

ถึงเหงื่อ เมือขล้าเหงิงใด ฤๅใจทุกคน... ๘



การเปลี่ยนแปลงสัดส่วนและขีดความสามารถ การทำงานทางกายในชายหนุ่มภายหลัง การฝึกออกกำลังกายเป็นเวลา 8 สัปดาห์

ประทุม ม่วงมี เอนก สุตรมงคล และบุญมา ไทยก้าว
ห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์การออกกำลังกาย
ภาควิชาพลศึกษาและสันทนาการ
มหาวิทยาลัยบูรพา บางแสน

Key words:

เนื้อเยื่อไขมัน ความอดทนทั่วไป (General endurance) ความสามารถสูงสุดในการนำออกซิเจนไปใช้ ($\dot{V}O_2$ max.) แอโรบิก แอนแอโรบิก Maximum Heart Rate (MHR) Maximum Heart Rate Reserve (MHRR) Exercise Heart Rate (EHR) Magaria-Kalamen Power Test การวัดความหนาของผิวหนังพับ (Skinfold Measurement)

บทคัดย่อ

ได้มีการศึกษาการเปลี่ยนแปลงสัดส่วนและขีดความสามารถการทำงานทางกายในชายหนุ่มภายหลังการฝึกออกกำลังกายเป็นเวลา 8 สัปดาห์ ผู้รับการทดลองซึ่งได้มาโดยวิธีอาสาสมัครเป็นนิสิตของมหาวิทยาลัยบูรพา จำนวน 8 คน มีค่าเฉลี่ยของอายุ 19.6 ปี ส่วนสูง 171 ซม. และน้ำหนัก 54.5 กก. กลุ่มผู้รับการทดลองเป็นผู้ที่เมื่อพิจารณาด้วยสายตาแล้วจึงว่ามีสัดส่วนปกติ (ไม่อ้วน) และไม่มีโรคภัยไข้เจ็บประจำตัว ก่อนการฝึกได้มีการเก็บข้อมูลเกี่ยวกับอัตราชีพจรขณะพัก ปริมาณเนื้อเยื่อไขมันในร่างกาย (โดยวิธีการวัดความหนาของผิวหนังพับ) แรงบีบมือ แรงเหยียดขา แรงเหยียดหลัง พลังของกล้ามเนื้อขา (โดยใช้ Magaria-Kalamen Power Test) และความสามารถสูงสุดของร่างกายในการนำออกซิเจนไปใช้ (โดยใช้ Physical Work Capacity-Ramp Test) จากนั้นให้ผู้รับการทดลองฝึกออกกำลังกายเป็นเวลา 8 สัปดาห์ โดยโปรแกรมการฝึกนั้นฝึกสัปดาห์ละ 3 วัน ส่วนใหญ่มีการฝึกวันจันทร์ พุธและพฤหัสบดี ระหว่างเวลา 16.30-17.00 น. การฝึกในวันจันทร์ ฝึกที่ห้องฝึกและบริหารร่างกายของภาควิชา ซึ่งเป็นการฝึกที่เน้นให้กล้ามเนื้อในส่วนต่าง ๆ ของร่างกายได้ทำงานแบบแอนแอโรบิก และส่วนที่เป็นงานประเภทแอโรบิกนั้นให้กระทำโดยการขี่จักรยาน ทุกวันพุธเป็นการฝึกที่เป็นแบบแอโรบิกด้วยการให้เดินแอโรบิกนำโดยผู้นำแอโรบิกที่มีประสบการณ์สูง และในวันพฤหัสบดี (บางสัปดาห์บางคนเป็นวันศุกร์) ผู้รับการทดลองออกกำลังกายบน “เส้นทางเพื่อสุขภาพ” ภายในสวนนันทนาการของมหาวิทยาลัยบูรพา ภายใต้การควบคุมดูแลของคณะผู้วิจัย โดยเส้นทางเพื่อสุขภาพดังกล่าวนี้เป็นทางวิ่งรอบสระน้ำธรรมชาติ มีสถานที่สำหรับหยุดออกกำลังกาย 14 สถานี กระจ่ายไปในระยะทางโดยรอบ 1,355 เมตร เมื่อสิ้นสุดสัปดาห์ที่ 8 ของการฝึกได้มีการเก็บข้อมูลทั้งหมดที่ได้เก็บไว้ก่อนเข้าสู่โปรแกรมการฝึกอีกครั้งหนึ่ง เมื่อเปรียบเทียบข้อมูลจากการทดสอบครั้งแรกกับครั้งหลัง พบว่า อัตราชีพจรขณะพักของผู้รับการทดลองลดลง 9 ครั้ง/นาที (79 V.S. 70) น้ำหนักเฉลี่ยเปลี่ยนจาก 54.5 กก. เป็น 54.7 กก. ปริมาณเนื้อเยื่อไขมันเปลี่ยนจาก 9.9% (ของน้ำหนักร่างกาย) เป็น 9.5% ค่าเฉลี่ยแรงบีบมือเปลี่ยนจาก 47.0 กก. เป็น 48.0 กก. ค่าเฉลี่ยแรงเหยียดขาเพิ่มขึ้น 25.8 กก. (129.87 V.S. 158.75) ในขณะที่แรงเหยียดหลังมีค่าเพิ่มขึ้น 12.5% (103.7 กก. V.S. 116.7 กก.) พลังของกล้ามเนื้อขาเพิ่มจาก 115.0 Kgm/sec. เป็น 122.7 Kgm/sec. และสุดท้ายค่าเฉลี่ยความสามารถสูงสุดในการนำออกซิเจนไปใช้ ($\text{VO}_2 \text{ max.}$) เพิ่มจาก 46.6 เป็น 51.4 มล./กก./นาที ข้อมูลดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าโปรแกรมการฝึกออกกำลังกายที่คณะผู้วิจัยได้สร้างขึ้นมิได้มีผลทำให้ค่าเฉลี่ยของน้ำหนักตัว ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและแขน ตลอดจนปริมาณเนื้อเยื่อไขมันในร่างกายในกลุ่มผู้รับการทดลองกลุ่มนี้เปลี่ยนแปลงไปมากนักแต่ในตัวแปรอื่น ๆ ที่วัดนั้นได้ค่าที่แสดงให้เห็นว่าโปรแกรมดังกล่าวมีผลในทางบวกต่อร่างกายกล่าวคือ อัตราชีพจรขณะพักลดลง 9 ครั้ง/นาที กำลังของกล้ามเนื้อหลังและขาเพิ่มขึ้น 12.5% และ 22.2% ตามลำดับ พลังหรือแรงระเบิดของกล้ามเนื้อขาเพิ่มขึ้น 6.4% และความสามารถสูงสุดในการนำออกซิเจนไปใช้เพิ่มขึ้น 10.2% จึงอาจสรุปได้ว่าโปรแกรมการฝึกออกกำลังกายที่คณะผู้วิจัยได้สร้างขึ้นไม่มีอิทธิพลต่อสัดส่วนของร่างกายในชายหนุ่มกลุ่มดังกล่าว (พิจารณาจากส่วนสูง - น้ำหนัก - ปริมาณเนื้อเยื่อไขมันในร่างกาย) แต่ทำให้ตัวแปรอื่น ๆ ทั้งทางแอนแอโรบิกหลายตัวแปรและแอโรบิกที่ทำการวัดมีค่าดีขึ้น ระหว่าง 6.4-22.2% และอัตราชีพจรขณะพักลดลง 9 ครั้ง/นาที ซึ่งแสดงถึงประสิทธิภาพการทำงานที่ดีขึ้นของระบบการขนส่งออกซิเจน

ภูมิหลัง

เป็นที่น่ายินดีว่าพร้อม ๆ กับการพัฒนาประเทศไปสู่ความเป็นประเทศอุตสาหกรรมใหม่นั้น คนไทยหันมาให้ความสำคัญต่อสุขภาพและสมรรถภาพด้วยการออกกำลังกาย หรือเล่นกีฬาเพื่อพัฒนาและรักษาสสมรรถภาพ

ของร่างกายกันมากขึ้น เป็นที่แน่ชัดว่าผู้ที่เข้าร่วมในกิจกรรมนี้มีวัตถุประสงค์เด่นชัดที่ต้องการบรรลุถึง และมีการลงทุนหรือปรับเปลี่ยนวิถีชีวิตในหลาย ๆ อย่าง เช่น การกำหนดหรือแบ่งการใช้เวลาประจำวันประจำสัปดาห์ การลงทุนเรื่องเสื้อผ้าอุปกรณ์ ค่าสมาชิก ค่าบริการ การปรับเปลี่ยนวิถีชีวิตในการทำงาน ชีวิตในครอบครัว และสังคม ฯลฯ มีข้อเท็จจริงอยู่อย่างหนึ่งที่นักวิทยาศาสตร์การออกกำลังกายทั่วไปยอมรับคือการออกกำลังกายที่จะให้ได้ประโยชน์คุ้มค่ากับการลงทุนทั้งหลายนั้น จะต้องเป็นการออกกำลังกายที่มีความเหมาะสมทั้งในแง่ปริมาณและคุณภาพ ความพยายามที่จะหาคำตอบว่าลักษณะของการออกกำลังกายที่เหมาะสมทั้งในแง่ปริมาณและคุณภาพ คือ หนัก นาน ป๋อยเท่าไร และอย่างไรนั้นมีมานานแล้วพอสมควรในต่างประเทศ จนถึงกับได้มีการสร้างแนวทางหรือข้อแนะนำอย่างกว้าง ๆ ไว้ ซึ่งเราก็ได้นำแนวทางหรือข้อแนะนำนั้นมาประยุกต์ใช้หรืออ้างอิงกันบ่อย ๆ ปัญหาก็คือ เรายังขาดความคมชัดในเรื่อง “ปริมาณและคุณภาพ” ของการออกกำลังกายที่เหมาะสม ทั้งนี้โดยเฉพาะอย่างยิ่งในสภาพอากาศของบ้านเรา ดังนั้นการศึกษาที่จะทำให้เกิดความคมชัดว่าออกกำลังกายอย่างไรจึงจะได้ประโยชน์และง่ายต่อการนำไปปฏิบัติในคนทั่วไปจึงเป็นเรื่องที่มีค่าควรแก่การศึกษาเป็นอย่างมาก

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

วัตถุประสงค์ของการวิจัยครั้งนี้ก็เพื่อศึกษาว่าโปรแกรมการฝึกออกกำลังกายที่คณะผู้วิจัยสร้างขึ้นมีอิทธิพลอย่างไรต่อสัดส่วน ความอดทนของร่างกาย และความแข็งแรงของกล้ามเนื้อในบริเวณต่าง ๆ ของร่างกาย

ผลการวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ปัจจุบันวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้นำความมั่งคั่ง อุดมสมบูรณ์ และสะดวกสบายมาให้หลาย ๆ สังคมของโลกรวมทั้งสังคมไทยของเรา ทั้งนี้โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ส่วนหนึ่ง (ซึ่งค่อย ๆ มีมากขึ้น) ของสังคมเมืองคงจะเป็นแบบฉบับเดียวกับในหลาย ๆ สังคมที่ในช่วงต้น ๆ ของยุคที่วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเริ่มเข้ามามีบทบาทในการดำเนินชีวิตนั้น สังคมก็รับ “ของเล่นชิ้นใหม่” นี้ด้วยความ “เร่ร่อน” เพราะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีทำให้สิ่งต่าง ๆ ในชีวิตมีมากขึ้น ง่ายขึ้น เร็วขึ้น สะดวกขึ้น จนถึงสบายขึ้น คนมีวิถีชีวิตที่เปลี่ยนไป สังคมใดก็ตามถ้าได้เกี่ยวข้องกับคำว่า วิทยาศาสตร์และ/หรือเทคโนโลยีดูเหมือนว่าจะเป็นสิ่งที่ “มีระดับ ทันสมัย ก้าวหน้า” แต่พอเวลาผ่านไปพอคนเรามีเวลาและมองสิ่งต่าง ๆ ให้เห็นเป็นภาพรวมหรือมองให้สุดทางจะพบว่าควบคู่ไปกับความทันสมัย ความก้าวหน้า ความสะดวกสบายของชีวิตนั้น สังคมมนุษย์ที่กำลังกล่าวถึงนี้ก็ต้องเผชิญกับปัญหาหลายประการและหนึ่งในปัญหานั้นก็คือการดำเนินชีวิตที่วันหนึ่ง ๆ มีการเคลื่อนไหวร่างกายไม่เพียงพอ

เป็นที่ยอมรับกันทั่วไปว่าร่างกายมนุษย์นั้นถูกออกแบบและสร้างขึ้นมาเพื่อให้มีการเคลื่อนไหวและการเคลื่อนไหวนั้นหากขาดความพอดี (มากไป-น้อยไป) ก็จะเกิดโทษต่อร่างกาย ทำให้การดำเนินชีวิตขาดคุณภาพ สิ่งนี้เป็นข้อเท็จจริงไม่เลือกว่าสังคมมนุษย์จะอยู่ในยุคใด สมัยใด ก้าวหน้าหรือล้าหลังสักเพียงใด แต่ก็ไม่ว่าจะเรียกว่าไซดตี หรือไม่ดีสำหรับมนุษย์ที่จุดเริ่มต้นของการแสดงฤทธิ์ว่าร่างกายมีการเคลื่อนไหวหรือออกกำลังกายมากไป-น้อยไปนั้นค่อนข้างจะมีความกว้าง กล่าวคือต้องใช้เวลาสักระยะหนึ่งก่อนที่จะถึงจุดเริ่มออกฤทธิ์ว่าการเคลื่อนไหวนั้นมากไป-น้อยไป ผลก็คือในการดำเนินชีวิตของคนเรานั้นจะ “เฉื่อยชา” หรือไม่ว่าจะรับรู้ว่าร่างกายของเรา มีการเคลื่อนไหวที่ไม่เหมาะสมโดยเฉพาะอย่างยิ่ง การเคลื่อนไหวหรือการออกกำลังกายไม่เพียงพอ บางคนถึงกับต้องรอให้แพทย์สั่งว่าถึงเวลาแล้วที่ต้อง “จัดเวลา” สำหรับออกกำลังกายเพราะการ “รอเวลา” หรือ “หาเวลา” สำหรับออกกำลังกายนั้นบางทีอาจจะสายเกินไปที่จะรอ หรือหาได้

ในอดีตการเคลื่อนไหวร่างกายไม่เพียงพอดังไม่ใช่เป็นเรื่องสำคัญเท่าไรนัก เพราะมนุษย์ใช้กำลังจากกล้ามเนื้อเพื่อการทำงานต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน แต่ปัจจุบันเรื่องนี้เป็นเรื่องสำคัญที่ถูกหยิบยกขึ้นมากล่าวถึง เตือนหรือรณรงค์ให้คนตระหนักถึงความสำคัญและลงมือปฏิบัติให้เพียงพออยู่เสมอ สภาพการณ์เช่นนี้ ก็มีในสังคมของเราถึงแม้ว่าจะเป็นเพียงระยะต้น ๆ ของความชื่นชมในวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเมื่อเทียบกับอีกสังคมที่ถือว่าได้เดินทางล่วงหน้าเราไปแล้ว จะเห็นว่าการออกกำลังกายเพื่อสุขภาพ (โดยที่ยังไม่รวมถึงการกีฬา) กลายเป็นธุรกิจที่ทำเงินรายได้อย่างมหาศาล สิ่งหนึ่งที่เป็นประเด็นและคนให้ความสนใจไม่น้อยก็คือ ภายใต้อาชีพการดำเนินชีวิตในสังคมที่สับสนแล้วมี “ความสับสนวุ่นวาย” มากขึ้น เช่นนี้ เราจะออกกำลังกายกันเท่าไร อย่างไร จึงจะถือว่าร่างกายมีการเคลื่อนไหวอย่างเพียงพออยู่เสมอ งานวิจัยบางชิ้นที่รวบรวมได้ มีข้อเสนอต่าง ๆ ดังนี้

ภายหลังจากการได้รวบรวมมีผลการวิจัยของนักวิจัยหลายคน American College of Sports Medicine² ซึ่งอาจนับได้ว่าเป็นองค์กรที่มีอำนาจทางวิชาการมากที่สุดองค์กรหนึ่งในศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์การออกกำลังกาย มีจุดยืนของความเชื่อว่าการออกกำลังกายที่เหมาะสมทั้งปริมาณและคุณภาพ สำหรับผู้ที่เจริญเติบโตเต็มที่แล้วในอันที่จะพัฒนาหรือรักษาระดับของสมรรถภาพทางกายต้องเป็นการออกกำลังกายที่มีลักษณะดังนี้

- 1) มีความบ่อย 3-5 ครั้ง/สัปดาห์
- 2) มีความเข้มข้นหรือความหนักหน่วง 60-90% ของ MHR หรือ HRR (Maximum Heart Rate Reserve) หรือระหว่าง 50-85% $\dot{V}O_2 \max$
- 3) ความนาน 15-60 นาที (ติดต่อกัน) ของงานประเภทแอโรบิก
- 4) เป็นลักษณะของงานที่ต้องใช้กล้ามเนื้อมัดใหญ่ ๆ ตามส่วนต่าง ๆ ทั่วร่างกาย

MacArdle, Katch, and Katch⁷ เสนอว่า การออกกำลังกายที่มีวัตถุประสงค์เพื่อให้ร่างกายมีสมรรถภาพทางกายโดยรวม ๆ ดี (conditioning) สำหรับผู้ที่เจริญเติบโตเต็มที่แล้ว ควรต้องทำอย่างน้อย 3 ครั้ง/สัปดาห์ เป็นเวลา 20-40 นาที การออกกำลังกายที่บ่อยหรือนานกว่านี้อาจมีประโยชน์บ้างแต่อาจไม่คุ้มกับเวลาที่ต้องใช้ไป งานที่ควรต้องให้กล้ามเนื้อมัดใหญ่ ๆ ของร่างกายได้ทำงานจนมีความหนักถึงราว ๆ 60-80% ของ $\dot{V}O_2 \max$.

Morehouse and Miller⁹ เสนอว่า การวางแผนการออกกำลังกายควรต้องมีความระมัดระวัง สำหรับผู้ที่ไม่ค่อยได้ฝึกออกกำลังกายมาเป็นเวลานานควรเริ่มที่ความหนักของงาน 65% ของอัตราการเต้นสูงสุดของหัวใจตามอายุ (Maximum Heart Rate-MHR) ซึ่งเทียบอย่างหยาบได้ราว ๆ 50% ของ $\dot{V}O_2 \max$ การออกกำลังกายที่ดีควรต้องใช้กล้ามเนื้อมัดใหญ่ ๆ ในหลาย ๆ ส่วนของร่างกาย การออกกำลังกายเพียง 1 ครั้ง/สัปดาห์ก็มีประโยชน์บ้าง แต่ไม่เพียงพอที่จะพัฒนาหรือรักษาระดับของสมรรถภาพทางกาย ดังนั้น ควรต้องมีความบ่อยมากกว่านี้ ความยาวนานของเวลาที่ใช้ฝึกออกกำลังกาย (ไม่รวมช่วงเวลาของการอบอุ่นร่างกายและการเบาเครื่อง) ควรประมาณ 30 นาที/ครั้ง

Shephard¹⁰ พบว่า การเพิ่มความสามารถเชิงแอโรบิกของผู้รับการทดลองลดลงจาก 19.5% เหลือ 16.0% เมื่อความบ่อยของการฝึกลดลงจาก 5 วัน เป็น 3 วัน/สัปดาห์

Brynteson and Sinning⁴ รายงานว่าไม่พบความแตกต่างในประสิทธิภาพการทำงานของระบบการไหลเวียนของโลหิตและระบบการหายใจจากการฝึก 3 ครั้ง และ 4 ครั้งต่อสัปดาห์

Mirkin and Hoffman⁸ เสนอแนะในผู้ที่ใช้การวิ่งเป็นวิธีการฝึกออกกำลังกายว่า

- 1) ไม่ควรวิ่งมากกว่า 3 ครั้ง/สัปดาห์ โดยให้ชีพจรสูงขึ้นอย่างต่ำ 60% ของ MHR
- 2) การวิ่งต้องไม่วิ่งติดต่อกันทุกวัน ควรเป็นแบบวิ่งวันเว้นวัน หรือเป็นลักษณะวันหนักสลับวันเบา
- 3) วิ่งเร็วอย่างน้อยสัปดาห์ละ 1 ครั้ง

Wilmore¹³ แนะนำว่าการฝึกออกกำลังกายที่เหมาะสมมีลักษณะดังนี้

1. เน้นที่ระบบการไหลเวียนของโลหิตและระบบการหายใจเป็นหลัก เป็นกิจกรรมที่ทำแล้วทำหาย สนุก
 2. เริ่มฝึกออกกำลังกายที่ 3 วัน/สัปดาห์ และค่อย ๆ เพิ่มขึ้น 4-5 วันต่อสัปดาห์ในเวลาต่อ ๆ มา
 3. ใช้เวลาระหว่าง 20-30 นาที/วัน
 4. มีความหนักถึงขนาดทำให้อัตราการเต้นของหัวใจเพิ่มขึ้นอย่างต่ำระหว่าง 60%-80% ของ MHR
- Fox and Mathews⁵ เสนอแนะว่า รูปแบบของกิจกรรมที่เหมาะสมที่จะนำมาใช้ในการฝึกร่างกายมีลักษณะ

ดังนี้

1. เกี่ยวข้องกับการใช้กล้ามเนื้อมัดใหญ่ ๆ ของร่างกาย โดยเฉพาะอย่างยิ่งที่ขา
2. สามารถทำได้ติดต่อกันเป็นเวลานาน
3. เป็นจังหวะ และเป็นแบบแอโรบิกโดยพื้นฐาน

เป็นที่น่าสังเกตว่าในความคิดเห็นของนักวิชาการทางวิทยาศาสตร์การออกกำลังกาย และข้อมูลที่ปรากฏนั้น ถึงแม้ว่าจะมีความแตกต่างกันอยู่บ้างในรายละเอียด แต่ลักษณะสำคัญของการออกกำลังกายที่จะเกิดประโยชน์คือ จะต้องมีความเหมาะสมในแง่ความหนัก (Intensity) ความนาน (Duration) ความบ่อยหรือความถี่ (Frequency) และมีการผสมผสานเพื่อให้กล้ามเนื้อมัดใหญ่ ๆ ทั้งร่างกายได้ทำงานทั้งแบบแอโรบิก และแอนแอโรบิก

วิธีการ

ผู้รับการทดลอง ผู้รับการทดลอง (N = 8) เป็นอาสาสมัครนิสิตชายที่กำลังศึกษาอยู่ ณ มหาวิทยาลัยบูรพา อายุระหว่าง 19-22 ปี (เฉลี่ย 19.6 ± 1.3 ปี) มีค่าเฉลี่ยของส่วนสูง 171.0 ± 8.1 ซม.) และน้ำหนัก 54.5 ± 5.2 กก. มีสุขภาพดี ไม่มีโรคประจำตัวและไม่อยู่ในระหว่างการฝึกออกกำลังกาย หรือเล่นกีฬาประเภทใด ๆ เป็นประจำในช่วง 3 เดือนก่อนเริ่มเก็บข้อมูล และตลอดช่วงของการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ด้วยวิธีการประเมินโดยการสังเกตของคณะผู้วิจัยแล้วผู้รับการทดลองกลุ่มนี้จัดว่ามีสัดส่วนปกติ (ไม่อ้วน)

การเก็บข้อมูล ในช่วง 1 สัปดาห์ก่อนเริ่มโปรแกรมการฝึกออกกำลังกาย มีการตรวจสอบและทดสอบเพื่อให้ได้ข้อมูลของตัวแปรต่าง ๆ ที่ศึกษาซึ่งได้แก่ อัตราชีพจรขณะพัก แรงระเบิดของกล้ามเนื้อขา (โดยใช้ Magaria-Kalamen Power Test) แรงบีบมือถนัด แรงเหยียดขา แรงเหยียดหลัง (เครื่องวัดแรงบีบมือ แรงเหยียดขาและแรงเหยียดหลังของ Takeikiki Kogyo Co., Ltd. Tokyo)

การวัดปริมาณเนื้อเยื่อไขมันในร่างกายใช้วิธีวัดความหนาของผิวหนังพับ (Skinfold Measurement) โดยใช้เครื่องวัดความหนาของผิวหนังพับ (Lange Skinfold Caliper-Cambridge Scientific Corp., U.S.A.) บริเวณที่วัด ได้แก่ กลางต้นขาด้านหน้า (Thigh) และบริเวณมุมล่างของกระดูกสะบัก (Subscapula) ตามหลักและวิธีการที่ Sinning¹¹ ได้นำเสนอไว้

-
- | | | |
|------------------------|---|------------------------------------|
| 1. MHR | = | 220-อายุ |
| 2. MHR หรือ HRR | = | MHR-RHR |
| 3. % $\dot{V}O_2$ max. | = | $\frac{EHR-RHR}{MHR-RHR}$ |
| 4. EHR | = | อัตราการเต้นของหัวใจขณะออกกำลังกาย |
| 5. RHR | = | อัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก |
-

การทดสอบหาค่าความสามารถสูงสุดในการนำออกซิเจนไปใช้ ($\dot{V}O_2 \text{ max.}$) ใช้วิธีที่รู้จักกันทั่วไปว่า "Ramp Test" กล่าวโดยย่อคือ ให้ผู้รับการทดลองขี่จักรยานวัดงาน (Monark, Sweden) 50 รอบ/นาที เป็นเวลา 9 นาทีติดต่อกัน โดยแบ่งระดับความหนัก (load) ของงานออกเป็น 3 loads Load แรก ที่ความหนักของงาน 300 Kgm/min. อัตราการเต้นของหัวใจเมื่อนาทีที่ 3 (2 นาที 50 วินาที) จะเป็นตรรกษากำหนด load ที่ 2 ของงาน ผู้รับการทดลองขี่จักรยานใน load ที่ 2 นี้ต่อไปอีก 3 นาที อัตราการเต้นของหัวใจเมื่อนาทีที่ 6 (5 นาที 50 วินาที) จะเป็นตรรกษากำหนด load ที่ 3 ของงาน ผู้รับการทดลองขี่จักรยานที่ load นี้ต่อไปอีก 3 นาที วัดอัตราการเต้นของหัวใจในนาทีที่ 9 (8 นาที 50 วินาที) นี้ไว้

การวัดในทุกตัวแปรจะกระทำอีกครั้งเมื่อสิ้นสุดโปรแกรมการฝึกออกกำลังกาย

โปรแกรมการฝึกออกกำลังกาย โปรแกรมการฝึกออกกำลังกายที่คณะผู้วิจัยสร้างขึ้นกำหนดให้ผู้รับการทดลองฝึกออกกำลังกายดังนี้

1. Weight Room Exercise (ที่ห้องฝึกและบริหารร่างกายของภาควิชาพลศึกษา) ทุกวันจันทร์ เวลา 16.30-17.00 น. (ดูรายละเอียดในภาคผนวก)

2. Aerobic Dance (ที่บริเวณหน้าตึกพลศึกษา) ทุกวันพุธ เวลา 16.30-17.00 น. นำโดยผู้นำแอโรบิก ที่มีประสบการณ์สูง

3. Park Exercise (บน "เส้นทางเพื่อสุขภาพ" บริเวณสวนนันทนาการของมหาวิทยาลัยบูรพา) ทุกวันพฤหัสบดี เวลา 16.30-17.00 น. (สำหรับบางคน-บางสัปดาห์ เป็นวันศุกร์)

การวิเคราะห์ข้อมูล ค่าเฉลี่ยของตัวแปรทุกตัวที่ศึกษา ซึ่งได้แก่ อัตราชีพขณะพัก แรงบีบมือมัด แรงเหยียดขา แรงเหยียดหลัง แรงระเบิดของกล้ามเนื้อขา ปริมาณเนื้อเยื่อไขมันในร่างกาย ความสามารถสูงสุดในการนำออกซิเจนไปใช้ในการทดสอบทั้ง 2 ครั้ง ได้ถูกนำมาเปรียบเทียบกันเพื่อหาค่าร้อยละของความแตกต่างแต่ก่อนที่จะได้มาซึ่งค่า 2 ค่า คือปริมาณเนื้อเยื่อไขมันในร่างกาย และความสามารถสูงสุดในการนำออกซิเจนไปใช้นั้น มีการวิเคราะห์หาค่าของแต่ละตัวแปรก่อนดังนี้

ปริมาณเนื้อเยื่อไขมันในร่างกาย ในการคำนวณหาปริมาณเนื้อเยื่อไขมันในร่างกายนั้น ภายหลังจากที่ทราบค่าความหนาของผิวหนังพับใน 2 บริเวณคือ Thigh และ Subscapula แล้วขั้นตอนต่อไปของการวิเคราะห์คือการนำค่าที่ได้ไปเข้าสู่สูตรเพื่อคำนวณหา ความหนาแน่นของร่างกาย (Body Density- D_b) ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ใช้สูตรที่ Sloan¹² ได้เสนอแนะไว้คือ

$$D_b = 1.1043 - 0.001327 (A) - 0.00131 (B)$$

เมื่อ A = ความหนาของผิวหนังพับบริเวณ Thigh

B = ความหนาของผิวหนังพับบริเวณ Subscapula

หลังจากที่ได้ค่า D_b แล้วจึงนำค่านั้นไปคำนวณหาปริมาณเนื้อเยื่อไขมันในร่างกายตามสูตรของ Brozek et al.³

$$\% \text{ Fat} = \left[\frac{4.57}{D_b} - 4.142 \right] \times 100$$

ความสามารถสูงสุดในการนำออกซิเจนไปใช้ ($\dot{V}O_2 \text{ max.}$) $\dot{V}O_2 \text{ max.}$ ได้รับการวิเคราะห์หาค่าโดยใช้แบบฟอร์มกราฟมาตรฐาน สรุปโดยย่อได้ว่า บนแผ่นกราฟนั้นอัตราการเต้นของหัวใจที่วัดได้ที่ load ที่ 2 และ 3 ของงาน จะถูกเชื่อมโยงด้วยเส้นตรงเส้นหนึ่ง แล้วต่อเส้นตรงนั้นขึ้นไปตัดกับเส้นที่แสดงอัตราการ

เต้นสูงสุดของหัวใจ (MHR) ของผู้รับการทดลอง ณ จุดตัดนั้นลากเส้นตรงอีกเส้นหนึ่งลงมาตั้งฉากกับเส้นที่ระบุค่า ($\dot{V}O_2 \max.$) ทางด้านล่างค่าที่รายงานใช้หน่วยเป็น ม.ล./ก.ก./นาที (ml./kg./min.)

เนื่องจาก อวย เกตุสิงห์¹ ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับอิทธิพลของอุณหภูมิและความชื้นที่มีต่อค่า ($\dot{V}O_2 \max.$) และรายงานว่า อุณหภูมิที่สูงขึ้นจาก 20°C (ซึ่งถือว่าเป็นสภาพมาตรฐาน) เป็น 28°C 30°C 35°C และ 40°C ค่า ($\dot{V}O_2 \max.$) ลดลง 2.3% 5.4% 10.7% และ 20.1% ตามลำดับ ส่วนความชื้นสัมพัทธ์นั้นพบว่าหากอุณหภูมิต่ำกว่า 35°C ความชื้นสัมพัทธ์มีอิทธิพลต่อค่า ($\dot{V}O_2 \max.$) ไม่มากนัก (เปรียบเทียบความชื้นสัมพัทธ์ที่ 60% 70% และ 80% ดังนั้นค่า $\dot{V}O_2 \max.$ ที่รายงานในการวิจัยครั้งนี้จึงเป็นค่าที่ได้รับการปรับตามสภาพอากาศแล้ว

ผลและการอภิปรายผล

ผู้รับการทดลองกลุ่มนี้ ซึ่งเป็นชายหนุ่มมีส่วนสูงเฉลี่ย 171 ซม. และหนัก 54.5 ก.ก. (ตารางที่ 1) เป็นที่น่าสังเกตจากตารางที่ 1 นี้ว่า ภายหลังการฝึกออกกำลังกายตามโปรแกรมการฝึกที่คณะผู้วิจัยสร้างขึ้นนั้น น้ำหนักเฉลี่ยของกลุ่มผู้รับการทดลองเกือบจะเรียกได้ว่า ไม่มีการเปลี่ยนแปลง (54.5 V.S. 54.7 ก.ก.) ซึ่งปรากฏการณ์เช่นนี้หากเกิดขึ้นกับผู้ที่มีน้ำหนักเกินมาตรฐานแล้วเป็นสิ่งไม่พึงประสงค์เพราะเมื่อคนเราฝึกออกกำลังกายเป็นเวลา 8 สัปดาห์แล้วความมุงห้วงของคนทั่วไปคือน้ำหนักตัวควรต้องลดลงไป หากจะพิจารณาความมุงห้วงนั้นแล้ว ปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นก็นับว่าเป็นเรื่องแปลกและอาจตีความต่อไปอีกว่าการออกกำลังกายตามโปรแกรมนี้อาจได้ประโยชน์ แต่หากพิจารณาดูให้รอบคอบแล้วปรากฏการณ์ดังกล่าวอาจเป็นเรื่องไม่แปลก ทั้งนี้เพราะการตอบสนองของร่างกายคนเราที่มีต่อสิ่งเร้าหรือการฝึกออกกำลังกายนั้นมีความแตกต่างกันไปตามตัวบุคคล วัย เพศ และที่สำคัญมากก็คือระดับของสุขภาพ และสมรรถภาพ กลุ่มผู้รับการทดลองกลุ่มนี้ถึงแม้ว่าจะมิได้เป็นผู้ที่ฝึกออกกำลังกายอยู่เป็นประจำ แต่ก็เป็นผู้ที่มีสุขภาพดี ไม่มีใครที่จัดว่าเป็นคนอ้วน ในบุคคลกลุ่มนี้การฝึกออกกำลังกายที่พอต้ออาจมีประโยชน์ตรงที่เป็นการรักษาน้ำหนักตัวให้คงที่ หรือป้องกันมิให้น้ำหนักตัวเพิ่มขึ้นก็เป็นได้ ซึ่งอาจผิดกับกลุ่มคนที่เรียกว่า “Overweight” หรืออ้วนที่การเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักตัวอาจพบได้ง่ายกว่าผู้ที่ไม่อ้วน เมื่อพิจารณาน้ำหนักตัวร่วมกับปริมาณเนื้อเยื่อไขมัน (ตารางที่ 4) แล้วยิ่งเป็นสิ่งที่เห็นได้ชัดขึ้นว่า ในผู้ที่มีสัดส่วนพอดิ (โดยพิจารณาจากปริมาณเนื้อเยื่อไขมันในร่างกาย) ซึ่งผู้รับการทดลองกลุ่มนี้มีคือ ประมาณ 10% ของน้ำหนักของร่างกายนั้น การฝึกออกกำลังกายจะไม่ทำให้ปริมาณเนื้อเยื่อไขมันลดลงไปมากนัก (9.93 V.S. 9.50%) อย่างไรก็ตามผู้รับการทดลองรายงานว่า ในช่วงของการฝึก 8 สัปดาห์นั้นโดยทั่วไปแล้วรับประทานอาหารมากขึ้น ดังนั้นหากจะมองถึงประโยชน์ที่ผู้รับการทดลองกลุ่มนี้ได้รับคือ การรับประทานอาหารเช้าได้มากขึ้นโดยที่สัดส่วนของร่างกาย น้ำหนักตัว และปริมาณเนื้อเยื่อไขมัน LBW ของร่างกายมิได้เปลี่ยนแปลงไปมากนัก ซึ่งหลาย ๆ ครั้งนี่คือความมุงห้วงอย่างหนึ่งของผู้ที่หันมาออกกำลังกาย อย่างไรก็ตามหากการออกกำลังกายมีประโยชน์เพียงแค่นี้ก็อาจจะเป็นคำถามต่อไปว่าคุ้มค่ากับเวลาที่ใช้ไปหรือไม่

บางทีประโยชน์ของการฝึกออกกำลังกายที่ผู้รับการทดลองกลุ่มนี้ได้รับซึ่งเป็นประโยชน์ที่เป็นความมุงห้วงและเข้าใจ ตลอดจนยอมรับได้ง่ายกว่าคือ กล้ามเนื้อมีความแข็งแรงเพิ่มขึ้น หัวใจมีประสิทธิภาพในการทำงานดีขึ้นจะสังเกตเห็นได้จากตารางที่ 2 ว่า อัตราชีพจรขณะพักของผู้รับการทดลองลดลง 9 ครั้ง/นาที (70 V.S. 79) ซึ่งแสดงถึงการที่หัวใจไม่จำเป็นต้องเต้นเร็วก็สามารถส่งเลือดให้เพียงพอความต้องการของร่างกายขณะพักได้ ในส่วนที่เกี่ยวข้องกับความแข็งแรงสูงสุด (Absolute Strength) นั้น พบว่า กล้ามเนื้อในส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย

มีการตอบสนองต่อการฝึกออกกำลังกายตามโปรแกรมนี้นแตกต่างกันออกไป โดยที่กล้ามเนื้อปลายแขนและมือมีอัตราการตอบสนองน้อยที่สุด กล่าวคือมีค่าเฉลี่ยของแรงบีบมือเพิ่มขึ้นเพียง 1.9% กล้ามเนื้อหลังมือมีความแข็งแรง

เพิ่มขึ้นจาก 103.7 ก.ก. เป็น 116.6 ก.ก. หรือคิดเป็นร้อยละ 12.5% กล้ามเนื้อขาที่มีค่าเฉลี่ยความแข็งแรงเพิ่มขึ้นมากที่สุดถึง 22.2% (129.8 V.S. 158.7 ก.ก.) ประเด็นนี้นอกจากอาจมาจากการตอบสนองตามธรรมชาติที่แตกต่างกันแล้วยังอาจเป็นผลมาจากการที่โปรแกรมฝึกนี้มิได้เน้นการฝึกที่กล้ามเนื้อและปลายแขนเท่าที่ควร เลยทำให้มีอัตราการเพิ่มน้อยกว่าที่คาดคิดไว้ก็เป็นได้ นอกจากนั้นภายใต้โปรแกรมการฝึกนี้พลังหรือแรงระเบิดของกล้ามเนื้อขาที่มีค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้นจาก 115.0 Kgm/sec. เป็น 122.7 Kgm/sec. ถึงแม้ว่าค่าเฉลี่ยนี้จะถูกจัดว่าอยู่ในระดับ “พอใช้/Fair” ตามเกณฑ์เก่าที่ Kalamen⁶ ได้ตั้งไว้สำหรับชาวอเมริกันเมื่อ 20 กว่าปีมาแล้ว และยังใช้เป็นเกณฑ์อยู่ในปัจจุบันนั้น⁷ แต่ก็นับว่าเป็นการเปลี่ยนแปลงที่น่าพอใจสำหรับกลุ่มผู้รับการทดลองกลุ่มนี้ นับสำคัญของการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวก็คือแสดงให้เห็นว่า ร่างกายสามารถสร้างพลังงานแอนแอโรบิกภายใต้ระบบ ATP-PC ได้ดีขึ้น

ในเชิงแอโรบิกนั้นโปรแกรมการฝึกนี้ก็ทำให้ค่าเฉลี่ย $\dot{V}O_2 \max$ เพิ่มขึ้นจาก 46.6 ml/kg/min. เป็น 51.4 ml/kg/min. หรือคิดเป็นอัตราการเพิ่มร้อยละ 10.2 เป็นที่น่าสังเกตว่าผู้รับการทดลองคนที่ 1 มีอัตราการเพิ่มค่าเฉลี่ยนี้ถึงประมาณ 46% (เพิ่มจาก 39.3 เป็น 57.3 ml/kg/min.) ในขณะที่บางคน (เช่นคนที่ 6) มีค่าเฉลี่ยลดลง (ลดจาก 54.1 เหลือ 50.7 ml/kg/min.) ปรากฏการณ์ที่แปลกเช่นนี้ซึ่งเป็นสิ่งที่เกิดขึ้นได้ในการวิจัยอาจเป็นผลมาจากการตอบสนองที่แตกต่างกันของร่างกายดังได้กล่าวถึงแล้วบวกกับคำว่า “เต็มที่ หรือสุดความสามารถ” ในการทดสอบแต่ละครั้งในคนคนเดียวกัน อาจแตกต่างกันออกไป หรืออาจจะปรับตัวแปรแทรกซ้อนอื่นใดก็อาจเป็นไปได้ แต่โดยกลุ่มแล้วการเพิ่มค่า $\dot{V}O_2 \max$ 10.2% นั้นเป็นการเพิ่มที่น่าพอใจ การเพิ่มดังกล่าวแสดงถึงว่าระบบการขนส่งออกซิเจนซึ่งมีหัวใจและปอดเป็นอวัยวะนำมีประสิทธิภาพในการนำออกซิเจนไปให้เซลล์ต่างๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งกล้ามเนื้อใช้ทำงานแบบแอโรบิกได้ดีขึ้น

ดังนั้นการฝึกออกกำลังกายตามโปรแกรมที่คณะผู้วิจัยกำหนดขึ้นถึงแม้ว่าจะไม่ทำให้น้ำหนักตัวปริมาณเนื้อเยื่อไขมัน หรือสัดส่วนของผู้รับการทดลองที่มีสุขภาพดีอยู่แล้วเปลี่ยนแปลงไป (ซึ่งอาจพิจารณาว่าเป็นการรักษาสิ่งที่ได้อยู่แล้วให้ต่อไป) แต่ก็มิมีผลในทางบวกต่อร่างกายในหลายๆ อย่างได้แก่ ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหลังขา พลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา และความสามารถสูงสุดของร่างกายในการนำออกซิเจนไปใช้ ทั้งนี้ยังไม่ได้รวมประโยชน์ข้างเคียงอื่น ๆ เช่น ความรู้สึกและความมั่นใจว่าร่างกายและจิตใจของเรามี “ความสามารถ” ที่จะทำในสิ่งที่ต้องออกแรง สิ่งที่ยากลำบากได้ และผลในเชิงสันตนาการ เป็นการใช้เวลาว่างของชีวิตให้คุ้มค่าและเกิดประโยชน์จึงอาจสรุปได้ว่า โปรแกรมการฝึกออกกำลังกายนี้อาจนำไปใช้ประโยชน์ได้ดีในแง่ของการออกกำลังกายเพื่อสุขภาพ เพราะง่ายที่จะนำมาปฏิบัติ

ตารางที่ 1 ลักษณะทางกายภาพของผู้รับการทดลอง

Subj. #	Age (yr.)	Height (cm.)	Weight (Kg.)	
			Pre-training	Post-training
1	19	163.5	52.0	51.5
2	22	174.0	61.0	60.5
3	19	177.0	55.0	55.3
4	18	156.0	48.0	48.8
5	19	168.0	56.5	56.9
6	19	175.0	56.0	54.5
7	21	181.0	61.0	61.3
8	20	174.0	47.0	49.0
$\bar{X} \pm S.D.$	19.6 ± 1.3	171.0 ± 8.1	54.5 ± 4.7	54.7 ± 4.7

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบอัตราชีพจร (Pulse Rate) แรงบีบมือ (Grip Strength) แรงเหยียดขา (Leg Strength) แรงเหยียดหลัง (Back Strength) ของผู้รับการทดลองระหว่าง Pre กับ Post-training (ค่าเกี่ยวกับความแข็งแรงทั้งหมดเป็นค่า absolute strength)

Subj. #	Pulse Rate (bpm) ^a		Grip Strength (kg) ^b		Leg Strength (kg) ^c		Back Strength ^d	
	Pre	Post	Pre	Post	Pre	Post	Pre	Post
1	80	88	38.0	41.0	105	135	90	114
2	52	64	50.0	53.0	150	176	95	130
3	84	62	55.0	59.5	130	155	105	102
4	96	78	45.0	46.0	132	153	115	115
5	76	74	44.0	45.0	125	177	110	120
6	80	70	46.5	44.5	122	163	120	134
7	66	54	46.0	48.0	155	175	115	132
8	98	70	52.0	47.0	120	136	80	87
$\bar{X} \pm S.D.$	79.0 ± 15.0	70.0 ± 10.4	47.0 ± 5.2	48.0 ± 5.7	129.8 ± 16.2	158.7 ± 17.0	103.7 ± 14.0	116.6 ± 16.1

อัตราการเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ย

a ↓ 9 ครั้ง/นาที

b ↑ 1.9%

c ↑ 22.2%

d ↑ 12.5%

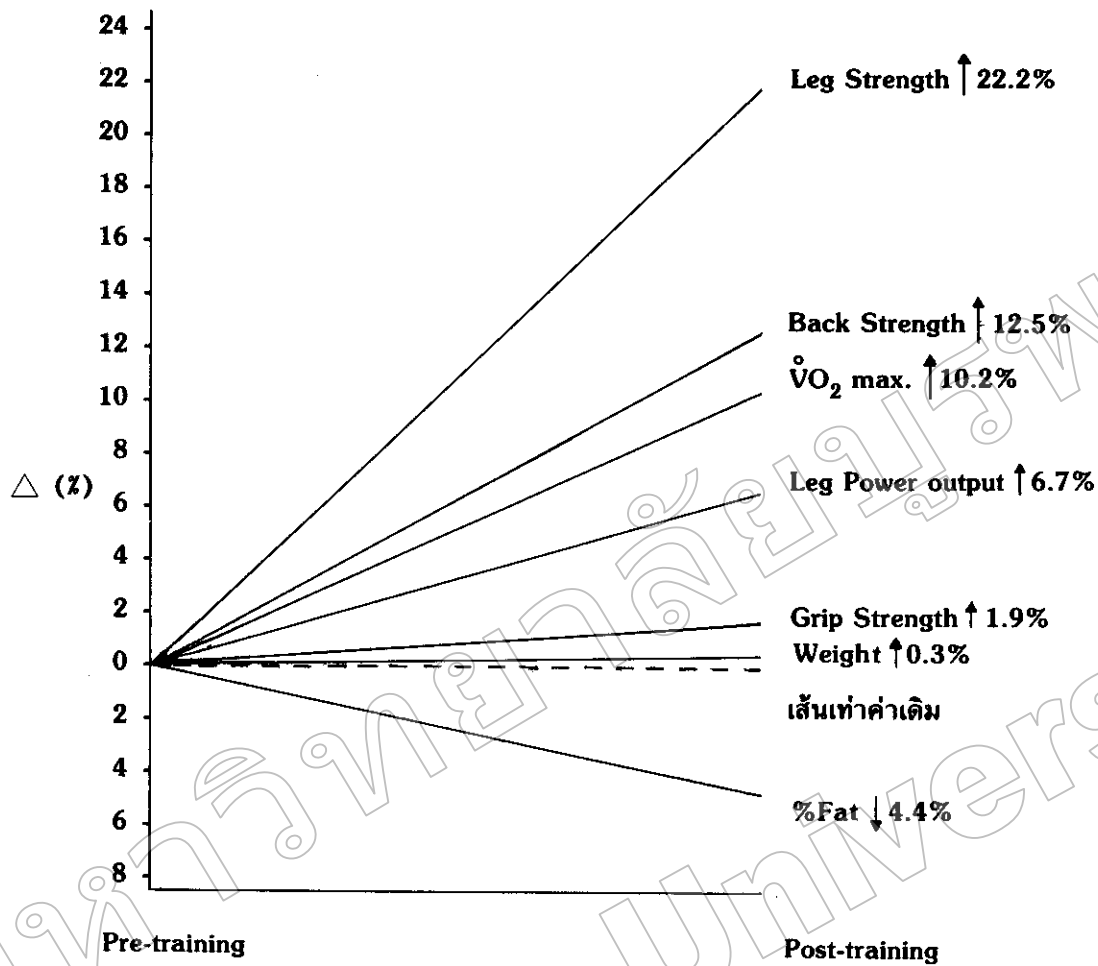
ตารางที่ 3 พลังระเบิด (Power) ของกล้ามเนื้อขาและความสามารถสูงสุดในการนำออกซิเจนไปใช้ ($\dot{V}O_2 \text{ max.}$) ของผู้รับการทดลองระหว่าง Pre กับ Post-training

Subj. #	Leg Power Output (kgm/sec.) ^a		$\dot{V}O_2 \text{ max.}$ (ml./kg./min.) ^b	
	Pre-training	Post-training	Pre-training	Post-training
1	97.83	119.09	39.30	57.30
2	132.76	129.14	47.08	48.34
3	122.10	125.27	44.07	63.37
4	77.22	90.28	43.92	48.59
5	114.03	134.38	41.87	39.36
6	129.50	123.46	54.11	50.76
7	138.18	144.77	58.31	54.58
8	108.69	115.72	44.28	48.93
$\bar{X} \pm S.D.$	115.0 \pm 20.2	122.7 \pm 15.9	46.6 \pm 6.4	51.4 \pm 7.1

อัตราการเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ย : a \uparrow 6.4, b \uparrow 10.2%

ตารางที่ 4 ความหนาของผิวหนังพับ (Skinfold Thickness) ความหนาแน่นของร่างกาย (D_b) ปริมาณเนื้อเยื่อไขมัน (Fat) และ LBW ของผู้รับการทดลอง ระหว่าง Pre กับ Post-training

Subj. #	Pre-training						Post-training					
	Skinfold Thickness (mm.)		D_b (gm/cc.)	Fat		LBW (kg)	Skinfold Thickness (mm.)		D_b (gm/cc.)	Fat		LBW (kg)
	Subscapula	Thigh		%	kg		Subscapula	Thigh		%	kg	
1	10.5	14.0	1.07202	12.09	6.29	45.71	10.00	17.00	1.06876	13.40	6.90	44.60
2	9.0	9.0	1.08056	8.73	5.32	55.68	8.00	9.00	1.08189	8.21	4.97	55.53
3	9.5	7.5	1.08186	8.22	4.52	50.48	8.00	9.00	1.08189	8.21	4.54	50.76
4	12.5	12.5	1.07133	12.37	5.94	42.06	11.25	15.25	1.06939	13.14	6.41	42.39
5	12.0	15.0	1.06872	13.41	7.58	48.92	10.50	14.75	1.07104	12.49	6.43	50.47
6	10.0	9.0	1.07924	9.25	5.18	50.82	7.25	6.00	1.08681	6.29	3.43	51.07
7	10.0	9.0	1.07924	9.25	5.64	55.36	9.25	8.75	1.08056	8.73	5.35	55.95
8	7.0	6.0	1.08715	6.16	2.89	44.11	6.75	5.00	1.08879	5.53	2.71	46.29
$\bar{X} \pm S.D.$	10.06 \pm 1.72	10.25 \pm 3.21	-	9.93 \pm 2.46	5.42 \pm 1.36	49.14 \pm 4.98	8.87 \pm 1.62	10.59 \pm 4.49	-	9.50 \pm 3.10	5.09 \pm 1.49	49.63 \pm 4.89



รูปที่ 1 การเปลี่ยนแปลงค่าเฉลี่ยของตัวแปรต่าง ๆ ที่ศึกษาระหว่างก่อนฝึก (Pre-training) และหลังฝึก (Post-training)

เอกสารอ้างอิง

1. อวย เกตุสิงห์. สมรรถภาพการงานกับประสิทธิภาพของความร้อน, ความชื้น และกระแสลม ในอายุนิมิตร์ 3 กรุงเทพฯ : ไทยมิตรการพิมพ์, 2531. หน้า 59-86.
 2. American College of Sports Medicine : The recommended quantity and quality of exercise for developing and maintaining fitness in healthy adults. Med. Sci. Sports, 10 (3) : Vii-X, 1978.
 3. Brozek, J. et al. : Densitometric analysis of body composition : Revision of some quantitative assumptions. Annl. N.Y, Acad. Sci., 110 : 113, 1963.
 4. Brynteson, P. and Sinning, W.E. : The effects of training frequencies on the retention of cardiovascular fitness. Med. Sci. Sports, 5 : 29, 1973.
 5. Fox, E.L. and Mathews, D.K. : The Physiological Basis of Physical Education and Athletics, 3rd. ed., Philadelphia : Saunders College Publishing, 1981.
 6. Kalamen, J. : Measurement of Maximum Muscular Power in Man. Doctoral Dissertation, The Ohio State University, Columbus, Ohio, 1968.
 7. McArdle, W.D., Katch, F.I. and Katch, V.L. : Exercise Physiology : Energy, Nutrition and Human Performance, 2nd. ed., Philadelphia : Lea & Febiger, 1986.
 8. Mirkin, G. and Hoffman, M. : Sportsmedicine Book. Boston : Little, Brown and Co., 1978.
 9. Morehouse, L.E. and Miller, A.T. : Physiology of Exercise, 7th. ed., St. Louis : The C.V. Mosby Co., 1976.
 10. Shephard, R.J. : Intensity, duration and frequency of exercise as determinants of the response to a training regimen. Int. Z. angew. Physiol., 26 : 272, 1968.
 11. Sinning, W.E. : Experiment and Demonstrations in Exercise Physiology. Philadelphia : W.B. Saunders Co., 1976.
 12. Sloan, A.W. : Estimation of body fat in young men. J. Appl. Physiol, 23 : 311, 1967.
 13. Wilmore, J.H. : Athletic Training and Physical Fitness. Boston : Allyn & Bacon, Inc., 1976.
-

ภาคผนวก

1. โปรแกรมการฝึก

1.1 WEIGHT ROOM EXERCISE

(จันทร์ 16 : 30 - 17 : 00 น.)

1.2 AEROBIC DANCE

(พุธ 16 : 30 - 17 : 00 น.)

1.3 PARK EXERCISE (บนเส้นทางเพื่อสุขภาพของมหาวิทยาลัยบูรพา - “สวนสุขภาพ”)

(พฤหัสบดี 16 : 30 - 17 : 00 น.)

2. การทดสอบ

2.1 GRIP STRENGTH

2.2 LEG STRENGTH

2.3 BACK STRENGTH

2.4 LEG POWER OUTPUT

2.5 MAXIMUM OXYGEN UPTAKE

2.6 BODY COMPOSITION

3. โปรแกรมการฝึก : WEIGHT ROOM EXERCISE

สัปดาห์ที่ 1-2 วันจันทร์ (16 : 30 - 17 : 00 น.) ที่ห้องฝึกและบริหารร่างกาย ภาควิชาพลศึกษา

GENERAL WARM-UP EXERCISE

5 min

1. ARM CURL/DUMBBELL

3 × 12 (ยกได้ 12 เทีย จำนวน 3 ยก)

2. BENT KNEE SIT UP

3 × 5

3. PARALLEL SQUAT WITH WEIGHT

3 × 12

4. DIPS

3 × 3

5. JUMP ROPE

2 × 1 min.

6. BENCH PRESS

3 × 12

7. TRUNK TWIST

2 × 10

8. ARM EXTENSION (WT. PULLEY)

2 × 10

9. CYCLING

1 × 10 min.

GENERAL WARM-DOWN/STRETCHING

5 min.

สัปดาห์ที่ 3-4 วันจันทร์ (16 : 30 - 17 : 00 น.)

GENERAL WARM-UP EXERCISE

5 min

1. ARM CURL/DUMBBELL (1 wt.)

3 × 12

2. BENT KNEE SIT UP

4 × 7

3. PARALLEL SQUAT (1 wt.)

3 × 12

4. DIPS

4 × 4

5. JUMP ROPE

2 × 1 min.

- | | |
|-------------------------------|-------------|
| 6. BENCH PRESS (↑ wt.) | 3 × 12 |
| 7. TRUNK TWIST | 2 × 10 |
| 8. ARM EXTENSION (WT. PULLEY) | 3 × 10 |
| 9. CYCLING | 1 × 11 min. |

GENERAL WARM-DOWN/STRETCHING

5 min.

สัปดาห์ที่ 5-6 วันจันทร์ (16 : 30 - 17 : 00 น.)

GENERAL WARM-UP EXERCISE

5 min.

- | | |
|------------------------------|-------------|
| 1. ARM CURL/DUMBBELL (↑ wt.) | 3 × 5 |
| 2. BENT KNEE SIT UP | 5 × 8 |
| 3. PARALLEL SQUAT (↑ wt.) | 3 × 10 |
| 4. DIPS | 4 × 5 |
| 5. JUMP ROPE | 3 × 1 min. |
| 6. BENCH PRESS (↑ wt.) | 3 × 8 |
| 7. DEAD LIFT | 3 × 5 |
| 8. UP-RIGHT ROWING | 5 × 3 |
| 9. CYCLING | 1 × 12 min. |

GENERAL WARM-DOWN/STRETCHING

5 min.

สัปดาห์ที่ 7-8 วันจันทร์ (16 : 30 - 17 : 00 น.)

GENERAL WARM-UP EXERCISE

5 min.

- | | |
|-----------------------------|-------------|
| 1. ARM CURL/BARBELL (↑ wt.) | 3 × 5 |
| 2. BENT KNEE SIT UP | 5 × 10 |
| 3. PARALLEL SQUAT (↑ wt.) | 3 × 10 |
| 4. DIPS | 5 × 6 |
| 5. JUMP ROPE | 2 × 2 min. |
| 6. BENCH PRESS (↑ wt.) | 3 × 5 |
| 7. DEAD LIFT (↑ wt.) | 3 × 5 |
| 8. UP-RIGHT ROWING | 5 × 4 |
| 9. CYCLING | 1 × 13 min. |

GENERAL WARM-DOWN/STRETCHING

5 min.