บทที่ 4

การอภิปรายผลการวิจัย, ข้อเสนอแนะ, สรุปผลการวิจัย

การอภิปรายผลการวิจัย

ผลการวิจัยเกี่ยวกับการศึกษาหาส่วนเทียบของออกซิเจนที่ถูกใช้หมดไปกับบริมาตรอากาศหายใจเข้า (Respiratory Equivalent) หรือ R.E. ในระหว่างการทำงานระดับต่าง ๆ ที่อุณหภูมิต่าง ๆ กันนั้น การวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการทดลองครั้งนี้พบว่า

1) ค่าของ R.E. ซึ่งคำนวณจากบริมาตรออกซิเจนที่ใช้หมดไปกับบริมาตรอากาศหายใจเข้า เปลี่ยนแปลงไปตามข้อมูลทั้งสองนี้เพราะ ในการออกกำลังทำงานที่อุณหภูมิระดับหนึ่ง ๆ เช่นที่ 20°ซ.,30°ซ., และ 40°ซ. ก็คี บริมาตรอากาศหายใจเข้าและบริมาตรออกซิเจนที่ถูกใช้หมดไป จะมากน้อยแตกต่างกันไปตามขนาดของงาน เช่น งานเบา, งานปานกลาง, และงานหนัก. ที่อุณหภูมิ 20°ซ. ในการทำงานเบา, ปานกลาง, และงานหนัก บริมาตรอากาศหายใจเข้าเป็น 109.56, 158.14 และ 201.93 ลิตรตามลำดับ, ส่วนบริมาตรออกซิเจนที่ถูกใช้หมดไปเท่ากับ 5.79, 8.02, และ 13.18 ตามลำดับ. ที่อุณหภูมิ 30°ซ. งานเบา, งานปานกลาง, และงานหนัก บริมาตรอากาศหายใจเข้าและบริมาตรออกซิเจนที่ถูกใช้หมดไปเป็น 121.27, 6.59; 194,21, 9.85; และ 233.07, 15.35, ที่อุณหภูมิ 40°ซ. การทำงานเบา, งานปานกลาง, และงานหนักบริมาตรอากาศหายใจเข้าและบริมาตรออกซิเจนเป็นดังนี้ 121.76, 7.27; 174.57, 10.94; และ 233.16, 15.56 ลิตรตามลำดับ (ตารางที่ 3,4,5).

ถ้าเปรียบเทียบบริมาตรอากาศหายใจเข้าและบริมาตรออกซิเจนที่ถูกใช้แมดไปในการทำงานชนิดต่าง ๆ ที่อุณหภูมิ 20°ซ., 30ซ., และ 40°ซ. เห็นได้ว่าอุณหภูมิที่สูงขึ้น

I16799960

ทำให้ข้อมูลทั้งสองเพิ่มขึ้นตามส่วน ที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น ร่างกายมีภาระต้องทำการกำจัดความร้อนมากขึ้น มีการทำงานมากขึ้น จึงต้องใช้ออกซิเจนมากตามไปด้วย (ตารางที่ 3,4,5)

2) ค่า R.E. ในการทำงานปานกลางที่อุณหภูมิ 20°ซ.และ 30°ซ.ต่ำกว่าค่า R.E.ในการทำงานเบาที่อุณหภูมิ 20°ซ. และ 30°ซ.เล็กน้อย แต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 6,7), ค่า R.E. ในการทำงานหนักที่อุณหภูมิ 20°ซ. และ 30°ซ สูงกว่าค่า R.E. ของการทำงานเบาและงาน ปานกลางอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05 ที่เป็นเช่นนี้อาจกล่าวได้ว่า ในการทำงานเบาและงานปานกลางนั้น ความหนักของงานเบาและงานปานกลางอาจจะยังไม่หนักพอที่ร่างกายต้องใช้ประสิทธิภาพการจับออกซิเจนจากอากาศสายใจเข้าเพิ่มขึ้น เพื่อนำออกซิเจนมาใช้ในการเผาผลาญอาหารให้เกิดพลังงานและความร้อนเท่าที่ร่างกายต้องการ เมื่อความต้องการออกซิเจนของร่างกายมีน้อย และปริมาณความหนักเบาของงานไม่ต่างกันมากนัก ค่า R.E. จึงไม่แตกต่างกัน ส่วนค่า R.E. ในการออกกำลังทำงานหนักสูงกว่าค่า R.E. ในการทำงานเบาและงานปานกลางแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญนั้นแสดงให้เห็นว่า ในการทำงานหนักปริมาณงานที่เพิ่มขึ้นมากนั้นทำให้ร่างกายต้องใช้ออกซิเจนเพิ่มขึ้น เพื่อเผาผลาญอาหารให้เกิดเป็นพลังงานสำหรับงานหนักนั้น ๆ ค่า R.E. จึงสูงและแตกต่างไปจากงานเบาและงานปานกลาง

3) ในการออกแรงทำงานเบา, งานปานกลาง, และงานหนักที่อุณหภูมิ 40°ซ. ค่า R.E. จากค่าเฉลี่ยของผลต่างเพิ่มขึ้นแตกต่างกันคือ 6.06, 6.45 และ 6.75 ตามลำดับ แต่ผลคำนวณเปรียบเทียบค่า R.E. แล้วงานทั้งสามชนิด ในอุณหภูมินี้ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะการออกแรงทำงานในอุณหภูมิที่ร้อนมากนั้น ประสิทธิภาพการจับออกซิเจนจากอากาศหายใจเข้าของร่างกายสูงเต็มที่อยู่แล้วดังนั้น ไม่ว่าจะทำงานเบา ทำงานปานกลาง หรือทำงานหนัก ค่า R.E. จากการทำงานจะไม่เปลี่ยนแปลงแตกต่างจากกันไปมากเลย

4. เกี่ยวกับอุณหภูมิแวดล้อมในภาพประกอบที่ 2 และตารางที่ 9, 10, และ 11 เห็นว่า

ในการทำงานเบาและทำงานหนักที่อุณหภูมิต่าง ๆ กัน (20° ซ., 30° ซ., 40° ซ.) อุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น ไม่มีผลทำให้ค่า R.E. แตกต่างกันในการทำงานนั้น ๆ ทั้งนี้เพราะในการทำงานเบาความต้องการออกซิเจ็นของร่างกายมีน้อย ถึงแม้ว่าอุณหภูมิจะสูงขึ้น ความต้องการออกซิเจ็นที่เพิ่มตามไปนั้นก็ไม่มากนัก ดังนั้นค่า R.E. จึงไม่แตกต่างกันจนมีนัยสำคัญ ส่วนการทำงานหนักแม้จะทำที่อุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น ค่า R.E. ที่เพิ่มขึ้นก็จะเพิ่มขึ้นไม่มากนัก ทั้งนี้เพราะว่าในการทำงานหนักนั้นไม่ว่าจะทำที่อุณหภูมิไหน (20° ซ., 30° ซ., 40° ซ.,) ในขณะทำงานร่างกายได้ใช้ออกซิเจ็นเต็มที่อยู่แล้ว, ถึงจะทำที่อุณหภูมิที่ต่างไปเล็กน้อย, ก็ไม่มีผลทำให้ประสิทธิภาพการจับออกซิเจ็นเปลี่ยนไปมากนัก. ดังนั้นค่า R.E. ของการทำงานหนักในอุณหภูมินี้ จึงไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ.

5. ในการทำงานปานกลางที่อุณหภูมิแตกต่างกัน เมื่อเปรียบเทียบค่า t ของ R.E. ที่อุณหภูมิต่าง ๆ กัน, พบว่าอุณหภูมิเพิ่มขึ้นมีความโน้มเอียงที่จะทำให้ค่า R.E. ในการทำงานเพิ่มสูงขึ้น (ตารางที่ 10)ข้อนี้เห็นได้ชัดเจน (ความแตกต่างมีนัยสำคัญทางสถิติ) ในการเปรียบเทียบระหว่าง 20° ซ., กับ 40° ซ. และระหว่าง 30° ซ กับ 40° ซ. ส่วนที่อุณหภูมิ 20° ซ. เปรียบเทียบกับ 30° ซ. นั้น ค่า R.E. ไม่แตกต่างกัน. ทั้งหมดนี้อธิบายได้ว่าในการทำงานปานกลางที่อุณหภูมิต่ำนั้น การใช้ออกซิเจ็นของร่างกายอยู่ในระดับปานกลาง, แต่เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นความต้องการออกซิเจ็นของร่างกายมีมากขึ้น. ขณะเดียวกันร่างกายสามารถจับออกซิเจ็นได้เร็วขึ้น เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น (ดีกว่าในอุณหภูมิต่ำ), ดังนั้นค่า R.E. จึงสูงขึ้น, ดังที่เห็นในการเปรียบเทียบอุณหภูมิ 20° ซ. กับ 40° ซ. และ 30° ซ. กับ 40° ซ. ส่วนระหว่างอุณหภูมิ 20° ซ. กับ 30° ซ. ความแตกต่างของร่างกายในการจับออกซิเจ็นมีน้อยเกินไป, จึงไม่ปรากฏผลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ.

ข้อเสนอแนะ

ในการทำการวิจัยเกี่ยวกับเรื่องการศึกษาหาส่วนเทียบของออกซิเจนที่ถูกใช้หมดไปกับปริมาตรอากาศหายใจเข้าในระหว่างการทำงานระดับต่าง ๆ ในอุณหภูมิที่ต่างกันนั้นในการทำงานวิจัยครั้งนี้มีข้อบกพร่องที่ผู้วิจัยจะเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไปที่สำคัญ คือ

1. ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยใช้"ออกซิเจนบริสุทธิ์" แทนอากาศหายใจเข้าเนื่องด้วยมีความจำกัดในด้านการวิเคราะห์แก๊ส, การทำเช่นนี้ย่อมจะได้ผลไม่เหมือนการใช้อากาศธรรมดา, เพราะอากาศธรรมดามีความดันเฉพาะส่วนออกซิเจนน้อยกว่าออกซิเจนบริสุทธิ์. ถึงแม้ว่าความแตกต่างนี้จะไม่มีผลมากนัก, โดยที่เลือดจับ ออกซิเจนไว้ได้เกือบอิ่มตัวแล้ว (ประมาณ 98%) เมื่อออกซิเจนมีความเข้ม 21 % (เช่นในอากาศธรรมดา), ถึงแม้ว่าจะเพิ่มออกซิเจนไปเป็น 100 % ก็ทำให้เลือดได้ออกซิเจนเพิ่มขึ้นไม่เกิน 2 %. อย่างไรก็ดีถ้ามีความสามารถที่จะวิเคราะห์แก๊ส ได้ก็ควรจะทำการทดลองนี้ซ้ำอีกโดยใช้อากาศธรรมดาเป็นอากาศหายใจเข้า.

2. ในการใช้แบเรียมไฮดรอกไซด์-ไลม์ จับคาร์บอนไดออกไซด์ และความชื้นเราพบว่า สารนี้ไม่สามารถจะจับความชื้นให้ลดเหลือ 85 % ได้และอากาศหายใจออกที่ผ่านแบเรียมไฮดรอกไซด์-ไลม์ไปแล้วมีความชื้นถึง 100 % (อิ่มตัวด้วยไอน้ำ). ในการวิจัยครั้งต่อไป ควรจะคิดแก้ไขข้อนี้ ด้วยการใช้สารอื่นเป็นตัวจับไอน้ำแทนแบเรียมไฮดรอกไซด์-ไลม์, เช่น กรดกำมะถัน หรือแคลเซี่ยมคลอไรด์

3. ในขณะทำงานหนัก ผู้ถูกทดลองบางคนมีอาการวิงเวียนหน้ามืดชั่วขณะ, แสดงว่าร่างกายได้รับออกซิเจนไม่เพียงพอ. ข้อนี้สงสัยว่าอาจเกิดจากขนาดของลิ้นปิด-เปิด (Flutter valve) ที่ใช้ในระบบการหายใจนั้นเล็กเกินไป โดยมีเส้นผ่าศูนย์กลางของช่องเพียง 1 $\frac{1}{2}$ ซ.ม. โดยลิ้นนี้ใช้กับเครื่องวัดเมทาบอลิสม (Metabolism) ซึ่งคนไข้นอนเฉย ๆ. เมื่อเอามาใช้กับคนที่ออกแรงหนัก, จึงทำให้อากาศผ่านไม่เพียงพอ. ในการทำวิจัยแบบนี้จึงสมควรจะมีลิ้นขนาดโตขึ้นเป็นพิเศษ.

สรุปผลการวิจัย

ในการวิจัยนี้มุ่งที่จะศึกษาหาส่วนเทียบของออกซิเจนที่ถูกใช้หมดไปกับปริมาตรอากาศหายใจเข้า (Respiratory Equivalent) หรือ R.E. ระหว่างการทำงานระดับต่าง ๆ ในอุณหภูมิที่ต่างกัน โดยใช้ผู้ถูกทดลองที่เป็นนิสิตชายจากวิทยาลัยวิชาการศึกษาพลศึกษา ที่มีสุขภาพสมบูรณ์ในระดับสูง และมีสมรรถภาพอื่น ๆ ทางด้านร่างกายใกล้เคียงกัน จำนวน 8 คน ออกกำลังกายบนจักรยานในห้องปรับอุณหภูมิและความชื้นได้ตามที่ต้องการ, ผลของการวิจัยจากการวิเคราะห์ข้อมูลสรุปได้ว่า

1) ในการออกแรงทำงานเบา และออกแรงทำงานปานกลาง ในอุณหภูมิ 20°ซ. เปรียบเทียบกับอุณหภูมิ 30°ซ. ค่า R.E. ไม่แตกต่างกัน.

2) ถ้าปริมาณของงานแตกต่างกันมาก, เช่น ถ้าเปรียบงานเบากับงานหนักหรืองานปานกลางกับงานหนัก ค่า R.E. แตกต่างกัน และมีนัยสำคัญทางสถิติ.

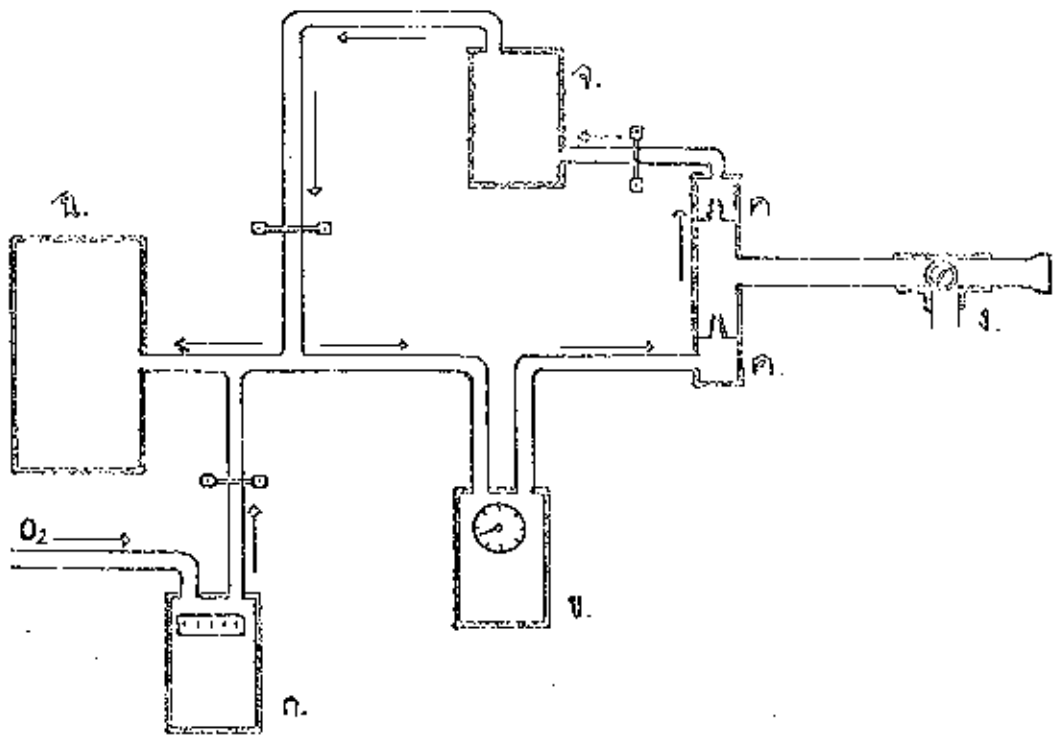
3) ในการออกแรงทำงานเบา, งานปานกลาง และงานหนัก ที่อุณหภูมิ 40°ซ. ค่า R.E. ไม่แตกต่างกัน, และไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ.

4) ถ้าเปรียบเทียบการทำงานเบา กับ การทำงานหนักในอุณหภูมิที่ 20°ซ., และ 40°ซ. ค่า R.E. ไม่แตกต่างกัน.

5) ในการออกแรงทำงานปานกลาง, ถ้าเปรียบเทียบผลที่อุณหภูมิ 20°ซ. กับ 40°ซ. และที่อุณหภูมิ 30°ซ. กับ 40°ซ. ค่า R.E. แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ.

6) การเปลี่ยนแปลงในค่าของ R.E. ตามปริมาณงานที่ทำก็ดี, หรืออุณหภูมิเปลี่ยนไปก็ดี, เห็นว่าเป็นผลสะท้อนตามที่ร่างกายใช้ออกซิเจนมากขึ้นเมื่องานมากขึ้น หรืออุณหภูมิสูงขึ้น, เช่น เปรียบเทียบกับระหว่างงานเบา เปรียบเทียบกับงานหนัก, งานปานกลางเปรียบเทียบกับงานหนัก.

ภาพประกอบที่ 3 ชุดอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง



ก. เครื่องวัด ออกซิเจนเข้าถุง

ข. เครื่องวัดปริมาตรอากาศหายใจเข้า

ค. ลิ้น ปิด-เปิดสำหรับหายใจเข้า และหายใจออก

ง. ลิ้น ปิด-เปิด 3 ทาง

จ. กล่องเก็บ แคลเซียมไฮดรอกไซด์

ฉ. ถุงบรรจุออกซิเจนสำหรับหายใจ