



วรรณคดีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยได้รวบรวมเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษา เรื่องผลของการกำหนด ความหนักของงาน ความถี่และระยะเวลาการฝึกที่แตกต่างกันที่มีผลต่อสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุด ซึ่งเป็นทั้งแนวความคิด ทฤษฎี และการวิจัยไว้ดังนี้

ผลการออกกำลังกาย การออกกำลังกายอย่างสม่ำเสมอ ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของระบบการทำงานของร่างกาย และเป็นประโยชน์โดยตรงต่อระบบไหลเวียนโลหิต ระบบหายใจ ระบบย่อยอาหารและระบบขับถ่าย (จรรยาพร ชรินทร์ 2520 : 6)

ระบบไหลเวียนโลหิต มีหน้าที่สำคัญคือ การนำออกซิเจนไปให้กล้ามเนื้อใช้ รวมทั้งการนำของเสียกลับออกมาจากกล้ามเนื้อด้วย ความทนทานในการทำงานของกล้ามเนื้อขึ้นอยู่กับการทำงานของระบบไหลเวียนเลือด เมื่อกล้ามเนื้อออกกำลังทำงาน ระบบไหลเวียนจึงต้องเพิ่มการทำงานขึ้นด้วย เพื่อสนองตอบความต้องการของกล้ามเนื้อ (ชูศักดิ์ เวชแพทย 2525 : 14)

ผลการออกกำลังกายต่อระบบไหลเวียนโลหิต การสูดฉีดโลหิตของร่างกาย การไปวิษ (Karpovich 1959 : 181) กล่าวว่า ปริมาณโลหิตที่หัวใจบีบตัวแต่ละครั้ง (Stroke Volume) ของนักกีฬาที่ออกกำลังกายอยู่เสมอ จะมีปริมาณมากกว่าผู้ที่ไม่ได้ออกกำลังกาย

อัตราการเต้นของหัวใจของคนที่ออกกำลังกายอยู่เสมอ จะต่ำกว่าคนที่ไม่ได้ออกกำลังกาย (ชูศักดิ์ เวชแพทย 2524 : 14) กล่าวว่าขณะที่อัตราการเต้นของหัวใจคนปกติมีค่าเฉลี่ยประมาณ 72 ครั้งต่อนาที และในคนออกกำลังกายอยู่เสมอ จะต่ำกว่าคือประมาณ 55 ครั้งต่อนาที Stroke Volume ของคนธรรมดาประมาณ 65 มิลลิเมตร และ Stroke Volume ของคนที่ออกกำลังกายอยู่เสมอประมาณ 80-90 มิลลิเมตร จำนวนเลือดที่ส่งออก

จากหัวใจทอนาที (Cardiac Output C.O.) ในขณะพักก็จะทอ ๆ กัน (อนันต์  
อักษ 2520 : 26) จากถวรค่านวณ

$$C.O = \text{Heart Rate} \times \text{Stroke Volume}$$

$$\text{คนธรรมดา} = 72 \times 65 = 4680 \text{ ml/min}$$

$$\text{คนออกกำลังกายอยู่เสมอ} = 55 \times 80 = 4400 \text{ ml/min}$$

แต่ในขณะที่ออกกำลังกาย C.O. ของผู้ที่ออกกำลังกายอยู่เสมอจะมากกว่าคน  
ธรรมดา เนื่องจากอัตราการเต้นของหัวใจและ Stroke volume ของผู้ที่ออกกำลังกาย  
อยู่เสมอจะมากกว่าคนธรรมดา ทั้งจะเห็นได้จากตารางที่ 1 (อนันต์ อักษ 2520 : 24)

ตารางที่ 1 การเปรียบเทียบการทำงานของหัวใจ ในขณะพักและออกกำลังกาย  
สูงสุด (Rest/Maximal) ของผู้ที่ออกกำลังกายอยู่กับคนปกติ

	ปริมาณเลือดที่ส่งออกจากหัวใจ	อัตราการเต้นหัวใจ	ปริมาณเลือดที่หัวใจบีบตัว
	(ลิตร/นาที)	(ครั้ง/นาที)	(มิลลิลิตร/ครั้ง)
คนปกติ	5.0/20.0	72/180	70/100
คนออกกำลังกายเสมอ	5.0/38.0	42/190	120/200

การออกกำลังกายทำให้หัวใจเต้นเร็ว แรง เนื่องจากยประสาท Sympathetic  
ที่ S.A. Node (Sino-Atrial Node) กระตุ้นให้หัวใจทำงานมากขึ้น ทำให้ C.O.  
มากขึ้น เนื่องจากร่างกายต้องการโลหิตไปเลี้ยงกล้ามเนื้อมากขึ้น (อนันต์ อักษ  
2526 : 38) การออกกำลังกายเบา อัตราการเต้นของหัวใจประมาณ 100-120 ครั้ง/นาที  
การออกกำลังกายปานกลาง อัตราการเต้นของหัวใจจะประมาณ 120-140 ครั้ง/นาที และ  
ในการออกกำลังกายหนัก อัตราการเต้นของหัวใจจะประมาณ 140-170 ครั้ง/นาที

ดังนั้น ในการ ออกกำลังกายแต่ละครั้ง อัตราการ เต้นของหัวใจจะ เพิ่มขึ้น เป็น สัดส่วนกับความหนักของงาน เพราะเมื่อออกกำลังกายปริมาณของออกซิเจนที่ไ้จะ เพิ่มขึ้น สัมพันธ์กับปริมาณการ สูบฉีดโลหิตของหัวใจ ซึ่งสามารถคำนวณ ได้จาก ความหนักของงาน เกือบสูงสุด (Submaximal Work Load) โดยวิธีวัดการ เต้นของหัวใจในภาวะอยู่พัก (Astrand and Rodahl 1977 : 189) ดังนั้นการ ออกกำลังกายสามารถ ควบคุม ความหนักของงานได้โดยใช้อัตราการ เต้นของหัวใจ เป็น เกณฑ์ จากการ ทดลองของ เฮลเลอร์ สเตน และ แอดเดอร์ (Hellerstein and Adder) พบว่า อัตราการ เต้นของหัวใจสูงสุด นั้นมีความสัมพันธ์โดยตรงกับปริมาณการ ใช้ออกซิเจน เปอร์ เซนต์ของอัตราการ เต้นของหัวใจ สูงสุดเป็นสัดส่วนโดยตรงกับองคประกอบ เปอร์ เซนต์ของการ ใช้ออกซิเจนสูงสุด

หลักสรีรวิทยาในการฝึกซ้อม (Physiological Principles of Training)  
หลักการฝึกซ้อม เพื่อ เสริมสมรรถภาพที่สำคัญดังนี้

1. การทำให้ความคงที่ในร่างกายเปลี่ยนแปลงไป (Homeostasis) การทำงานมากขึ้น เป็นการรบกวนและทำให้ความคงที่ในร่างกาย เปลี่ยนแปลงไปเพราะเมื่อร่างกายทำงานและต้องการพลังงานในระดับหนึ่ง ระบบความคงที่ในร่างกายก็พยายามปรับ ร่างกายให้เข้ากับสภาพการอยู่เสมอ เพื่อที่จะคงสภาพของความคงที่ในร่างกาย
2. การปรับตัวที่ก่อให้เกิดความถาวรและความเคยชิน (Chronic Adaptation) ร่างกายถูกรบกวนความคงที่ในร่างกาย อยู่เสมอ เนื่องจากการออกกำลังกาย ดังนั้นร่างกายจะปรับตัวให้เกิดความเคยชิน และทนต่อการ เปลี่ยนแปลงของการทำงานอวัยวะต่าง ๆ ภายในร่างกาย
3. การฝึกนั้นจะต้อง เป็นสิ่งเร้าที่เพียงพอ ที่จะทำให้โครงสร้างของอวัยวะภายในเปลี่ยนแปลง (Overload Principle) ถ้าสิ่งเร้าหรือปริมาณการฝึกน้อยเกินไปจะไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงของอวัยวะต่าง ๆ และถ้าสิ่ง เร้าหรืองานมากเกินไปก็ไม่ได้ เพิ่มประสิทธิภาพ ความปริมาณของสิ่ง เร้า ซอนี้จะเป็นไปตามกฎการไ้และไมไ้และคำนึงถึงปริมาณ การฝึกซ้อมที่มีองคประกอบคือ

1. ความหนักของงาน เพราะการทำงานของร่างกายทุกอย่าง อัตราการ เต้นของหัวใจจะ เพิ่มขึ้น เป็นสัดส่วนกับความหนักของงาน ซึ่งในการ ออกกำลังกายสามารถ ควบคุม

ความหนักของงานได้ โดยใช้อัตราการ เต้นของหัวใจ เป็นเกณฑ์

2. ระยะเวลาในการฝึก เป็นองค์ประกอบที่สัมพันธ์แบบปฏิภาคกับความหนักของงานคือ ในระดับความหนักของงานสูงจะสามารถทำได้ในระยะเวลาสั้น และเมื่อระยะเวลาฝึกยาวนาน ระดับความหนักของงานก็ลดลง ซึ่งการกำหนดระยะเวลาการฝึกจะมีส่วนสำคัญทำให้เกิดการ เปลี่ยนแปลงที่เพิ่มขึ้นด้วย

3. ความถี่ในการฝึก สำหรับผู้ที่ไม่เคยได้รับการฝึก ควรจะเริ่มการฝึกวันเว้นวัน ด้วยระดับความหนักของงานที่ต่ำเพื่อลดอันตรายที่จะเกิดกับกล้ามเนื้อ แล้วจึงเพิ่มจำนวนขึ้นทีละน้อย (Alan and Thomas 1980 : 14) การเข้าร่วมโปรแกรมฝึกแต่ละสัปดาห์นั้นจะต้องมีความสม่ำเสมอเพียงพอที่จะเกิดการ เปลี่ยนแปลงในการฝึก (Bud Getchell 1934 : 93) เพื่อที่จะให้ร่างกายเกิดความเคยชิน

### งานวิจัยในประเทศไทย

ในปี พ.ศ. 2514 สมชาย ประเสริฐศิริพันธ์ (2514 : ก) ได้ศึกษาเรื่องการจัดออกซิเจนสูงสุดของร่างกายในขณะที่ออกกำลังกาย ซึ่งคำนวณได้ตามหลักเกณฑ์ของออสตรานด์ เพื่อเปรียบเทียบกับผลที่ได้จากการวิเคราะห์อากาศหายใจที่เก็บไว้ในขณะออกกำลังกาย ในที่อุณหภูมิต่างกัน ผู้รับการทดลอง เป็นนิสิตชาย 6 คน ให้ออกกำลังกายแบบจักรยานวงกมในห้องปรับอุณหภูมิและความชื้นได้ต่าง ๆ กัน โดยใช้น้ำหนักดวงที่เหมาะสม จับชีพจรจนถึงภาวะคงตัว แล้วจึง เติมน้ำหนักดวงจนถึงขีดสูงสุดที่เหมาะสม ให้เทียบต่อไปจนอัตราการเต้นถึง 180 ครั้ง/นาที เก็บอากาศหายใจออกขณะออกกำลังกายไปวิเคราะห์หาปริมาณออกซิเจนที่ร่างกายใช้ทั้งหมด นำผลค่าสมรรถภาพการจับออกซิเจนการจับออกซิเจนสูงสุดของร่างกายที่อุณหภูมิ 20° ซ. กับ 30° ซ. มาเปรียบเทียบก็มีความแตกต่างกัน เพียงเล็กน้อย และไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ที่อุณหภูมิ 40° ซ. สมรรถภาพทางการจับออกซิเจนลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ค่าการใช้ออกซิเจนจากผลการออกกำลังกายที่อุณหภูมิ 30° ซ. น้อยกว่าที่อุณหภูมิ 20° ซ. กับ 40° ซ. แต่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ วิธีการของออสตรานด์อาจไม่เหมาะสมกับการทดสอบเพื่อวัดสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุดของร่างกายในขณะที่อุณหภูมิ 40° ซ. แต่อาจจะใช้คู่กับการทดสอบในอุณหภูมิ 20° ซ. ถึง 30° ซ.

ปี พ.ศ. 2517 นันทิยา พงษ์พงศ์ (2517 : ก) ได้ศึกษาเกี่ยวกับเรื่องการ  
 จักอัตราชีพที่เหมาะสมกับความหนักของระดับงานต่าง ๆ ในการทดสอบความสมบูรณ์ของ  
 ร่างกายด้วยการวัดจักรยานวัดงาน ผู้รับการทดลอง 40 คน แบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม ทดสอบ  
 คนละ 4 ครั้ง ใช้อัตราชีพ 30, 40, 50 และ 60 รอบต่อนาที กลุ่มที่ 1 ทำงาน 450  
 กิโลปอนด์เมตรต่อนาที กลุ่มที่ 2, 3 และ 4 ทำงาน 600, 750 และ 900 กิโลปอนด์  
 เมตรต่อนาที ผลปรากฏว่าการทำงานด้วยปริมาณงานเท่ากันแต่อัตราการรอบชีพต่างกัน อัตรา  
 การเต้นของหัวใจในภาวะคงที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 การใช้อัตราชีพจนถึง  
 30 รอบต่อนาที ไม่ควรนำมาใช้ในการทดสอบจักรยานวัดงานไม่ว่าจะใช้ปริมาณงานเท่าใด  
 เพราะทำให้ได้ผลต่ำกว่าความเป็นจริง การใช้อัตราชีพ 40 รอบต่อนาที เป็นอัตราชีพ  
 ที่พอเหมาะเมื่อใช้กับงานไม่มาก (450 - 470 กิโลปอนด์เมตรต่อนาที) แต่ไม่เหมาะด้วย  
 งาน 900 กิโลปอนด์เมตรต่อนาที การใช้อัตราชีพ 50 รอบต่อนาทีเป็นอัตราที่เหมาะด้วย  
 งานทุกระดับตั้งแต่ 450 - 9900 กิโลปอนด์เมตรต่อนาที

ในปี พ.ศ. 2526 ชนิษฐา พูลสวัสดิ์ (2526 : ค) ได้ทำการวิจัยเรื่อง "การ  
 เปรียบเทียบผลการออกกำลังกายโดยการวิ่งเหยาะ ๆ กับการขี่จักรยานอยู่กับที่ ที่มีต่อสมรรถภาพ  
 ทางกาย ผู้เข้ารับการทดลองเป็นเพศชาย จำนวน 20 คน แบ่งออกเป็น สองกลุ่ม กลุ่มที่ 1  
 ฝึกวิ่งเหยาะ กลุ่มที่ 2 ขี่จักรยาน ทั้งสองกลุ่มฝึกโดยให้ความหนักของงานเท่ากับ 70 เปอร์เซ็นต์  
 ของอัตราการเต้นสูงสุดของหัวใจ ทำการฝึกครั้งละ 20 นาที 3 ครั้งต่อสัปดาห์ เป็นเวลา 8  
 สัปดาห์ ทดสอบสมรรถภาพทางกายก่อนและหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 2, 4, 6 และสิ้นสุดโปรแกรม  
 ในสัปดาห์ที่ 8 ผลปรากฏว่าการฝึกขี่จักรยานอยู่กับที่และฝึกวิ่งเหยาะมีผลทำให้อัตราการเต้น  
 ของหัวใจขณะพัก เปอร์เซ็นต์ไขมันของร่างกาย และความดันของหัวใจบีบตัว ลดลงอย่างมีนัย  
 สำคัญที่ระดับ .01 ส่วนความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัวไม่มีการเปลี่ยนแปลง และยังทำให้  
 สมรรถภาพในการจับออกซิเจนสูงสุดเพิ่มขึ้น และพบว่ากลุ่มขี่จักรยาน และกลุ่มวิ่งเหยาะ มี  
 สมรรถภาพทางกายไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

ในปีเดียวกัน อภิชาติ รัชกาล (2526 : ง) ได้ทำการวิจัยเรื่อง "การ เปรียบ  
 เติบสมรรถภาพทางกายของคนวัยผู้ใหญ่ที่ออกกำลังกายแบบต่าง ๆ" โดยศึกษาถึงผลของการ



ออกกำลังกายที่ความหนักของงานระดับต่าง ๆ และผลของการหยุดออกกำลังกาย ที่มีผลต่อสมรรถภาพทางกายของคนวัยผู้ใหญ่ ซึ่งมีอายุระหว่าง 30 - 45 ปี ประกอบอาชีพที่ใช้กำลังกายน้อยจำนวน 35 คน แบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม แต่ละกลุ่มออกกำลังกายด้วยวิธีจักรยานอยู่กับที่ 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 เปอร์เซ็นต์ ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด 6 สัปดาห์ กลุ่มทดลองฝึกออกกำลังกายวันละ 15 นาที 3 วันต่อสัปดาห์ เป็นระยะเวลา 14 สัปดาห์ กลุ่มควบคุมไม่มีการออกกำลังกายใด ๆ ผลปรากฏว่าสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุด อัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก ความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัว เปอร์เซ็นต์ไขมันของร่างกาย ความจุปอด ของกลุ่มที่ 2 และกลุ่มที่ 3 มีการพัฒนาเปลี่ยนแปลงดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 แต่สมรรถภาพที่เพิ่มขึ้นทั้งสองกลุ่มไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ และจากการวัดซ้ำของกลุ่มฝึกออกกำลังกาย 8 สัปดาห์แล้วหยุด พบว่าเมื่อสิ้นสุดการออกกำลังกาย 8 สัปดาห์ สมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุด ความจุปอด และ เปอร์เซ็นต์ไขมันของร่างกายมีการพัฒนาเปลี่ยนแปลงดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 เช่นเดียวกับ อัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก มีการพัฒนาเปลี่ยนแปลงดีขึ้น อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 เช่นเดียวกับอัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก มีการพัฒนาเปลี่ยนแปลงดีขึ้น อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 และเมื่อหยุดออกกำลังกายนานเกิน 4 สัปดาห์ขึ้นไป สมรรถภาพทางกายต่าง ๆ ที่ขั้นนั้น จะเสื่อมลงจากเมื่อสิ้นสุดการออกกำลังกายอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01

ในปี พ.ศ. 2528 อุไร พรหมมา (2528 : ข) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลการฝึกความอดทนแบบอนาโรบิก (Anaerobic) ทั่วความหนักของงานสูงสุด โดยใช้เวลาต่างกัน ผู้รับการทดลองเป็นนักเรียนชายโรงเรียนเทศบาล ที่ไม่เป็นนักกีฬาหรือผู้ที่อยู่ในระหว่างฝึกซ้อมกีฬาใด ๆ มีอายุระหว่าง 15-18 ปี จำนวน 40 คน แบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 4 กลุ่ม ทำการฝึกด้วยจักรยานวัดงานที่มีความเร็วสายพาน 0.067 กิโลเมตรต่อชั่วโมงที่หนัก 1 กิโลกรัม โดยใช้อัตราเร่งสูงสุด กลุ่มที่ 1 ฝึกเที่ยวละ 20 วินาที กลุ่มที่ 2 ฝึกเที่ยวละ 30 วินาที กลุ่มที่ 3 ฝึกเที่ยวละ 40 วินาที ทุกกลุ่มมีปริมาณงานต่อสัปดาห์เท่ากัน ส่วนกลุ่มที่ 4

ไม่มีการควบคุมการฝึก ใ้ระยะเวลาฝึก 6 สัปดาห์ แล้วนำการทดสอบความสามารถของ  
 ทุกกลุ่มก่อนและหลังการฝึก 4 รายการ คือ วินเกต แอนแอโรบิก เทส (Wingate  
 Anaerobic Test) วิ่งเร็ว 300 เมตร วิ่งเร็ว 80 เมตร และเป็นกระโดดสูงและ  
 เหน้ 10 ครั้ง นำข้อมูลที่ได้ไปมาทำการวิเคราะห์ โดยการหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบน  
 มาตรฐาน วิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมทางเดียว (One-Way Analysis of Co-  
 Variance) และเปรียบเทียบรายคู่โดยวิธีของกินแดน (Duncan's Multiple  
 Range Test) ผลปรากฏว่า สมรรถภาพแบบอนาการคินิยมแบบเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นในกลุ่มที่ 1, 2,  
 3 ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 ความสามารถของการขึ้นกระโดดสูงและ  
 เหน้ 10 ครั้ง เพิ่มขึ้นในกลุ่มที่ฝึก 20, 30 วินาทีอย่างมีนัยสำคัญที่ .05 และการฝึกทั้ง 3 แบบ  
 สามารถเพิ่มความอดทนแบบอนาการคินิยม แต่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่  
 ระดับ .05

#### งานวิจัยของต่างประเทศ

ในปี ค.ศ. 1968 เชฟพาค (Shephard 1968 : 272-278) ได้ทำ  
 การศึกษาเกี่ยวกับเรื่อง การสนองตอบในการฝึกหัด โดยใช้ความหนักของงาน ความถี่และ  
 ระยะเวลาในการออกกำลังกายเป็นตัวกำหนด ซึ่งการทดลองนี้ต้องการจะศึกษาถึงองค์ประกอบ  
 ในการฝึกทั้ง 3 ประการ โดยใช้ผู้ทดลองจำนวน 39 คน มีอายุระหว่าง 19-41 ปี ซึ่งผู้ทดลอง  
 มีทั้งที่ออกกำลังกายประจำและออกกำลังกายน้อย แบ่งกลุ่มทดลองออกเป็น 27 กลุ่ม ทำการฝึก  
 ออกกำลังกายโดยใช้เครื่องลูกล เป็นระยะเวลา 3 ถึง 6 สัปดาห์ แล้วทำการทดสอบด้วย  
 สเตปเทส (Step Test) วิธีพิจารณามาเทียบตารางประมาณค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจน  
 สูงสุด โดยโปรแกรมการทดลองจะกำหนดองค์ประกอบไว้ 3 ประการคือ

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

แล้วนำองค์ประกอบทั้ง 3 มารวมกันจึงเป็นโปรแกรมการฝึกที่ไม่ซ้ำกัน จากผลการ  
 ทดลองพบว่า ค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดที่เพิ่มขึ้นนั้นมีความสัมพันธ์กับความทดสอบก่อน

การทดลองเท่ากับ 0.39 ( $r = 0.39$ ) และมีความสัมพันธ์กับความหนักของงานและความถี่ในการฝึกอย่างมีนัยสำคัญที่ .05 นอกจากนี้ยังพบว่า องค์ประกอบที่มีผลต่อการฝึกมากที่สุดคือ ความหนักของงาน แม้จะกำหนดความหนักของงานต่ำ (39%) ก็จะมีผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในการฝึก โดยเฉพาะหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 3-4 ความหนักของงานมีผลต่อโปรแกรมการฝึกทั้ง 75% และระยะเวลาในการฝึกไม่มีผลในการเปลี่ยนแปลง

ในปี ค.ศ. 1969 จอห์นสัน (Johnson 1969 : 93-97) ได้ทำการวิจัยเรื่อง "ผลของการฝึกพลศึกษา 5 วัน กับ 2 หรือ 3 วันต่อสัปดาห์ที่มีต่อสมรรถภาพ ทักษะ ไชมนไต นิวหนิง และการเจริญเติบโตของร่างกาย" ผู้เข้ารับการทดลองเป็นนักเรียนชายและหญิง ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น จำนวน 743 คน อายุเฉลี่ย 14 ปี แบ่งเป็น 2 กลุ่มคือ

กลุ่มที่ 1 ฝึกพลศึกษา 5 วันต่อสัปดาห์ (ชาย 151 หญิง 133)

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

ทั้ง 2 กลุ่ม ทำการฝึกเป็นระยะเวลา 2 ปี ผลปรากฏว่า นักเรียนชายหญิงที่เรียนพลศึกษา 5 วันต่อสัปดาห์ มีสมรรถภาพทางกายดีกว่า และไชมนไต นิวหนิง น้อยกว่านักเรียนหญิงที่เรียนวิชาพลศึกษา 2 ถึง 3 วันต่อสัปดาห์ และพบว่าน้ำหนักร่างกาย และความสูงระหว่างกลุ่มทดลองทั้งสองไม่แตกต่างกัน

ในปีเดียวกัน ยีเกอร์ และบรินทีสัน (Yeager and Brynteson 1970 : 589-592) ได้ทำการวิจัยเรื่อง "ผลของระยะเวลาการฝึกซ้อมที่มีต่อประสิทธิภาพการทำงานของหัวใจและหลอดเลือด ในนักศึกษานิวเจอร์ซีย์" ผู้เข้ารับการทดลองจำนวน 18 คน แบ่งเป็น 3 กลุ่ม แต่ละกลุ่มใช้เวลาในการฝึก 10, 20 และ 30 นาที สามสัปดาห์ ฝึก 3 วันต่อสัปดาห์ เป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์ การฝึกในแต่ละกลุ่มให้อัตราการเต้นของหัวใจเท่ากับ 144 ครั้งต่อนาที โดยใช้จักรยานวัดงาน ก่อนและหลังการฝึกทำการทดสอบประสิทธิภาพของหัวใจและหลอดเลือดโดยวิธีของฮอสทรานท์ และทดสอบความสามารถในการทำงานของร่างกาย (PWC 170) ผลปรากฏว่า กลุ่มทดลองทั้ง 3 กลุ่ม มีการพัฒนาประสิทธิภาพการทำงานของหัวใจและหลอดเลือดเพิ่มขึ้น อย่างมีนัยสำคัญ และพบว่าผลการทดสอบสมรรถภาพการวิจัยออกซิเจนสูงสุดเพิ่มขึ้น 5, 5 และ 8 มิลลิเมตร คอลิโกลรัมต่อนาที ในกลุ่มที่ฝึก



10, 20 และ 30 นาที ตามลำดับ และเวลาของความสามารณ์ในการทำงานของร่างกาย เพิ่มขึ้น 24, 50 และ 35 วินาที ตามลำดับ กลุ่มที่ฝึก 30 นาที ประสิทธิภาพการทำงาน ของหัวใจและหลอดเลือดเพิ่มขึ้นมากกว่ากลุ่มอื่น ๆ

ในปี ค.ศ. 1970 ฟาเรีย (Faria 1970 : 44-50) ได้ทำการวิจัยเรื่อง "อิทธิพลของการออกกำลังกายโดยการฝึกที่ความหนักของงานต่างกัน ต่อประสิทธิภาพของ ระบบไหลเวียน" ผู้เข้ารับการทดลองเป็นนักศึกษาระดับอุดมศึกษาจำนวน 40 คน เป็นผู้มี สุขภาพดี อายุเฉลี่ย 20-55 ปี แบ่งกลุ่มทดลองเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มละ 10 คน กลุ่มที่ 1 เป็นกลุ่มควบคุม อีก 3 กลุ่มเป็นกลุ่มทดลองโดยให้ก้าวขึ้นลงบนเม้าท์ที่มีความสูง 17.5 นิ้ว ในอัตราความเร็ว 30 ก้าวต่อนาที ก้าวขึ้นลงบนเม้าท์จนอัตราการเต้นของหัวใจเท่ากับ 120-130, 140-150 และ 160-170 ครั้งต่อนาที ตามลำดับ ฝึกสัปดาห์ละ 5 วัน เป็น เวลา 4 สัปดาห์ ผลปรากฏว่า กลุ่มที่ฝึกจนอัตราการเต้นของหัวใจเท่ากับ 140-150 และ 160-170 ครั้งต่อนาที ประสิทธิภาพของระบบไหลเวียนโลหิตเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 แต่ไม่มีความแตกต่างระหว่างกลุ่มทั้งสอง กลุ่มที่ฝึกจนอัตราการเต้นของหัวใจเท่ากับ 120-130 ครั้งต่อนาที ประสิทธิภาพของระบบไหลเวียนไม่เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ดังนั้น การเพิ่มประสิทธิภาพของระบบไหลเวียนโลหิตจะต้องฝึกซ้อมในงานระดับหนัก และการพัฒนา กิ่งกล่าวจะสัมพันธ์กับความหนักของงานที่ให้ออก

ในปีเดียวกัน ทูชิ (Tooshi 1970 : 4533-4534 A) ได้ทำการวิจัยเรื่อง "ผลของการฝึกความอดทนในช่วงระยะเวลาต่างกันต่อระดับไขมันในเลือด สัดส่วนของร่างกาย และสมรรถภาพทางกายของชายวัยผู้ใหญ่" 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

โปรแกรมการฝึกประกอบด้วย การเดิน วิ่งเหยาะ และการวิ่งโดยฝึก 5 วัน

ทดสอบสปีคาคท์ เป็นระยะเวลา 20 สปีคาคท์ ผลปรากฏว่า การฝึกที่ใช้เวลานาน 45 นาที มีผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญ ของระดับไขมันในเลือด และไขมันของร่างกายขณะที่การฝึกระยะเวลา 15 และ 30 นาที ไม่ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลง และการฝึกที่ใช้เวลานาน 30 และ 40 นาที มีผลต่อสมรรถภาพของระบบไหลเวียนโลหิต และสมรรถภาพทางกลไก มากกว่าการฝึกด้วยระยะเวลาเพียง 15 นาที

ในปี ค.ศ. 1971 ดาวิวี และนิบ (Davies and Knibbs 1971 : 299-305) ได้ศึกษาถึงการกระตุ้นในการฝึก โดยใช้ความหนักของงานความถี่และระยะเวลาในการฝึก เป็นตัวกำหนดที่จะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด โดยให้นักศึกษาพลศึกษา จำนวน 28 คน มีอายุระหว่าง 18-38 ปี แบ่งเป็น 28 กลุ่ม เป็นกลุ่มทดลอง 27 กลุ่ม และกลุ่มควบคุม 1 กลุ่ม ทำการฝึกโดยใช้อุปกรณ์จักรยานเป็นระยะเวลา 8 สปีคาคท์ ตามโปรแกรมการทดลองที่กำหนดของโปรแกรมไว้คือ

- ความหนักของงานแบ่งเป็น 3 ระดับคือ 30%, 50% และ 80%
- ความถี่ในการฝึกแบ่งเป็น 3 ระดับคือ 1, 3 และ 5 วันต่อสปีคาคท์
- ระยะเวลาในการฝึกแบ่งเป็น 3 ระดับคือ 5, 10 และ 20 นาที

แล้วนำองค์ประกอบทั้ง 3 มารวมกันจัดเป็นโปรแกรมการฝึกเฉพาะกลุ่มแล้วทำการทดสอบหลังจากสปีคาคท์ที่ 8 ทำการวัดค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด พบว่าความหนักของงาน เป็นองค์ประกอบที่สำคัญที่จะทำให้ผลการฝึกเพิ่มขึ้น ในโปรแกรมการฝึกที่ให้ความหนักของงาน 30% และ 50% นั้นจะพบผลการฝึกเพิ่มขึ้นน้อยหรือเกือบไม่เพิ่มเลย และความถี่และระยะเวลาในการฝึกนั้นไม่มีผลต่อการฝึก แต่จากการศึกษาพบว่าค่าเฉลี่ยของผลการฝึกเพิ่มขึ้นน้อย นั้นเนื่องมาจากกลุ่มผู้ทดลอง เป็นนักศึกษาพลศึกษา ซึ่งโปรแกรมการฝึกบางโปรแกรมนั้นไม่มีความหนักของงานพอที่จะทำให้ เกิดการเปลี่ยนแปลงของร่างกาย

ในปี ค.ศ. 1972 วอร์แชม (Worsham 1972 : 1012-A) ได้ทำการวิจัย เรื่อง "ผลของความถี่ของการฝึกที่มีต่อสมรรถภาพทางกายบางค่าของนักศึกษาราย" ผู้เข้ารับการทดลองเป็นนักศึกษารายจำนวน 42 คน อายุระหว่าง 18-24 ปี แบ่งเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มควบคุม 1 กลุ่ม และกลุ่มทดลอง 2 กลุ่ม

กลุ่มที่ 1 กลุ่มควบคุม ไม่ค่อยฝึก

กลุ่มที่ 2 กลุ่มทดลองออกกำลังกาย ครั้งละ 10 นาที 4 ครั้งต่อสัปดาห์

กลุ่มที่ 3 กลุ่มทดลองออกกำลังกาย ครั้งละ 20 นาที 2 ครั้งต่อสัปดาห์

กลุ่มทดลองทั้งสองกลุ่มออกกำลังกายโดยการขี่จักรยานให้อัตราชีพจรเท่ากับ 75 เปอร์เซ็นต์ ของผลทางของอัตราชีพจรขณะพักและอัตราชีพจรสูงสุด ทำการฝึกเป็นเวลา 6 สัปดาห์ ผลปรากฏว่า การออกกำลังกายโดยใช้ชีพจรอยู่ระหว่าง 75 เปอร์เซ็นต์ของผลทางระหว่างอัตราชีพจรขณะพัก และอัตราชีพจรสูงสุด ครั้งละ 20 นาที 2 ครั้งต่อสัปดาห์ และครั้งละ 10 นาที 4 ครั้ง ต่อสัปดาห์เป็นเวลา 6 สัปดาห์ เพียงพอที่จะก่อให้เกิดการพัฒนาสมรรถภาพของระบบไหลเวียนโลหิต (Cardiovascular Fitness) และพบว่าโปรแกรมการฝึกทั้งสองแบบนี้ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

ในปี ค.ศ. 1974 นอร์ดส์ (Nordesjö, 1974 : 3 ) ได้ทำการศึกษาวิจัยเรื่อง ผลการกำหนดปริมาณการฝึกที่แตกต่างกันที่มีต่อความสามารถในการทำงานช่วงสั้นและช่วงยาว โดยใช้ผู้ทดลองเพศชายที่มีอายุระหว่าง 20-26 ปี จำนวน 27 คน ทำการฝึกขี่จักรยานออกกำลังกายโปรแกรมการฝึกเฉพาะกลุ่ม ซึ่งแบ่งกลุ่มทดลองออกเป็น 27 กลุ่ม องค์ประกอบการฝึกโปรแกรมการฝึก 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

แล้วนำองค์ประกอบแต่ละอันมารวมกันจัดเป็นโปรแกรมฝึกเฉพาะกลุ่มซึ่งจะทำการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และ 8 ก็จะทำให้การทดสอบเพื่อวัดความสามารถในการทำงาน โดยทำการทดสอบการทำงานช่วงสั้นจะใช้เวลา 6 นาที และการทำงานช่วงยาวจะใช้เวลา 90 นาที วัดออกมาเป็นค่าความสามารถในการทำงานสูงสุด ( $P_{max} \times t_{max}$ ) แล้วคำนวณออกมาเป็นค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด จากผลการทดลองพบว่า องค์ประกอบที่สำคัญที่มีผลต่อการฝึกมากที่สุดคือ ความหนักของงาน แต่ความถี่และระยะเวลาในการฝึกก็มีผลทำให้เกิดความแตกต่างในการฝึกอย่างมีนัยสำคัญ และพบว่าโปรแกรมการฝึกที่ดีที่สุดคือ โปรแกรมที่มีองค์ประกอบ ความหนักของงาน ความถี่และระยะเวลาในการฝึกที่ระดับสูงสุด

และในปีเดียวกัน เหลียง และคณะ (Liang, et al. 1974 : 7708- A-7709 -A ) ได้ทำการศึกษาดังผลการกำหนดความแตกต่างของความหนักของงาน ระยะเวลาและความถี่ในการฝึกที่มีผลต่อความสามารถแบบอากาศวิเศษนิยม มีผลต่อกายภาพและชีวภาพ โดยมีจุดประสงค์ที่จะศึกษานผลการฝึกที่กำหนดขององค์ประกอบในการฝึกที่มีระดับต่างกันคือความหนักของงาน 40% และ 60% ความถี่ในการฝึก 3 วันต่อสัปดาห์ และระยะเวลาในการฝึก 15, 30, 45 และ 60 นาทีต่อวัน โดยใ้ผู้ทดลองเป็นนักศึกษาราย จำนวน 28 คน มีอายุระหว่าง 19-26 ปี ทำการฝึกตามโปรแกรมการฝึกเฉพาะบนเครื่องลูกลเป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์ แล้วทำการทดสอบค่าสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุด และทดสอบเลือดเพื่อวัดทางชีวภาพต่าง ๆ จากผลการทดลองพบว่า ความหนักของงานและระยะเวลาในการฝึกไม่ทำให้ผลการฝึกต่าง ๆ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

ในปี ค.ศ. 1975 บัวชาร์คและคณะ (Bouchard, et al. 1975 : 28-39) ได้ศึกษาเรื่ององค์ประกอบในการฝึกคือ ความหนักของงาน ความถี่ ระยะเวลาในการฝึก และ Interaction ที่มีผลต่อสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุด โดยใ้ผู้ทดลองเพศชาย ที่มีการออกกำลังกายน้อย จำนวน 275 คน มีอายุระหว่าง 18-30 ปี แบ่งกลุ่มทดลองออกเป็น 3 กลุ่ม ทำการฝึกตามโปรแกรมการฝึกเฉพาะโดยใช้อุปกรณ์ออกกำลังกายระยะเวลา 8 สัปดาห์ ตามโปรแกรมการทดลองที่กำหนดขององค์ประกอบคือ

- ความหนักของงานแบ่งเป็น 3 ระดับคือ 30%, 55% และ 80%
- ความถี่ในการฝึกแบ่งเป็น 4 ระดับคือ 1, 1.3 และ 5 วันต่อสัปดาห์
- ระยะเวลาในการฝึกคือ 5, 10 และ 20 นาที

นำองค์ประกอบทั้ง 3 มารวมจัดโปรแกรมการฝึกหลังจากการฝึกสัปดาห์ที่ 8 ก็ทำการทดสอบค่า PWC แล้วนำมาเปลี่ยนเป็นค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดตามตารางของสตราแนค จากผลการทดลองพบว่า ความหนักของงาน และระยะเวลาในการฝึก ทำให้ผลการฝึกมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 และพบว่าความถี่ของการฝึกจะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงที่เพิ่มขึ้นของการฝึกมากกว่า 60% ซึ่งจะมีอิทธิพลในการฝึกมากกว่าความหนักของงาน

ในปีเดียวกัน สเวนสัน และคอนลี (Swenson and Conlee 1979 : 323-

326) โค้ดทำการวิจัยเรื่อง "ผลของความหนักของงานในการออกกำลังกายที่มีต่อสัดส่วนของร่างกายของชายวัยผู้ใหญ่" จุดมุ่งหมายของการวิจัยนี้เพื่อศึกษาถึงผลของการใช้ความหนักของงาน ในการออกกำลังกายที่มีต่อการ เปลี่ยนแปลงสัดส่วนของร่างกายชายวัยผู้ใหญ่ ผู้เข้ารับการทดลองเป็นอาสาสมัครชาย จำนวน 15 คน แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ดื่มน้ำจืดวันละ 45 นาที 5 วันต่อสัปดาห์ เป็นเวลา 12 สัปดาห์ โดยกลุ่มที่ 1 ออกกำลังกายที่งานเบา (540 กิโลปอนด์เมตร ต่อ นาที) กลุ่มที่ 2 ออกกำลังกายที่งานหนัก (900 กิโลปอนด์เมตร ต่อ นาที) ทั้งสองกลุ่มถูกขอให้งดรับประทานอาหารตามปกติตลอดเวลาที่ทดลอง จากผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมชี้ให้เห็นว่าทั้งสองกลุ่ม ไขมันลดลงอย่างมีนัยสำคัญ แต่ร่างกายส่วนปลายไขมันไม่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญ และปริมาณไขมันที่ลดลงของทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกัน แสดงให้เห็นว่าไขมันที่ลดลงไปไม่ได้ขึ้นอยู่กับความหนักของงาน



ศูนย์วิจัยสุขภาพกร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย