หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยได้สำรวจการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการฟื้นตัวหลังการออกกำลังกาย และงานวิจัยที่กล่าวถึงการวัดสมรรถภาพสูงสุดของร่างกายที่มีผู้ทำการศึกษามาแล้ว ดังต่อไปนี้

<u>เอกสารและงานวิจัยภายในประเทศ</u>

การวิจัยเกี่ยวกับการเปรียบเทียบสมรรถภาพในการจับออกซิเจนสูงสุดหลังการฟื้นตัวจากการออกกำลังกายด้วยวิธีสูดออกซิเจนกับไม่สูดออกซิเจนขณะฟื้นตัวจากเครื่องให้ออกซิเจน และศึกษาอัตราการเปลี่ยนแปลงการเต้นหัวใจโดยตรงนั้น ยังไม่มีผู้ทำการวิจัย ที่มีเกี่ยวข้องอยู่บ้างดังจะได้กล่าวต่อไปนี้

รัชนี ขวัญบุญจัน (2513) ได้ทำการวิจัยเรื่อง "การเปลี่ยนแปลงของการไหลเวียนของโลหิตและการหายใจขณะออกกำลังกายและการกลับคืนสู่สภาพปกติภายหลังการออกกำลังกาย" โดยให้นิสิตชายจำนวน 8 คน ออกกำลังกายโดยปั่นจักรยานวัดงานในห้องที่มีคุณอุณหภูมิและความชื้นต่างกันโดยเพิ่มน้ำหนักถ่วง 0.5 กิโลปอนด์ทุก 2 นาที จนกระทั่งผู้ถูกทดลองถีบไปไม่ไหว

ผลการวิจัยพบว่า การออกกำลังในที่มีอุณหภูมิและความชื้นต่าง ๆ กัน เมื่ออุณหภูมิและความชื้นสูงขึ้น, อัตราการหายใจและความดันโลหิตก่อนทำการทดลองต่างกันเพียงเล็กน้อยและไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แต่อัตราการเต้นของชีพจรเร็วขึ้นในขณะออกกำลังกาย อัตราชีพจรและอัตราการหายใจเพิ่มเร็วขึ้นไปตามอุณหภูมิและความชื้น, ในอากาศเย็น, ร้อนแห้ง, และร้อนชื้นตามลำดับ ในระยะฟื้นตัว(6 นาที)อัตราการหายใจลดลงโดยไม่แตกต่างกันในทั้งสามอุณหภูมิ, แต่ในอากาศร้อนชื้นอัตราการเต้นของชีพจรลดลงช้าที่สุด, ในอากาศร้อนแห้งลดลงเร็วกว่า, และในอากาศเย็นลดลงเร็วที่สุดในนาทีที่ 1 ของระยะฟื้นตัว ความดันโลหิตและความดันชีพจรลดลงเร็วที่สุดในอากาศเย็นและช้าที่สุดในอากาศร้อนชื้นในระยะฟื้นตัวในนาทีที่ 6 และในนาทีที่ 12 ความดันชีพจรไม่แตกต่างกันในทั้งสามภาวะ ระยะออกกำลังและระยะฟื้นตัวในอากาศที่มีอุณหภูมิและความชื้นสูงเหงื่อออกมากกว่าในระยะเหมือนกันในอากาศเย็น และในอากาศร้อนแห้ง

สมชาย ประเสริฐศิริพัฒน์ (2514) ได้ทำการวิจัยเรื่องการเปรียบเทียบผลการวัดการจับออกซิเจนขณะออกกำลังตามวิธีของออสตรานด์กับวิธีวิเคราะห์อากาศหายใจ โดยมีความมุ่งหมายที่จะศึกษาผลการวัดการจับออกซิเจนของร่างกายขณะออกกำลัง ซึ่งคำนวณได้ตามหลักเกณฑ์ของ

ออสตรานด์ เพื่อเปรียบเทียบกับผลที่ได้จากการวิเคราะห์อากาศหายใจซึ่งเก็บไว้ในขณะออกกำลังเมื่อทำงานในอุณหภูมิต่าง ๆ กัน ผลการวิจัยปรากฏว่าสมรรถภาพการจับออกซิเจนของร่างกายที่อุณหภูมิ 20 องศา กับ 30 องศาเซ็นติเกรด ต่างกันเพียงเล็กน้อยและไม่มีนัยสำคัญทางสถิติแต่ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซ็นติเกรด สมรรถภาพการจับออกซิเจนลดลงอย่างมีนัยสำคัญค่าการใช้ออกซิเจนจากผลการออกกำลังที่อุณหภูมิ 30 องศาเซ็นติเกรด น้อยกว่าที่อุณหภูมิ 20 องศาเซ็นติเกรด กับ 40 องศาเซ็นติเกรด แต่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติวิธีการของออสตรานด์

เกษม แสนเกษม (2516) ได้ทำวิจัยเรื่อง "การทดลองใช้วิธีเก้าจังหวะรัสทดสอบความคล่องแคล่วและการฝึกระบบหัวใจและหลอดเลือด" ใช้ผู้รับการทดลองเป็นนิสิตชาย 13 คน นิสิตหญิง 5 คน อายุประมาณ 22-25 ปี ทำการฝึกเป็นเวลา 4 สัปดาห์ ๆ ละ 5 วัน ให้ความเร็วของการก้าวเท่ากับ 116-160 ก้าวต่อนาที

ผลการวิจัยปรากฏว่า การทำงานของหัวใจของผู้รับการทดลองดีขึ้นทุกคน คือ หัวใจสามารถปรับตัวให้มีสมรรถภาพในการสูบฉีดโลหิตดีขึ้นกว่าก่อนการฝึก โดยพิจารณาจำนวนครั้งการเต้นของชีพจรที่ลดลงภายหลังการทดลองสิ้นสุดลงในระยะฟื้นตัว และในระยะที่ผู้รับการทดลองกับเข้าสู่สภาวะปกติภายหลังของการทดลอง โดยที่จำนวนครั้งของการเต้นของชีพจรจะลดลงตามลำดับ

สาโรจน์ สิงห์ชม (2524) ได้ศึกษาเปรียบเทียบระยะการฟื้นตัวหลังจากการออกกำลังกายโดยวิธีเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น การเป่าด้วยลมและการออกกำลังกายขนาดเบา โดยให้ผู้เข้ารับการทดลองออกกำลังกายด้วยการถีบจักรยานวัดงาน จนกระทั่งอัตราชีพจรเท่ากับ 160 ครั้งต่อนาที แล้วหยุดพักเพื่อดูการฟื้นตัวจากการทดลอง 4 วิธีคือ การนั่งพักเฉย ๆ การเป่าด้วยลม การเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น และการออกกำลังกายขนาดเบา ผลการทดลองปรากฏว่า การเช็ดตัวด้วยผ้าเย็นทำให้ร่างกายฟื้นตัวหลังการออกกำลังกายได้เร็วที่สุด ส่วนวิธีของการเป่าด้วยลม การนั่งพักเฉย ๆ และการออกกำลังกายขนาดเบาให้ผลรองลงมาตามลำดับ

จรวยพร ธรณินทร์ (2526) การขนส่งออกซิเจนจากปอดไปยังเซลต่าง ๆ ของร่างกายนั้นต้องอาศัยโลหิตเป็นตัวพาไป โดยที่ออกซิเจนจะละลายปนกับโลหิตประมาณ 3 - 5 เปอร์เซ็นต์ ส่วนที่เหลืออีก 95 - 97 เปอร์เซ็นต์ ออกซิเจนจะรวมตัวกับฮีโมโกลบิน ซึ่งเป็นโปรตีนผสมสารเหล็กในเม็ดโลหิตแดง ในเม็ดโลหิตแดง 100 มิลลิลิตร จะมีฮีโมโกลบินอยู่เพียง 15 กรัม ซึ่งแต่ละกรัมของฮีโมโกลบินสามารถผสมกับออกซิเจนได้ 1.34 มิลลิลิตร ดังนั้นอาจกล่าวได้ว่า โดยเฉลี่ยในคนทั่วไปจะมีออกซิเจนประมาณ 20 มิลลิลิตรต่อจำนวนเลือด 100 มิลลิลิตร (1 กรัม ของฮีโมโกลบินมีออกซิเจน 1.34 มิลลิลิตร 15 กรัม ของฮีโมโกลบิน

ออกซิเจน 1.34 x 15 = 20 มิลลิลิตร) หรือเรียกว่า ในโลหิตมีออกซิเจนอยู่ 20 วอลลุ่มเปอร์เซ็นต์ (Volum percent) ในขณะปกติเลือดดำที่ไหลไปยังปอดมีออกซิเจนอยู่ประมาณ 15 วอลลุ่มเปอร์เซ็นต์ หมายความว่า 5 วอลลุ่มเปอร์เซ็นต์ ของออกซิเจนที่ขาดหายไปไป (5 มิลลิลิตรของออกซิเจนในเม็ดเลือด 100 มิลลิลิตร) ได้ผ่านเข้าไปยังเซลต่าง ๆ ของร่างกายเมื่อออกกำลังกายหนัก จำนวนออกซิเจนเข้าไปยังเซลอาจเพิ่มขึ้นจนถึง 15 วอลลุ่มเปอร์เซนต์

วิวัธน์ ภิรมย์รัตน์ (2526) ศึกษาถึงอิทธิพลของอุณหภูมิน้ำดื่มที่ดื่มหลังการออกกำลังกายที่มีต่อระยะเวลาการฟื้นตัวของชีพจร โดยให้ผู้เข้ารับการทดลองออกกำลังกายด้วยการก้าวขึ้นลงจากม้านั่งสูง 42 เซนติเมตร ด้วยอัตราความเร็ว 30 รอบต่อนาที ติดต่อกันเป็นเวลา 15 นาที จึงให้พักแล้วใช้วิธีทดลองดื่มน้ำเก็บ น้ำธรรมดา ไม่ดื่มน้ำและดื่มน้ำอุ่น การดื่มน้ำให้ดื่มปริมาตร 1/2 ลิตร ภายใน 3 นาที พร้อมกับวัดชีพจรเพื่อตรวจสอบระยะเวลาในการฟื้นตัวจนถึงภาวะปกติ ผลการทดลองปรากฏว่า การดื่มน้ำธรรมดาหลังการออกกำลังกายทำให้ระยะเวลาการฟื้นตัวของชีพจรกลับสู่สภาพปกติได้เร็วที่สุด ส่วนการดื่มน้ำเย็น น้ำอุ่น และไม่ดื่มน้ำ ให้ผลรองลงมาตามลำดับ

ไพรัช เลิศเกียรติศักดิ์ (2526) ได้ศึกษาเปรียบเทียบการฟื้นตัวหลังการออกกำลังกายระหว่างวิธีการดื่มน้ำเย็น การชะโลมตัวด้วยน้ำเย็น และการนั่งพักในห้องอุณหภูมิต่ำ โดยให้ผู้รับการทดลองถีบจักรยานวัดงานตามวิธี พี ดับเบิลยู ซี 170 (PWC_{170}) จนครบ 6 นาที หลังจากนั้นให้หยุดพักแล้วเข้ารับการทดลองวิธีการทำให้ร่างกายฟื้นตัวหลังการออกกำลังกายทั้ง 4 วิธี คือ วิธีควบคุมโดยการนั่งพักเฉย ๆ วิธีนั่งพักแล้วให้ดื่มน้ำเย็น วิธีนั่งพักแล้วชะโลมตัวด้วยน้ำเย็นและวิธีนั่งพักในห้องอุณหภูมิต่ำ ผลการทดลองปรากฏว่า การทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีชะโลมตัวด้วยน้ำเย็นและวิธีนั่งพักในห้องอุณหภูมิต่ำ ให้ผลดีที่สุดในการทำให้ร่างกายคืนสู่สภาพปกติ

ประทุม ม่วงมี (2527) ได้อธิบายว่า การจ่ายคืนหนี้ออกซิเจนในระยะแรก (Alactacid) เป็นการจ่ายอย่างรวดเร็วโดยใช้เวลาจ่ายเพียง 4 นาที ออกซิเจนที่นำไปจ่ายคืนในระยะนี้นำไปใช้สำหรับการสังเคราะห์ฟอสโฟครีเอติน (Phosphocreatin) กลับคืน ซึ่งอาจใช้ออกซิเจนราว ๆ 2.5 ลิตรและนำไปทดแทนออกซิเจนที่ฮีโมโกลบิน (Hemoglobin) มัยโอโกลบิน (Myoglobin) และของเหลว ในร่างกาย ซึ่งได้เสียไปขณะออกกำลังกาย จำนวนประมาณ 600 300 และ 50 มิลลิลิตร ตามลำดับ ส่วนการจ่ายคืนหนี้ออกซิเจนในระยะหลัง (Lactacid) อาจใช้เวลาถึง 1 ชั่วโมงในคนที่ไม่ฟิต ออกซิเจนที่ถูกจ่ายคืนในช่วงนี้ร่างกายใช้สำหรับเผาผลาญของเสียหรือสิ่งต่าง ๆ ซึ่งเป็นผลลัพธ์ของปฏิกิริยาทางเคมีที่เกิดขึ้นในขณะออกกำลังกาย เช่นการเผาผลาญกรดแลคติก ฮอร์โมนอิพริเนฟริน (Eprinephrine Hormone)

ศิริพร ทองศิริ (2530) ได้ศึกษาเปรียบเทียบอัตราชีพจรและปริมาณแลคเตทในเลือดในช่วงการฟื้นตัว โดยวิธีการพักเฉย ๆ กับการพักแบบไม่หยุดนิ่ง โดยให้ผู้เข้ารับการทดลองถีบจักรยานวัดงานติดต่อกันเป็นเวลานาน 6 นาที หรือจนกว่าอัตราชีพจรเต้นเท่ากับ 170 ครั้งต่อนาที แล้วให้หยุดพักเพื่อดูการฟื้นตัวจากการทดลอง 3 วิธีคือ การพักเฉย ๆ การพักโดยถีบจักรยานเบา ๆ และการพักโดยการก้ม-เงย พร้อมกับเก็บตัวอย่างเลือดเพื่อนำไปวิเคราะห์หาแลคเตทในเลือดขณะฟื้นตัว ผลการทดลองพบว่า การพักโดยถีบจักรยานเบา ๆ ทำให้ระยะเวลาฟื้นตัวของอัตราชีพจรกลับสู่สภาพปกติได้เร็วที่สุด ส่วนการพักโดยการก้ม-เงย และการพักเฉย ๆ ให้ผลรองลงมาตามลำดับ และปริมาณแลคเตทในเลือด ขณะฟื้นตัวหลังจากการออกกำลังกายโดยการพักเฉย ๆ การพักโดยถีบจักรยานเบา ๆ การพักโดยการก้ม-เงย ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

พีระพงศ์ บุญศิริ (2532) อธิบายว่า ระบบหายใจกับการออกกำลังกาย คือความสัมพันธ์ระหว่างการนำเชื้อเพลิงเข้าไปช่วยสร้างพลังงานให้เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง ซึ่งหมายถึงการที่สารอาหารต่าง ๆ ที่เป็นตัวทำให้เกิดพลังงานนั้นจะต้องอาศัยออกซิเจนเข้าไปช่วยเผาผลาญทำให้กลายเป็นพลังงาน และเมื่อมีการทำงานหรือออกกำลังกายแล้วของเสียหรือสิ่งที่เกิดจากการเผาผลาญสารอาหารจะต้องระบายออกจากเนื้อเยื่อต่าง ๆ เช่น คาร์บอนไดออกไซด์ กรดแลคติก และอื่น ๆ ระบบหายใจเป็นตัวการสำคัญในการนำเข้าออกซิเจน และระบายของเสียออกจากร่างกายนั่นเอง

<u>เอกสารและงานวิจัยในต่างประเทศ</u>

แฮริสัน (Harrison 1960) ได้ศึกษาเรื่อง ผลของการเลือกเทคนิคของการฟื้นตัวของนักกีฬาหลังจากการออกกำลังกาย วัตถุประสงค์ของการวิจัยนี้ เพื่อเปรียบเทียบหาความสัมพันธ์ของเทคนิคการฟื้นตัวทั้ง 4 อย่าง ซึ่งได้แก่

1. การยกแขนและขาขึ้น-ลง ในขณะที่นอนหงาย
2. การเคลื่อนไหวอย่างช้า ๆ ถ้าเป็นนักกรีฑาก็ให้วิ่งช้า ๆ และถ้าเป็นนักว่ายน้ำก็ให้ว่ายอย่างช้า ๆ
3. การดูภาพยนตร์ที่มีเสียง
4. การนอนพักในท่านอนหงาย

กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ได้แก่ นักวิ่ง 2 คน, นักว่ายน้ำ 2 คน, และอาสาสมัครวิ่งบนเทรดมิลล์(Treadmill) 2 คน สำหรับวิธีการวิจัยนั้นให้ผู้ถูกทดลองที่เป็นนักว่ายน้ำ ว่ายน้ำ

ในระยะทาง 200 หลา จำนวน 32 เที่ยว และให้ผู้ถูกทดลองที่เป็นนักวิ่งวิ่งในระยะทาง 1 ไมล์ จำนวน 32 เที่ยว เช่นกัน

ก่อนการทดลอง (ว่ายน้ำและวิ่ง) ผู้จะทำการวิจัยจะจับชีพจรผู้ถูกทดลองในขณะพัก (Resting Period) และหลังจากนั้น ให้ปฏิบัติกิจกรรมแต่ละอย่างแล้วจับชีพจรขณะฟื้นตัว พร้อมทั้งจดบันทึกระยะเวลาของการฟื้นตัวแต่ละเที่ยวไว้

ส่วนการทดลองของอาสาสมัคร 2 คน ซึ่งต้องวิ่งบนเทรดมิลล์ ผู้ถูกทดลองจะต้องวิ่งเป็นช่วงๆ ละ 5 นาที รวมทั้งสิ้น 32 ช่วง และแต่ละช่วงของเวลาพักจะถูกจับชีพจรและระยะพักนั้นใช้เวลา 10 นาที ในขณะที่เริ่มวิ่งบนเครื่องเทรดมิลล์นั้น ให้เปิดเพลงจากเครื่องขยายเสียงด้วย ทั้งนี้การใช้เสียงของดนตรีเพื่อเป็นสิ่งช่วยทางด้านจิตวิทยาอย่างหนึ่ง กล่าวคือสามารถจัดสิ่งแวดล้อมให้ดีเป็นต้น

ระยะเวลา 10 นาทีของการพัก ซึ่งอยู่ในระยะการฟื้นตัว ของแต่ละเทคนิคนั้นจะบันทึกไว้ทุก ๆ เทคนิคแล้วนำมาหาค่าทางสถิติโดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนและสรุปได้ว่า

1. เทคนิคที่ผู้ถูกทดลองนอนหงายยกแขน-ขาไปมา มีแนวโน้มดีกว่าเทคนิคอื่น ๆ

2. เทคนิคการวิ่งช้า ๆ พบว่าไม่ดีไปกว่าเทคนิคการนอนพักในท่านอนหงายซึ่งเป็นเทคนิคที่ทำการควบคุม

3. เทคนิคการดูภาพยนตร์มีเสียงไม่สามารถพิสูจน์ให้ลงเอยได้ แต่คาดว่าจะมีประโยชน์เช่นกัน เทคนิคนี้ควรที่จะศึกษาให้ละเอียดต่อไปอีกได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับประเภทของภาพยนตร์ที่จะนำมาฉาย ซึ่งมีหลายประเภทด้วยกัน

นิวแมน (Newman 1960) ได้ศึกษาเกี่ยวกับอัตราการลดของกรดแลคติค (Lactic Acid) ของผู้ถูกทดลอง 3 คน ในขณะฟื้นตัว (Recovery Period) หลังจากการวิ่งบนเทรดมิลล์ (Treadmill) จนหมดแรง (Exhausted) เป็นที่ยอมรับกันแล้วว่าเมื่อกรดแลคติดออกจากเนื้อเยื่อและโลหิตก็จะทำให้หายเหนื่อยได้เขาพบว่าการวิ่งเบา ๆ ในระยะฟื้นตัวนั้นจะทำให้อัตราการลด ของกรดแลคติคเป็นไปอย่างรวดเร็วที่สุด และดีกว่าการนอนพักธรรมดาด้วย

บูรฮา (Brouha L.A. 1960) ได้ศึกษาผลของการออกกำลังที่มีต่ออัตราการเต้นของหัวใจและปริมาณออกซิเจนที่ร่างกายใช้หมดไป (Oxygen Consumption) โดยใช้ชาย 6 คน ออกกำลังปานกลาง (Submaximum Work) ในอุณหภูมิปานกลาง คือ 30 องศาเซ็นติเกรด, ความชื้นสัมพัทธ์ 50 % โดยการถีบจักรยานวัดงานเป็นเวลา 30 นาทีและให้ถีบจักรยานวัดงานในปริมาณ งานสูงสุด (Maximum Work) ต่อไปอีก 4 นาที. ปรากฏว่าอัตราการเต้นของชีพจรกลับคืนสู่สภาพปกติได้ช้ากว่าออกซิเจนที่หายใจเข้าไป (Oxygen Intake) ถึงแม้ว่าปริมาณการใช้

ออกซิเจนในร่างกายจะเข้าสู่ระดับปกติแล้วก็ตามอัตราการเต้นของหัวใจยังคงสูงกว่าปกติ. หลังจากหยุดออกกำลังแล้ว ปริมาณออกซิเจนที่ร่างกายใช้ (Oxygen Consumption) กลับคืนสู่สภาพปกติอย่างรวดเร็วแต่ในระยะ 1 ชั่วโมง อัตราการเต้นของหัวใจยังไม่คืนสู่สภาพปกติ

เชอร์คี (Sherkey 1961) พบว่าในระยะการคืนสู่สภาพปกตินั้นกล้ามเนื้อที่ได้รับการนวดหรือการใช้รังษีของความร้อน จะทำงานได้ดีกว่าการให้กล้ามเนื้อพักแบบธรรมดา และยังชี้ให้เห็นอีกว่าการนวดหลังการออกกำลังกายหรือในระยะฟื้นตัวนั้นเป็นสิ่งสำคัญมาก และการนวดนั้นมีผลต่อความเป็นกรดด่างของเลือด (pH) การคลายของคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2 Out put), ด่างสำรอง, ความดันเลือด, อัตราการเต้นของชีพจรด้วย และได้กล่าวต่อไปอีกว่าการที่นักว่ายน้ำพักอยู่ในน้ำหลังจากการว่ายด้วยความเครียดมาแล้วนั้น อัตราการเต้นของชีพจรจะลดลงเร็วกว่าการขึ้นมาพักบนฝั่ง และสรุปว่า การประกอบกิจกรรมเบา ๆ จะมีผลดีต่อสภาพการคืนสู่ปกติได้ดีกว่าการนั่งพักธรรมดา และกระทำกิจกรรมที่หนัก ๆ

คาร์โปวิช (Karpovich 1963) อธิบายว่า องค์ประกอบที่เป็นตัวกำหนดปริมาณการนำเข้าออกซิเจนของร่างกายเพื่อนำไปให้กล้ามเนื้อใช้งานมี 4 อย่างคือ

1. ปริมาณของอากาศที่เข้าสู่ปอด โดยทั่ว ๆ ไปแล้วการเพิ่มปริมาณงานที่ร่างกายต้องทำ จะทำให้ปริมาณของอากาศที่เข้าสู่ปอดมีมากขึ้น ทำให้เกิดการหายใจลึกซึ่งเป็นการเพิ่มความดันเฉพาะส่วนของออกซิเจนในถุงลมของปอด เมื่อความดันเพิ่มมากขึ้นอัตราการฟุ้งกระจาย (Diffusion) และการขนส่ง (Transport) ออกซิเจนไปให้เซลโดยกระแสโลหิตจะมีมากขึ้นตามไปด้วย

2. ความสามารถของโลหิตที่จะนำออกซิเจนเข้าไปได้ ซึ่งจะถูกกำหนดโดยฮีโมโกลบิน (Hemoglobin) ในการที่จะทำให้ออกซิเจนที่ฟุ้งกระจายเข้ามาสู่ปอดเกาะเพื่อนำไปให้เซลในส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย

3. การปลดปล่อยออกซิเจนที่เนื้อเยื่อ ที่ระดับน้ำทะเลจะมีออกซิเจนอยู่ระหว่าง 18.5 และ 22.5 มิลลิลิตรต่อเลือด 100 มิลลิลิตร โดยปกติขณะพักผ่อนเลือด 100 มิลลิลิตรจะปล่อยออกซิเจนให้กับเนื้อเยื่อประมาณ 5.5 มิลลิมิตร แต่ระหว่างการออกกำลังกายอาจจะปล่อยเพิ่มขึ้นประมาณ 3 เท่า

4. คาร์ดิแอก เอ้าท์พุท (Cardiac output) คือ จำนวนเลือดที่หัวใจสูบฉีดออกไปในเวลา 1 นาที เป็นไปตามกฎที่ว่าอัตราการเต้นของหัวใจจะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับความสามารถในการจับออกซิเจน

เดวรีส์ และคลาฟส์ (Devries and Klafs 1964) ได้รายงานสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนน ฮาร์วาร์ด สเต็ป เทสท์ กับสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุดว่ามีค่าเท่ากับ 0.77 ในปีต่อมา เดวรีส์ และคลาฟส์ (Devries and Klafs. 1965) ได้รายงานสหสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุดกับความสามารถในการทำงานว่า มีค่าเท่ากับ0.88 ตามค่าทำนายของ ออสตรานด์-วาลันด์ เทสท์ (Astrand Wahlund Test)

เอ็ม. เค. จัคคราบอร์ตี และ เอ.อาร์. กูฮา รอย (M.K. Chackraboryty and A.R. Guha Roy 1966) ได้ศึกษาสมรรถภาพการจับออกซิเจนของกรรมกรอินเดีย โดยวิธีให้ออกกำลังถีบจักรยานและออกกำลังใช้มือหมุนข้อเหวี่ยง (Cranking) แล้วเปรียบเทียบผลที่ได้จากการวิจัยกับผลการวิจัยของโรดอฮ์ล (Rodahl Kore) ซึ่งทำการวิจัยสมรรถภาพการจับออกซิเจนในกรรมกรสวีเดน, อเมริกัน, และเยอรมัน, จัคคราบอร์ตี พบว่า โดยเฉลี่ยแล้วกรรมกรชาวอินเดียมีสมรรถภาพการจับออกซิเจนต่ำกว่ากรรมกร ของประเทศทางตะวันตก

วิลมอร์ (Wilmor 1967) ได้ศึกษาหาค่าความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุดกับความสามารถ อดทนในการทำงานโดยใช้วิธีวิเคราะห์อากาศที่หายใจกับเวลาที่ใช้ชี่จักรยานวัดงาน (Bicycle Ergometer) ปรากฏว่าสหสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุดที่มีหน่วยเป็นลิตรต่อนาที กับความสามารถอดทนในการทำงานมีค่าเท่ากับ 0.84 แต่สหสัมพันธ์จะลดลงเมื่อสมรรถภาพการจับออกซิเจนมีความสัมพันธ์กับน้ำหนักตัว คือ มีค่าเท่ากับ 0.37 และสหสัมพันธ์จะลดลงอีกเมื่อสมรรถภาพการจับออกซิเจนมีความสัมพันธ์กับน้ำหนักตัวที่ไม่คิดไขมันคือ มีค่าเท่ากับ 0.18

ริบบิสล์ และแคชดาเรียน (Ribisl and Kachadarian 1969) ได้ศึกษาการทำนายสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุดในคนหนุ่มและผู้ใหญ่ โดยใช้การวิ่ง 1 ไมล์ และ 2 ไมล์ ผลปรากฏว่าค่าสหสัมพันธ์ของเวลาการวิ่งกับสมรรถภาพการจับออกซิเจนสุงสุดในการวิ่ง 1 และ 2 ไมล์ เท่ากับ -0.79 กับ -0.85 ตามลำดับ

ศาสตราจารย์นายแพทย์อวย เกตุสิงห์และคณะ (1970) ได้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของอัตราชีพจร, ความดันโลหิต, และน้ำหนักตัวของนักศึกษาชาย 6 คน ในการออกกำลังถีบจักรยานในห้องที่มีอากาศร้อนชื้นและร้อนแห้ง (Hot-humidty and Hot-dry) เพียงชั่วระยะ 5 นาที คณะวิจัยพบว่า ในขณะออกกำลังนั้นไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างภาวะทั้งสอง, แต่ในระยะฟื้นตัว (Recovery) ในอากาศร้อนชื้น อัตราชีพจรรลดลงช้ากว่าในอากาศร้อนแห้ง

017409

ออสตรานด์ (Astrand 1970) ได้ศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราเต้นหัวใจกับการใช้ออกซิเจนสูงสุด (Maximal Oxygen Uptake) ในการทำงานระดับเกือบสูงสุด (Submaximal Work load) โดยถีบจักรยานวัดงาน 50 รอบต่อนาที พบว่าอัตราเต้นหัวใจมีความสัมพันธ์กับการใช้ออกซิเจนสูงสุดในขณะทำงาน และสามารถใช้อัตราเต้นหัวใจในภาวะคงที่ (Steady State) ในการทำงานเกือบสูงสุดมาเป็นเครื่องบอกการใช้ออกซิเจนสูงสุดโดยมีโนโมแกรม (Nomogram) และตารางแปลค่ากำหนดไว้

แคทช์ (Katch 1970) ได้พบว่าความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุดกับความสามารถในการทำงานหนัก เขาพบว่าบุคคลที่มีสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุดจะมีความสามารถ อดทนทำงานหนักได้ นอกจากนี้ ก็หาช่วงเวลาที่ดีที่สุดในการทดสอบการทำงานประเภทที่ต้องใช้ความอดทนโดยการใช้สมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุดเป็นเกณฑ์ การหาสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุด ทำโดยวิธีเพิ่มจังหวะการทำสเต็ปเทสท์ถีขึ้นจากความเร็ว 30 รอบต่อนาที เป็น 36 รอบต่อนาที การวัดความสามารถการทำงานหนักให้ชี่จักรยานวัดงานโดยการขันสายพานให้ตัวเลขชี้ 2.5 กิโลปอนด์ในอัตรา 60 รอบต่อนาทีและเพิ่ม 0.5 กิโลปอนด์ทุกสองนาทีจนผู้ถูกทดสอบไม่สามารถชี่ต่อไปได้ ส่วนการทดสอบการทำงานประเภทที่ต้องใช้ความอดทนโดยการวิ่งบนเทรดมิลล์เป็นเวลา 12 นาที สหสัมพันธ์ที่คิดเป็นนาที แต่ละนาทีระหว่างสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุด และคะแนนการทดสอบการทำงานประเภทที่ต้องใช้ความอดทนเพิ่มขึ้นดังนี้ นาทีที่ 1 และ 2 ไม่มีนัยสำคัญ นาทีที่ 3 สหสัมพันธ์มีค่าเท่ากับ 0.40 นาทีที่ 6 สหสัมพันธ์มีค่าเท่ากับ 0.71 และนาทีที่ 12 สหสัมพันธ์มีค่าเท่ากับ 0.78 สรุปได้ว่าสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุดมีความสัมพันธ์กับความสามารถในการทำงานประเภททนทาน และสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุดไม่มีประสิทธิภาพในการทำนาย การทำงานประเภทที่ต้องใช้ความเร็ว และระยะเวลาสั้น

คูนนี่ (Cooney 1972) ได้ทำการวิจัยเรื่องของความเย็นที่มีต่ออัตราการเต้นของหัวใจในระยะพัก ออกกำลัง และระยะการฟื้นตัว วัตถุประสงค์ของการวิจัยนี้เพื่อเปรียบเทียบผลของการกระทำต่าง ๆ ดังต่อไปนี้ว่ามีผลต่ออัตราการเต้นของหัวใจอย่างไร

ก. ให้ความเย็นขณะพัก ออกกำลัง และระยะฟื้นตัว

ข. ให้ความเย็นขณะพัก

ค. ให้ความเย็นในระยะฟื้นตัว

ง. ให้ความเย็นในขณะออกกำลังกาย

จ. ให้ความแห้งขณะนั่งพัก ออกกำลัง และระยะฟื้นตัว

ฉ. ไม่ให้ทั้งความแห้งและความเย็น ซึ่งจัดเป็นกลุ่มควบคุม

การวิจัยต้องอาศัยการจดบันทึกอัตราการเต้นของหัวใจโดยมีผู้เข้ารับการทดลอง 30 คน แต่ละครั้งของการทดลองจะมีระยะพัก 10 นาที ระยะออกกำลัง 5 นาที และระยะฟื้นตัว 10 นาที ผู้ถูกทดลองแต่ละคนจะถูกทดลองทั้ง 6 อย่างแล้วนำระยะเวลาเหล่านั้นมาหาค่าทางสถิติ โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance) และสรุปผลได้ดังนี้

ก. การใช้ความเย็นในระยะพักนั้นมีผลไม่แน่นอนต่ออัตราการเต้นของหัวใจ และมีค่าเป็นที่น่าสงสัย

ข. การใช้ความเย็นติดต่อกันระหว่างการออกกำลัง จะทำให้อัตราการเต้นของหัวใจลดลงอย่างเด่นชัด

ค. การใช้ความเย็นในระยะฟื้นตัวจะมีผลต่ออัตราการเต้นของหัวใจในช่วงแรก ๆ เท่านั้น แต่ในระยะหลัง ๆ ยังเป็นที่น่าสงสัย

ง. ถึงแม้ว่าผลทั้งหมดไม่มีความสำคัญเด่นชัดก็ตาม แต่การใช้ความเย็นมีผลดีต่อระยะการพักและระยะการฟื้นตัว

ในปี ค.ศ. 1972 ฟอลส์ (Falls) และฮัมฟรีย์ (Humphrey) ได้ทำการวิจัยเรื่องผลของการใช้น้ำเย็นที่มีต่อความร้อนของร่างกายขณะออกกำลังกาย การวิจัยนี้ต้องการจะศึกษาผลของการให้ความเย็นแก่ร่างกายเฉพาะส่วน (โดยการใช้ผ้าเย็นและการชะโลมตัว) ที่มีต่อความร้อนของร่างกายระหว่างการออกกำลังกาย

วิธีดำเนินการวิจัย จะเริ่มเมื่อผู้ถูกทดลองเข้าไปนั่งในอุณหภูมิแวดล้อมที่กำหนดคือ 105 องศาฟาเรนไฮต์ (40 องศาเซนติเกรด) ของกระเปาะแห้ง และ 83 องศาฟาเรนไฮต์ (28.3 องศาเซนติเกรด) ของกระเปาะเปียก เพื่อให้ร่างกายปรับตัวให้เข้ากับอุณหภูมิแวดล้อม หลังจากนั้นให้ผู้ถูกทดลองซึ่งมีจำนวน 6 คน ขี่จักรยานวัดงาน (Monark Bicycle Ergometer) เป็นเวลา59 นาที โดยขี่และพักสลับกันไป คือ ขี่ 5 นาที พัก 1 นาที ขณะขี่จักรยานจะวัดอัตราการเต้นของหัวใจ อุณหภูมิทวารหนัก และการสูญเสียเหงื่อจดบันทึกทุก ๆ สภาพการทดลองทั้ง 3 อย่าง คือ 1,C หมายถึงกลุ่มควบคุม 2. E_1 หมายถึงกลุ่มใช้ผ้าเย็น (IC) เช็ดที่ท้องและศรีษะระหว่างเวลาพัก 3. E_2 เหมือน E_1 ยกเว้นขณะก่อนออกกำลังกาย 10 นาที จะใช้ผ้าเย็น 14.8 องศาเซนติเกรด หรือ 58.6 องศาฟาเรนไฮต์ เช็ดที่ท้องและศรีษะเสียก่อน

ปรากฏว่าอัตราการเต้นของหัวใจ อุณหภูมิของทวารหนัก และการสูญเสียเหงื่อ ภายใต้สภาพการทดลอง 2 อย่างคือ E_1 และ E_2 น้อยกว่า C (กลุ่มควบคุม) แต่ผู้ถูกทดลองจะรู้สึกว่าความร้อนจะถูกระเหยได้ดีภายใต้สภาพของ E_2 จากนั้นนำอัตราการเต้นของหัวใจ อุณหภูมิทวาร

หนัก และการสูญเสียเหงื่อมาคำนวณหาความเครียด (Strain) โดยใช้สูตรของ เครก (Craig Index of Physiologycal Strain, Is) ผลที่ได้มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.55, 4.06 และ 3.36 ภายใต้สภาพของ C E_1 และ E_2 การวิเคราะห์ความแปรปรวน แสดงให้เห็นความแตกต่างมัชฌิมเลขคณิตอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 จึงสรุปได้ว่าการให้ความเย็นแก่ร่างกายเฉพาะส่วน โดยการใช้วิธีการศึกษาทั้ง 3 อย่างนั้น จะช่วยลดความร้อนของร่างกายโดยร่างกายใช้กลไกในการระบายความร้อนของร่างกาย การใช้ผ้าเย็นที่ท้องและที่ศีรษะเป็นระยะระหว่างการออกกำลังกาย จะช่วยทำให้เลือดเย็นและช่วยระบายความร้อนจากผิวของร่างกาย ส่วนการชะโลมร่างกายด้วยน้ำเย็น ก่อนการออกกำลังกายทำให้ความร้อนสามารถถูกนำออกจากส่วนกลางของร่างกายเร็วขึ้น ในขณะที่ใช้ผ้าเย็นเช็ดเป็นระยะ ๆ

ซีเบอร์ และแมคเมอเรย์ (Siebers and McMurray 1981) ได้ศึกษาผล ของการว่ายน้ำ และการเดินที่มีต่อการฟื้นตัวภายหลังการปฏิบัติว่ายน้ำ ผู้รับการทดลองเป็นนักว่ายน้ำหญิงจำนวน 8 คน โดยให้ผู้รับการทดลองทุกคนออกกำลังกาย 2 นาที ที่ร้อยละ 90 ของปริมาณออกซิเจนสูงสุด บนเครื่องวัดงานในการว่ายน้ำ (Swimming Ergometer) ระยะเวลาในการฟื้นตัว 15 นาที ในการเดินบนพื้น หรือว่ายน้ำช้า ๆ หลังจากการว่ายน้ำ 200 หลา วัดปริมาณการนำเข้าออกซิเจน 15 นาที หลังจากการว่ายน้ำ 200 หลา นำเอาเลือดที่ได้ก่อน และหลังการว่ายน้ำด้วยเครื่องวัดงานในการว่ายน้ำมาวิเคราะห์เพื่อหาแลคเตท (Lactate) ผลการทดลองปรากฏว่า การว่ายน้ำ 200 หลา ไม่มีนัยสำคัญที่กระทบกระเทือนต่อการเดินหรือการว่ายน้ำในช่วงของการฟื้นตัว แลคเตทในเลือดหลังการว่ายน้ำด้วยเครื่องวัดงานในการว่ายน้ำมี ค่าเฉลี่ย 96.7 + 18 มิลลิกรัมต่อเลือด 100 มิลลิลิตร การฟื้นตัว โดยการว่ายน้ำจะลดระดับแลคเตทลงร้อยละ 56.3 และการฟื้นตัวโดยการเดินจะลดระดับแลคเตทลงร้อยละ 38.5 มีนัยสำคัญที่แตกต่างกันของแลคเตทในเลือดหลังการว่ายน้ำ 200 หลา ปริมาณการนำเข้าออกซิเจน มีค่าเฉลี่ย 7.74 + 1.51 ลิตร และไม่มีผลกระทบต่อข้อตกลง สรุปได้ว่า 15 นาที ในการฟื้นตัวอาจจะพอเพียงสำหรับการแข่งขันหลาย ๆ ครั้งที่มีความหนักของงานสูงแต่น้อยกว่า 3 นาที และการเลือกวิธีการฟื้นตัวของตัวเราเองจะไม่มีผลดีที่สุดเสมอสำหรับการเคลื่อนย้ายแลคเตทในเลือด