



ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันนักพลศึกษา อาจารย์ผู้ฝึกและนักกีฬาได้สนใจ เกี่ยวกับการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เข้ามาดัดแปลง เพื่อปรับปรุงการกีฬาให้ดีขึ้น จะเห็นได้จากการจัดตั้งห้องปฏิบัติการเกี่ยวกับ "สรีรวิทยาการออกกำลังกาย" (Physiology of Exercise) "กีฬาเวชศาสตร์" (Sport Medicine) ฯลฯ ผลงานที่ได้รับจากการศึกษากันว่าจากห้องปฏิบัติการ เป็นการค้นคว้าทดลองหาความรู้ใหม่ ๆ ที่สามารถนำมาปรับปรุงและพัฒนาความสมบูรณ์ของร่างกายได้ โดยเฉพาะนักกีฬาซึ่งต้องการความแข็งแรง ความอดทน ประเทศญี่ปุ่น¹ เป็นตัวอย่างที่แสดงให้เห็นถึงการนำเอาวิทยาศาสตร์การกีฬาเข้าช่วยแก้ไขข้อบกพร่องของนักกีฬาและประสบความสำเร็จอย่างดียิ่งเยี่ยม ความบกพร่องของนักกีฬานั้น มีองค์ประกอบหลายประการทั้งทางค่านจิตใจ และทางค่านร่างกาย องค์ประกอบทางค่านร่างกายนั้นเราสามารถเห็นได้ชัดกว่าองค์ประกอบทางค่านจิตใจ เช่น กำลัง ความอดทน ความคล่องแคล่วว่องไว ความเร็ว ความแข็งแรง เป็นต้น ซึ่งสิ่งเหล่านี้สามารถแก้ไขหรือปรับปรุงได้โดยการฝึก ชาลส์ เอ บุชเชอร์² (Charles A Bucher) กล่าวว่า การฝึกเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับนักกีฬาทุกประเภท เพราะการฝึกที่ได้กระทำจนบรรลุเป้าหมาย จะทำให้บุคคลที่ได้รับการฝึกนั้นเกิดความพร้อมทั้งทางร่างกายและจิตใจ กล่าวคือการฝึกจะช่วยให้ผลต่อการพัฒนา เซล เนื้อเยื่อ อวัยวะ และระบบการทำงานต่าง ๆ ของร่างกาย และเมื่อบุคคลมีความพร้อมทางค่านร่างกายแล้ว จะทำให้เกิดความรู้สึกเชื่อมั่นในตนเองยิ่งขึ้น

¹ เจริญทัศน์ จินตนาเสรี และ ณรงค์ ปานดี, "ศูนย์วิทยาศาสตร์การกีฬา" วารสารกีฬา (ปีที่ 3 ฉบับที่ 4 เมษายน 2512), หน้า 27.

² Charles A Bucher, Foundation of Physical Education (St. Louis : The C.V. Mosby, 1960), p. 482.

ตามปกติการฝึกไม่ว่าจะฝึกความเร็ว ความอดทน หรือความแข็งแรง มีหลักสำคัญอยู่ประการหนึ่งคือ การทำงานให้มากกว่าปกติ³ โดแนลด์ อาร์ แคสดี⁴ (Donald R. Casady) กล่าวว่าการทำงานให้หนักกว่าปกติจะทำให้ประสิทธิภาพในการทำงานเพิ่มขึ้น และวิธีการฝึกที่ใหญ่ฝึกให้ทำงานมากกว่าปกติที่นิยมกันอยู่ในปัจจุบันก็คือการฝึกโดยใช้น้ำหนักเป็นแรงต้าน หรือที่เรารู้จักกันในความหมายของ "การฝึกยกน้ำหนัก" (Weight Training) ซึ่งการกำหนดปริมาณของน้ำหนักและระยะเวลาที่ใช้ในการฝึกแตกต่างกันไปตามวัตถุประสงค์ของการฝึก ผลของการฝึกจะได้มากน้อยเพียงใด นอกจากจะขึ้นอยู่กับปริมาณของการฝึก คุณภาพของการฝึก สภาพร่างกายของแต่ละบุคคลแล้ว ปัจจัยแวดล้อมภายนอก ร่างกายอันได้แก่อุณหภูมิของอากาศ ความชื้นของอากาศ และความกดดันของอากาศก็มีผลต่อการฝึกด้วย

เรื่องการฝึกยกน้ำหนักนี้ได้มีผู้ให้ความสนใจและศึกษากันทั่วกันมาก ทำให้เทคนิค และวิธีการในการฝึกเพิ่มมากขึ้น เช่น มีการฝึกเป็นเซต (set) มีการกำหนดน้ำหนักที่ใช้เป็นแรงต้าน (Work load) ซึ่งวิธีการในการกำหนดยก และกำหนดน้ำหนักที่ใช้เป็นแรงต้าน ก็มีมากมายแตกต่างกันไปตามวัตถุประสงค์ของการฝึก อย่างไรก็ตาม ปีเตอร์ วี คาร์โพวิช และ เวย์น อี ซินนิง⁵ (Peter V. Karpovich and Wayne E. Sinning) กล่าวว่าไม่มีวิธีใดที่ดีที่สุดสำหรับการฝึก เกี่ยวกับการกำหนดวิธีการฝึกนี้ ยีน ฮุกส์⁶ (Gene Hooks)

³ Roscoe C. Brown Jr. and Gerald S. Kanyon, Classical Studies on Physical Activity (Englewood Cliffs, New Jersey : Prentice-Hall INC., 1968), p.288.

⁴ Donald R. Casady, and Donald F. Mapes, Handbook of Physical Fitness Activities (New York : The Macmillan Company, 1965), p.24.

⁵ Peter V. Karpovich, and Wayne E. Sinning, Physiology of Muscular Activity (Philadelphia : W.B. Saunders Company, 1971), p.20.

⁶ Gene Hooks, Application of Weight Training to Athletics, (Englewood Cliffs, New Jersey : Prentice-Hall, INC., 1962), p.222.

โคกกล่าวไว้ว่าในการฝึกนั้นถ้าไม่สามารถจะเลือกวิธีการหนึ่งวิธีการใดที่มีผู้ค้นพบแล้วนำไปใช้ให้เหมาะสมกับวัตถุประสงค์ในการฝึกที่ต้องการได้ ก็ควรคิดแบบฝึกขึ้นมาใหม่โดยคำนึงถึงพื้นฐานเกี่ยวกับความสามารถและสภาพของร่างกายเป็นสำคัญ ซึ่ง คาร์โพวิช⁷ (Peter V. Kerpovich) ได้ให้ความเห็นว่าไม่มีวิธีใดที่จะสามารถฝึกให้เห็นผลได้งายและชัดเจนเท่ากับกล้ามเนื้อ เพราะผลที่เกิดขึ้นจากการฝึกกล้ามเนื้อสามารถสังเกตเห็นได้หลายประการคือ⁸

1. ปลอดภัย (Sarcolemma) ของเส้นใยกล้ามเนื้อ (Muscle Fibers)หนาและแข็งแรงขึ้น
2. เนื้อเยื่อเยื่อเสริมในกล้ามเนื้อหนาขึ้น
3. ขนาดของเส้นใยกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น
4. กล้ามเนื้อมีความแข็งแรงเพิ่มขึ้น
5. กล้ามเนื้อมีความอดทนเพิ่มขึ้น
6. มีการเปลี่ยนแปลงทางเคมีในกล้ามเนื้อ เช่น มีการเพิ่มฟอสเฟต-ครีเอทีน (Phospho-Creatine - Content), กลัยโคเจน (Glycogen) สารนื้อนไนโตรเจน และมายโอโกลบิน (Myoglobin) สิ่งเหล่านี้จะช่วยให้ออกกำลังกายได้อย่างมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น
7. ประสิทธิภาพความรู้สึกภายในเส้นใยกล้ามเนื้อไวขึ้น
8. หลอดเลือดฝอยมีจำนวนมากขึ้นทำให้การไหลเวียนของเลือดไปยังกล้ามเนื้อดีขึ้น

ผลที่เกิดขึ้นเนื่องจากการที่กล้ามเนื้อได้รับการฝึกนั้นมีผู้เห็นด้วยกับข้อสรุปข้างต้นนั้นหลายคนโดยเฉพาะ อี เอ มุลเลอร์⁹ (E.A. Muller) โคกกล่าวสนับสนุนว่า ผลของ

⁷ Karpovich and Sinning, Loc cit.

⁸ Bucher, op cit., p.484.

⁹ Brown and kenyon, op cit., p.276.

การฝึกมีความสำคัญไม่เพียงแต่จะทำให้กล้ามเนื้อแข็งแรงขึ้นเท่านั้น แต่ยังเพิ่มความสามารถในการทำงานของร่างกายอีกด้วย

ผลของการฝึก นอกจากจะดูจากงานที่ทำได้แล้วยังสามารถศึกษาได้จาก การเปลี่ยนแปลงทางค่านสรีรวิทยาในร่างกายอีกด้วย ดังที่ เสาวนีย์ หอวิวัฒน์กุล¹⁰ และอีกหลายคน ได้ทำการวิจัยและพบว่า ผลการฝึกออกกำลังกายสามารถดูได้จาก การวัดสมรรถภาพในการทำงานของหัวใจ และหลอดเลือด อย่างไรก็ตาม สิ่งที่มีอิทธิพลอย่างยิ่งต่อการฝึกและการออกกำลังกายก็คือ สภาพอากาศแวดล้อม เช่น อุณหภูมิ ความกดดัน และความชื้น ซึ่งได้มีผู้ศึกษาเกี่ยวกับอิทธิพลของสิ่งเหล่านี้มากมาย ฉะนั้นเพื่อประกอบการชี้แจงถึงเหตุแห่งความเป็นมาของการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้นำผลการค้นคว้าทดลองที่น่าสนใจมาแสดงให้ดูไว้ ณ ที่นี้ คือ ในปี ค.ศ. 1931 ดี.บี. ดิลล์ และคณะ¹¹ (D.B. Dill and others) พบว่าในการออกกำลังในห้องร้อนปริมาณโลหิตที่หัวใจสูบฉีดใน 1 นาที เพิ่มขึ้นมากกว่าการออกกำลังกายในห้องเย็น (จาก 1 ลิตร เป็น 4 ลิตร หรือมากกว่านั้น), ในปี ค.ศ. 1962 โอ.จี. เอกโฮล์ม และคณะ¹² พบว่าพลังงานที่ใช้ในภาวะแวดล้อมแต่ละอย่างไม่ต่างกัน ในการฝึกในห้องอุณหภูมิของร่างกายและอัตราการหายใจหลังจากออกกำลังกายสูงกว่าเมื่อฝึกในที่เย็น และในการฝึกในห้องร้อนอัตราการหายใจและอุณหภูมิของร่างกายลดลงตามเวลาที่ฝึกไป แต่ไม่ลดลงต่ำเท่ากับฝึก

¹⁰ เสาวนีย์ หอวิวัฒน์กุล, "การเปรียบเทียบผลของการฝึกการออกกำลังกายแบบไนน์สแควเทสต์ และแบบไทรแองเจิลส์ออบสเค็ปเทสต์ ต่อสมรรถภาพของหัวใจ และหลอดเลือด" (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต แผนกวิชาพลศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2517), หน้า 6.

¹¹ D.B. Dill and others, "Physical Performance in Relation to External Temperature," Physiology of Muscular Activity, (Philadelphia and London : W.B. Saunders Company, 1966) p.213.

¹² O.G. Edholm, J.M. Adam, and R.H. Fox, "Effect work in cool and hot condition on pulse rate and body temperature," The Research Quarterly, 1964, pp. 545-556.

ในที่เย็น ในปี ค.ศ. 1966 เค. ซี. สิงหา และคณะ¹³ พบว่าอุณหภูมิที่ผิวหนังเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ อุณหภูมิที่ปากเพิ่มขึ้นเล็กน้อย อัตราการเต้นของหัวใจเพิ่มขึ้นมาก ความดันโลหิตในช่วง 15 นาทีแรกสูงกว่าก่อนทดสอบเล็กน้อย ในปี พ.ศ. 2514 ศาสตราจารย์นายแพทย์ อวย เกตุสิงห์ และคณะ¹⁴ พบว่าการทำงานในอากาศร้อนขึ้นนั้นสมรรถภาพในการทำงานน้อยกว่าในอากาศร้อนแห้ง ปริมาณงานที่ทำได้น้อยกว่า เสียเหงื่อมากกว่า ใช้เวลาในการฟื้นตัวนานกว่า อัตราชีพจรเพิ่มจากพักในขณะทำงานมากกว่า อัตราหายใจเพิ่มจากพักในขณะทำงานสูงกว่า และความดันเลือดก็เพิ่มมากกว่าด้วย และในปีเดียวกันนี้ บรรจง คณะวรรณ¹⁵ พบว่าการทำงานในระดับไคระดับหนึ่ง (เบา, ปานกลาง, หนัก) เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น (20° ซ., 30° ซ., 40° ซ.) ค่าของ อาร์. อี. (ส่วนเทียบออกซิเจน ที่ถูกใช้หมดไปกับปริมาตรอากาศหายใจเข้าระหว่างการทำงาน) จะเพิ่มขึ้นตามไป สำหรับการทำงานต่างระดับ (เบา, ปานกลาง, หนัก) ที่อุณหภูมิเดียวกันค่าของ อาร์. อี. เปลี่ยนแปลงแต่เฉพาะในอุณหภูมิสูง (40° ซ.) ในปี พ.ศ. 2516 เทพวาณี สมะพันธุ์¹⁶ พบว่าอากาศปกติ (28° ซ.) เป็นอากาศที่เหมาะสมกับการออกกำลังกาย ช่วยให้ร่างกายสามารถทำงานได้นานกว่า ได้ปริมาณงานมากกว่า และมีสมรรถภาพออกซิเจน

¹³ K.C.Sinha and others, "Observations on the blood pressure change during short term heat exposure," Human Adaptability to Environments and Physical Fitness (Madras -3 Vepery Press Madras-1, 1966) pp.20-25.

¹⁴ อวย เกตุสิงห์ และคณะ, "อากาศแวดล้อมกับการออกกำลังกาย," (นครหลวงฯ : ศูนย์วิทยาศาสตร์การกีฬา, องค์การส่งเสริมกีฬาแห่งประเทศไทย, 2514) (จัดสำเนา).

¹⁵ บรรจง คณะวรรณ, "การศึกษาหาส่วนเทียบของออกซิเจนที่ถูกใช้หมดไปกับปริมาตรอากาศที่หายใจเข้าในระหว่างการทำงานระดับต่าง ๆ ในอุณหภูมิที่ต่างกัน," (วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต แผนกวิชาพลศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2514).

¹⁶ เทพวาณี สมะพันธุ์, "อิทธิพลของอากาศและเครื่องแต่งกายที่มีต่อสมรรถภาพออกซิเจนระหว่างออกกำลังกาย," (วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต แผนกวิชาพลศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2516).

สูงกว่าในอากาศร้อน ในคําให้การฝึกซ้อมทางกรีฑา ศาสตราจารย์ นายแพทย์ อวย เกตุสิงห์¹⁷ ได้ให้ข้อคิดไว้ว่า กีฬาประเภทที่ใช้ความอดทน ถ้าทำการซ้อมในที่ที่มีอุณหภูมิสูง นักกีฬาย่อมเห็นคเห็น้อยเร็ว ส่วนผู้ที่ทำการซ้อมในที่ที่มีอากาศเย็นจะฝึกได้ปริมาณมาก และเป็นระยะเวลาานกว่าฝึกในอากาศร้อน เพราะเหนื่อยน้อยหรือช้ากว่า จะเห็นได้ว่าผลจากการศึกษาเหล่านี้เป็นการศึกษาถึงผลของการฝึกที่ร่างกายทุกส่วนปะทะกับสิ่งแวดล้อมที่จัดขึ้น แต่การศึกษาถึงผลหรืออิทธิพลของอากาศแวดล้อม เช่น ความร้อนและความเย็นที่มีต่อการฝึกหรือการออกกำลังกายเฉพาะส่วนนั้นยังไม่มีผู้ใดได้ทำการศึกษามาก่อนเลย แต่จะเห็นได้ว่ามีการนำเอาความร้อนและความเย็นดังกล่าวมาใช้ในการฟื้นฟูสภาพของผู้เล่น และรักษานักกีฬาที่ได้รับบาดเจ็บจากการแข่งขันเท่านั้น

โดยธรรมชาติความร้อนเป็นความรู้สึกที่เกิดจากการถูกกระตุ้นโดยพลังงานรูปหนึ่งก็คือ ความร้อนที่มาจากแหล่งกักเก็บต่าง ๆ กัน เช่น จากแสงอาทิตย์ จากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิง จากการเคลื่อนไหวของกระแสไฟฟ้า โดยเฉพาะพลังงานความร้อนที่ได้จากการเคลื่อนไหวของกระแสไฟฟ้านั้น มนุษย์ได้นำมาใช้ทางด้านการรักษาพยาบาลกันมาก ผลจากการที่วัตถุได้รับความร้อน วัตถุนี้จะขยายตัว จากเหตุผลดังกล่าวนี้เมื่อพิจารณาถึงสภาพร่างกายของคนที่ได้รับความร้อนไม่ว่าจะเป็นส่วนใดส่วนหนึ่งหรือทุกส่วน จะมีผลต่อร่างกายทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทั้งนี้คือ การไหลเวียนของเลือดมาสู่อวัยวะนั้นมากขึ้น อุณหภูมิของร่างกายหรืออวัยวะบริเวณนั้นจะสูงขึ้น บริเวณที่ได้รับความร้อนจะมีสีแดง อุณหภูมิของเลือดจะสูงขึ้น

สำหรับความรู้สึกเย็นนั้นเป็นความรู้สึกของร่างกาย เกิดจากการที่ผิวหนังหรือส่วนของร่างกายถูกกับสิ่งของหรืออากาศที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า ซึ่งตรงข้ามกับความรู้สึกที่ว่าร้อน ประโยชน์ที่นำมาใช้ในการรักษาพยาบาลก็มีหลายอย่างเช่นการใช้ความเย็นเพื่อกำจัดเลือดหรือลดการอักเสบในส่วนใดส่วนหนึ่งของร่างกาย การที่ร่างกายได้รับความเย็นจะทำให้

¹⁷อวย เกตุสิงห์, "ข้อเสนอเกี่ยวกับการฝึกซ้อมของกีฬาสำหรับการแข่งขันกีฬาโอลิมปิก ณ เมืองมิวนิก ประเทศเยอรมันนี พ.ศ.2515." สุขศึกษา, พลศึกษา, สันทนาการ, (พระนคร : 2513) หน้า 49.

หลอดเลือดแดงหดตัว ทำให้ปริมาณของเลือดที่ไหลมายังร่างกายที่ได้รับความเย็นลดน้อยลง ผิวหนังบริเวณที่ได้รับความเย็นจะซีด แคมสัน ไรท์¹⁸ (Sanson Wright) กล่าวว่า ถ้า ผิวหนังได้รับความเย็น ($5 - 10^{\circ}\text{C}$.) เป็นเวลานาน 5 - 10 นาที จะปรากฏว่าผิวหนัง บริเวณนั้นจะมีสีแดง เพราะเส้นเลือดแดงใหญ่หดตัว แต่เส้นเลือดฝอยขยายตัว และถ้าสี ของผิวหนังตอนนั้นยังซีดอยู่แสดงว่าเกิดความผิดปกติขึ้น แต่ถ้าอุณหภูมิลดต่ำลงกว่า 5°C . สีของผิวจะมีลักษณะคล้ำ เพราะปริมาณออกซิเฮโมโกลบิน (Oxyhemoglobin) น้อยลง ปฏิกิริยาออกซิเดทีฟ (Oxidative) ของเนื้อเยื่อลดลง อย่างไรก็ตามร่างกายคนเรานั้น สามารถปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไปได้เพื่อให้อยู่ในสภาวะที่เรียกว่า โฮมีโอสเตซิส (Homeostasis) เพื่อรักษาสภาพในเซลล์ของร่างกายให้คงที่ หรือมีการ เปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย ดังนั้นเมื่อร่างกายอยู่ในสภาพอากาศที่เย็นจัด เราจะสังเกตเห็น ใ้ตัวร่างกายเกิดการสั่น (Shivering) ทั้งนี้เพราะกล้ามเนื้อเพิ่มความถี่ของการหด ตัวมากขึ้น เพื่อให้ร่างกายเกิดความร้อน มีอุณหภูมิกายสูงขึ้น เพื่อต่อต้านความเย็นภายนอก ร่างกาย เป็นการปรับตัวของร่างกายวิธีหนึ่ง

รายงานการวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เกี่ยวกับวิธีการฝึกเพื่อฟื้นสภาพของกล้ามเนื้อในการรักษาพยาบาลผู้เจ็บป่วยนั้น สามารถปฏิบัติตามวิธีการดังต่อไปนี้

วิธีการของ เดลอร์ม¹⁹ (Delorn) เป็นวิธีการที่อาศัยพื้นฐานเรื่อง 10 อาร์. เอ็ม. (10 Repetition Maximum Muscle Power) การหาค่า 10 อาร์. เอ็ม. นั้นทำโดยให้ผู้เข้ารับการฝึกถือน้ำหนัก ซึ่งเป็นน้ำหนักสูงสุดที่ผู้เข้ารับการฝึกสามารถยกได้

¹⁸Sanson Wright, Applied Physiology, (London : Geoffres
Cumberlege Oxford University Press, 1953), p.328.

¹⁹Thomas L. Delorn and Arthus L Wattkins. Progressive
Resistance Exercise, (New York : Appteton-Century-Croffs, Inc.,
1951,) p.14.



อย่างเต็มที่เพียง 10 ครั้ง แล้วกำหนดว่าจะทำการฝึกโดยยกน้ำหนักนั้นเพียงกี่เปอร์เซ็นต์ และจะกำหนดให้ทำกี่ "ยก" (set) ยกละกี่ครั้ง การศึกษาของ Delorm เกี่ยวกับเรื่องน้ำหนักที่จะได้เป็นแรงต้านและจำนวน "ยก" นั้น เขาได้ทำการศึกษาร่วมกับผู้อื่นอีก เช่น วัตกิน (Watkin) เมื่อปี ค.ศ.1948 และพบว่าจำนวน "ยก" ที่จะใช้ในการฝึกควรทำเพียง 2-3 "ยก" และแรงต้านที่สมควรเริ่มในยกแรกเพียง 50 % ของ 10 R.M. และเพิ่มขึ้นเป็น 75 % ใน "ยก" ที่สอง Delorm ได้ให้ข้อสรุปเกี่ยวกับการค้นคว้าของเขาว่า ในการสร้างความแข็งแรงนั้น ควรใช้น้ำหนักสูงสุด (Maximum load) ฝึกใน 3-4 "ยก" แต่ละยกทำซ้ำ 1-3 ครั้ง เป็นสิ่งที่ดีที่สุด ส่วนการสร้างความอดทนควรใช้น้ำหนักสูงสุด ฝึก 3-4 "ยก" แต่ละยกทำซ้ำ 10-12 ครั้ง เป็นดีที่สุด

โดยสรุปแล้วเทคนิคของ Delorm เป็นการฝึกกล้ามเนื้อเฉพาะส่วนที่ใช้แรงต้านทานเข้าประกรม โดยเริ่มจากแรงต้านทานน้อย ๆ ก่อน เช่น 25 %, 50 %, 75 % และ 100 % ของ 10 R.M. ทั้งนี้โดยแบ่งการฝึกออกเป็น "ยก" และในแต่ละ "ยก" ทำการฝึกซ้ำ ๆ กัน ซึ่งจะทำการยกครั้งนั้นให้พิจารณาความเหมาะสมของบุคคลที่จะเข้ารับการฝึก

วิธีการของ ซินโนวิฟ²⁰ (Zinovieff) ซึ่งเขาให้ชื่อว่า Oxford Technique เป็นวิธีการที่พัฒนาขึ้นโดยใช้แนวทางของ Delorm เป็นหลัก แต่ปฏิบัติการในลักษณะตรงกันข้ามคือ เริ่มฝึกด้วยน้ำหนักมากที่สุดก่อน แล้วค่อย ๆ ลดน้ำหนักลงในยกต่อ ๆ มา Oxford Technique นี้ ใช้น้ำหนักสูงสุด เท่ากับ 25 R.M. กำหนดให้ทำ 3 ยก คือเริ่มยกแรกด้วยน้ำหนัก 25 R.M. แล้วลดลงเป็น 75 %, 50 % ของ 25 R.M. ในยกที่ 2, 3 ตามลำดับ

นอกจากวิธีการทั้งโลกกล่าวมาแล้วสองแบบข้างต้น ยังมีวิธีการอื่นอีกที่มีพื้นฐานเช่นเดียวกัน จะต่างกันแต่ข้อปลีกย่อยในการปฏิบัติเท่านั้น เช่น ใช้แรงต้านทานสูงสุด 25 R.M. ทำการฝึกวันละ 3 ยก ทำยกละ 25 ครั้ง เริ่มด้วยแรงต้าน 50 % ของ 25 R.M. ก่อนแล้วเพิ่มขึ้นเป็น 75 %, 100 % ของ 25 R.M. ตัวอย่างอีกแบบหนึ่งคือ ใช้แรงต้านสูงสุด 25 R.M. ทำการฝึกวันละ 10 ยก เริ่มด้วยน้ำหนัก 25 R.M.

²⁰ Brown and Kenyon, Ibid pp.290-293.

แล้วลดลง $\frac{1}{8}$ กิโลกรัมในแต่ละยก เมื่อทำการฝึกในสัปดาห์ใหม่ก็ให้น้ำหนัก 25 R.M. ใหม่ ฉะนั้นน้ำหนักที่ใช้ในการฝึกจะเพิ่มขึ้นทุกอาทิตย์

สำหรับการค้นคว้าวิจัยอื่น ๆ ซึ่งเกี่ยวข้องกับการวิจัยครั้งนี้ได้แก่

ในปี ค.ศ.1963 เบนซิงเจอร์²¹ (Benzinger) พบว่าในขณะพัก และ อุณหภูมิของสมองส่วนไฮโปทาลามิก (Hypothalamic Temperature) อยู่ที่ต่ำกว่า 37°C . อัตราการเผาผลาญอาหารของร่างกายจะเพิ่มขึ้น และ ณ อุณหภูมิที่ต่ำกว่านี้ลงไปอีก ประสาทที่รับรู้ความรู้สึกเย็น (The cold receptor) ของผิวหนังจะทำงาน อัตราการเผาผลาญอาหารจะยิ่งเพิ่มขึ้นโดยเฉพาะ ณ อุณหภูมิ 18°C . ประสาทรับรู้ความรู้สึกเย็นจะแสดงให้เห็นถึงปฏิกิริยาการตอบสนอง

ในปี ค.ศ.1963 ฟิลดแมน เอ. แอล²² (Felman A.L.) ศึกษาเรื่องผลของการออกกำลังกายปานกลางที่มีต่อมวลและเส้นรอบแขน โดยใช้ผู้ถูกทดลองเป็นชาย 54 คน งดสูบบุหรี่ ออกกำลังกายโดยไม่มีการเคลื่อนไหวเป็นเวลานานวันละ 1 นาที โดยมีแรงต้าน 20 ปอนด์ เมื่อวัดเส้นรอบแขนท่อนบนไว้ ปรากฏผลว่าเมื่อฝึกได้เป็นเวลา 20 นาที เส้นรอบแขนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ คิดกร่าว ๆ ประมาณ 30 % ของที่วัดไว้ก่อนการฝึก และน้ำหนักของแขนจะลดลง 5 % ของก่อนการฝึก

ศูนย์วิทยุทรัพยากร

²¹ Per - Olof Astrand and kaare Rodahl, Textbook of Work Physiology (New York : McGraw-Hill, Inc.,1970) p.505.

²² Felman, A.L. "Intermediate Effects of Exercise on Apparent Limb Mass and Circumference," The Research Quarterly 35 (March-December 1964) p.335.

ในปี ค.ศ.1964 เซดจ์วิซ²³ (Sedgwick) ได้ทำการค้นคว้าเรื่องผลของอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นเมื่อออกกำลังกายต่อความอดทนของกล้ามเนื้อเฉพาะส่วนทำการทดลองโดยใช้แขนทั้งสองข้างของผู้ถูกทดลองเพศชาย จำนวน 21 คน อายุระหว่าง 19-23 ปี ผู้ถูกทดลองจะต้องให้มืออยู่ในลักษณะหงาย สำหรับแขนข้างที่ให้ออกกำลังนั้นมีวิธีการปฏิบัติดังนี้คือ ให้อ้อมมือด้วยความเร็ว 1 ครั้งต่อวินาที ทำเป็นยก ๆ ละ 30 วินาที หยุดพักระหว่างยก 15 วินาที ทำเป็นเวลานาน 9 นาที แล้วทดสอบความอดทนของกล้ามเนื้อโดยใช้ Spring - loaded ที่วัดโดย grip ergometer ผลปรากฏว่า การอ้อมมือไม่มีผลต่อความอดทน

ในปี ค.ศ.1969 เบอร์เกอร์ และแม็ททิว²⁴ ได้ทำการวิจัยเรื่องเวลาที่ใช้ในการเคลื่อนไหวโดยมีแรงต้านมาก ๆ ของการหดตัวของกล้ามเนื้อขณะเริ่มหดตัว และขณะก่อนเริ่มหย่อนตัวโดยใช้กลุ่มผู้ถูกทดลองที่เป็นนิสิตชาย จำนวน 25 คน ทำการทดลองเพื่อศึกษาจำนวนครั้งในการเคลื่อนไหวโดยมีน้ำหนักถ่วงที่แตกต่างกันคือ 20 %, 40 %, 60 %, 80 % และ 100 % ของ 1 R.M. ว่าน้ำหนักถ่วงอันใดที่จะมีความมื่อยในการหดตัวของกล้ามเนื้อภายใต้เงื่อนไขที่กำหนดมากที่สุด ผลปรากฏว่า ในภาวะก่อนเริ่มหย่อนตัว (pre-relaxed) เมื่อมีน้ำหนักต้านมาก กล้ามเนื้อสามารถหดตัวได้นานที่สุด

²³ Antony W. Sedgwick, "Effect of Actively Increased Muscle Temperature on Local Muscular Endurance," The Research Quarterly 35 (December 1964) p. 532.

²⁴ Richard A. Berger and Don L. Mathus, "Movement Time With Various Resistance Loads As a Function of Pre-Tensed and Pre-Relaxed Muscular Contraction," The Research Quarterly 40 (March - December 1969) p.456.

ในปี ค.ศ.1969 วอลคแมน และสตุลล์²⁵ ได้ทำการศึกษาเรื่องผลแห่งความ
 มากน้อยของระยะเวลาภายหลังสิ้นสุดการฝึกที่มีต่อความอดทนของกล้ามเนื้อ ทั้งนี้โดยใช้
 กลุ่มตัวอย่างประชากรที่เป็นนิสิตมหาวิทยาลัยจำนวน 54 คน แบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม ทำการ
 ทดลองเป็นเวลานาน 8 สัปดาห์ ในแต่ละสัปดาห์ทำการฝึก 3 วัน โดยฝึกวันเว้นวัน ทำการ
 ทดลองเพียงครั้งเดียวโดยมีวิธีการดังนี้คือ ให้ผู้ถูกทดลองงอข้อศอกขาขึ้นเป็นจำนวน 40
 ครั้ง ต่อมาที่ แล้วติดตามผลการศึกษาเกี่ยวกับเรื่องการฝึกตั้งแต่ระยะเริ่มต้นการฝึกจน
 สิ้นสุดการฝึก เป็นเวลา 8, 10, 12 สัปดาห์ ผลการทดลองปรากฏว่า กล้ามเนื้อมีการ
 พัฒนากำหนดความอดทนอย่างมีนัยสำคัญ และภายหลังการฝึก ความอดทนลดลงอย่างมีนัย-
 สำคัญเช่นกัน

ในปี ค.ศ.1971 ฮิลล์ และเบริก²⁶ ได้ทำการศึกษาเรื่องความแข็งแรง ความ
 อดทน และการไหลของเลือดที่มีต่อการฝึกแบบความยาวไม่เปลี่ยนแปลง (Isometric)
 โดยให้ผู้ถูกทดลองเพศชาย 6 คน ออกกำลังถือลูกน้ำหนักสูงสุด สังเกตจนกระทั่งความ
 สามารถลดลง 50 % บันทึกน้ำหนัก และเวลาที่ถือน้ำหนักนั้นไคนาน แล้วนำผลไปวิเคราะห์
 ตามวิธีทางสถิติพบว่า การพัฒนาความแข็งแรง ความอดทน และการไหลเวียนของเลือดเมื่อ
 ออกกำลังมีนัยสำคัญ

²⁵ Robert Waldman and G. Alan Stull, "Effect of Various
 Periods of Inactivity on Retention of Newly Acquired Levels of
 Muscular Endurance," The Research Quarterly 40 (March-December
 1969) p.396.

²⁶ William L.Hills, and Ronald J.Byrd, "Strength Endurance
 and Blood Flow Responses to Isometric," The Research Quarterly,
 42 (December 1971) p.357.

ในปี ค.ศ.1972 อเล็กซานเดอร์และคณะ²⁷ ได้ทำการศึกษาเรื่องอิทธิพลของความเย็นที่มีต่อการไหลของเลือดในลูกแกะอ่อนโดยให้ลูกแกะอายุน้อยกว่า 2 วันอยู่ในที่อุณหภูมิปกติและอุณหภูมิต่ำ แล้วใช้วิธีกัมมันตรังสีวัดปริมาณการไหลของเลือดในเนื้อเยื่อต่าง ๆ พบว่าการไหลของเลือดไปสู่เนื้อที่สร้างความร้อนเพิ่มขึ้น แต่การไหลไปสู่ผิวหนังบริเวณ ขา หู และสี่ข้างลดลง

ในปี ค.ศ.1973 เบลล์และไฟน์เลย์²⁸ ทำการศึกษาเรื่องผลของความเย็นที่มีต่อการไหลของเลือดในขาหลังของวัว เขาได้ทำการทดลองกับวัวอายุ 8 ถึง 10 เดือน จำนวน 4 ตัว โดยสอดเข็มกลวง (Vascular cannular) ใส่เข้าไปในหลอดเลือดแดงอิลีแอ็ค (Iliac artery) หลอดเลือดดำอิลีแอ็ค (Iliac vein) และหลอดเลือดแดงคาโรติด (Carotid artery) แล้วเอาลูกวัวนั้นไปไว้ในสิ่งแวดล้อมที่มีอุณหภูมิปกติ (14° - 16° ซ.) แล้วจัดให้อุณหภูมิเฉพาะบริเวณกล้ามเนื้อบางส่วนกันได้รับความเย็น (0.5° - 3.0° ซ.) มีลมพัดผ่านควายความเร็ว 120 ไมล์ต่อชั่วโมง ผลปรากฏว่าการไหลของเลือดและการใช้ออกซิเจนในสภาพแวดล้อมที่เย็นมีปริมาณมากกว่าในสภาพอากาศปกติ

ในปี ค.ศ.1974 เอ็คลุนด์ และโคเซอร์²⁹ ได้ทำการศึกษาเรื่องการไหลของเลือดบริเวณแขนภายใต้การหดตัวของกล้ามเนื้อแบบความยาวคงที่ (Isometric contraction) ในที่ความสัมพันธ์ของสารที่ทำให้หลอดเลือดขยายตัว ซึ่งมีน้ำหนักต่าง ๆ กัน 3 ขนาดคือ $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{8}$ ของ M.V.C.

²⁷ G. Alexander, A.W. Bell, and J.R.S. Habs, "Effects of Cold Exposure on Tissue Blood Flow in the New-born Lamb," Journal of Physiology. 234 (October-November, 1973) pp. 65-75.

²⁸ A.W. Bell and J.D. Findlay, "The Effect of Cold on Blood Flow and Oxygen Consumption in the Hind Leg of the Ox," Journal of Physiology. 232 (July-August 1973) pp. 94-95.

²⁹ Brita Eklund, and Lennast Kaijser, "Forearm Blood Flow After Isometric Contraction at Different Loads in Relation to Potentially Vasodilating Substances," The Scandinavian Journal of Clinical & Laboratory Investigation. 34 (September, 1974) pp. 23-28.

(maximal voluntary contraction) โดยใช้ผู้ถูกทดลองเป็นชาย จำนวน 7 คน อายุระหว่าง 25 - 46 ปี เฉลี่ย 32 ปี ร่างกายแข็งแรงสมบูรณ์ ใช้เครื่องวัดกำลังบีบมือ (Handgrip) ซึ่งคัดแปลงให้เหมาะสมแล้วเป็นเครื่องมือในการปฏิบัติของผู้ถูกทดลอง ผลปรากฏว่า การไหลของเลือดจะสูงขึ้นเมื่อขนาดของแรงมีปริมาณมากขึ้น และไม่มีความสัมพันธ์กับสารที่ทำให้หลอดเลือดขยายตัว

จากการศึกษาและค้นคว้ารายงานการวิจัยดังกล่าวมาแล้วข้างต้น จะเห็นได้ว่า เมื่อร่างกายทั้งร่างกายสัมผัสกับความร้อน ความร้อนภายในร่างกายมีแนวโน้มในทางเพิ่มขึ้น ร่างกายต้องปรับระดับอุณหภูมิของร่างกายให้เพิ่มขึ้น จนเป็นอันตรายได้โดยใช้ระบบระบายความร้อน (heat distribution system) คือใช้ระบบการไหลเวียนของเลือด (Blood Circulation System) ไปสู่ผิวหนังมากขึ้น และผิวหนังระบายความร้อนออก โดยการแผ่รังสี (Radiation) การนำความร้อน (Conduction) การพาความร้อน (Convection) และการระเหย (Evaporation) ของน้ำออกจากร่างกาย เหตุที่เลือดไหลไปสู่บริเวณผิวหนังมากขึ้นนั้น สาเหตุอันหนึ่งมาจากการขยายตัวของหลอดเลือดบริเวณผิวหนัง ในกรณีที่ร่างกายเพียงบางส่วนได้รับความร้อนก็เช่นกัน ความร้อนที่ร่างกายบางส่วนได้รับจะทำให้อุณหภูมิของร่างกายส่วนนั้นเพิ่มขึ้น ทำให้หลอดเลือดที่ได้รับความร้อนค่อย ๆ ขยายตัว มีปริมาณของเลือดมากขึ้น ครั้นเมื่อร่างกายทั้งร่างกายได้รับความร้อนจะมีการปรับตัวเพื่อให้อุณหภูมิในร่างกายลดค่าตามสภาพสิ่งแวดล้อมโดยการเพิ่มความร้อนในร่างกายให้สูงขึ้น เช่น เพิ่มอัตราการเผาผลาญอาหารในร่างกาย หรือโดยการลดอัตราการสูญเสียความร้อนของร่างกาย ซึ่งมีหลายวิธีด้วยกัน เช่น

- ก. หลอดเลือดบริเวณผิวหนังหดตัวทำให้เลือดไหลมาบริเวณผิวหนังน้อยลง
- ข. เกิดจากการเปลี่ยนแปลงเกี่ยวกับการถ่ายเทเลือด คือปริมาณของเลือดที่ควรไหลไปสู่ผิวหนังนั้นถูกส่งไปยังหลอดเลือดที่อยู่ในส่วนลึก ๆ ของร่างกาย
- ค. ความร้อนถูกดึงกลับสู่หัวใจ ขณะที่เลือดไหลไปในหลอดเลือดดำ

สำหรับการให้ความเย็นเฉพาะส่วนนั้นปรากฏว่าปริมาณของเลือดที่ไหลไปสู่บริเวณที่ได้รับความเย็นจะมีมากขึ้น เพื่อช่วยให้เกิดความอุ่น และไม่เกิดอาการชา หมดความรู้สึก การไหลของเลือดจำนวนมากไปสู่บริเวณที่ได้รับ ความเย็นนี้ขึ้นอยู่กับประสาทบังคับหลอดเลือด (vasomotor nerves)

ผลดีของการไหลเวียนเปลี่ยนแปลง

1. เมื่อร่างกายบางส่วนถูกความร้อน เนื่องจากเมื่อร่างกายบางส่วนถูกความร้อน ทำให้อุณหภูมิของร่างกายส่วนนั้นสูงขึ้น ซึ่งเป็นผลทำให้มีเลือดไหลมามากขึ้น ซึ่งมีผลคือกล้ามเนื้อบริเวณนั้นอย่างมาก เพราะการที่มีเลือดไหลมามาก ย่อมแสดงว่าร่างกายส่วนนั้นจะได้รับ กลัยโคเจน ออกซิเจน โปรตีน แลคโตคิมัยโอซิน เอ.ที.พี. มัยโอโกลบิน วิตามิน และเอ็นไซม์ต่าง ๆ มากขึ้น ซึ่งเป็นผลคืออย่างยิ่งต่อการพัฒนากล้ามเนื้อ เพราะสารต่าง ๆ ที่กล่าวมานี้จะช่วยทำให้กล้ามเนื้อทำงานได้ อุดทนมากกว่าปกติ และเหนื่อยช้าลง

2. เมื่อร่างกายบางส่วนถูกความเย็น ในกรณีที่เป็นน้อยหลอดเลือดยังคงมีความบริเวณของร่างกายที่ถูกความเย็นจะหดตัวทำให้เลือดไหลมาได้น้อยซึ่งเป็นผลคือต่อการรักษาพยาบาล เช่น การห้ามเลือด การบรรเทาอาการปวด บวม แต่ในด้านการพัฒนากล้ามเนื้อกลับเป็นการชักขวาง เพราะเมื่อเลือดไหลมาสู่กล้ามเนื้อน้อย ออกซิเจน และสารที่จำเป็นต่อการทำงานของกล้ามเนื้อย่อมลดน้อยลงควย ทำให้การพัฒนากล้ามเนื้อ เป็นไปไม่ได้เท่าที่ควร

ในกรณีเย็นปานกลาง ร่างกายมีปฏิกิริยาตอบสนองต่อความเย็นนั้น เพื่อมิให้กล้ามเนื้อที่ได้รับความเย็นเป็นอันตราย หลอดเลือดยังคงบริเวณที่ได้รับความเป็นจะขยายตัว ทำให้มีเลือดมามาก ทั้งนี้เป็นผลคือต่อการพัฒนากล้ามเนื้อ เพราะย่อมแสดงว่ากล้ามเนื้อได้รับสารอาหารที่จำเป็นเพิ่มขึ้น

ส่วนในกรณีที่เป็นจกการไหลเวียนของเลือดบริเวณที่ได้รับความเป็นจะลดลงทำให้กล้ามเนื้อขาดออกซิเจน ในกรณีเช่นนี้ฮีสตามีน (Histamine) ซึ่งเป็นสารที่ทำให้หลอดเลือดยังคงขยายตัว อันมีอยู่ในเม็ดเลือดขาวจะถูกปล่อยออกมา ทำให้หลอดเลือดยังคงได้รับความเย็นจกขยายตัวทำให้ในหลอดเลือดมีเลือดมากขึ้น แต่การไหลของเลือดเป็นไปอย่างช้ามาก ทำให้เกิดผลเสีย คือ กล้ามเนื้อได้รับสารอาหารที่จำเป็น และ ออกซิเจนไม่เพียงพอ ฉะนั้นในกรณีที่ได้รับความเป็นจกจึงไม่เป็นการช่วยพัฒนากล้ามเนื้อเลย และอาจเป็นอันตรายได้

จากข้อเท็จจริงที่แสดงมานี้ จึงเป็นที่น่าสนใจที่จะศึกษาว่าความร้อนและความเป็นเฉพาะส่วน จะมีผลต่อการฝึกกล้ามเนื้อในส่วนนั้นเพียงใด

ความมุ่งหมายของการวิจัย

การวิจัยนี้มีความมุ่งหมายที่จะศึกษาอิทธิพลของความร้อน ($40 \pm 2^{\circ}\text{C}$) และความเย็น ($10 \pm 2^{\circ}\text{C}$) ที่แสดงต่อกล้ามเนื้อในส่วนร่างกายที่ออกกำลัง ต่อผลของการฝึกออกกำลังโดยมีความมุ่งหมายเฉพาะดังนี้

1. เพื่อศึกษาผลการฝึกกล้ามเนื้อ เมื่ออยู่ในที่มีสภาพอากาศแวดล้อมเย็นกว่าปกติ ร้อนกว่าปกติ และปกติ
2. เพื่อศึกษาเปรียบเทียบผลการฝึกทั้งสามภาวะดังกล่าวมาแล้ว

สมมติฐานในการวิจัย

1. อากาศแวดล้อมมีอิทธิพลต่อการฝึกกล้ามเนื้อ และให้ผลต่อการฝึกกล้ามเนื้อแตกต่างกัน ข้อนี้เป็นผลของอุณหภูมิของอากาศมากกว่าอย่างอื่น โดยที่อุณหภูมิมีอิทธิพลต่อการไหลเวียนของเลือดในร่างกาย
2. สภาพอากาศแวดล้อมที่ร้อนกว่าปกติ ให้ผลในเชิงส่งเสริม การฝึกแตกต่างจากสภาพอากาศแวดล้อมที่เย็นกว่าปกติ ทั้งนี้เนื่องจากความร้อนยอมทำให้หลอดเลือดที่ผิวหนังและแมมีส่วนลึกของร่างกายขยายตัว แต่ความเย็นอาจทำให้หลอดเลือดขยายตัวบ้าง หดตัวบ้างแล้วแต่ขีดชั้นของความเย็น
3. สภาพอากาศแวดล้อมที่ร้อนกว่าปกติ และเย็นกว่าปกติ ให้ผลในเชิงส่งเสริมการฝึกดีกว่าสภาพอากาศแวดล้อมปกติ ข้อนี้เป็นผลโดยตรงของการเปลี่ยนแปลงในขนาดของหลอดเลือดที่หล่อเลี้ยงกล้ามเนื้อซึ่งทำงานโดยการขยายหลอดเลือดยอมนำอาหารและสารที่เป็นประโยชน์มาให้แก่กล้ามเนื้อมากขึ้น ส่วนการหดของหลอดเลือดทำตรงกันข้าม ผลของการฝึกกล้ามเนื้อยอมขึ้นอยู่กับอาหารและสาร เเคมีที่จำเป็นว่ามีมากน้อยเพียงไร ดังนั้นจึงเป็นที่คาดคะเนได้ว่าอากาศร้อนจะให้ผลดีกว่าอากาศเย็น

ขอบเขตของการวิจัย

1. การวิจัยครั้งนี้จะเปรียบเทียบผลของการฝึกกล้ามเนื้อข้อข้อมือข้างซ้าย (Flexor carpi) ในสภาพอากาศแวดล้อมที่จัดให้สองลักษณะที่มีต่อความอดทนของกล้ามเนื้อคือ สภาพอากาศแวดล้อมที่จัดให้ ที่มีอุณหภูมิ $40 \pm 2^{\circ}\text{C}$. และสภาพอากาศแวดล้อมที่จัดให้ที่มีอุณหภูมิ $10 \pm 2^{\circ}\text{C}$. โดยมีสภาพอากาศแวดล้อมปกติเป็นกลุ่มควบคุม
2. การวิจัยครั้งนี้จะทำการฝึกเป็นเวลา 4 สัปดาห์ ๆ ละ 4 วัน ๆ ละ 1 นาที ระหว่างเวลา 7.30 – 9.30 น. และทำการทดสอบในวันที่ห้าของแต่ละสัปดาห์

ข้อตกลงเบื้องต้น

1. ในการทดสอบความสามารถในการทำงานของกล้ามเนื้อหลังจากสิ้นสุดการฝึกของแต่ละสัปดาห์ผู้วิจัยจะทำการวัดความสามารถถึงระยะที่ผู้เข้ารับการฝึกมีอาการกล้ามเนื้อลดลงเหลือเพียงครึ่งหนึ่งของกำลังยกน้ำหนักเมื่อเริ่มต้นเท่านั้น
2. ร่างกายของผู้เข้ารับการฝึกไม่มีการเปลี่ยนแปลงมากเกินปกติตลอดระยะเวลาของการทดลองเช่นไม่มีการเจ็บป่วย หรือได้รับการทำนุบำรุงเป็นพิเศษ

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย

1. ผลการวิจัยครั้งนี้จะช่วยส่งเสริมให้มีการปรับปรุงวิธีการฝึกกล้ามเนื้อเฉพาะส่วนที่มีโอกาสได้รับการฝึกน้อยมากในการฝึกตามปกติ
2. ผลการวิจัยครั้งนี้จะเป็นแนวทางสำหรับการศึกษาและค้นคว้าทางด้านวิทยาศาสตร์การกีฬาต่อไป เกี่ยวกับการฝึกซ้อมทั่วไป
3. วิธีการฝึกกล้ามเนื้อที่ทำการศึกษาวิจัยดังกล่าวจะเป็นแนวทางที่จะนำไปสู่การดัดแปลงเพื่อช่วยฟื้นฟูสภาพบุคคลที่มีความผิดปกติเฉพาะส่วนของร่างกาย เช่น กล้ามเนื้อแขนหรือขาเสื่อม เป็นต้น



ความจำกัในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้หากจะไม่สมบูรณ์อาจเนื่องมาจาก

1. ผู้วิจัยไม่สามารถจัดสถานที่ที่ใช้ในการทดลองให้เป็นสัดส่วนห่างจากนักเรียนที่จะมารบกวนสมาธิในการฝึกของผู้เข้ารับการฝึกได้ เพราะสถานที่จำกัดและไม่สามารถจะหาห้องที่สามารถปิดมิดชิดได้ ทั้งนี้อาจทำให้จิตใจของผู้ถูกทดลองไม่สงบซึ่งอาจทำให้ผลฝึกเพี้ยนไปไ้บ้าง
2. ผู้วิจัยไม่สามารถควบคุมให้ผู้เข้ารับการฝึกทุกคนมีความตั้งใจในการฝึกและการทดสอบได้อย่างสมบูรณ์เพราะมีการทดลองจำนวนมากครั้ง ทุกครั้งผู้วิจัยได้พยายามพูดส่งเสริมให้ผู้เข้ารับการฝึกทำเต็มที่ แต่ไม่สามารถยืนยันได้ว่าเขาทำเต็มที่จริง ๆ
3. ผู้วิจัยไม่สามารถควบคุมการออกกำลังกายอื่น ๆ ของผู้เข้ารับการฝึกขณะที่ไม่ได้อยู่ในการทดลองได้ เช่น ผู้เข้ารับการฝึกอาจไปเล่นกีฬาใด ๆ ที่ใช้แขนทำให้เกิดการเปลี้ยก่อนลงมือทดลอง บางครั้งการเล่นอาจให้ผลเหมือนกับการฝึกเพิ่มเติมก็ได้
4. ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยไม่ได้ควบคุมในเรื่องอาหาร การพักผ่อน และภาวะทางคานสุขภาพทั่วไปซึ่งอาจทำให้ผลการวิจัยคลาดเคลื่อนได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งอาหาร เป็นปัจจัยที่สำคัญมากในการฝึกกล้ามเนื้อ ผู้ที่รับประทานอาหารที่มีโปรตีนมากก็มีโอกาสที่กล้ามเนื้อจะเจริญดีกว่าผู้ที่รับประทานอาหารโปรตีนน้อย

ค่าจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

อากาศธรรมดา

หมายถึงสภาพอากาศแวดล้อมในช่วงระยะเวลา 7.30 – 9.30 น. ของวันที่ 9 มกราคม 2518 ถึงวันที่ 7 กุมภาพันธ์ 2518 ในสถานที่ที่ใช้ทำการทดลอง ซึ่งมีอุณหภูมิเฉลี่ย 23.9° ซ. (22–26° ซ.)

ความร้อน

หมายถึงสภาพอากาศแวดล้อมที่มีความร้อนเฉพาะส่วนที่ผู้วิจัยจัดให้โดยใช้หลอดไฟฟ้าขนาด 40 วัตต์ จำนวน 4 ดวง ทำให้เกิดความร้อนซึ่งสามารถปรับอุณหภูมิให้อยู่ที่ระดับ $40 \pm 2^{\circ}\text{ซ.}$ โดยไม่คำนึงถึงความกดกันของอากาศและความชื้นของอากาศ

- ความเป็น หมายถึงสภาพอากาศแวดล้อมที่มีความชื้นเฉพาะส่วนที่ผู้วิจัย ศึกษได้โดยใช้น้ำแข็ง ทำให้เกิดความชื้น ซึ่งสามารถปรับ อุณหภูมิให้อยู่ที่ระดับ $10 \pm 2^{\circ}\text{C}$. โดยไม่คำนึงถึงความ กัดกันของอากาศ และความชื้นของอากาศ
- การฝึก หมายถึงการให้ผู้เข้ารับการฝึกงอข้อมือยกน้ำหนักขึ้นแล้ว เหยียดข้อมือปล่อยน้ำหนักลงมาตามจังหวะของเครื่องให้จังหวะ ที่ตั้งไว้ (120 ครั้งต่อนาที เท่ากับงอ 60 ครั้ง เหยียด 60 ครั้ง)
- กล้ามเนื้อเฉพาะส่วน หมายถึงกล้ามเนื้อข้อมือซึ่งเป็นกล้ามเนื้อที่อยู่ระหว่าง ข้อศอกและข้อมือ โดยเฉพาะมัดที่ทำหน้าที่ในการงอข้อมือ คือ Flexores Carpi
- ปริมาณงาน หมายถึงผลคูณระหว่างน้ำหนักถ่วง (ที่ยกขึ้น) กับระยะทาง ทั้งหมด * (ที่ยกขึ้น) มีหน่วยวัดเป็นกิโลกรัม-เมตร
- ความสามารถในการทำงาน หมายถึงความสามารถในการหาค้ำยกน้ำหนักขึ้น ตั้งแต่ เริ่มต้นซึ่งมีแรงเต็มที่จนกระทั่งถึงจุดที่แรงลดน้อยลงต่ำกว่า 50 % ของค้ำยกเนื่องจากความล้า

ศูนย์วิทยทรัพยากร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

* ระยะทั้งหมดที่ได้จากการรวมความยาวของ เส้นที่บันทึกอยู่บนมัลติโอกราฟทุกเส้น