บทที่ 4

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

สรุปผลการวิจัย

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความจุปอด กับประสิทธิภาพของระบบไหลเวียนโลหิต ความจุปอดกับระยะเวลาในการกลั้นลมหายใจ และประสิทธิภาพของระบบไหลเวียนโลหิต กับระยะเวลาในการกลั้นลมหายใจ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชายระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ของโรงเรียนเทพศิรินทร์ จำนวน 200 คน และทุกคนมีสมรรถภาพทางกายสมบูรณ์ แข็งแรง มีอายุเฉลี่ย 17.56 ปี น้ำหนักตัวเฉลี่ย 52.26 ส่วนสูงเฉลี่ย 166.62 ชีพจรขณะพัก 72.12 ครั้ง/นาที

ผู้วิจัยได้ให้กลุ่มตัวอย่างทั้ง 200 คน เข้ารับการทดสอบ โดยเริ่มต้นด้วยการให้ผู้เข้ารับการทดสอบนั่งพักนิ่ง ๆ นาน 4 นาที แล้วัดความจุปอดโดยใช้เครื่องวัดความจุปอด วัด 2 ครั้ง แต่ละครั้งห่างกัน 2 นาที นั่งพัก 4 นาที แล้วทดสอบระยะเวลาในการกลั้นลมหายใจ 2 ครั้ง ห่างกันครั้งละ 4 นาที พัก 4 นาที แล้วทดสอบประสิทธิภาพของระบบไหลเวียนโลหิต โดยใช้ฮาร์เวิด สเตป เทส (Harvard step test) จับอัตราการเต้นของชีพจรรวม 3 ครั้ง แล้วไปเปิดตารางสำเร็จซึ่งทำจากเฉชกรรชนีสมรรถภาพทางกาย (P.E.I.) เปลี่ยนอัตราการเต้นของชีพจรเป็นคะแนนที่ได้จากประสิทธิภาพของการไหลเวียนโลหิต ผู้เข้ารับการทดสอบทุกคนจะต้องทำการทดสอบคนละ 2 ครั้ง โดยแบ่งการทดสอบออกเป็นครั้งละ 1 วัน และเว้นอีก 1 วัน จึงจะทำการทดสอบซ้ำอีกครั้งหนึ่ง การทดสอบกระทำเวลา 8.00 ถึง 11.30 น. การทดสอบ 2 ครั้งนี้เอาเฉพาะครั้งที่ทำได้ดีที่สุดเท่านั้น บันทึกผลไว้เป็นสถิติ

นำผลการทดสอบคะแนนของประสิทธิภาพของระบบไหลเวียนโลหิต ความจุปอด และระยะเวลาในการกลั้นลมหายใจ มาวิเคราะห์ตามสถิติ โดยหาค่าสูงสุด ค่าต่ำสุด ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสัมประสิทธิสหสัมพันธ์ และการทดสอบค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์

ข้อค้นพบ

1. สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพของการไหลเวียนโลหิตกับความจุปอด มีค่า .08 และไม่มีนัยสำคัญที่ระดับ .05

2. สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างความจุปอด กับระยะเวลาในการกลั้นลมหายใจ มีค่า .31 มีนัยสำคัญที่ระดับ .05

3. สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพของระบบไหลเวียน กับระยะเวลาในการกลั้นลมหายใจ มีค่า -.09 ไม่มีนัยสำคัญที่ระดับ .05

อภิปรายผลการวิจัย

1. ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพของระบบไหลเวียนโลหิตกับความจุปอดเป็น .08 ไม่มีนัยสำคัญที่ระดับ .05 แสดงว่าผลที่ได้รับไม่เป็นไปตามสมมุติฐานที่ตั้งไว้ว่า ถ้าปอดมีความจุมาก จะมีผลทำให้ประสิทธิภาพของระบบไหลเวียนโลหิตดีกว่าปอดที่มีความจุอากาศน้อย เหตุที่เป็นเช่นนี้อธิบายได้ว่า ตามปกติเราจะมีการหายใจเข้าและออกเพื่อรับออกซิเจน และคายคาร์บอนไดออกไซด์อย่างปกติ แต่เมื่อมีการออกกำลังกายจะทำให้มีการหายใจเพิ่มขึ้น และถ้าเพิ่มการออกกำลังกายให้หนักมากขึ้น ร่างกายจะต้องการใช้แกสออกซิเจนเพิ่มมากขึ้น และมีแกสคาร์บอนไดออกไซด์เกิดมากขึ้น ซึ่งแกสคาร์บอนไดออกไซด์นี้จะไปกระตุ้นศูนย์ควบคุมการหายใจ ให้มีการหายใจมากขึ้นเร็วขึ้น เพื่อให้ได้แกสออกซิเจนเพียงพอกับความต้องการ และขับถ่ายแกสคาร์บอนไดออกไซด์ เพื่อรักษาความสมดุลย์ของร่างกาย และจากการที่ศูนย์ควบคุมการหายใจถูก

พ่อนมุกดาพ สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กระตุ้นมาก ๆ จะมีผลทำให้ปอดยืดตัวมากขึ้น ทำให้การหายใจลึกมากขึ้น[1] และอนันต์ อัตชู ได้กล่าวไว้ว่า ระบบการหายใจมิได้เป็นข้อจำกัดในการออกกำลังกาย หรือจำกัดความสามารถของนักกีฬาแต่อย่างใดด้วยเนื่องจาก 1) แม้ว่าเราจะเหนื่อยมากเพียงใด ระบบการหายใจยังทำงานได้ดีอยู่เสมอ 2) การนำแก๊สออกซิเจนไปใช้นั้น ออกซิเจนในโลหิตมีเพียงพอสำหรับที่จะให้กล้ามเนื้อที่ทำงานนำไปใช้อยู่เสมอ 3) ในขณะออกกำลังกาย การแลกเปลี่ยนแก๊สในถุงลมของปอดเป็นไปด้วยดี และดียิ่งขึ้นกว่าขณะที่พักอีกด้วย[2] แสดงว่า ไม่ว่าจะอยู่ในขณะใดปอดก็สามารถทำการแลกเปลี่ยนแก๊สได้พออยู่แล้ว และเมื่อร่างกายต้องการออกซิเจนมาก ปอดก็ทำหน้าที่แลกเปลี่ยนแก๊สมากขึ้นตามความต้องการของร่างกายอย่างเพียงพอ ฉะนั้น จะเห็นว่าความจุปอดจะมากหรือน้อย ระบบไหลเวียนโลหิตก็ยังคงมีประสิทธิภาพดีอยู่ และเป็นที่ยอมรับกันว่า ประสิทธิภาพของระบบไหลเวียนโลหิตจะดีมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับการฝึกฝนโดยการออกกำลังกาย ดังที่บุชเชอร์ กล่าวไว้ว่า การออกกำลังกายมีผลโดยตรงต่อระบบไหลเวียนโลหิต และการทำงานของระบบหายใจ คือ การออกกำลังกายเสมอ ๆ จะเพิ่มประสิทธิภาพของหัวใจ และการออกกำลังกายประเภทอดทน มีแนวโน้มที่จะทำให้การเต้นของหัวใจลดลง ทำให้สู่สภาพปกติเร็วขึ้น[3] ในเรื่อง ความจุปอดกับการออกกำลังกายประเภททนทานนี้ จากการศึกษาที่ผ่านมาบ่งว่า ความจุปอด (Vital capacity) มิได้มีส่วนในการออกกำลังกายประเภททนทานแต่อย่างใด นักวิ่งทนที่ดีบางคนมีความจุปอดน้อยด้วยซ้ำไป[4] แสดงว่า การออกกำลังกาย

---

[1]ประวิทย์ สุนทรสีมะ, กายวิภาคศาสตร์และสรีรวิทยา (กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์สามมิตร, 2522), หน้า 447.

[2]อนันต์ อัตชู, สรีรวิทยาการออกกำลังกาย, หน้า 41.

[3]Charles A. Bucher, Foundation of Physical Education (Saint Louis : The C.V. Mosby Co., 1960).

[4]อนันต์ อัตชู, สรีรวิทยาการออกกำลังกาย, หน้า 39.

ประเภทหนาน ซึ่งต้องมีระบบไหลเวียนโลหิตที่มีประสิทธิภาพมาก ไม่จำเป็นจะต้องมีความจุปอดมากเสมอไป จากเหตุผลดังกล่าวข้างต้น จึงสรุปได้ว่า ปอดที่มีความจุอากาศได้มาก ไม่มีผลทำให้ประสิทธิภาพของระบบไหลเวียนโลหิตดีกว่าปอดที่มีความจุน้อย

2. ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างความจุปอดกับระยะเวลาในการกลั้นลมหายใจมีค่า .31 มีนัยสำคัญที่ระดับ .05 แสดงว่า ผลที่ได้รับเป็นไปตามสมมุติฐานที่ตั้งไว้ว่า ถ้าปอดมีความจุมาก สามารถจุอากาศได้มากจะกลั้นลมหายใจได้นานกว่าปอดที่มีความจุน้อย ในขณะที่เราหยุดหายใจจะมีแกสคาร์บอนไดออกไซด์เกิดขึ้นเรื่อย ๆ ความเข้มข้นของแกสนี้ทั้งที่มีอยู่ในอากาศในถุงลมและในเลือดจะมีความเข้มข้นเท่ากันอย่างรวดเร็ว หลังจากนั้นจะมีการสะสมคาร์บอนไดออกไซด์มากขึ้นเรื่อย ๆ ในเลือด ถึงแม้ว่าจะกลั้นหายใจ การไหลเวียนของเลือดยังคงดำเนินอยู่ เพราะฉะนั้น เลือดที่ไปเลี้ยงศูนย์กลางควบคุมการหายใจก็จะนำแกสคาร์บอนไดออกไซด์เข้าไปมากขึ้นเรื่อยๆ แกสคาร์บอนไดออกไซด์นี้มีฤทธิ์กระตุ้นศูนย์กลางควบคุมการหายใจอย่างแรง จะเห็นได้ว่าเมื่อกลั้นลมหายใจจะมีการกระตุ้นศูนย์ควบคุมการหายใจอย่างแรงจนห้ามความตั้งใจของเราไว้ไม่ได้ การหายใจก็จะเริ่มขึ้น[1] อมรา มลิลา และคณะ กล่าวว่า เมื่อกลั้นหายใจ ความดันคาร์บอนไดออกไซด์จะเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ เมื่อสูงถึงระดับหนึ่ง ที่คาร์บอนไดออกไซด์กระตุ้นศูนย์หายใจได้มากจนสมองส่วนบนบังคับศูนย์หายใจไว้ไม่อยู่ การหายใจก็จะเกิดตามมาโดยอัตโนมัติ[2] และอนันต์ อัตชู ได้กล่าวว่า หน้าที่หลักของระบบหายใจก็เพื่อที่จะรับเอาออกซิเจนและถ่ายคาร์บอนไดออกไซด์ออกเพื่อการเมตาโบลิซึมในร่างกายเป็นไปด้วยดี เมื่อคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่ม 3 % การหายใจก็จะเพิ่มอัตราเร็ว

---

[1]ประวิทย์ สุนทรสีมะ, กายวิภาคศาสตร์และสรีรวิทยา, หน้า 417-418

[2]อมรา มลิลา และคณะ, สรีรวิทยาเบื้องต้น เล่ม 1 (กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์อักษรเจริญทัศน์, 2520), หน้า 320.

มากขึ้น และเมื่ออากาศมีคาร์บอนไดออกไซด์ถึง 9 % แล้ว จะทำให้อัตราการหายใจเพิ่มขึ้นสูงสุด[1] สรุปได้ว่า คาร์บอนไดออกไซด์เป็นตัวกระตุ้นให้มีการหายใจเกิดขึ้น สำหรับความจุปอด (Vital capacity) แสดงถึงความสามารถในการหายใจเข้าออกได้ ซึ่งหมายถึง กำลังสำรองของปอดนั่นเอง[2] แสดงว่า ผู้ที่มีความจุปอดมาก ก็มีอากาศสำรองมาก ฉะนั้น จึงพออธิบายผลการวิจัยได้ว่า เมื่อกลั้นลมหายใจ คนที่มีความจุปอดมาก สามารถจุอากาศได้มาก จะทำให้ความดันของแกสคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มขึ้นถึงจุดที่จะกระตุ้นศูนย์กลางควบคุมการหายใจช้ากว่าคนที่มีความจุปอดน้อย จึงทำให้กลั้นลมหายใจได้นานกว่า

3. ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพของระบบไหลเวียนโลหิตกับระยะเวลาในการกลั้นลมหายใจเป็น -.09 และไม่มีนัยสำคัญที่ระดับ .05 แสดงว่าผลที่ได้รับไม่เป็นไปตามสมมุติฐานที่ตั้งไว้ว่า ระบบไหลเวียนโลหิตที่มีประสิทธิภาพดีมากกว่า จะทำให้กลั้นลมหายใจได้นานกว่า ระบบไหลเวียนโลหิตที่มีประสิทธิภาพดีน้อยกว่า ตามปกติการหายใจเกี่ยวข้องโดยตรงกับเมตาโบลิซึมของร่างกายเพื่อให้การปรับการหายใจเป็นไปตามต้องการ ร่างกายจึงต้องอาศัยระดับของสารเคมีในร่างกายมาช่วยควบคุมการหายใจด้วย สารเคมีที่สำคัญคือ คาร์บอนไดออกไซด์ ออกซิเจน และไฮโดรเจนไอออน[3] คาร์บอนไดออกไซด์นับว่ามีความสำคัญมากที่สุด จะกระตุ้นการหายใจให้มีการเพิ่มการระบายอากาศเพื่อให้ระดับคาร์บอนไดออกไซด์คงที่ แต่เมื่อความดันคาร์บอนไดออกไซด์ในเลือดลดลง จะทำให้การหายใจน้อยลง เครื่องรับการเปลี่ยนแปลงของความดันคาร์บอนไดออกไซด์มีอยู่ 2 แห่ง คือ 1) เซลทรอล คีโมรีเซพเตอร์ (Contral

---

[1]อนันต์ อัศชู, สรีรวิทยาการออกกำลังกาย, หน้า 35.

[2]ชูศักดิ์ เวชแพศย์, สรีรวิทยา (กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์อักษรสมัย, 2520), หน้า 119.

[3]เรื่องเดียวกัน, หน้า 137.

Chemoreceptor) ซึ่งไวต่อการเปลี่ยนแปลงของความดัน คาร์บอนไดออกไซด์ การกระตุ้นของคาร์บอนไดออกไซด์นั้น เชื่อว่าจะรวมกับน้ำกลายเป็นกรดคาร์บอนิค แล้วจะแตกตัวให้ไฮโรเจนไอออน จากนั้น ไฮโดรเจนไอออนจึงไปกระตุ้นเครื่องรับอีกทีหนึ่ง 2) เพอริพีรอล คีโมรีเซฟเตอร์ (Peripheral Chemoreceptor) อยู่ที่คารอติด บอดี้ (Carotid Bodies) และเอออติด บอดี้ (Aortid Bodies) ซึ่งเครื่องรับนี้มีระดับกั้นสูงต่อการกระตุ้นมากกว่า เซนทรอล คีโมรีเซฟเตอร์ จะกระตุ้นได้ต้องมีความดันคาร์บอนไดออกไซด์สูงขึ้นอย่างน้อย 10 มิลลิเมตรของปอด เมื่อร่างกายขาดออกซิเจนจะมีการกระตุ้นการหายใจได้ แต่การกระตุ้นนั้นเกิดได้ที่ เพอริพีนอล คีโมรีเซฟเตอร์เท่านั้น และจะกระตุ้นได้ต่อเมื่อความดันออกซิเจนลดลงถึง 60 มิลลิเมตรของปอด ฉะนั้น เพอริพีรอล คีโมรีเซฟเตอร์ จึงเป็นด่านสุดท้ายที่จะช่วยกระตุ้นการหายใจเมื่อมีการขาดออกซิเจนเพียงอย่างเดียวโดยไม่มีคาร์บอนไดออกไซด์คั่ง ส่วนไฮโดรเจนไอออนนั้น ในภาวะที่เลือดเป็นกรดจากเมตาโบลิซึม ไฮโดรเจนไอออนจะกระตุ้นการหายใจโดยผ่านเพอริพีรอล คีโมรีเซฟเตอร์ ได้ เมื่อมีการเพิ่มการหายใจ จะทำให้คาร์บอนไดออกไซด์ถูกขับถ่ายไปมากจึงทำให้ความเป็นกรดในร่างกายลดน้อยลง pH ของเลือดต้องลดลงอย่างน้อย 0.1 จึงเริ่มกระตุ้นเพอริพีรอล คีโมรีเซฟเตอร์ได้[1] ในเรื่องนี้ จรวยพร ธรณินทร์ กล่าวว่า จำนวนคาร์บอนไดออกไซด์มีผลต่อ คีโมรีเซฟเตอร์ ทั้งในคารอติด และเอออติด บอดี้ และในเมดูลล่า กล่าวคือ ถ้าจำนวนคาร์บอนไดออกไซด์ในเส้นเลือกมีมากขึ้น จะทำให้อัตราการหายใจเพิ่มขึ้น[2] และอนันต์ อัตชู กล่าวว่า กล้ามเนื้อหรือเนื้อเยื่อของอวัยวะที่ทำงานนั้นต้องการออกซิเจนและมีคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มขึ้น จากการทำงานของกล้ามเนื้อไฮโดรเจนไอออนเพิ่มขึ้นทำให้ pH ต่ำลง มีความเป็นกรดเพิ่มมากขึ้น ทั้งนี้ คาร์บอนไดออกไซด์เป็นตัวการที่จะกระตุ้นคีโมรีเซฟเตอร์ ที่คารอ ติด บอดี้ และ

---

[1]ชูศักดิ์ เวชแพทย์, สรีรวิทยา, หน้า 139-140.

[2]จรวยพร ธรณินทร์, กายวิภาคศาสตร์และสรีรวิทยาของการออกกำลังกาย (กรุงเทพมหานคร : ไทยวัฒนาพานิช, 2522), หน้า 147.

เอออติด บอดี้ ซึ่งเป็นตัวส่งกระแสประสาทไปยังศูนย์ควบคุมใน เมดูลา และพอน (Pons) จึงทำให้เราหายใจเร็วและแรงขึ้น เพื่อคายคาร์บอนไดออกไซด์ เมื่อทำให้ความเป็นกรด (H_2CO_3) น้อยลงเพื่อความสมดุลย์ของร่างกาย[1]

จากที่กล่าวมาข้างต้นพออธิบายผลการวิจัยได้ว่า ประสิทธิภาพของการไหลเวียนโลหิตกับระยะเวลาในการกลั้นลมหายใจไม่มีความสัมพันธ์กัน เพราะผลเนื่องจากการปรับตัวในการใช้ออกซิเจน และการทนของ คีโมรีเซพเตอร์ ต่อการกระตุ้นของคาร์บอนไดออกไซด์ และไฮโดรเจนไอออนของแต่ละคนไม่เท่ากัน ตัวอย่างที่เห็นได้ชัด คือ นักประดาน้ำ กับคนที่ไม่เป็นนักประดาน้ำ ถึงแม้จะมีความจุปอดเท่ากัน และประสิทธิภาพของระบบไหลเวียนโลหิตใกล้เคียงกัน แต่นักประดาน้ำจะกลั้นลมหายใจได้นานกว่า เพราะร่างกายได้รับความเคยชินต่อการถูกกระตุ้นที่ คีโมรีเซพเตอร์ นอกจากนี้กล้ามเนื้อที่ได้รับการฝึกอยู่เสมอนั้น จะนำออกซิเจนไปใช้ได้มากกว่ากล้ามเนื้อปกติ[2] และผลของการฝึกซ้อมทำให้ร่างกายมีด่างสำรองเพิ่มมากขึ้น ซึ่งทำให้นักกีฬาขาดต่อสภาพความเป็นกรด สะสมอยู่ ด่างสำรองนี้ช่วยให้โลหิตไม่เปลี่ยนสภาพเป็นกรดมากเกินไป[3] เหตุผลดังกล่าว จึงทำให้ประสิทธิภาพของระบบไหลเวียนโลหิตไม่มีความสัมพันธ์กับระยะเวลาในการกลั้นลมหายใจ

<u>ข้อเสนอแนะ</u>

1. ควรจะมีการศึกษาเรื่องขนาดความจุปอด จะมีความสัมพันธ์กับอัตราของการหายใจหรือไม่เพื่อดูว่าคนที่มีปอดเล็กในขณะให้ทำงานในกำลังที่เท่ากับคนปอดใหญ่จะมีอัตราของการหายใจมากกว่าหรือไม่

---

[1]อนันต์ อัศชู, สรีรวิทยาการออกกำลังกาย, หน้า 39-40.

[2]เรื่องเดียวกัน, หน้าเดียวกัน.

[3]จรวยพร ธรณินทร์, <u>กายวิภาคศาสตร์และสรีรวิทยาการออกำลังกาย</u>, หน้า 156.

2. ควรจะมีการศึกษาถึงสูตรสำเร็จในการคำนวนหาความจุปอดสำหรับคนไทย ซึ่งในต่างประเทศมีการคำนวนโดยใช้สูตร[1]

Vital capacity ชาย = 1957 + (9 X ความสูงเป็น ซ.ม) + (10 X น้ำหนักตัวเป็น ก.ก.) - (25 X อายุปี) ลูกบาศก์เซ็นติเมตร

Vital capacity หญิง = (27 X ความสูง ซ.ม) + (4 X น้ำหนักตัวเป็น ก.ก) - (15 X อายุปี) - 1478 ลูกบาศก์เซ็นติเมตร

---

[1]บัญญัติ ปรัชญานนท์, และคณะ, "โรคระบบหายใจและวัณโรค" โครงการตำราศิริราช คณะแพทยศาสตร์ ศิริราชพยาบาล (กรุงเทพมหานคร : มหาวิทยาลัยมหิดล, 2522).

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย