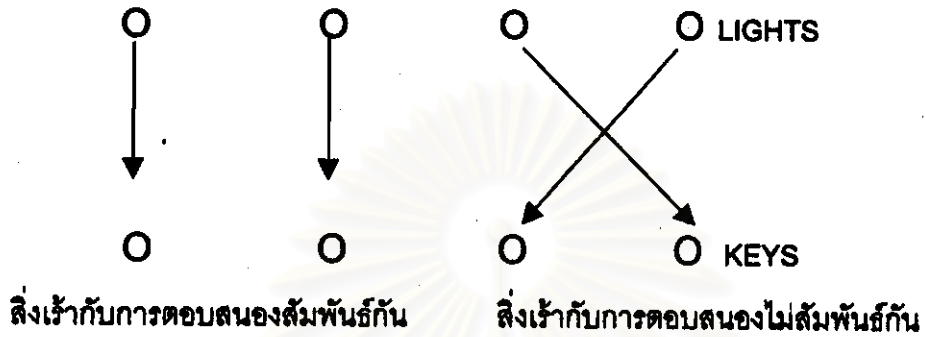
$a$  คือ ค่าคงที่ของจุดตัดแกน (Intercept)

$b$  คือ ค่าคงที่ของความลาดเอียงของเส้นกราฟ (Slope)

**คุณสมบัติของกฎของฮิค (Hick's Law) ในบางกรณี**

1. ถ้าธรรมชาติความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งเร้ากับการตอบสนองมีความหมายเป็นธรรมชาติมากเท่าไร ค่าคงที่ความลาดเอียงของเส้นกราฟ(Slope)ก็จะน้อย แต่ธรรมชาติความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งเร้ากับการตอบสนอง(S-R) จะไม่มีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงถ้ามีปริมาณของข่าวสารสูง

**A** โอกาสที่จะเกิดขึ้นมาก    **B** โอกาสที่จะเกิดขึ้นน้อย



ภาพที่ 2.5 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งเร้ากับการตอบสนอง

2. ผลของการฝึกหัดไม่เป็นไปตามกฎของฮิค (Hick's Law) ถ้าฝึกหัดมากจะลดเวลาปฏิบัติการในการเลือกการตอบสนองลง

ตารางที่ 1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนตัวเลือก (N) และลอการิทึม [ $\log_2(N)$ ]

จำนวนตัวเลือก (N)	ลอการิทึม [ $\log_2(N)$ ]
1	0
2	1
4	2
8	3
16	4
32	5
64	6
128	7
256	8

### ขั้นที่ 3 การกำหนดโปรแกรมการตอบสนอง (Response Programming Stage) ประกอบด้วย

#### 3.1 ผลของการเลือกการตอบสนอง-ความซับซ้อนของงาน(Response-Complexity Effects)

เฮนรี และ โรเจอร์ (1960 อ้างถึงใน Schmidt, 1990: 90) ได้ศึกษา เวลาปฏิกิริยาตอบสนอง โดยให้ผู้รับการทดลองทำการเคลื่อนไหว 3 แบบ คือ 1) ยกนิ้วออกจากแป้นเมื่อเห็นสิ่งเร้า 2-3 มิลลิเมตร 2) ยกนิ้วออกจากแป้นแล้วเลื่อนมาข้างหน้า 33 มิลลิเมตร และยกนิ้วเพื่อจับลูกเทนนิส 3) แว่นลูกบอลไว้ 2 ลูกระยะห่างกันประมาณ 30 เซนติเมตร แล้วยกนิ้วออกจากแป้น ตีลูกแรกด้วยหลังมือ (Backhand) กลับมากดปุ่มแล้วกลับมาจับลูกที่ 2 ได้ผลดังนี้

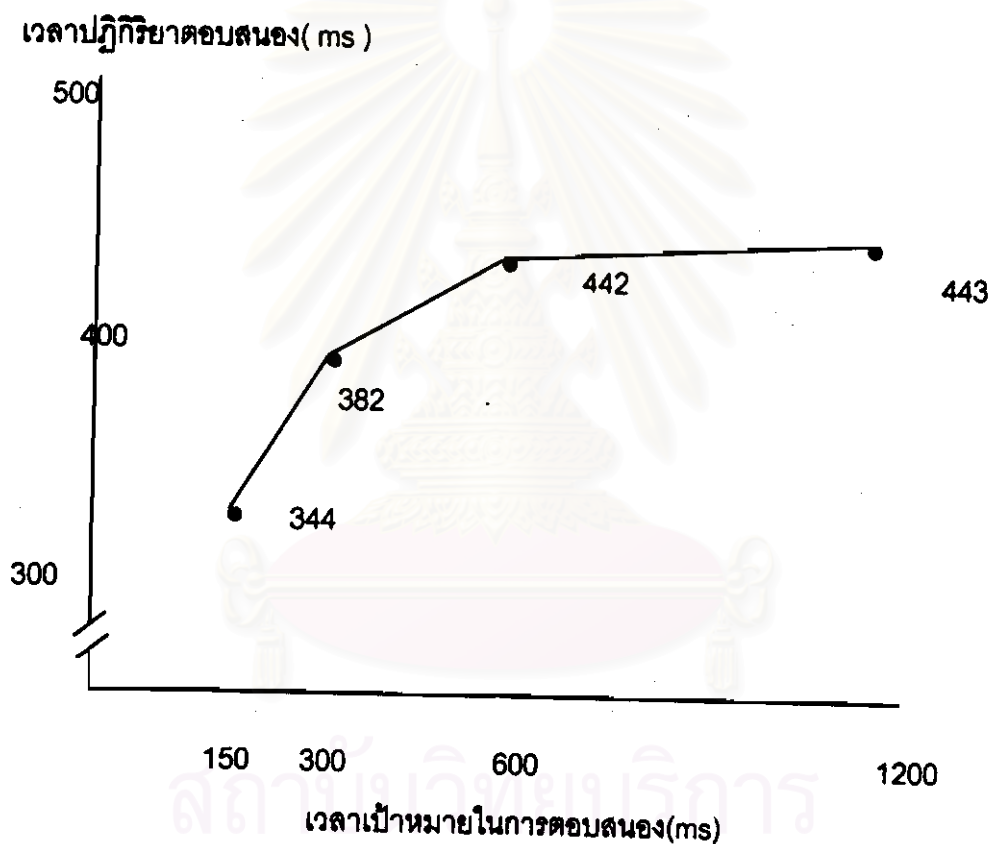
ตารางที่ 2 แสดงค่าเวลาปฏิกิริยาตอบสนอง (ms) และค่าเวลาการเคลื่อนไหว(ms) ของการเคลื่อนไหว 2 แบบ

การเคลื่อนไหว	เวลาปฏิกิริยาตอบสนอง (ms)	เวลาการเคลื่อนไหว(ms)
การยกนิ้ว(Finger Lift)	159	-
ยกนิ้วขึ้นจับลูกบอล 1 ลูก	195	95
หลังมือตีลูกแรกแล้วจับลูกที่ 2	208	465

ในการศึกษาครั้งนี้ เพื่อวัดความซับซ้อนของงานในการแสดงผลของการตอบสนอง ซึ่งสรุปได้ว่า โปรแกรมการเคลื่อนไหวที่ซับซ้อนทำให้เวลาปฏิกิริยา (RT) มากขึ้นเนื่องจากจะต้องจัดลำดับโปรแกรม

### 3.2 ผลของการตั้งเวลาเป้าหมายในการตอบสนอง(Response Duration Effects)

แคลท์ และเออร์วิน (1976 อ้างถึงใน Schmidt, 1990: 91) ได้ศึกษาถึงการเคลื่อนไหวใน 4 ระยะโดยเคลื่อนไหวโดยการสไลด์ (Slide) ครั้งละ 10 เซนติเมตร ตั้งเวลาเป้าหมายในการตอบสนอง (Response Duration) ไว้ในแต่ละระยะ (4 ระยะ) คือ 150 , 300 , 600 , และ 1200 มิลลิวินาที ได้ผลดังนี้



แผนภูมิที่ 2 ผลของการตั้งเวลาเป้าหมายในการตอบสนอง  
 ผลของการตั้งเวลาเป้าหมายในการตอบสนอง : เวลาปฏิกิริยาตอบสนองเป็นส่วนประกอบของ  
 เวลาเป้าหมายในการตอบ สรุปผลได้ว่า ถ้าเวลาปฏิกิริยา (RT) เพิ่มมากขึ้น เวลาในการ  
 เคลื่อนไหว (MT) ก็จะมีมากขึ้นตามไปด้วย

## โครงสร้างของการกระบวนการข่าวสาร

กระบวนการประมวลข่าวสารนับตั้งแต่รับข่าวสารเข้ามาจนกระทั่งถึงการตอบสนอง นั้นมีกระบวนการเกิดขึ้นภายในโครงสร้างของกระบวนการประมวลข่าวสารซึ่งประกอบด้วย 5 หน่วย(Gagne, 1985) ด้วยกันคือ

- 1) ความจำความรู้สึก (Sensory Memory)
- 2) กลไกการรับรู้ (Perceptual Mechanism)
- 3) ความจำระยะสั้น (Short-term Memory)
- 4) ความจำระยะยาว (Long-term Memory)
- 5) กลไกการตอบสนอง (Response Generator)

### 1. ความจำความรู้สึก (Sensory Memory)

ประสาทรับความรู้สึกเฉพาะจะรับรู้ข่าวสารต่างๆ จากสิ่งแวดล้อมข่าวสารเหล่านี้จะถูกส่งมายังความจำความรู้สึก และจะถูกบันทึกไว้ในความจำนี้ ข่าวสารที่ได้รับนี้จะเป็นข่าวสารดิบ ที่ยังไม่ได้มีการแปลความหมายแต่อย่างใด เราจึงไม่รู้สึกว่าข่าวสารนั้นคืออะไร

ความจำความรู้สึกนี้มีความสามารถในการบันทึกความจำได้ไม่จำกัด เช่น ภาพทั้งหมดที่นักกีฬามองเห็น เสียงต่างๆ ที่ได้ยิน การสัมผัสที่ได้รับ ถ้าไม่มีการกระบวนการขั้นต่อไป ข่าวสารเหล่านี้ จะเลือนลางจางหายไปในเวลาอันสั้นประมาณ  $\frac{1}{2}$  วินาที (Gagne, 1985)

### 2. กลไกการรับรู้ (Perceptual Mechanism)

ข่าวสารจะถูกส่งต่อไปยังกลไกการรับรู้ซึ่งมีกระบวนการที่เกิดขึ้นพร้อมๆ กัน 2 กระบวนการ คือ การจำรูปแบบ (Pattern Recognition) และการเลือกความตั้งใจ (Selective Attention)

2.1 การจำรูปแบบ (Pattern Recognition) จะทำให้ชาวสารติบที่ได้รับจากความจำ ความรู้สึกมีความหมาย ด้วยการเปรียบเทียบข่าวสารที่เก็บไว้ในความจำระยะยาว ทำให้ นักกีฬาทราบว่าข่าวสารนั้นคืออะไร เช่น การรู้ว่าคู่ต่อสู้เคลื่อนไหวอย่างไร ลูกบอลลอยในอากาศทิศ ทางใด ลูกบอลกระทบพื้นจากจุดไหน เป็นต้น (Gagne, 1985)

การจำรูปแบบมีความสัมพันธ์กับข่าวสารจากความจำระยะยาวที่นำมาเปรียบเทียบกับ ข่าวสารที่ได้รับจากความจำความรู้สึก ถ้าข่าวสารนั้นถูกต้องก็จะทำให้การจำรูปแบบถูก ต้อง ตรงข้ามถ้าข่าวสารนั้นมักจะทำกรจำรูปแบบผิดพลาดด้วย ตัวอย่างเช่น เด็กอายุ 1 ขวบเห็น เสือก็จะเดินเข้าไปหานึกว่าเป็นสุนัขที่เคยเล่นด้วย ไม่มีข่าวสารเกี่ยวกับความน่ากลัวโหดร้าย ของเสือเก็บไว้ในความจำระยะยาว ข่าวสารจากความจำระยะยาวที่นำมาเปรียบเทียบกับ ข่าวสารจากความจำความรู้สึก คือข่าวสารกับสุนัขที่เป็นเพื่อนเล่นประจำ ในสถานการณ์กีฬา ก็เช่นเดียวกัน นักเทนนิสหัดใหม่เห็นลูกหมุนกลับลอยมา คิดว่าเป็นลูกธรรมดาเมื่อลูกตกจะ เข้าไปตีแต่ลูกนั้นหมุนกลับห่างตัวทำให้ตีลูกพลาด เพราะขาดข้อมูลที่ต้องการจากความจำ ระยะยาว ส่วนนักกีฬาชั้นสูงมีข้อมูลเกี่ยวกับลูกหมุนกลับเก็บไว้ในความจำระยะยาว เพื่อนำ มาเปรียบเทียบกับข่าวสารที่ส่งมาจากความจำความรู้สึกจึงถูกต้อง สามารถตีลูกหมุนนั้นกลับ ไปได้อย่างแม่นยำ(คิลปชัย สุวรรณชาติ, บรรยาย; 2540)

อย่างไรก็ตามในบางครั้งข่าวสารที่ส่งมาจากความจำความรู้สึก เป็นข่าวสารใหม่จริงๆ จะไม่มีกระบวนการเปรียบเทียบกับข่าวสารจากความจำระยะยาวข่าวสารใหม่นั้นจึงจะถูกส่ง ต่อไปยังหน่วยความจำถัดไป

2.2 การเลือกความตั้งใจ (Selective Attention) เนื่องจากข่าวสารที่ปรากฏอยู่ใน ความจำความรู้สึกนั้นมีมากมาย นักกีฬาจำเป็นต้องรู้จักเลือกความตั้งใจต่อข่าวสารที่มีความ สำคัญ ที่ต้องการกระบวนการต่อไป และเพิกเฉยไม่สนใจต่อข่าวสารอื่น

ในการเล่นกีฬาการเลือกความตั้งใจมีความสำคัญต่อการแสดงความสามารถมาก นัก กีฬาฝึกหัดใหม่ไม่รู้จักเลือกความตั้งใจต่อข่าวสารที่สำคัญจะกระบวนการประมวลข่าวสาร หลายๆ อย่างที่เกิดขึ้น ทำให้การเล่นช้าเสียเวลามาก อาจเป็นผลทำให้พ่ายแพ้การแข่งขัน ส่วนนักกีฬาชั้นสูงจะรู้จักเลือกความตั้งใจต่อข่าวสารที่สำคัญที่สุด ตัวอย่างเช่น ในการเล่น เทนนิสประเภทคู่ หลังจากเสิร์ฟแล้วผู้เสิร์ฟจะรีบวิ่งขึ้นครอบครองบริเวณหน้าตาข่าย



เมื่อคู่ต่อสู้ตีลูกกลับมา ผู้เสิร์ฟคนนี้จะเล่นลูกเสิร์ฟนั้นหรือไม่ เพียงแต่ดูการเคลื่อนไหวของคู่  
 ถัดมาเคลื่อนไหวแสดงว่าจะเล่นลูกนั้น ผู้เสิร์ฟก็จะขึ้นมาครอบครองตาข่ายอย่างรวดเร็ว ไม่ต้อง  
 รอให้คู่ต่อสู้ตีลูกนั้นก่อนจึงขึ้นหน้าตาข่าย จะทำให้การเล่นรวดเร็วสามารถชนะคู่ต่อสู้ได้  
 (ศิลปะชัย สุวรรณธาดา, บรรยาย ; 2540)

### 3. ความจำระยะสั้น (Short-Term Memory)

ความจำระยะสั้นเป็นศูนย์กลางของกิจกรรมกระบวนการประมวลข่าวสารกิจกรรม  
 เหล่านี้ได้แก่ 1) กระบวนการประมวลข่าวสารใหม่จากกลไกการรับรู้ 2) กระบวนการประมวล  
 ข่าวสารเก่าจากความจำถาวร และ 3) การเลือกการตอบสนองและการโปรแกรมการเคลื่อนไหว  
 (Cox, 1990)

1) กระบวนการประมวลข่าวสารใหม่ที่ส่งมาจากกลไกการรับรู้ ความจำระยะสั้นมี  
 ความสามารถที่จะเก็บข่าวสาร และเวลาที่ข่าวสารคงอยู่ค่อนข้างจำกัด มีความสามารถที่จะ  
 จำข่าวสารได้ประมาณ 7 หน่วย ทั้งนี้อาจเป็นตัวเลข อักษร ซือ หรืออื่นๆ ที่จัดเป็นหน่วย และ  
 ระยะเวลาที่จำได้ประมาณ 15 วินาที ถ้าเกินขีดจำกัดนี้ก็จะเกิดการลืมขึ้น เพื่อให้จำข่าวสารได้  
 เกินขีดจำกัดของความจำระยะสั้น จำเป็นต้องทบทวนข่าวสารด้วยการท่องจำ และจัดระเบียบ  
 ข่าวสารให้ง่ายต่อการจำ ตัวอย่างเช่น ท่านต้องทบทวนซ้ำด้วยการท่องเพื่อจะได้ไม่ลืมหมาย  
 เลขเท่านั้น ก่อนที่ท่านจะหมุนหมายเลขเสร็จ นอกจากนี้หมายเลขโทรศัพท์ที่ใช้ในปัจจุบันมี  
 7 หน่วย ซึ่งเป็นช่วงจำกัดของความจำระยะสั้นของคนเรา เพื่อให้จำได้ง่ายขึ้นต้องมีการจัด  
 ระบบของตัวเลขด้วยการจับกลุ่ม เช่น 218-28-13 เป็นต้น การทบทวนซ้ำและการจัดระเบียบ  
 ข่าวสารดังกล่าว จะช่วยในการบันทึกข่าวสารที่ส่งไปยังความจำถาวร ข่าวสารเกี่ยวกับการ  
 เคลื่อนไหวก็เช่นเดียวกัน จะสามารถจำการเคลื่อนไหวได้ประมาณ 7 การเคลื่อนไหว และ  
 ระยะเวลาที่จำได้ประมาณ 15 วินาที นักกีฬาจะต้องทบทวนการเคลื่อนไหวและจัดระเบียบ  
 การเคลื่อนไหวให้เป็นหมวดหมู่ เพื่อจะได้บันทึกการเคลื่อนไหวและส่งทอดต่อไป ตัวอย่างเช่น  
 การเสิร์ฟลูกเทนนิส ซึ่งประกอบด้วยทักษะย่อยหลายส่วน ได้แก่ การขึ้น การโยนลูก  
 การเหวี่ยงไม้กระแทบลูก และการส่งไม้ตาม นอกจากนี้แต่ละส่วนยังมีรายละเอียดอีก นักกีฬา  
 ต้องทบทวนด้วยการฝึกและจำทักษะย่อยเหล่านั้นเป็นกลุ่ม อาจจัดได้ดังนี้ กลุ่มที่ 1 การจับไม้  
 และการโยน กลุ่มที่ 2 การโยนลูกและเหวี่ยงไม้หลัง และกลุ่มที่ 3 การเหวี่ยงไม้กระแทบลูกและ  
 เหวี่ยงไม้ตาม การจับกลุ่มดังกล่าวนี้จะช่วยในการบันทึกข่าวสารการเคลื่อนไหวได้ดี ข่าวสาร

การเคลื่อนไหวต่างๆ ที่ส่งทอดต่อไป ประกอบด้วยชาวสารที่สำคัญคือ กล้ามเนื้อที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนไหว แรงที่ใช้ในการเคลื่อนไหว ลำตัวและหลังและระยะเวลาของการเคลื่อนไหว ซึ่งทั้งหมดนี้รวมเรียกว่า โปรแกรมการเคลื่อนไหว (Motor Program) ด้วยการฝึกหัดแต่ละครั้ง จะทำให้โปรแกรมการเคลื่อนไหวได้รับการแก้ไขและปรับปรุงให้ดีขึ้น(Cox, 1990)

2) กระบวนการประมวลผลชาวสารเฝ้าจากความจำถาวร คนเรามักจะพูดหรือคิดถึงเหตุการณ์ในอดีตที่ทำให้ตนเองมีความสุข เป็นการนำเอาสิ่งที่บันทึกไว้ในความจำระยะยาวมา ทบทวนอีกครั้งหนึ่ง นักกีฬาที่เช่นเดียวกัน ก่อนการแข่งขันครั้งต่อไปเราจะนำเอาเหตุการณ์ การแข่งขันที่ผ่านมา อาจประกอบด้วย แผนการฝึกซ้อม แผนการแข่งขัน การเล่นที่ประสบความสำเร็จ การเล่นที่ผิดพลาดและอื่นๆ มาทบทวนเพื่อแก้ไขและปรับปรุงการเล่น ในกีฬา อเมริกันฟุตบอล ผู้เล่นตำแหน่งที่สำคัญที่สุดทำหน้าที่ควบคุมการเล่นของทีม จำเป็นต้องทบทวนแผนการเล่นจำนวนหลายร้อยแผนที่เก็บไว้ในความจำระยะยาว ก่อนการแข่งขันเพื่อไม่ให้เกิดการผิดพลาด การดึงเอาชาวสารที่เก็บไว้ในความจำระยะยาวมาทบทวนนี้ ไม่เพียงแต่ทำให้เกิดความจำชาวสารใหม่เท่านั้น แต่ยังทำให้ตัวแทนความจำชาวสารนั้นมั่นคงมากขึ้น (Gallagher, 1984 อ้างถึงใน ศิลปชัย สุวรรณธาดา, บรรยาย ; 2540)

3) การเลือกการตอบสนองและการโปรแกรมการเคลื่อนไหว ในสถานการณ์อื่นๆ ชาวสารหลายๆ ชาวสารจำเป็นต้องมีการเลือกการตอบสนอง ตัวอย่างเช่น ในการเล่นกีฬาเทนนิส นักกีฬายืนอยู่ตรงกลางของเส้นหลัง คู่ต่อสู้ของฝ่ายรุกสามารถตีลูกได้ 4 แบบ 1) ลูกกระดอนทางขวามือ 2) ลูกกระดอนทางซ้ายมือ 3) ลูกหยอดทางขวามือ 4) ลูกหยอดทางซ้ายมือ คู่ต่อสู้มีชาวสารทั้งหมด 4 ชาวสารที่จะส่งมายังผู้เล่น ในการเล่นครั้งนี้คู่ต่อสู้ตีลูกหยอดมาทางขวามือ ผู้เล่นฝ่ายรับต้องเลือกการตอบสนองด้วยการวิ่งขึ้นไปรับลูกหยอดหน้าตาข่ายทางขวามือ ถ้าคู่ต่อสู้สามารถส่งชาวสารมายังท่านหลายชาวสาร ท่านจะเกิดความลำบากในการเลือกการตอบสนองขึ้น เมื่อท่านเลือกการตอบสนองแล้ว ขั้นตอนต่อไปคือการโปรแกรมการเคลื่อนไหว การตอบสนองที่ได้เลือก ในขั้นนี้ท่านจะดึงเอาโปรแกรมการเคลื่อนไหวซึ่งประกอบไปด้วย กล้ามเนื้อที่เกี่ยวข้อง แรงที่ใช้ลำดับจังหวะและระยะเวลาในการเคลื่อนไหวที่เก็บไว้ในความจำระยะยาว ชาวสารจำนวนมากที่เก็บไว้ในความจำระยะยาวจะช่วยในการเลือกการตอบสนอง และโปรแกรมการเคลื่อนไหว

#### 4. ความจำระยะยาว (Long-Term Memory)

ข่าวสารจากความจำระยะสั้นจะส่งมาเก็บไว้ที่ความจำระยะยาว ความจำระยะยาวสามารถเก็บข่าวสารไว้ได้จำนวนมากมายไม่จำกัด และค่อนข้างถาวรตามทฤษฎีกล่าวไว้ว่า เมื่อข่าวสารถูกเก็บไว้ในความจำระยะยาว ข่าวสารนั้นจะคงอยู่ถาวร อย่างไรก็ตามบางคนอาจจะสงสัย เนื่องจากบางครั้งเราไม่สามารถจำข่าวสารที่เราคิดว่าได้ถูกเก็บไว้อย่างถาวรแล้ว จากการสังเกตจิตพบว่า คนเราสามารถระลึกข่าวสารตั้งแต่สมัยวัยเด็กได้ ซึ่งไม่สามารถจะระลึกได้ในสภาวะปกติ สาเหตุที่เราไม่สามารถจำข่าวสารได้อาจเนื่องมาจากสาเหตุบางประการ เช่น เกิดการรบกวนระหว่างความจำใหม่และความจำเก่า การขาดประสิทธิภาพในการค้นหาข่าวสาร เพราะขาดระเบียบในการทำงานร่วมกันกับความจำระยะสั้น ข่าวสารที่เก็บไว้ในความจำระยะยาว สามารถที่จะปรับปรุงให้ทันสมัยจัดระเบียบใหม่และทำให้คงทนได้ตลอด (Klaczky, 1975)

ในด้านการที่หาข่าวสารที่เก็บไว้ในความจำระยะยาวนี้ได้แก่ โปรแกรมการเคลื่อนไหวหรือวิธีการเช่น ประสบการณ์ ข้อมูลของคู่ต่อสู้ ทิศทาง และอื่นๆ สำหรับโปรแกรมการเคลื่อนไหวนั้นประกอบด้วย ข่าวสารที่เกี่ยวข้องกับกล้ามเนื้อที่ใช้ในการเคลื่อนไหว แรงที่ใช้ในการเคลื่อนไหว ลำดับและจังหวะของการเคลื่อนไหว และระยะเวลาของการเคลื่อนไหว ซึ่งเป็นลักษณะการเคลื่อนไหวที่กว้างๆ (Generalized Motor Program) สามารถที่จะใช้ได้ในการเคลื่อนไหวหลายๆ อย่างที่จัดอยู่ในหมวดหมู่เดียวกัน จากการฝึกหัดแต่ละครั้ง จะทำให้โปรแกรมการเคลื่อนไหวนี้ทันสมัยและมีประสิทธิภาพมากขึ้น

#### 5. กลไกกำเนิดการตอบสนอง (Response Generator)

เมื่อได้มีการเลือกการตอบสนองและกำหนดโปรแกรมการเคลื่อนไหวที่เหมาะสมซึ่งเกิดขึ้นในความจำระยะสั้นๆ แล้ว โปรแกรมการเคลื่อนไหวนี้จะถูกส่งไปยังกลไกการกำเนิดการตอบสนอง เพื่อเลือกกล้ามเนื้อที่เหมาะสมให้ทำงานตามข้อมูลที่กำหนดไว้ในโปรแกรมการเคลื่อนไหว จากนั้นกลไกการกำเนิดการตอบสนองก็จะส่งคำสั่งในรูปของกระแสประสาทของกล้ามเนื้อที่คัดเลือกแล้ว ทำให้การเคลื่อนไหวเกิดขึ้น การเคลื่อนไหวที่ตอบสนองต่อข่าวสารที่นำเข้ามาจะกลับคืนเป็นข่าวสารใหม่ทำหน้าที่เป็นผลย้อนกลับ เพื่อใช้ในการแก้ไขปรับปรุงกระบวนการประมวลข่าวสารครั้งต่อไป

จะเห็นว่าการเล่นกีฬาหรือการแข่งขันกีฬา นักกีฬามีกระบวนการประมวลข่าวสารที่ซับซ้อนตลอดเวลา ความสามารถที่นักกีฬาแสดงออกมาจึงเป็นผลจากประสิทธิภาพของกระบวนการข่าวสารนับตั้งแต่การรับข่าวสารเข้ามา ตีความหมายของข่าวสารกระบวนการประมวลข่าวสารในความจำระยะสั้น ความจำระยะยาว การเลือกการตอบสนอง การโปรแกรมการเคลื่อนไหว ตลอดจนการทำงานของกลไกการตอบสนอง

#### การวัดปริมาณของข่าวสาร (Measures of Information)

ในกีฬาที่ต้องการการเคลื่อนไหวที่รวดเร็ว ชัยชนะหรือการพ่ายแพ้จึงขึ้นอยู่กับความเร็วในการตอบสนอง การตัดสินใจในการเลือกการตอบสนองในความจำระยะสั้นจึงมีบทบาทสำคัญ ถ้าข่าวสารมีปริมาณน้อย จะทำให้การเลือกการตอบสนองรวดเร็ว แต่ถ้าข่าวสารมีปริมาณมาก การตัดสินใจเลือกการตอบสนองก็ช้า ดังนั้นความยากในการตอบสนองจึงขึ้นอยู่กับปริมาณข่าวสารที่ส่งมาจากเหตุการณ์หรือคู่ต่อสู้ ตัวอย่างเช่น นักมวยไทยคนหนึ่งสามารถใช้ทักษะการต่อสู้ เตะซ้าย เตะขวา หมัดซ้าย หมัดขวา เข่า และศอกได้อย่างมีประสิทธิภาพ นักมวยคนนี้มีข่าวสารจำนวน 6 ข่าวสาร ที่ส่งทอดให้คู่ต่อสู้ เมื่อนักมวยใช้ทักษะการต่อสู้อย่างใดอย่างหนึ่ง คู่ต่อสู้จะต้องมีการตัดสินใจเลือกการตอบสนองต่อนักมวยที่สามารถใช้ทักษะการต่อสู้เพียง เตะซ้าย เตะขวา หมัดซ้ายและหมัดขวา ซึ่งมีข่าวสารเพียง 4 ข่าวสารเท่านั้น

ปริมาณข่าวสารที่ส่งทอดจากเหตุการณ์หรือคู่ต่อสู้มีหน่วยเป็น บิต (Bit) ซึ่งเป็นชื่อย่อของตัวเลขฐานสอง (Binary Digit) จำนวนบิตมีค่าเท่ากับจำนวนคำถามที่ใช้เพื่อพยากรณ์อย่างถูกต้อง ต่อการเกิดเหตุการณ์หนึ่ง ข่าวสารจำนวน 2 บิต จึงมีความยากในการตอบสนองมากกว่าข่าวสาร 1 บิต ปริมาณของข่าวสารสามารถคำนวณได้ 2 วิธีคือ การกำหนดคำถามที่ใช้ถามเพื่อพยากรณ์การเกิดของเหตุการณ์หนึ่งอย่างถูกต้อง และการคำนวณโดยใช้สูตรคณิตศาสตร์(Cox, 1990)

### 1. การกำหนดคำถามเพื่อใช้ในการพยากรณ์อย่างถูกต้องของการเกิดเหตุการณ์หนึ่ง

#### ผู้ขวาง A

ถูกเปลี่ยนระดับ 25%	ถูกสไลด์ 25%
ถูกโค้ง 25%	ถูกเร็ว 25%

ภาพที่ 2.6 จำนวนข่าวสาร 4 ข่าวสารในปริมาณข่าวสารที่เท่ากัน

จากตัวอย่างการขวางถูกเบสบอลของผู้ขวาง A ในภาพที่ 2.6 ผู้ขวางสามารถขวางได้ 4 แบบ คือ ถูกเปลี่ยนระดับ ถูกสไลด์ ถูกโค้ง และถูกเร็ว และโอกาสใช้ขวางแต่ละแบบ 25 % เท่ากัน คำถามแรกคือ ผู้ขวางจะขวางถูกในแถบบนใช่หรือไม่ ถ้าคำตอบไม่ใช่ คำถามที่สองคือ ผู้ขวางจะขวางถูกโค้งใช่หรือไม่ ถ้าไม่ใช่ ไม่ต้องถามคำตอบอีกต่อไปแล้ว เพราะเหลือการขวางอีกแบบเดียวเท่านั้น ผู้ขวางจะขวางถูกเร็วแน่นอน ในกรณีนี้ใช้คำถาม 2 คำถาม ข่าวสารเฉลี่ยจึงมี 2 บิต ถ้ามีข่าวสาร 2 ข่าวสารปริมาณของข่าวสารมีจำนวน 1 บิต ถ้าผู้ขวางสามารถขวางได้เพียง 1 แบบคือถูกเร็ว อาจกล่าวได้ว่าเหตุการณ์ส่งทอดข่าวสารศูนย์บิต หรือไม่มีข่าวสาร ผู้ตีจะไม่มีควมลำบากในการตอบสนองเพราะถูกที่ขวางมาคือถูกเร็ว เพียงแบบเดียว การคำนวณข่าวสารโดยการกำหนดคำถามนี้ค่อนข้างง่าย อย่างไรก็ตามวิธีนี้มีข้อจำกัดคือ

- 1) จำนวนข่าวสารจะต้องเป็นจำนวนที่ลงตัวของกำลังของเลขฐานสอง เช่น  $2^0$   $2^1$   $2^2$   $2^3$   $2^4$  และอื่นๆ (หมายถึงจำนวนข่าวสาร 1,2,4,8 และ 16 ข่าวสาร)
- 2) ความเป็นไปได้ที่ข่าวสารแต่ละข่าวสารมีโอกาสเกิดขึ้น 25 % เท่ากัน ด้านนอกเหนือจากนี้แล้วจะไม่สามารถคำนวณปริมาณข่าวสารด้วยการกำหนดคำถามได้

### 2. การคำนวณปริมาณข่าวสารโดยใช้สูตรคณิตศาสตร์

จากตัวอย่างผู้ขวางถูกเบสบอล สามารถขวางถูกได้ 4 แบบ คือ

- 1) ถูกเปลี่ยนระดับ 2) ถูกสไลด์ 3) ถูกโค้ง 4) ถูกเร็ว ซึ่งใช้โอกาสขวางแต่ละแบบ 25% สามารถคำนวณปริมาณข่าวสารโดยเฉลี่ยของเหตุการณ์ทั้งหมดตามลำดับขั้นดังนี้

[ค่าตัวเลขของเทอมลอการิทึม ( $\log_2$ ) ปรากฏในตารางของคิล(1973)]

ตารางที่ 3 แสดงผลรวมของจำนวนข่าวสารที่แตกต่างกัน ในแต่ละขั้นตอนของความเป็นไปได้ ในการเกิดเหตุการณ์ที่เท่ากัน

จำนวนของเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น	1	2	4	8	16	32	64
$P_i$ (ความเป็นไปได้ของ เหตุการณ์ i)	1	1/2	1/4	1/8	1/16	1/32	1/64
จำนวนเหตุการณ์ในรูปแบบ ของตัวเลขฐานสอง	$2^0$	$2^1$	$2^2$	$2^3$	$2^4$	$2^5$	$2^6$
$\bar{H}_i = \log_2(1/P_i)$ (ข่าวสารที่มี หน่วยเป็นบิต)	0	1	2	3	4	5	6

ขั้นที่ 1 จำนวนปริมาณข่าวสารการขั้วแต่ละแบบ

จากสูตร  $\bar{H}_i = \log_2 1/P_i$

$\bar{H}_i$  = ปริมาณข่าวสารของเหตุการณ์ i มีหน่วยเป็นบิต

$P_i$  = ความเป็นไปได้ของเหตุการณ์ i เกิดขึ้นในสถานการณ์หนึ่ง

ดังนั้น  $\bar{H}_1 = \log_2 1/P_1 = \log_2 1/.25 = 2.00$  บิต

$\bar{H}_2 = \log_2 1/P_2 = \log_2 1/.25 = 2.00$  บิต

$\bar{H}_3 = \log_2 1/P_3 = \log_2 1/.25 = 2.00$  บิต

$\bar{H}_4 = \log_2 1/P_4 = \log_2 1/.25 = 2.00$  บิต

ขั้นที่ 2 จำนวนปริมาณข่าวสารเฉลี่ยของการขั้วแต่ละแบบ ที่มีส่วนร่วมในเหตุการณ์ทั้งหมด

จากสูตร  $\bar{H}_s = \sum P_i \log_2 1/P_i$

$\bar{H}_s$  = ปริมาณข่าวสารเฉลี่ยของเหตุการณ์ i



ดังนั้น

$$\begin{aligned}\bar{H}_{s1} &= P_1 \log_2 1/P_1 = .25 \times 2.00 = .50 \text{ บิต} \\ \bar{H}_{s2} &= P_2 \log_2 1/P_2 = .25 \times 2.00 = .50 \text{ บิต} \\ \bar{H}_{s3} &= P_3 \log_2 1/P_3 = .25 \times 2.00 = .50 \text{ บิต} \\ \bar{H}_{s4} &= P_4 \log_2 1/P_4 = .25 \times 2.00 = .50 \text{ บิต}\end{aligned}$$

ขั้นที่ 3 รวมปริมาณข่าวสารเฉลี่ยของการขว้างทุกแบบ

จากสูตร  $\bar{H} = H_{s1} + H_{s2} + H_{s3} + H_{s4}$   
 $\bar{H} =$  ปริมาณข่าวสารเฉลี่ยของเหตุการณ์ทั้งหมด

ดังนั้น  $\bar{H} = .50 + .50 + .50 + .50$

ปริมาณข่าวสารเฉลี่ยของเหตุการณ์ทั้งหมดเท่ากับ 2.00 บิต

การคำนวณทั้ง 3 ขั้นตอนอาจคำนวณได้จากสูตรสรุปได้ดังนี้

$$\bar{H} = \sum_{i=1}^n P_i \log_2 1/P_i$$

จากการคำนวณปริมาณข่าวสารเฉลี่ย ได้ใช้สูตรคณิตศาสตร์ได้ค่าปริมาณข่าวสารจำนวน 2 บิต เท่ากันกับวิธีคำนวณค่าตาม

ในกรณีที่มีความเป็นไปได้ที่จะเกิดเหตุการณ์ต่างๆ ไม่เท่ากัน ตัวอย่างเช่น ผู้ขว้าง B สามารถขว้างลูกได้ 4 แบบ แต่ใช้โอกาสแตกต่างกันในการขว้างลูกโดยขว้างลูก  
 1) ลูกเปลี่ยนระดับ 5% 2) ลูกสไลด์ 15% 3) ขว้างลูกโค้ง 10% และ 4) ขว้างลูกเร็ว 10%  
 ดังภาพ

		ผู้ขว้าง B	
	ลูกเปลี่ยนระดับ 5%	ลูกสไลด์ 15%	
ลูกโค้ง 10%		ลูกเร็ว 70%	

ภาพที่ 2.7 จำนวนข่าวสาร 4 ข่าวสารในปริมาณข่าวสารที่ไม่เท่ากัน



อยากทราบว่า สถานการณ์นี้ ส่งทอดปริมาณข่าวสารเฉลี่ยมากหรือน้อยกว่า สถานการณ์แรกโดยการคำนวณจากสูตร

$$\bar{H} = \sum_{i=1}^n P_i \log_2 1/P_i$$

$$\bar{H} = (P_1 \log_2 1/P_1) + (P_2 \log_2 1/P_2) + (P_3 \log_2 1/P_3) + (P_4 \log_2 1/P_4)$$

$$\bar{H} = (.05 \times \log_2 1/.05) + (.15 \times \log_2 1/.15) + (.10 \times \log_2 1/.10) + (.70 \times \log_2 1/.70)$$

แทนค่าเทอมลอการิทึม (Log<sub>2</sub>) จากตาราง

$$\bar{H} = .2161 + .4105 + .3322 + .3602$$

$$= 1.3109 \text{ หรือ } 1.32 \text{ บิต}$$

จะเห็นว่าปริมาณข่าวสารเฉลี่ยของสถานการณ์ที่ความเป็นไปได้ของเหตุการณ์ไม่เท่ากันมีค่าปริมาณข่าวสาร (1.32 บิต) ดังนั้นสถานการณ์ที่มีปริมาณข่าวสารน้อยกว่าจึงง่ายกว่าผู้ตีอาจจะตัดสินใจถูกเร็วได้ เพราะผู้ข่าวงจะข่าวงถูกเร็ว 70 % ของการข่าวงถูกทั้งหมด

จากการคำนวณปริมาณข่าวสารนี้ จะสังเกตเห็นว่าจำนวนเหตุการณ์และความเป็นไปได้ของการเกิดเหตุการณ์นั้นเป็นตัวกำหนดปริมาณของข่าวสารซึ่งอาจสรุปได้ดังนี้

1. เหตุการณ์ที่มีโอกาสเกิดขึ้นน้อยจะมีปริมาณข่าวสารมาก เช่น การข่าวงถูกทุกที่มีโอกาสเกิดขึ้น 5% จะมีปริมาณข่าวสาร  $\bar{H}_i = \log_2 1/.05 = 4.322$  บิต และการข่าวงถูกเร็วมีโอกาสเกิดขึ้น 70% จะมีปริมาณข่าวสาร  $\bar{H}_i = \log_2 1/.70 = .515$  บิต จากปริมาณข่าวสารอาจกล่าวได้ว่า ถ้าผู้ข่าวงๆ ถูกด้วยถูกถูก จะทำให้ผู้ตีถูกได้ช้าลง

2. ปริมาณข่าวสารเฉลี่ยจะเพิ่มมากขึ้น เมื่อจำนวนเหตุการณ์มากขึ้น ทั้งนี้ความเป็นไปได้ของเหตุการณ์ต่างๆ ที่จะเกิดขึ้นต้องเท่ากัน ตัวอย่างเช่น สถานการณ์หนึ่งมี 2 เหตุการณ์ แต่ละเหตุการณ์มีโอกาสเกิดขึ้นเท่าๆ กัน สถานการณ์นี้มีปริมาณข่าวสารเฉลี่ย 1 บิต ส่วนสถานการณ์ที่มี 4 เหตุการณ์ มีโอกาสเกิดขึ้นเท่าๆ กัน สถานการณ์นี้มีปริมาณข่าวสารเฉลี่ย 2 บิต สถานการณ์หลังจึงยากกว่าสถานการณ์แรก

3. ในกรณีที่มีจำนวนเหตุการณ์เท่ากัน สถานการณ์ที่เหตุการณ์ทั้งหลายมีโอกาสเกิดขึ้นเท่าๆ กัน จะมีปริมาณข่าวสารเฉลี่ยมากกว่าสถานการณ์ที่เหตุการณ์ทุกเหตุการณ์มีโอกาสเกิดขึ้นไม่เท่ากัน ตัวอย่างเช่น การข่าวงถูกเบสบอลสองสถานการณ์ที่ได้กล่าวมาแล้ว

## การเพิ่มข่าวสารและการลดข่าวสาร

การนำหลักการวัดปริมาณข่าวสารมาใช้ในสถานการณ์กีฬา จะก่อให้เกิดประโยชน์มหาศาล เนื่องจากจำนวนบทของข่าวสารแสดงถึงความยากง่าย หรือความซับซ้อนในการเล่นกีฬา นักกีฬาควรเรียนรู้วิธีการเพิ่มปริมาณข่าวสารที่เคลื่อนไหวของตนเองส่งทอดไปยังคู่ต่อสู้ และในขณะเดียวกันก็เรียนรู้วิธีการจะลดข่าวสารที่เกิดขึ้นกับตนเอง (Cox, 1990)

การเพิ่มข่าวสารหรือการลดข่าวสาร สามารถทำได้โดยอาศัยหลักการเปลี่ยนแปลงปริมาณข่าวสาร 3 ประการดังนี้

1. เปลี่ยนแปลงจำนวนข่าวสารที่เกิดขึ้น สถานการณ์ที่มีเหตุการณ์มากกว่าจะมีปริมาณข่าวสารมากกว่าสถานการณ์ที่มีจำนวนเหตุการณ์น้อยกว่า
2. ทำให้บางเหตุการณ์มีโอกาสเกิดขึ้นน้อยกว่าเหตุการณ์อื่น ในสถานการณ์ 2 สถานการณ์ สถานการณ์ที่มีเหตุการณ์ต่างๆ มีโอกาสเกิดขึ้นไม่เท่ากันจะมีปริมาณข่าวสารน้อยกว่าสถานการณ์ที่เหตุการณ์ต่างๆ มีโอกาสเกิดขึ้นเท่ากัน
3. ลำดับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นจะสามารถพยากรณ์เหตุการณ์ที่เกิดขึ้นได้สิ่งชี้แนะที่เกิดขึ้นก่อนจะบอกถึงเหตุการณ์ที่จะเกิดขึ้นต่อไป (คิลปชัย สุวรรณธาดา, บรรยาย; 2540)

**การเพิ่มของข่าวสาร** จากหลักการเปลี่ยนแปลงปริมาณข่าวสาร สามารถนำมาใช้ในสถานการณ์กีฬาได้ ในขณะที่เป็นฝ่ายรุกหรือฝ่ายกระทำ นักกีฬาควรเพิ่มปริมาณข่าวสารเฉลี่ยของสถานการณ์หนึ่งเพื่อให้คู่ต่อสู้เกิดความยากในการตอบสนอง การเพิ่มข่าวสารให้คู่ต่อสู้ อาจทำได้ดังนี้

1. สามารถแสดงทักษะการเล่นได้หลายทักษะ
2. แสดงทักษะเหล่านั้นในโอกาสที่เท่ากัน
3. ไม่แสดงสิ่งชี้แนะก่อนการแสดงทักษะ ตรงกันข้ามแสดงท่าหลอกต่อการแสดง

ทักษะ

นักกีฬารชนิดต่างๆ กันทั้งนักกีฬาประเภทบุคคลและประเภททีม ที่ต้องเคลื่อนไหวอย่างรวดเร็วสามารถเพิ่มข่าวสารให้คู่ต่อสู้ได้ในสถานการณ์ต่างๆ ตัวอย่างเช่น ในกีฬาเบสบอล ผู้ขว้างสามารถที่จะเพิ่มข่าวสารให้ผู้ตีลูก ด้วยการสามารถขว้างลูกได้หลายแบบ เช่น ขว้างลูกเปลี่ยนระดับ ลูกโค้ง และลูกเร็ว พยายามขว้างลูกทั้ง 4 แบบในโอกาสเท่าๆ กัน

ไม่กว้างลูกแบบใดแบบหนึ่งมากหรือน้อยกว่ากัน นอกจากนี้การกว้างแต่ละครั้งไม่ควรได้แสดงท่าทางชี้แนะก่อนการกว้าง ตรงข้ามถ้าสามารถหลอกผู้ตีได้ได้ยิ่งเป็นการดี ในกีฬาเทนนิสนักกีฬาควรสามารถตีลูกได้หลายสโตรค เช่น ลูกกระดอนหน้ามือ-หลังมือ ลูกวอลเลย์หน้ามือและหลังมือ ลูกฮาล์ฟวอลเลย์หน้ามือหลังมือ ลูกหยอดหน้ามือ-หลังมือ ลูกตบ ลูกเสิร์ฟชนิดต่างๆ ในสถานการณ์ที่เหมาะสมใช้สโตรคเหล่านี้เท่าๆ กัน บางครั้งอาจหลอกคู่ต่อสู้ เช่น ตั้งท่าตีวอลเลย์แต่อาจตีลูกหยอดหน้าตาข่าย ในกีฬาบอลเลย์บอลการตบลูกตรง การตบลูกสไลด์ รวมทั้งการหยอดลูกข้ามศีรษะ และใช้ทักษะเหล่านี้เท่าๆ กันในโอกาสที่เหมาะสม ในกีฬาบาสเกตบอล ศูนย์หน้าอย่าเลี้ยงลูกก่อนยิงเสมอ อาจหลอกซ้ายแล้วเลี้ยงไปทางขวา เข้ายิงประตู พัฒนารูปแบบอื่นๆ การเล่นเป็นทีมควรฝึกซ้อมการรุกหลายๆ แบบ หาโอกาสใช้แบบต่างๆ เท่ากัน จะทำให้คู่ต่อสู้ป้องกันยาก ในกีฬามวยนักมวยควรสามารถใช้ทักษะการต่อสู้แบบต่างๆ ได้อย่างครบครัน ใช้ทักษะการต่อสู้แบบต่างๆ ในโอกาสเท่าๆ กันรวมทั้งการหลอกคู่ต่อสู้จะทำให้คู่ต่อสู้ป้องกันได้ช้า ในกีฬาฟุตบอล นักกีฬาควรสามารถแสดงทักษะต่างๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ เช่น การเลี้ยงลูก การหยุดลูก การโหม่ง การยิงประตู รวมทั้งแผนการรุกแบบต่างๆ และใช้ในโอกาสเท่าๆ กัน นอกจากนี้การยิงลูกโทษ ผู้ยิงต้องสามารถยิงได้หลายๆ จุดทั้งด้านซ้ายและด้านขวาของผู้รักษาประตู ผู้ยิงไม่แสดงท่าทางบอกล่วงหน้าว่าจะยิงไปทางใด ตรงข้ามอาจหลอกผู้รักษาประตูด้วยการแสดงความตั้งใจจะยิงทางหนึ่งแต่กลับไปยังอีกทางหนึ่ง ในกีฬาเซปักตะกร้อ ผู้เสิร์ฟควรสามารถเสิร์ฟได้หลายๆ จุด และผู้เล่นหน้าควรตบได้หลายแบบหาโอกาสแสดงทักษะเหล่านี้เท่าๆ กัน รวมทั้งการวางแผนการเล่นและการหลอกคู่ต่อสู้ด้วย

ที่กล่าวมานี้เป็นแค่เพียงตัวอย่างเล็กน้อยเท่านั้น ในการเล่นหรือแข่งขันกีฬายังมีสถานการณ์อื่นๆ อีกมาก ความสามารถที่จะแสดงทักษะหรือการตอบสนองได้หลายอย่างและมีโอกาสเกิดขึ้นเท่าๆ กัน รวมทั้งไม่แสดงท่าทางชี้แนะก่อนและการหลอกคู่ต่อสู้ จะทำให้นักกีฬาเพิ่มข่าวสารให้คู่ต่อสู้ได้สูงสุด(คิลปชัย สุวรรณธาดา, บรรยาย; 2540)

**การลดข่าวสาร** ในขณะที่เป็นฝ่ายรับนักกีฬาควรลดข่าวสารที่ส่งทอดมาจากคู่ต่อสู้ จะทำให้การเล่นง่ายขึ้น สามารถแสดงการตอบสนองได้รวดเร็วและมีประสิทธิภาพมากขึ้น ปริมาณข่าวสารที่อาจเกิดขึ้น 2 บิท ถ้านักกีฬาสามารถลดข่าวสารเหลือ 1.50 บิท ลองคิดว่านักกีฬาผู้นี้สามารถตอบได้คู่ต่อสู้ได้ดีเพียงใด วิธีการลดข่าวสารที่ส่งทอดจากคู่ต่อสู้สามารถทำได้ดังนี้

1. ลดจำนวนข่าวสารที่อาจเกิดขึ้นจากคู่ต่อสู้ เช่น ข่าวสารที่คู่ต่อสู้ส่งทอดมาจาก 2 ปีท เหลือ 1.50 ปีท
2. ทำให้ข่าวสารมีโอกาสเกิดขึ้นแตกต่างกัน เช่น คู่ต่อสู้อาจส่งทอด 4 ข่าวสาร แต่ทำให้ข่าวสารทั้ง 4 นั้นมีโอกาสเกิดขึ้นแตกต่างกัน
3. ศึกษาท่าทางชี้แนะที่เกิดขึ้นก่อนเหตุการณ์หนึ่ง จะสามารถพยากรณ์การเกิดเหตุการณ์นั้นได้ เช่น คู่ต่อสู้หันข้างไปข้างหนึ่ง เราก็พยากรณ์ได้ว่าคู่ต่อสู้จะตีลูกไปทางนั้น
4. การฝึกหัดตอบสนองต่อข่าวสารของคู่ต่อสู้ จะช่วยลดปริมาณข่าวสารได้ เช่น การศึกษาการเล่นของคู่ต่อสู้ แล้วนำมาใช้ในการฝึกซ้อม(Fitts and Posner, 1967)

จากหลักการลดปริมาณข่าวสารดังกล่าวนี้ นักกีฬาสามารถนำมาใช้ในสถานการณ์ต่างๆ ในการเล่นกีฬา ตัวอย่างเช่น ในกีฬาเบสบอล นักกีฬาที่ดีควรศึกษาและทำความเข้าใจความคุ้นเคยกับการขว้างของผู้ขว้าง โดยมีผู้ฝึกสอนหรือผู้สังเกตการณ์ของทีมเป็นผู้เก็บรวบรวมข้อมูล เช่น ผู้ขว้างสามารถขว้างลูกได้กี่แบบ อะไรบ้าง มีการขว้างแบบต่างๆ ในโอกาสเท่ากันหรือไม่ แบบไหนที่ชอบขว้างมากที่สุด น้อยที่สุด ในสถานการณ์ที่สำคัญจะขว้างลูกแบบไหน มีท่าทางการขว้างอย่างไร มีท่าทางชี้แนะอย่างไรก่อนการขว้าง ข้อมูลเหล่านี้จะช่วยลดข่าวสารที่ผู้ขว้างส่งทอดได้มาก(คิลปชัย สุวรรณธาดา, บรรยาย; 2540)

ในกีฬาบาสเกตบอล สามารถลดข่าวสารด้วยตำแหน่งการป้องกัน นักกีฬาสามารถป้องกันนักบาสเกตบอลของฝ่ายรุกที่ชอบหลอกทางขวาแล้วเลี้ยงลูกไปทางซ้าย การป้องกันผู้เล่นคนนี้ทางซ้าย แต่เป็นทางขวาได้ การป้องกันการเลี้ยงลูกได้เพราะผู้เล่นคนนี้ไม่ชอบเลี้ยงลูกไปทางขวา เป็นการลดข่าวสารวิธีหนึ่ง ในกีฬาเทนนิส ขณะที่คู่ต่อสู้วิ่งเข้ามารับลูกหยอดหน้าตาข่ายทางด้านขวา ลูกต่ำกว่าตาข่าย นักกีฬาสามารถลดข่าวสารได้ไม่ต้องระวังลูกจะตีข้ามมาขนานเส้นหลัง แต่คอยระวังลูกที่จะข้ามหัวมาทางขวาของเรา ในการชิงแชมป์โลก นักมวยอาจศึกษาการชกของคู่ต่อสู้ โดยการดูเทปวิดีโอ จะทำให้เกิดความคุ้นเคยกับการชกของคู่ต่อสู้ รวมทั้งการฝึกซ้อมกับคู่ซ้อมที่มีลักษณะการชกเหมือนคู่ชกจริง จะช่วยลดข่าวสารในการชกได้

ในการเล่นวอลเลย์บอล ในการป้องกันผู้เล่นแถวหลังขวา ซึ่งเล่นอยู่หลังการบล็อกห่างจากตาข่าย 20 ฟุตยืนด้วยเท้าขวาด้านนอกอยู่บนเส้นข้าง ผู้เล่นคนนี้รับผิดชอบการป้องกัน 1) ลูกหยอดเหนือบล็อก 2) ลูกตบแรงทางด้านซ้าย 3) ลูกตบแรงทางด้านขวา

4) ลูกตบแรงตรงตัว ถ้าเหตุการณ์แต่ละอย่างมีโอกาสเกิดขึ้นเท่าๆ กัน สถานการณ์จะมีข่าวสารเฉลี่ย 2 บิท วิธีแรกในการลดข่าวสาร คือ ทำความคุ้นเคยกับความสามารถในการตบผู้ตบ โอกาสที่จะตบลูกในลักษณะต่างๆ หรือการหยอดลูกในสถานการณ์หนึ่ง วิธีที่สองในการลดข่าวสาร คือ การยื่นคร่อมเส้นข้างแทนที่จะเหยียบเส้น วิธีนี้ลูกตบออกอาจจะลอยถูกเท้าขวา แต่ผู้เล่นได้ลดข่าวสาร ข่าวสารเหลือเพียง 3 ข่าวสาร(1.50 บิท) โดยไม่ต้องระวังลูกตบทางขวา วิธีที่สามคือ การสอนให้ผู้เล่น อ่านบิล็อก ถ้าลูกไม่ถูกการบิล็อก ผู้เล่นควรคิดว่าเป็นลูกหยอด เนื่องจากลูกตบลงเส้นจะถูกบิล็อก แต่ถ้าลูกตบสูงกว่าบิล็อก ผู้เล่นกลางหน้าควรจะสามารถรับลูกนี้ได้(Fitts and Posner, 1967)

การนำเอาวิธีการเพิ่มข่าวสารและลดข่าวสารมาใช้ในสถานการณ์กีฬาจะช่วยให้เกิดประโยชน์อย่างมหาศาลแก่ทั้งผู้ฝึกสอนและนักกีฬาประการแรกโดยให้นักกีฬาและผู้ฝึกสอนรู้จักวิเคราะห์ปริมาณข่าวสาร ทั้งในขณะรุกและขณะรับ ประการที่สอง ช่วยให้นักกีฬาและผู้ฝึกสอนในการตัดสินใจเลือกสถานการณ์การตอบสนองที่ดีที่สุดโดยการเปรียบเทียบปริมาณข่าวสารที่เกิดขึ้นจากสถานการณ์ต่างๆ ด้วยข้อมูลเชิงประจักษ์ สามารถมองเห็นได้ชัดเจน ประการที่สาม ช่วยให้นักกีฬาแสดงการตอบสนองที่รวดเร็วและมีประสิทธิภาพทั้งในขณะเป็นฝ่ายรุกและฝ่ายรับ ประการสุดท้ายและสำคัญที่สุดคือ ช่วยให้ทั้งผู้ฝึกสอนและนักกีฬารูจักพัฒนาการวางแผนการเล่นอย่างมีระบบและมีประสิทธิภาพ ซึ่งจะเป็นผลทำให้ความสามารถของนักกีฬาพัฒนาสูงขึ้น(Fitts and Posner, 1967)

#### เวลาปฏิกิริยาตอบสนอง (Reaction Time)

เวลาปฏิกิริยาตอบสนอง(Reaction Time) หมายถึง เวลาที่อยู่ในช่วงตั้งแต่สิ่งเร้าปรากฏจนกระทั่งมีการตอบสนอง ซึ่งแตกต่างจากเวลาการเคลื่อนไหว(Movement Time) และเวลาในการตอบสนอง (Response Time) กล่าวคือ เวลาการเคลื่อนไหว (Movement Time) เป็นเวลาดังแต่เริ่มมีการเคลื่อนไหว จนกระทั่งเคลื่อนไหวจบสิ้น และเวลาในการตอบสนอง (Response Time) คือเวลาที่รวมเวลาปฏิกิริยาตอบสนองและเวลาการเคลื่อนไหวเข้าด้วยกัน นั่นคือ เป็นช่วงเวลาตั้งแต่สิ่งเร้าปรากฏจนสิ้นสุดการเคลื่อนไหวของร่างกาย

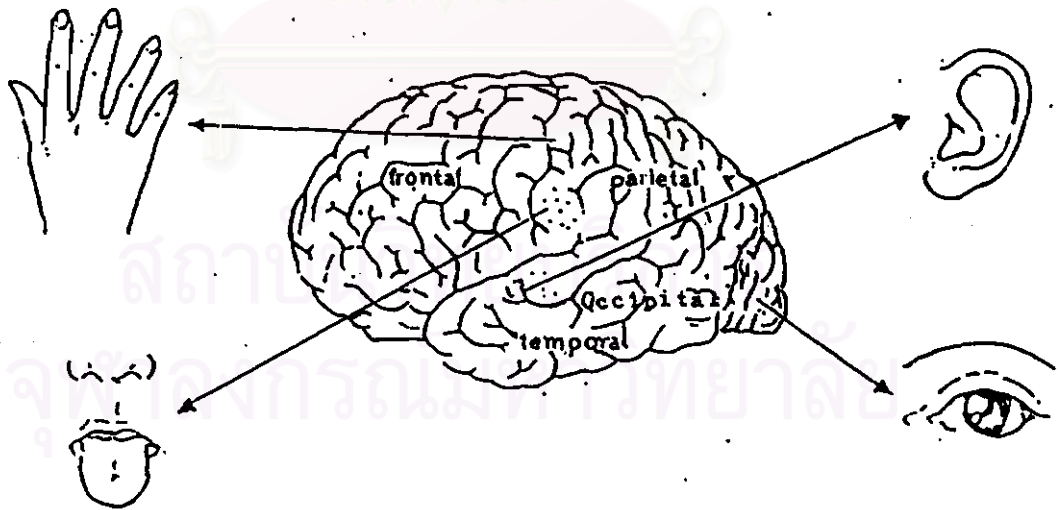
มีการศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับเรื่องเวลาปฏิกิริยาตอบสนองและได้แบ่งประเภทออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้



1. เวลาปฏิกิริยาก่อนการเคลื่อนไหว (Premotor RT) คือ ช่วงเวลาระหว่างเริ่มมีการกระตุ้นจนเกิดศักย์ไฟฟ้า (Electrical Activity) เพิ่มขึ้นที่บริเวณกล้ามเนื้อที่จะเคลื่อนไหวซึ่งวัดได้โดยเครื่องวัดการทำงานของกล้ามเนื้อ (Electromyographic)

2. เวลาปฏิกิริยาขณะเกิดการเคลื่อนไหว (Motor RT) คือ ช่วงตั้งแต่เริ่มมีศักย์ไฟฟ้า (Electrical Activity) เพิ่มขึ้น จนกระทั่งเริ่มมีการเคลื่อนไหว (Betwinick and Thomson, 1966 อ้างถึงใน ชูศักดิ์ เวชแพศย์, 2525)

เป็นที่ทราบกันดีว่า เวลาปฏิกิริยาที่เกิดจากการกระตุ้นโดยทางระบบหูจะเร็วกว่าเวลาปฏิกิริยาที่เกิดจากการกระตุ้นโดยทางระบบตา ซึ่งมีความแตกต่างกันประมาณ 50 มิลลิวินาที (ms) และต่อมาได้มีการค้นพบว่า การกระตุ้นระบบหูจะใช้เวลาเดินทางไปยังซีรีบรัลคอร์เทกซ์ (Cerebral Cortex) ประมาณ 8-9 มิลลิวินาที (ms) ทั้งนี้เนื่องจากทางเดินประสาทจากหูไปยังบริเวณรับรู้ความรู้สึกจากการได้ยิน (Auditory Projection Area) นั้นอยู่ที่เทมโพรล โลป (Temporal Lobe) ซึ่งใช้ทางเดินประสาทที่สั้นกว่า ส่วนทางเดินประสาทจากตาไปยังบริเวณรับรู้ความรู้สึกจากการมองเห็น (Visual Projection Area) นั้นอยู่ที่ อ็อคซิพิทอล โลป (Occipital Lobe) ซึ่งมีทางเดินประสาทที่ยาวกว่า



ภาพที่ 2.8 ประสาทสัมผัสเกี่ยวกับการรับรู้

ถ้ามีการกระตุ้นด้วยสิ่งเร้าหลายอย่างในเวลาเดียวกัน จะมีการตอบสนองได้เร็วกว่ากระตุ้นด้วยสิ่งเร้าตัวเดียว ดังนี้

สิ่งเร้า	เวลาในการตอบสนอง ( มิลลิวินาที )
แสง (Light)	176
การกระตุ้นด้วยไฟฟ้า (Electric Shock)	143
เสียง (Sound)	142
แสงและการกระตุ้นด้วยไฟฟ้า (Light and Shock)	142
เสียงและการกระตุ้นด้วยไฟฟ้า (Sound and Shock)	142
แสง การกระตุ้นด้วยไฟฟ้าและเสียง (Light, Shock and Sound)	127

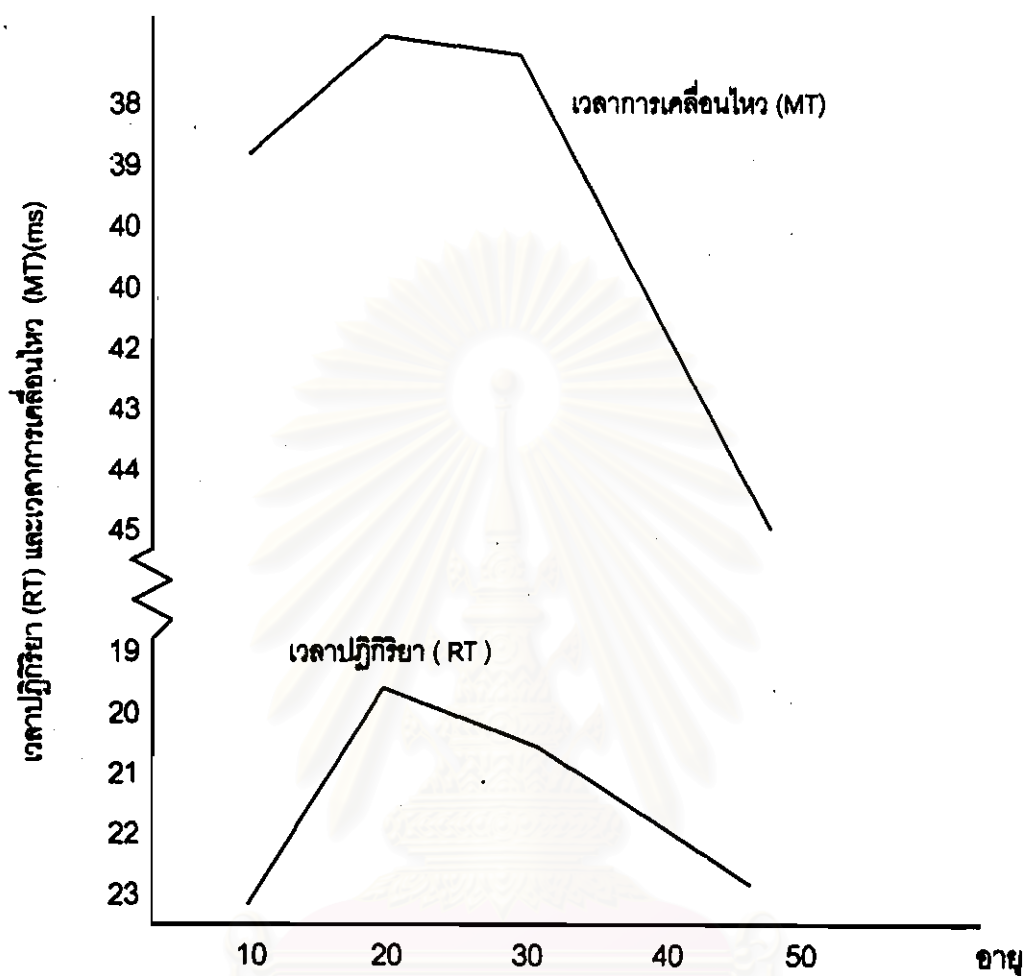
ความสัมพันธ์ระหว่างปฏิกิริยา (RT) กับความรุนแรงของการกระตุ้นมีลักษณะเป็นเส้นโค้งมากกว่าที่จะสัมพันธ์กันในลักษณะเส้นตรง การเพิ่มระดับความรุนแรงของการกระตุ้นที่มากเกินไปจนเกินระดับที่พอดี จะไม่ทำให้เวลาปฏิกิริยา (RT) เร็วขึ้น

กรณีที่คนได้คาดการณ์ไว้ล่วงหน้าก่อนที่จะมีการกระตุ้น ก็จะเกิดการตั้งของตัวของกล้ามเนื้อขึ้นตลอดทั้งร่างกาย จากการวิจัยพบว่า การตั้งตัวของกล้ามเนื้อจะเริ่มเกิดขึ้นตั้งแต่ 20-400 มิลลิวินาที (ms) หลังจากสัญญาณได้เริ่มขึ้น จนกระทั่งเริ่มมีการตอบสนอง ถ้าการตั้งตัวของกล้ามเนื้อก่อนการตอบสนองสูงก็จะทำให้เวลาปฏิกิริยาเร็วขึ้นด้วย ความตั้งใจที่จะตอบสนองช่วงเวลาที่เหมาะสมที่สุดในการตอบสนองคือในช่วง 2-4 วินาที

การเสริมแรงจิตใจภายในหรือภายนอก อาจมีผลบวกต่อเวลาปฏิกิริยา (RT) ของแต่ละคน ผู้ค้นคว้าในเรื่องนี้หลายท่านได้ใช้ปัจจัยต่างๆ เป็นตัวเสริมแรง เช่น เงิน ธนาคารและคำชม เพื่อที่จะให้นักกีฬาทำปฏิกิริยาที่เร็วขึ้น ซึ่งการเสริมแรงด้วยวิธีต่างๆ นี้มีผลต่อแรงจูงใจของนักกีฬา ทำให้เกิดความพยายามที่จะแสดงออกในความสามารถอย่างเต็มที่ โดยเฉพาะในกีฬาประเภทลู่ และว่ายน้ำ ซึ่งผลแพ้ชนะมักจะพบบ่อยครั้งขึ้นอยู่กับการออกตัวของนักกีฬา (ซูคักต์ เวชแพศย์, บุญงาม แสงไข่มุก และ ปราณี เขียมรามวงศ์, 2518)



### เวลาปฏิกิริยา และเวลาการเคลื่อนไหวของชาย-หญิงในวัยต่างๆ



แผนภูมิที่ 3 แสดงการเปลี่ยนแปลงในเวลาการตอบสนอง และเวลาการเคลื่อนไหวที่เปลี่ยนไปตามอายุ เมื่อให้มือ และแขนเคลื่อนไหวเป็นวงกลม ที่มีช่วง 36 นิ้วฟุต

เวลาของการตอบสนองจะอยู่ในขั้นเร็ว เมื่ออยู่ในวัยระหว่าง 10-20 ปี และเวลาการตอบสนองจะลดลงเมื่ออายุ 30 ปี ขึ้นไป จากแผนภูมิต่อไปนี้ ผู้ได้รับการทดลองเคลื่อนไหวเป็นวงกลม 36 นิ้วฟุต โดยใช้มือและแขน การเปลี่ยนแปลงของเวลาปฏิกิริยา และเวลาการเคลื่อนไหวตามอายุจะเป็นเช่นเดียวกัน ทั้งหญิงและชาย อย่างไรก็ตามนั้นชายจะมีเวลาการเคลื่อนไหวเร็วกว่าหญิง ส่วนเวลาปฏิกิริยานั้น ชายเร็วกว่าหญิงเล็กน้อยเท่านั้น การที่ชายมีเวลาการเคลื่อนไหวเร็วกว่าหญิง เนื่องจากมีแรงมากกว่า หรืออาจเนื่องมาจากว่ามีความแตกต่างในกิจกรรมที่ต้องกระทำระหว่างชายและหญิง จึงเป็นผลให้มีเวลาปฏิกิริยาแตกต่างกัน (ชูศักดิ์ เวชแพศย์ และกันยา ปาลวิวัฒน์, 2528)

เด็กอายุ 7-8 ปี เวลาปฏิกริยา (RT) และเวลาการเคลื่อนไหว (MT) ยังไม่คงที่แน่นอน ช่วงต่อมาเวลาทั้งสองอย่างจะลดลงอย่างรวดเร็วในระยะแรก ต่อมาจะคงที่อยู่ระยะหนึ่ง จากนั้นจะลดลงอย่างมากที่สุดในวัยประมาณเกือบ 20 ปีบริบูรณ์ ซึ่งหญิงจะลดลงถึงจุดต่ำสุดก่อนชาย 3-4 ปี หลังจากนั้นทั้งเวลาปฏิกริยาและเวลาการเคลื่อนไหวจะค่อย ๆ เพิ่มขึ้น ฮอดกินส์ (1963 อ้างถึงใน ชูศักดิ์ เวชแพศย์และกันยา ปาลวิวัฒน์, 2528) พบว่าเวลาปฏิกริยาจะลดลงในช่วง 6-19 ปีและคงที่ในช่วง 19-20 ปี หลังจากนั้นเวลาปฏิกริยาจะเพิ่มมากขึ้น จากการศึกษาพบว่า ชายมีเวลาปฏิกริยาและเวลาการเคลื่อนไหวเร็วกว่าหญิงในทุกช่วงอายุ ระยะความคงที่ของความเร็วสูงสุดในเวลาการเคลื่อนไหวของชายก็นับว่ายาวนานกว่าหญิงด้วย แต่ระยะความคงที่ของความเร็วสูงสุดในเวลาปฏิกริยาของหญิงมีความยาวนานกว่าชาย

การศึกษาเกี่ยวกับเรื่องเวลาปฏิกริยาเป็นเรื่องสำคัญ และเป็นประโยชน์มากเพราะการปฏิบัติกิจกรรมต่างๆ ที่อาศัยความเร็วเป็นปัจจัยสำคัญนั้นมีอยู่มาก จึงควรมีความรู้ความเข้าใจเรื่องเวลาปฏิกริยาให้กว้างขวาง นอกจากนี้ ยังจะช่วยให้ทราบรายละเอียดเกี่ยวกับความแตกต่างระหว่างบุคคล และองค์ประกอบอื่นๆ ที่มีผลต่อความเร็ว การทดลองเกี่ยวกับเวลาปฏิกริยา จะช่วยให้ทราบถึงปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อเวลาปฏิกริยาเพื่อสามารถนำมาสรุปหรือตั้งกฎเกณฑ์เกี่ยวกับการทำงานของระบบประสาทได้ เช่น ทฤษฎีเกี่ยวกับความตั้งใจ (Attention) ความสามารถของกระบวนการรับรู้ (Perceptual Processing Capacity) ความเร็วของการกระบวนการ (Processing Speed) และโปรแกรมการตอบสนอง (Response Programming) (ชูศักดิ์ เวชแพศย์และคณะ, 2518)

สถาบันวิจัยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## องค์ประกอบต่างๆ ที่มีอิทธิพลต่อเวลาปฏิริยาตอบสนอง

เวลาปฏิริยาตอบสนองในแต่ละคนนั้น อาจเปลี่ยนแปลงได้ตามปัจจัยต่างๆ ดังนี้

1. อายุและเพศ
2. ความพร้อมที่จะตอบสนอง
3. อิทธิพลของสัญญาณเตือน
4. อิทธิพลของความแรงของการกระตุ้น
5. อิทธิพลของจำนวนรีเซปเตอร์ที่ถูกกระตุ้น
6. อาหาร
7. ผลของการเมื่อยล้า
8. ผลของการฝึกน้ำหนัก
9. ความสัมพันธ์ระหว่างเวลาปฏิริยากับการเคลื่อนไหว

### 1. อายุและเพศ

คาร์ปวิช (1971 อ้างถึงใน ชูศักดิ์ เวชแพศย์ และกันยา ปาละวิวัฒน์, 2528) กล่าวถึงความสำคัญของอายุที่มีต่อเวลาปฏิริยาว่า "เวลาปฏิริยายังช้าในเด็ก เวลาที่ใช้น้อยลงไปเรื่อยๆ เมื่อมีอายุเพิ่มขึ้น เวลาที่น้อยที่สุดพบได้ในนักศึกษาระดับมหาวิทยาลัย"

### 2. ความพร้อมที่จะตอบสนอง

เพียร์สัน (1963 อ้างถึงในชูศักดิ์ เวชแพศย์ และกันยา ปาละวิวัฒน์, 2528) ได้ศึกษาการวิ่งระยะสั้นแล้วสรุปว่า การฝึกหัดให้กล้ามเนื้อทำงานก่อนการกระตุ้นจริง ๆ จะเป็นการช่วยเร่งการตอบสนอง สมิธ (1964 อ้างถึงใน ชูศักดิ์ เวชแพศย์ และกันยา ปาละวิวัฒน์, 2528) ได้ศึกษาเกี่ยวกับผลของการยืดกล้ามเนื้อมีความตึงตัวก่อนการกระตุ้น จะทำให้เวลาปฏิริยาลดลงร้อยละ 7 เมื่อเปรียบเทียบกับการให้กล้ามเนื้ออยู่ในสภาพคลายตัวก่อน

### 3. อิทธิพลของสัญญาณเตือน

ทิคเนอร์ (1954 อ้างถึงใน ชูศักดิ์ เวชแพศย์ และกันยา ปาละวิวัฒน์, 2528) ศึกษาพบว่าเวลาปฏิริยาจะสั้นลงเมื่อให้สัญญาณเตือนก่อนการกระตุ้นจริงเพราะจะทำให้ผู้ถูกวัดเพ่งความสนใจ รอการกระตุ้นมากขึ้น และเตรียมกล้ามเนื้อไว้ให้พร้อมที่จะตอบสนอง

#### 4. อิทธิพลของความแรงของการกระตุ้น

การเพิ่มความแรงของการกระตุ้นจะทำให้เวลาปฏิกิริยาลดลง แต่การเพิ่มความแรงของตัวกระตุ้นมีขีดจำกัด หากเพิ่มมากเกินไป อาจทำให้เวลาปฏิกิริยายาวขึ้น (Morehouse and Miller อ้างถึงใน ชูศักดิ์ เวชแพศย์ และกันยา ปาละวิวัฒน์, 2528)

#### 5. อิทธิพลของจำนวนรีเซปเตอร์ที่ถูกกระตุ้น

เมื่อกระตุ้นด้วยตัวกระตุ้นหลากหลายประเภทพร้อมกัน เช่น แสง เสียง และการกระแทก จะทำให้เวลาปฏิกิริยาลดลง แต่ถ้าตัวกระตุ้นมีความซับซ้อนมากเกินไป เช่น การกระตุ้นด้วยเสียงเป็นทักๆ หรือเสียงที่เปลี่ยนแปลงความแหลม และความดัง เวลาปฏิกิริยาจะยาวขึ้น แต่ถ้าตัวกระตุ้นมีลักษณะง่ายจะทำให้เวลาปฏิกิริยาลดลงและถ้ากระตุ้นด้วยตัวกระตุ้น 2 ตัว ในเวลาใกล้เคียงกัน การตอบสนองต่อตัวกระตุ้นที่ 2 จะมีเวลาช้า (Morehouse and Miller อ้างถึงใน ชูศักดิ์ เวชแพศย์ และกันยา ปาละวิวัฒน์, 2528)

#### 6. อาหาร

มีผู้ศึกษาพบว่า เวลาปฏิกิริยาของผู้ทดสอบที่รับประทานอาหารเช้ามา จะสั้นกว่าเวลาปฏิกิริยาของผู้ทดสอบที่ไม่ได้รับประทานอาหารเช้ามาก่อน

#### 7. ผลของความเมื่อยล้าต่อเวลาปฏิกิริยา

เคลเลอร์ (1969 อ้างถึงใน ชูศักดิ์ เวชแพศย์ และกันยา ปาละวิวัฒน์, 2528) พบว่าเวลาปฏิกิริยาจะยาวออกไปถ้าความเมื่อยล้ามีมากเกินไป และผลการศึกษาพบว่าการอดนอนมีผลต่อปฏิกิริยาไม่มากนัก ถ้าผู้ทดสอบยังคงเพิ่งความสนใจอยู่ที่ตัวกระตุ้น

#### 8. ผลของการฝึกน้ำหนัก

การศึกษาเกี่ยวกับผลของโปรแกรมการออกกำลังกายที่มีต่อเวลาปฏิกิริยาแสดงให้เห็นว่าการฝึก ไอโซโทนิก (Isotonic) ที่ใช้ความต้านทานอย่างมาก มีผลให้เวลาปฏิกิริยาลดลงร้อยละ 13 หากใช้ความต้านทานเพียงเล็กน้อย จะไม่มีผลต่อปฏิกิริยา

### 9. ความสัมพันธ์ระหว่างเวลาปฏิกริยากับการเคลื่อนไหว

มีผู้สนใจศึกษาเรื่องนี้แล้วสรุปว่า ความสามารถในการตอบสนองอย่างรวดเร็วกับความสามารถในการเคลื่อนไหวอย่างรวดเร็วไม่ควรมีการเกี่ยวข้องกัน

รอนน์ (1972 อ้างถึงใน ชูศักดิ์ เวชแพศย์และกันยา ปาลวิวัฒน์, 2528)

ลงความเห็นว่เวลาปฏิกริยาจะแปรผันไปตามองค์ประกอบด้านการเรียนรู้และการคาดคะเน ถ้าได้รับการฝึกหัดมาก่อนเวลาปฏิกริยาก็จะเปลี่ยนแปลงไป นอกจากนี้ อาจมีตัวแปรอื่นที่ทำให้เวลาปฏิกริยาแปรผันตามไปได้ เช่น

1. ความแน่นอนของการปรากฏของสิ่งเร้า
2. ระยะเตือน
3. ภาวะสับสนทางจิต
4. ความสอดคล้องระหว่างสิ่งเร้า และการตอบสนอง
5. รูปแบบในการทดสอบ
6. ระยะทางของกระแสประสาท
7. เครื่องมือ และวิธีทดสอบ

ดรอวทลกี (1975) กล่าวถึงองค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อเวลาปฏิกริยาไว้ดังนี้

1. อายุ สำหรับวัยเด็ก เวลาปฏิกริยาจะช้าลง และจะเร็วขึ้นเมื่ออายุเพิ่มขึ้น
2. เพศ ชายจะใช้เวลาน้อยกว่าเพศหญิง
3. นักกีฬา คนที่เป็นนักกีฬานั้น เวลาปฏิกริยาจะสั้นกว่าคนทั่วไป
4. สถิติปัญญา คนที่สติปัญญาปกติ จะมีเวลาปฏิกริยาสั้นกว่าคนไม่ปกติ
5. เครื่องมือ และวิธีทดสอบ
6. ระยะเตือน หากช้าหรือเร็วไปจะทำให้เวลาปฏิกริยาช้าไปจากปกติ
7. ความแตกต่างของการตอบสนอง

ซิงเกอร์และมิลน์ (1975 อ้างถึงใน ชูศักดิ์ เวชแพศย์ และกันยา ปาละวิวัฒน์, 2528) ยังสรุปได้ว่า คนที่มีรูปร่างใหญ่โต อัตราการเต้นของชีพจรสูง อุณหภูมิภายในร่างกายสูง การมีความเครียด การออกกำลังกายมาอย่างหนัก และการดื่มเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์มาก แม้เพียงปริมาณที่ต่ำ ก็มีผลทำให้เวลาปฏิกิริยาเร็วขึ้นได้

ศิลป์ชัย สุวรรณธาดา (2523) ได้กล่าวถึงลักษณะและองค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อเวลาปฏิกิริยา ซึ่งสามารถพิจารณาได้จาก

1. ธรรมชาติ และความเข้มของสิ่งเร้า
2. ระดับความตั้งใจ
3. อายุ
4. เพศ
5. แรงจูงใจ
6. ปลายประสาทรับความรู้สึก
7. ช่วงระยะเดือน

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



## ตอนที่ 2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องภายในประเทศและต่างประเทศ

### งานวิจัยภายในประเทศ

ไพรัช พุทธวงศ์ (2517 : 14) ได้ทำการศึกษาเรื่อง ระยะเวลาการตอบสนองของขาในการออกวิ่ง โดยสุ่มตัวอย่างนักวิ่งระยะสั้น 10 คน บุคคลธรรมดา 10 คน และนักวิ่งทน 10 คน โดยใช้เครื่องมือที่สร้างขึ้นเอง ผลปรากฏว่า ค่าเฉลี่ยของเวลาปฏิบัติขานักวิ่งเร็วเร็วกว่านักวิ่งทน และบุคคลธรรมดา ค่าเฉลี่ยเวลาปฏิบัติขานักวิ่ง และคนธรรมดาไม่แตกต่างกัน

ชูศักดิ์ เวชแพศย์ และคณะ (2518 : 13-15) ได้ทดลองจับเวลาปฏิบัติขานักวิ่ง 10 คน เป็นชาย 20 คน เป็นหญิง 20 คน อายุระหว่าง 18-35 ปี วัดการตอบสนองของการกระตุ้นด้วยแสง และเสียง การตอบสนองด้วยมือกดสวิทช์ หรือการใช้เท้าเหยียบสวิทช์วัดเวลาปฏิบัติขานักวิ่งทั้งซ้าย-ขวา ได้ข้อสังเกตคือ เวลาปฏิบัติขานักวิ่งซ้าย และข้างซ้ายไม่แตกต่างกัน เวลาปฏิบัติขานักวิ่งชาย และหญิงไม่แตกต่างกัน เวลาปฏิบัติขานักวิ่งที่กระตุ้นด้วยแสงใช้เวลามากกว่าเสียงเป็นอัตราส่วน  $1.36 + 0.20 : 1$  ในผู้ชาย และทดลองการตอบสนองโดยบันทึก อี เอ็ม จี ของกล้ามเนื้อแขน และใช้เท้า เหยียบสวิทช์ กับ อี เอ็ม จี ของกล้ามเนื้อน่อง ผลการศึกษาพบว่า ไม่แตกต่างกัน แต่การตอบสนองด้วย อี เอ็ม จี ใช้เวลาล้นกว่าเพียงเล็กน้อย

เพ็ญประภา เข้มแดง (2518 : ๖-๑) ได้ทำการศึกษาเรื่อง วิทยาศาสตร์การเคลื่อนไหวของอวัยวะข้อมือ โดยวัดระยะเวลาปฏิบัติขานักวิ่งของหมัด ศอก และตะ ด้วยเครื่องวัดอิเล็กทรอนิกส์ วัดแรงกระทบด้วยเครื่องไดนาโมมิเตอร์ กลุ่มตัวอย่างที่ 1 เป็นนักมวยอาชีพ 20 คน กลุ่มที่ 2 เป็นบุคคลที่ไม่เคยฝึกมวยไทยอย่างจริงจังมาก่อนจำนวน 20 คน รวมทั้งสิ้น 40 คน ในการทดลองผู้เข้าร่วมรับการทดลองจะกระทำ 3 ท่า คือ หมัด ศอก และตะ แต่ละท่าทำ 3 ครั้ง แยกเป็นซ้าย และขวา ผลการศึกษาพบว่า นักมวย และบุคคลธรรมดาในกลุ่มที่มีน้ำหนักใกล้เคียงกัน (50-55 กิโลกรัม) ในข้างที่ถนัด ระยะเวลาปฏิบัติขานักวิ่งค่าเฉลี่ยของหมัด ศอก ของบุคคลธรรมดาล้นกว่านักมวยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนการเตะไม่แตกต่างกัน ในด้านแรงกระทบนั้น ปรากฏว่า หมัดของนักมวยและบุคคลธรรมดาไม่แตกต่างกัน ศอก บุคคลธรรมดามีแรงกระทบมากกว่านักมวยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนการเตะนักมวยมีแรงกระทบมากกว่าบุคคลธรรมดาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเมื่อเปรียบเทียบในน้ำหนักต่างกันพบว่า นักมวยที่น้ำหนัก 44-49 กิโลกรัม มีแรงกระทบน้อยกว่านักมวยที่น้ำหนัก



50-55 กิโลกรัม ทั้งหมด คอก เตะ ในด้านเวลาปฏิกริยาไม่แตกต่างกันทั้งหมด คอกและเตะ เมื่อเปรียบเทียบเวลาปฏิกริยากันระหว่างช่วงที่ถนัดและไม่ถนัดของนักมวยและบุคคลธรรมดา ไม่แตกต่างกัน ส่วนในแรงกระแทกนั้น แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ในหมัด คอก และเตะทั้งในบุคคลธรรมดาและนักมวย

สินสมุทร จันลอย (2518 : 39-43) ได้ศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างเวลาปฏิกริยาในการเห็น และการได้ยินกับผลการทดสอบทักษะกีฬาบาสเกตบอลตามแบบของบันน์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนิสิตชาย เอกพลศึกษา จำนวน 100 คน ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒพลศึกษา ซึ่งเคยเรียนวิชาบาสเกตบอลมาแล้ว และถือว่าเป็นบุคคลที่มีทักษะกีฬาบาสเกตบอล ทดสอบกลุ่มตัวอย่างโดยใช้แบบทดสอบทักษะกีฬาบาสเกตบอลของบันน์ และใช้เครื่องมือจับเวลาอิเล็กทรอนิกส์วัดระยะเวลาปฏิกริยาของตน และสรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

1. ผลการทดสอบทักษะกีฬาบาสเกตบอลตามแบบของบันน์มีความสัมพันธ์กับเวลาปฏิกริยาในการเห็น และการได้ยิน โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อยู่ระหว่าง 0.62 - 0.84 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

1. ระยะเวลาปฏิกริยาทั้ง 5 รายการ มีความสัมพันธ์กันโดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อยู่ระหว่าง 0.32 - 0.50 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 - .01

3. ระยะเวลาปฏิกริยาทั้ง 5 รายการ มีความสัมพันธ์กันโดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณเท่ากับ 0.844 และมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

4. ผลการทดสอบทักษะกีฬาบาสเกตบอลตามแบบของบันน์ กับการหยอดเหรียญเพนนีใส่ถ้วย และการยิงประตูได้แป้น (เพื่อถือว่าเป็นการวัดระยะเวลาปฏิกริยาของหูและตา) สูง มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณเท่ากับ 0.832 และมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01)

อมรา ธีรนนท์พิชิต (2518 : ง) ได้ทำการวิจัยเรื่องสัญญาณการมองเห็น กับระยะเวลาตอบสนองด้วยเท้าของนักฟุตบอล โดยใช้เครื่องมือจับเวลาอิเล็กทรอนิกส์เป็นเครื่องวัดสัญญาณการมองเห็น แบ่งกลุ่มตัวอย่างเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 เป็นนักฟุตบอลระดับชาติจำนวน 20 คน กลุ่มที่ 2 เป็นนิสิตอาสาสมัครที่ไม่ใช่ นักฟุตบอล จำนวน 20 คน ผลการวิจัยพบว่า ระยะเวลาตอบสนองด้วยเท้าขวา และเท้าซ้ายของนักฟุตบอลสั้นกว่าผู้ที่ไม่ใช่ นักฟุตบอลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และระยะเวลาปฏิกริยาตอบสนองด้วยเท้าที่ต้องมีการตัดสินใจเลือกเตะของนักฟุตบอล สั้นกว่าผู้ที่ไม่ใช่ นักฟุตบอล อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

กรณีการ รักรวมแก้ว (2524 : ง-๑) ได้ศึกษาผลการฝึกสมาธิตามแนววิชาธรรมกาย ที่มีต่อเวลาปฏิบัติยาตอบสนองแบบง่าย และเชิงซ้อน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนหญิงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสตรีศรีอุปถัมภ์ อายุระหว่าง 16 - 17 ปี จำนวน 20 คน ทุกคนไม่เคยผ่านการฝึกสมาธิในแนวหนึ่งแนวใดมาก่อน แบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่ม ๆ ละ 10 คน ให้กลุ่มทดลองฝึกสมาธิตามแนววิชาธรรมกาย วัดปากน้ำ ภาษีเจริญ กรุงเทพมหานคร เป็นเวลา 8 สัปดาห์ ๆ ละ 6 วัน วันละ 20 นาที ศึกษาความก้าวหน้าของสมาธิ โดยการทดสอบการเปลี่ยนแปลงศักย์ไฟฟ้าในคลื่นสมองด้วยเครื่องเปอร์เซ็นโทมิกคอมพิวเตอร์ ศึกษาความเร็วของการแสดงปฏิกิริยาตอบสนองของมือถนัดต่อแสง มีระยะเดือนด้วยเสียง ระหว่าง 2-7 วินาที แบบทดสอบมี 3 แบบ คือ

1. การทดสอบเวลาปฏิบัติยาตอบสนองแบบง่าย มีสิ่งเร้าเป็นสัญญาณไฟดวงเดียว
2. การทดสอบเวลาปฏิบัติยาเชิงซ้อนแบบที่ 1 มีสิ่งเร้าเป็นสัญญาณไฟ 3 ดวง
3. การทดสอบเวลาปฏิบัติยาเชิงซ้อนแบบที่ 2 มีสิ่งเร้าเป็นสัญญาณไฟ 3 ดวง

กำหนดดวงไฟดวงหนึ่งให้ผู้ทดสอบตัดสินใจ และตอบสนองต่อสัญญาณที่ถูกต้อง การทดสอบกระทำก่อนการทดลองสัปดาห์ที่ 4 และ 8 ของการทดลอง และนำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และทดสอบค่า "ที" ผลการศึกษาพบว่า ผู้ฝึกสมาธิตามแนววิชาธรรมกาย มีเวลาปฏิบัติยาตอบสนองดีกว่าผู้ไม่ฝึกสมาธิ จากการค้นพบแสดงให้เห็นว่า การฝึกสมาธิช่วยพัฒนาความเร็วของเวลาปฏิบัติยาตอบสนองทั้งแบบง่ายและเชิงซ้อน

รจนา วงศ์สุเทพ (2524 : ง-๑) ได้ศึกษาผลของระยะเดือนที่มีต่อเวลาปฏิบัติยาและความเร็วต้นในการวิ่งระยะสั้น (ระยะเดือน หมายถึง ช่วงเวลาหลังการได้รับคำสั่ง "ระวัง" จนกระทั่งเสียงปืนดังขึ้น) และเพื่อค้นหาช่วงระยะเดือนที่เหมาะสมที่จะทำให้เวลาปฏิบัติยาและความเร็วต้นในการวิ่งระยะสั้นดีที่สุด กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาชายจากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ พลศึกษา จำนวน 50 คน มีความเร็วในการวิ่ง 100 เมตร ไม่เกิน 13.00 วินาที นำการทดสอบวัดเวลาปฏิบัติยา และความเร็วต้นในการวิ่งระยะสั้นในช่วง 10 เมตร ด้วยเครื่องวัดอิเล็กทรอนิกส์ที่จัดตั้งระยะเดือนไว้ 8 ช่วง ตั้งแต่ 0.50 - 4.00 วินาที รวมการทดสอบคนละ 24 ครั้ง ผลการศึกษาพบว่า

1. ผลของช่วงระยะเดือนที่มีต่อเวลาปฏิบัติยาทั้ง 8 ช่วง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
2. ผลของช่วงระยะเดือนที่มีต่อความเร็วต้นในการวิ่งระยะสั้นทั้ง 8 ช่วง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3. ผลของช่วงระยะเวลาที่มีต่อเวลาปฏิบัติการ และความเร็วต้นในการวิ่งระยะสั้นทั้ง 8 ช่วง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

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

ตุ้มทอง สวามิภักดิ์ (2525 : ก-ข) ได้ทำการศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างเวลาปฏิบัติการ และความสามารถในการทรงตัวของนักกีฬาชาย โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นนักกีฬาชายที่เป็นนักกีฬาตัวแทนของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย จำนวน 200 คน อายุระหว่าง 17 - 25 ปี ทำการทดสอบเวลาปฏิบัติการของมือ และเท้า ที่มีต่อสัญญาณการเห็น และต่อสัญญาณการได้ยินด้วยเครื่องจับเวลาอิเล็กทรอนิกส์ และทำการทดสอบความสามารถในการทรงตัวขณะร่างกายอยู่กับที่ด้วยเครื่องมือวัดการทรงตัว และความสามารถในการทรงตัวขณะร่างกายเคลื่อนที่ด้วยแบบทดสอบการกระโดดของจอห์นสัน นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน หาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธีการทดสอบค่าที (t-test) ผลการศึกษาปรากฏดังนี้

1. เวลาปฏิบัติการของมือที่มีต่อสัญญาณแสง ไม่มีความสัมพันธ์กับความสามารถในการทรงตัวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
2. เวลาปฏิบัติการของมือที่มีต่อสัญญาณเสียง ไม่มีความสัมพันธ์กับความสามารถในการทรงตัวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
3. เวลาปฏิบัติการของเท้าที่มีต่อสัญญาณแสง ไม่มีความสัมพันธ์กับความสามารถในการทรงตัวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
4. เวลาปฏิบัติการของเท้าที่มีต่อสัญญาณเสียง ไม่มีความสัมพันธ์กับความสามารถในการทรงตัวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
5. เวลาปฏิบัติการของมือที่มีต่อสัญญาณแสง มีความสัมพันธ์กับเวลาปฏิบัติการของมือที่มีต่อสัญญาณเสียง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
6. เวลาปฏิบัติการของเท้าที่มีต่อสัญญาณเสียง มีความสัมพันธ์กับเวลาปฏิบัติการของเท้าที่มีต่อสัญญาณแสง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
7. เวลาปฏิบัติการของมือที่มีต่อสัญญาณเสียง สั้นกว่าเวลาปฏิบัติการของเท้าที่มีต่อสัญญาณแสง

## 8. เวลาปฏิริยาของมือที่มีต่อสัญญาณเสียง สั้นกว่าเวลาปฏิริยาของเท้าที่มีต่อสัญญาณเสียง

ธีรศักดิ์ อภาวัฒน์สกุล (2525 : 44-71) ได้ทำการวิจัยเรื่องผลของการฝึกเดินรำที่มีต่อเวลาปฏิริยา การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อการศึกษาผลของการฝึกเดินรำที่มีต่อเวลาปฏิริยา กลุ่มตัวอย่างที่มีต่อนักศึกษาราย - หญิง จากวิทยาลัยครูพระนคร ซึ่งเดินรำไม่เป็น และมีอายุระหว่าง 18 - 30 ปี จำนวน 60 คน เป็นชาย 30 คน หญิง 30 คน แบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 6 กลุ่ม ๆ ละ 10 คน ให้แต่ละกลุ่มมีเวลาปฏิริยาเท่ากัน ผลการวิจัยพบว่า

### 1. การฝึกเดินรำมีผลต่อเวลาปฏิริยาดังนี้

1.1 กลุ่มฝึกเดินรำชายจังหวัดจันทบุรี มีเวลาปฏิริยาของมือที่มีต่อแสง หลังฝึกพัฒนาดีขึ้นกว่าก่อนฝึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเวลาปฏิริยาของมือที่มีต่อเสียง เวลาปฏิริยาของเท้าที่มีต่อแสงภายหลังการฝึกพัฒนาขึ้นกว่าก่อนฝึก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

1.2 กลุ่มฝึกเดินรำหญิงจังหวัดจันทบุรี เวลาปฏิริยาของมือที่มีต่อแสงและเสียง ภายหลังการฝึกพัฒนาขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

1.3 กลุ่มฝึกเดินรำชายจังหวัด ระยอง เวลาปฏิริยาของมือที่มีต่อแสงและเสียงพัฒนาขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

1.4 กลุ่มฝึกเดินรำหญิงจังหวัด ระยอง เวลาปฏิริยาของมือที่มีต่อแสงและเวลาปฏิริยาของเท้าที่มีต่อเสียงภายหลังการฝึกพัฒนาขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. กลุ่มที่ฝึกเดินรำ และกลุ่มที่ไม่ฝึกเดินรำมีเวลาปฏิริยาของมือและเท้าที่มีต่อแสงและเสียง ภายหลังการฝึกแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ภาควงิ รัตนโรจนากุล (2527 : 51-55) ได้ศึกษาผลของการฝึกสมาธิที่มีต่อเวลาปฏิริยาในการเริ่มออกวิ่งระยะสั้นของนักเรียนหญิงระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนหญิงจากโรงเรียนสารคามวิทยาคม จังหวัดมหาสารคาม ที่มีอายุระหว่าง 15 - 18 ปี ที่ระดับสมาธิ 10 - 20 ไมโครโวลท์ จำนวน 60 คน จับสลากเข้ากลุ่มควบคุม และกลุ่มทดลองกลุ่มละ 30 คน นำกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดไปทดสอบเวลาปฏิริยาในการเริ่มออกวิ่งระยะสั้น โดยใช้เครื่องจับเวลาอิเล็กทรอนิกส์ เริ่มออกวิ่งคนละ 3 ครั้ง โดยใช้ระยะเวลา 2.00 วินาที แล้วหาค่าเฉลี่ยของเวลาเริ่มออกวิ่งระยะสั้นเป็นวินาที นำกลุ่มทดลองไปฝึกสมาธิด้วยวิธีอานาปาตติเป็นเวลา 6 สัปดาห์ วัดค่าสมาธิของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองสัปดาห์ที่ 8

โดยใช้เครื่องคำนวณเปอร์เซ็นต์สมาธิ หลังจากนั้นนำกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดมาทดสอบเวลา  
ปฏิกริยาในการเริ่มออกวิ่งระยะสั้นอีกครั้งหนึ่ง แล้วนำข้อมูลที่ได้รับทั้งหมดมาวิเคราะห์ด้วยวิธี  
การทางสถิติ ผลการศึกษาปรากฏว่า

1. เวลาปฏิกริยาในการเริ่มออกวิ่งระยะสั้นของนักเรียนหญิงที่ได้รับการฝึกสมาธิต่ำกว่าเวลาปฏิกริยาในการเริ่มออกวิ่งระยะสั้นของนักเรียนหญิงที่ไม่ได้รับการฝึกสมาธิ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
2. ค่าสมาธิของนักเรียนหญิงที่ได้รับการฝึกสมาธิ จะสูงกว่าค่าสมาธิของนักเรียนหญิงที่ไม่ได้รับการฝึกสมาธิ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จิโรจน์ โคตรธนู (2527 : 90-91) ได้ทำการศึกษาเรื่อง การศึกษาเกี่ยวกับ  
เวลาปฏิกริยา โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อเปรียบเทียบเวลาปฏิกริยาของนักเรียนชาย-หญิง ชั้น  
ประถมศึกษาปีที่ 4, 5 และ 6 ที่กระตุ้นด้วยเสียง แสงสีแดง แสงสีเหลือง และแสงสีเขียว กลุ่ม  
ตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4, 5 และ 6 จากโรงเรียนวัดเสมียนนารี เขตบางเขน  
กรุงเทพมหานคร เป็นชายชั้นละ 60 คน เป็นหญิงชั้นละ 60 คน รวมเป็น 360 คน ซึ่งใช้วิธีการ  
สุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) โดยจับเวลาปฏิกริยาของนักเรียนชาย และหญิง  
ในแต่ละชั้น และแต่ละสีกระตุ้น ด้วยเครื่องมือวัดเวลาปฏิกริยา (Reaction Timer) แล้ว  
วิเคราะห์ข้อมูลโดยวิเคราะห์ความแปรปรวน (One-way ANOVA) และเปรียบเทียบรายคู่  
(t-test: independent) ผลการศึกษาพบว่า

1. เวลาปฏิกริยาของนักเรียนแต่ละชั้น (ป. 4, 5 และ 6) และแต่ละเพศที่กระตุ้นด้วย  
เสียง มีความแตกต่างจากเวลาปฏิกริยาที่กระตุ้นด้วยแสงสีแดง แสงสีเหลือง และแสงสีเขียว  
อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วนเวลาปฏิกริยาที่กระตุ้นด้วยแสงแต่ละสี (แดง,  
เหลืองและเขียว) ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ .01
2. เวลาปฏิกริยาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4,5,6 ในแต่ละเพศ ที่กระตุ้นด้วย  
เสียง แสงสีแดง และแสงสีเขียว ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ .01
3. การกระตุ้นด้วยแสงสีเหลืองทำให้นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 และ 6 ในแต่ละ  
เพศมีเวลาปฏิกริยาแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
4. เวลาปฏิกริยาระหว่างนักเรียนชาย และหญิงในแต่ละชั้น (4, 5, 6) ที่กระตุ้นด้วย  
เสียง แสงสีเหลือง และแสงสีเขียว ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ .01
5. เวลาปฏิกริยาระหว่างนักเรียนชาย และหญิง ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 และ 5 ที่  
กระตุ้นด้วยแสงสีแดง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01



6. เวลาปฏิภริยาระหว่างนักเรียนชาย และหญิง ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่กระตุ้นด้วยแสงสีเหลือง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สินจัย รัศมีเพ็อง (2528: 38-39) ได้ศึกษาเวลาปฏิภริยาตอบสนองและความเร็วของการชกหมัดแบบต่าง ๆ ในมวยสากล กลุ่มตัวอย่างเป็นนิสิตชาย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ พลศึกษา ปีการศึกษา 2526 ผ่านการเรียนวิชามวยสากลมาแล้วจำนวน 30 คน มีสภาพร่างกายและความยาวของช่วงแขนใกล้เคียงกันโดยการสุ่มตัวอย่างแบบจงใจในการทดลองจะชก 6 หมัด คือหมัดขวาตรง หมัดซ้ายตรง หมัดศูขวา หมัดศูซ้าย หมัดอัปเปอร์คัทขวา และหมัดอัปเปอร์คัทซ้าย แต่ละหมัดจะชก 3 ครั้ง โดยจับเวลาการตอบสนองและความเร็วของการชกด้วยหมัดด้วยเครื่องอิเล็กทรอนิกส์ ผลการศึกษาพบว่า

1. เวลาของการตอบสนองของการชกหมัดตรงขวา ตรงซ้าย ศูขวา ศูซ้าย อัปเปอร์คัทขวา อัปเปอร์คัทซ้าย (0.8130, 0.7923, 0.7880, 0.8273 และ 0.8023 วินาที ตามลำดับ) ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ความเร็วของการชกหมัดตรงขวา ตรงซ้าย ศูขวา ศูซ้าย อัปเปอร์คัทขวา และอัปเปอร์คัทซ้าย (5.80, 6.33, 6.12, 6.51, 6.45 และ 6.75 เมตรต่อวินาที ตามลำดับ) ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05

ชัยยันตร์ พันธุ์งาม (2528 : 33-34) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถทางกลไกทั่วไปกับเวลาปฏิภริยา และความสามารถทางกลไกทั่วไปกับความเร็วของการชกหมัดในมวยสากล กลุ่มตัวอย่างในการศึกษาครั้งนี้เป็นนักศึกษาชาย วิทยาลัยพลศึกษาจังหวัดอ่างทอง ปีการศึกษา 2527 ที่ผ่านการเรียนวิชามวยสากลมาแล้ว โดยการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง จำนวน 30 คน ผู้วิจัยใช้แบบทดสอบความสามารถทางกลไกทั่วไปของบาริโรว์ สำหรับวัดความสามารถทางกลไกทั่วไป และใช้เครื่องจับเวลาอิเล็กทรอนิกส์เวลาปฏิภริยา และความเร็วของการชกหมัดในมวยสากล แล้วนำคะแนนที่ได้มาหาความสัมพันธ์ตามวิธีการทางสถิติแบบเพียร์สัน โปรดักโมเมนต์ ผลการวิเคราะห์พบว่า ความสามารถทางกลไกทั่วไปมีความสัมพันธ์กับเวลาปฏิภริยา อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และความสามารถทางกลไกทั่วไปมีความสัมพันธ์กับความเร็วของการชกหมัดในมวยสากล



## งานวิจัยต่างประเทศ

ทไวท์, โกลมิกค์ และฮินน์ (1952) ได้ร่วมกันทำการทดลองจากกลุ่มประชากรชั้นปีที่ 1 ที่มีสุขภาพต่ำจากมหาวิทยาลัยแห่งหนึ่ง จำนวน 26 คน ที่ต้องการศึกษาโปรแกรมพลศึกษาของมหาวิทยาลัยวอชิงตัน อายุระหว่าง 17 - 21 ปี อายุเฉลี่ย 18.8 ปี ประชากรทุกคนมีอิสระที่จะฝึกตามโปรแกรมที่กำหนดให้ ทำการทดลองวัดเวลาการตอบสนองของทุกส่วนโดยใช้โครโมนิเตอร์ก่อน และหลังการฝึก 6 สัปดาห์ ผลการศึกษาพบว่า หลังจากการฝึก ทุกคนมีเวลาการตอบสนองของทุกส่วนของร่างกายไววกว่าก่อนเริ่มฝึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

วิลสัน (1958) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับความเร็วของเวลาปฏิบัติและการเคลื่อนไหวที่สัมพันธ์กับการให้สัญญาณการเห็นที่เปิดจังหวะ และที่ไม่เปิดจังหวะ โดยให้นักศึกษาชายจำนวน 50 คน ทำการทดลอง 70 ครั้ง แบ่งการทดลองเป็น 2 อย่าง คือ สัญญาณที่เป็นจังหวะและที่ไม่เป็นจังหวะ แต่ละอย่างทำ 35 ครั้ง การแสดงปฏิบัติจากจากการที่แขนยกขึ้นลง ทำการวัดระยะเวลาปฏิบัติ และระยะเวลาการเคลื่อนไหว ผลการวิจัยพบว่า ระยะเวลาปฏิบัติเมื่อให้สิ่งเข้าที่เป็นจังหวะไววกว่าไม่เป็นจังหวะ จังหวะของสิ่งเข้าไม่มีอิทธิพลต่อความเร็วของการเคลื่อนไหว ความเร็วของระยะเวลาปฏิบัติและระยะเวลาการเคลื่อนไหวในแต่ละคนเป็นอิสระต่อกัน

ลอคเตอร์ (1959) ได้ศึกษาเรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างเวลาปฏิบัติกับความเร็วในการเคลื่อนไหวของแขนขา กลุ่มตัวอย่างประชากรเป็นนักศึกษาชายอาสาสมัคร จำนวน 105 คน แบ่งเป็น 2 กลุ่ม ทดสอบทักษะการเคลื่อนไหวโดย

1. การขว้างลูกบาสเกตบอลขนาดกลาง
2. การเตะลูกฟุตบอล

ทำการทดสอบกลุ่มตัวอย่าง ผลการศึกษาพบว่า ความสามารถในเวลาปฏิบัติและการเคลื่อนไหวไม่มีความสัมพันธ์กัน แต่มีความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการกระทำของแขนซ้ายกับขวา 76 เปอร์เซ็นต์ แขนซ้ายกับแขนขวา 65 เปอร์เซ็นต์ ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างแขนกับขวามีนัยสำคัญอยู่ในระดับต่ำ

สมิธ (1961) ได้ศึกษาเกี่ยวกับเวลาปฏิกิริยาและเวลาการเคลื่อนไหวที่มีต่อกล้ามเนื้อใหญ่ 4 มัด โดยศึกษาจากนักเรียนชาย มหาวิทยาลัยแคลิฟอร์เนียจำนวน 70 คน ใช้การเคลื่อนไหว 4 ลักษณะ คือ

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

ผลการศึกษาพบว่า วิธีการทดสอบมีความเชื่อถืออย่างสูง และค่าสหสัมพันธ์ระหว่างเวลาปฏิกิริยาและระยะเวลาการเคลื่อนไหวมีช่วงจาก .06 - .23 ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งสรุปได้ว่า ความเร็วของเวลาปฏิกิริยากับความเร็วของการเคลื่อนไหวไม่มีความสัมพันธ์กัน

แนฟ (1961) ได้ศึกษาเวลาปฏิกิริยาอย่างง่ายของนักกีฬาและนักศึกษาชายที่หาวิทยาลัยนิวยอร์ก กลุ่มละ 20 คน อายุ 20 - 30 ปี โดยให้ผู้เข้ารับการทดสอบนั่ง นิ่งและอยู่ที่ปุ่มโต๊ะหลอดไฟสัญญาณอยู่ตรงหน้าใกล้ๆกัน เครื่องวัดเวลาปฏิกิริยาอยู่อีกห้องหนึ่งโดยที่ผู้เข้ารับการทดสอบไม่สามารถมองเห็นได้ ช่วงเวลาที่ผู้ทดลองเปิดไฟ และดับไฟนั้น อยู่ในช่วงระยะเวลา 1 - 4 วินาที ไม่กำหนดแน่นอนเพื่อป้องกันการคาดคะเนล่วงหน้า วัดเวลาปฏิกิริยาจากที่แสงไฟดับลงด้วยการใช้นิวทอนปุ่ม ทุกคนจะฝึกทำก่อน 20 ครั้ง หยุดพัก 1 นาที แล้วทำต่ออีก 25 ครั้ง ผลการทดลองพบว่า เวลาปฏิกิริยาของนักกีฬาล้นกว่าของนักศึกษา และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของเวลาปฏิกิริยาก็เชื่อได้ว่าน้อยกว่านักศึกษา ผลการศึกษาพบว่า เวลาปฏิกิริยาอย่างง่ายโดยใช้แสงเป็นเครื่องกระตุ้น นักกีฬาสามารถทำได้ดีกว่าบุคคลธรรมดา

ฮอดกิ้นส์ (1963) ได้ทำการศึกษาถึงเวลาปฏิกิริยาและความเร็วของการเคลื่อนไหวระหว่างชาย - หญิง ทุกระดับอายุ ใช้ผู้ทดสอบชาย และหญิง อาสาสมัครจำนวน 900 คน อายุตั้งแต่ 6 - 54 ปี ทดสอบความแตกต่างของความเร็วของเวลาปฏิกิริยา และการเคลื่อนไหวระหว่างหญิง และชายในแต่ละระดับอายุ เครื่องมือที่ใช้ในการวัดเพื่อศึกษาประกอบด้วยไฟโตอิเล็กทริกยูนิท (Photo Electric Unit) และใช้แสงไฟเป็นสัญญาณการมองเห็น มีปุ่มสำหรับผู้เข้ารับการทดสอบกดเมื่อได้เห็นสัญญาณไฟ บันทึกเวลาปฏิกิริยาและเวลาการเคลื่อนไหว ผลการศึกษาพบว่า

1. ความเร็วของเวลาปฏิกิริยา (Speed of Reaction) อายุระหว่าง 12 - 25 ปี ชายจะเร็วกว่าหญิง
2. จากอายุ 12 ปีขึ้นไป ความเร็วของการเคลื่อนไหว (Speed of Movement) ของชายจะสูงกว่าหญิง
3. ความเร็วสูงสุดของเวลาปฏิกิริยาทั้งชายและหญิง อยู่ในช่วงอายุระหว่าง 18 -21 ปี
4. ความเร็วสูงสุดในการเคลื่อนไหวของชายและหญิง อยู่ในช่วงอายุระหว่าง 15-17 ปี
5. ชายมีความเร็วกว่าหญิงทั้งเวลาปฏิกิริยา และความเร็วในการเคลื่อนไหวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
6. ความเร็วของเวลาปฏิกิริยาและความเร็วในการเคลื่อนไหว จะเพิ่มขึ้นจนถึงวัยรุ่นตอนต้น และเริ่มลดลง
7. ความเร็วสูงสุดของชาย จะยาวนานกว่าในด้านการเคลื่อนไหว ส่วนหญิงจะยาวนานกว่าในด้านของเวลาปฏิกิริยา
8. ไม่มีความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วของเวลาปฏิกิริยา (Speed of Reaction) และความเร็วของการเคลื่อนไหว (Speed of Movement)

บราวน์ (1972) ได้ศึกษาถึงผลของความหนักเบาในการอบอุ่นร่างกาย 3 ระดับ ที่มีต่อเวลาปฏิกิริยาตอบสนอง และความเร็วในการเหวี่ยงไม้เบสบอล ใช้นักกีฬาเบสบอลหญิงของมหาวิทยาลัยอินเดียนา จำนวน 30 คน มีอายุเฉลี่ย 20 ปี การอบอุ่นร่างกายแบ่งเป็น 3 ระดับ คือ

1. การไม่อบอุ่นร่างกายและไม่มีการเหวี่ยงไม้ตีมาก่อน
2. การอบอุ่นร่างกายปกติโดยให้บริหารหัวไหล่ และเหวี่ยงไม้ตี 8 ครั้ง
3. การอบอุ่นร่างกายอย่างหนักโดยให้บริหารหัวไหล่ และเหวี่ยงไม้ตี 8 ครั้ง แต่ให้ทำอย่างรวดเร็ว

ผลการศึกษาพบว่า การอบอุ่นร่างกายที่เหมาะสมจะทำให้สามารถเหวี่ยงไม้เบสบอลได้เร็วขึ้น และการอบอุ่นร่างกายแบบปกติกับการอบอุ่นร่างกายอย่างหนัก ให้ผลในการเหวี่ยงไม้เท่ากันและไม่เกี่ยวข้องกับระยะเวลาการตอบสนองเลย

มาร์, ม็อกซ์เลย์ และแม็คเคบ (1980) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การกำหนดโปรแกรมการเคลื่อนไหว : เวลาปฏิกิริยาตอบสนองและเวลาการเคลื่อนไหว เพื่อศึกษาถึงการเลือกเวลาการกำหนดโปรแกรมการเคลื่อนไหวในระยะทาง 80 เซนติเมตร ใน 2 ทิศทางโดยมีการตอบสนอง

ต่อการเปลี่ยนแปลง 4 ครั้งและต้องทำให้เร็วที่สุดเท่าที่จะทำได้ บันทึกเวลาปฏิริยาตอบสนองและเวลาการเคลื่อนไหว 3 ครั้ง(MT1,MT2,MT3) ผู้รับการทดสอบ 6 คน จะต้องยืนตรงกลางของระยะทางทั้งหมด ผลการวิจัยพบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติระหว่าง MT1 และ MT3 โดยได้ระยะทางที่ยาวขึ้นในการตอบสนองใน MT1 และไม่สามารถบอกได้ว่า MT2 เป็นการกำหนดโปรแกรมการตอบสนองที่สมบูรณ์ อธิบายได้ว่า การเคลื่อนไหวครั้งที่ 2 ใกล้เคียงกับการเปลี่ยนแปลงงานทั้งหมด ดังนั้นจึงไม่ต้องตัดสินใจว่าจะเคลื่อนตัวไปในทิศทางใด ส่วนการเคลื่อนไหวครั้งที่ 3 จะต้องเคลื่อนตัวไปทางขวาหรือทางซ้ายของการเคลื่อนไหวครั้งที่ 2 จนกระทั่งทำให้ค่าของ MT3 เพิ่มขึ้น ซึ่งแสดงให้เห็นว่า กลุ่มตัวอย่างไม่ได้โปรแกรมการเคลื่อนไหวทั้งหมดในขั้นสูง แต่ได้โปรแกรมเพียงส่วนหนึ่งของการเคลื่อนไหวก่อนเริ่มการทดสอบและเสร็จสิ้นการโปรแกรมในขณะที่กำลังเคลื่อนไหว

ริสเซล (1982) ได้ศึกษาผลการออกกำลังกายแบบแอโรบิค ที่มีต่อเวลาปฏิริยาของผู้สูงอายุที่นั่งทำงานอยู่เป็นประจำ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาคั้งนี้เป็นชายและหญิงจำนวน 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 วันวันละ 60 นาที โดยกำหนดชีพจรได้ถึง 60 - 70 เปอร์เซ็นต์ของการเต้นของชีพจรสูงสุด

ใช้เวลาฝึกทั้งหมด 16 สัปดาห์ กลุ่มทดลองทั้ง 2 กลุ่มได้รับการทดสอบด้วยแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสูงสุดของการออกกำลังกายแบบแอโรบิค (Maximum Aerobic Capacity Test) และแบบทดสอบวัดเวลาปฏิริยา (Reaction Time Test) สำหรับกลุ่มควบคุมจะมีเพียงการวัดเวลาปฏิริยาเท่านั้น ผลการวิเคราะห์ข้อมูลปรากฏว่า ภายหลังจากฝึก กลุ่มทดลองที่มีการออกกำลังกายแบบแอโรบิคมีความสามารถในการจับออกซิเจนสูงสุด ( $\dot{V}O_2 \text{ max}$ ) เพิ่มขึ้น 25 เปอร์เซ็นต์ กลุ่มทดลองที่ออกกำลังกายแบบธรรมดามีความสามารถในการจับออกซิเจนสูงสุด ( $\dot{V}O_2 \text{ max}$ ) เพิ่มขึ้น 83-86 เปอร์เซ็นต์ และเกี่ยวกับเวลาปฏิริยา กลุ่มทดลองออกกำลังกายแบบแอโรบิคมีเวลาปฏิริยาดีขึ้นมาก ซึ่งในขณะที่กลุ่มทดลองออกกำลังกายแบบธรรมดากับกลุ่มควบคุมแทบจะไม่มีเวลาปฏิริยาดีขึ้นเลย

เวอร์เกสต์ (1985) ได้ศึกษาถึงความสัมพันธ์ของการลดน้ำหนัก การเปลี่ยนแปลงทางสรีระวิทยาด้านความแข็งแรง และสมรรถภาพทางกลไก กลุ่มตัวอย่างเป็นนักมวยระดับมหาวิทยาลัย อายุ 18 - 23 ปี ที่กำลังเก็บตัวฝึกซ้อมเพื่อเข้าชิงแชมป์เป็นนักกีฬา มหาวิทยาลัยทหารแห่งเวอร์จิเนีย (The Virginia Military Institute) โดยให้นักมวยมีการลดน้ำหนักด้วยวิธีการอดอาหาร การออกกำลังกาย และการลดปริมาณน้ำในร่างกายไปพร้อมกัน แล้วตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงทางสรีระวิทยาเกี่ยวกับความแข็งแรง และสมรรถภาพทางกลไก 11 รายการด้วยกันคือ

1. เปอร์เซนต์ไขมันในร่างกาย (Percent Body Fat)
2. ความดันโลหิตเมื่อหัวใจคลายตัว (Diastolic Blood Pressure)
3. ความดันโลหิตเมื่อหัวใจบีบตัว (Systolic Blood Pressure)
4. แรงบีบมือ (Handgrip Strength)
5. ความอดทนของกล้ามเนื้อแขน (Bicycle Armed Endurance)
6. เวลาปฏิกิริยา (Reaction Time)
7. เวลาการเคลื่อนไหว (Movement Time)
8. แรงหมัดที่ชก (Punch Force)
9. ความเมื่อยล้าของเวลาปฏิกิริยา (Fatigue Reaction Time)
10. ความเมื่อยล้าของเวลาการเคลื่อนไหว (Fatigue Movement Time)
11. ความเมื่อยล้าของหมัดชก (Fatigue Punch Force)

โดยจะทดสอบ 3 ระยะเวลาคือ ช่วงก่อนการลดน้ำหนักในสัปดาห์ที่ 2 และช่วงการลดน้ำหนักในสัปดาห์ที่ 4 แล้วนำข้อมูลมาหาค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าสหสัมพันธ์ของข้อมูลทั้ง 3 ครั้ง ผลการศึกษาพบว่า ผลของการลดน้ำหนัก 8.2 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักในร่างกาย ไม่มีผลทางสรีระวิทยาด้านความแข็งแรง และสมรรถภาพในการชกของนักมวยแต่อย่างใด และการลดน้ำหนักได้ผลจะต้องลดปริมาณน้ำในร่างกายเสียก่อนจึงจะช่วยลดปริมาณไขมันในร่างกายได้ 7.49 เปอร์เซ็นต์ ในเวลา 4 สัปดาห์

แคททริน (1989) ได้ทำการวิจัยเรื่อง "กระบวนการประมวลข่าวสารการมองเห็นต่อการเคลื่อนไหวของตาและประสิทธิภาพในการนึกย้อนของนักเดินระบำชั้นเริ่มต้นและชั้นสูง" โดยมีวัตถุประสงค์ทั่วไปเพื่อศึกษากระบวนการประมวลข่าวสารของนักเดินระบำ วัตถุประสงค์เฉพาะเพื่อเปรียบเทียบระหว่างนักเดินระบำชั้นเริ่มต้นกับชั้นสูง ในการแสดงการนึกย้อนสิ่งเร้าจากวิดีโอเทปการเดินระบำและเพื่อศึกษาความแตกต่างใน "พฤติกรรมกรรมการมองดู"



(วัดได้จากเปอร์เซ็นต์ของการกำหนดสายตาต่อเป้าหมาย) กลุ่มตัวอย่างแบ่งเป็น 2 กลุ่มคือ กลุ่มประสบความสำเร็จในขั้นสูง และกลุ่มที่ประสบความสำเร็จในขั้นปานกลางหรือขั้นต่ำ กลุ่มตัวอย่างเป็นเพศหญิงจำนวนทั้งหมด 27 คน (ขั้นเริ่มต้น 13 คน และขั้นสูง 14 คน) ทดสอบโดยให้ดูวิดีโอเทป 10 วินาที และบันทึกการเคลื่อนไหวของตาขณะดู หลังจากดูวิดีโอเทปให้กลุ่มตัวอย่างนึกย้อนในทันทีว่าดูอะไรบ้าง วิเคราะห์ความพยายามในการนึกย้อนทั้งหมดด้วยเครื่องมือที่พัฒนาจากเครื่องมือการเขียนของโมทีฟ

(Motif Writing) พบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ผลที่ได้เอนเอียงไปทางกลุ่มที่ประสบความสำเร็จในขั้นสูงในการกำหนดการนึกย้อนสู่เป้าหมายมีเปอร์เซ็นต์ของระยะเวลาสูงกว่ากลุ่มที่ประสบความสำเร็จในขั้นปานกลางและกลุ่มที่ประสบความสำเร็จในขั้นต่ำ กลุ่มนักเดินระบำขั้นสูงมีค่าในการนึกย้อนสูงกว่านักเดินระบำขั้นเริ่มต้นในทุกช่วงการทดลอง ยกเว้นในช่วงแรก ไม่พบความแตกต่างระหว่างกลุ่มหลังจากที่ได้ดูวิดีโอเทป กลุ่มขั้นสูงต้องการดูซ้ำ 3 ครั้ง จึงได้ผลการนึกย้อนที่สำเร็จ แต่กลุ่มขั้นเริ่มต้นต้องการดู 4 ครั้ง เพื่อประสบการณ์ในการเดิน อย่างไรก็ตามยังไม่สามารถสรุปผลการนึกย้อนได้ มีความแตกต่างกันมากทั้งในกลุ่มและระหว่างกลุ่ม

แดเนียล (1990) ได้ทำการวิจัยเรื่อง "ผลของการเคลื่อนไหวที่มีต่อการตอบสนองที่รวดเร็ว, เวลาปฏิบัติต่อจำนวนตัวเลือกและเวลาการเคลื่อนไหว" วัตถุประสงค์ในการวิจัยเพื่อศึกษาว่าถ้าการออกกำลังกายก็ย่อมมีผลต่อการตอบสนองที่รวดเร็วก็ย่อมมีผลต่อปฏิบัติในการเลือกกับเวลาการเคลื่อนไหว กลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 80 คน แบ่งเป็นกลุ่มไม่ออกกำลังกายและกลุ่มออกกำลังกาย กลุ่มออกกำลังกายให้ก้าวเดินแบบปกติในเวลา 10 นาที ขณะที่กลุ่มไม่ออกกำลังกายนั่งอยู่ในห้องเป็นเวลา 10 นาที ผลการเคลื่อนไหววัดจากกลุ่มตัวอย่างโดยใช้แบบทดสอบวัดการเคลื่อนไหว-ลดการเคลื่อนไหวของเธเยอร์ (Thayer Activation-Deactivation Adjective Check List) เวลาปฏิบัติต่อจำนวนตัวเลือกและเวลาการเคลื่อนไหววัดด้วยเครื่องมือวัดเวลาปฏิบัติในการเลือกของลาฟาแยท์ (Lafayette Visual Choice Reaction Time Apparatus) ผลการศึกษาพบว่าการออกกำลังกายเพิ่มการตอบสนองที่รวดเร็วขึ้น



ปีเตอร์ (1995) ได้ทำการวิจัยเรื่อง "นักไต่เขา : ความรู้, การซึมซับและกระบวนการประมวลข่าวสาร" ได้มีนักวิจัยชื่อ กรูท(1965 อ้างถึงใน ปีเตอร์, 1995) ได้ทำการศึกษานักกีฬาหามากรุก ส่วนงานวิจัยอื่นๆศึกษาถึงธรรมชาติของงานหรือกีฬานั้นๆ วัตถุประสงค์เพื่อให้ผู้ทดลองกำหนดรูปแบบจากสิ่งแวดล้อมจริงโดยใช้รูปภาพและวีดิทัศน์เป็นสิ่งเร้า (Allard, Graham, and Paarsalu, 1990; Deakin and Allard, 1991 อ้างถึงใน ปีเตอร์, 1995)

งานวิจัยครั้งนี้ใช้นักกีฬาไต่เขา โดยใช้สิ่งแวดล้อมจริงแบ่งเป็น 3 ชั้นการไต่เขาตามมาตรฐานความยากที่ใช้ในการฝึกในร่มและการแข่งขัน กลุ่มตัวอย่างถูกถามเพื่อที่จะกำหนดข่าวสารในการเคลื่อนไหวโดยให้อธิบายในแต่ละชั้นของการไต่เขาและกำหนดระยะเวลาในการไต่เขาหลังจากนั้น กลุ่มตัวอย่างสามารถสอบถามการไต่เขาได้ทั้ง 3 ชั้นตอน และบันทึกเทปการทดสอบเพื่อวิเคราะห์ผล ผลการวิจัยพบว่า มีความแตกต่างกันระหว่างนักไต่เขาที่เพิ่งเริ่มหัดเล่นและผู้เชี่ยวชาญในการไต่เขา โดยที่กลุ่มผู้เชี่ยวชาญมีการจำรูปแบบ (Pattern Recognition) ได้ดี สามารถอธิบายรายละเอียดได้อย่างละเอียด ชัดเจน ลึกซึ้ง แต่ในกลุ่มที่เพิ่งเริ่มหัดเล่นให้อธิบายแบบไม่เฉพาะเจาะจง และใช้ภาษาได้ดีเท่ากลุ่มผู้เชี่ยวชาญ กลุ่มผู้เชี่ยวชาญมีการจัดระบบความจำ (Chunking) เกี่ยวกับข่าวสารโดยการเชื่อมโยงการเคลื่อนไหวในการไต่เขาทำที่ยากให้เป็นสัดส่วนที่ง่ายในการจำ การซึมซับจะอยู่บนพื้นฐานทางสรีระของการไต่เขา และกลุ่มผู้เชี่ยวชาญดูเหมือนว่าจะซึมซับท่าทางแต่ละท่าในการไต่เขา