บทที่ ๕

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

สรุปผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาถึงผลของการอบอุ่นร่างกายที่มีช่วงเวลาพักที่แตกต่างกัน ต่อสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุด และการปรับตัวของระบบไหลเวียนโลหิต เมื่อออกกำลังกายถึงระดับเกือบสูงสุด ด้วยวิธีของออสตรานด์ โดยมุ่งศึกษาถึงความแตกต่างของสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุด และการปรับตัวของระบบไหลเวียนโลหิต ซึ่งวัดจากอัตราการเต้นของหัวใจขณะพักก่อนออกกำลังกาย ความดันโลหิตขณะพักก่อนออกกำลังกาย อัตราการเต้นของหัวใจขณะออกกำลังกาย อัตราการเต้นของหัวใจขณะฟื้นตัว และความดันโลหิตขณะฟื้นตัว เมื่อออกกำลังกายถึงระดับเกือบสูงสุด

กลุ่มตัวอย่างผู้เข้ารับการทดลองในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักฟุตบอล และนักกรีฑาผู้ระดับนักเรียนชายรุ่นใหญ่ จำนวน ๑๒ คน เข้ารับการทดลองในทุกการทดลอง (ทรีตเมนต์) ๔ การทดลอง คือ ไม่อบอุ่นร่างกาย อบอุ่นร่างกายที่มีช่วงเวลาพัก ๓๐ วินาที อบอุ่นร่างกายที่มีช่วงเวลาพัก ๖๐ วินาที และอบอุ่นร่างกายที่มีช่วงเวลาพัก ๙๐ วินาที แล้วทำการทดสอบการออกกำลังกายด้วยการทำงานเฉพาะกิจ จนถึงระดับอัตราการเต้นของหัวใจ ๑๘๐ ± ๕ ครั้ง/นาที วัดสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุด และการปรับตัวของระบบไหลเวียนโลหิต

นำข้อมูลที่ได้จากการทดลอง มาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน แล้วนำมาเปรียบเทียบเพื่อหาความแตกต่างของค่าเฉลี่ย โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวน–ทางเดียว และทดสอบความแตกต่างเป็นรายคู่ ด้วยวิธีของเชฟเฟ (Scheffé Method) การวิเคราะห์ข้อมูลทั้งหมดนี้ ใช้การประมวลผลจากคอมพิวเตอร์ ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติที่ใช้ในสังคมศาสตร์ (SPSS)

ผลการวิจัยพบว่า

ก.สมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุด

สมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุด(ค่าเฉลี่ย) ของกลุ่มไม่อบอุ่นร่างกาย (๕๔.๘๒ มล./กก./นาที), กลุ่มอบอุ่นร่างกายที่มีช่วงเวลาพัก ๓๐ วินาที (๕๓.๔๗ มล./กก./นาที), กลุ่มอบอุ่นร่างกายที่มีช่วงเวลาพัก ๖๐ วินาที (๕๔.๑๔ มล./กก./นาที) และกลุ่มอบอุ่นร่างกายที่มีช่วงเวลาพัก ๙๐ วินาที (๕๓.๔๕ มล./กก./นาที) มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับ .๐๕

ข.การปรับตัวของระบบไหลเวียนโลหิต

๑.ขณะพักก่อนการทดลอง

ก)อัตราการเต้นของหัวใจ

อัตราการเต้นของหัวใจขณะพักก่อนการทดลอง (ค่าเฉลี่ย) ของกลุ่มไม่อบอุ่นร่างกาย (๗๒.๗๕ ครั้ง/นาที), กลุ่มอบอุ่นร่างกายที่มีช่วงเวลาพัก ๓๐ วินาที (๗๓.๒๕ ครั้ง/นาที), กลุ่มอบอุ่นร่างกายที่มีช่วงเวลาพัก ๖๐ วินาที (๗๒.๕๘ ครั้ง/นาที), และกลุ่มอบอุ่นร่างกายที่มีช่วงเวลาพัก ๙๐ วินาที (๗๒.๕๘ ครั้ง/นาที) มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับ .๐๕

ข)ความดันโลหิต

ความดันโลหิตเฉลี่ย (ไดแอสโตลิก + $\frac{๑}{๓}$(ซิสโตลิก – ไดแอสโตลิก)) ขณะพักก่อนการทดลอง (ค่าเฉลี่ย) ของกลุ่มไม่อบอุ่นร่างกาย (๘๕.๒๗ มม.ปรอท), กลุ่มอบอุ่นร่างกายที่มีช่วงเวลาพัก ๓๐ วินาที (๘๕.๒๗ มม.ปรอท), กลุ่มอบอุ่นร่างกายที่มีช่วงเวลาพัก ๖๐ วินาที (๘๕.๗๕ มม.ปรอท), และกลุ่มอบอุ่นร่างกายที่มีช่วงเวลาพัก ๙๐ วินาที (๘๕.๖๖ มม.ปรอท) มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับ .๐๕

๒. ขณะออกกำลังกาย

อัตราการเต้นของหัวใจ ขณะออกกำลังกายนาทีที่ ๑ (ค่าเฉลี่ย) ของกลุ่มไม่อบอุ่นร่างกาย (๑๓๔.๔๑ ครั้ง/นาที) มีค่าต่ำกว่า กลุ่มอบอุ่นร่างกายที่มีช่วงเวลาพัก ๓๐ วินาที (๑๔๖.๔๑ ครั้ง/นาที) และกลุ่มอบอุ่นร่างกายที่มีช่วงเวลาพัก ๖๐ วินาที (๑๔๒.๒๕ ครั้ง/นาที) อย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับ .๐๕ แต่ก็มีค่าไม่แตกต่างจาก กลุ่มอบอุ่นร่างกายที่มีช่วงเวลาพัก ๙๐ วินาที (๑๓๖.๘๓ ครั้ง/นาที) อย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับ .๐๕ ในขณะที่กลุ่มอบอุ่นร่างกายที่มีช่วงเวลาพัก ๙๐ วินาที มีค่าต่ำกว่า กลุ่มอบอุ่นร่างกายที่มีช่วงเวลาพัก ๓๐ วินาที อย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับ .๐๕ แต่ก็มีค่าไม่แตกต่างจาก กลุ่มอบอุ่นร่างกายที่มีช่วงเวลาพัก ๖๐ วินาที อย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับ .๐๕ โดยกลุ่มอบอุ่นร่างกายที่มีช่วงเวลาพัก ๖๐ วินาที และกลุ่มอบอุ่นร่างกายที่มีช่วงเวลาพัก ๓๐ วินาที มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับ .๐๕

อัตราการเต้นของหัวใจ ขณะออกกำลังกายนาทีที่ ๒ (ค่าเฉลี่ย) ของกลุ่มไม่อบอุ่นร่างกาย (๑๔๒.๕๐ ครั้ง/นาที) มีค่าต่ำกว่า กลุ่มอบอุ่นร่างกายที่มีช่วงเวลาพัก ๓๐ วินาที (๑๔๔.๔๑ ครั้ง/นาที) อย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับ .๐๕ แต่มีค่าไม่แตกต่างจาก กลุ่มอบอุ่นร่างกายที่มีช่วงเวลาพัก ๖๐ วินาที (๑๔๖.๔๑ ครั้ง/นาที) และกลุ่มอบอุ่นร่างกายที่มีช่วงเวลาพัก ๙๐ วินาที (๑๔๔.๔๑ ครั้ง/นาที) อย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับ .๐๕ ในขณะที่กลุ่มอบอุ่นร่างกายที่มีช่วงเวลาพัก ๓๐ วินาที กลุ่มอบอุ่นร่างกายที่มีช่วงเวลาพัก ๖๐ วินาที และกลุ่มอบอุ่นร่างกายที่มีช่วงเวลาพัก ๙๐ วินาที มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับ .๐๕

อัตราการเต้นของหัวใจ ขณะออกกำลังกายนาทีที่ ๓, ๔, ๕, ๖, ๗, และ ๘ (ค่าเฉลี่ย) ของกลุ่มไม่อบอุ่นร่างกาย (๑๔๖.๕๘, ๑๔๔.๖๖, ๑๕๑.๖๖, ๑๕๓.๔๑, ๑๖๓.๐๘ และ ๑๗๐.๖๖ ครั้ง/นาที ตามลำดับ) กลุ่มอบอุ่นร่างกายที่มีช่วงเวลาพัก ๓๐ วินาที (๑๕๑.๕๐, ๑๕๒.๕๐, ๑๕๓.๗๕, ๑๕๕.๗๕, ๑๖๓.๓๓ และ ๑๗๑.๕๐ ครั้ง/นาที ตามลำดับ) กลุ่มอบอุ่นร่างกายที่มีช่วงเวลาพัก ๖๐ วินาที (๑๔๔.๒๕, ๑๕๑.๐๘, ๑๕๓.๑๖, ๑๕๔.๓๓, ๑๖๓.๑๖ และ ๑๗๒.๕๐ ครั้ง/นาที ตามลำดับ) และ

และกลุ่มอบอุ่นร่างกายที่มีช่วงเวลาพัก ๔๐ วินาที (๑๔๔.๐๘, ๑๕๑.๐๘, ๑๕๒.๕๘, ๑๕๘.๔๑, ๑๖๒.๕๐, และ ๑๗๑.๖๖ ครั้ง/นาที ตามลำดับ) มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับ .๐๕

อัตราการเต้นของหัวใจขณะออกกำลังกายนาทีสุดท้าย (ค่าเฉลี่ย) ของกลุ่มไม่อบอุ่นร่างกาย (๑๘๐.๔๑ ครั้ง/นาที) กลุ่มอบอุ่นร่างกายที่มีช่วงเวลาพัก ๓๐ วินาที (๑๘๐.๔๑ ครั้ง/นาที) กลุ่มอบอุ่นร่างกายที่มีช่วงเวลาพัก ๖๐ วินาที (๑๘๐.๕๘ ครั้ง/นาที) และกลุ่มอบอุ่นร่างกายที่มีช่วงเวลาพัก ๔๐ วินาที (๑๘๐.๖๖ ครั้ง/นาที) มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .๐๕

๓. ขณะฟื้นตัว

ก. <u>อัตราการเต้นของหัวใจ</u>

อัตราการเต้นของหัวใจขณะฟื้นตัวนาทีที่ ๑ และนาทีที่ ๖ (ค่าเฉลี่ย) ของกลุ่มไม่อบอุ่นร่างกาย (๑๓๔.๕๘ และ ๑๐๓.๔๑ ครั้ง/นาที) กลุ่มอบอุ่นร่างกายที่มีช่วงเวลาพัก ๓๐ วินาที (๑๓๔.๕๘ และ ๑๐๘.๓๕ ครั้ง/นาที) กลุ่มอบอุ่นร่างกายที่มีช่วงเวลาพัก ๖๐ วินาที (๑๔๐.๔๑ และ ๑๐๔.๐๐ ครั้ง/นาที) กลุ่มอบอุ่นร่างกายที่มีช่วงเวลาพัก ๔๐ วินาที (๑๓๔.๔๑ และ ๑๐๓.๖๖ ครั้ง/นาที) มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับ .๐๕

ข. <u>ความดันโลหิต</u>

ความดันโลหิตเฉลี่ยขณะฟื้นตัวนาทีที่ ๑ และนาทีที่ ๖ (ค่าเฉลี่ย) ของกลุ่มไม่อบอุ่นร่างกาย (๔๐.๐๒ และ ๘๕.๑๑ มม.ปรอท) กลุ่มอบอุ่นร่างกายที่มีช่วงเวลาพัก ๓๐ วินาที (๔๐.๔๔ และ ๘๕.๑๑ มม.ปรอท) กลุ่มอบอุ่นร่างกายที่มีช่วงเวลาพัก ๖๐ วินาที (๔๐.๘๓ และ ๘๕.๐๕ มม.ปรอท) และกลุ่มอบอุ่นร่างกายที่มีช่วงเวลาพัก ๔๐ วินาที (๘๔.๘๘ และ ๘๕.๖๓ มม.ปรอท) มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับ .๐๕

ข้อค้นพบที่ได้จากการวิจัยครั้งนี้คือ สมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุด และการปรับตัวของระบบไหลเวียนโลหิต ของกลุ่มไม่อบอุ่นร่างกาย กลุ่มอบอุ่นร่างกายที่มีช่วงเวลาพัก ๓๐ วินาที กลุ่มอบอุ่นร่างกายที่มีช่วงเวลาพัก ๖๐ วินาที และกลุ่มอบอุ่นร่างกายที่มีช่วงเวลาพัก ๙๐ วินาที มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับ .๐๕

จากข้อค้นพบนี้เอง จึงทำให้ได้ข้อสรุปว่า การอบอุ่นร่างกายที่มีช่วงเวลาพักที่แตกต่างกัน ซึ่งผู้วิจัยกำหนดให้เป็นตัวแปรต้น (Independent Variable)ที่ต้องการจะศึกษานั้น ไม่มีผลต่อสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุด และการปรับตัวของระบบไหลเวียนโลหิต ซึ่งผู้วิจัยกำหนดให้เป็นตัวแปรตาม (Dependent Variable) เมื่อออกกำลังถึงระดับเกือบสูงสุด ด้วยวิธีของออสตรานด์ และเป็นไปตามสมมุติฐานที่ตั้งไว้

<u>อภิปรายผลการวิจัย</u>

ก.สมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุด

ผลของการวิจัยพบว่า สมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุด ของทุกกลุ่มมีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ อาจจะเป็นเพราะว่า การหาค่าสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุด ในการวิจัยครั้งนี้ ใช้วิธีการวัดทางอ้อม ตามวิธีของออสตรานด์–ไรห์มิง ด้วยการให้ทำงานถึงระดับเกือบสูงสุดคือ การถีบจักรยานวัดงานที่ระดับงานปานกลางซึ่งมีจังหวะของการทำงานสม่ำเสมอ จนอัตราการเต้นของหัวใจสูงถึง ๑๒๐ – ๑๗๐ ครั้ง/นาที ในลักษณะคงระดับ (Plateau) ที่เรียกว่าระยะคงตัว เพราะระบบไหลเวียนโลหิตและระบบหายใจ สามารถปรับให้เข้ากับความหนักของงานที่ทำได้แล้ว ซึ่งตามปกติแล้วจะใช้เวลาประมาณ ๓ – ๕ นาที (มักจะไม่เกิน ๖ นาที) แล้วนำอัตราการเต้นของหัวใจระยะคงตัวที่หาได้นั้น ไปเปิดตารางสำเร็จของออสตรานด์ (ดูภาคผนวก ข.) เพื่อเทียบหาค่าสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุด ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้ค่าเฉลี่ยของอัตราการเต้นของหัวใจขณะออกกำลังกายนาทีที่ ๕ และนาทีที่ ๖ เป็นอัตราการเต้นของหัวใจระยะคงตัว จึงมีความเป็นไปได้ที่ว่า กลุ่มไม่อบอุ่นร่างกาย ซึ่งถึงแม้จะมีอัตราการเต้นของหัวใจเมื่อเริ่มทำงานเฉพาะกิจต่ำกว่าก็จริง แต่จะสามารถปรับอัตราการเต้นของหัวใจขณะออกกำลังกายนาทีที่ ๕ – ๖ ให้มีค่าใกล้เคียงกับกลุ่มอบอุ่นร่างกายที่มีช่วงเวลาพักที่แตกต่างกันได้ในที่สุด เพราะงานที่ทำนั้นมีความหนักปานกลาง มีจังหวะการทำงานสม่ำเสมอ

และเวลาที่ทำงานก็นานเพียงพอ ที่จะทำให้ระบบไหลเวียนโลหิตและระบบหายใจ ปรับตัวให้เข้ากับงานได้ เนื่องจากผู้เข้ารับการทดลองทุกคนต่างก็เป็นนักกีฬาที่ผ่านการฝึกทางด้านความอดทน (Endurance) มาแล้ว และในทำนองเดียวกันนี้ อัตราการเต้นของหัวใจในระยะคงตัว ของกลุ่มอบอุ่นร่างกายที่มีช่วงเวลาพักนานกว่า (๔๐ วินาที) ก็จะมีค่าใกล้เคียงกับ กลุ่มอบอุ่นร่างกายที่มีช่วงเวลาพักปานกลาง (๖๐ วินาที) และกลุ่มอบอุ่นร่างกายที่มีช่วงเวลาพักสั้นกว่า (๓๐ วินาที) ด้วยเช่นกัน นั่นคือเมื่ออัตราการเต้นของหัวใจในระยะคงตัว ของแต่ละกลุ่มมีค่าใกล้เคียงกัน (ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ) จึงมีผลให้สมรรถภาพการรับออกซิเจนสูงสุด(ซึ่งเทียบหาได้จากตารางสำเร็จของออสตรานด์โดยใช้ค่าอัตราการเต้นของหัวใจในระยะคงตัว) มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ สอดคล้องกับผลการวิจัยของ แอนด์เซล และบิวซัตติล (Andzel and Busuttil 1982: 113-118) ที่พบว่า"สมรรถภาพการรับออกซิเจนสูงสุด เมื่อออกกำลังกายถึงระดับสูงสุด ของกลุ่มอบอุ่นร่างกายที่มีช่วงเวลาพักสั้น (๓๐ วินาที) กลุ่มอบอุ่นร่างกายที่มีช่วงเวลาพักนาน (๔๐ วินาที) และกลุ่มไม่อบอุ่นร่างกาย มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ" นอกจากนี้ผลการวิจัยของบิวซัตติล และรูห์ลิง (Busuttil and Ruhling 1977: 67-69) ยังพบว่า "สมรรถภาพการรับออกซิเจนสูงสุด เมื่อออกกำลังกายอย่างเหน็ดเหนื่อย ของกลุ่มอบอุ่นร่างกาย (ที่มีช่วงเวลาพัก ๒ นาที) และกลุ่มไม่อบอุ่นร่างกาย มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ" และผลการวิจัยของ ฟอลส์ และไวเบอร์ส (Falls and Weibers 1965: 245-250) ยังพบว่า"สมรรถภาพการรับออกซิเจนสูงสุด ของกลุ่มอบอุ่นร่างกาย (ที่มีช่วงเวลาพัก ๓ นาที) กลุ่มไม่อบอุ่นร่างกาย กลุ่มอาบน้ำร้อนแบบฝักบัว และกลุ่มอาบน้ำเย็นแบบฝักบัว มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ" นอกจากนี้ผลการวิจัยของกรอดจินอฟสกี และมาเยล (Grodjinovsky and Magel 1970:116-118) พบว่า "การใช้ออกซิเจน (O_2 Consumption) ของกลุ่มอบอุ่นร่างกายขนาดปานกลาง กลุ่มอบอุ่นร่างกายขนาดหนัก และกลุ่มไม่อบอุ่นร่างกาย มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ และผลการวิจัยของ ทอร์เคีย (Torchea 1980: 189) ยังพบอีกว่า"สมรรถภาพการรับออกซิเจน ของกลุ่มอบอุ่นร่างกายด้วยระยะเวลาสั้น (๑๕ นาที) กลุ่มอบอุ่นร่างกายด้วยระยะเวลาปานกลาง (๓๐ นาที) กลุ่มอบอุ่นร่างกายด้วยระยะเวลานาน (๔๕ นาที) และกลุ่มไม่อบอุ่นร่างกาย มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ"

จากผลการวิจัยในครั้งนี้ และการวิจัยอื่นๆที่มีผลสอดคล้องกัน ตามที่ได้กล่าวแล้ว ล้วนต่างมีข้อค้นพบว่า การไม่อบอุ่นร่างกายก็ดี การอบอุ่นร่างกายที่มีช่วงเวลาพักที่แตกต่างกันก็ดี และหรือการอบอุ่นร่างกายด้วยระยะเวลาที่แตกต่างกันก็ดี มีค่าสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุด ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งถ้าพิจารณาถึงความน่าจะเป็นตามหลักทฤษฎีทางสรีรวิทยาการออกกำลังกายมาประกอบแล้ว ก็ดูเหมือนว่าไม่น่าจะเป็นไปได้ เพราะการอบอุ่นร่างกาย(ด้วยการออกกำลังกาย)ก่อนการทำงาน(เฉพาะกิจ)นั้น น่าจะทำให้มีสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุด สูงกว่าการไม่อบอุ่นร่างกาย และโดยนัยเดียวกันนี้ การอบอุ่นร่างกายที่มีช่วงเวลาพักสั้นกว่า ก็น่าที่จะมีสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุด สูงกว่าการอบอุ่นร่างกายที่มีช่วงเวลาพักนานกว่า โดยเฉพาะอย่างยิ่งการอบอุ่นร่างกายด้วยระดับงานปานกลาง ซึ่งเป็นงานที่ไม่หนักจนเกินไป ที่จะก่อให้เกิดการสะสมของกรดแลคติก (Lactic Acid) และความร้อนในร่างกาย ให้สูงขึ้นจนเป็นผลเสียต่อการทำงานได้ และในขณะเดียวกันก็ไม่เบาจนเกินไป จนไม่เอื้ออำนวยให้เกิดผลดีต่อการตอบสนองทางสรีรวิทยาที่เป็นประโยชน์ต่อการทำงาน ดังที่เดอฟรีส์ (DeVries 1974: 444) ได้ชี้ให้เห็นคุณค่าของการอบอุ่นร่างกายว่า"จะทำให้อุณหภูมิของ กล้ามเนื้อ และโลหิต มีค่าสูงขึ้น ซึ่งจะมีผลให้การไหลเวียนของโลหิตดีขึ้น เนื่องจากความหนืดลดลง และหลอดโลหิตขยายตัวมากขึ้น การปล่อยออกซิเจนเข้าสู่เซลกล้ามเนื้อ ของฮีโมโกลบินและไมโอโกลบินมีมากขึ้น และขบวนการเมตะโบลิซึมสูงขึ้น" และนอกจากนี้อัตราการเต้นของหัวใจในระยะเริ่มทำงาน(เฉพาะกิจ)ที่สูงกว่า(ของการอบอุ่นร่างกาย) ก็จะมีผลให้ปริมาณการสูบฉีดโลหิต (Cardiac Output) ของหัวใจสูงขึ้นด้วย จึงน่าที่จะมีความเป็นไปได้อย่างยิ่งที่ว่า สมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุดของการอบอุ่นร่างกาย จะต้องดีกว่าการไม่อบอุ่นร่างกาย และในทำนองเดียวกัน การอบอุ่นร่างกายที่มีช่วงเวลาพักสั้นกว่า ก็น่าที่จะมีสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุด ดีกว่าการอบอุ่นร่างกายที่มีช่วงเวลาพักปานกลาง หรือการอบอุ่นร่างกายที่มีช่วงเวลาพักนานกว่า ดังผลการวิจัยของ กูติน และคณะ (Gutin and others 1976: 60-65) ที่พบว่า"สมรรถภาพการจับออกซิเจนของกลุ่มอบอุ่นร่างกายที่มีช่วงเวลาพักสั้น (๓๐ วินาที) มีค่าสูงกว่า กลุ่มไม่อบอุ่นร่างกาย อย่างมีนัยสำคัญ" นอกจากนี้ มิลเลอร์ (Miller 1974: 5099A) ได้วิจัยพบว่า"เมื่อออกกำลังกายหนัก สมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุด จะมีความสัมพันธ์เป็นปฏิภาคผกผันกับช่วงเวลาพักภายหลัง

การอบอุ่นร่างกาย นั่นคือการอบอุ่นร่างกายที่มีช่วงเวลาพักสั้นกว่า จะมีสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุด สูงกว่ากลุ่มอบอุ่นร่างกายที่มีช่วงเวลาพักนานกว่า อย่างมีนัยสำคัญ สอดคล้องกับการวิจัยของ ไค แพรมเปอร์โร และคณะ (Di Prampero and others 1970: 547-551) ที่พบว่า"สมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุด ของการอบอุ่นร่างกายที่ไม่มีช่วงเวลาพัก จะมีค่าสูงกว่าการไม่อบอุ่นร่างกาย อย่างมีนัยสำคัญ" หรือแม้แต่การวิจัยของแอนด์เซล และบิวซัตติล (Andzel and Busuttil 1982) ก็ยังพบว่า "สมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุด เมื่อทำงาน ๒ นาทีแรก ของกลุ่มอบอุ่นร่างกายที่มีช่วงเวลาพักสั้น (๓๐ วินาที) และกลุ่มอบอุ่นร่างกายที่มีช่วงเวลาพักนาน (๙๐ วินาที) ต่างก็มีค่าสูงกว่ากลุ่มไม่อบอุ่นร่างกาย อย่างมีนัยสำคัญ ในขณะที่กลุ่มอบอุ่นร่างกายที่มีช่วงเวลาพักสั้น มีสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุด ในขณะทำงาน ๓๐ วินาทีแรก สูงกว่ากลุ่มอบอุ่นร่างกายที่มีช่วงเวลาพักนาน และกลุ่มไม่อบอุ่นร่างกาย อย่างมีนัยสำคัญ" ถึงแม้จะพบว่า สมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุด ของแต่ละกลุ่มมีค่าไม่แตกต่างกันก็ตาม

เหตุที่เป็นเช่นนี้อาจจะเป็นเพราะว่า ความหนักเบาของงานเฉพาะกิจที่ให้ทำ และหรือช่วงเวลาที่ทำการวัดสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุด มีความแตกต่างกันก็ได้ นั่นคือผลการวิจัยที่พบว่า สมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุด ของการไม่อบอุ่นร่างกาย และการอบอุ่นร่างกายที่มีช่วงเวลาพักที่แตกต่างกัน มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญนั้น มักจะใช้งานเฉพาะกิจที่มีความหนักของงานปานกลาง หรืออาจจะเป็นงานหนักที่เริ่มต้นจากงานปานกลางก่อน โดยความหนักของงานจะเพิ่มขึ้นอย่างค่อยเป็นค่อยไป ดังเช่น การวิจัยของ แอนด์เซล และบิวซัตติล (Andzel and Busuttil 1982), ทอร์เชีย (Torchea 1980), บิวซัตติล และรูห์ลิง (Busuttil and Ruhling 1977) ฟอลส์ และไวเบอร์ส (Falls and Weibers 1965) และในการวิจัยครั้งนี้ เป็นต้น จึงอาจจะเป็นไปได้ที่ว่า กลุ่มไม่อบอุ่นร่างกาย และหรือกลุ่มอบอุ่นร่างกายที่มีช่วงเวลาพักนานกว่า ก็สามารถจะอาศัยปัจจัยเวลาเพียงไม่กี่นาที ปรับระบบไหลเวียนโลหิตให้เข้ากับความหนักของงานที่ทำได้ ดังที่จรวยพร ธรณินทร์ (๒๕๒๕: ๒๕๑) ได้กล่าวไว้ว่า"เมื่อเริ่มออกกำลังกาย อัตราการเต้นของหัวใจจะเพิ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว ถ้าเป็นการออกกำลังกายเบาๆหรือปานกลาง อัตราการเต้นของหัวใจจะเพิ่มสูงถึงระยะคงระดับ(Plateau) ภายในเวลา ๓๐–๖๐ วินาที เท่านั้น" ในขณะที่ระบบไหลเวียนโลหิตของกลุ่มอบอุ่นร่างกาย

และหรือกลุ่มอบอุ่นร่างกายที่มีช่วงเวลาพักสั้นกว่า สามารถที่จะปรับตัวได้ก่อนแล้ว ดังนั้น อัตราการเต้นของหัวใจจึงเกือบจะไม่เพิ่มขึ้น หรือเพิ่มขึ้นในลักษณะชะลอตัว (Inertia)

และในทางตรงข้ามกัน การวิจัยที่พบว่า การอบอุ่นร่างกาย และหรือการอบอุ่นร่างกายที่มีช่วงเวลาพักสั้น มีสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุด สูงกว่าการไม่อบอุ่นร่างกาย และหรือการอบอุ่นร่างกายที่มีช่วงเวลาพักนาน อย่างมีนัยสำคัญนั้น มักจะใช้งานเฉพาะกิจที่มีระดับของงานหนัก นับตั้งแต่เริ่มออกกำลังกาย เช่น การวิจัยของ ไค แพรมเปอโร และคณะ (Di Prampero and others 1970) มิลเลอร์ (Miller 1974) กูติน และคณะ (Gutin and others 1976) เป็นต้น จึงอาจเป็นไปได้ว่า กลุ่มไม่อบอุ่นร่างกาย และหรือกลุ่มอบอุ่นร่างกายที่มีช่วงเวลาพักนาน จะมีการพร่องออกซิเจนเมื่อเริ่มออกกำลังกาย (Initial Oxygen Deficit) ขึ้นได้ เพราะอัตราการเต้นของหัวใจเมื่อเริ่มออกกำลังกายต่ำเกินไป ทำให้มีปริมาณโลหิตที่หัวใจสูบฉีด (Cardiac Output) น้อยกว่า อาจไม่เพียงพอกับการที่ต้องทำงานหนัก ซึ่งมีความจำเป็นต้องใช้ออกซิเจนเป็นจำนวนมาก เนื่องมาจากขบวนการเมตะโบลิซึมเพิ่มขึ้นสูงมากนั่นเอง เพราะปริมาตรโลหิตที่หัวใจสูบฉีดหนึ่งครั้ง (Stroke Volume) จะเปลี่ยนแปลงไปน้อยมาก แม้ว่าขบวนการเมตะโบลิซึมจะเพิ่มขึ้นก็ตาม ดังที่ออสตรานด์ และคณะ (Astrand and others 1964: 971-976) ได้รายงานว่า"ปริมาตรโลหิตที่หัวใจสูบฉีดหนึ่งครั้งจะมีค่าสูงที่สุด เมื่ออัตราการเต้นของหัวใจสูงถึงประมาณ ๑๑๐ – ๑๑๒ ครั้ง/นาที" นอกจากนี้ แอนด์เซล และบิวซัตติล (Andzel and Busuttil 1982: 118) ยังได้อภิปรายผลการวิจัยว่า"หลังจากทำงานไปแล้ว ๖๐ วินาที ปริมาตรโลหิตที่หัวใจสูบฉีดหนึ่งครั้งจะลดลง" สอดคล้องกับคำกล่าวของ อมรา มลิลา และคณะ (๒๕๒๒: ๒๑๔) ที่ว่า"เมื่ออัตราการเต้นของหัวใจสูงขึ้น การบีบตัวของหัวใจจะแรงขึ้น เนื่องมาจากการกระตุ้นของระบบประสาทเร่ง (Sympathetic Nerve) ทำให้ปริมาตรโลหิตที่หัวใจสูบฉีดหนึ่งครั้งคงที่ หรืออาจเพิ่มขึ้น แต่ถ้าอัตราการเต้นของหัวใจ สูงกว่า ๑๘๐ ครั้ง/นาที ช่วงเวลาที่หัวใจคลายตัวจะน้อยลง ทำให้ปริมาตรโลหิตที่หัวใจสูบฉีดหนึ่งครั้ง มีค่าลดลง แม้ว่าหัวใจจะบีบตัวแรงขึ้นก็ตาม" นั่นคือปริมาณโลหิตที่หัวใจสูบฉีดในขณะออกกำลังกาย จะมากหรือน้อยนั้น ขึ้นอยู่กับอัตราการเต้นของหัวใจ แทนที่จะขึ้นอยู่กับปริมาตรโลหิตที่หัวใจสูบฉีดหนึ่งครั้ง เพราะฉนั้นจึง

มีความเป็นไปได้ที่ว่า กลุ่มอบอุ่นร่างกาย และหรือกลุ่มอบอุ่นร่างกายที่มีช่วงเวลาพักสั้นกว่า น่าจะมีสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุด(เมื่อทำงานหนัก)สูงกว่ากลุ่มไม่อบอุ่นร่างกายและหรือกลุ่มอบอุ่นร่างกายที่มีช่วงเวลาพักนานกว่า เพราะมีอัตราการเต้นของหัวใจสูงกว่านั่นเอง ปริมาณโลหิตที่หัวใจสูบฉีดจึงมีมากกว่า และการระคมออกซิเจนก็จะเป็นไปได้มากกว่า ดังที่ แอนด์เซล และบิวซัตติล(Andzel and Busuttil 1982: 118) ได้กล่าวว่า"การจับออกซิเจนจะดีหรือไม่เพียงไรนั้นขึ้นอยู่กับอัตราการเต้นของหัวใจ แทนที่จะขึ้นอยู่กับปริมาตรโลหิตที่หัวใจสูบฉีดหนึ่งครั้ง" แต่อย่างไรก็ตามสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุดที่แตกต่างกันนั้น คงเป็นเพียงแค่ในระยะแรกๆของการออกกำลังกายหนัก(ประมาณ ๑–๒ นาที)เท่านั้น เพราะถ้านานเกินกว่านี้ แต่ละกลุ่มก็จะมีอัตราการเต้นของหัวใจใกล้เคียงกันแล้วนั่นเอง

และเป็นที่น่าสังเกตว่า วิธีของออสตรานด์–ไรห์มิงที่นำมาใช้ในการวิจัยครั้งนี้ อาจมีส่วนอย่างสำคัญที่จะทำให้ผลการวิจัยพบว่า"แต่ละกลุ่มมีค่าสมรรถภาพการจับออกซิเจนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ"ก็ได้ เพราะแต่ละกลุ่มการทดลอง(ทรีตเมนต์)จะต้องทำงานเฉพาะกิจเหมือนกันเป็นเวลานานถึง ๖ นาที จึงทำให้อัตราการเต้นของหัวใจนาทีที่ ๕–๖ ที่นำไปใช้ประมาณค่าสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุด (Estimating Max.VO_2) นั้นมีค่าใกล้เคียงกันดังที่ได้กล่าวมาแล้ว ทั้งๆที่อัตราการเต้นของหัวใจขณะออกกำลังกายนาทีที่ ๑–๒ มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญก็ตาม(ดูตารางที่ ๖–๑ และ ๘–๑) แต่วิธีของออสตรานด์–ไรห์มิงก็ไม่สามารถหาได้ว่า สมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุดในขณะนั้นของแต่ละกลุ่มจะมีค่าแตกต่างกันหรือไม่ ในขณะที่การวัดด้วยวิธีตรง (Direct Measuring Max.VO_2) เป็นนาทีต่อนาที(minute-to-minute) สามารถจะกระทำได้ จึงทำให้พอจะมองเห็นได้ว่าวิธีของออสตรานด์–ไรห์มิงนั้นมีขีดจำกัดอย่างยิ่ง ที่จะนำมาใช้ศึกษาถึงผลของการอบอุ่นร่างกายที่มีช่วงเวลาพักแตกต่างกัน ต่อสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุด

ข. <u>การปรับตัวของระบบไหลเวียนโลหิต</u>

๑. <u>ขณะพักก่อนการทดลอง</u>

ผลการวิจัยพบว่า"อัตราการเต้นของหัวใจและความดันโลหิตในขณะพักก่อนการทดลอง ของแต่ละกลุ่มมีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ" สอดคล้องกับผลการวิจัยของ

บิวซัตติล และรูห์ลิง (Busuttil and Ruhling 1977) ที่พบว่า"อัตราการเต้นของหัวใจและความดันโลหิตขณะพักก่อนการทดลอง ของกลุ่มอบอุ่นร่างกายที่มีช่วงเวลาพัก(๒ นาที) และกลุ่มไม่อบอุ่นร่างกาย มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ" ซึ่งอาจจะเป็นเพราะว่ากลุ่มตัวอย่างผู้เข้ารับการทดลองในการวิจัยครั้งนี้ต้องเข้ารับการทดลองในทุกการทดลอง ในช่วงเวลาเดียวกันของแต่ละวันที่ติดต่อกัน ซึ่งทำให้สภาพแวดล้อมเหมือนกัน เพราะเป็นช่วงต้นเดือนมีนาคมที่อากาศกำลังเย็นสบายและอุณหภูมิในแต่ละวันมีค่าใกล้เคียงกัน และความชื้นต่ำ นอกจากนี้ในระหว่างการทดลองนั้นผู้เข้ารับการทดลองทุกคนมีจิตใจสบาย เพราะมีการพูดคุยกันอย่างร่าเริง และทุกคนเป็นนักเรียนที่ผู้วิจัยกำลังสอนอยู่ด้วย โดยก่อนหน้าที่จะทำการทดลองผู้วิจัยได้ทำการปฐมนิเทศพร้อมกับทำการทดสอบขั้นต้น จึงอาจเป็นไปได้ว่าโอกาสที่ผู้เข้ารับการทดลองจะเกิดความตื่นเต้นซึ่งอาจมีผลต่ออัตราการเต้นของหัวใจและความดันโลหิตได้นั้น ผู้วิจัยคิดว่าน่าจะเป็นไปได้น้อยมาก

๒. ขณะออกกำลังกาย

ผลของการวิจัยพบว่า"อัตราการเต้นของหัวใจของแต่ละกลุ่ม มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ยกเว้นนาทีที่ ๑, ๒ " โดยนาทีที่ ๑ นั้นพบว่ากลุ่มอบอุ่นร่างกายที่มีช่วงเวลาพัก ๓๐ วินาที มีอัตราการเต้นของหัวใจสูงกว่ากลุ่มอบอุ่นร่างกายที่มีช่วงเวลาพัก ๔๐ วินาที และกลุ่มไม่อบอุ่นร่างกาย อย่างมีนัยสำคัญ ในขณะที่นาทีที่ ๒ นั้นพบว่ากลุ่มอบอุ่นร่างกายที่มีช่วงเวลาพัก ๓๐ วินาที มีอัตราการเต้นของหัวใจสูงกว่ากลุ่มไม่อบอุ่นร่างกายอย่างมีนัยสำคัญ

การที่อัตราการเต้นของหัวใจขณะออกกำลังกายนาทีที่ ๑ มีความแตกต่างกันนั้นคงเป็นเพราะว่า การอบอุ่นร่างกายจนหัวใจเต้นถึงประมาณ ๑๔๐ ครั้ง/นาที แล้วมีช่วงเวลาพักสั้น(๓๐ วินาที)หรือปานกลาง(๖๐ วินาที)ในการวิจัยครั้งนี้นั้น จะยังไม่ทำให้อัตราเต้นของหัวใจฟื้นตัวคืนสู่สภาพเดิม(เท่ากับหรือใกล้เคียงกับขณะพักก่อนการทดลอง)เนื่องจากเวลาในการฟื้นตัวมีน้อยเกินไปนั่นเอง ดังผลการวิจัยของมันอิ และอิมาชิ (Man-i and Imachi 1981:103) ที่พบว่า"การฟื้นตัวของอัตราเต้นของหัวใจเมื่อถีบจักรยานวัดงานที่ระดับงาน ๖๐๐ กิโลปอนด์เมตร/นาที เป็นเวลา ๒ นาที ของนักวิ่งทนชาย จะใช้เวลาประมาณ ๑ นาที จึงจะคืนสู่สภาพปกติ" นอกจากนี้จรวยพร ธรณินทร์ (๒๕๒๕: ๑๕๑) ยังได้กล่าวเอาไว้ว่า

"การฟื้นตัวของอัตราการเต้นของหัวใจจะเป็นไปอย่างรวดเร็วใน ๑–๒ นาทีแรก ส่วนจะเร็วเท่าใดนั้นขึ้นอยู่กับความหนักของงานและระยะเวลาที่ทำงาน" เพราะฉนั้นด้วยเหตุนี้ อัตราการเต้นของหัวใจเมื่อเริ่มทำงานของกลุ่มอบอุ่นร่างกายที่มีช่วงเวลาพัก ๓๐, ๖๐ วินาที จึงจะยังคงสูงกว่ากลุ่มไม่อบอุ่นร่างกาย ซึ่งจะเป็นเหตุให้อัตราเต้นของหัวใจขณะออกกำลังกายนาทีที่ ๑ สูงกว่าตามไปด้วย โดยในทำนองเดียวกันนี้กลุ่มอบอุ่นร่างกายที่มีช่วงเวลาพัก ๓๐ วินาที ก็ยังมีอัตราเต้นของหัวใจขณะออกกำลังกายนาทีที่ ๑ สูงกว่ากลุ่มอบอุ่นร่างกายที่มีช่วงเวลาพัก ๔๐ วินาที อีกด้วย คงเป็นเพราะว่าช่วงเวลาพัก ๔๐ วินาที เป็นระยะเวลาที่นานพอที่จะทำให้อัตราเต้นของหัวใจฟื้นตัวจนใกล้เคียงกับขณะพักก่อนการทดลองแล้วนั่นเอง และโดยนัยเดียวกันนี้ก็สามารถที่จะอธิบายถึงความแตกต่างของอัตราเต้นของหัวใจขณะออกกำลังกายนาทีที่ ๒ (ที่พบว่ากลุ่มอบอุ่นร่างกายที่มีช่วงเวลาพัก ๓๐ วินาที มีค่าสูงกว่ากลุ่มไม่อบอุ่นร่างกาย อย่างมีนัยสำคัญ) ได้ด้วยเช่นกัน

ส่วนอัตราเต้นของหัวใจขณะออกกำลังกายหลังจากนาทีที่ ๒ ซึ่งพบว่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญนั้น คงเป็นเพราะว่าแต่ละกลุ่มสามารถปรับตัวให้เข้ากับความหนักของงานได้แล้วนั่นเอง เพราะงานที่ทำใน ๖ นาทีแรก มีความหนักเพียงปานกลางเท่านั้น กลุ่มที่มีอัตราเต้นของหัวใจเมื่อเริ่มทำงานต่ำกว่าก็สามารถที่จะปรับทันกลุ่มที่สูงกว่าได้ เพราะการเพิ่มของอัตราเต้นของหัวใจในกลุ่มที่สูงกว่าก็จะเป็นไปในลักษณะชะลอตัวลงแล้ว เนื่องจากงานในช่วงนี้มีความหนักและจังหวะคงที่ นั่นคืออัตราเต้นของหัวใจในระยะคงตัวของทุกกลุ่มจึงไม่แตกต่างกัน แม้จะเพิ่มความหนักของงานขึ้นอีกหลังจากนาทีที่ ๖ ก็จะไม่มีผลทำให้อัตราเต้นของหัวใจขณะออกกำลังกายหลังจากนาทีที่ ๖ ไปแล้วแตกต่างกันแต่อย่างใด

ผลการวิจัยนี้สอดคล้องกับผลการวิจัยของแอนด์เซล และบิวซัตติล (Andzel and Busuttil 1982) ที่พบว่า"อัตราเต้นของหัวใจขณะออกกำลังกายใน ๓๐ วินาทีแรกของกลุ่มอบอุ่นร่างกายที่มีช่วงเวลาพัก ๓๐ วินาที มีค่าสูงกว่ากลุ่มอบอุ่นร่างกายที่มีช่วงเวลาพัก ๔๐ วินาที อย่างมีนัยสำคัญ ในขณะที่อัตราการเต้นของหัวใจขณะออกกำลังกายตลอด ๒ นาทีแรก ทั้งกลุ่มอบอุ่นร่างกายที่มีช่วงเวลาพัก ๓๐ วินาที และกลุ่มอบอุ่นร่างกายที่มีช่วงเวลาพัก ๔๐ วินาที ต่างก็มีค่าสูงกว่ากลุ่มไม่อบอุ่นร่างกายอย่างมีนัยสำคัญ แล้วหลังจากนั้นก็ไม่พบว่าอัตราการเต้นของหัวใจของทั้งสองกลุ่มมีความแตกต่างกัน" ซึ่งตรงกับผลการวิจัย

ของบิวซัตติล และรูลิง(Busuttil and Ruhling 1977) ที่พบว่า"อัตราเต้นของหัวใจขณะออกกำลังกายนาทีที่ ๒ ของกลุ่มอบอุ่นร่างกายที่มีช่วงเวลาพัก(๒ นาที) สูงกว่ากลุ่มไม่อบอุ่นร่างกาย อย่างมีนัยสำคัญ หลังจากนั้นแล้วไม่พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ" นอกจากนี้ ฟอลส์ และไวเบอร์ส (Falls and Weibers 1965) ยังวิจัยพบว่า"อัตราการเต้นของหัวใจขณะออกกำลังกาย ของกลุ่มอบอุ่นร่างกายที่มีช่วงเวลาพัก(๓ นาที) ไม่แตกต่างกับกลุ่มไม่อบอุ่นร่างกาย อย่างมีนัยสำคัญ" ซึ่งตรงกับผลการวิจัยของ อะรอนคิก และเบอร์ก์(Aronchick and Burke 1977: 260-263) ที่พบว่า"อัตราการเต้นของหัวใจขณะออกกำลังกาย(หนัก) ของกลุ่มอบอุ่นร่างกายที่มีช่วงเวลาพักที่แตกต่างกัน(ไม่มีช่วงเวลาพัก, พัก ๑ นาที, พัก ๕ นาที, และพัก ๑๐ นาที) มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ" สอดคล้องกับผลการวิจัยของ แอนด์เซล และบิวซัตติล (Andzel and Busuttil 1982)ที่พบว่า"อัตราการเต้นของหัวใจขณะออกกำลังกาย ๓๐ วินาทีแรก ของกลุ่มอบอุ่นร่างกายที่มีช่วงเวลาพัก ๓๐ วินาที และกลุ่มอบอุ่นร่างกายที่มีช่วงเวลาพัก ๖๐ วินาที ต่างก็มีค่าสูงกว่า กลุ่มอบอุ่นร่างกายที่มีช่วงเวลาพัก ๔๐ วินาที และกลุ่มอบอุ่นร่างกายที่มีช่วงเวลาพัก ๑๒๐ วินาที และกลุ่มไม่อบอุ่นร่างกาย อย่างมีนัยสำคัญ" ซึ่งขัดแย้งกับผลการวิจัยของ กูติน และคณะ (Gutin and others 1976) ที่พบว่า"อัตราการเต้นของหัวใจขณะออกกำลังกาย(หนัก) ของกลุ่มอบอุ่นร่างกายที่มีช่วงเวลาพัก ๓๐ วินาที มีค่าสูงกว่า กลุ่มไม่อบอุ่นร่างกาย ตลอดระยะเวลาของการทำงาน (๒ นาที) อย่างมีนัยสำคัญ" เหตุที่เป็นเช่นนี้อาจจะเป็นเพราะว่า การวิจัยของ กูติน และคณะ ใช้การอบอุ่นร่างกาย นานถึง ๑๐ นาที จึงมีผลให้อุณหภูมิส่วนลึกของร่างกาย และอุณหภูมิของกล้ามเนื้อ มีระดับสูงขึ้นมากจนส่งผลให้อัตราการเต้นของหัวใจ สูงอยู่ตลอดเวลาของการทำงาน (Andzel 1978: 250) ยิ่งกว่านั้นงานที่ทำก็ยังมีความหนักมาก (ถีบจักรยานวัดงาน ๑๖๓๒ กิโลปอนด์เมตร/นาที) และทำในลักษณะเร่งจังหวะ(๖๔ รอบถีบ/นาที) จึงทำให้อัตราการเต้นของหัวใจ ของแต่ละกลุ่มต้องเพิ่มขึ้นเร็วมาก นั่นคือกลุ่มไม่อบอุ่นร่างกาย จะปรับไม่ทันกลุ่มอบอุ่นร่างกายที่มีช่วงเวลาพักสั้น ตลอดระยะของการทำงาน ซึ่งมีช่วงเวลาเพียง ๒ นาที ได้นั่นเอง

๓. ขณะฟื้นตัว

ผลการวิจัยพบว่า"อัตราการเต้นของหัวใจ และความดันโลหิต ในขณะฟื้นตัวนาทีที่ ๑ และนาทีที่ ๖ ของแต่ละกลุ่ม มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ" อาจจะเป็นเพราะว่า ได้กำหนดอัตราการเต้นของหัวใจเป้าหมาย (Target Heart Rate) เอาไว้ประมาณ ๑๔๐ ครั้ง/นาที จึงทำให้แต่ละกลุ่ม มีการฟื้นตัวของอัตราการเต้นของหัวใจไม่แตกต่างกัน ซึ่งผลของการวิจัยนี้ สอดคล้องกับผลการวิจัยของ ฟอลส์ และไวเบอร์ส (Falls and Weibers 1965) ที่พบว่า"อัตราการเต้นของหัวใจ ในขณะฟื้นตัวของกลุ่มอบอุ่นร่างกาย และกลุ่มไม่อบอุ่นร่างกาย มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ"

แต่ผลการวิจัยของ บิวซัตติล และรูห์ลิง(Busuttil and Ruhling 1977) กลับพบว่า"อัตราการเต้นของหัวใจขณะฟื้นตัวนาทีที่ ๑ ของกลุ่มอบอุ่นร่างกายที่มีช่วงเวลาพัก (๒ นาที) ต่ำกว่ากลุ่มไม่อบอุ่นร่างกาย อย่างมีนัยสำคัญ แต่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในนาทีที่ ๖" ซึ่งตรงข้ามกับการวิจัยของ กูติน และคณะ(Gutin and others 1976) ที่พบว่า"อัตราการเต้นของหัวใจขณะฟื้นตัวนาทีที่ ๑ ของกลุ่มอบอุ่นร่างกายที่มีช่วงเวลาพัก ๓๐ วินาที มีค่าสูงกว่ากลุ่มไม่อบอุ่นร่างกาย อย่างมีนัยสำคัญ" และผลการวิจัยของไซมอน (Simon 1971: 2471-2472A) ที่พบว่า"การฟื้นตัวของอัตราการเต้นของหัวใจ หลังจากออกกำลังกายอย่างหนัก ของกลุ่มอบอุ่นร่างกายปานกลาง(หัวใจเต้นถึง ๑๕๐ ครั้ง/นาที แล้วพักให้เหลือ ๑๐๐ ครั้ง/นาที) เร็วกว่ากลุ่มอบอุ่นร่างกายเบา(หัวใจเต้นถึง ๑๒๕ ครั้ง/นาที แล้วพักให้เหลือ ๑๐๐ ครั้ง/นาที) อย่างมีนัยสำคัญ และกลุ่มอบอุ่นร่างกายเบายังฟื้นตัวได้เร็วกว่ากลุ่มไม่อบอุ่นร่างกาย อย่างมีนัยสำคัญ"

การที่ผลของการวิจัยพบว่า"การฟื้นตัวของ กลุ่มอบอุ่นร่างกาย และหรือกลุ่มอบอุ่นร่างกายที่มีช่วงเวลาพักสั้น ไม่แตกต่างกับ กลุ่มไม่อบอุ่นร่างกาย และหรือกลุ่มอบอุ่นร่างกายที่มีช่วงเวลพักนาน อย่างมีนัยสำคัญ" นั้นอาจจะเป็นเพราะว่า อัตราการเต้นของหัวใจขณะออกกำลังกายนาทีสุดท้าย อุณหภูมิของโลหิต และสภาพความเป็นกรด-ด่างของโลหิต มีความแตกต่างกันก็ได้ หรืออาจจะเป็นเพราะความหนัก และหรือระยะเวลาในการทำงานนั้น น้อยหรือมากเกินไป ก็อาจเป็นได้ และยังขึ้นอยู่กับว่าในขณะพักนั้น ใช้การพักแบบทำกิจกรรม (Active Rest) หรือพักแบบอยู่เฉยๆ (Passive Rest) ดังที่

ดังที่ ออสตรานด์ และโรดาห์ล (Astrand and Rodahl 1970: 404) ได้กล่าวว่า "การทำกิจกรรมเบาๆ ในระยะฟื้นตัว หลังจากการออกกำลังกายอย่างหนัก จะทำให้การขจัดกรดแล็คติก ดีกว่าการพักแบบอยู่เฉยๆ" ซึ่งขัดแย้งกับการค้นพบของรอยซ์ (Royce 1969 quoted in Shapiro and others 1976: 58) ที่ว่า"หลังจากหยุดการทำงานอย่างหนัก สมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุด และอัตราการเต้นของหัวใจ จะลดลงเร็วมากในนาทีที่ ๑ การพักแบบอยู่เฉยๆ จะฟื้นตัวได้เร็วกว่าการพักแบบทำกิจกรรม ส่วนอัตราการเต้นของหัวใจ จะฟื้นตัวได้เร็วเพียงไรนั้น ขึ้นอยู่กับอัตราการเต้นของหัวใจขณะทำงาน และการจับออกซิเจน" เพราะฉนั้นการฟื้นตัวของอัตราการเต้นของหัวใจที่แตกต่างกัน ของแต่ละกลุ่ม จึงน่าที่จะมีสาเหตุต่างๆกัน

ส่วนการวัดความดันโลหิตขณะฟื้นตัว โดยใช้สฟิกโมแมนโนมีเตอร์ (วิธีอ้อม)นั้น มอร์เฮาส์ (Morehouse 1972: 75) ได้กล่าวว่า ค่าที่อ่านได้ จะสูงกว่าความดันโลหิตที่แท้จริง (Actual Pressure) ประมาณ ๑๖ – ๓๓ มม.ปรอท และยิ่งกว่านั้นเมื่อหยุดออกกำลังกายใหม่ๆ ความดันโลหิตจะลดลงเร็วมาก เพราะว่าการส่งโลหิตไปเลี้ยงกล้ามเนื้อหยุดลงโดยทันทีทันใด แต่ว่าหลังจากนั้น ๕ – ๑๐ วินาที จะเกิดปฏิกริยาสะท้อน (รีเฟล็กซ์)ทำให้หลอดโลหิตเกิดการหดตัวลง (Reflex Vasoconstriction) มีผลให้ความดันโลหิตสูงขึ้น เพราะฉนั้นการวัดความดันโลหิตในช่วงนี้จึงเป็นลักษณะประมาณการอย่างคร่าวๆ (Gross Interpretation) ถึงการเปลี่ยนแปลงของระบบไหลเวียนโลหิตเท่านั้น และมักจะเน้นที่ความดันซิสโตลิก เนื่องจากความดันไดแอสโตลิกจะเปลี่ยนแปลงไปน้อยมาก และวัดได้ยากกว่า โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ในขณะฟื้นตัวนาทีที่ ๑ ซึ่งเป็นขณะที่ความดันโลหิตกำลังลดลงเร็วมาก ยิ่งกว่านั้นผู้เข้ารับการทดลองมีสภาพเหน็ดเหนื่อยมาก อาจจะมีการขยับตัว ทำให้เกิดมีเสียงรบกวน (Background Noises) เข้าไปในสเตทโธสโคป (หูฟัง) ได้อีกด้วย อาจจะทำให้เกิดการสับสนของเสียงเต้นของหัวใจครั้งสุดท้าย ซึ่งมีเสียงเบามาก และใช้บอกถึงความดันไดแอสโตลิก แต่อย่างไรก็ตาม ผลการวิจัยนี้สอดคล้องกับผลการวิจัยของ บิวซัตติล และรูห์ลิง (Busuttil and Ruhling 1977: 71) ที่พบว่า "ความดันโลหิตขณะฟื้นตัว นาทีที่ ๑ และนาทีที่ ๖ ของกลุ่มอบอุ่นร่างกายที่มีช่วงเวลาพัก (๒ นาที) และกลุ่มไม่อบอุ่นร่างกาย มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ"

ข้อเสนอแนะ

๑.ผู้วิจัยมีความเห็นว่า การอบอุ่นร่างกายด้วยงานปานกลาง น่าจะมีประโยชน์ต่อการออกกำลังกาย ในระยะแรกๆ(ประมาณ ๒ นาที)เท่านั้น ในแง่ของการระดมออกซิเจน (Oxygen Mobilization) โดยเฉพาะอย่างยิ่งการออกกำลังกายอย่างหนัก แต่ถ้านานกว่านี้ ผู้วิจัยเชื่อว่าไม่น่าจะให้ผลที่แตกต่างกันแต่อย่างใด

๒.การอบอุ่นร่างกายที่มีช่วงเวลาพักสั้นกว่า น่าจะดีกว่าการอบอุ่นร่างกายที่มีช่วงเวลาพักนานกว่า

๓.การศึกษาถึงผลของการอบอุ่นร่างกาย ในแง่มุมทางสรีรวิทยา ที่อาจจะมีขึ้นอีก ผู้วิจัยคิดว่า ควรที่จะใช้เครื่องมือที่ทันสมัย และอ่านค่าออกมาได้โดยอัตโนมัติ(Automatic) แทนที่จะใช้คนอ่าน (Manual) และควรที่จะเป็นการวัดทางตรง แทนการวัดทางอ้อม ซึ่งเมื่อเป็นเช่นนี้ผู้วิจัยเชื่อว่า ผลการวิจัยจะน่าเชื่อถือได้มากที่สุด

๔.ควรจะมีการศึกษาถึงผลของการอบอุ่นร่างกายที่มีขนาดแตกต่างกัน และมีช่วงเวลาพักแตกต่างกัน ภายใต้สภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน ต่อผลการจับออกซิเจน และการเปลี่ยนแปลงของระบบไหลเวียนโลหิต โดยทำการวิเคราะห์ข้อมูลให้ละเอียดขึ้น เช่น ใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนหลายทาง โดยใช้การประมวลผลจากคอมพิวเตอร์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย