

การศึกษาประสิทธิภาพของการใช้เครื่องกระตุ้นด้วยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเข้มข้นสำหรับการปรับรูปร่างบริเวณหน้าท้องแบบไม่รุนแรง

Efficacy of High-intensity Focused Electromagnetic Stimulation Device for Non-invasive Abdominal Body Contouring

ชัยชนะ ศรีธรรวณิช* อานนท์ ไพจิตรोजना* ไพศาล รัมณีย์ธร*

*สำนักวิชาเวชศาสตร์ชะลอวัยและฟื้นฟูสุขภาพ มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง

บทคัดย่อ

หลักการและเหตุผล คนส่วนใหญ่มีความปรารถนาที่จะมีรูปร่างที่ดี ในปัจจุบันพบว่าวิธีการในการปรับรูปร่างนั้นมีทั้งชนิดผ่าตัด และชนิดไม่ผ่าตัด ซึ่งการผ่าตัดเพื่อปรับรูปร่างนอกจากจะมีภาวะแทรกซ้อนที่สำคัญ ได้แก่ ภาวะแผลติดเชื้อหลังการผ่าตัด, รอยแผลเป็นจากการผ่าตัด หรือห่อเลือด แล้วยังมีค่าใช้จ่ายสูง ดังนั้นจึงได้มีการใช้วิธีการอื่นในการปรับรูปร่างโดยไม่ต้องผ่าตัดซึ่งได้แก่ การยิงเลเซอร์พลังงานต่ำบริเวณผิวหนังที่ต้องการปรับรูปร่าง, การสลายไขมันด้วยเครื่องความเย็น, การใช้เครื่องความถี่วิทยุสลายไขมัน, การใช้เครื่องสะท้อนความถี่สูงชนิดเข้มข้น และการใช้คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า โดยการปรับรูปร่างด้วยเทคโนโลยีคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าสามารถเข้าสู่ชั้นกล้ามเนื้อได้ดี ไม่ก่อให้เกิดอาการเจ็บปวด และยังสามารถเสริมสร้างกล้ามเนื้อให้แข็งแรงมากขึ้นด้วย ซึ่งเมื่อกล้ามเนื้อมีความแข็งแรงมากขึ้นจะสามารถทำให้มีรูปร่างที่ดีขึ้นอีกทางด้วย มีการศึกษาก่อนหน้านี้ในต่างประเทศศึกษาถึงประสิทธิภาพและผลข้างเคียงของการใช้เครื่องกระตุ้นกล้ามเนื้อด้วยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า แต่ยังไม่มีการศึกษาในประเทศไทย

วัตถุประสงค์ของการวิจัย 1. ศึกษาเกี่ยวกับประสิทธิภาพของการใช้เครื่องกระตุ้นด้วยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเข้มข้นสำหรับการปรับรูปร่างบริเวณหน้าท้องแบบไม่รุนแรง 2. ศึกษาถึงการเปลี่ยนแปลงของความหนาชั้นไขมันใต้ผิวหนัง และความหนากล้ามเนื้อ rectus abdominis 3. ศึกษาถึงผลข้างเคียงที่เกิดขึ้น, ทันที และหลังจากติดตามการในสัปดาห์ที่ 4 และ 8 และ 4. ศึกษาความพึงพอใจของอาสาสมัครเมื่อ 8 สัปดาห์

วิธีการดำเนินวิจัย ทำการศึกษาวิจัยเชิงทดลองคลินิก (Experiment study) ชนิดการทดลองกลุ่ม (Quasi-experiment design) มีลักษณะเป็น Time series design ในกลุ่มอาสาสมัครจำนวน 20 ราย อายุระหว่าง 25-50 ปี ที่มีค่าดัชนีมวลกาย 20 - 25 กิโลกรัม/เมตร² ที่ต้องการปรับกระชับรอบเอว หลังจากอาสาสมัครทราบข้อมูล, ขั้นตอนในการร่วมงานวิจัย และลงชื่อยินยอมเข้าร่วมโครงการวิจัยแล้วจึงดำเนินการเก็บข้อมูลพื้นฐาน ซึ่งน้ำหนัก วัดส่วนสูง วัดขนาดรอบเอว โดยแพทย์ผู้ทำการวิจัย และวัดความหนาชั้นไขมันใต้ผิวหนัง และความหนากล้ามเนื้อ rectus abdominis ด้วยเครื่องสะท้อนความถี่สูง โดยนักเทคนิคการแพทย์ จากนั้นดำเนินการติดอุปกรณ์ HIFEM ซึ่งได้รับหนังสือรับรองประกอบการนำเข้าเครื่องมือแพทย์ สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา กระทรวงสาธารณสุข แล้วโดยผู้ทำการวิจัยได้รับการอบรมการใช้เครื่อง

HIFEM จากบริษัทผู้นำเข้า คิดบริเวณหน้าท้องตำแหน่งกึ่งกลางระหว่างกระดูกหน้าอกสเตอนัม และกระดูกเชิงกราน หรือบริเวณสะดือ ระยะเวลาในการทำ 30 นาทีต่อครั้ง ความถี่วันเว้นวัน เป็นจำนวน 3 ครั้งต่อสัปดาห์ เป็นเวลา 2 สัปดาห์ รวมทั้งหมด 6 ครั้ง ประเมินผลการรักษาหลังจากติดตามในสัปดาห์ที่ 4 และ 8 โดยบันทึก น้ำหนัก รอบเอว และวัดความหนาของชั้นไขมันใต้ผิวหนัง และความหนาของกล้ามเนื้อ rectus abdominis โดยการใช้เครื่องสะท้อนเสียงความถี่สูง เพื่อนำข้อมูลไปเปรียบเทียบกับก่อนการรักษา รวมถึงบันทึกผลข้างเคียงที่เกิดขึ้นระหว่างการติดอุปกรณ์ และสัปดาห์ที่ 4 และ 8 หลังการปรับกระชับรอบเอวครบ 6 ครั้งและประเมินความพึงพอใจ

ผลการศึกษา อาสาสมัครผู้เข้าร่วมวิจัย 20 คน เข้าร่วมจนจบโครงการ อายุเฉลี่ยเท่ากับ 34.3 ± 6.88 ปี ส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง คิดเป็นร้อยละ 70 น้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับ 60.05 ± 8.71 กิโลกรัม และดัชนีมวลการเฉลี่ยเท่ากับ 22.54 ± 1.85 กิโลกรัม/เมตร² ผลการศึกษาพบว่ารอบเอวลดลงเท่ากับ 2.34 และ 0.46 เซนติเมตร ตามลำดับ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.001$) และความหนาของชั้นไขมันใต้ผิวหนังลดลงเท่ากับ 1.24, 1.25 มิลลิเมตร ตามลำดับ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.001$, $p = 0.003$ ตามลำดับ) และความหนากล้ามเนื้อ rectus abdominis เพิ่มขึ้นเท่ากับ 1.19, 0.68 มิลลิเมตร ตามลำดับ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.001$) ในสัปดาห์ที่ 4 และ 8 หลังการปรับกระชับรอบเอวครบ 6 ครั้ง ผลข้างเคียงพบมีอาการระบมและล้าบริเวณที่ติดอุปกรณ์ มีอาการ 1-2 วัน หายเองโดยไม่ต้องเข้ารับการรักษ จำนวนร้อยละ 70 หลังสิ้นสุดการวิจัย อาสาสมัครส่วนใหญ่มีความพึงพอใจในการปรับกระชับรอบเอวมากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 90

สรุปผลการวิจัย เครื่องกระตุ้นกล้ามเนื้อด้วยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (HIFEM) มีประสิทธิภาพในการลดขนาดรอบเอว ลดความหนาชั้นไขมันใต้ผิวหนัง และเพิ่มความหนากล้ามเนื้อ rectus abdominis โดยมีผลข้างเคียงเพียงเล็กน้อย ดังนั้นเครื่องกระตุ้นกล้ามเนื้อด้วยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าอาจเป็นทางเลือกหนึ่งในการปรับกระชับรอบเอวของผู้ที่ต้องการมีรูปร่างที่ดี

คำสำคัญ ดัชนีมวลกาย/ปรับกระชับรอบเอว/เครื่องกระตุ้นกล้ามเนื้อด้วยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

Efficacy of High-intensity Focused Electromagnetic Stimulation Device for Non-invasive Abdominal Body Contouring

Chaichana Srituravanich* Paisal Rummaneethorn*

*School of Anti Aging and Regenerative Medicine, Mae Fah Luang University

ABSTRACT

Background Most of people, both men and women, have a desire to be in good shape. Currently, there are both surgical and non-surgical methods for body contouring. The surgery to reshape not only have major complications, such as surgical wound infection, surgical scarring and hematoma, but also has a high cost. Therefore, other methods have been used to shape the body without surgery including low-level laser therapy, cryolipolysis, radiofrequency, high-intensity focused ultrasound and high-intensity focused electromagnetic (HIFEM). By adjusting the shape with HIFEM, electromagnetic can penetrate the muscle layer well which does not cause pain and can also strengthen the muscles to be stronger as well. There have been previous studies studying the efficacy and side effects of using an HIFEM as muscle stimulation, but at the present there is no study in Thailand.

Objectives To examine the efficacy of using HIFEM for non-invasive abdominal contouring in waist circumference and to examine the changes in abdominal subcutaneous fat thickness and rectus abdominis muscle thickness as well as side effects and satisfaction, as compared with 4 and 8 weeks follow-up.

Methods In quasi-experiment study of 20 male and female aged 25-50 years with a BMI between 20-25 kg/m². After accepting the information and procedures for participating in the research and signed consent to participate in research, then proceeded to collect basic data, weigh, measure height and waist circumference by research doctor and measure the thickness of subcutaneous fat layer and rectus abdominis muscle with ultrasound by medical technician. Then proceed to attach the HIFEM which has been certified for importing medical devices by food and drug administration, ministry of public health, by the researcher who has been trained to use the HIFEM from the importing company. HIFEM attached on the abdomen between the sternum and pelvis or around the navel, every other day, 30 minutes each time, 6 times. The results were assessed by measuring the waist circumference, the change in the thickness of subcutaneous fat layer and the thickness of the rectus abdominis muscle as measured by ultrasound. Compared before study with 4 and 8 weeks follow-up after 6 sessions of waist tightening. Record any side effects that occur during or 4 and 8 weeks follow-up and assess satisfaction as well.

Results The results showed that 20 people participated in the research until the end of the project. The mean age was 34.3 ± 6.88 years, most of them were female accounted for 70%. The mean weight and BMI were 60.05 ± 8.71 kg and 22.54 ± 1.85 kg/m², respectively. The waist circumference decreased by 2.34 and 0.46 cm, respectively, with statistical significance ($p < 0.001$). The thickness of subcutaneous fat layer decreased by 1.24 and 1.25 mm, respectively, with statistical significance ($p < 0.001$, $p = 0.003$, respectively). And rectus abdominis muscle thickness increased by 1.19 and 0.68 mm, respectively, with statistical significance ($p < 0.001$) at weeks 4 and 8 after complete waist tightening. The side effects were muscle pain and muscle fatigue in the area where the device was attached. Symptoms lasted for 1-2 days and went away on their own without treatment. After the end of the study, the majority of subjects had the greatest satisfaction with waist tightening at 90 percent.

Conclusion HIFEM is effective in tightening the waist circumference, reducing the thickness of subcutaneous fat layer and thickening the rectus abdominis muscle with few side effects. Therefore, a HIFEM may be an alternative method to tighten the waistline for those who would like to be in good shape.

Keywords Body mass index/Waist tightening/High-intensity electromagnetic device

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

เป็นที่ทราบกันดีแล้วว่าคนส่วนใหญ่มีความปรารถนาที่จะมีรูปร่างที่ดี จากการศึกษาของ Judy kruger (2008) แบบ cross-sectional survey ทำการศึกษาในประชากร 10,021 คน พบว่ากลุ่มตัวอย่างมากกว่าครึ่งหนึ่งของทั้งเพศชาย และเพศหญิงของประชากรประเทศสหรัฐอเมริกา มีความพึงพอใจในรูปร่างของตนเอง จากข้อมูลของ The American Society for Aesthetic Plastic Surgery ปี ค.ศ. 2017 พบว่าศัลยกรรมตกแต่งเพื่อปรับรูปร่างที่มีการผ่าตัดมากที่สุด 2 อันดับแรกในประเทศสหรัฐอเมริกา คือ การผ่าตัดเสริมหน้าอก (Breast augmentation) และการผ่าตัดการดูดไขมัน ซึ่งการผ่าตัดมีภาวะแทรกซ้อนที่สำคัญ ได้แก่ ภาวะแผลติดเชื้อหลังการผ่าตัด (Surgical wound infection), รอยแผลเป็นจากการผ่าตัด (Surgical scarring) หรือห้อเลือด (Hematoma) และการทำศัลยกรรมตกแต่งเพื่อปรับรูปร่างมีค่าใช้จ่ายสูง ดังนั้นจึงได้มีการค้นหาวิธีการอื่นในการปรับรูปร่างโดยไม่ต้องผ่าตัด ในปัจจุบันพบว่ามีเทคโนโลยีในการปรับรูปร่างนอกเหนือการผ่าตัด ได้แก่ การยิงเลเซอร์พลังงานต่ำบริเวณผิวหนังที่ต้องการปรับรูปร่าง (Low-level laser therapy), การสลายไขมันด้วยเครื่องความเย็น (Cryolipolysis), การใช้เครื่องความถี่วิทยุสลายไขมัน (Radio frequency) และการใช้เครื่องสะท้อนความถี่สูงชนิดเข้มข้น (High-intensity focused ultrasound) แม้ว่าการปรับรูปร่างด้วยวิธีการผ่าตัดนั้นเห็นผลในการปรับรูปร่างได้อย่างชัดเจนในกลุ่มคนที่มีรูปร่างอ้วน แต่ไม่สามารถเสริมสร้างกล้ามเนื้อโดยเฉพาะบริเวณหน้าท้องให้แข็งแรงเพื่อทำให้มีรูปร่างที่ดีขึ้น

นอกเหนือจากการออกกำลังกายแล้วพบว่าการกระตุ้นกล้ามเนื้อด้วยไฟฟ้า และการกระตุ้นกล้ามเนื้อด้วยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ยังเป็นอีกวิธีการที่สามารถเสริมสร้างกล้ามเนื้อได้อีกด้วย (Langeard, Bigot, Chastan and Gauthier, 2017) (Lin, Hseish, Hsiao and Canfield, 1998) กลไกของการกระตุ้นกล้ามเนื้อด้วยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic stimulation) นั้นเกิดจากคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเข้าสู่ชั้นกล้ามเนื้อบริเวณนั้นได้ดี ไม่ก่อให้เกิดอาการเจ็บปวด และไม่ทำให้เกิดอาการไหม้ซึ่งแตกต่างจากการกระตุ้นกล้ามเนื้อด้วยไฟฟ้าที่สามารถพบอาการเจ็บปวดขณะทำการกระตุ้นกล้ามเนื้อ และยังทำให้เกิดการไหม้ของผิวหนังบริเวณที่กระตุ้นด้วยไฟฟ้าได้อีกด้วย และยังสามารถเสริมสร้างความแข็งแรงให้กับกล้ามเนื้อได้อีกด้วย โดยพบว่ากล้ามเนื้อที่มีความแข็งแรงมากขึ้นจะทำให้เกิดการสลายชั้นไขมันใต้ผิวหนัง เมื่อไขมันใต้ชั้นผิวหนังลดลงจะทำให้ขนาดรอบเอวลดลงได้อีกด้วย

เครื่องกระตุ้นกล้ามเนื้อด้วยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าชนิด High-intensity Focused Electromagnetic (HIFEM) เป็นเทคโนโลยีใหม่ที่ประยุกต์หลักการกระตุ้นกล้ามเนื้อด้วยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า โดยทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของสนามแม่เหล็กไฟฟ้าบริเวณเนื้อเยื่อ ส่งผลให้เกิดการสร้างกระแสไฟฟ้าขึ้น และลดศักยภาพไฟฟ้าที่เซลล์ประสาทสั่งการ (Depolarized motor neuron) ก่อให้เกิดกล้ามเนื้อหดตัวขึ้น จากการศึกษาของ Kinney and Lozanova (2019) พบว่าประสิทธิภาพของ High-Intensity Focused Electromagnetic Stimulation (HIFEM) ซึ่งใช้เทคโนโลยีกระตุ้นกล้ามเนื้อด้วยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในการเพิ่มมวลกล้ามเนื้อ

นั้นสามารถทำให้เกิดการลดลงของไขมันใต้ชั้นผิวหนังได้อีกด้วย แต่การศึกษาเกี่ยวกับเทคโนโลยีกระตุ้นกล้ามเนื้อด้วยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ายังไม่มีการศึกษาในประเทศไทย

จากที่กล่าวมาประสิทธิภาพของการใช้เครื่องกระตุ้นด้วยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าสามารถสลายไขมันใต้ชั้นผิวหนัง และยังสามารถเพิ่มมวลกล้ามเนื้อได้ ดังนั้นจึงเป็นที่มาของ “การศึกษาประสิทธิภาพของการใช้เครื่องกระตุ้นด้วยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเข้มข้นสูงแบบโฟกัสสำหรับการปรับรูปร่างบริเวณหน้าท้องแบบไม่รุ น แ ร ง (Efficacy of High-intensity Focused Electromagnetic Stimulation Device for Non-invasive Abdominal Body Contouring)”

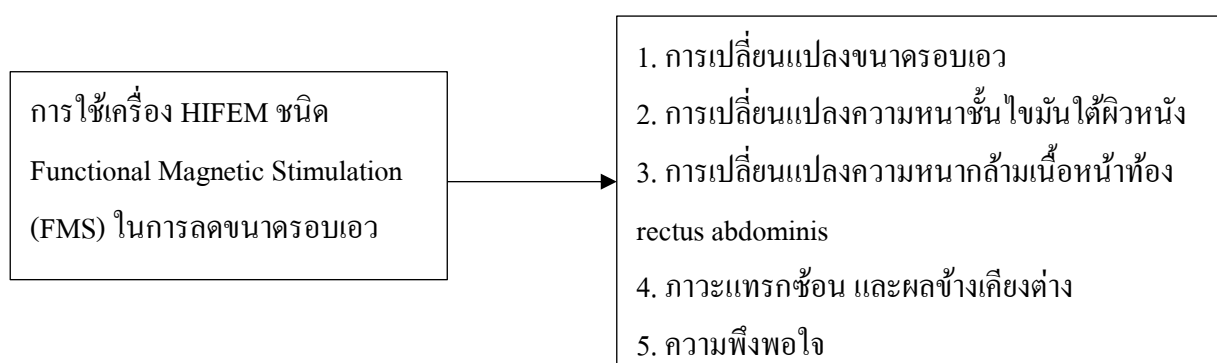
วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงของขนาดรอบเอวในกลุ่มอาสาสมัครดัชนีมวลกาย 20-25 กิโลกรัม/เมตร² โดยการใช้เครื่อง HIFEM เปรียบเทียบก่อนเข้ารับการวิจัย กับหลังเข้ารับการ ใช้เครื่อง HIFEM ครบ 4 และ 8 สัปดาห์
2. เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงของความหนาของชั้นไขมันใต้ผิวหนัง และกล้ามเนื้อ rectus abdominis โดยการใช้เครื่องสะท้อนเสียงความถี่สูง (Ultrasound) หลังปรับกระชับรอบเอวด้วยเครื่อง HIFEM เปรียบเทียบก่อนเข้ารับการวิจัย กับหลังเข้ารับการ ใช้เครื่อง HIFEM ครบ 4 และ 8 สัปดาห์
3. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของกลุ่มอาสาสมัครที่เข้ารับการปรับรอบเอวโดยการใช้เครื่อง HIFEM หลังเข้ารับการ ใช้เครื่อง HIFEM ครบ 8 สัปดาห์
4. เพื่อศึกษาภาวะข้างเคียงที่เกิดขึ้นระหว่าง, ทันที และหลังจากติดตามการปรับรอบเอวการใช้เครื่อง HIFEM

สมมติฐานของการวิจัย

เครื่องกระตุ้นด้วยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าชนิด HIFEM มีประสิทธิภาพในการลดขนาดรอบเอว, ลดความหนาของชั้นไขมันใต้ผิวหนัง และเพิ่มความหนากล้ามเนื้อ rectus abdominis กลุ่มอาสาสมัครที่มีดัชนีมวลกาย 20-25 กิโลกรัม/เมตร² โดยอาสาสมัครมีความพึงพอใจ และมีความปลอดภัยในการใช้เครื่อง HIFEM

ตัวแปรที่ใช้ศึกษา



บททวนวรรณกรรม

จากข้อมูลของภาควิชาเวชศาสตร์ป้องกันและสังคม คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล ให้ความหมายของคำว่า ดัชนีมวลกาย (Body Mass Index; BMI) คือ ตัวชี้วัดมาตรฐานเพื่อประเมินสภาวะของร่างกายว่ามีความสมดุลของน้ำหนักตัวต่อส่วนสูงอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมหรือไม่ (อ.ดร.พญ.อิริจิต บุญแสน, 2562)

ค่าดัชนีมวลกายสามารถใช้เป็นเครื่องมือคัดกรองเพื่อระบุผู้ที่มีน้ำหนักเกิน หรือภาวะอ้วนและผู้ที่น้ำหนักต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานในผู้ใหญ่ที่มีอายุ 20 ปีขึ้นไป

การปรับรูปร่าง หมายถึง การปรับเปลี่ยนรูปลักษณ์ภายนอกของบุคคลคนหนึ่งทั้งในลักษณะรูปร่าง และขนาด ซึ่งการลดไขมันเป็นองค์ประกอบหนึ่งที่สำคัญในการปรับรูปร่าง ก่อนหน้านี้การลดไขมันทำได้เพียงวิธีเดียวคือ การดูดไขมัน ซึ่งการดูดไขมันนั้นต้องใช้วิธีการดมยาสลบ และมีความเสี่ยงต่อภาวะแทรกซ้อนจากการผ่าตัดสูง (Varun V. Dixit, Milind S. Wagh, 2013) เช่น แผลอักเสบติดเชื้อ, ห่อเลือด อวัยวะในช่องท้องทะลุ หรือภาวะล้มไขมันอยู่ในกระแสเลือด ซึ่งอาจเป็นสาเหตุให้เกิดการเสียชีวิตได้ โดยปัจจัยต่าง ๆ และภาวะแทรกซ้อนที่อันตรายเหล่านี้จึงทำให้มีการพัฒนาเทคโนโลยีในการปรับรูปร่างที่มีประสิทธิภาพชนิดไม่ใช้การผ่าตัดแบบรุกล้ำ (Non-invasive treatment) ซึ่งมีความเสี่ยงและภาวะแทรกซ้อนของการผ่าตัดน้อยกว่าการผ่าตัดแบบรุกล้ำ (Invasive treatment) นอกจากนี้ยังพบว่าการรักษาด้วยวิธีการไม่ใช้การผ่าตัดแบบรุกล้ำ มีการลดลงของเนื้อเยื่อไขมัน (Adipose tissue) ที่ผกผันกับดัชนีมวลกาย ของคนไข้แต่ละคนต่างกันไป

ปัจจุบันเทคโนโลยีในการปรับรูปร่างมีหลากหลายวิธี ขึ้นอยู่กับความชอบ, เป้าหมายของรูปร่างที่ผู้ป่วยต้องการ และลักษณะรูปร่างของแต่ละคน ปัจจุบันองค์การอาหารและยาของประเทศออสเตรเลีย (Australian Food and Drug Administration; Australian FDA) รับรองเทคโนโลยีในการปรับรูปร่าง ได้แก่ 1.) การสลายไขมันด้วยเครื่องทำความเย็น 2.) การสลายไขมันด้วยเครื่องยิงเลเซอร์ (Laser) 3.) การใช้คลื่นสะท้อนความถี่สูงแบบโฟกัสชนิดเข้มข้นสูง (High-intensity focused ultrasound; HIFU) 4.) การใช้คลื่นความถี่วิทยุในการสลายไขมัน (Radiofrequency; RF) 5.) การดูดไขมัน (Liposuction) และ การใช้เครื่องกระตุ้นด้วยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าแบบโฟกัส (High-intensity Focused Electromagnetic; HIFEM)

ในปัจจุบันมีการใช้เทคโนโลยีคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเพื่อปรับรูปร่างซึ่งมีประสิทธิภาพสูงกว่าเทคโนโลยีการปรับรูปร่างด้วยวิธีอื่น คือ สามารถทำให้กล้ามเนื้อบริเวณที่ได้รับการใช้คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ามีความหนาแน่นขึ้น และมีความแข็งแรงมากขึ้น โดยการรักษาด้วยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจะใช้ระยะเวลาในการรักษาประมาณ 30 นาทีต่อครั้ง ประมาณ 4 ครั้งในระยะเวลา 2 สัปดาห์ หลังจากนั้นต้องมีการกระตุ้นกล้ามเนื้ออย่างต่อเนื่องทุก ๆ 3-6 เดือน เพื่อให้ผลการรักษาดีที่สุด โดยการกระตุ้นด้วยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าแต่ละครั้งจะมีการปรับความแรงของการหดตัวกล้ามเนื้อตั้งแต่ระดับ 0-100% การปรับความแรงของการหดตัวกล้ามเนื้อจะเพิ่มไปถึงระดับที่ผู้ป่วยสามารถทนต่อการกระตุ้นกล้ามเนื้อด้วยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าได้ ผู้ป่วยส่วนมากสามารถทนต่อการกระตุ้นได้ที่ระดับ 90-100% ในระหว่างการกระตุ้นด้วยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

ผู้ป่วยบางรายมีอาการเจ็บ หรือเกิดกล้ามเนื้อหดเกร็ง หรือรู้สึกคล้ายไฟฟ้าช็อตในระยะเวลาสั้น ๆ ได้ ภาวะแทรกซ้อนที่สามารถพบได้ในการกระตุ้นด้วยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าพบได้เพียงเล็กน้อย เช่น การปวดกล้ามเนื้อ เท่านั้น

จากการศึกษาของ Denise de Almeida Mendes และคณะ พบว่าการใช้เครื่องสะท้อนความถี่สูง มีความถูกต้องในการวัดความหนาของชั้นกล้ามเนื้อหน้าท้อง rectus abdominis ในระดับสูงกว่าสะตือ และระดับสะตือ (Denise et al., 2007) ไม่แตกต่างจากการวัดในห้องผ่าตัดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จากการศึกษาของ Julie A. Hides และคณะ เป็นการศึกษาความน่าเชื่อถือของการวัดกล้ามเนื้อหน้าท้อง โดยนักกายภาพบำบัดด้วยการใช้เครื่องสะท้อนความถี่สูง แนะนำการใช้เครื่องสะท้อนความถี่สูงวัดความหนาของกล้ามเนื้อหน้าท้องโดยการให้อาสาสมัครนอนในท่านอนหงาย งอเข่า 45 องศา การวางตำแหน่งของ ultrasound transducer ตั้งฉากกับกล้ามเนื้อหน้าท้องในตำแหน่งกึ่งกลางระหว่างขอบล่างของกระดูกชายโครง (Inferior angle of rib cage) และกระดูกสะโพก (Iliac crest) (Hides, Miokovic, Belavy, Stanton and Richardson, 2007) และการศึกษานี้ยังแสดงให้เห็นว่าการใช้เครื่องสะท้อนความถี่สูง นั้นให้ความแม่นยำในการประเมินความหนาของชั้นกล้ามเนื้อหน้าท้องเมื่อทำการวัดซ้ำ ๆ ด้วยผู้เชี่ยวชาญเป็นจำนวน 3 ครั้งในเวลาแตกต่างกัน

วิธีการดำเนินการวิจัย

งานวิจัยเชิงทดลองทางคลินิก (Experiment Study) ชนิดการทดลองกลุ่ม (Quasi-Experiment Design) มีลักษณะเป็น Time Series Design

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรชาย และหญิงอายุ 25-50 ปี ที่มีค่าดัชนีมวลกาย 20 - 25 กิโลกรัม/เมตร² ที่ต้องการปรับกระชับรอบเอวที่มารับการรักษาที่ โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง กรุงเทพมหานคร

กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ อาสาสมัครชาย และหญิงอายุระหว่าง 25-50 ปี ที่มีค่าดัชนีมวลกาย 20 - 25 กิโลกรัม/เมตร² (kg/m²) ที่ต้องการปรับกระชับรอบเอว ที่เข้ารับการรักษา และติดตามผลการรักษาที่ โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง กรุงเทพมหานคร จำนวน 20 ราย ซึ่งคำนวณได้จากสูตร

$$\text{ได้จากสูตร} \quad n = \frac{(Z_{1-\alpha/2} + Z_{1-\beta})^2 \sigma^2}{(\mu - \mu_0)^2}$$

เกณฑ์คัดเลือกอาสาสมัครเข้าร่วมงานวิจัย (Inclusion criteria)

1. อาสาสมัครชาย และหญิงที่มีอายุระหว่าง 25-50 ปี จำนวน 20 คน ที่มีค่าดัชนีมวลกาย 20-25 กิโลกรัม/เมตร²
2. สุขภาพโดยทั่วไปแข็งแรงดีไม่มีโรคประจำตัว

3. หยุดทำการรักษาด้วยวิธีการอื่นที่เป็นวิธีการชนิดเดียวกันกับเทคโนโลยี HIFEM เป็นระยะเวลาอย่างน้อย 8 สัปดาห์

4. หยุดการรักษาด้วยยาลดน้ำหนักชนิดฉีดกลุ่ม Glucagon-Like Peptide-1 (GLP-1) เป็นระยะเวลาอย่างน้อย 1 เดือน

5. ผู้เข้าร่วมวิจัยรับทราบข้อมูล และยินยอมเข้าร่วมการศึกษาวิจัยด้วยความสมัครใจ โดยลงลายมือชื่อเป็นลายลักษณ์อักษรในใบยินยอมการรักษา

เกณฑ์คัดออกอาสาสมัครเข้าร่วมการศึกษาวิจัย (Exclusion criteria)

1. ผู้ที่มีโรคประจำตัวที่ความผิดปกติของฮอร์โมนเพศ เช่น กลุ่มอาการผิดปกติของถุงน้ำรังไข่
2. ผู้ที่ได้รับฮอร์โมนเพศ หรือฮอร์โมนเร่งการเจริญเติบโต (Growth hormone)
3. ผู้ที่กำลังตั้งครรภ์ หรือให้นมบุตร
4. ผู้ที่มีโรคประจำตัวเป็นโรคหัวใจชนิดต่าง ๆ
5. ผู้ที่ได้รับการฝังอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ หรือโลหะชนิดต่าง ๆ ในร่างกาย
6. ผู้ที่มีข้อห้ามต่าง ๆ ในการใช้คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

เกณฑ์การให้เลิกจากการศึกษาวิจัย (Discontinuation criteria)

1. เกิดผลข้างเคียงจากการใช้อุปกรณ์ในการวิจัยที่อันตรายร้ายแรง หรืออาการที่ไม่สามารถทนได้
2. ผู้เข้าร่วมวิจัยไม่ให้ความร่วมมือในการรักษา หรือไม่สามารถติดตามอาการการรักษาได้
3. ผู้เข้าร่วมวิจัยทำการปรับปรุงด้วยวิธีอื่นร่วมด้วย
4. ผู้เข้าร่วมวิจัยมีความประสงค์ต้องการออกจากงานวิจัย

เครื่องมือ และอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย

1. ใบกรอกข้อมูลประวัติส่วนตัวของอาสาสมัครผู้เข้าร่วมงานวิจัย เอกสารอธิบายข้อมูล และขั้นตอนในการร่วมงานวิจัย ใบยินยอมการรักษา การเข้าร่วมโครงการวิจัย แบบประเมินรอบเอวของผู้เข้าร่วมการวิจัย และเปรียบเทียบผลการรักษาก่อนและหลัง

2. เครื่อง HIFEM ยี่ห้อ Functional magnetic stimulation (FMS) ของบริษัท ISKRA MEDICAL D.O.O. (SLOVENIA) เป็นผู้ผลิต นำเข้าโดยบริษัท บีเอ็มเอด จำกัด ได้รับหนังสือรับรองประกอบการนำเข้าเครื่องมือแพทย์ สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา กระทรวงสาธารณสุข เมื่อวันที่ 17 กรกฎาคม พ.ศ. 2563

3. เครื่องสะท้อนความถี่สูง ยี่ห้อ Siemens รุ่น Acuson S2000 เพื่อวัดความหนาของชั้นไขมันใต้ผิวหนัง (Subcutaneous fat thickness) และความหนาของกล้ามเนื้อ rectus abdominis

4. แบบประเมินผลข้างเคียงจากการรักษา

5. แบบประเมินความพึงพอใจของผู้เข้าร่วมวิจัยต่อการรักษาเมื่อเสร็จสิ้นการวิจัย

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ข้อมูลทั่วไป และข้อมูลจากการตรวจร่างกายของผู้เข้าร่วมวิจัย โดยแพทย์วิจัย, วัดความหนาของชั้นไขมันใต้ผิวหนัง และความหนาของกล้ามเนื้อ rectus abdominis ด้วยเครื่องสะท้อนเสียงความถี่สูง โดยนักเทคนิคการแพทย์ ให้อาสาสมัครนอนในท่านอนหงาย งอเข่า 45 องศา การวางตำแหน่งของ ultrasound transducer ตั้งฉากกับกล้ามเนื้อหน้าท้องในตำแหน่งกึ่งกลางระหว่างขอบล่างของกระดูกชายโครง และกระดูกสะโพก

2. ดำเนินการติดอุปกรณ์ HIFEM โดยผู้ทำการวิจัยซึ่งได้รับการอบรมการใช้เครื่อง HIFEM จากบริษัทผู้นำเข้า ติดบริเวณหน้าท้องตำแหน่งกึ่งกลางระหว่างกระดูกหน้าอกสตอนัม และกระดูกเชิงกราน หรือบริเวณสะดือ ระยะเวลาในการทำ 30 นาทีต่อครั้ง ความถี่วันเว้นวัน เป็นจำนวน 3 ครั้งต่อสัปดาห์ เป็นเวลา 2 สัปดาห์ รวมทั้งหมด 6 ครั้ง โดยในการปรับความเข้มข้นสนามแม่เหล็ก, ความถี่ที่ใช้และระยะเวลากระตุ้นนั้นผู้ทำการวิจัยจะดำเนินการปรับโดยเริ่มจากความเข้มข้นสนามแม่เหล็ก ความถี่ที่ใช้ และระยะเวลากระตุ้นที่มีค่าน้อยที่สุด พร้อมกับการสอบถามภาวะแทรกซ้อนของอาสาสมัครเป็นระยะ ถ้าอาสาสมัครไม่มีอาการผิดปกติผู้ทำการวิจัยจะปรับค่าความถี่และระยะเวลากระตุ้นเรื่อย ๆ จนถึงระดับสูงสุดที่อาสาสมัครไม่มีอาการผิดปกติ และไม่เกินค่ามาตรฐานของเครื่อง FMS

3. การประเมินผลการรักษาหลังจากติดตามในสัปดาห์ที่ 4 และ 8 โดยบันทึก น้ำหนัก รอบเอว วัดความหนาของชั้นไขมันใต้ผิวหนัง และความหนาของกล้ามเนื้อ rectus abdominis โดยการใช้เครื่องสะท้อนเสียงความถี่สูง เพื่อนำข้อมูลไปเปรียบเทียบกับก่อนการรักษา ครั้งที่ 4 และ 8 สัปดาห์ เทียบกับก่อนทำการวิจัย เป็นจำนวน 3 ครั้ง

4. บันทึกข้อมูลที่เกี่ยวข้องผลข้างเคียงที่เกิดขึ้นระหว่างการรักษาที่อาสาสมัครแจ้งทันที และเมื่อติดตามในสัปดาห์ที่ 4 และ 8 หลังการปรับกระชับรอบเอวครบ 6 ครั้ง

5. ประเมินความพึงพอใจในการรักษาเมื่อสิ้นสุดงานวิจัยในสัปดาห์ที่ 8 หลังการปรับกระชับรอบเอวครบ 6 ครั้ง

การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานทั่วไปโดยใช้สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive analysis) ได้แก่ จำนวน ร้อยละ (Percentage) ค่าเฉลี่ย (Mean) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน Standard deviation, S.D.)

วิเคราะห์ห้อนุมานทางสถิติค่าเฉลี่ยดัชนีมวลกายเปรียบเทียบกับก่อนการวิจัย และในสัปดาห์ที่ 8 หลังทำการศึกษารับด้วยสถิติ Repeated measured ANOVA โดยกำหนดค่าความเชื่อมั่นที่ 95% (p-value 0.05%)

เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของรอบเอว, ความหนาชั้นไขมันใต้ผิวหนัง และความหนาชั้นกล้ามเนื้อ rectus abdominis ก่อนการวิจัย และในสัปดาห์ที่ 4 และ 8 หลังทำการศึกษารับ ด้วยสถิติ Repeated measure ANOVA โดยกำหนดค่าความเชื่อมั่นที่ 95% (p-value 0.05%)

สถิติประเมินผลข้างเคียงจากการรักษา ใช้สถิติเชิงพรรณนา โดยคิดเป็นร้อยละของผลข้างเคียงที่พบ

สถิติประเมินความพึงพอใจในผลการรักษา ใช้สถิติเชิงพรรณนา โดยให้ผู้เข้าร่วมวิจัยตอบแบบสอบถาม

ข้อพิจารณาทางจริยธรรม

การวิจัยฉบับนี้ได้รับการรับรองจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง รหัสโครงการวิจัย EC 21080-20 กลุ่มอาสาสมัครได้รับการชี้แจงวัตถุประสงค์ของการศึกษา วิธีการเก็บข้อมูล และชี้แจงสิทธิของกลุ่มอาสาสมัครซึ่งสามารถถอนการเป็นกลุ่มอาสาสมัครได้โดยไม่ต้องแจ้งเหตุผลต่อผู้วิจัย โดยไม่ได้รับผลกระทบใดๆ ทั้งสิ้น และข้อมูลในการวิจัยนี้จะถูกเก็บเป็นความลับ ไม่นำมาเปิดเผย และนำผลประเมินที่ได้สรุปออกเป็นภาพรวมเพื่อประโยชน์ตามวัตถุประสงค์ของการศึกษาเท่านั้น

ผลการวิจัย

1. ข้อมูลทั่วไปกลุ่มอาสาสมัคร อาสาสมัครเข้าร่วมการวิจัยทั้งหมดจำนวน 24 คน มีการถอนตัวขณะทำการวิจัย จำนวน 4 คน เนื่องจากไม่มาตามนัดจากสถานการณ์การแพร่ระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนาสายพันธุ์ใหม่ 2019 ดังนั้นจึงเหลืออาสาสมัครจนจบโครงการ จำนวน 20 คน พบว่า อายุเฉลี่ย เท่ากับ 34.3 ± 6.88 ปี เป็นเพศหญิง จำนวน 14 คน คิดเป็นร้อยละ 70 ส่วนใหญ่อาชีพพนักงานบริษัท ร้อยละ 70 ส่วนใหญ่อาสาสมัครจำนวน 11 คน ไม่ออกกำลังกาย คิดเป็นร้อยละ 55 อาสาสมัครมีส่วนสูงเฉลี่ย เท่ากับ 163 ± 0.08 เซนติเมตร น้ำหนักเฉลี่ย เท่ากับ 60.05 ± 8.71 กิโลกรัม และดัชนีมวลกายเฉลี่ย เท่ากับ 22.54 ± 1.85 กิโลกรัม/เมตร²

2. ผลการเปรียบเทียบน้ำหนักของอาสาสมัครในช่วงระยะเวลาต่าง ๆ พบว่าอาสาสมัครมีค่าเฉลี่ยของน้ำหนักเมื่อก่อนเข้ารับการปรับกระชับรอบเอว, 4 และ 8 สัปดาห์ หลังจากการปรับกระชับรอบเอวครบ 6 ครั้ง เท่ากับ 60.05, 59.95 และ 60 กิโลกรัม ตามลำดับ ซึ่งจะเห็นได้ว่าน้ำหนักอาสาสมัครลดลง 0.07 และ 0.05 กิโลกรัม ตามลำดับ อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

3. ผลการเปรียบเทียบดัชนีมวลกายของอาสาสมัครในช่วงระยะเวลาต่าง ๆ พบว่าอาสาสมัครมีค่าเฉลี่ยของดัชนีมวลกายเมื่อก่อนเข้ารับการปรับกระชับรอบเอว, 4 และ 8 สัปดาห์ หลังจากการปรับกระชับรอบเอวครบ 6 ครั้ง 22.54, 22.49 และ 22.52 กิโลกรัม/เมตร² ตามลำดับ ซึ่งจะเห็นได้ว่าดัชนีมวลกายอาสาสมัครลดลง 0.05 และ 0.02 กิโลกรัม/เมตร² อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

4. ผลการวิเคราะห์เชิงเปรียบเทียบรอบเอว ของอาสาสมัครในช่วงเวลาต่าง ๆ

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์เชิงเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยรอบเอว ของอาสาสมัคร โดยภาพรวม ก่อนการปรับกระชับรอบเอว และหลังการปรับกระชับรูปร่าง 4 และ 8 สัปดาห์ จำนวน 20 คน

	Mean $\pm$ SD. (ซม.)	p-value
ก่อนการปรับกระชับรอบเอว	83.7 ± 7.59	1
4 สัปดาห์ หลังจากการปรับกระชับรอบเอวครบ 6 ครั้ง	81.36 ± 7.31	<0.001*

8 สัปดาห์ หลังจากการปรับกระชับรอบเอวครบ 6 ครั้ง	80.88 ± 7.61	<0.001*
---	--------------	---------

จากตารางที่ 1 พบว่าค่าเฉลี่ยของรอบเอวของอาสาสมัคร เมื่อทำการเปรียบเทียบระหว่างก่อนการปรับกระชับรอบเอว และ 4 สัปดาห์ หลังจากการปรับกระชับรอบเอวครบ 6 ครั้ง โดยใช้สถิติ Repeated measure ANOVA พบว่ารอบเอวของอาสาสมัครลดลง 2.34 เซนติเมตร อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.001$) และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างก่อนการปรับกระชับรอบเอว และ 8 สัปดาห์ หลังจากการปรับกระชับรอบเอวครบ 6 ครั้ง พบว่ารอบเอวของอาสาสมัครลดลง 0.46 เซนติเมตร อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.001$)

5. ผลการวิเคราะห์เชิงเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความหนาชั้นไขมันใต้ผิวหนัง (Subcutaneous fat) ของอาสาสมัครในช่วงเวลาต่าง ๆ

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์เชิงเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความหนาชั้นไขมันใต้ผิวหนังอาสาสมัคร โดยภาพรวมก่อนการปรับรอบเอว, และหลังการปรับกระชับรูปร่าง 4 และ 8 สัปดาห์ จำนวน 20 คน

	Mean ± SD. (มม.)	p-value
ก่อนการปรับกระชับรอบเอว	14.55 ± 7.02	1
4 สัปดาห์ หลังจากการปรับกระชับรอบเอวครบ 6 ครั้ง	13.31 ± 6.57	<0.001*
8 สัปดาห์ หลังจากการปรับกระชับรอบเอวครบ 6 ครั้ง	13.30 ± 6.13	0.003*

จากตารางที่ 2 พบว่าค่าเฉลี่ยของความหนาชั้นไขมันใต้ผิวหนังของอาสาสมัคร เมื่อทำการเปรียบเทียบระหว่างก่อนการปรับกระชับรอบเอว และ 4 สัปดาห์หลังการปรับกระชับรอบเอว โดยใช้สถิติ Repeated measure ANOVA พบว่าความหนาชั้นไขมันใต้ผิวหนังของอาสาสมัครลดลง 1.24 มิลลิเมตร อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.001$) และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างก่อนการปรับกระชับรอบเอว และ 8 สัปดาห์หลังการปรับกระชับรอบเอว พบว่ารอบเอวของอาสาสมัครลดลง 1.25 มิลลิเมตร อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p = 0.003$)

6. ผลการวิเคราะห์เชิงเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความหนาชั้นกล้ามเนื้อ rectus abdominis ของอาสาสมัครในช่วงเวลาต่าง ๆ

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์เชิงเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความหนาชั้นกล้ามเนื้อ Rectus abdominis ของอาสาสมัคร โดยภาพรวมก่อนการปรับรอบเอว (Baseline), และหลังการปรับกระชับรูปร่าง 4 และ 8 สัปดาห์ (4 and 8 weeks follow-up) จำนวน 20 คน

	Mean $\pm$ SD. (มม.)	p-value
ก่อนการปรับกระชับรอบเอว (Baseline)	10.18 $\pm$ 3.34	1
4 สัปดาห์ หลังจากการปรับกระชับรอบเอวครบ 6 ครั้ง (4 weeks follow-up)	11.37 $\pm$ 3.85	<0.001*
8 สัปดาห์ หลังจากการปรับกระชับรอบเอวครบ 6 ครั้ง (8 weeks follow-up)	10.86 $\pm$ 3.5	<0.001*

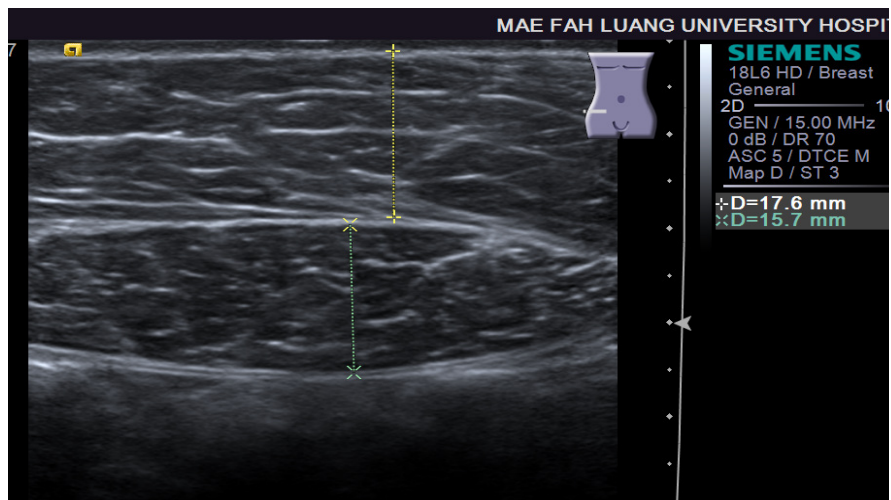
จากตารางที่ 3 พบว่าค่าเฉลี่ยของความหนาชั้นกล้ามเนื้อ rectus abdominis ของอาสาสมัคร เมื่อทำการเปรียบเทียบระหว่างก่อนการปรับกระชับรอบเอว และ 4 สัปดาห์หลังการปรับกระชับรอบเอว โดยใช้สถิติ Repeated measure ANOVA พบว่าความหนาชั้นกล้ามเนื้อ rectus abdominis ของอาสาสมัครเพิ่มขึ้น 1.19 มิลลิเมตร อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.001$) และเมื่อทำการเปรียบเทียบระหว่างก่อนการปรับกระชับรอบเอว และ 8 สัปดาห์หลังการปรับกระชับรอบเอว พบว่ารอบเอวของอาสาสมัครเพิ่มขึ้น 0.68 มิลลิเมตร อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเช่นเดียวกัน ($p < 0.001$)

7. การประเมินผลข้างเคียงของอาสาสมัคร

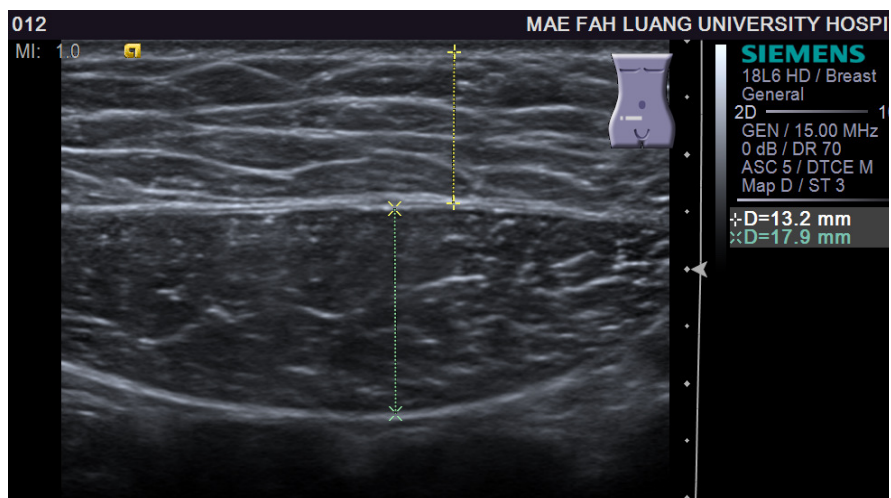
ตารางที่ 4 จำนวนและร้อยละภาวะข้างเคียงที่เกิดขึ้นในช่วงเวลาต่าง ๆ จำนวน 20 คน

อาการ	จำนวน (ราย)	ร้อยละ
อาการระบมบริเวณที่ติดอุปกรณ์ 1-2 วัน	10	50
อาการล้าบริเวณที่ติดอุปกรณ์	4	20
ไม่มีภาวะข้างเคียง	6	30

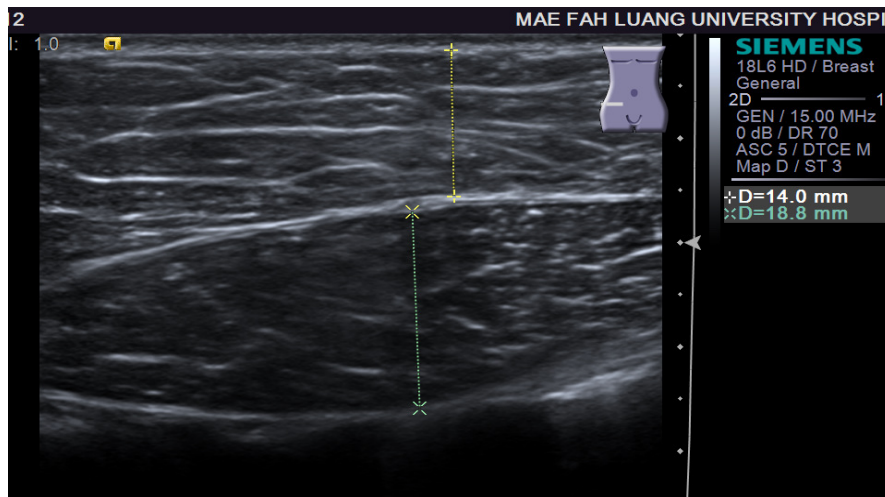
8. การประเมินความพึงพอใจในผลการการปรับกระชับรอบเอวด้วยเครื่องกระตุ้นด้วยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเข้มข้นสูงแบบโพกัสสำหรับการปรับรูปร่างบริเวณหน้าท้องแบบไม่รุนแรง พบว่า มีระดับความพึงพอใจในผลการรักษามากที่สุด (คะแนน 9-10) ร้อยละ 90, มีความพึงพอใจในผลการรักษามาก (คะแนน 7-8) ร้อยละ 10



ภาพ 1 แสดงความหนาชั้นไขมันใต้ผิวหนัง และความหนากล้ามเนื้อ rectus abdominis ของอาสาสมัคร ก่อนทำการปรับกระชับรูปร่าง



ภาพ 2 แสดงความหนาชั้นไขมันใต้ผิวหนัง และความหนากล้ามเนื้อ rectus abdominis ของอาสาสมัคร 4 สัปดาห์ หลังการปรับกระชับรอบเอวครบ 6 ครั้ง (4 weeks follow-up)



ภาพ 3 แสดงความหนาชั้นไขมันใต้ผิวหนัง และความหนากล้ามเนื้อ rectus abdominis ของอาสาสมัคร 8 สัปดาห์ หลังการปรับกระชับรอบเอวครบ 6 ครั้ง (8 weeks follow-up)

สรุปและอภิปรายผล

1. การเปรียบเทียบความแตกต่างของน้ำหนักก่อนการปรับกระชับรอบเอว และ 4,8 สัปดาห์ หลังการปรับกระชับรอบเอวครบ 6 ครั้ง ของอาสาสมัคร พบว่าค่าเฉลี่ยของน้ำหนักของอาสาสมัครก่อนการปรับกระชับรอบเอวด้วยเครื่อง HIFEM เทียบกับ 4 และ 8 สัปดาห์ หลังจากการปรับกระชับรอบเอว ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p = 0.598, 0.782$ ตามลำดับ) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Steffen Giesse (2021) ซึ่งพบว่าน้ำหนักของอาสาสมัครผู้เข้ารับการปรับรูปร่างบริเวณท้องด้วยเครื่อง High-intensity electromagnetic นั้น ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งสามารถสรุปได้ว่า การกระตุ้นกล้ามเนื้อด้วยเครื่อง HIFEM ไม่ได้มีผลต่อน้ำหนักของอาสาสมัคร

2. การเปรียบเทียบความแตกต่างของดัชนีมวลกาย ก่อนการปรับกระชับรอบเอว และ 4,8 สัปดาห์ หลังการปรับกระชับรอบเอวครบ 6 ครั้ง ของอาสาสมัคร พบว่าค่าเฉลี่ยของดัชนีมวลกายของอาสาสมัครก่อนการปรับกระชับรอบเอวด้วยเครื่อง HIFEM เทียบกับ 4 และ 8 สัปดาห์ หลังจากการปรับกระชับรอบเอว ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\text{-value} = 0.348, 0.804$ ตามลำดับ) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Steffen Giesse (2021) ซึ่งพบว่าดัชนีมวลกายของอาสาสมัครผู้เข้ารับการปรับรูปร่างบริเวณท้องด้วยเครื่อง High-intensity electromagnetic นั้น ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งสามารถสรุปได้ว่า การกระตุ้นกล้ามเนื้อด้วยเครื่อง HIFEM ไม่ได้มีผลต่อดัชนีมวลกายของอาสาสมัคร

3. การเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยรอบเอว ก่อนการปรับกระชับรอบเอว และ 4,8 สัปดาห์ หลังการปรับกระชับรอบเอวครบ 6 ครั้ง ของอาสาสมัคร พบว่าเมื่อเทียบค่าเฉลี่ยรอบเอวของอาสาสมัครเทียบกับรอบเอวของอาสาสมัครเมื่อ 4 สัปดาห์ หลังการปรับกระชับรอบเอวครบ 6 ครั้ง นั้นพบว่ารอบเอว

ลดลง 2.34 เซนติเมตร อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และ เมื่อติดตามไป 8 สัปดาห์ หลังการปรับกระชับรอบเอวครบ 6 ครั้ง พบว่าค่าเฉลี่ยรอบเอวลดลง 0.46 เซนติเมตร อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

4. การเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความหนาชั้นไขมันใต้ผิวหนังบริเวณหน้าท้อง ก่อนการปรับกระชับรอบเอว และ 4,8 สัปดาห์ หลังการปรับกระชับรอบเอวครบ 6 ครั้ง ของอาสาสมัคร พบว่าเมื่อเทียบค่าเฉลี่ยความหนาชั้นไขมันใต้ผิวหนังบริเวณหน้าท้องของอาสาสมัคร เทียบกับค่าเฉลี่ยความหนาชั้นไขมันใต้ผิวหนังบริเวณหน้าท้องเมื่อ 4 สัปดาห์ หลังการปรับกระชับรอบเอวครบ 6 ครั้ง นั้นพบว่าค่าเฉลี่ยความหนาชั้นไขมันใต้ผิวหนังบริเวณหน้าท้อง ลดลง 1.24 มิลลิเมตร อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และ เมื่อติดตามไป 8 สัปดาห์ หลังการปรับกระชับรอบเอวครบ 6 ครั้ง พบว่าค่าเฉลี่ยความหนาชั้นไขมันใต้ผิวหนังบริเวณหน้าท้อง ลดลง 1.25 เซนติเมตร อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

5. การเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความหนากล้ามเนื้อ rectus abdominis ก่อนการปรับกระชับรอบเอว และ 4,8 สัปดาห์ หลังการปรับกระชับรอบเอวครบ 6 ครั้ง ของอาสาสมัคร พบว่าเมื่อเทียบค่าเฉลี่ยความหนากล้ามเนื้อ rectus abdominis ของอาสาสมัคร เทียบกับค่าเฉลี่ยความหนากล้ามเนื้อ rectus abdominis ของอาสาสมัครเมื่อ 4 สัปดาห์ หลังการปรับกระชับรอบเอวครบ 6 ครั้ง นั้นพบว่าค่าเฉลี่ยความหนากล้ามเนื้อ rectus abdominis เพิ่มขึ้น 1.19 มิลลิเมตร อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และ เมื่อติดตามไป 8 สัปดาห์ หลังการปรับกระชับรอบเอวครบ 6 ครั้ง พบว่าค่าเฉลี่ยความหนากล้ามเนื้อ rectus abdominis เพิ่มขึ้น 0.68 มิลลิเมตร อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

จากการวิจัยของ Carolyn I. Jacob และ Katsy Paskova ในปี ค.ศ.2018 ได้ทำการศึกษาการลดขนาดรอบเอว และการเพิ่มขึ้นของกล้ามเนื้อหน้าท้องในอาสาสมัครกลุ่มอายุ 20 - 47 ปี จำนวน 22 คน คน ค่าเฉลี่ยดัชนีมวลกาย (BMI) เท่ากับ 23.8 กิโลกรัม/เมตร² ด้วยเครื่อง high-intensity focused electromagnetic จำนวน 4 ครั้ง ครั้งละ 30 นาที แต่ละครั้งห่างกัน 2-3 วัน เปรียบเทียบก่อนการปรับรอบเอว, ภายหลังการปรับรอบเอวครั้งสุดท้าย และ 3 เดือน หลังการปรับรอบเอวครั้งสุดท้าย และประเมินความพึงพอใจของอาสาสมัครที่ 3 เดือน หลังการปรับรอบเอวครั้งสุดท้าย พบว่ารอบเอวหลังจากการปรับรอบเอวครั้งสุดท้ายมีขนาดลดลง 3.29 ± 1.9 เซนติเมตรเมื่อติดตามไป 3 เดือนหลังการปรับรอบเอวครั้งสุดท้าย อาสาสมัครมีรอบเอวลดลง 4.37 ± 2.63 เซนติเมตร ($p\text{-value} < 0.01$) และความพึงพอใจของอาสาสมัคร เท่ากับ 92%

จากการศึกษาของ Steffen Giesse ในปี ค.ศ. 2021 ได้ทำการศึกษาประสิทธิภาพของการใช้เครื่อง high-intensity focused electromagnetic field (HIFEM) ในการลดไขมันและเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหน้าท้องและบั้นท้าย ในอาสาสมัครอายุระหว่าง 23-29 ปี จำนวน 14 คน ค่าเฉลี่ยดัชนีมวลกาย เท่ากับ 22.54 กิโลกรัม/เมตร² เข้ารับการปรับรอบเอวด้วยเครื่อง HIFEM จำนวน 4 ครั้ง ครั้งละ 30 นาที เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของความหนากล้ามเนื้อ rectus abdominis, ไขมันใต้ชั้นผิวหนัง โดยการวัดด้วยเครื่องสะท้อนเสียงความถี่สูง, ขนาดรอบเอวอาสาสมัคร และความพึงพอใจของอาสาสมัคร ก่อนทำการปรับรูปร่าง, ทันทีหลังการปรับรูปร่างครั้งสุดท้าย และ 8 สัปดาห์ หลังการปรับรูปร่างครั้งสุดท้าย พบว่า เมื่อทำการวัดด้วยเครื่องสะท้อนเสียงความถี่สูง ความหนากล้ามเนื้อ rectus abdominis เพิ่มขึ้น 26.1% และไขมันใต้ชั้นผิวหนัง

ลดลง 15.7%, รอบเอวลดลง 2.84 เซนติเมตร และยังพบว่าความพึงพอใจของอาสาสมัครเมื่อติดตามไป 8 สัปดาห์ หลังการปรับรูปร่างครั้งสุดท้าย เท่ากับ 100%

จากการศึกษาของ Bruce Katz, Robert Bard, Richard Goldfarb และคณะ ในปี ค.ศ. 2019 ทำการประเมินความหนาชั้นไขมันใต้ผิวหนัง ภายหลังการปรับรูปร่างด้วยเครื่อง High-intensity focused electromagnetic field device โดยการวัดด้วยเครื่องสะท้อนความถี่สูง ในอาสาสมัครจำนวน 33 คน อายุเฉลี่ยเท่ากับ 40.8 ปี, ดัชนีมวลกายเฉลี่ย เท่ากับ $24.5 \text{ กิโลกรัม/เมตร}^2$ เข้ารับการปรับรอบเอวด้วยเครื่อง HIFEM 4 ครั้ง ระยะเวลา 30 นาทีต่อครั้ง แต่ละครั้งห่างกัน 2 วัน ผลการศึกษาพบว่า ค่าเฉลี่ยของความหนาชั้นไขมันใต้ผิวหนังเมื่อติดตามไป 4 สัปดาห์ หลังการปรับรอบเอวครั้งสุดท้ายมีขนาดลดลง 19% และเมื่อติดตามไป 3 เดือน พบว่าขนาดรอบเอวลดลง 23.3% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และยังพบว่าอาสาสมัครมีความพึงพอใจเท่ากับ 91%

จากการศึกษาของ David E. Kent และ Brian M. Kinney ในเดือนกุมภาพันธ์ ค.ศ. 2021 ทำการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ภาคตัดขวาง (Cross sectional area, CSA) ของ visceral adipose tissue ด้วยเครื่องเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ (Computed tomography, CT) ในกลุ่มอาสาสมัครจำนวน 22 คน อายุเฉลี่ย 47.3 ± 8.4 ปี, ดัชนีมวลกายเฉลี่ย เท่ากับ $23.5 \pm 3.5 \text{ กิโลกรัม/เมตร}^2$ ที่เข้ารับการปรับรอบเอวด้วยเครื่อง HIFEM จำนวน 8 ครั้ง 30 นาทีต่อครั้ง ระยะห่างแต่ละครั้ง ประมาณ 2-3 วัน ผลการศึกษาพบว่าค่าเฉลี่ยพื้นที่ตัดขวางของ visceral adipose tissue เมื่อทำการวัดด้วยเครื่องเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ มีขนาดลดลง จาก 110.6 ± 69 เหลือ 93.9 ± 54.6 ตารางเซนติเมตร (เปลี่ยนแปลง 16.7%)

ดังนั้นจึงสามารถสรุปได้ว่าเครื่อง HIFEM ซึ่งใช้เทคโนโลยีกระตุ้นกล้ามเนื้อด้วยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าสามารถลดขนาดรอบเอว ลดความหนาของชั้นไขมันใต้ผิวหนังบริเวณหน้าท้อง และเพิ่มความหนากล้ามเนื้อ rectus abdominis ได้ โดยไม่ทำให้น้ำหนัก และค่าดัชนีมวลกายของอาสาสมัครเปลี่ยนแปลง

6. จากการประเมินผลข้างเคียงจากการปรับกระชับรอบเอวด้วยเครื่อง HIFEM พบว่าอาสาสมัครจำนวน ร้อยละ 50 มีอาการระบมบริเวณหน้าท้องตำแหน่งที่ติดอุปกรณ์ โดยมีอาการประมาณ 1-2 วัน ซึ่งหายได้เองโดยไม่ได้รับการรักษา, อาสาสมัคร จำนวน ร้อยละ 20 มีอาการล้าบริเวณหน้าท้องหลังการปรับกระชับรอบเอว โดยมีอาการประมาณ 1 วัน อาการดังกล่าวหายได้เองโดยไม่ได้รับการรักษา และมีอาสาสมัครจำนวน 6 ราย ไม่มีผลข้างเคียงจากการทำวิจัย นอกจากนี้ยังพบว่าไม่มีอาสาสมัครที่มีผลข้างเคียงแบบรุนแรง เช่น รอบใหญ่, การอักเสบ, การแพ้ หรือการติดเชื้อในบริเวณที่ติดอุปกรณ์ ซึ่งอาการข้างเคียงที่เกิดขึ้นนั้นเกิดจากการที่คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าสามารถกระตุ้นกล้ามเนื้อบริเวณหน้าท้องให้มีการหดเกร็งโดยไม่ก่อให้เกิดผลข้างเคียงที่รุนแรง โดยอาการข้างเคียงสามารถอธิบายได้จากการเปลี่ยนแปลงของสนามแม่เหล็กไฟฟ้าบริเวณเนื้อเยื่อ ส่งผลให้เกิดการสร้างกระแสไฟฟ้าขึ้น และลดศักยภาพไฟฟ้าที่เซลล์ประสาทสั่งการ ก่อให้เกิดกล้ามเนื้อหดตัวขึ้น

7. จากผลการประเมินความพึงพอใจของอาสาสมัครผู้เข้าร่วมการวิจัยพบว่าอาสาสมัครมีความพึงพอใจในผลการรักษาระดับพึงพอใจมาก

โดยข้อจำกัดของการศึกษาวิจัยนี้ คือ ยังไม่มีการศึกษา ยังไม่มีการทำการวิจัยเพื่อศึกษาประสิทธิภาพของการใช้เครื่องกระตุ้นด้วยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (HIFEM) ในประเทศไทยมาก่อน ดังนั้นจึงไม่มีการศึกษาอื่นในประเทศเพื่อใช้เปรียบเทียบกับการศึกษา และประสิทธิภาพของการวัดชั้นไขมันในช่องท้อง (Visceral abdominal fat; VAT) จากเครื่องสะท้อนความถี่สูงจะด้อยประสิทธิภาพกว่าการวัดด้วยเครื่องเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ (CT scan) จึงไม่ได้ศึกษาการเปลี่ยนแปลง visceral abdominal fat ในการวิจัยนี้

ข้อเสนอแนะ

1. ทำการศึกษาผลการรักษาด้วยเครื่อง HIFEM เพื่อประเมินการเปลี่ยนแปลงของชั้นไขมันในช่องท้อง (Visceral abdominal thickness) ในอนาคต
2. ทำการศึกษาถึงผลข้างเคียงของการปรับรูปร่างด้วยเครื่อง HIFEM ในระยะเวลาที่ยาวมากขึ้น เพื่อให้ทราบถึงความปลอดภัยของการใช้เครื่อง HIFEM ในการปรับรูปร่างในระยะยาว
3. เป็นแนวทางในการทำการศึกษาร่วมกับวิธีการปรับกระชับรอบเอวด้วยเครื่องกระตุ้นกล้ามเนื้อด้วยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าแบบเข้มข้นชนิดโฟกัสร่วมกับวิธีการควบคุมอาหาร การออกกำลังกาย ว่ามีประสิทธิภาพในการลดขนาดรอบเอวได้แตกต่างกันหรือไม่ ในอนาคต

ดังนั้นจากการศึกษานี้จึงสรุปได้ว่า การใช้เครื่องกระตุ้นด้วยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าชนิด High-intensity Focused Electromagnetic ชนิด Functional magnetic stimulation มีประสิทธิภาพในการลดขนาดรอบเอว ลดความหนาชั้นไขมัน และเพิ่มความหนากล้ามเนื้อ rectus abdominis กลุ่มอาสาสมัครที่มีดัชนีมวลกาย 20-25 กิโลกรัม/เมตร² โดยไม่ก่อให้เกิดผลข้างเคียงรุนแรง

เอกสารอ้างอิง

ถิรจิต บุญแสง. (2562). *ดัชนีมวลกายสำคัญอย่างไร*. สืบค้นเมื่อ 10 พฤศจิกายน 2563, จาก

www.si.mahidol.ac.th/Th/healthdetail.asp?aid=1361.

วิสนีย์ ศรีสุวรรณ. (2559). *Collective Review Abdominal wall reconstruction*. สืบค้นเมื่อ 10 พฤศจิกายน 2563, จาก

[http://medinfo2.psu.ac.th/surgery/Collective%20review/2561/8.Abdominal_wall_reconstruction%20\(Wisani%2016.5.61\).pdf](http://medinfo2.psu.ac.th/surgery/Collective%20review/2561/8.Abdominal_wall_reconstruction%20(Wisani%2016.5.61).pdf)

Avci, P., Nyame, T. T., Gupta, G. K., Sadasivam, M., & Hamblin, M. R. (2013). Low-level laser therapy for fat layer reduction: a comprehensive review. *Lasers in Surgery and Medicine*, 45(6), 349-357. doi: 10.1002.lsm.22153.

Bass, L. S., & Doherty, S. T. (2018). Safety and efficacy of a non-invasive 1060 nm diode laser for fat reduction of the abdomen. *Journal of Drugs in Dermatology*, 17, 106-112.

- Bruce, K., Robert, B., Richard, G., Aaron, S., & Dilyana, K. (2019). Ultrasound Assessment of Subcutaneous Abdominal Fat Thickness After Treatments With a High-Intensity Focused Electromagnetic Field Device: A Multicenter Study. *The American Society for Dermatologic Surgery*, 45(12), 1542-1548. doi:10.1097/DSS.0000000000001902.
- Centers for Disease Control and Prevention (CDC). (n.d.). *Healthy weight, Nutrition, and Physical activity*. Retrieved November 10, 2020, from www.cdc.gov/healthyweight/assessing/index.html
- David, E. K., & Brian, M. K. (2021). The effect of high-intensity focused electromagnetic procedure on visceral adipose tissue: Retrospective assessment of computed tomography scans. *Journal of Cosmetic Dermatology*, 20, 757-762. doi: 10.1111/jocd.13952.
- De Souza, M. M., Jewell, A. D., Grief, S. N., & Vail, B. A. (2018). Plastic surgery for women. *Primary Care*, 45(4), 705-717. doi: 10.1016/j.pop.2018.07.008.
- Del Pino, E. M., Rosado, R. H., Azuela, A., Guzman, G. M., Rosado, G. M. (2006). Effect of controlled volumetric tissue heating with radiofrequency on cellulite and the subcutaneous tissue of the buttocks and thighs. *Journal of Drugs in Dermatology*, 5(8), 714-222.
- Jacob, C. I., & Paskova, K. (2018). Safety and efficacy of a novel high-intensity focused electromagnetic technology device for non-invasive abdominal body shaping. *Journal of Cosmetic Dermatology*, 17, 783-787. doi: 10.1111/jocd.12779.
- Jacob, C., Kinney, B., Busso, M., Chilukuri, S., Denkova, R. (2018). High intensity focused electromagnetic technology (HIFEM) for non-invasive buttock lifting and toning of Gluteal muscles: a multi-center efficacy and safety study. *Journal of Drugs in Dermatology*, 17, 1229-1232.
- Jewell, M. L., Weiss, R. A., Baxter, R. A., Cox, S. E., Schlessinger, J. (2012). Safety and tolerability of high-intensity focused ultrasonography for noninvasive body sculpting: 24-week data a randomized, sham-controlled study. *Aesthetic surgery journal*, 32(7), 868-876. doi:10.1177/1090820X12455190
- Julie, A. H., Tanja, M., Daniel, L. N., Warren, R. S., & Carolyn, A. R. (2007). Ultrasound imaging assessment of abdominal muscle function during drawing-in of the abdominal wall: an intrarater reliability study. *The journal of orthopaedic and sports physical therapy*, 37(8), 480-486. doi: 10.2519/jospt.2007.2416.
- Kinney, B. M., & Lozanova, P. (2019). High intensity focused electromagnetic therapy evaluated by magnetic resonance imaging: Safety and efficacy study of dual tissue effect based non-invasive abdominal body shaping. *Lasers in Surgery and Medicine*, 50, 40-46. doi:10.1002/lsm.23024.

- Klein, K. B., Zelickson, B., Riopelle, J. G., Okamoto, E., Preciado, J. A. (2009). Non-invasive cryolipolysis for subcutaneous fat reduction does not affect serum lipid levels or liver function tests. *Lasers in Surgery and Medicine*, 41(10), 785-790. doi: 10.1002/lsm.20850.
- Kruger, J., Lee, C-D, Ainsworth, B. E., & Macera, C. A. (2008). Body size satisfaction and physical activity levels among men and women. *Obesity*, 16(8), 1976-1979. doi: 10.1038/oby.2008.311.
- Lin, V. W., Hseish, C., Hsiao, I. N., & Canfield, J. (1998). Functional magnetic stimulation of expiratory muscles: a noninvasive and new method for restoring cough. *Journal of Applied Physiology*, 84(4), 1144-1150. doi: 10.1152/jappl.1998.84.4.1144.
- Manuskiatti, W., Wachirakaphan, C., Lektrakul, N., & Varothai, S. (2009). Circumference reduction and cellulite treatment with a Tripollar radiofrequency device: a pilot study. *Journal of European Academy of Dermatology and Venereology*, 23(7), 820-827. doi: 10.1111/j.1468-3083.2009.03254.x.
- Mazzoni, D., Lin, M. J., Dubin, D. P., & Khorasani, H. M. (2019). Review of non-invasive body contouring devices for fat reduction, skin tightening and muscle definition. *Australian Journal of Dermatology*, 60(4), 278-283. doi: 10.1111/adj.13090.
- Mendes, D. A., Nahas, F. X., Veiga, D. F., Mendes, F. V., Ferreira, L. M. (2007). Ultrasonography for measuring rectus abdominis muscles diastasis. *Acta ciirurgica brasileira*, 22(3), 182-186. doi: 10.1590/s0102-865020070030005.
- Patel, N. G., Ratanshi, I., & Buchel, E. W. (2018). The Best of Abdominal Wall Reconstruction. *Plastic and Reconstructive Surgery*, 141(1), 113e-136e. doi: 10.1097/PRS.00000000000003976.
- Shannon, W., Demetrius, M. C., & Raffi, G. (2020). Liposuction: Concepts, safety, and techniques in body-contouring surgery. *Cleveland Clinic Journal of Medicine*, 87(6), 367-375. doi: 10.3949/ccjm.87a.19097.
- Steffen, G. (2021). A german Prospective Study of the Safety and Efficacy of a non-Invasive, High-intensity, Electromagnetic Abdomen and Buttock Contouring Device. *The Journal of Clinical and Aesthetic Dermatology*, 14(1), 30-33.
- Sukal, S. A., & Geronemus, R. G. (2008). Thermage: the nonablative radiofrequency for rejuvenation. *Clinics in Dermatology*, 26, 602-607. doi: 10.1016/j.clindermatol.2007.09.007.
- The American Society for Aesthetic Plastic Surgery (2016). *Cosmetic surgery national data bank statistics*. Retrieved June 4, 2019, from <http://www.surgery.org/sites/default/files/ASAPS-Stats2016.pdf>.

The American Society for Aesthetic Plastic Surgery. (2017). *Procedural Statistics*. Retrieved June 4, 2019, from <https://www.surgery.org/sites/default/files/ASAPS-Stats2017.pdf>

Varun, V. D., & Milind, S. W. (2013). Unfavorable outcomes of liposuction and their management. *Indian Journal of Plastic Surgery*, 46(2), 377-392. doi: 10.4103/0970-0358.118617.