

วรรณคดีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษา เรื่องผลของการกำหนด ความหนักของงาน ความถี่และระยะเวลาการฝึกที่แตกต่างกันที่มีผลต่อสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุด ซึ่งเป็นทั้งแนวความคิด ทฤษฎี และการวิจัยไว้ดังนี้

การออกกำลังกายอย่างสม่ำเสมอ ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของระบบการทำงานของร่างกาย โดยเฉพาะระบบไหลเวียนโลหิต ซึ่งมีหน้าที่สำคัญคือ การนำออกซิเจนไปให้กล้ามเนื้อ รวมทั้งการนำของเสียกลับออกมาจากกล้ามเนื้อ ความทนทานในการทำงานของกล้ามเนื้อขึ้นอยู่กับการทำงานของระบบไหลเวียนเลือด เมื่อกำลังออกกำลังกาย ระบบไหลเวียนจึงต้องเพิ่มการทำงานขึ้นด้วย เพื่อสนองตอบความต้องการของกล้ามเนื้อ (ชูศักดิ์ เวชแพศย์ 2525 : 14)

อัตราการเต้นของหัวใจคนที่ออกกำลังกายอยู่สม่ำเสมอ จะเด่นชัดกว่าคนที่ไม่ได้ออกกำลังกาย (ชูศักดิ์ เวชแพศย์ 2524 : 14) กล่าวว่า ขณะพักอัตราการเต้นของหัวใจคนปกติมีค่าเฉลี่ยประมาณ 72 ครั้งต่อนาที และในคนที่ออกกำลังกายอยู่สม่ำเสมอจะเด่นชัดกว่าคือ ประมาณ 55 ครั้งต่อนาที Stroke Volume ของคนธรรมดาประมาณ 65 มิลลิลิตร และ Stroke Volume ของคนที่ออกกำลังกายอยู่สม่ำเสมอประมาณ 80-90 มิลลิลิตร จำนวนเลือดที่ส่งออกจากหัวใจต่อนาที (Cardiac Output) ในขณะที่พักก็จะพอๆ กัน (อนันต์ อัฒชู 2520 : 26)

ในการออกกำลังกายแต่ละครั้ง อัตราการเต้นของหัวใจจะเพิ่มขึ้น เป็นสัดส่วนกับความหนักของงาน เพราะ เมื่อออกกำลังกายปริมาณของออกซิเจนที่ใช้จะเพิ่มขึ้นสัมพันธ์กับปริมาณการสูบฉีดโลหิตของหัวใจ ซึ่งสามารถคำนวณได้จากความหนักของงานเกือบสูงสุด (Submaximal Work Load) โดยวิธีวัดการเต้นของหัวใจในภาวะอยู่ตัว (Astrand and Rodahl 1977 : 189) ดังนั้น การออกกำลังกายสามารถควบคุมความหนักของงานได้โดยใช้อัตราการเต้นของหัวใจเป็นเกณฑ์ จากการทดลองของเฮลเลอร์สไตน์ และแอดเดอร์ (Hellerstein and Adder) พบว่า อัตราการเต้นของหัวใจสูงสุดนั้นมีความสัมพันธ์โดยตรงกับปริมาณการใช้ออกซิเจน เปอร์เซ็นต์ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด เป็นสัดส่วนโดยตรงกับองค์ประกอบ เปอร์เซ็นต์ของการใช้ออกซิเจนสูงสุด

## หลักสรีรวิทยาในการฝึกซ้อม (Physiological Principles of Training)

หลักการฝึกซ้อม เพื่อ เสริมสร้างสมรรถภาพที่สำคัญดังนี้

1. การทำให้ความคงที่ในร่างกายเปลี่ยนแปลงไป (Homeostasis) การทำงานมากขึ้น เป็นการรบกวนและทำให้ความคงที่ในร่างกายเปลี่ยนแปลงไป เพราะเมื่อร่างกายทำงานและต้องการพลังงานในระดับหนึ่ง ระบบความคงที่ในร่างกายก็พยายามปรับร่างกายให้เข้ากับสภาพการอยู่เสมอ เพื่อที่จะคงสภาพของความคงที่ในร่างกาย

2. การปรับตัวที่ก่อให้เกิดความถาวรและความเคยชิน (Chronic Adaptation) ร่างกายถูกรบกวนความคงที่ในร่างกายอยู่เสมอ เนื่องจากการออกกำลังกาย ดังนั้นร่างกายจะปรับตัวให้เกิดความเคยชิน และทนต่อการเปลี่ยนแปลงของการทำงานอวัยวะต่างๆ ภายในร่างกาย

3. การฝึกนั้นจะต้องมีสิ่งเร้าที่เพียงพอที่จะทำให้โครงสร้างของอวัยวะภายในเปลี่ยนแปลง ถ้าสิ่งเร้าหรือปริมาณการฝึกน้อยเกินไปจะไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงของอวัยวะต่างๆ และถ้าสิ่งเร้าหรืองานมากเกินไปก็ไม่ได้เพิ่มประสิทธิภาพตามปริมาณของสิ่งเร้า ข้อนี้จะเป็นไปตามกฎการใช้และไม่ใช้และคำนึงถึงปริมาณการฝึกซ้อมที่มีองค์ประกอบคือ

3.1 ความหนักของงาน เพราะการทำงานของร่างกายทุกอย่าง อัตราการเต้นของหัวใจจะเพิ่มขึ้น เป็นสัดส่วนกับความหนักของงาน ซึ่งในการออกกำลังกายสามารถควบคุมความหนักของงานได้ โดยใช้อัตราการเต้นของหัวใจ เป็นเกณฑ์

3.2 ระยะเวลาในการฝึก เป็นองค์ประกอบที่สัมพันธ์แบบปฏิภาคกับความหนักของงาน คือ ในระดับความหนักของงานสูงจะสามารถทำได้ในระยะเวลาสั้น และเมื่อระยะเวลาฝึกยาวนานระดับความหนักของงานก็ต้องลดลง ซึ่งการกำหนดระยะเวลาการฝึกจะมีส่วนสำคัญทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงที่เพิ่มขึ้นด้วย

3.3 ความถี่ในการฝึก สำหรับผู้ที่ไม่เคยได้รับการฝึกควรจะเริ่มการฝึกวันเว้นวัน ด้วยระดับความหนักของงานที่ต่ำ เพื่อลดอันตรายที่จะเกิดกับกล้ามเนื้อแล้วจึงเพิ่มจำนวนขึ้นทีละน้อย (Alan and Thomas 1980 : 14) การเข้าร่วมโปรแกรมฝึกแต่ละสัปดาห์นั้นจะต้องมีความสม่ำเสมอเพียงพอที่จะเกิดการเปลี่ยนแปลงในการฝึก (Bud Geichell 1934 : 93) เพื่อที่จะให้ร่างกายเกิดความเคยชิน

### งานวิจัยในประเทศ

ในปี พ.ศ. 2513 ริชชี วิทยุญจัน (2513 : 41) ได้ศึกษาเรื่องการเปลี่ยนแปลง การไหลเวียนของโลหิต และการหายใจในขณะออกกำลังกายในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน ผลการ ทดลองพบว่าในการออกกำลังกายในที่ซึ่งมีอุณหภูมิและความชื้นสูง อัตราการเต้นชีพจรและอัตราการหายใจ เพิ่มขึ้นเร็วตามอุณหภูมิและความชื้นที่สูงขึ้น

ในปี พ.ศ. 2514 สมชาย ประเสริฐศิริพันธ์ (2514 : ก) ได้ศึกษาเรื่องการจับ ออกซิเจนสูงสุดของร่างกายในขณะออกกำลังกาย ซึ่งคำนวณได้ตามหลักเกณฑ์ของออสตรานด์ เพื่อ เปรียบ เทียบกับผลที่ได้จากการวิเคราะห์อากาศหายใจที่เก็บไว้ในขณะออกกำลังกาย เมื่อทำงานในที่อุณหภูมิต่างกัน ผู้รับการทดลองเป็นนิสิตชาย 6 คน ให้ออกกำลังกายถึงจกัรยานัดงานในห้องปรับอุณหภูมิและความชื้นได้ ต่างๆ กัน โดยใช้หน้ากากถ่วงที่เหมาะสม จับชีพจรจนถึงภาวะคงตัวแล้วจึงเพิ่มน้ำหนักถ่วงจนถึงขีดสูง สุดที่พอเหมาะ ให้ติดต่อไปจนอัตราชีพจรถึง 180 ครั้ง/นาที เก็บอากาศหายใจออกขณะออกกำลังกาย นำไปวิเคราะห์หาปริมาณออกซิเจนที่ร่างกายใช้ทั้งหมด นำผลค่าสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุดของ ร่างกายที่อุณหภูมิ 20° ซ กับ 30° ซ ต่างกันเพียงเล็กน้อย และไม่มีนัยสำคัญทางสถิติแต่ที่อุณหภูมิ 40° ซ สมรรถภาพทางการจับออกซิเจนลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ค่าการใช้ออกซิเจนจากผลการออกกำลังกายที่ อุณหภูมิ 30° ซ น้อยกว่าที่อุณหภูมิ 20° ซ แต่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ วิธีการของออส- ตรานด์อาจไม่เหมาะสมกับการทดสอบ เพื่อวัดสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุดของร่างกายในขณะ ที่ อุณหภูมิ 40° ซ แต่อาจจะใช้ได้กับการทดสอบในอุณหภูมิ 20° ซ

ในปี พ.ศ. 2515 เทพวณี สมะพันธุ์ (2515 : ก) ได้ศึกษาเรื่องอิทธิพลของอากาศ และ เครื่องแต่งกายที่มีต่อสมรรถภาพการจับออกซิเจนระหว่างออกกำลังกาย โดยมุ่งที่จะศึกษาอิทธิพลของ อากาศแวดล้อม และ เครื่องแต่งกายต่อสมรรถภาพการจับออกซิเจนในขณะออกกำลังกาย ผลการทดลอง พบว่า อากาศปกติ (28° ซ) เป็นอากาศที่เหมาะสมกับการออกกำลังกายมาก ช่วยให้ร่างกายสามารถทำ งานได้นานกว่า ได้ปริมาณงานมากกว่า และสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงกว่าในอากาศร้อน (40° ซ) และในทำนองเดียวกันอากาศที่มีความชื้นสัมพัทธ์ปกติ (65° ซ) ก็เป็นอากาศที่เหมาะสมกับการ ออกกำลังกาย ช่วยให้ร่างกายสามารถทำงานได้นานกว่า ได้ปริมาณมากกว่า และมีสมรรถภาพการจับ ออกซิเจนสูงกว่าอากาศที่มีความชื้นสัมพัทธ์สูง (80%) นอกจากนั้นยังพบว่าเครื่องแต่งกายเปิดช่วย ให้ร่างกายทำงานได้ปริมาณมากกว่าแบบปิดเกือบทุกสภาพอากาศแวดล้อม เว้นแต่อากาศร้อนชื้น

เครื่องแต่งกายปิดช่วยให้ร่างกายทำงานได้ปริมาณมากกว่าเล็กน้อย สำหรับสมรรถภาพการจับออกซิเจน เครื่องแต่งกายไม่มีอิทธิพลแต่ประการใด

ในปี พ.ศ. 2516 พูนศักดิ์ ประถมบุตร (2516 : ก) ได้ศึกษาเรื่องการเปรียบเทียบผลการฝึกร่างกายตอนเช้ากับตอนบ่าย การวิจัยนี้มุ่งที่จะศึกษาเปรียบเทียบผลการฝึกร่างกายตอนเช้ากับตอนบ่าย ในด้านสมรรถภาพการจับออกซิเจนและสมรรถภาพการทำงานของร่างกายในการฝึกนี้ใช้นักศึกษาชายซึ่งไม่เคยรับการฝึกมาก่อน 40 คน แบ่งออกเป็น 2 กลุ่มๆ ละ 20 คน ให้ผู้รับการฝึกทั้ง 2 กลุ่มถือจักรยานแบบโมนาร์คจนรู้สึกเหนื่อยค่อนข้างมาก (อัตราชีพจรประมาณ 180 ครั้ง/นาที) โดยให้ผู้รับการฝึกกลุ่มที่หนึ่งฝึกตอนเช้าระหว่างเวลา 5.30-7.30 น. อีกกลุ่มหนึ่งฝึกตอนบ่ายระหว่างเวลา 14.30-16.30 น. ทำการฝึกเป็นเวลา 5 สัปดาห์ๆ ละ 5 วัน ก่อนเริ่มฝึกและสิ้นสุดการฝึกทำการทดสอบสมรรถภาพการจับออกซิเจนของร่างกายตามวิธีของออสตรานด์ และทดสอบสมรรถภาพการทำงานของร่างกาย (วัดงานจนอัตราชีพจรถึง 180 ครั้ง/นาที) ผลการวิจัยแสดงว่าสมรรถภาพการจับออกซิเจนของร่างกายและสมรรถภาพการทำงานของร่างกายภายหลังสิ้นสุดการฝึกเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทั้งสองกลุ่ม กลุ่มที่ฝึกตอนเช้ามีสมรรถภาพการจับออกซิเจนของร่างกายดีกว่ากลุ่มที่ฝึกตอนบ่ายอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 และกลุ่มที่ฝึกตอนเช้ามีสมรรถภาพการทำงานของร่างกายดีกว่ากลุ่มที่ฝึกตอนบ่ายอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 แสดงว่าการฝึกที่มีความหนักหน่วงในระยะเวลานั้นสั้นเพียง 5 สัปดาห์ ผลการฝึกตอนเช้าทำให้ร่างกายมีพัฒนาการในด้านสมรรถภาพการจับออกซิเจนของร่างกายและสมรรถภาพการทำงานของร่างกายเพิ่มขึ้นดีกว่าการฝึกตอนบ่าย

ในปี พ.ศ. 2517 นันทิยา พนิชยพงศ์ (2517 : ก) ได้ศึกษาเกี่ยวกับเรื่องการจัดอัตราที่ที่เหมาะสมกับความหนักของระดับงานต่างๆ ในการทดสอบความสมบูรณ์ของร่างกายด้วยการถือจักรยานวัดงาน ผู้รับการทดลอง 40 คน แบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม ทดสอบคนละ 4 ครั้ง ใช้อัตราที่ 30, 40, 50 และ 60 รอบต่อนาที กลุ่มที่ 1 ทำงาน 450 กิโลปอนด์เมตรต่อนาที กลุ่มที่ 2, 3 และ 4 ทำงาน 600, 750 และ 900 กิโลปอนด์เมตรต่อนาที ผลปรากฏว่าการทำงานด้วยปริมาณงานเท่ากันแต่อัตรารอบที่ต่างกัน อัตราการเต้นของหัวใจในภาวะคงที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 การใช้อัตรารอบถึง 30 รอบต่อนาที ไม่ควรนำมาใช้ในการทดสอบจักรยานวัดงานไม่ว่าจะใช้ปริมาณงานเท่าใด เพราะทำให้ได้ผลต่ำกว่าความเป็นจริง การใช้อัตรารอบถึง 40 รอบต่อนาที เป็นอัตราที่ที่เหมาะสมเมื่อใช้กับงานไม่มาก (450-470 กิโลปอนด์เมตรต่อนาที)

แต่ไม่เหมาะสมกับงาน 900 กิโลปอนด์เมตรต่อนาที การใช้อัตรารอบถึง 50 รอบต่อนาที เป็นอัตราที่เหมาะสมกับงานทุกระดับตั้งแต่ 450-900 กิโลปอนด์เมตรต่อนาที

ในปี พ.ศ. 2517 นิ่มนวล สุกุลพานิช (2517 : ก) ได้ศึกษาเรื่องอิทธิพลของอุณหภูมิอากาศแวดล้อมต่อสมรรถภาพการทำงานที่ศึกษาโดยวิธีเออร์โกเมตริย์ ให้ผู้รับการทดลองถีบจักรยานวัดงานในปริมาณที่เท่ากัน ความชันใกล้เคียงกัน (60-80%) อุณหภูมิ 20° ซ 25° ซ 30° ซ และ 40° ซ ให้ผู้รับการทดลองถีบจักรยานเพื่อหาค่าสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุดตามวิธีของออสตรานด์ ปรากฏว่าอุณหภูมิที่ 35° ซ กับ 40° ซ มีอิทธิพลต่ออัตราชีพจรขณะทำงานและสมรรถภาพการจับออกซิเจนลดลงอย่างเห็นได้ชัด อุณหภูมิที่เหมาะสมในการออกกำลังกายอยู่ระหว่าง 20° ซ ถึง 30° ซ และอุณหภูมิกักตุนทำให้สมรรถภาพการทำงานของร่างกายลดลงอยู่ที่ระดับอุณหภูมิ 35° ซ

ในปีเดียวกัน พริ้มเพรา ผลเจริญสุข (2517 : ก) ได้ศึกษาเรื่องอิทธิพลของอากาศร้อน เย็นต่อสมรรถภาพการทำงานของผู้หญิงที่ศึกษาโดยวิธีเออร์โกเมตริย์ ให้ผู้รับการทดลอง 20 คน ออกกำลังกายถีบจักรยานวัดงานในอากาศแวดล้อมที่ต่างกันคือ ความชื้นสัมพัทธ์ 70-80% อุณหภูมิ 40° ซ 28° ซ และ 19° ซ ให้ผู้รับการทดลองถีบจักรยานวัดงาน 6 นาที นำไปแปลผลเป็นสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุดโดยใช้ตารางของออสตรานด์ ผลปรากฏว่า การออกกำลังกายในที่เย็นจะทำงานได้นานกว่า เหนื่อยน้อยกว่าในที่ร้อน

ในปี พ.ศ. 2526 ขนิษฐา พูลสวัสดิ์ (2526 : ค) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การเปรียบเทียบผลการออกกำลังกายโดยการวิ่งเหยาะ ๆ กับการขี่จักรยานอยู่กับที่ที่มีต่อสมรรถภาพทางกาย ผู้เข้ารับการทดลองเป็นเพศชาย จำนวน 20 คน แบ่งออกเป็นสองกลุ่ม กลุ่มที่ 1 ฝึกวิ่งเหยาะ ๆ กลุ่มที่ 2 ขี่จักรยาน ทั้งสองกลุ่มฝึกโดยให้ความหนักของงานเท่ากับ 70 เปอร์เซ็นต์ของอัตราการเต้นสูงสุดของหัวใจ ทำการฝึกครั้งละ 20 นาที 3 ครั้งต่อสัปดาห์ เป็นเวลา 8 สัปดาห์ ทดสอบสมรรถภาพทางกายก่อนและหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 2, 4, 6 และสิ้นสุดโปรแกรมในสัปดาห์ที่ 8 ผลปรากฏว่าการฝึกขี่จักรยานอยู่กับที่ และฝึกวิ่งเหยาะ ๆ มีผลทำให้อัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก เปอร์เซ็นต์ไขมันของร่างกายและความดันขณะหัวใจมีบีบตัว ลดลงอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 ส่วนความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัวไม่มีการเปลี่ยนแปลง และยังทำให้สมรรถภาพในการจับออกซิเจนสูงสุดเพิ่มขึ้น และพบว่ากลุ่มขี่จักรยานและกลุ่มวิ่งเหยาะ ๆ มีสมรรถภาพทางกายไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

ในปีเดียวกัน อภิชาติ รักษากุล (2526 : ง) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การเปรียบเทียบสมรรถภาพทางกายของคนวัยผู้ใหญ่ที่ออกกำลังกายแบบต่างๆ โดยศึกษาถึงผลของการออกกำลังกายที่ความหนักของงานระดับต่างๆ และผลของการหยุดออกกำลังกายที่มีผลต่อสมรรถภาพทางกายของคนวัยผู้ใหญ่ ซึ่งมีอายุระหว่าง 30-45 ปี ประกอบอาชีพที่ใช้กำลังกายน้อยจำนวน 35 คน แบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม แต่ละกลุ่มออกกำลังกายด้วยวิธีที่จักรยานอยู่กับที่ กลุ่มที่ 1 ฝึกออกกำลังกาย 70 เปอร์เซ็นต์ ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด 8 สัปดาห์ แล้วหยุด กลุ่มที่ 2 ฝึกออกกำลังกาย 70 เปอร์เซ็นต์ ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด 14 สัปดาห์ กลุ่มที่ 3 ฝึกออกกำลังกาย 70 เปอร์เซ็นต์ ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด 8 สัปดาห์ แล้วเพิ่มเป็น 80 เปอร์เซ็นต์ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด 6 สัปดาห์ กลุ่มทดลองฝึกออกกำลังกายวันละ 15 นาที 3 วันต่อสัปดาห์ เป็นระยะเวลา 14 สัปดาห์ กลุ่มควบคุมไม่มีการออกกำลังกายใดๆ ผลปรากฏว่าสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุด อัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก ความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัว เปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย ความจุปอด ของกลุ่มที่ 2 และกลุ่มที่ 3 มีการพัฒนาเปลี่ยนแปลงดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 แต่สมรรถภาพที่เพิ่มขึ้นทั้งสองกลุ่มไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ และจากการวัดซ้ำของกลุ่มฝึกออกกำลังกาย 8 สัปดาห์แล้วหยุด พบว่า เมื่อสิ้นสุดการออกกำลังกาย 8 สัปดาห์ สมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุด ความจุปอด และ เปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกายมีการพัฒนาเปลี่ยนแปลงดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 เช่นเดียวกับ อัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก มีการพัฒนาเปลี่ยนแปลงดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 เช่นเดียวกับอัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก มีการพัฒนาเปลี่ยนแปลงดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 และเมื่อหยุดออกกำลังกายนานเกิน 4 สัปดาห์ขึ้นไปสมรรถภาพทางกายต่างๆ ที่ดีขึ้นนั้นจะเสื่อมลงจาก เมื่อสิ้นสุดการออกกำลังกายอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01

ในปี พ.ศ. 2528 อุไร พรหมมา (2528 : ข) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบผล การฝึกความอดทนแบบอากาศนิยม (Anaerobic) ด้วยความหนักของงานสูงสุด โดยใช้ระยะเวลาต่างกัน ผู้รับการทดลองเป็นนักเรียนชายโรงเรียนเทพศิลา ที่ไม่ใช่นักกีฬาหรือผู้ที่อยู่ในระหว่างฝึกซ้อมกีฬาใดๆ มีอายุระหว่าง 15-18 ปี จำนวน 40 คน แบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 4 กลุ่มทำการ ฝึกด้วยจักรยานวัดงานที่มีความฝึกสายพาน 0.067 กิโลปอนด์ต่อน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม โดยใช้อัตรา เร่งสูงสุด กลุ่มที่ 1 ฝึกทีละ 20 วินาที กลุ่มที่ 2 ฝึกทีละ 30 วินาที กลุ่มที่ 3 ฝึกทีละ 40 วินาที ทุกกลุ่มมีปริมาณงานต่อสัปดาห์เท่ากัน ส่วนกลุ่มที่ 4 ไม่มีการควบคุมการฝึก ใช้ระยะเวลา

ฝึก 6 สัปดาห์ แล้วนำการทดสอบความสามารถของทุกกลุ่มก่อนและหลังการฝึก 4 รายการ คือ วิน เกด แอนแอโรบิค เทสต์ (Wingate Anaerobic Test) ริ่งเร็ว 300 เมตร ริ่งเร็ว 80 เมตร และ ยืนกระโดดสูงแตะผนัง 10 ครั้ง นำข้อมูลที่ได้เก็บมาทำการวิเคราะห์โดยการหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมทางเดียว (One-Way Analysis of Covariance) และเปรียบเทียบรายคู่โดยวิธีของดันแคน (Duncan's Multiple Range Test) ผลปรากฏว่า สมรรถภาพแบบอากาศนิยมแบบเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นในกลุ่มที่ 1, 2, 3 ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 ความสามารถในการยืนกระโดดสูงแตะผนัง 10 ครั้ง เพิ่มขึ้นในกลุ่มที่ฝึก 20, 30 วินาทีอย่างมีนัยสำคัญที่ .05 และการฝึกทั้ง 3 แบบ สามารถเพิ่มความอดทนแบบอากาศนิยม แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ในปี พ.ศ. 2529 ประชุมพร ชำของ (2529 : ง) ได้ศึกษาเรื่องผลของการกำหนด ความหนัก ความถี่ และระยะเวลาที่แตกต่างกันในการออกกำลังกายที่มีต่อสมรรถภาพการจับออกซิเจน สูงสุด ผู้เข้ารับการทดลองเป็นนักศึกษาเพศชาย อายุ 18-22 ปี จำนวน 66 คน แบ่งออกเป็น 12 กลุ่ม แต่ละกลุ่มทำการฝึกออกกำลังกายเป็นเวลา 8 สัปดาห์ โดยใช้จักรยานวัดงานฝึกตามโปรแกรม การฝึกเฉพาะกลุ่มคือ กลุ่มที่ 1 ฝึก 5 นาที ให้ความหนักของงาน 60% ของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุด ฝึกสัปดาห์ละ 1 วัน กลุ่มที่ 2 ฝึก 5 นาที ให้ความหนักของงาน 80% ของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุด ฝึกสัปดาห์ละ 1 วัน กลุ่มที่ 3 ฝึก 10 นาที ให้ความหนักของงาน 60% ของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุด ฝึกสัปดาห์ละ 1 วัน กลุ่มที่ 4 ฝึก 10 นาที ให้ความหนักของงาน 80% ของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุด ฝึกสัปดาห์ละ 1 วัน กลุ่มที่ 5 ฝึก 20 นาที ให้ความหนักของงาน 60% ของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุด ฝึกสัปดาห์ละ 1 วัน กลุ่มที่ 6 ฝึก 20 นาที ให้ความหนักของงาน 80% ของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุด ฝึกสัปดาห์ละ 1 วัน กลุ่มที่ 7 ฝึก 5 นาที ให้ความหนักของงาน 60% ของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุด ฝึกสัปดาห์ละ 3 วัน กลุ่มที่ 8 ฝึก 5 นาที ให้ความหนักของงาน 80% ของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุด ฝึกสัปดาห์ละ 3 วัน กลุ่มที่ 9 ฝึก 10 นาที ให้ความหนักของงาน 80% ของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุด ฝึกสัปดาห์ละ 3 วัน กลุ่มที่ 10 ฝึก 10 นาที ให้ความหนักของงาน 80% ของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุด ฝึกสัปดาห์ละ 3 วัน กลุ่มที่ 11 ฝึก 20 นาที ให้ความหนักของงาน 60% ของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุด ฝึกสัปดาห์ละ 3 วัน กลุ่มที่ 12 ฝึก 20 นาที ให้ความหนักของงาน 80% ของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุด ฝึกสัปดาห์ละ 3 วัน ทุกคนเข้ารับการทดสอบสมรรถภาพทางกายก่อนการฝึก และหลังการฝึก 8 สัปดาห์

ผลปรากฏว่า การเปรียบเทียบค่าสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุดก่อนการฝึก และหลังการฝึกออกกำลังกายพบว่า กลุ่มที่ 2, 5, 7, 9, 10, 11 และ 12 มีสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุดหลังการฝึกเพิ่มขึ้นแตกต่างจากก่อนฝึกอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 กลุ่มที่ 1, 3, 4 และ 8 มีสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุดหลังฝึก เพิ่มขึ้นไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนการเปรียบเทียบสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุด หลังฝึกระหว่างกลุ่มฝึกออกกำลังกาย 12 กลุ่มพบว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และพบว่าความถี่ในการฝึกมีผลต่อสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01

ในปี พ.ศ. 2530 วันชัย บุญรอด (2530 : ง) ได้ศึกษาเรื่องการเปรียบเทียบผลการออกกำลังกายแบบอากาศนิยมระหว่างผู้รับประทานอาหารมังสวิรัต และผู้รับประทานอาหารทั่วไป ผู้เข้ารับการทดลองเป็นเพศชาย อายุเฉลี่ย 13-20 ปี จำนวน 30 คน แบ่งเป็นกลุ่มผู้รับประทานอาหารมังสวิรัต 15 คน และผู้รับประทานอาหารทั่วไป 15 คน ทั้งสองกลุ่มทำการฝึกที่จักรยานอยู่กับที่ โดยให้ความหนักของงานเท่ากับ 70% ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุดทำการฝึก 8 สัปดาห์ ละ 3 วันๆ ละ 20 นาที ขณะฝึกทำการวัดสมรรถภาพทางกายในด้านอัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก ความดันโลหิต เฟอร์เซนต์ไขมันในร่างกาย และสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุดเป็นระยะๆ คือ หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 2, 4, 6 และเมื่อสิ้นสุดการฝึกสัปดาห์ที่ 8 ปรากฏว่าการออกกำลังกายแบบอากาศนิยมทำให้อัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก และความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวของทั้งสองกลุ่มลดลงอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 และทำให้สมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุดของทั้งสองกลุ่มเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 ส่วนความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัวและเฟอร์เซนต์ไขมันในร่างกายไม่มีการเปลี่ยนแปลงและพบว่า การเปรียบเทียบผลการออกกำลังกายแบบอากาศนิยมระหว่างกลุ่มผู้รับประทานอาหารมังสวิรัต และกลุ่มผู้รับประทานอาหารทั่วไปพบว่าอัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก ความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัว เฟอร์เซนต์ไขมันในร่างกายและสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุดไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวของสองกลุ่มมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01



### งานวิจัยในต่างประเทศ

ในปี ค.ศ. 1968 เซฟพาค (Shephard 1968 : 272-278) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับเรื่องการตอบสนองในการฝึกหัด โดยใช้ความหนักของงาน ความถี่ และระยะเวลาในการออกกำลังกายเป็นตัวกำหนด ซึ่งการทดลองนี้ต้องการจะศึกษาถึงองค์ประกอบในการฝึกทั้ง 3 ประการ โดยใช้ผู้ทดลองจำนวน 39 คน มีอายุระหว่าง 19-41 ปี ซึ่งผู้ทดลองมีทั้งที่ออกกำลังกายประจำและออกกำลังน้อย แบ่งกลุ่มทดลองออกเป็น 27 กลุ่ม ทำการฝึกออกกำลังกายโดยใช้เครื่องลู่วิ่งเป็นระยะเวลา 3 ถึง 6 สัปดาห์ แล้วทำการทดสอบด้วยสเตปเทส (Step Test) วัดชีพจรนำมาเปรียบเทียบตารางประมาณค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดโดยโปรแกรมการทดลองจะกำหนดองค์ประกอบไว้ 3 ประการ คือ

- ความหนักของงานแบ่งเป็น 3 ระดับคือ 39% , 75% และ 96%
- ความถี่ในการฝึกแบ่งเป็น 3 ระดับคือ 1, 3, 5 วันต่อสัปดาห์
- ระยะเวลาในการฝึกแบ่งเป็น 3 ระดับคือ 5, 10 และ 20 นาที

แล้วนำองค์ประกอบทั้ง 3 มารวมกันจัดเป็นโปรแกรมการฝึกที่ไม่ซ้ำกัน จากผลการทดลองพบว่า ค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดที่เพิ่มขึ้นนั้นมีค่าความสัมพันธ์กับค่าทดสอบก่อนการทดลองเท่ากับ 0.39 ( $r = 0.39$ ) และมีความสัมพันธ์กับความหนักของงาน และความถี่ในการฝึกอย่างมีนัยสำคัญที่ .05 นอกจากนั้นยังพบว่าองค์ประกอบที่มีผลต่อการฝึกมากที่สุดคือ ความหนักของงาน แม้จะกำหนดความหนักของงานต่ำ (39%) ก็จะมีผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในการฝึก โดยเฉพาะหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 3-4 ความหนักของงานมีผลต่อโปรแกรมการฝึกทั้ง 75% และระยะเวลาในการฝึกไม่มีผลในการเปลี่ยนแปลง

ในปี ค.ศ. 1960 จอห์นสัน (Johnson 1969 : 93-97) ได้ทำการวิจัยเรื่อง ผลของการฝึกพลศึกษา 5 วัน กับ 2 หรือ 3 วันต่อสัปดาห์ที่มีต่อสมรรถภาพ ทักษะ ไชมันได้ผิวหนัง และการเจริญเติบโตของร่างกาย ผู้เข้ารับการทดลองเป็นนักเรียนชายและหญิงระดับมัธยมศึกษาตอนต้น จำนวน 741 คน อายุเฉลี่ย 14 ปี แบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ

กลุ่มที่ 1 ฝึกพลศึกษา 5 วันต่อสัปดาห์ (ชาย 151 หญิง 139)

กลุ่มที่ 2 ฝึกพลศึกษา 2 ถึง 3 วันต่อสัปดาห์ (ชาย 221 หญิง 239)

ทั้ง 2 กลุ่ม ทำการฝึกเป็นระยะเวลา 2 ปี ผลปรากฏว่า นักเรียนชายหญิงที่เรียนพลศึกษา 5 วันต่อสัปดาห์ มีสมรรถภาพทางกายดีกว่าและไขมันใต้ผิวหนังน้อยกว่านักเรียนชายหญิงที่เรียนวิชาพลศึกษา 2 ถึง 3 วันต่อสัปดาห์ และพบว่าน้ำหนักร่างกายและความสูงระหว่างกลุ่มทดลองทั้งสองไม่แตกต่างกัน

ในปีเดียวกัน ยีเกอร์ และบรินทีสัน (Yeager and Brynteson 1970 : 589-592) ได้ทำการวิจัยเรื่อง ผลของระยะเวลาการฝึกซ้อมที่มีต่อประสิทธิภาพการทำงานของหัวใจและหลอดเลือด ในนักศึกษาหญิงระดับอุดมศึกษา ผู้เข้ารับการทดลองจำนวน 18 คน แบ่งเป็น 3 กลุ่ม แต่ละกลุ่มใช้เวลาในการฝึก 10, 20 และ 30 นาที ตามลำดับ ฝึก 3 วันต่อสัปดาห์ เป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์ การฝึกในแต่ละกลุ่มให้อัตราการเต้นของหัวใจเท่ากับ 144 ครั้งต่อนาที โดยใช้จักรยานวัดงาน ก่อนและหลังการฝึกทำการทดสอบประสิทธิภาพของหัวใจและหลอดเลือดโดยวิธีของออสตรานด์ และทดสอบความสามารถในการทำงานของร่างกาย (PWC 170) ผลปรากฏว่า กลุ่มทดลองทั้ง 3 กลุ่ม มีการพัฒนาประสิทธิภาพการทำงานของหัวใจและหลอดเลือดเพิ่มขึ้น อย่างมีนัยสำคัญและพบว่าผลการทดสอบสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุดเพิ่มขึ้น 5, 5 และ 8 มิลลิลิตรต่อกิโลกรัมต่อนาที ในกลุ่มที่ฝึก 10, 20 และ 30 นาที ตามลำดับ และเวลาของความสามารถในการทำงานของร่างกายที่เพิ่มขึ้น 24, 50 และ 35 วินาทีตามลำดับ กลุ่มที่ฝึก 30 นาที ประสิทธิภาพการทำงานของหัวใจและหลอดเลือดเพิ่มขึ้นมากกว่ากลุ่มอื่นๆ

ในปี ค.ศ. 1970 ฟาเรีย (Faria 1970 : 44-50) ได้ทำการวิจัยเรื่อง - อิทธิพลของการออกกำลังกายโดยการฝึกที่ความหนักของงานต่างกัน ต่อประสิทธิภาพของระบบไหลเวียน ผู้เข้ารับการทดลองเป็นนักศึกษาระดับอุดมศึกษา จำนวน 40 คน เป็นผู้มีสุขภาพดี อายุเฉลี่ย 20-55 ปี แบ่งกลุ่มทดลองเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มละ 10 คน กลุ่มที่ 1 เป็นกลุ่มควบคุมอีก 3 กลุ่ม เป็นกลุ่มทดลองโดยให้ก้าวขึ้นลงบนม้าที่มีความสูง 17.5 นิ้ว ในอัตราความเร็ว 30 ก้าวต่อนาที ก้าวขึ้นลงบนม้าจนอัตราการเต้นของหัวใจเท่ากับ 120-130, 140-150 และ 160-170 ครั้งต่อนาทีตามลำดับ ฝึกสัปดาห์ละ 5 วัน เป็นเวลา 4 สัปดาห์ ผลปรากฏว่ากลุ่มที่มีการฝึกจนอัตราการเต้นของหัวใจเท่ากับ 140-150 และ 160-170 ครั้งต่อนาที ประสิทธิภาพของระบบไหลเวียนโลหิตเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 แต่ไม่มีความแตกต่างระหว่างกลุ่มทั้งสอง กลุ่มที่ฝึกจนอัตราการเต้นของหัวใจเท่ากับ 120-130 ครั้งต่อนาที ประสิทธิภาพของระบบไหลเวียนไม่เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ดังนั้นการเพิ่มประสิทธิภาพของระบบไหลเวียนโลหิตจะต้องฝึกซ้อมในงานระดับหนัก และการพัฒนาดังกล่าวจะสัมพันธ์กับความหนักของงานที่ให้ฝึก

ในปีเดียวกัน ทูชิ (Tooshi 1970 : 4533-4534) ได้ทำการวิจัยเรื่อง ผลของการฝึกความอดทนในช่วงระยะเวลาต่างกันต่อระดับไขมันในเลือด สัดส่วนของร่างกายและสมรรถภาพทางกายของชายวัยผู้ใหญ่ ผู้เข้ารับการทดลองเป็นชาย อายุ 27 ถึง 54 ปี จำนวน 24 คน แบ่งกลุ่มทดลองเป็น 3 กลุ่ม และกลุ่มควบคุม 1 กลุ่ม

กลุ่มที่ 1 ฝึก 15 นาที

กลุ่มที่ 2 ฝึก 30 นาที

กลุ่มที่ 3 ฝึก 45 นาที

กลุ่มควบคุม ไม่ได้รับการฝึกใดๆ

โปรแกรมการฝึกประกอบไปด้วยการเดิน วิ่งเหยาะ และการวิ่งโตดฝึก 5 วันต่อสัปดาห์ เป็นระยะเวลา 20 สัปดาห์ ผลปรากฏว่า การฝึกที่ใช้เวลานาน 45 นาที มีผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญของระดับไขมันในเลือด และไขมันของร่างกายขณะที่การฝึกระยะเวลา 15 และ 30 นาที ไม่ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลง และการฝึกที่ใช้เวลานาน 30 และ 45 นาที มีผลต่อสมรรถภาพของระบบไหลเวียนโลหิต และสมรรถภาพทางกลไกมากกว่าการฝึกด้วยระยะเวลาเพียง 15 นาที

ในปี ค.ศ. 1971 ดาวิร์ และนิม (Davies and Knibbs 1971 : 299-305) ได้ศึกษาถึงการกระตุ้นในการฝึก โดยใช้ความหนักของงานความถี่ และระยะเวลาในการฝึกเป็นตัวกำหนดที่จะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด โดยใช้นักศึกษาพลศึกษา จำนวน 28 คน มีอายุระหว่าง 18-38 ปี แบ่งเป็น 28 กลุ่ม เป็นกลุ่มทดลอง 27 กลุ่ม และกลุ่มควบคุม 1 กลุ่ม ทำการฝึกโดยใช้จักรยานวัดงานเป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ ตามโปรแกรมการทดลองที่กำหนดองค์ประกอบไว้ คือ

- ความหนักของงานแบ่งเป็น 3 ระดับคือ 30%, 50% และ 80%
- ความถี่ในการฝึกแบ่งเป็น 3 ระดับคือ 1, 3 และ 5 วันต่อสัปดาห์

ระยะเวลาในการฝึกแบ่งเป็น 3 ระดับคือ 5, 10 และ 20 นาที แล้วนำองค์ประกอบทั้ง 3 มารวมกันจัดเป็นโปรแกรมการฝึกเฉพาะกลุ่มแล้วทำการทดสอบหลังจากสัปดาห์ที่ 8 ทำการวัดค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด พบว่าความหนักของงานเป็นองค์ประกอบที่สำคัญที่จะทำให้ผลการฝึกเพิ่มขึ้นในโปรแกรมการฝึกที่ให้ความหนักของงาน 30% และ 50% นั้นจะทำให้ผลการฝึกเพิ่มขึ้นน้อยหรือเกือบไม่เพิ่มเลย และความถี่และระยะเวลาในการฝึกนั้นไม่มีผลต่อการฝึก แต่จากการศึกษา

พบว่าค่าเฉลี่ยของผลการฝึกเพิ่มขึ้นน้อยนั้น เนื่องมาจากกลุ่มผู้ทดลอง เป็นนักศึกษาพลศึกษา ซึ่งโปรแกรมการฝึกบางโปรแกรมนั้นไม่มีความหนักของงานพอที่จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของร่างกาย

ในปี ค.ศ. 1972 วอร์แชม (Worsham 1972 : 1012-A) ได้ทำการวิจัยเรื่องผลของความถี่ของการฝึกที่มีต่อสมรรถภาพทางกายบางด้านของนักศึกษาชาย ผู้เข้ารับการทดลองเป็นนักศึกษาชาย จำนวน 42 คน อายุระหว่าง 18-24 ปี แบ่งเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มควบคุม 1 กลุ่ม และกลุ่มทดลอง 2 กลุ่ม

- กลุ่มที่ 1 กลุ่มควบคุม ไม่ต้องฝึก
- กลุ่มที่ 2 กลุ่มทดลองออกกำลังกาย ครั้งละ 10 นาที 4 ครั้งต่อสัปดาห์
- กลุ่มที่ 3 กลุ่มทดลองออกกำลังกาย ครั้งละ 20 นาที 2 ครั้งต่อสัปดาห์

กลุ่มทดลองทั้งสองกลุ่มออกกำลังกายโดยการขี่จักรยานให้อัตราชีพจรเท่ากับ 75 เปอร์เซ็นต์ของผลต่างของอัตราชีพจรขณะพักและอัตราชีพจรสูงสุด ทำการฝึกเป็นเวลา 6 สัปดาห์ ผลปรากฏว่าการออกกำลังกายโดยให้ชีพจรอยู่ระดับ 75 เปอร์เซ็นต์ ของผลต่างระหว่างอัตราชีพจรขณะพักและอัตราชีพจรสูงสุด ครั้งละ 20 นาที 2 ครั้งต่อสัปดาห์ และครั้งละ 10 นาที 4 ครั้งต่อสัปดาห์ เป็นเวลา 6 สัปดาห์ เพียงพอที่จะก่อให้เกิดการพัฒนาสมรรถภาพของระบบไหลเวียนโลหิต (Cardiovascular Fitness) และพบว่าโปรแกรมการฝึกทั้งสองแบบนี้ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

ในปี ค.ศ. 1974 นอร์ดิส (Nordisjo 1974 : 3) ได้ทำการศึกษาวิจัยเรื่องผลการกำหนดปริมาณการฝึกที่แตกต่างกันที่มีต่อความสามารถในการทำงานช่วงสั้น และช่วงยาว โดยใช้ผู้ทดลองเพศชายที่มีอายุระหว่าง 20-26 ปี จำนวน 27 คน ทำการฝึกขี่จักรยานวัดงานตามโปรแกรมฝึกเฉพาะกลุ่ม ซึ่งแบ่งกลุ่มทดลองออกเป็น 27 กลุ่ม องค์ประกอบการจัดโปรแกรมการฝึก ประกอบด้วย

- ความหนักของงาน 3 ระดับ คือ 50% , 75% และ 100%
- ความถี่ในการฝึกแบ่งเป็น 3 ระดับ คือ 1, 3 และ 5 วันต่อสัปดาห์
- ระยะเวลาในการฝึกแบ่งเป็น 3 ระดับคือ 5, 10 และ 20 นาที

แล้วนำองค์ประกอบแต่ละอันมารวมจัด เป็นโปรแกรมฝึกเฉพาะกลุ่มหลังจากทำการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และ 8 ก็จะมีการทดสอบเพื่อวัดความสามารถในการทำงาน โดยทำการทดสอบการทำงานช่วง

สั้นจะใช้เวลา 6 นาที และการทำงานช่วงยาวจะใช้เวลา 90 นาที วัดออกมาเป็นค่าความสามารถในการทำงานสูงสุด ( $W_{max} \times X_{min}$ ) แล้วคำนวณออกมาเป็นค่าสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุดจากผลการทดลองพบว่า องค์ประกอบที่สำคัญที่มีผลต่อการฝึกมากที่สุดคือ ความหนักของงานแต่ความถี่และระยะเวลาในการฝึกก็มีผลทำให้เกิดความแตกต่างในการฝึกอย่างมีนัยสำคัญและพบว่าโปรแกรมการฝึกที่ดีที่สุดคือ โปรแกรมที่มีองค์ประกอบ ความหนักของงาน ความถี่และระยะเวลาในการฝึกที่ระดับสูงสุด

และในปีเดียวกัน เหลียง และคณะ (Liang, et al 1974 : 7708-A 7709-A) ได้ทำการศึกษาถึงผลการกำหนดความแตกต่างของความหนักของงาน ระยะเวลาและความถี่ในการฝึกที่มีต่อความสามารถแบบอากาศนิยม มีผลต่อกายภาพและชีวภาพ โดยมีจุดประสงค์ที่จะศึกษาผลการฝึกที่กำหนดองค์ประกอบในการฝึกที่มีระดับต่างกันคือ ความหนักของงาน 40% และ 60% ความถี่ในการฝึก 3 วันต่อสัปดาห์ และระยะเวลาในการฝึก 15, 30 45 และ 60 นาทีต่อวัน โดยใช้ผู้ทดลองเป็นนักศึกษาชาย จำนวน 28 คน มีอายุระหว่าง 19-26 ปี ทำการฝึกตามโปรแกรมการฝึกเฉพาะบนเครื่องลูกลเป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์ แล้วทำการทดสอบค่าสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุดและทดสอบเลือดเพื่อวัดทางชีวภาพต่างๆ จากผลการทดสอบพบว่า ความหนักของงานและระยะเวลาในการฝึกไม่ทำให้ผลการฝึกต่างๆ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

ในปี ค.ศ. 1975 บัวชาร์ค และคณะ (Bouchard, et al.1975 : 28-39) ได้ศึกษาเรื่ององค์ประกอบในการฝึกคือ ความหนักของงาน ความถี่ ระยะเวลาในการฝึก และ Interaction ที่มีต่อสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุด โดยใช้ผู้ทดลองเพศชายที่มีการออกกำลังกายน้อย จำนวน 275 คน มีอายุระหว่าง 18-30 ปี แบ่งกลุ่มทดลองออกเป็น 36 กลุ่ม ทำการฝึกตามโปรแกรมการฝึกเฉพาะโดยใช้อัจกรยานวัดงานระยะเวลา 8 สัปดาห์ ตามโปรแกรมการทดลองที่กำหนดองค์ประกอบ คือ

- ความหนักของงานแบ่งเป็น 3 ระดับ คือ 30%, 55% และ 80%
- ความถี่ในการฝึกแบ่งเป็น 4 ระดับ คือ  $\frac{1}{2}$ , 1, 3 และ 5 วันต่อสัปดาห์
- ระยะเวลาในการฝึก คือ 5, 10 และ 20 นาที

นำองค์ประกอบทั้งสามมารวมจัดโปรแกรมการฝึกหลังจากการฝึกสัปดาห์ที่ 8 ก็ทำการทดสอบค่า PWC

แล้วนำมา เปลี่ยน เป็นค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด ตามตารางออสตรานต์ จากผลการทดลอง พบว่า ความหนักของงานและระยะเวลาในการฝึก ทำให้ผลการฝึกมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับ .01 และพบว่าความถี่ของการฝึกจะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงที่เพิ่มขึ้นของการฝึกมากกว่า 60% ซึ่งจะมีอิทธิพลในการฝึกมากกว่าความหนักของงาน

ในปีเดียวกัน สเวนสัน และคอนลี (Swenson and Conlee 1979 : 323) ได้ ทำการวิจัยเรื่อง ผลของความหนักของงานในการออกกำลังกายที่มีต่อสัดส่วนของร่างกายของชาย วิทยาลัยใหญ่ จุดมุ่งหมายของการวิจัยนี้ เพื่อศึกษาถึงผลของการใช้ความหนักของงานในการออกกำลังกาย ที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงสัดส่วนของร่างกายชายวิทยาลัยใหญ่ ผู้เข้ารับการทดลอง เป็นอาสาสมัครชาย- จำนวน 15 คน แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ฝึกจักรยานวันละ 45 นาที 5 วันต่อสัปดาห์ เป็นเวลา 12 สัปดาห์ โดยกลุ่มที่ 1 ออกกำลังกายที่งานเบา (540 กิโลปอนด์เมตรต่อนาที) กลุ่มที่ 2 ออกกำลังกายที่งานหนัก (900 กิโลปอนด์เมตรต่อนาที) ทั้งสองกลุ่มถูกขอรับรองให้รับประทานอาหารตามปกติ ตลอดเวลาที่ทดลอง จากผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมชี้ให้เห็นว่าทั้งสองกลุ่ม ไขมันลดลง อย่างมีนัยสำคัญ แต่ร่างกายส่วนปลอดไขมันไม่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญ และปริมาณไขมัน ที่ลดลงของทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกัน แสดงให้เห็นว่าไขมันที่ลดลงไปไม่ได้ขึ้นอยู่กับความหนักของงาน

โยริโกะ อโตมิ และคณะ (Atomi, et al. 1978 : 3-9) ได้ศึกษาผลของความถี่ และความหนักของงานในการฝึกความสามารถในการทำงานแบบอากาศนิยมของสตรีวัยรุ่น การวิจัย ครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อตัดสินว่า ความสัมพันธ์ระหว่างความหนัก และความบ่อยในการฝึกที่สามารถ พัฒนาความสามารถการทำงานแบบอากาศนิยมในสตรีวัยรุ่นอายุ 18-20 ปี แบ่งระดับความสามารถ ในการจับออกซิเจนสูงสุด เป็น 5 ระดับ แล้วสุ่มออกเป็น 4 กลุ่ม ฝึกที่ระดับของงาน 2 กลุ่ม และ ความถี่ 2 กลุ่ม ดังนี้

กลุ่มที่ 1 ความหนัก 80% ของ Max  $VO_2$  ฝึก 4 ครั้งต่อสัปดาห์

กลุ่มที่ 2 ความหนัก 80% ของ Max  $VO_2$  ฝึก 2 ครั้งต่อสัปดาห์

กลุ่มที่ 3 ความหนัก 60% ของ Max  $VO_2$  ฝึก 4 ครั้งต่อสัปดาห์

กลุ่มที่ 4 ความหนัก 60% ของ Max  $VO_2$  ฝึก 2 ครั้งต่อสัปดาห์

ฝึกครั้งละ 10 นาที เป็นเวลา 8 สัปดาห์ โดยการฝึกจักรยานวัดงาน 50 รอบต่อนาที พบว่ามีความ เปลี่ยนแปลงของความสามารถในการจับออกซิเจนสูงสุดทุกกลุ่ม และมีความแตกต่างของความ เปลี่ยน

แปลงความสามารถในการจับออกซิเจนสูงสุดระหว่างกลุ่ม แสดงว่าความหนักของงานมีผลต่อความสามารถในการจับออกซิเจนสูงสุด อัตราการเต้นของหัวใจลดลงอย่างมีนัยสำคัญที่งานระดับเกือบสูงสุด (300 และ 450 กิโลปอนด์เมตรต่อนาที) ในทุกกลุ่ม แต่ในกลุ่มที่ฝึกมากครั้งใน 1 สัปดาห์ มีการเปลี่ยนแปลงสูงกว่ากลุ่มอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญ