



บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เอกสารที่เกี่ยวข้อง

การฟื้นฟูกล้ามเนื้อโดยการออกกำลังกาย แบบแรงต้านทานสูง (high-Resistance) (DeLorme, 1945) กล่าวไว้ดังนี้

การออกกำลังกายเพื่อฟื้นฟูสภาพของกล้ามเนื้อสามารถเลือกออกกำลังกายตามผลที่เกิดขึ้น คือ กำลัง ความทนทาน ความเร็ว และการประสานงานของกล้ามเนื้อ

การออกกำลังกาย เพื่อเพิ่มกำลังของกล้ามเนื้ออาศัยหลักการว่า การออกกำลังกายแบบแรงต้านทานสูงแต่ทำน้อยครั้ง จะช่วยเพิ่มกำลังได้มากและเร็วกว่าการออกกำลังกายแบบแรงต้านน้อยแต่ทำหลายครั้ง ซึ่งการออกกำลังกายแบบหลังนี้จะช่วยความทนทานมากกว่า และการฟื้นฟูสภาพกล้ามเนื้อหลังบาดเจ็บ ควรออกบริหารกล้ามเนื้อให้มีกำลังเพิ่มขึ้นเป็นปกติก่อนที่จะเพิ่มความทนทาน (DeLorme, 1945)

ในโปรแกรมการออกกำลังกายแบบแรงต้านสูงที่จัดขึ้นนี้ ผู้ป่วยจะต้องออกกำลังกายของกล้ามเนื้อควอดริเซ็ป (Quadriceps) โดยต้านกับแรงต้านที่สูงที่สุดที่จะทำให้เหยียดขาได้สุด 10 ครั้งใน 1 อาทิตย์ จะออกกำลังกายโดยแรงต้านสูงสุดนี้เพียงหนึ่งวัน ส่วนวันอื่น ๆ นั้น ผู้ป่วยจะออกกำลังกายด้วยแรงต้านที่ต่ำกว่าจากการสังเกตผู้ป่วย 300 ราย พบว่าวิธีนี้สามารถเพิ่มกำลังกล้ามเนื้อ ควอดริเซ็ป (Quadriceps) ได้เร็วแม้ในผู้ป่วยที่มีกล้ามเนื้อลีบมากก็สามารถทำได้

การออกกำลังกายในระยะแรกจะออกกำลังกายข้างที่อ่อนแอก่อนจนกระทั่งขาทั้งสองข้างเท่ากัน จึงออกกำลังกายพร้อมกันทั้งสองขา และจะต้องพยายามให้ผู้ป่วยออกกำลังกายจนเข้าเหยียดได้ตามปกติ

การกำหนดแรงต้านสูงสุดที่ใช้โดยครั้งแรกที่ผู้ป่วยเริ่มบริหารก็ทดสอบว่า น้ำหนักสูงสุดเท่าใดที่ผู้ป่วยสามารถทำได้ 10 ครั้งวันต่อ ๆ มาให้ยกน้ำหนักที่ต่ำกว่าแรงต้านทานสูงสุด

จนครบ 1 สัปดาห์ ก็ทำการทดสอบแรงต้านสูงสุดใหม่โดยให้ยกน้ำหนักมากขึ้นกว่าเดิมทุกสัปดาห์

นอกจากนี้ในการยกด้วยแรงต้านสูงสุดในแต่ละสัปดาห์จะทำการทดสอบแรงต้านที่สูงสุดที่สามารถยกได้เพียงครั้งเดียวโดยการเพิ่มน้ำหนักให้ผู้ป่วยจนทราบน้ำหนักที่สูงสุดที่ผู้ป่วยสามารถทำได้เพื่อเป็นดัชนี บันทึกกำลังของกล้ามเนื้อที่เพิ่มขึ้นในแต่ละสัปดาห์

จากการออกกำลังนี้จะทำให้มีอาการเจ็บปวดที่กล้ามเนื้อได้ แต่อาการจะหายไปภายใน 1 สัปดาห์ และไม่มีผู้ป่วยรายใดที่มีอาการเข้าบวมหรือน้ำคั่งในข้อเข่า การฟื้นฟูสภาพกล้ามเนื้อในอดีตที่ผ่านมา มักไม่ประสบความสำเร็จ เพราะไม่เข้าใจถึงความแตกต่างระหว่างการเสริมสร้างกำลังของกล้ามเนื้อกับการเสริมสร้างความทนทานของกล้ามเนื้อ การเสริมสร้างกำลังของกล้ามเนื้อต้องใช้การออกกำลังแบบแรงต้านสูง และทำน้อยครั้ง แต่การเสริมสร้างความทนทานต้องอาศัยจำนวนครั้งในการออกกำลังมากแต่ใช้แรงต้านน้อย การออกกำลังกายแบบใดแบบหนึ่งจะให้ผลอย่างใดอย่างหนึ่งเท่านั้น ไม่สามารถไปให้ผลอีกอย่างหนึ่งได้ อย่างไรก็ตามการออกกำลังเพื่อให้กล้ามเนื้อมีกำลัง เป็นปกติ เสียก่อนแล้วจึงเสริมความทนทานจะทำได้ง่ายและเร็วกว่า

สรุปหลักทั่วไปของการฝึกด้วยน้ำหนักแบบของ เดอลอม (DeLorme, 1945)

1. การออกกำลังกายแบบแรงต้านสูงจำนวนน้อยครั้งทำให้เกิดกำลัง
2. การออกกำลังกายแบบจำนวนมาก แรงต้านน้อยทำให้เกิดความทนทาน
3. การออกกำลังกายแต่ละแบบไม่สามารถให้ผลของอีกแบบหนึ่งได้
4. กล้ามเนื้อซึ่งลีบและอ่อนแรงควรออกกำลังกายให้ได้กำลังของกล้ามเนื้อ เป็นปกติเสียก่อน แล้วจึงพัฒนาความทนทาน
5. การออกกำลังกายเพื่อให้สามารถเคลื่อนไหวได้กว้างขึ้นแต่ไม่มีกำลัง จะไม่ประสบความสำเร็จควรออกกำลัง เพื่อเพิ่มกำลังให้ดีในการเคลื่อนไหวที่จำกัด
6. การออกกำลังกายแบบกลุ่มหรือใช้เกม ในโปรแกรมการฟื้นฟูสภาพไม่สำเร็จในการสร้างความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ เฉพาะส่วน
7. การเพิ่มกำลังของกล้ามเนื้ออย่างรวดเร็วจะสำเร็จโดยการออกกำลังกายอย่างหนักและสม่ำเสมอโดยให้ใช้กำลังที่สูงสุด
8. ในผู้ป่วยที่ได้รับการผ่าตัดหมอนหนุนเข้าและข้อเข่าหลวมควรออกกำลังกายชนิดไม่ลงน้ำหนัก เพราะการลงน้ำหนักจะทำให้ข้อเข่าบวมและมีน้ำคั่งในข้อเข่า

สิ่งที่เกิดขึ้นจากการฝึกด้วยน้ำหนัก (สุเนต นวกิจกุล, 2524)

1. การหดตัวของกล้ามเนื้อ (Muscular Contraction)

กล้ามเนื้อทุกมัดประกอบด้วยเส้นใยของกล้ามเนื้อจำนวนมาก เมื่อเส้นใยของกล้ามเนื้อเหล่านี้หดตัวกล้ามเนื้อแต่ละมัดก็หดตัวด้วย แต่เส้นใยทั้งหมดไม่ได้หดตัวพร้อมกันทีเดียว ยิ่งจำนวนเส้นใยหดตัวมากขึ้นกล้ามเนื้อก็แข็งแรงมากขึ้นเท่านั้น เส้นใยของกล้ามเนื้อทุกเส้นใยจะหดตัวเต็มกำลัง เมื่อถูกกระตุ้น หรืออาจจะไม่หดตัวเลยก็ได้

2. หลักการเกี่ยวกับการยกน้ำหนักเกินอัตรา (The Overload Principle)

ในการที่จะกระตุ้นความเจริญเติบโตของกล้ามเนื้อ และทรงไว้ซึ่งคุณภาพของกล้ามเนื้อนั้น จะต้องให้กล้ามเนื้อได้ปฏิบัติงานอันเป็นสิ่งสำคัญยิ่ง กล้ามเนื้อที่ไม่ได้ใช้งาน จะแพบและอ่อนแอลง ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อสามารถพัฒนาขึ้นได้ โดยให้กล้ามเนื้อได้ทำงานต่อต้านกับแรงต้านทานที่เพิ่มขึ้นทีละน้อย วอลเตอร์ (Walters อ้างใน สุเนต นวกิจกุล 2524) ได้ให้ความจำกัดความเกี่ยวกับการทำงานเกินอัตราไว้ว่า การทำงานเกินอัตราปกตินี้ เหมือนกับการกระทำที่ต้องต่อต้านแรงต้านทานที่เพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ หรืออาจทำได้ด้วยการยกน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นหรือโดยการทำงานด้วยความเร็วที่เพิ่มขึ้น หลักการนี้ก็เช่นเดียวกับการออกกำลังที่หนักเกินขีดจำกัดขั้นต้นนั่นเอง กล้ามเนื้อจะถูกกระตุ้นให้เจริญเติบโตเมื่อมันต้องยกน้ำหนัก ซึ่งเกือบถึงครึ่งหนึ่งของน้ำหนักสูงสุดที่กล้ามเนื้อทำงานได้ เดอลอม (DeLorme อ้างใน สุเนต นวกิจกุล, 2524) ให้ทรรศนะเกี่ยวกับการทำงานในลักษณะ โอเวอร์โหลด (Overload) ว่า คือการออกกำลังชนิดที่เพิ่มแรงต้านขึ้นเรื่อย ๆ และชี้ให้เห็นว่าการปฏิบัติบ่อยครั้งแต่แรงต้านสูง (Low Repetition, High Resistance) จะช่วยให้กล้ามเนื้อมีความแข็งแรง (Strenght) และการปฏิบัติหลาย ๆ ครั้งแต่แรงต้านทานน้อย (High Repetition, Low Resistance) จะช่วยพัฒนาความทนทาน (Endurance) วิธีการฝึกหัดแต่ละอย่างไม่สามารถจะทำให้เกิดผลซึ่งแตกต่างไปจากนี้ได้ การที่จะทำให้ออกกำลังกายเพิ่มขนาดอย่างรวดเร็วนั้นจะต้องให้กล้ามเนื้อได้ออกกำลังอย่างหนักเป็นปกติสม่ำเสมอ

3. การพัฒนาความแข็งแรง (Development of Strength)

ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเป็นสัดส่วนกันกับความหนาของกล้ามเนื้อที่ตัดตามขวาง ดังนั้นเพื่อที่จะให้กล้ามเนื้อแข็งแรงจำเป็นต้องเพิ่มขนาดของมันขึ้น แต่ไม่ได้หมายความว่า การออกกำลังกายทุกประเภทจะช่วยสร้างความแข็งแรงของกล้ามเนื้อได้ทั้งนั้น ดังได้กล่าวในตอนต้นแล้วว่า กล้ามเนื้อสามารถจะเพิ่มขนาดขึ้นได้โดยการทำงานต่อต้านกับแรงต้านทาน ซึ่งเกือบเท่ากับน้ำหนักที่สูงที่สุดซึ่งกล้ามเนื้อส่วนนั้นจะสามารถยกได้ และน้ำหนักต้องเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ เช่นเดียวกับความแข็งแรงของกล้ามเนื้อที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากการยกของหนักนั้น ซึ่งหมายความว่าถ้า นักกีฬายกน้ำหนักจำนวนหนึ่งด้วยท่าที่ถูกต้องได้เพียง 5 ครั้ง แล้วก็ฝึกต่อไปเรื่อย ๆ จนกระทั่งสามารถยกได้ 10 ครั้งแล้ว ให้เพิ่มน้ำหนักจนสามารถยกได้ถึง 10 ครั้ง เมื่อไรก็ให้เพิ่มน้ำหนักเข้าไปอีกเพื่อที่ยกได้เพียง 5 ครั้ง และจำนวนครั้งในการยกนั้น (Repetition) ขึ้นอยู่กับ ความมุ่งหมายของโปรแกรม และความแตกต่างในด้านความสามารถในการยกของนักกีฬาแต่ละ ยก (Bout) ควรจะให้พักเพื่อให้ใช้ความพยายามอย่างเต็มที่ ความแข็งแรงที่เกิดจากการยกน้ำหนัก มักจะเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วในระยะของเดือนแรกที่ฝึกมากที่สุด ส่วนในระยะต่อไป อัตราการเพิ่มขึ้นของความแข็งแรงจะลดน้อยลง

4. การพัฒนาความทนทานของกล้ามเนื้อ (Development of Muscular Endurance)

การเพิ่มพูนขนาดและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ จะช่วยเพิ่มพูนความทนทานของกล้ามเนื้อให้ดีขึ้นด้วย ถ้าต้องการพัฒนาทางด้านความทนทานของกล้ามเนื้อ ควรจะเน้นการทำงานช้า ๆ แต่แรงต้านทานพอประมาณ เช่น ถ้าต้องการฝึกเพื่อการวิ่งมาราธอน นักกีฬาต้องฝึกโดยการเน้นในเรื่องจำนวนครั้งให้มากที่สุด เช่น 100 ครั้งต่อ 1 เทียวหรือรอบ ในการฝึกหัดเกี่ยวกับกำลังขาและจำนวนชุด (Set) ให้มากที่สุด เช่น 20 ชุด ต่อการฝึกหัดครั้งหนึ่ง ๆ

ในด้านความทนทานเกี่ยวกับระบบไหลเวียนของโลหิตและระบบหายใจนั้น การฝึกแบบนี้ไม่อาจจะช่วยทำให้เกิดขึ้นแก่ส่วนนี้เท่าใดนัก ความทนทานที่เกิดขึ้นนั้นจะเกิดขึ้นเฉพาะกลุ่มมัดกล้ามเนื้อที่ได้รับการฝึกเท่านั้น ส่วนการที่จะพัฒนาความทนทานให้เกิดขึ้นกับระบบไหลเวียนของโลหิตและระบบหายใจนั้น ควรจะพัฒนาขึ้นด้วยวิ่งทางไกล เพราะการวิ่งนี้สามารถทำให้จำนวนเส้นใยของกล้ามเนื้อ และมัดกล้ามเนื้อได้ใช้มากและทุกส่วนของร่างกาย แต่การ

จึงนี้จะต้องใช้เวลาฝึกติดต่อกันไปเป็นเวลานาน เท่าที่ร่างกายจะทนต่อสภาพนั้นได้ และฝึก เช่นนั้นทุกวันจนร่างกายรู้สึกว่าการทำได้สบาย

วอลเตอร์ (Walters อ้างใน สุนทร นวกิจกุล, 2524.) อธิบายว่าการ ที่บุคคลพยายามผ่านขีดจำกัดของตนไปนั้น ไม่เฉพาะแต่จะพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ เท่านั้น แต่จะช่วยให้กล้ามเนื้อเกิดความสัมพันธ์กันในการหดตัว ซึ่งมีความสำคัญต่อการเคลื่อนไหวด้วย การฝึกหนักในลักษณะที่ทาหลาย ๆ ครั้ง จะทำให้เพิ่มความแข็งแรงและมีประสิทธิภาพในการทำงานของกล้ามเนื้อส่วนนั้น จากวิธีการฝึกแบบนี้จะช่วยให้กล้ามเนื้อไม่เกิดความล้าเร็ว แต่จะสามารถทำงานติดต่อกันไปในระยะเวลาอันยาวนาน ดังนั้นถ้าหากรู้จักใช้แรงด้านสูง (High Resistance) และจำนวนครั้งในการยกสูง (High Repetition) ที่พอเหมาะช่วยทำให้เกิดความทนทานเป็นอย่างดี

5. การพัฒนาพลัง (Development of Power)

กำลังกายเป็นคุณสมบัติที่สำคัญอย่างหนึ่ง ที่จะนำนักกีฬาไปสู่ความสำเร็จในการเล่น แข่งขันได้โดยง่ายทางด้านฟิสิกส์ ถือว่า กำลัง เป็นอัตราส่วนโดยตรงกับงาน และเวลา กล่าวคือ กำลังเป็นจำนวนของงานที่กระทำติดต่อกันโดยสม่ำเสมอในหนึ่งหน่วยเวลา ส่วนงานเป็นผลของแรงที่กระทำต่อเทวัตถุซึ่งมีมวลหรือ ความต้านทานให้เคลื่อนที่ไปในการฝึกยกน้ำหนักจะช่วยเพิ่มพูนกำลังด้วยการเพิ่มพูนความแข็งแรงให้กับกล้ามเนื้อ จะเห็นได้ว่างานชิ้นแรกที่เรายกน้ำหนักมาก ๆ จะรู้สึกหนักและยกได้อย่างช้า ๆ หลังจากฝึกต่อมาในช่วงระยะเวลาหนึ่งจะรู้สึกเหมือนเบาและยกได้อย่างง่ายดายและรวดเร็วขึ้น ซึ่งเป็นผลที่ได้รับจากการฝึกยกน้ำหนัก โปรแกรมการฝึกเพื่อพัฒนาความแข็งแรงและกำลังนั้น จะเน้นเกี่ยวกับงานที่ต้องกระทำต่อต้านกับน้ำหนักที่มีอัตราสูงสุดเท่าที่กล้ามเนื้อจะยกได้ แมสซี (Massey, 1959 อ้างใน สุนทร นวกิจกุล, 2524) ได้แนะนำไว้ว่า งานกริที่ใช้น้ำหนักมาก ๆ ควรจะใช้ความเร็วในการยกพอประมาณหรือช้า ๆ ซึ่งจะทาให้กล้ามเนื้อเกิดแรงดึงสูง ในสหรัฐอเมริกาได้เคยมีการทดลองฝึกยกน้ำหนักเพื่อสร้างความแข็งแรงให้เกิดขึ้นแก่กล้ามเนื้อที่เกี่ยวข้องกับการกระโดดสูง ผลปรากฏว่าสามารถทาให้นักกีฬากระโดดได้สูงขึ้น 6-8 นิ้ว โดยใช้เวลาในการฝึกเพียง 6 สัปดาห์เท่านั้น สิ่งเหล่านี้จึง เป็นหลักฐานที่เห็นอย่างชัดเจนว่า โปรแกรมการฝึกเพื่อพัฒนาความแข็งแรงและกำลังมีผลต่อการกีฬาที่ต้องใช้กำลัง เป็นอย่างมาก

ไขมันเป็นส่วนประกอบที่สำคัญของ เนื้อเยื่อของ เซลล์ทุกชนิด มีอยู่ประมาณร้อยละ 12 ของน้ำหนักร่างกาย มีประโยชน์ คือให้พลังงาน เป็นฉนวนป้องกันการเสีความร้อน ช่วย ำให้ร่างกายมีความอบอุ่นอยู่เสมอ ทำให้ผิวหนังมีความชุ่มชื้น (อัจฉนา หงษ์สุมาลย์, 2527) ร่างกายจะได้รับไขมันจากอาหารที่รับประทานเข้าไปโดยประมาณร้อยละ 5-15 อาจจะ มีปริมาณมากหรือน้อยกว่านี้ขึ้นอยู่กับเชื้อชาติ ภูมิประเทศ ภูมิอากาศ ฐานะทางเศรษฐกิจและ รสนิยมในการกินของแต่ละบุคคล ในยามที่ร่างกายได้รับไขมันจากอาหารต่ำ ก็จะมีเปลี่ยนแปลง สารอาหารอื่นมาแทน เช่น อาหารพวกคาร์โบไฮเดรต และ โปรตีน ถ้าร่างกายได้รับไขมัน มากก็จะ เก็บสะสมไว้ในร่างกายในรูปไขมันใต้ผิวหนัง และ ไขมันในเลือด

การวัดสัดส่วนของร่างกาย (Body Composition)

ความอ้วนทำให้การเคลื่อนไหวช้า ขาดประสิทธิภาพในการเล่นกิจกรรม หรือศึกษา ทำให้ร่างกายขาดสมรรถภาพ ความอ้วนยังมีผลต่อโรคหัวใจ และมีผลในด้านจิตใจและอารมณ์ น้ำหนักร่างกายประกอบด้วยส่วนที่เป็นไขมัน และส่วนที่ไม่ใช่ไขมันอันได้แก่ส่วนที่เป็น โครงกระดูกและกล้ามเนื้อ (Lean Body Mass หรือ Fat-free Weight) ส่วนเปอร์เซ็นต์ ของไขมัน (Percent Fat) คือ อัตราส่วนที่เป็นไขมันจากร่างกายทั้งหมด จำนวน เปอร์เซ็นต์ของ ไขมันในแต่ละบุคคลแตกต่างกัน ถึงแม้ว่าอายุหรือน้ำหนักร่างกายใกล้เคียงกัน หรือเพศเดียวกัน จากเหตุผลดังกล่าวนี้เองจึงใช้เปอร์เซ็นต์ของไขมันเป็นมาตรฐานในการ บอกปริมาณของ เนื้อเยื่อไขมัน

ความอ้วนเป็นการพอกพูนไขมันที่อยู่ในร่างกาย ซึ่งความหมายดังกล่าวแตกต่างไป จากภาวะที่ร่างกายมีน้ำหนักเกินปกติ (Overweight) โดยพิจารณาจากเพศ ส่วนสูง และ อายุเป็นเกณฑ์ เราไม่อาจจะบอกได้ชัดเจนว่าจุดไหนจึงจะเรียกว่า "อ้วน" แต่จากข้อ เสนอแนะของโพลล็อคและผู้ร่วมงาน (Pallock et al., 1978 อ้างถึง วิริยา บุญชัย, 2529) กล่าวว่า เปอร์เซ็นต์ของไขมันของผู้ชายควรจะต่ำกว่า 16 เปอร์เซ็นต์ สำหรับผู้หญิง เปอร์เซ็นต์ของ ไขมันควรจะต่ำกว่า 25 เปอร์เซ็นต์ ผู้หญิงจะมีเปอร์เซ็นต์ของไขมันมากกว่า ผู้ชายประมาณ 10 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้เพราะผู้หญิงมีตะโพกและหน้าอกที่ใหญ่กว่าผู้ชาย

วิธีการวัดเนื้อเยื่อไขมัน

วิธีวัดเนื้อเยื่อไขมัน สามารถทำได้หลายวิธี วิธีรชังน้ำหนกใต้น้ำ (Underwater Weighting หรือ Hydrostatics) เป็นวิธีที่มีความเที่ยงตรงแต่ต้องใช้ห้องทดลอง และเครื่องมือจึงไม่ค่อยนิยมมาใช้ในโรงเรียนและคลินิก วิธีที่นิยมกันทั่วไปคือการวัดสัดส่วนของร่างกาย โดยใช้น้ำหนักร่างกาย ความหนาของไขมันใต้วัดหนึ่ง ส่วนรอบและขนาดของส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย ในการประเมินเปอร์เซ็นต์ของไขมัน

การชั่งน้ำหนักใต้น้ำ

การชั่งน้ำหนักใต้น้ำเป็นวิธีที่ถือว่ามีความเที่ยงตรงมากที่สุด โดยอาศัยหลักของ อาร์คิมิดีสสร้างกายที่อยู่ใต้น้ำของ เหลวถูกต้านทานด้วยแรงพยุงของน้ำ น้ำหนักร่างกายที่หายไวจึงมีค่าเท่ากับน้ำหนักของของเหลวที่ถูกแทนที่ เช่น เมื่อคนชั่งน้ำหนักโดยแทนที่น้ำทั้งตัว ปริมาตรร่างกายทั้งหมดของเขาเท่ากับน้ำหนักของเขาที่หายไปในน้ำ และแก้ไขให้ได้ตัวเลขที่แท้จริง โดยนำความหนาแน่นของน้ำซึ่งขึ้นอยู่กับอุณหภูมิของน้ำในเวลาที่กำลังชั่งมาศึกษาด้วยสมการที่ใช้ในการวัดปริมาตรของร่างกายและความถ่วงจำเพาะ จำนวนและเปอร์เซ็นต์ของไขมันและน้ำหนักร่างกายส่วนที่ไม่เป็นไขมันอาจวัดได้ การชั่งน้ำหนักที่แท้จริงของร่างกายใต้น้ำ ควรทำบุคคลนั้นนั่งบนเก้าอี้ซึ่งตั้งอยู่บนเครื่องชั่งแล้วที่เก้าอี้และคนจดมาถึงน้ำ

การวัดสัดส่วนของร่างกาย (Anthropometric Determinations)

ตัวแปรที่ใช้ในการวัดสัดส่วนไขมัน ได้แก่ ส่วนสูง น้ำหนัก ความหนาของผิวหนัง ส่วนรอบและขนาดของร่างกาย วิธีดังกล่าวเป็นที่นิยมในโรงเรียน เพราะการดำเนินการไม่ซับซ้อน อุปกรณ์จัดหาได้และสามารถทดสอบกับนักเรียนเป็นจำนวนมากได้ แต่การวัดด้วยวิธีนี้มีความเที่ยงตรงน้อยกว่าการชั่งน้ำหนักใต้น้ำ

การวัดวิธีนี้ การวัดความหนาของผิวหนัง เป็นที่นิยมและทำได้เร็วที่สุด โดยทั่วไปตำแหน่งของผิวหนังที่ชั่งวัด เพื่อคำนวณจำนวนของไขมันร่างกายขึ้นอยู่กับสมการที่เลือกใช้ บุคคลแรกที่สร้างสมการเพื่อคำนวณความหนาแน่นของร่างกาย คือ โบร์เชค และคีย์ (Brozek and Keys, 1951) ต่อจากนั้นก็มีผู้ปรับปรุงสมการขึ้นอีกมากมาย

สมการเพื่อคำนวณความหนาแน่นของร่างกายสำหรับผู้ชายและผู้หญิงซึ่งศึกษาโดยพอลลอค และผู้ร่วมงาน (Pollock et al., 1978) สมการชุดนี้มีข้อได้เปรียบจากสมการอื่น ๆ ดังนี้

$$B.D. = 1.1093800 - 0.0008267(X_3) + 0.0000016(X_3)^2 - 0.0002574(X_4)$$

B.D. = สมการในการคำนวณหาความหนาแน่นของร่างกาย

X_3 = ผลรวมจากการวัดที่บริเวณ หน้าอก, หน้าท้อง, หน้าขา

X_4 = อายุเป็นปี

1. ปรับปรุงจากการศึกษาประชากรจำนวนมาก (ผู้ชาย 309 คน และผู้หญิง 249 คน)
2. สมการดังกล่าวได้ศึกษา ครอส วาลิเคท (Cross-Validated)
3. สมการชุดนี้ใช้ผลรวมของการวัดความหนาของผิวหนังที่แตกต่างกัน ผู้วิจัยได้สำรวจการวิจัยอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยเรื่องผลการฝึกด้วยน้ำหนักที่มีต่อเปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย ซึ่งที่ได้อ่านมาแล้ว พอสรุปได้ดังนี้

งานวิจัยในต่างประเทศ

ปี ค.ศ.1987 แลมบสัน (Lambson, 1987) ได้ทำการศึกษา สมการสำหรับการทำนายความหนาแน่นของร่างกายที่สามารถใช้ได้ทั่วไปในเพศหญิง โดยการวัดเส้นรอบวงของสัดส่วนร่างกายแบบง่าย (Generalized Body Density Prediction Equation for Women Using Simple Anthropometric Measurements) เพื่อสร้างสมการที่สามารถใช้ทำนายความหนาแน่นของร่างกายผู้ใหญ่เพศหญิง ที่สามารถใช้ได้ทั่วไปโดยการวัดเส้นรอบวงของสัดส่วนร่างกายแบบง่าย ๆ งานวิจัยที่ศึกษากับผู้หญิงก่อนหน้ามาแล้วนั้นก็ทำให้ได้สมการที่เป็นที่ยอมรับอย่างมากมาแล้ว แต่เป็นการวัดแบบวัดไขมันใต้ผิวหนัง

ตามส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย เป็นวิธีที่ใช้ในการหาความหนาแน่นของร่างกาย
 ในผู้หญิงที่มีอายุ 14 - 40 ปี (ค่าเฉลี่ย 35.46 ± 13.29) และเปอร์เซ็นต์ไขมันอยู่
 ระหว่าง 8.56 - 53.03 เปอร์เซ็นต์ (ค่าเฉลี่ย 26.37 ± 8.62) ตัวแปรอิสระได้แก่ ความสูง
 หน้าอก อายุ และการวัดเส้นรอบวงของอวัยวะส่วนต่าง ๆ สืบสวน ใช้ในสมการถดถอยกับความ
 หนาแน่นร่างกายเพื่อที่จะให้ได้สมการที่จะใช้ทำนาย สมการเหล่านี้จะถูกวัดความเที่ยงตามขวาง
 ต่อกลุ่มตัวอย่างอิสระสมการที่สามารถใช้ได้อย่างทั่วไปนี้มีค่าอาร์สแควร์ (R - square) = .8324
 มีค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน = .0087 กรัมต่อมิลลิลิตร โดยค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน
 นี้จะเพิ่มขึ้นเล็กน้อยถึง .009 กรัม ต่อ มิลลิลิตร สำหรับความเที่ยงตรงของกลุ่มที่ใช้ทำนาย
 การศึกษานี้แสดงให้เห็นว่า การวัดสัดส่วนร่างกายสามารถใช้ในการหาสมการที่ใช้ทำนาย
 ความหนาแน่นร่างกายที่สามารถนำมาใช้ได้อย่างกว้างขวางได้

ปี ค.ศ. 1986 เฮนรี (Henry, 1986) ได้ทำการศึกษาเรื่อง การประมาณ
 ค่าความหนาแน่นของร่างกายในเด็กผิวดำในระดับวิทยาลัย" (The Estimation of Body
 Density in Black College Age Males and Females) จุดมุ่งหมายของการศึกษานี้
 เพื่อพัฒนาสมการถดถอยสำหรับทำนายความหนาแน่นของร่างกายในเด็กผิวดำในระดับวิทยาลัย
 กลุ่มทดลองเป็นอาสาสมัครชายและหญิง เพศละ 50 คน ผู้เข้ารับการทดสอบแต่ละคนจะถูก
 วัดทางมนุษยมิติ ไขมันใต้ผิวหนัง การวัดเส้นรอบวงและเส้นผ่าศูนย์กลางความหนาแน่นของ
 ร่างกาย วัดโดยการชั่งน้ำหนักใต้น้ำ และมีการคำนวณเปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย โดยใช้
 สมการพหุคูณถดถอยในการวิเคราะห์ข้อมูล โดยคำนึงถึงอายุในสมการด้วยสมการเฉพาะ เพศ
 ที่ทำนายอย่างแม่นยำนั้นได้เปรียบเทียบโดยการวัดผลในขณะนั้น สัมพันธ์กับการชั่งน้ำหนักใต้น้ำ
 ใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวน ในการหาความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญระหว่างค่าเฉลี่ย
 เมื่อใช้กับกลุ่มปัจจุบัน (Present Groups) ผลการวิจัยพบว่า ในผู้ชายผิวดำ จะมีสมการที่ใช้
 เฉพาะ เชื้อชาติมีค่าต่ำ และมีค่าต่ำกว่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน ซึ่งชี้ให้เห็นว่าสมการเหล่านี้
 นี้ใช้ประมาณค่าของ เกณฑ์ได้เป็นอย่างดี

ปี ค.ศ. 1984 บุญชัย (Boonchai, 1984) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การเปลี่ยนแปลงความแข็งแรง สัดส่วนของร่างกาย และสมรรถภาพทางสรีรวิทยา เนื่องมาจากการเข้าร่วมกิจกรรมการฝึกโดยใช้น้ำหนัก (Changes in Strength, Anthropometric Measurements and Cardiovascular Function as a Consequence of Participation in a Coed Weight Training Course) กลุ่มตัวอย่างประกอบด้วยนักศึกษาชาย จำนวน 60 คน และ นักศึกษาหญิง จำนวน 60 คน ก่อนการฝึกและเมื่อสิ้นสุดการฝึกทุกคนผ่านการทดสอบความแข็งแรง เนื้อเยื่อไขมัน สัดส่วนของร่างกาย และสมรรถภาพทางสรีรวิทยา ระยะของการฝึก 11 สัปดาห์ ๆ ละ 2 วัน ผลจากการวิจัยพบว่า (1) ความแข็งแรงของทั้งสองกลุ่มเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยผู้ชายมีอัตราการเพิ่มความแข็งแรงมากกว่า (2) น้ำหนักตัวของนักศึกษาชายเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (3) เปอร์เซ็นต์ของไขมันของทั้งสองกลุ่มลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สำหรับนักศึกษาหญิงมีความแข็งแรงเพิ่มขึ้น ปรากฏว่า ส่วนรอบเอวลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และ (5) สมรรถภาพทางสรีรวิทยาของทั้งสองกลุ่มเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

กล่าวได้ว่า การฝึกที่รวมกันฝึกโดยใช้น้ำหนักนั้น เป็นวิธีที่ดีที่สุดที่ทำให้ความแข็งแรงเพิ่มขึ้น แต่การเปลี่ยนแปลงสัดส่วนของร่างกาย ได้ผลที่ไม่แน่นอนอีกทั้งยังไม่ปรากฏการวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงลักษณะต่าง ๆ ของนักกีฬาในระหว่างฤดูกาลแข่งขัน และผลจากการฝึกโดยใช้น้ำหนักควบคู่ไปด้วย โดยเฉพาะสำหรับนักกีฬาหญิง

แมทธิว และครอส (Matthews and Cross อ้างใน จรรยาพร ธรนิทร์, 2525) ศึกษาผลของการเพิ่มแรงต้านทานในการฝึก โดยใช้น้ำหนักเข้าช่วยต่อสัดส่วนของร่างกายของหญิงในระดับวิทยาลัย 17 คน กลุ่มควบคุมอีก 1 คน สัดส่วนร่างกายวัดจากความหนาผิวหนัง 7 แห่ง วัดรอบกล้ามเนื้อ 8 แห่ง วัดเส้นผ่าศูนย์กลางของกระดูก 4 แห่ง และวัดกัมมันตรังสีของธาตุโพแทสเซียมของร่างกายทั้งหมด (K-scintillation) จากการวัดโพแทสเซียมจากมวลสารของร่างกาย สามารถคำนวณน้ำหนักไขมันและเปอร์เซ็นต์ไขมันของร่างกายได้ กลุ่มที่ฝึกโดยใช้น้ำหนักเข้าช่วยออกกำลังครั้งละ 40 นาที 3 ครั้งต่อสัปดาห์ เป็นเวลาทั้งหมด

9 สัปดาห์ โดยฝึกแบบวงจรรายชั่วโมงที่เรียกว่า ยูนิเวอร์ซอลิม แมชชีน (Universal Gym Machine) การออกกำลังกายต่อไปนี้ ทำ 2 ชุด ในแต่ละท่า จอแซน ยึดอก นอนหงายยกจากอก (ดึงโดยใช้กล้ามเนื้อหลัง) ลูก-นั่ง งอต้นแขน กรรเชียงบก เบนท์ อาม พูล โอเวอร์ (Bent-arm Pull-over) วริส ไรล (Wrist roll) ซีส เลก (Seated leg) และ เฟลส แอนด์ เบล เรซ (Press and Bell raise) ผู้ถูกทดลองแต่ละคนทำได้ 10 เทียว เมื่อสามารถยกได้เต็มที่ 15 เทียว จากนั้นนักกีฬาทุกคนให้ เมื่อเพิ่มน้ำหนักขึ้นจำนวนครั้งที่ยก ต้องเริ่มใหม่ทั้งหมดจำนวน 10 เทียว

สิ่งที่เพิ่มขึ้นอย่างสำคัญ คือ จำนวนของโปรตีนเชื่อมโยงทั้งหมดของร่างกาย น้ำหนักของร่างกายที่ปลอดไขมัน รอบกล้ามเนื้อไบเซปส์ (Biceps) และรอบหน้าแขน และไหล่กว้างขึ้น เมื่อเปรียบเทียบไขมันและความหนาของอกกลับลดลง การวัดความหนาของผิวหนังและน้ำหนักในร่างกายไม่เปลี่ยนแปลงมากนัก ในเวลา 9 สัปดาห์ กลุ่มควบคุมซึ่งไม่ได้ออกกำลังกายไม่มีการเปลี่ยนแปลงจากการทดสอบต่าง ๆ สรุปว่า การฝึกโดยใช้น้ำหนักเป็นแรงต้านทาน สามารถเปลี่ยนสัดส่วนร่างกายของผู้หญิงได้ ไม่ทำให้อ้วนขึ้นหรือน้ำหนักในร่างกายไม่เปลี่ยนแปลงมาก

คิลเมนต์ (Clements อ้างใน จรายพร ธรรมินทร์, 2525) ได้ทำการศึกษาของกลุ่มทดลองซึ่งเป็นกลุ่มทดลองกลุ่มเดียวกับที่เพนเซค (Pencek) เคยศึกษา ความหนาผิวหนังถูกจัดแบ่งเป็น 3 พวก เพอร์เซ็นต์ไขมันร่างกาย คำนวณจากความหนาผิวหนัง โดยการใส่สมการที่เสนอโดยคีย์ (Keys) และโบรเซค (Brozek) พบว่า ไขมันร่างกายลดลงอย่างมีนัยสำคัญเกิดขึ้น จากผลการฝึกโดยใช้น้ำหนักเข้าช่วย เมื่อได้วิเคราะห์ต่อมาอีกกลุ่มทดลองที่เป็นคนอ้วน ไขมันลดลง 3.6 เปอร์เซ็นต์ ในเวลา 14 สัปดาห์ของการฝึก ส่วนกลุ่มที่ไม่อ้วนกลับมีน้ำหนักเพิ่มขึ้น 6 ปอนด์ ในเวลาเดียวกันผู้วิจัยสังเกตว่าคนอ้วนนั้นน้ำหนักลดลงไปเล็กน้อย ถึงแม้ว่าจำนวนไขมันมีการเปลี่ยนแปลงไปบ้าง เด็กชายที่พอมน้ำหนักจะเพิ่ม นอกจากนั้นการเพิ่มของน้ำหนักในร่างกายของกลุ่มคนอ้วนเนื่องจากกล้ามเนื้อโตขึ้น และน้ำหนักกลับลดลง จากการลดของไขมันใน 6 สัปดาห์ในเวลา 14 สัปดาห์ น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นในกลุ่มเด็กอ้วน เพื่อทดแทนจำนวนไขมันที่ลดลง

ค.ศ. 1981 เมเนวัล (Maneval อ้างใน รัตนา กิติสุข, 2527) ได้ทำการวิจัย เรื่อง "ผลการเปลี่ยนแปลงแรงต้านทานในการฝึกยกน้ำหนักในการยกน้ำหนักที่มีผลต่อความอดทนของระบบไหลเวียน และสัดส่วนของร่างกาย" ใช้ผู้ทดลองเป็นนักศึกษาชาย จำนวน 80 คน แบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ยกน้ำหนักที่มีความหนักมาก ยกค้างไว้ 30 วินาที อีกกลุ่มหนึ่งจะยกน้ำหนักน้อย แต่ยกค้างไว้ 60 วินาที โดยฝึก 3 วันต่อสัปดาห์ เป็นเวลา 8 สัปดาห์ จะมีการทดสอบก่อนและหลังจากการฝึก โดยทดสอบประสิทธิภาพของการไหลเวียนด้วยการเก็บจักรยาน การวิเคราะห์แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ด้วยวิธีของ เบคแมน (Beakman) และแก๊สออกซิเจน จะวิเคราะห์ด้วยเครื่องอิเล็กทรอนิกส์ อัตราการเต้นของหัวใจใช้เครื่องวัดอัตราการเต้นของหัวใจ (Exersentry Heart Rate Monitor) เป็นตัวทดสอบอัตราส่วนของร่างกายนั้น จะทดสอบด้วยการชั่งน้ำหนักที่ไต ส่วนการวัดความดันโลหิตนั้นจะให้ผู้เชี่ยวชาญด้านนี้โดยตรง เป็นผู้ทดสอบ ซึ่งจะใช้เครื่องวัดความดันโลหิตแบบปรอท ผลปรากฏว่า

1. การฝึกยกน้ำหนักที่มีความหนักต่างกัน ไม่ทำให้ความสามารถในการใช้ออกซิเจน และสัดส่วนต่างกัน
2. การฝึกยกน้ำหนักที่มีความหนักต่างกัน ไม่ทำให้ประสิทธิภาพของระบบไหลเวียน เช่น อัตราการเต้นของหัวใจ ชะพืด ความดันโลหิตและความดันโลหิตขณะที่ยกน้ำหนัก (Systolic Pressure) ชะพืดกล้ามเนื้อต่างกัน
3. การฝึกยกน้ำหนักที่มีความหนักต่างกันไม่ทำให้ความสามารถในการวิ่ง 2 ไมล์ ต่างกัน

จากการทดลองของวิลมอร์ (Wilmore อ้างใน จรวยพร ธรรมินทร์, 2525) ใช้อาสาสมัครที่เป็นหญิง 47 คน และชาย 26 คน เข้าร่วมในการฝึก โดยการฝึกด้วยน้ำหนัก เป็นเวลา 10 สัปดาห์ ฝึก 2 วันต่อสัปดาห์ ใช้เวลาในการฝึกครั้งละ 40 นาที หลังจากการอบอุ่นร่างกายโดยทั่ว ๆ ไป ผู้ถูกทดลองแต่ละคนยกน้ำหนัก 2 ชุด ในแต่ละท่าดังต่อไปนี้ ฮาร์ฟ สควอท (Half Squat) หรือ เลก پرس (Leg Press), โท เรซ (Toe Raise), ทู อาม อันเดอร์แฮนด์ เคอ (Two Arm Underhand Curl), สแตนดิง پرس (Standing Press), เบนช پرس (Bench Press), เบนท์ อาม (Bent Arm), พูล โอเวอร์ (Pull-over), เบนท์ โรวิง (Bent Rowing) และ ไซด์ เบนด์ (Side Bend) แต่ละท่า

ที่ท่าเริ่มจากน้ำหนัก 7 ปอนด์ ท่า 9 เที้ยว เมื่อสามารถยกน้ำหนักนี้ได้ 14-16 เที้ยวเพิ่ม น้ำหนักเข้าไปอีก ลดจำนวนครั้งที่ยกขึ้นลงเหลือเท่ากับตอนเริ่มต้น

สัดส่วนของร่างกายที่วัด คือ น้ำหนักร่างกายส่วนที่ปลอดไขมัน และจำนวนไขมันที่ วัดเป็นค่าแท้จริง (Absolute) และวัดโดยการเปรียบเทียบกับน้ำหนักร่างกาย (Relative) โดยการชั่งน้ำหนักในน้ำ วัดความหนาผิวหนัง 7 แห่ง และส่วนรอบร่างกาย 17 และ 15 แห่ง ในเด็กชายและ เด็กหญิงตามลำดับ ทั้งชายและหญิงมีจำนวนน้ำหนักของร่างกายที่ปลอดไขมัน เพิ่มขึ้น และลดจำนวนไขมันเมื่อวัดแบบค่าแท้จริงและเปรียบเทียบ ความหนาผิวหนังลดลงอย่างมี นัยสำคัญ 5 ใน 7 แห่ง เกิดขึ้นในเด็กหญิง แต่สำหรับชายมีเพียง 1 แห่งเท่านั้น ส่วนที่เพิ่มขึ้น สำคัญทั้ง 2 เพศ คือ ที่ไหล่ ออก กล้ามเนื้อ หัวไหล่ (Deltoid) กล้ามเนื้อแขนด้านหน้า (Biceps) ที่ข้อศอกและ เขี้ยว และรอบหน้าแขน การเพิ่มขึ้นเห็นได้ชัดในชายมากกว่าหญิง อย่างไรก็ตาม การเพิ่มขึ้นของการวัดรอบส่วนร่างกายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติมีน้อยมาก ส่วนรอบ ที่เพิ่มมากที่สุด คือ 25 และ 40 นิ้ว สำหรับหญิงและชายตามลำดับ

จากการใช้ผู้รับทดลองที่เป็นอาสาสมัครชายในระดับวิทยาลัย 105 คน เพนเซค (Pencek อ้างถึงใน จรรยาพร ธรินทร์.2525) แบ่งกลุ่มทดลอง 1 กลุ่มมี 68 คน และ กลุ่มควบคุม 1 กลุ่มมี 37 คน กลุ่มควบคุมอยู่ในห้องเรียนฟังคาบบรรยายที่เกี่ยวกับกีฬา ซึ่ง ไม่ได้ร่วมในกิจกรรมพลศึกษา กลุ่มนี้พบว่ามีความหนาแน่นของร่างกายและจำนวนไขมันมากกว่า กลุ่มทดลองตั้งแต่แรกเริ่มศึกษา กลุ่มทดลองมีส่วนร่วมในการฝึก โดยการใช้น้ำหนักเข้าช่วย ใช้เวลาประมาณ 35 นาที ฝึก 3 ครั้งต่อสัปดาห์ จากกลุ่มทดลองมีอยู่ 35 คน ที่ฝึกโดยการ ใช้น้ำหนักต่อไปอีก 7 สัปดาห์ การฝึกโดยการใช้น้ำหนักประกอบด้วยการออกกำลังด้วยบาร์เบล 4 อย่าง และการออกกำลังต้องใช้น้ำหนักร่างกาย 3 แบบ โดยให้แรงต้านทานอยู่ตรงกลาง (ต้นพื้น ลูกนั่ง และดึงข้อ) สำหรับการออกกำลังโดยใช้บาร์เบล น้ำหนักที่เริ่มทำงานยกครั้งแรก 6 เที้ยว เมื่อยกได้ถึง 12 ครั้ง เพิ่มน้ำหนักเข้าไปอีกและลดจำนวนครั้งที่ยกลง เหลือ เท่ากับตอนเริ่มยกครั้งแรก

สัดส่วนร่างกายที่วัด รอบแขนส่วนบนขณะที่พักตามสบาย และขณะ ที่งอกับเขี้ยวแขน รอบเอวและรอบทรวงอก ความหนาผิวหนังที่ตะโพก บริเวณอก 2 แห่ง และด้านหลังของ แขนท่อนบน ความหนาแน่นของร่างกาย คำนวณจากการวัดความหนาผิวหนังโดยใช้สมการของ

พาสคอลล (Pascale) และคณะ ทั้ง 2 กลุ่มมีความหนาผิวหนังที่แขนลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ขณะที่กลุ่มทดลองมีนัยสำคัญในการลดไขมันที่ตะโพกและบริเวณอกเท่านั้น กลุ่มที่ฝึกโดยใช้น้ำหนักเข้าช่วยมีสิ่งเพิ่มขึ้น คือ รอบอก และรอบแขนทั้ง 2 ซ้าง และความหนาแน่นของร่างกายในระหว่าง 7 สัปดาห์ที่เพิ่มขึ้นมา กลุ่มทดลองยังคงฝึกต่อไปอีก และพบว่าไขมันร่างกายลดลงในขณะที่ความหนาแน่นของร่างกายและการวัดรอบแขนเพิ่มขึ้น

โอล์สัน และ อีเดิลสตีเทน (Olson and Edelstien อ้างใน จรวยพร ธรินทร์, 2525) ได้ทำการวัดความหนาของกล้ามเนื้อไตรเซปส์ ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย 32 คน เพื่อวัดดูว่าการออกกำลังกายจะทำให้ความหนาของกล้ามเนื้อลดลงหรือไม่ ถ้าให้ออกกำลังกายใช้น้ำหนักช่วยเป็นเวลา 6 สัปดาห์ การฝึกประกอบด้วย การยกลูกคัมเบล 3 ชุด คือ มีการงอแขน 1 ครั้ง และเหยียดแขน 1 ครั้ง โดยใช้กล้ามเนื้อไตรเซปส์ พักระหว่างชุด 3 นาที นักฝึกครั้งแรกที่เริ่มทำในแต่ละท่าคือ 7 เทียว ในชุดแรก เมื่อทำซ้ำครบ 7 ครั้งแล้ว ก็ให้ทำต่อไปจนครบ 3 ชุด วัดความหนาผิวหนังของกล้ามเนื้อไตรเซปส์รอบแขนก่อนบนขณะที่ยืดและเหยียด และวัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อที่ข้อศอกและเหยียดข้อศอก

ผลปรากฏว่า ความหนาผิวหนังของกล้ามเนื้อไตรเซปส์ที่งอแขนข้างที่ได้รับการฝึกลดลงอย่างมีนัยสำคัญในระหว่าง 6 สัปดาห์ของการฝึก ขณะที่ความหนาผิวหนังของแขนข้างที่ไม่ได้ฝึกเพิ่ม แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ แขนทั้ง 2 ซ้างที่ฝึกและไม่ฝึก เมื่อวัดรอบแขนมีค่าเพิ่มขึ้น ความแข็งแรงที่เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญคือ การเหยียดของข้อศอกของแขนข้างที่ได้ฝึกสรุปว่า การฝึกที่หนักในบริเวณเฉพาะที่ของแขน มีผลต่อการลดของเนื้อเยื่อไขมันที่นั่น

การวิจัยส่วนมากศึกษาเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงลักษณะต่าง ๆ ของเพศชายและเพศหญิง ด้วยวิธีการฝึกที่แตกต่างกันและลักษณะทางกายที่ศึกษาก็แตกต่างกันด้วยแต่ยังไม่ปรากฏการวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงทางด้านความแข็งแรง ความทนทาน และเปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย โดยกำหนดอายุและใช้น้ำหนักของร่างกายประกอบการคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย