



การศึกษาเปรียบเทียบผลของเลเซอร์กำลังจันไดโอด ความยาวคลื่นผสม
ที่ 810, 940 และ 1,060 นาโนเมตร ด้วยวิธีดั้งเดิม และวิธีต่อเนื่อง
ต่อการเปลี่ยนแปลงของเหงื่อบริเวณรักแร้

EFFECT OF AXILLARY HAIR EPILATION THERAPY USING A DIODE LASER WITH
A COMBINED WAVELENGTH OF 810, 940, AND 1,060 NANOMETERS IN STATIC
MODE COMPARED TO DYNAMIC MODE ON SWEAT PRODUCTION

ชนวีร์ ทปฎา

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

2567

การศึกษาเปรียบเทียบผลของเลเซอร์กำลังจันไดโอด ความยาวคลื่นผสม
ที่ 810, 940 และ 1,060 นาโนเมตร ด้วยวิธีดั้งเดิม และวิธีต่อเนื่อง
ต่อการเปลี่ยนแปลงของเหงือบริเวณรักแร้



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาตจวิทยา
คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ปีการศึกษา 2567
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

EFFECT OF AXILLARY HAIR EPILATION THERAPY USING A DIODE LASER WITH
A COMBINED WAVELENGTH OF 810, 940, AND 1,060 NANOMETERS IN STATIC
MODE COMPARED TO DYNAMIC MODE ON SWEAT PRODUCTION



CHANAWEE DOPPHOOPHA

An Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of MASTER OF SCIENCE
(Dermatology)

Faculty of Medicine, Srinakharinwirot University

2024

Copyright of Srinakharinwirot University

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง

การศึกษาเปรียบเทียบผลของเลเซอร์กำลังชนไดโอด ความยาวคลื่นผสม
ที่ 810, 940 และ 1,060 นาโนเมตร ด้วยวิธีดั้งเดิม และวิธีต่อเนื่อง
ต่อการเปลี่ยนแปลงของเหงือบริเวณรักแร้

ของ

ชนวีร์ ทปฎา

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาตจวิทยา

ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

(รองศาสตราจารย์ นายแพทย์ฉัตรชัย เอกปัญญาสกุล)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

คณะกรรมการสอบปากเปล่าปริญญานิพนธ์

..... ที่ปรึกษาหลัก ประธาน

(รองศาสตราจารย์ แพทย์หญิงสาลินี วิจารณ์รัฐสกุล) (รองศาสตราจารย์ นายแพทย์พูลเกียรติ สุขนงนิต)

..... กรรมการ

(ศาสตราจารย์ นายแพทย์มนตรี อุดมเพทยกุล)

ชื่อเรื่อง	การศึกษาเปรียบเทียบผลของเลเซอร์กำจัดขนไดโอด ความยาวคลื่นผสม ที่ 810, 940 และ 1,060 นาโนเมตร ด้วยวิธีดั้งเดิม และวิธีต่อเนื่อง ต่อการเปลี่ยนแปลงของเหงื่อบริเวณรักแร้
ผู้วิจัย	ชนวีร์ ทปฎมา
ปริญญา	วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต
ปีการศึกษา	2567
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ แพทย์หญิง สาลินี ใจจันท์วิญญูสกุล

การกำจัดขนด้วยเลเซอร์นั้นเป็นวิธีที่ได้รับความนิยมมากในปัจจุบัน โดยพบว่าผลข้างเคียงอย่างหนึ่ง คือการเปลี่ยนแปลงของเหงื่อ โดยผลการศึกษาที่มีในปัจจุบันยังมีความขัดแย้งกัน จึงเป็นที่มาของการศึกษานี้ ที่ศึกษาวิจัยเชิงทดลองทางคลินิกแบบไปข้างหน้า ที่มีการเปรียบเทียบระหว่างการยิงเลเซอร์ 2 เทคนิค แบบสุ่ม ภายในอาสาสมัครคนเดียวกัน (Prospective randomized split-side controlled study) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของเลเซอร์กำจัดขนไดโอด ความยาวคลื่นผสม ที่ 810, 940 และ 1,060 นาโนเมตร ด้วยวิธีดั้งเดิม และวิธีต่อเนื่อง ต่อการเปลี่ยนแปลงของเหงื่อบริเวณรักแร้ รวมถึงกลิ่นตัว เส้นขน ผลข้างเคียงที่อาจเกิดขึ้น รวมถึงความพึงพอใจต่อการรักษา โดยทำการศึกษาแบบสุ่ม และปกปิดทางเดียว ในชาวไทย โดยเป็นอาสาสมัครสุขภาพดี ที่ต้องการกำจัดขนรักแร้ด้วยเลเซอร์ รวมทั้งสิ้น 40 คน โดยข้างหนึ่งได้รับการทำเลเซอร์กำจัดขนด้วยวิธีดั้งเดิม และอีกข้างด้วยวิธีต่อเนื่อง โดยอาสาสมัครได้รับการทำเลเซอร์กำจัดขน จำนวน 4 ครั้ง ระยะห่างครั้งละ 4 สัปดาห์ หลังจากนั้นติดตามอาการต่ออีก 2 ครั้ง ระยะห่างครั้งละ 6 สัปดาห์ รวมระยะเวลาทั้งสิ้น 24 สัปดาห์ ประเมินผลด้วยคะแนน Hyperhidrosis Disease Severity Scale (HDSS), Sweat Intensity Visual Scale (SIVS) จากการทดสอบด้วยไอโอดีนและแป้ง (Iodine-starch Test) และอัตราการแห้งเหงื่อ จากการประเมินด้วย gravimetry โดยจากคะแนนเฉลี่ยของ HDSS, SIVS, Gravimetry พบว่าในทั้งวิธีดั้งเดิมและต่อเนื่อง สามารถลดเหงื่อได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยคะแนน HDSS โดยรวมลดลงจากก่อนการรักษาที่คะแนน 2.08 เป็น 1.41 ที่สัปดาห์ที่ 24 ($p\text{-value} < 0.001$), คะแนนเฉลี่ยของ SIVS ลดลง โดยวิธีดั้งเดิมลดลงจาก 2.35 เป็น 1.81 ($p\text{-value} = 0.008$) วิธีต่อเนื่องลดลงจาก 2.58 เป็น 2 ($p\text{-value} = 0.002$) แต่หากคิดส่วนต่างความเปลี่ยนแปลงโดยใช้เกณฑ์ส่วนต่าง ≥ 2 ถือว่ามีการเปลี่ยนแปลง พบว่าอาสาสมัครส่วนใหญ่ จัดอยู่ในกลุ่มที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงของเหงื่ออย่างมีนัยสำคัญ โดยในรักแร้ข้างที่ยิงด้วยวิธีดั้งเดิมคิดเป็น 67.6 % และในข้างที่ยิงด้วยวิธีต่อเนื่องคิดเป็น 62.2 % ของทั้งหมดในกลุ่มเดียวกัน, อัตราการแห้งเหงื่อจาก gravimetry ลดลง โดยค่าเฉลี่ยของวิธีดั้งเดิมลดลงจาก 0.0046 เป็น 0.0011 ที่สัปดาห์ที่ 24 และวิธีต่อเนื่องจาก 0.0039 เป็น 0.0013 ($p\text{-value} < 0.001$ ทั้ง 2 วิธี) โดยการวัดผลด้วย SIVS และ gravimetry พบว่าทั้ง 2 วิธีไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p\text{-value} = 0.105$ และ 0.654 ตามลำดับ) ในส่วนของกลิ่นตัวจากการประเมินด้วย Modified Axillary Malodor Score (mAMS) พบว่ามีจำนวนอาสาสมัครที่จัดอยู่ในกลุ่มที่ไม่มีกลิ่นตัวเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยเพิ่มขึ้นจาก 10 คน (25.0 %) เป็น 25 คน (67.6 %) ที่สัปดาห์ที่ 24 ($p\text{-value} < 0.001$) ในส่วนของความหนาแน่นเส้นขนประเมินโดย Global photography score และ Total hair count พบว่าเส้นขนลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($p\text{-value} < 0.001$) ในแง่ของผลข้างเคียงพบอาการเจ็บที่มากกว่าในข้างที่รักษาด้วยเลเซอร์กำจัดขนวิธีดั้งเดิมอย่างมีนัยสำคัญ ($p\text{-value} < 0.001$) อาสาสมัครที่ได้รับการรักษาจนเสร็จสิ้นโครงการได้ให้คะแนนความพึงพอใจเฉลี่ยที่ 8 จาก 10 คะแนน สรุปจากงานวิจัยนี้ พบว่าเลเซอร์กำจัดขนไดโอด ความยาวคลื่นผสม ที่ 810, 940 และ 1,060 นาโนเมตร ส่งผลต่อเหงื่อ โดยพบว่าไม่เกิดการเปลี่ยนแปลง เพิ่มขึ้น และลดลง โดยในกลุ่มที่ไม่เปลี่ยนแปลงมีจำนวนมากที่สุด และในกลุ่มที่มีการเปลี่ยนแปลง พบมีอาสาสมัครที่เหงื่อลดลง จำนวนมากกว่าอาสาสมัครที่มีเหงื่อเพิ่มขึ้น โดยไม่พบมีความแตกต่างกันระหว่างวิธีดั้งเดิม และวิธีต่อเนื่อง

คำสำคัญ : ภาวะเหงื่อออกมาก, เลเซอร์กำจัดขนไดโอด, ขนรักแร้, ความหนาแน่นของเส้นขน, กลิ่นตัว

Title	EFFECT OF AXILLARY HAIR EPILATION THERAPY USING A DIODE LASER WITH A COMBINED WAVELENGTH OF 810, 940, AND 1,060 NANOMETERS IN STATIC MODE COMPARED TO DYNAMIC MODE ON SWEAT PRODUCTION
Author	CHANAWEE DOPPHOOPHA
Degree	MASTER OF SCIENCE
Academic Year	2024
Thesis Advisor	Associate Professor Salinee Rojhirunsakool , M.D.

Laser hair removal has become a highly popular method in recent times. One of the side effects observed is a change in sweating patterns. Current research findings are conflicting. This led to our study, which is a prospective randomized split-side controlled clinical trial that compares two laser techniques within the same volunteers. The aim is to investigate the effects of a diode laser with a combined wavelength of 810, 940, and 1,060 nm, using both static and dynamic mode, on changes in axillary hyperhidrosis, malodor, hair density, potential side effects, and treatment satisfaction. The study was block randomized and single-blinded, involving Thai volunteers with normal health condition, who wished to undergo underarm hair removal with lasers, with the total number of 40 participants. All participants received the traditional method (static mode) on one side of underarm and the continuous method (dynamic mode) on the other side. The participants received 4 laser sessions (interval 4 weeks), followed by two follow-up visits (interval 6 weeks), over a total of 24 weeks. The results were evaluated using the Hyperhidrosis Disease Severity Scale (HDSS), Sweat Intensity Visual Scale (SIVS) from iodine-starch tests, and sweat rate measured by gravimetry. The average HDSS and SIVS scores, as well as gravimetry measurements, showed a significant reduction in sweating in both static and dynamic mode. The overall HDSS score dropped from 2.08 before treatment to 1.41 at week 24 (p-value < 0.001). The average SIVS score decreased from 2.35 to 1.81 for the static mode (p-value = 0.008) and from 2.58 to 2 for the dynamic mode (p-value = 0.002). When assessing the change with a threshold difference of ≥ 2 , most participants showed no significant change in sweating. In the underarm treated with the static mode, 67.6% showed no significant change in sweating, while 62.2% in the dynamic mode group showed the same. The average sweat rate from gravimetry decreased from 0.0046 to 0.0011 for the static mode and from 0.0039 to 0.0013 for the dynamic mode (p-value < 0.001 for both). There was no significant difference in sweat reduction between the two methods (p-value = 0.105 and 0.654, respectively). Regarding axillary malodor, assessed by the Modified Axillary Malodor Score (mAMS), the number of participants which have no sense of bad smell significantly increased from 10 (25.0%) to 25 (67.6%) at week 24 (p-value < 0.001). In terms of hair density, evaluated by global photography score and total hair count, hair reduction was also significant (p-value < 0.001). As for side effects, pain was significantly more reported in the underarm treated with the static mode (p-value < 0.001). Participants who completed the study gave an average satisfaction score of 8 out of 10. In conclusion, this study found that diode laser hair removal with combined wavelength of 810, 940, and 1,060 nanometers had varying effects on sweat production. The results showed that sweat production levels were unchanged, increased, or decreased, with the majority of participants experiencing no change. Among those who had sweat alteration, a greater number of participants showed a reduction in sweating, without significant difference between static and dynamic mode.

Keyword : Hyperhidrosis, Diode hair removal laser, Axillary hair, Hair density

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ประสบความสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี โดยได้รับความกรุณาและสนับสนุนอย่างดี จากคณะอาจารย์ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์รองศาสตราจารย์ แพทย์หญิงสาลีณี ไรจน์ศิริกุล หัวหน้าภาควิชาตจวิทยา คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ที่ปรึกษางานวิจัยของข้าพเจ้า ที่สละเวลาอันมีค่า คอยให้คำปรึกษา ในการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นจากงานวิจัยเสมอมา ทำให้งานวิจัยนี้สามารถดำเนินไปได้อย่างราบรื่น

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ นายแพทย์พูลเกียรติ สุขนวลนิช ประธานกรรมการสอบปากเปล่า ที่กรุณาสละเวลา เพื่อรับฟังการนำเสนอ และให้คำปรึกษา อันเป็นประโยชน์อย่างยิ่ง ในการศึกษาวิจัย ขอกราบขอบพระคุณ ศาสตราจารย์นายแพทย์มนตรี อุดมเพทยกุล ที่ร่วมเป็นกรรมการสอบพิจารณาเค้าโครง และกรรมการสอบปากเปล่า และคอยให้คำแนะนำที่ดีแก่ลูกศิษย์เสมอ

ขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์ ดร.แพทย์หญิงนันทิชา คมนามูล ที่สละเวลาให้ความช่วยเหลือ และแนะนำด้านการใช้สถิติในการวิจัย ตั้งแต่ก่อนเริ่มงานวิจัย ร่วมเป็นกรรมการสอบพิจารณาเค้าโครง จนถึงขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูลและแปลผลการวิจัย

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ แพทย์หญิงศรีัญญา คุณเขต, รองศาสตราจารย์ ดร.มาลัย ทวีโชติภัทร์ ที่ร่วมเป็นกรรมการสอบพิจารณาเค้าโครง รวมทั้งให้คำปรึกษา ที่แนะแนวทางในการศึกษาวิจัยมาโดยตลอด

ขอขอบพระคุณคณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ที่ให้ความอนุเคราะห์ทุนสำหรับการศึกษาวิจัยนี้

ขอขอบพระคุณครอบครัว เพื่อน รุ่นพี่ และรุ่นน้อง ในสาขาสตจวิทยา และเจ้าหน้าที่ทุกท่าน ที่ศูนย์ผิวน้ำ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ที่คอยสนับสนุนผู้วิจัยมาโดยตลอด

สุดท้ายนี้ ผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่างานวิจัยฉบับนี้ จะเป็นองค์ความรู้ ที่จะเป็นประโยชน์ต่อการแพทย์ในอนาคตต่อไป

ชนวีร์ ทปฎา

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ	ช
สารบัญตาราง.....	ฅ
สารบัญรูปภาพ	ฐ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
ที่มาและความสำคัญ	1
วัตถุประสงค์ของงานวิจัย	2
วัตถุประสงค์หลัก	2
วัตถุประสงค์รอง.....	2
คำถามการวิจัย.....	2
คำถามวิจัยหลัก	2
คำถามวิจัยรอง	3
สมมติฐานงานวิจัย.....	3
สมมติฐานหลัก	3
สมมติฐานรอง.....	3
ขอบเขตของโครงการวิจัย	4
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	4
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	5
กรอบแนวคิดงานวิจัย (Conceptual framework)	7

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	8
การกำจัดขนด้วยวิธีการทางการแพทย์	8
บทนำ.....	8
ประเภทของการกำจัดขนด้วยวิธีการทางตจวิทยา	8
การเปรียบเทียบประสิทธิภาพและผลข้างเคียงของเลเซอร์กำจัดขน.....	9
ผลของเลเซอร์กำจัดขนต่อการเปลี่ยนแปลงของเหงื่อ	49
การประเมินคุณภาพและปริมาณของขนภายหลังการทำเลเซอร์	49
ภาวะเหงื่อออกมาก (Hyperhidrosis).....	51
บทนำ.....	51
ระบาดวิทยา	51
สาเหตุและพยาธิกำเนิด	52
ลักษณะอาการทางคลินิก	52
การวินิจฉัยโรค	53
การวัดระดับความรุนแรงของเหงื่อและกลิ่นตัว	54
การวัดเหงื่อด้วยเครื่องมือตรวจจับ	54
การทดสอบเหงื่อด้วยสารเคมี	55
การทดสอบเหงื่อด้วยเทคนิค Gravimetry	56
การวัดระดับของเหงื่อด้วยแบบประเมิน.....	56
การวัดระดับความรุนแรงของกลิ่นตัว	60
การรักษาภาวะเหงื่อออกมากด้วยเลเซอร์.....	62
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย.....	72
รูปแบบงานวิจัย (Research design)	72
กลุ่มเป้าหมายงานวิจัย (Target population)	72

การคำนวณขนาดตัวอย่าง (Sample size calculation)	72
การเลือกกลุ่มตัวอย่าง (Sampling population)	74
การสุ่ม (Randomization) และการปิดบังการจัดสรร (Allocation concealment)	74
เกณฑ์ในการคัดเลือกอาสาสมัคร	75
เกณฑ์ในการคัดเลือกอาสาสมัครเพื่อออกจากการศึกษา (Exclusion criteria)	75
เกณฑ์ในการคัดเลือกอาสาสมัครออกในระหว่างทำการศึกษา (Discontinuation criteria)	76
อุปกรณ์ที่ใช้ในงานวิจัย	76
ขั้นตอนการทำวิจัย (Study process)	79
วันคัดกรองและเริ่มวิจัย (Screening and enrollment visit, วันที่ 0)	79
วันนัดหมายติดตาม (Follow-up visit สัปดาห์ที่ 4, 8, 12, 18 และ 24)	80
การประเมินผล (Study outcome)	81
การประเมินผลที่ใช้ในงานวิจัย	82
การเก็บรวบรวมข้อมูลและการจัดการข้อมูล (Data collection and management)	88
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล (Statistical analysis)	88
สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive statistics)	88
ข้อมูลเชิงกลุ่ม (Categorical data)	88
ข้อมูลต่อเนื่อง (Continuous data)	89
สถิติเชิงอนุมาน (Inferential statistics)	89
เปรียบเทียบข้อมูลเชิงกลุ่ม (Categorical data)	89
เปรียบเทียบข้อมูลต่อเนื่อง (Continuous data)	89
เปรียบเทียบข้อมูลต่อเนื่อง (Continuous data) ที่ใช้เลเซอร์กำจัดขนด้วยวิธีเดียวกัน ที่ ระยะเวลาแตกต่างกัน (Difference of the mean value between different time) 89	
เปรียบเทียบข้อมูลต่อเนื่อง (Continuous data) ที่ใช้เลเซอร์กำจัดขนต่างวิธี ที่ระยะเวลา แตกต่างกัน (Difference of the mean value between two groups)	89

ระยะเวลาดำเนินงานวิจัย	90
งบประมาณการทำวิจัย	91
แหล่งที่มาของเงินทุน	91
บทที่ 4 ผลการวิจัยและอภิปรายผล	92
ตอนที่ 1 ข้อมูลพื้นฐานทั่วไป ก่อนการรักษาของอาสาสมัคร	92
ตอนที่ 2 การเปลี่ยนแปลงของเหงื่อ และกลิ่นตัวหลังการรักษา	94
ตอนที่ 3 การเปลี่ยนแปลงของความหนาแน่นของเส้นขนหลังการรักษา	99
ตอนที่ 4 ผลการประเมินด้านความพึงพอใจต่อผลการรักษาของอาสาสมัคร	102
ตอนที่ 5 อาการไม่พึงประสงค์ของอาสาสมัคร ระหว่างเข้าร่วมโครงการวิจัย	102
บทที่ 5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	104
5.1 สรุปผลการวิจัย	104
5.1.1 การประเมินการเปลี่ยนแปลงของเหงื่อ ด้วย HDSS, SIVS และ Gravimetry	104
5.1.2 การประเมินความหนาแน่นของเส้นขน ด้วย Global Photography Score และ Total Hair Count	104
5.1.3 การประเมินการเปลี่ยนแปลงของกลิ่นตัวด้วย mAMS	105
5.1.4 การประเมินความพึงพอใจของอาสาสมัครหลังการรักษา	105
5.1.5 การประเมินผลข้างเคียงที่เกิดขึ้นหลังการรักษา	105
5.2 อภิปรายผลการวิจัย	105
5.2.1 การเปลี่ยนแปลงของเหงื่อและกลิ่นตัวหลังการรักษาด้วยเลเซอร์กำจัดขน	105
5.2.2 การลดลงของเส้นขนหลังการรักษาด้วยเลเซอร์กำจัดขน	107
5.2.3 อาการไม่พึงประสงค์จากการรักษาด้วยเลเซอร์กำจัดขน	107
5.2.4 ความพึงพอใจจากการรักษาด้วยเลเซอร์กำจัดขน	107
5.2.5 ข้อดีของการวิจัย	108

5.2.6 ข้อจำกัดของการวิจัย	108
5.2.7 ข้อเสนอแนะ	108
บรรณานุกรม	109
ภาคผนวก.....	116
ประวัติผู้เขียน.....	125



สารบัญตาราง

หน้า

ตาราง 1 แสดงการแบ่งประเภทของผิว ตาม Fitzpatrick's skin types ⁽⁸⁾	5
ตาราง 2 เปรียบเทียบประสิทธิภาพและผลข้างเคียงของเลเซอร์กำจัดขน ที่ใช้วิธีแบบดั้งเดิม (Traditional/static mode).....	11
ตาราง 3 เปรียบเทียบประสิทธิภาพและผลข้างเคียงของเลเซอร์กำจัดขน ระหว่างวิธีดั้งเดิม (Traditional/static mode) และวิธีต่อเนื่อง (Continuous/dynamic mode)	39
ตาราง 4 แสดงสาเหตุของ Secondary hyperhidrosis แยกตามระบบของร่างกาย (ดัดแปลงจาก Nawrocki S. Diagnosis and qualitative identification of hyperhidrosis. Shanghai Chest. 2019;3.).....	52
ตาราง 5 แสดงเกณฑ์คะแนนของ Axillary Malodor Score (ดัดแปลงจาก Journal of Plastic, Reconstructive & Aesthetic Surgery. 2021;74(11):3114-9.) ⁽⁵⁵⁾	60
ตาราง 6 แสดงเกณฑ์คะแนน Axillary Odor Severity (ดัดแปลงจาก Frontiers in Microbiology. 2022;13.) ⁽⁵⁶⁾	61
ตาราง 7 แสดงการเปรียบเทียบการรักษามะเร็งผิวหนังบริเวณรักแร้แบบไม่ทราบสาเหตุด้วย เลเซอร์.....	62
ตาราง 8 แสดงขนาดพื้นที่ของบริเวณที่เกิดการเปลี่ยนแปลงของ Iodine เป็นสีน้ำเงิน ด้วย โปรแกรม Image-Pro Plus ⁽⁴⁾	73
ตาราง 9 แสดงขั้นตอนงานวิจัย	86
ตาราง 10 สรุปแผนการดำเนินงาน	90
ตาราง 11 สรุปงบประมาณงานวิจัย.....	91
ตาราง 12 ข้อมูลพื้นฐานทั่วไปก่อนการรักษาของอาสาสมัคร	94

สารบัญรูปภาพ

หน้า

ภาพประกอบ 1 แสดงกรอบแนวคิดงานวิจัย.....	7
ภาพประกอบ 2 แสดงแบบประเมิน HDSS.....	57
ภาพประกอบ 3 แสดงตัวอย่างบางส่วนของแบบประเมิน Dermatology Life Quality Index ⁽⁵²⁾ .	58
ภาพประกอบ 4 แสดงตัวอย่างบางส่วนของแบบประเมิน Hyperhidrosis Quality of Life Index (HidroQoL) ⁽⁵³⁾	59
ภาพประกอบ 5 แสดงสูตรคำนวณขนาดตัวอย่าง ด้วยค่า Two dependent means จากโปรแกรม n4Studies	73
ภาพประกอบ 6 แสดง protocol flow chart	78
ภาพประกอบ 7 ขั้นตอนการจัดกลุ่มของอาสาสมัคร.....	93
ภาพประกอบ 8 แสดงค่าเฉลี่ยคะแนนความรุนแรงของภาวะเหงื่อออกมาก (HDSS) ที่เปลี่ยนแปลงไประหว่างก่อนรักษา ระหว่างการรักษา และหลังการรักษา ที่สัปดาห์ต่างๆ	95
ภาพประกอบ 9 แสดงค่าเฉลี่ยของอัตราการแห้งเหี่ยว จาก gravimetry ที่เปลี่ยนแปลงไประหว่างก่อน ระหว่างการรักษา และหลังการรักษาที่สัปดาห์ต่างๆ	96
ภาพประกอบ 10 แสดงค่าเฉลี่ยของระดับคะแนนความเข้มข้นของเหงื่อ (SIVS) จากการทดสอบด้วยไอโอดีนและแป้ง (Iodine-starch Test) ที่เปลี่ยนแปลงไประหว่างก่อนรักษา ระหว่างการรักษา และหลังการรักษา ที่สัปดาห์ต่างๆ	97
ภาพประกอบ 11 แสดงร้อยละของการจัดกลุ่มอาสาสมัครเป็น 3 กลุ่ม ตามคะแนนความเข้มข้นของเหงื่อ (SIVS) โดยเปรียบเทียบคะแนนก่อนการรักษา และหลังการรักษาด้วยเลเซอร์ไป 4 ครั้ง ณ สัปดาห์ที่ 18.....	98
ภาพประกอบ 12 แสดงจำนวนของอาสาสมัคร ที่จัดอยู่ในกลุ่มที่ไม่มีกลิ่นตัว กลุ่มที่มีกลิ่นตัวขณะทำกิจกรรมหนัก กลุ่มที่มีกลิ่นตัวขณะทำกิจกรรมทั่วไปในชีวิตประจำวัน และกลุ่มที่มีกลิ่นตัวขณะพัก ที่เปลี่ยนแปลงไประหว่างก่อนการรักษา ระหว่างการรักษา และหลังการรักษา ที่สัปดาห์ต่างๆ	99

ภาพประกอบ 13 แสดงค่าเฉลี่ยของคะแนน Global Photography Score ที่เปลี่ยนแปลงไป ระหว่างก่อนรักษา ระหว่างการรักษา และหลังการรักษา ที่สัปดาห์ต่างๆ	100
ภาพประกอบ 14 แสดงค่าเฉลี่ยของจำนวนเส้นขนทั้งหมด ที่เปลี่ยนแปลงไประหว่างก่อนรักษา ระหว่างการรักษา และหลังการรักษา ที่สัปดาห์ต่างๆ	101
ภาพประกอบ 15 แสดงค่าเฉลี่ยความพึงพอใจของอาสาสมัครต่อการรักษาด้วยเลเซอร์ขนรักแร้ใน ด้านต่าง ๆ โดยประเมินที่สัปดาห์ที่ 24	102
ภาพประกอบ 16 แสดงร้อยละของคะแนนความเจ็บในอาสาสมัคร จากการทำเลเซอร์วิธีดั้งเดิม เปรียบเทียบกับวิธีต่อเนื่อง	103



บทที่ 1

บทนำ

ที่มาและความสำคัญ

ในปัจจุบัน ขนรักแร้เป็นปัญหาด้านความงามอย่างหนึ่ง ซึ่งสามารถเกิดจากการเปลี่ยนแปลงตามธรรมชาติของร่างกายในช่วงวัยรุ่น จากการศึกษาในประเทศเดนมาร์ก พบว่าในเด็กผู้ชายมีการขึ้นของขนรักแร้ที่อายุเฉลี่ย 13.3 ปี และเด็กผู้หญิงที่อายุเฉลี่ย 12 ปี⁽¹⁾ หรืออาจเกิดจากโรคบางชนิด โรคถุงน้ำรังไข่หลายใบ (PCOS), โรคคุชชิง, โรคทางพันธุกรรม และเนื้องอกที่หลั่งสารแอนโดรเจน⁽²⁾

การรักษาในปัจจุบัน มีเพียงการรักษาวิธีเดียวเท่านั้นที่สามารถกำจัดขนได้อย่างถาวร คือการรักษาด้วยวิธี Electrolysis ซึ่งเป็นวิธีการรักษาที่ทำให้เกิดการเจ็บมากที่สุด และใช้เวลาทำนาน จึงเหมาะกับการทำในพื้นที่เล็ก ๆ และไม่เป็นที่นิยม วิธีการรักษาที่เป็นที่นิยมแพร่หลายในปัจจุบัน ได้แก่ การรักษาด้วย Ruby laser (694 nm), Diode laser (800 nm), Alexandrite laser (795 nm) และ Neodymium:yttrium-aluminum-garnet (Nd:YAG) laser (1,064 nm) ซึ่งหากอ้างอิงจาก Systematic review ในประเทศแคนาดา พบว่า Long-pulsed Nd:YAG laser ใช้เวลาในการทำรวดเร็วกว่า ใช้กำจัดขนบริเวณกว้างได้ และเจ็บน้อยกว่าเมื่อเทียบกับ Electrolysis แต่ยังไม่สามารถใช้กำจัดขนทั้งหมดได้อย่างถาวร ทำได้เพียงกำจัดขนจำนวนหนึ่งอย่างถาวรเท่านั้น⁽³⁾

จากการศึกษาที่มีในปัจจุบัน พบว่าผลข้างเคียงอย่างหนึ่งของการทำเลเซอร์กำจัดขนบริเวณรักแร้ คือ การเปลี่ยนแปลงของเหงื่อ โดยจากการศึกษาในสเปนและเลบานอนพบว่าการใช้ 1,064 nm Nd:YAG laser, 800 nm Diode laser และ 795 nm Alexandrite laser ทำให้เกิดภาวะเหงื่อออกมาก ภายหลังจากทำเลเซอร์เพื่อการกำจัดขนบริเวณรักแร้และขาหนีบ^(4, 5) ในทางกลับกัน พบมีการศึกษาในประเทศเยอรมนี โดยใช้ 800 nm Diode laser ในการทดลองรักษาภาวะเหงื่อออกมากบริเวณรักแร้ ผลการศึกษาพบว่า รักแร้ทั้งข้างที่ทำเลเซอร์และข้างที่ไม่ได้ทำเลเซอร์ เมื่อเทียบก่อนและหลังทำ มีการลดลงของเหงื่ออย่างมีนัยสำคัญ แต่ไม่พบความแตกต่างระหว่างรักแร้สองข้างอย่างมีนัยสำคัญ และไม่พบการเปลี่ยนแปลงของต่อมเหงื่อภายใต้การตรวจชิ้นเนื้อเทียบก่อนและหลังทำเลเซอร์⁽⁶⁾

นอกจากนี้ มีการศึกษาในสหรัฐอเมริกา โดยการใช้เลเซอร์ใต้ผิวหนัง (Subdermal laser) ชนิด Nd:YAG ที่ความยาวคลื่น 1,064 nm และ 1,320-nm, และเลเซอร์ชนิด Diode ที่ความยาวคลื่น 924 nm และ 975 nm พบว่าทำให้เกิดความเสียหายของต่อมเหงื่อภายใต้การตรวจชิ้นเนื้อได้

ส่งผลให้เกิดการลดลงของเหงื่อ แต่ในขณะเดียวกันก็พบผลข้างเคียงที่ทำให้เกิดการกระตุ้นเหงื่อในผู้ป่วยบางรายได้เช่นเดียวกัน⁽⁷⁾ จึงเป็นที่มาของงานวิจัยนี้ ที่ต้องการศึกษาผลของเลเซอร์กำจัดขน ต่อการเปลี่ยนแปลงของเหงื่อ รวมทั้งศึกษาผลข้างเคียงอื่น ๆ ที่อาจเกิดขึ้นหลังการทำเลเซอร์กำจัดขน

วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

วัตถุประสงค์หลัก

เพื่อศึกษาเปรียบเทียบผลของเลเซอร์กำจัดขนไดโอด ความยาวคลื่นผสม ที่ 810, 940 และ 1,060 นาโนเมตร ด้วยวิธีดั้งเดิม และวิธีต่อเนื่อง ต่อการเปลี่ยนแปลงของเหงื่อบริเวณรักแร้ โดยประเมินด้วยการใช้ Iodine starch test และ Gravimetry โดยแพทย์ผู้วิจัย, ประเมิน Hyperhidrosis Disease Severity Scale (HDSS) ด้วยตัวอาสาสมัครเอง

วัตถุประสงค์รอง

1. เพื่อศึกษาเปรียบเทียบผลของเลเซอร์กำจัดขนไดโอด ความยาวคลื่นผสม ที่ 810, 940 และ 1,060 นาโนเมตร ด้วยวิธีดั้งเดิม และวิธีต่อเนื่อง ต่อการเปลี่ยนแปลงของความหนาแน่นของขนบริเวณรักแร้ โดยประเมินด้วยการใช้ digital photography โดยแพทย์ผู้ช่วยวิจัย
2. เพื่อศึกษาเปรียบเทียบผลข้างเคียงของการกำจัดขนบริเวณรักแร้ด้วยเลเซอร์ไดโอด ความยาวคลื่นผสม ที่ 810, 940 และ 1,060 นาโนเมตร ด้วยวิธีดั้งเดิม และวิธีต่อเนื่อง โดยดูเรื่องอาการปวด, แดง, บวม, รุขุมขนอักเสบ, จุดเลือดออก, แผลเบิร์น, ตุ่มน้ำพอง, แผลเป็น, ปฏิกริยาภูมิแพ้ และการเปลี่ยนแปลงของสีผิว ประเมินโดยแพทย์ผู้วิจัย
3. เพื่อศึกษาเปรียบเทียบผลของเลเซอร์กำจัดขนไดโอด ความยาวคลื่นผสม ที่ 810, 940 และ 1,060 นาโนเมตร ด้วยวิธีดั้งเดิม และวิธีต่อเนื่อง ต่อการเปลี่ยนแปลงของกลิ่นตัว โดยประเมินด้วยการใช้ Modified axillary malodor grading โดยผู้ป่วย

คำถามการวิจัย

คำถามวิจัยหลัก

การกำจัดขนบริเวณรักแร้ด้วยเลเซอร์กำจัดขนไดโอด ความยาวคลื่นผสม ที่ 810, 940 และ 1,060 นาโนเมตร ด้วยวิธีดั้งเดิม และวิธีต่อเนื่อง ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของเหงื่อแตกต่างกันหรือไม่ โดยประเมินด้วยการใช้ Iodine starch test และ Gravimetry โดยแพทย์ผู้วิจัย, ประเมิน Hyperhidrosis Disease Severity Scale (HDSS) ด้วยตัวอาสาสมัครเอง

คำถามวิจัยรอง

1. การกำจัดขนบริเวณรักแร้ด้วยเลเซอร์กำจัดขนไดโอด ความยาวคลื่นผสม ที่ 810, 940 และ 1,060 นาโนเมตร ด้วยวิธีดั้งเดิม และวิธีต่อเนื่อง ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของความหนาแน่นของขนหรือไม่ โดยประเมินด้วยการใช้ digital photography โดยแพทย์ผู้ช่วยวิจัย
2. การกำจัดขนบริเวณรักแร้ด้วยเลเซอร์กำจัดขนไดโอด ความยาวคลื่นผสม ที่ 810, 940 และ 1,060 นาโนเมตร ด้วยวิธีดั้งเดิม และวิธีต่อเนื่อง ทำให้เกิดผลข้างเคียงแตกต่างกันหรือไม่ โดยดูเรื่องอาการปวด, แดง, บวม, รุขุมขนอักเสบ, จุดเลือดออก, แผลเบิร์น, ตุ่มน้ำพอง, แผลเป็น, ปฏิกริยาภูมิแพ้ และการเปลี่ยนแปลงของสีผิว ประเมินโดยแพทย์ผู้วิจัย
3. การกำจัดขนบริเวณรักแร้ด้วยเลเซอร์กำจัดขนไดโอด ความยาวคลื่นผสม ที่ 810, 940 และ 1,060 นาโนเมตร ด้วยวิธีดั้งเดิม และวิธีต่อเนื่อง ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของกลิ่นตัวหรือไม่ โดยประเมินด้วยการใช้ Modified axillary malodor grading โดยผู้ป่วย

สมมติฐานงานวิจัย

สมมติฐานหลัก

การกำจัดขนบริเวณรักแร้ด้วยเลเซอร์ไดโอด ความยาวคลื่นผสม ที่ 810, 940 และ 1,060 นาโนเมตร ด้วยวิธีดั้งเดิม และวิธีต่อเนื่อง ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของเหงื่อได้แตกต่างกัน โดยประเมินด้วยการใช้ Iodine starch test และ Gravimetry โดยแพทย์ผู้วิจัย, ประเมิน Hyperhidrosis Disease Severity Scale (HDSS) ด้วยตัวอาสาสมัครเอง

สมมติฐานรอง

1. การกำจัดขนบริเวณรักแร้ด้วยเลเซอร์ไดโอด ความยาวคลื่นผสม ที่ 810, 940 และ 1,060 นาโนเมตร ด้วยวิธีดั้งเดิม และวิธีต่อเนื่อง ทำให้ความหนาแน่นของขนลดลงได้แตกต่างกัน โดยประเมินด้วยการใช้ digital photography โดยแพทย์ผู้ช่วยวิจัย
2. การกำจัดขนบริเวณรักแร้ด้วยเลเซอร์ไดโอด ความยาวคลื่นผสม ที่ 810, 940 และ 1,060 นาโนเมตร ด้วยวิธีดั้งเดิม และวิธีต่อเนื่อง ทำให้เกิดผลข้างเคียงที่แตกต่างกัน โดยดูเรื่องอาการปวด, แดง, บวม, รุขุมขนอักเสบ, จุดเลือดออก, แผลเบิร์น, ตุ่มน้ำพอง, แผลเป็น, ปฏิกริยาภูมิแพ้ และการเปลี่ยนแปลงของสีผิว ประเมินโดยแพทย์ผู้วิจัย
3. การกำจัดขนบริเวณรักแร้ด้วยเลเซอร์ไดโอด ความยาวคลื่นผสม ที่ 810, 940 และ 1,060 นาโนเมตร ด้วยวิธีดั้งเดิม และวิธีต่อเนื่อง ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของกลิ่นตัว โดยประเมินด้วยการใช้ Modified axillary malodor grading โดยผู้ป่วย

ขอบเขตของโครงการวิจัย

การศึกษาเปรียบเทียบผลของเลเซอร์ไดโอด ความยาวคลื่นผสม ที่ 810, 940 และ 1,060 นาโนเมตร ด้วยวิธีดั้งเดิม และวิธีต่อเนื่อง ต่อการเปลี่ยนแปลงของเหงื่อบริเวณรักแร้ ในอาสาสมัครที่เข้ารับการกำจัดขนรักแร้ด้วยเลเซอร์ จำนวน 38 ราย ณ ศูนย์ผิวหนัง มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ โดยในอาสาสมัครแต่ละราย จะได้รับการสุ่มเพื่อแบ่งเป็น 2 กลุ่ม เพื่อสุ่มว่าจะได้ทำเลเซอร์กำจัดขนด้วยวิธีดั้งเดิมที่รักแร้ข้างไหน โดยอาสาสมัครทุกราย จะได้รับการรักษาด้วยเลเซอร์กำจัดขนด้วยวิธีดั้งเดิม 1 ข้าง อีกข้างหนึ่งได้รับการรักษาด้วยวิธีต่อเนื่อง โดยประเมินผลการวิจัยจาก

1. การหลังเหงื่อที่เปลี่ยนแปลงไปหลังการรักษา โดยประเมินด้วยการใช้ Iodine starch test และ Gravimetry โดยแพทย์ผู้ช่วยวิจัย, ประเมิน Hyperhidrosis Disease Severity Scale (HDSS) ด้วยตัวอาสาสมัครเอง
2. ผลข้างเคียงของการกำจัดขนบริเวณรักแร้ด้วยเลเซอร์ไดโอด ความยาวคลื่นผสม ที่ 810, 940 และ 1,060 นาโนเมตร โดยดูเรื่องอาการปวด, แดง, บวม, รุขุมขนอักเสบ, จุดเลือดออก, แผลเปิร์น, ตุ่มน้ำพอง, แผลเป็น, ปฏิกริยาภูมิแพ้ และการเปลี่ยนแปลงของสีผิว ประเมินโดยแพทย์ผู้วิจัย
3. ความหนาแน่นของขนบริเวณรักแร้ที่เปลี่ยนแปลงไป โดยประเมินด้วยการใช้ digital photography โดยแพทย์ผู้ช่วยวิจัย

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทำให้ทราบถึงผลของเลเซอร์กำจัดขนไดโอด ความยาวคลื่นผสม ที่ 810, 940 และ 1,060 นาโนเมตร ด้วยวิธีดั้งเดิม และวิธีต่อเนื่อง ต่อการเปลี่ยนแปลงของเหงื่อ ซึ่งข้อมูลที่ได้จากการวิจัยจะสามารถนำไปใช้พิจารณาในการเลือกเทคนิคการรักษาได้
2. ทำให้ทราบถึงผลข้างเคียงของการกำจัดขนบริเวณรักแร้ ด้วยเลเซอร์กำจัดขนไดโอด ความยาวคลื่นผสม ที่ 810, 940 และ 1,060 นาโนเมตร ด้วยวิธีดั้งเดิม และวิธีต่อเนื่อง
3. ทำให้ทราบถึงประสิทธิผลของเลเซอร์ไดโอด ความยาวคลื่นผสม ที่ 810, 940 และ 1,060 นาโนเมตร หลังการรักษาด้วยเลเซอร์กำจัดขน ด้วยวิธีดั้งเดิม และวิธีต่อเนื่อง ต่อความหนาแน่นของขน ซึ่งข้อมูลที่ได้จากการวิจัยจะสามารถนำไปใช้พิจารณาในการเลือกเทคนิคการรักษาได้

นิยามศัพท์เฉพาะ

Fitzpatrick's skin types

หมายถึง ประเภทของผิว ซึ่งถูกจัดประเภทโดยศาสตราจารย์ นายแพทย์ Thomas B. Fitzpatrick โดยใช้เกณฑ์ของสีผิว และการตอบสนองต่อแสงแดด ดังตารางที่ 1

ตาราง 1 แสดงการแบ่งประเภทของผิว ตาม Fitzpatrick's skin types⁽⁸⁾

Fitzpatrick's skin types			
Skin color	Skin type	Sunburn	Tan
White	I	Yes	No
	II	Yes	Minimal
	III	Yes	Yes
	IV	No	Yes
Brown	V	No	Yes
Black	VI	No	Yes

Vellus hair

หมายถึง เส้นขนที่สั้น บาง มีสีอ่อน พบบริเวณหน้า, แขน, ท้อง และขา โดยขนประเภทนี้จะถูกเปลี่ยนเป็น Terminal hair ในบริเวณรุ่มขนที่ตอบสนองต่อฮอร์โมนกลุ่มแอนโดรเจน ด้วยผลของฮอร์โมนเทสโทสเตอโรน ในช่วงวัยรุ่น⁽⁹⁾

Terminal hair

หมายถึง เส้นขนที่หนาและหยาบ พบบริเวณหนังศีรษะ, รักแร้ และหัวหน่าว โดยในผู้ชายสามารถพบที่หน้าได้ด้วย⁽⁹⁾

Hair shaft

หมายถึง เส้นขน ซึ่งจะมีส่วนที่โผล่พ้นผิวหนังและมองเห็นได้⁽¹⁰⁾

Hair root

หมายถึง รากขน หรือส่วนของเส้นขนที่อยู่ด้านในผิวหนัง และขยายความยาวลงไปที่ชั้นผิวหนังส่วนลึก⁽¹⁰⁾

Hair follicle

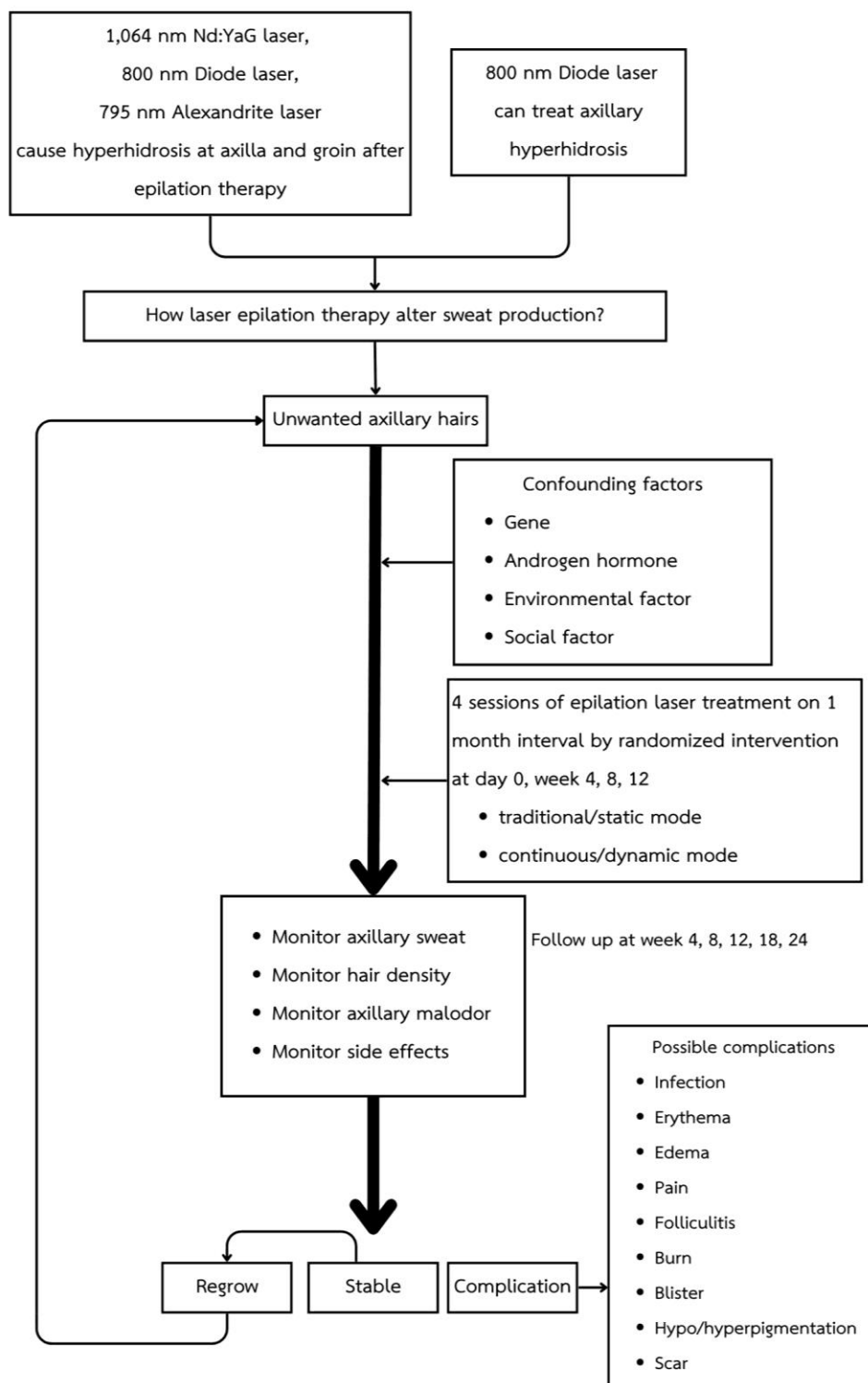
หมายถึง รูขุมขน หรือแผ่นของผิวหนังและเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน ที่ล้อมรอบรากขนเอาไว้⁽¹⁰⁾

Androgenetic alopecia

หมายถึง โรคผมบาง ซึ่งถ่ายทอดทางพันธุกรรม และเกี่ยวข้องกับฮอร์โมนแอนโดรเจน โดยจะมีลักษณะบริเวณผมร่วงที่จำเพาะ⁽¹¹⁾



กรอบแนวคิดงานวิจัย (Conceptual framework)



ภาพประกอบ 1 แสดงกรอบแนวคิดงานวิจัย

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สำหรับงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาค้นคว้าข้อมูลของงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยมีวิธีการศึกษาและการนำเสนอตามหัวข้อต่อไปนี้

- วิธีการกำจัดขนในปัจจุบันและรายงานการเกิดเหงื่อออกมากจากเลเซอร์กำจัดขน
- ภาวะเหงื่อออกมาก
- การรักษาภาวะเหงื่อออกมากด้วยเลเซอร์
- การวัดระดับความรุนแรงของเหงื่อและกลิ่นตัว

การกำจัดขนด้วยวิธีการทางการแพทย์

บทนำ

วิธีการกำจัดขนในปัจจุบัน สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทหลัก ได้แก่ Depilation และ Epilation โดย Depilation หมายถึง การกำจัดขนเฉพาะส่วน hair shaft ได้แก่ การโกน และการใช้สารเคมีในรูปแบบทา ส่วน Epilation หมายถึง การกำจัดขนทั้งส่วน hair shaft, hair follicle และ hair bulb ได้แก่ การดัดขน, การใช้ไหมถถอนขน, การใช้แว็กซ์ดัดขน, การใช้ไฟฟ้าดัดขน, เลเซอร์, Intense Pulsed Light (IPL), Electrolysis และ Photodynamic therapy⁽³⁾

ประเภทของการกำจัดขนด้วยวิธีการทางตจวิทยา

การกำจัดขนด้วยวิธีการทางตจวิทยา จัดอยู่ในการกำจัดขนแบบ Epilation โดยประกอบไปด้วยการใช้เลเซอร์, Intense Pulsed Light (IPL), Electrolysis และ Photodynamic therapy โดยมีรายละเอียด ดังนี้

1. เลเซอร์ ได้แก่ 694 nm Ruby laser, 800 nm Diode laser, 795 nm Alexandrite laser และ 1,064 nm Nd:YAG laser⁽³⁾ โดยการใช้เลเซอร์ เป็นการใช้หลักการของ selective photothermolysis โดยเป็นการใช้แสงที่มีความยาวคลื่น, pulse duration และ fluence ที่จำเพาะกับเม็ดสีที่บริเวณ hair bulb และ hair shaft จนเกิดการทำลายด้วยความร้อน โดยไม่ก่อให้เกิดอันตรายต่อเนื้อเยื่อรอบข้าง⁽³⁾

2. Intense Pulsed Light หรือ IPL เป็นการใช้แสงที่หลายความยาวคลื่น ตั้งแต่ 550 nm ไปจนถึง 1,200 nm ในการมาปรับใช้ให้เข้ากับผู้ป่วยในแต่ละสีผิวและสีขน โดยในการกำจัดขนด้วย IPL สามารถลดเส้นขนได้ประมาณ 60% และผลสามารถคงอยู่ได้นานถึง 12 สัปดาห์หลังการรักษาในแต่ละครั้ง โดย IPL จะมีประสิทธิภาพสูงสุดในผู้ป่วยที่มีสีผิวอ่อน และ

ขนสีเข้ม แต่อย่างไรก็ตามในแง่การกำจัดขน IPL มีประสิทธิภาพที่ดีกว่าการรักษาด้วยเลเซอร์ และจำเป็นต้องใช้จำนวนครั้งในการรักษาที่มากกว่า⁽³⁾

3. Electrolysis เป็นวิธีที่สามารถกำจัดขนได้อย่างถาวร โดยการใช้แท่งนำไฟฟ้า ใส่เข้าไปในรูขุมขน เพื่อนำส่งกระแสไฟฟ้าที่สามารถทำลาย hair follicle ได้ แต่มีข้อเสียคือทำให้เกิดอาการเจ็บมาก ทำให้เกิดแผลเป็น, จุดด่างดำ, จุดขาว และอาการบวมแดง ภายหลังการรักษาได้ และเนื่องจากระยะเวลาในการทำที่นานกว่า ทำให้เป็นวิธีการรักษาที่เหมาะสมกับการกำจัดขนบริเวณเล็ก ๆ⁽³⁾

4. Photodynamic เป็นวิธีการกำจัดขนโดยทาสารที่ไวต่อแสงลงบนผิว และใช้การฉายแสงสีแดง ความยาวคลื่น 635 nm ผ่านโปรเจคเตอร์, อุปกรณ์ฉายแสง หรือเลเซอร์ โดยแสงจะถูกดูดซับด้วยสารไวแสง และเกิดการสร้างอนุมูลอิสระ ที่ทำให้เกิดความเสียหายต่อผนังเซลล์ของ hair follicle โดยสารไวแสงที่นิยมใช้ ได้แก่ 10-20% topical 5-aminolevulinic acid (5-ALA) และ methyl aminolevulinate ซึ่งเป็น prodrug ที่จะทำให้เกิดการสร้างสารไวแสง protoporphyrin IX (PPIX) โดยข้อดีของวิธีนี้คือ สามารถใช้รักษาได้กับผู้ป่วยทุกสีผิวและสีขน⁽³⁾ โดยการรักษาด้วยวิธี Photodynamic 2-5 ครั้ง ที่เว้นระยะเวลา 1 เดือนในการรักษาแต่ละครั้ง พบว่าสามารถลดเส้นขนได้ 75% ที่ 12 เดือนหลังเริ่มการรักษา⁽¹²⁾

การเปรียบเทียบประสิทธิภาพและผลข้างเคียงของเลเซอร์กำจัดขน

ประสิทธิภาพของเลเซอร์กำจัดขน ขึ้นอยู่กับค่า fluence, spot size, จำนวนการรักษา และปัจจัยส่วนบุคคล ได้แก่ สีผิว ประเภทของขน และสภาวะทางฮอร์โมน โดยเลเซอร์จะมีประสิทธิภาพในการกำจัดขนดีที่สุดในการใช้กับขนประเภท terminal hair, ขนเส้นใหญ่, สีเข้ม, สีผิวอ่อน และมีสภาวะทางฮอร์โมนปกติ⁽³⁾

จาก Systematic review และ Meta-analysis ของ Dorgham, N. A. และคณะ⁽²⁾ ได้มีการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของเลเซอร์ต่าง ๆ กับ IPL โดยพบว่า การกำจัดขนด้วยเลเซอร์ long-pulsed Nd:YAG เทียบกับ IPL ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในแง่ของจำนวนเส้นขน แต่พบว่ากลุ่มผู้ป่วยที่ได้รับการรักษาด้วย long-pulsed Nd:YAG มีคะแนนประเมิน Visual analogue scale (VAS) อยู่ในระดับที่สูงกว่ากลุ่มที่รักษาด้วย IPL อย่างมีนัยสำคัญ ในแง่ความปลอดภัยพบว่าการใช้ long-pulsed Nd:YAG ในการกำจัดขน ทำให้เกิด post-inflammatory hyperpigmentation ได้น้อยกว่า IPL อย่างมีนัยสำคัญ แต่ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในแง่ของอาการผิวแดงหลังทำ

ในส่วนของการเปรียบเทียบเลเซอร์ชนิด Diode กับ IPL พบว่า ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในแง่ของจำนวนเส้นขน, post-inflammatory hyperpigmentation และอาการผิวแดงหลังทำ แต่พบว่ากลุ่มที่รักษาด้วย long-pulsed Diode laser มีคะแนน VAS หลังการรักษาที่สูงกว่า IPL อย่างมีนัยสำคัญ⁽²⁾

ในส่วนของการเปรียบเทียบเลเซอร์ชนิด Alexandrite กับ IPL พบว่า Alexandrite laser สามารถลดจำนวนเส้นขนได้มากกว่า IPL อย่างมีนัยสำคัญ แต่ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในการประเมินคะแนน VAS⁽²⁾

ในส่วนของการเปรียบเทียบเลเซอร์ชนิด Alexandrite กับเลเซอร์ชนิด Diode และ Nd:YAG พบว่ามีประสิทธิภาพในการลดจำนวนเส้นขนได้ใกล้เคียงกัน แต่พบผลข้างเคียงที่มากกว่าเลเซอร์ชนิด Diode และ Nd:YAG ตามลำดับ โดยผลข้างเคียง ได้แก่ อาการแดง แผลไหม้ระดับตื้นมาก แผลเป็นขนาดเล็ก และรอยด่างดำ ซึ่งอาการเหล่านี้ดีขึ้นภายใน 1-2 เดือน⁽¹³⁾

มีการศึกษาเปรียบเทียบเลเซอร์ชนิด Diode และ long-pulsed Nd:YAG สำหรับการกำจัดขน พบว่ามีการศึกษาของ Chan และคณะ⁽¹⁴⁾ ที่ทำการศึกษาในผู้หญิงชาวจีน skin type IV-V พบว่าเลเซอร์ Diode และ long-pulsed Nd:YAG มีความปลอดภัยที่ใกล้เคียงกัน แตกต่างกันในในกลุ่มผู้ป่วยที่ได้รับการรักษาด้วย long-pulsed Nd:YAG มีอาการเจ็บหลังทำเลเซอร์ที่มากกว่าอย่างมีนัยสำคัญ ในขณะที่การศึกษานี้ ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทั้งในแง่ของการลดจำนวนเส้นขน และผลข้างเคียงหลังการรักษา⁽¹³⁾

ในการเปรียบเทียบเลเซอร์ชนิด long-pulsed Nd:YAG และ Alexandrite พบว่า การใช้เลเซอร์กำจัดขนในอาสาสมัครที่มี skin type III-IV พบว่าเลเซอร์ทั้งสองชนิด มีประสิทธิภาพในการกำจัดขนในผู้ป่วยผิวสีเข้มอย่างปลอดภัย^(13, 15)

ตาราง 2 เปรียบเทียบประสิทธิภาพและผลข้างเคียงของเลเซอร์กำจัดขน ที่ใช้รูปแบบดั้งเดิม (Traditional/static mode)

Author	Study design	Skin type	Sample size	Mean age (range)	Intervention (sessions)	Main findings	Follow up duration
Chan et al. [Derm Surg. 2001;27:950-4.] ⁽¹⁴⁾	Within-patient comparative study	Females with skin type IV-V requesting hair removal	15	28 (19-47)	800 nm Diode laser (30-35 J/cm ² , Spot size 9 mm, 1 Hz) compared with Long-pulsed Nd:YAG laser (70-80 J/cm ² , Spot size 5 mm, 3 Hz) (4-6 sessions)	- Both devices were associated with a significant degree of hair regrowth by two observers at week 36 (>75% of hair regrowth in 40% of cases, 25-75% of hair regrowth in 30-40% of cases.) - Long-pulsed Nd:YAG laser was found to be significantly associated	36 weeks after single treatment

ตาราง 2 (ต่อ)

Arthur	Study design	Skin type	Sample size	Mean age (range)	Intervention (sessions)	Main findings	Follow up duration
						with a greater degree of immediate pain ($P < 0.0001$) by visual analog questionnaire. - Adverse events: erythema, perifollicular edema, and folliculitis in 5 cases at week 1 that are all resolved by week 2, hypopigmentation (1 cases) at week 6 which had resolved by week 36.	

ตาราง 2 (ต่อ)

Arthur	Study design	Skin type	Sample size	Mean age (range)	Intervention (sessions)	Main findings	Follow up duration
Galadari I. [Int J Dermatol. 2003;42:68– 70.] ⁽¹³⁾	RCT	Females with skin type IV– VI	100	Not mentioned	800 nm Diode laser (40-ms pulse duration, 9-mm spot size, 20–40 J Lightsheer) compared with 1,064 nm Long- pulsed Nd: YAG laser (multipulse 9.5 ms pulse duration, 5-mm spot size, 30–120 J Athos) and 755 nm	- All three laser systems gave comparable long- term results when used for hair epilation measured by percentage of absent terminal hair. - Patients using the Alexandrite system showed more side- effects, followed by those treated with the Diode laser and the Nd-	6-16 months after single treatment

ตาราง 2 (ต่อ)

Arthur	Study design	Skin type	Sample size	Mean age (range)	Intervention (sessions)	Main findings	Follow up duration
					Alexandrite lasers (40 ms pulse duration, 10-mm spot size, 20–40 J Sharplan) (3-6 sessions)	Yag. These side-effects included redness, very superficial burns, fine scarring and hyperpigmentation. Most of these side-effects disappeared within 1–2 months.	
Goh C L. [J Dermatolog Treat. 2003 Dec;14(4):243-7.] ⁽¹⁶⁾	Within-patient RCT	Volunteers with skin type IV-VI	11	Not mentioned	1,064 nm Long-pulsed Nd:YAG laser (Coolglide, Excel, Spot size 10mm with contact cooling, pulse	- 7/11 and 8/11 cases noticed hair reduction <20% after 6 weeks on IPL and Nd:YAG treated side respectively.	3 months after single treatment

ตาราง 2 (ต่อ)

Arthur	Study design	Skin type	Sample size	Mean age (range)	Intervention (sessions)	Main findings	Follow up duration
					width 20–25 ms, the longer pulse duration being reserved for those with skin type V and VI, 35–42 J/cm ² with skin type V and VI receiving lower end of the fluence.) compared with IPL (Ellipse Relax Light 1000, 600nm filter	(measurement was not mentioned) - 7/11 cases felt pain on the IPL and Nd:YAG treated sides. - 3/11 cases on the IPL treated sides experienced blistering which lasted 2–3 days, followed by post-inflammatory pigmentation.	

ตาราง 2 (ต่อ)

Arthur	Study design	Skin type	Sample size	Mean age (range)	Intervention (sessions)	Main findings	Follow up duration
					together with a water-filled filter reducing wavelengths above 950nm, 5-40 ms, 12-14 J/cm² according to skin type and area to be treated. The darker skin type tends to receive lower fluence.) (3 sessions)	- Post-inflammatory pigmentation experienced by 5/11 cases on the IPL treated sides. (cleared completely after 3 months.)	

ตาราง 2 (ต่อ)

Arthur	Study design	Skin type	Sample size	Mean age (range)	Intervention (sessions)	Main findings	Follow up duration
Davoudi et al. [Arch Dermatol. 2008;144:1323– 7.] ⁽¹⁵⁾	Investigator- blinded, within-patient, RCT	Volunteers with skin type III-IV	20	32.6 (16-50)	1,064 nm Long- pulsed Nd: YAG laser (GentleYAG; Candela Corporation, spot size 12 mm, 40 J/cm ² , 3 ms) compared with 755 nm Alexandrite lasers (Gentlelase; Candela Corporation, 20 J/cm ² , spot size 18 mm, 3 ms and	- Hair reduction were 75.9±19.0% for 12-mm spot size alexandrite laser, 84.3±12.4% for the 18-mm spot size alexandrite laser, 73.6±11.4% for the Nd:YAG laser, and 77.8%±15.9% for the combination therapy (analysis of variance, P>0.05) measured at 18 months after the last treatment by the	18 months after last session

ตาราง 2 (ต่อ)

Arthur	Study design	Skin type	Sample size	Mean age (range)	Intervention (sessions)	Main findings	Follow up duration
					Gentlelase with spot size 12 mm, F 40 J/cm ² , 3 ms) and a combination of 1064-nm Nd:YAG laser and 755-nm 12-mm spot size alexandrite laser (4 sessions)	assessors from digital photographs. - Pain severity in the alexandrite laser groups was significantly greater than in Nd:YAG laser group by VAS scores. - Hyperpigmentation occurred more frequently in areas treated with the 12-mm spot size alexandrite laser with a fluence of 167.4 cal/cm ² and with a combination	

ตาราง 2 (ต่อ)

Arthur	Study design	Skin type	Sample size	Mean age (range)	Intervention (sessions)	Main findings	Follow up duration
Khatri A. [J Cosmet Laser Ther. 2009 Mar;11(1):56-60.] ⁽¹⁷⁾	Retrospective cohort study	Female participants with skin type III-V on isotretinoin	6	25.7 (18-44)	1,064 nm Long-pulsed Nd: YAG laser (CoolGlide™; Cutera, Brisbane, CA, USA, 30-55	- Bullae appeared transiently in 3 target areas of 3 cases, 2 in combination therapy group and 1 in the 12-mm spot size alexandrite laser group (P > 0.28)	12 weeks after last session
						- 1 patient (skin type V) developed crusting after the last treatment session with transient hyperpigmentation.	

ตาราง 2 (ต่อ)

Arthur	Study design	Skin type	Sample size	Mean age (range)	Intervention (sessions)	Main findings	Follow up duration
					J/cm ² Spot size 10 mm, 2 Hz, PW 10-30 ms (4 sessions)	- Moderate erythema and perifollicular edema was noticed immediately after treatments in all patients.	
Barolet D. [Lasers Surg Med. 2012 Apr;44(4):277-81.] ⁽¹³⁾	Double-blind, within-patient, RCT	Patients with skin type II–V with unwanted hair	17 (20-44)	32.2 (20-44)	810 nm Diode laser (F1 Diode Laser™, 15 J/cm ² , 5 Hz, 15 ms, spot size 7 mm) compared with non-treated site (4 sessions)	- 48.15% hair count reduction from baseline for following the last treatment session (Month 9) by digital photograph with customized software	36 months after 1 st visit

ตาราง 2 (ต่อ)

Arthur	Study design	Skin type	Sample size	Mean age (range)	Intervention (sessions)	Main findings	Follow up duration
						assessed by blind experimenter. - Most patients presented with slight erythema following laser treatment which disappeared within 48 hours. Aside from slight erythema, transient pigmentary changes were observed in one patient (31 year old female, phototype II) after the fourth treatment (Month 4 visit).	

ตาราง 2 (ต่อ)

Arthur	Study design	Skin type	Sample size	Mean age (range)	Intervention (sessions)	Main findings	Follow up duration
Chen et al. [Australas J Dermatol. 2012;53:186-9.] ⁽¹⁹⁾	Split-leg comparative study	Female participants with skin type III-IV	90	25.8 (20-35)	810 nm Diode laser (Soprano XL, 5-10 J/cm ² , 20 ms, spot size 12x10 mm, 10 Hz) compared with IPL (Lovely II, 650-950 nm, 30-50 ms, spot	- The means of hair reduction on the Diode laser-treated side and on the IPL-treated side were 76.85 and 74.53%, respectively with no statistically significant difference (P > 0.05) measured by digital photography.	12 months

ตาราง 2 (ต่อ)

Arthur	Study design	Skin type	Sample size	Mean age (range)	Intervention (sessions)	Main findings	Follow up duration
					size 40x16 mm, 1/3 Hz) (3 sessions)	- Perifollicular erythema and edema, which were the clinical end-point of the treatment and were reported as having disappeared within 12 hours.	
Ismail SA. [Br J Dermatol. 2012;166:317– 21.] ⁽²⁰⁾	Investigator- blinded, within-patient, RCT	Female volunteers with skin type IV-VI	50	27 (19-47)	1,064 nm Long- pulsed Nd: YAG laser (50-60 J/cm ² , 6 mm spot size, 30- 40 ms) compared with IPL (610-1,000 nm, 22-	- All women showed statistically significant hair reduction after treatment on both sides (P <0.001), measured by 1-5 scale	5 months

ตาราง 2 (ต่อ)

Arthur	Study design	Skin type	Sample size	Mean age (range)	Intervention (sessions)	Main findings	Follow up duration
					32 J/cm ² , 25-45 ms, 3x3 cm spot size) (5 sessions)	- The decrease in hair counts on the laser side was statistically significantly greater than that observed on the IPL side (P <0.01). - No statistically significant difference in pretreatment hair counts (in 1 cm²) between both sides: 13.6± 4.1 on the IPL	

ตาราง 2 (ต่อ)

Arthur	Study design	Skin type	Sample size	Mean age (range)	Intervention (sessions)	Main findings	Follow up duration
						side vs. 14.1 ± 3.2 on the Nd:YAG side ($P = 0.709$). - less pain sensation (score 0–3) at the IPL side (1.5 ± 1.9) compared with (score 1–4) at the laser side (2.4 ± 1.3); the difference was statistically significant ($P < 0.05$).	

ตาราง 2 (ต่อ)

Arthur	Study design	Skin type	Sample size	Mean age (range)	Intervention (sessions)	Main findings	Follow up duration
						- Mild perifollicular edema appeared immediately after the procedure in most laser-treated sides (81.5%) compared with the IPL side (45.2%) (P <0.01).	
Moon et al. [Med Lasers. 2012] ⁽²¹⁾	Investigator-blinded, within-patient, RCT	Female volunteers with skin type III-IV	13	28.9 (20-39)	755 nm Alexandrite laser (CLARITY™, 10-15 J/cm ² , 3 ms, spot size 15, 18, 20 mm) compared	- The decrease in hair counts on the alexandrite side was greater than that seen on the IPL side (p <	8 weeks

ตาราง 2 (ต่อ)

Arthur	Study design	Skin type	Sample size	Mean age (range)	Intervention (sessions)	Main findings	Follow up duration
		with unwanted hair			with IPL (600-950 nm, 11-15 J/cm ² , 40 ms, spot size 5x5 cm) (3 sessions)	0.05), measured by videoscope - All women showed statistically significant hair reduction after treatment on both sides (p < 0.01). - No statistically significant difference in pretreatment hair count between both sides:	

ตาราง 2 (ต่อ)

Author	Study design	Skin type	Sample size	Mean age (range)	Intervention (sessions)	Main findings	Follow up duration
						151 ± 22 (mean ± SEM) on the IPL side vs. 148 ± 22 on the alexandrite side (p = 0.46). - Patients reported less pain sensation at the IPL side (VAS: 2.1 ± 0.3) compared with the alexandrite side (VAS: 2.6 ± 0.2); but the difference was not statistically significant (p = 0.14). Pain at the both sides was well tolerated by majority of patients.	

ตาราง 2 (ต่อ)

Arthur	Study design	Skin type	Sample size	Mean age (range)	Intervention (sessions)	Main findings	Follow up duration
Bechera et al. ⁽⁶⁾ [Dermatologic Surgery. 2012;38(5):736-40.] ⁽⁶⁾	Within patient randomized, half-side-controlled trial	Skin type I-II with dark axillary hair	21	39 (24-66)	800-nm long-pulsed diode laser (Light Sheer; Lumenis, Yokneam, Israel, 50 mJ/cm ² , pulse duration 30 ms, 1.6 Hz). -Participants were randomized, and only one axillary side was treated with 4 weeks interval.	- One patient sustained small area of mild burn on the alexandrite-treated side. Side effect was only temporary and the patient healed without any sequelae. - Significant reduction in sweat rate was observed on the laser-treated side (median 89 mg/min vs. 48 mg/min; p<0.001) and the untreated contralateral	4 weeks after the last treatment

ตาราง 2 (ต่อ)

Arthur	Study design	Skin type	Sample size	Mean age (range)	Intervention (sessions)	Main findings	Follow up duration
					(5 sessions)	side (median 78 mg/min vs. median 65 mg/min;p=0.04) measured by gravimetry. - No significant difference was found between the treated and untreated sides (p=0.10).	

ตาราง 2 (ต่อ)

Arthur	Study design	Skin type	Sample size	Mean age (range)	Intervention (sessions)	Main findings	Follow up duration
						- No serious complications during laser treatment were reported; one instance of axillary skin depigmentation was observed that resolved during the 12-month follow-up.	

ตาราง 2 (ต่อ)

Arthur	Study design	Skin type	Sample size	Mean age (range)	Intervention (sessions)	Main findings	Follow up duration
Puri N. [J Cutan Aesthet Surg. 2015] ⁽²²⁾	RCT	Hirsutism patients with skin type III-V	30	No mean age was mentioned (21-50)	Diode laser and Long-pulsed Nd:YAG laser compared with IPL with 4 weeks interval (no wavelength and settings were described.) (8 sessions)	- Hair reduction after eight sessions of treatment was maximum (92%) in the diode laser group, followed by 90% hair reduction in the Nd:YAG laser group and 70% hair reduction in the IPL group. (measured by photography and 4-point scale)	12 months (after each session until last session)

ตาราง 2 (ต่อ)

Arthur	Study design	Skin type	Sample size	Mean age (range)	Intervention (sessions)	Main findings	Follow up duration
Bibilash et al. [J Cosmet Laser Ther [Internet]. 2017;19:252–5.] ⁽²³⁾	Split-face RCT study	Volunteers with skin type IV-VI with unwanted hair over any body area	70	(6-60)	1,064 nm Long-pulsed Nd: YAG laser (20-30 J/cm ² , 30-40 ms, 7 mm) compared with IPL (650-950 nm, 3.5-4.5 J/cm ² , 25-45	- Pain: Nd:YAG > Diode > IPL Erythema: Nd:YAG > Diode = IPL Blister: Nd:YAG = IPL PIH: Diode = IPL > Nd:YAG	
						- Mean hair reduction in IPL group was 25.70 % and mean hair reduction in Nd:YAG group was 24.12 % with no statistically significant difference.	2 months after last session

ตาราง 2 (ต่อ)

Arthur	Study design	Skin type	Sample size	Mean age (range)	Intervention (sessions)	Main findings	Follow up duration
Shrimal A. [J Cutan Aesthet Surg. 2017 Jan-Mar;10(1):40-44.]	RCT	Hirsutism patients with skin type III-V	33	Not described	ms, 4.6x4.6 cm) with 4 weeks interval (5 sessions)	- Pain: Nd:YAG > IPL (p<0.002) - Burning sensation: Nd:YAG > IPL (p<0.023)	
					1,064 nm Long-pulsed Nd:YAG laser (Lumenis, Israel) compared with 755 nm IPL (Lumenis, Israel) (no settings were described) with 1 month interval	- Excellent response (>75% reduction in hair) after six sessions in Nd:YAG group was seen in 14 out of 15 patients, whereas in IPL group, it was seen only in 3 out of 8 patients.	6 months after last session

ตาราง 2 (ต่อ)

Arthur	Study design	Skin type	Sample size	Mean age (range)	Intervention (sessions)	Main findings	Follow up duration
						- In Nd:YAG group, erythema was seen in 26.67%, perifollicular edema and hyperpigmentation in 13.33% each. In IPL group, erythema was seen in 50% patients, perifollicular edema in 16.67% and hyperpigmentation in 38.89% patients.	

ตาราง 2 (ต่อ)

Arthur	Study design	Skin type	Sample size	Mean age (range)	Intervention (sessions)	Main findings	Follow up duration
Gold MH. et al [J Cosmet Dermatol. 2022;21(5):1979-85.] ⁽²⁴⁾	Prospective, single center, split side, evaluator-blinded, pilot study	Female volunteers with skin type III-IV	14	18-40 (29)	810 nm Diode laser (Primelase, Cocoon Medical, Spain) compared with Blend diode laser (810, 940 and 1,060 nm) of the same device, both mode using 20x9 mm, 13-21 J/cm ² with increasing around 2 J/cm ² at each visit, 4-12 ms,	- Six months after treatment an average of 47% (SE = 5.1%) of hair was removed with the 810 nm applicator, while 53% (SE = 5.3%) was removed with the Blend applicator assessed by digital photograph - 12% more hair was removed using the new Blend applicator	6 months after last session

ตาราง 2 (ต่อ)

Author	Study design	Skin type	Sample size	Mean age (range)	Intervention (sessions)	Main findings	Follow up duration
					1 Hz, contact cooling) sessions)	compared with the 810 nm applicator with a 70% of statistical confidence level. - Skin type IV, with the 810 nm applicator only 31% (SE = 13.7%) of hair was removed as opposed to 51% (SE = 4.9%) of hair that was lost with the Blend applicator, thus 65% more hair was removed with the Blend with an 85% confidence level.	

ตาราง 2 (ต่อ)

Arthur	Study design	Skin type	Sample size	Mean age (range)	Intervention (sessions)	Main findings	Follow up duration
						- Adverse effects Pinprick sensation: Blend>810nm ($p<0.05$) by VAS, Heat: Blend>810nm ($p<0.05$) by VAS, Minimal erythema and edema in all cases by 4-point scale	

ตาราง 3 เปรียบเทียบประสิทธิภาพและผลข้างเคียงของเลเซอร์กำจัดขน ระหว่างวิธีดั้งเดิม (Traditional/static mode) และวิธีต่อเนื่อง (Continuous/dynamic mode)

Arthur	Study design	Skin type	Sample size	Mean age (range)	Intervention (sessions)	Main findings	Follow up duration
Braun M. [J Drugs Dermatol. 2011;10(1):62-5.] ⁽²⁵⁾	Prospective, single-center, bilaterally paired, blinded, randomized comparison split leg study	Light and dark skin, but skin types were not mentioned	22	Mean age and range were not mentioned (No settings were described) (5 sessions)	High-fluence, single-pass diode laser compared with low-fluence, multiple-pass diode laser	- Hair counts were done 6 and 18 months following five treatment sessions and were found to be comparable 90-94% hair reduction. - Hair counts at six months following the fifth treatment were comparable to hair	18 months after last session

ตาราง 3 (ต่อ)

Arthur	Study design	Skin type	Sample size	Mean age (range)	Intervention (sessions)	Main findings	Follow up duration
						counts at 18 months, indicating that sixth-month hair counts can be considered indicative of long-term results. - Adverse events: Pain: High-fluence > Low-fluence	

ตาราง 3 (ต่อ)

Arthur	Study design	Skin type	Sample size	Mean age (range)	Intervention (sessions)	Main findings	Follow up duration
Koo et al. [Lasers Surg Med. 2014;46(4):270-4.] ⁽²⁶⁾	Prospective, single-center, randomized, side-by-side comparison study	Female with skin types II-V	20	No mean age was mentioned (23-57)	810 nm Diode laser in-motion device (6-12 J/cm ² , 20 ms, 100 cm ² spot size, multiple passes until reaching a cumulative energy dose between 6-10 kJ) Compared with 810 nm Diode laser single pass (6-12J/cm ² , 30-70 ms, 100 cm ²) with 6-8 weeks interval (5 sessions)	- At 12 months, 44.7% (SD 43.2%) and 47.5% (SD 38.41%) hair reduction was observed for the single pass and in-motion treatment, respectively, measured by photography assessed by blinded observer.	12 months after last session

ตาราง 3 (ต่อ)

Author	Study design	Skin type	Sample size	Mean age (range)	Intervention (sessions)	Main findings	Follow up duration
						- The difference of 2.7% was not statistically significant (95% CI: -9.2% to 14.6%; P=0.6339). - Reduction in hair growth at 6 and 12 months were 36.7% and 46.1%, respectively. The difference of 9.4% was not statistically significant at level 0.05 (P=0.0818, 95% CI: -20.0% to 1.2%).	

ตาราง 3 (ต่อ)

Author	Study design	Skin type	Sample size	Mean age (range)	Intervention (sessions)	Main findings	Follow up duration
						- The difference of 7.2% between treatment types (95% CI: -6.7% to 21.1%) was not statistically significant (P=0.2879). - Pain: Single pass > in-motion (p=0.0007)	

ตาราง 3 (ต่อ)

Author	Study design	Skin type	Sample size	Mean age (range)	Intervention (sessions)	Main findings	Follow up duration
Omi T. [Laser Ther. 2017;26(1):31-7.] ⁽²⁷⁾	Prospective, single-center, split-side study	Skin types were not mentioned	25	41.6 (20-57)	810 nm Diode laser static mode (Soprano ICE, Israel, 2x1 cm ² , 30 J/cm ² , 55 ms, 1 Hz) compared with dynamic mode (10 J/cm ² , 20 ms, 10 Hz, energy density/100 cm ² = 100 J/cm ²) (1 session)	- Mean hair counts per cm ² before and at 1 and 3 months were 16.04, 9.40 and 10.08, respectively, on the static side, and 17.20, 9.16 and 10.08, respectively, on the dynamic side. - No significant difference between both sides (p=0.1480)	3 months after single session

ตาราง 3 (ต่อ)

Author	Study design	Skin type	Sample size	Mean age (range)	Intervention (sessions)	Main findings	Follow up duration
Byalakere S. C. et al [J Cosmet Dermatol. 2022;21(8):33-93-7.] ⁽²⁸⁾	Prospective, single center, split face, evaluator-blinded, comparative study	Female volunteers with skin type IV-V	10	25.6 (18-40)	1,064 nm long-pulsed Nd:YAG laser long-pulse (Clarity, Lutronic, 10 mm, 24-36 J/cm ² , 20-30 ms, 1 Hz) compared with short-pulse FRAC3 modality (SP Dynamis, Fotona, 9 mm, 10-25 J/cm ² , 0.6-	- Adverse effects Erythema: dynamic > static Pain: dynamic = static by VAS	
						- Both treatment options showed reduction in number of terminal hair with statistical significance (p < 0.0005), measured by photography with FotoFinder software.	3 months after last session

ตาราง 3 (ต่อ)

Author	Study design	Skin type	Sample size	Mean age (range)	Intervention (sessions)	Main findings	Follow up duration
					1.6 ms, 2 Hz) with 6 weeks interval sessions)	- Comparison of the efficacy of the two pulse durations measured by percent reduction in the number of terminal hair 3 months after the last session showed no significant difference ($p = 0.990$) between the groups.	

ตาราง 3 (ต่อ)

Author	Study design	Skin type	Sample size	Mean age (range)	Intervention (sessions)	Main findings	Follow up duration
Pall A. et al [JCDSA. 2022;12:164-73.] (29)	Prospective, single center, side-by-side, case report	Skin type IV	3	24 (21-27)	Triple wavelength 810, 940, 1060 nm Diode laser (Primelase, Cocoon Medical, Spain, 2.7 cm ² , 20 J/cm ² , 30 ms, 1 Hz, <u>static mode</u>) on right side compared with 810 nm Diode laser (MedioStar, Asclepion, Germany, 1.4 cm ² , 8 J/cm ² , 16 ms, 6 Hz, <u>dynamic mode</u>) on left side with interval 8-12 weeks	- The triple- wavelength diode laser showed a hair reduction average of 80% (SD 14%), while the 810 nm diode laser achieved a hair reduction of 66% (SD 19%) by digital photograph - The triple- wavelength diode laser had a GAIS scale result of 4.67 out of 5 (SD 0.52),	6 months after last session

ตาราง 3 (ต่อ)

Author	Study design	Skin type	Sample size	Mean age (range)	Intervention (sessions)	Main findings	Follow up duration
						while the 810 nm diode laser obtained a value of 3.83 out of 5 (SD 0.75) - Triple-wavelength diode laser produced 29% higher thermal damage to hair than the 810 nm diode laser, but less heating of the skin, assessed by thermal simulation - Adverse effects Pain: static = dynamic Erythema and edema: static > dynamic	

ผลของเลเซอร์กำจัดขนต่อการเปลี่ยนแปลงของเหงื่อ

จากการศึกษาที่มีในปัจจุบัน พบว่าผลข้างเคียงอย่างหนึ่งของการทำเลเซอร์กำจัดขนบริเวณรักแร้ คือ การเปลี่ยนแปลงของเหงื่อ โดยบางการศึกษาพบว่า การใช้ 1,064 nm Nd:YAG laser, 800 nm Diode laser และ 795 nm Alexandrite laser ทำให้เกิดภาวะเหงื่อออกมาก ภายหลังการใช้เลเซอร์เพื่อการกำจัดขนบริเวณรักแร้และขาหนีบ^(4, 5) ในทางกลับกัน พบมีการศึกษาโดยการใช้ 800 nm Diode laser ในการทดลองรักษาภาวะเหงื่อออกมากบริเวณรักแร้ ผลการศึกษาพบว่า รักแร้ทั้งข้างที่ทำเลเซอร์และข้างที่ไม่ได้ทำเลเซอร์ เมื่อเทียบก่อนและหลังทำการลดของเหงื่ออย่างมีนัยสำคัญ แต่ไม่พบความแตกต่างระหว่างรักแร้สองข้างอย่างมีนัยสำคัญ และไม่พบการเปลี่ยนแปลงของต่อมเหงื่อภายใต้การตรวจชิ้นเนื้อเทียบก่อนและหลังทำเลเซอร์⁽⁶⁾

นอกจากนี้ มีการศึกษาโดยการใช้เลเซอร์ใต้ผิวหนัง (Subdermal laser) ชนิด Nd:YAG ที่ความยาวคลื่น 1,064 nm และ 1,320 nm, และ Diode laser ที่ความยาวคลื่น 924 nm และ 975 nm พบว่าทำให้เกิดความเสียหายของต่อมเหงื่อภายใต้การตรวจชิ้นเนื้อได้ ส่งผลให้เกิดการลดลงของเหงื่อ แต่ในขณะเดียวกันก็พบผลข้างเคียงที่ทำให้เกิดการกระตุ้นเหงื่อในผู้ป่วยบางรายได้เช่นเดียวกัน⁽⁷⁾

การประเมินคุณภาพและปริมาณของขนภายหลังการทำเลเซอร์

วิธีการประเมินคุณภาพและปริมาณของขนภายหลังการทำเลเซอร์ สามารถแบ่งประเภทได้ดังนี้

Non-invasive method

1. แบบสอบถาม

เป็นวิธีที่ง่าย แต่คำตอบอาจแปรผันตามตัวบุคคล โดยคะแนนจะบ่งบอกถึงจำนวนเส้นผมที่เปลี่ยนแปลงไป ซึ่งมีการใช้ในหลายการศึกษา ตัวอย่างเช่น แบบสอบถามของ Merck Research Laboratories สำหรับการประเมิน Male androgenetic alopecia (AGA) หลังการรักษาด้วย finasteride โดยมีตัวอย่างลักษณะคำถาม ดังนี้⁽³⁰⁾

Question 1: Since the start of the study, I can see my bald spot getting smaller.

Answer: Strongly agree to strongly disagree

Question 2: Because of the treatment I have received since the start of the study, the appearance of my hair is:

Answer: Lot better to a lot worse

Question 3: Ever since the start of the study, how would you describe the growth of your hair?

Answer: Greatly increased to greatly decreased.

Question 4: Ever since the start of the study, how effective do you think the treatment has been in slowing down your hair loss?

Answer: Very effective to not effective at all.

Question 5: Compared to the beginning of the study, which statement best describes your satisfaction with the appearance of:

- a) The hairline front of your head?
- b) The hair on top of your head?
- c) your hair overall?

Answer: Very satisfied to very dissatisfied.

2. Global photography

เป็นการถ่ายภาพศีรษะของผู้ป่วยโดยเครื่องมือ ที่จะลือคตำแหน่งศีรษะ ผู้ป่วยบริเวณคางและหน้าผาก และถ่ายภาพด้วยกล้องที่มีแสงแฟลช ทำให้ทุกภาพมีมุม แสง และ กำลังขยายที่เท่ากัน โดยจำเป็นที่ต้องแจ้งผู้ป่วยไม่ให้เปลี่ยนทรงผมและสีผม โดยภาพจะถูกถ่าย ใน 4 มุมมอง (vertex, midline, frontal และ temporal) โดยจะมีการให้คะแนนความหนาแน่นของ ผมตั้งแต่ +3 ถึง -3 (หนาแน่นสูงสุดถึงต่ำสุด)⁽³⁰⁾

3. Dermoscopy and videodermoscopy

สามารถใช้คุณลักษณะของผิวหนังชั้นหนังแท้ ดูสะเก็ดรอบรูขุมขน รูขุมขน เส้นขน และลักษณะต่าง ๆ ของเส้นขนได้ โดย Videodermoscopy จะมีกำลังขยายที่สูงกว่า Dermoscopy โดยมีกำลังขยายได้ถึง 1,000 เท่า ซึ่งช่วยให้เห็นรายละเอียดที่ชัดกว่าการมองด้วย ตาเปล่า⁽³⁰⁾ โดยมีการศึกษาโดยการใช้ polarized dermoscope เทียบกับผล scalp biopsy ในอาสาสมัครที่ไม่มีภาวะผมบาง พบว่าจำนวนเส้นผม จำนวนเส้นขนต่อรูขุมขน และจำนวน vellus hair ที่นับได้จากการทำ scalp biopsy มีจำนวนมากกว่าที่ตรวจได้จาก dermoscope อย่างมีนัยสำคัญ แต่อย่างไรก็ตามการศึกษานี้ยังคงมีขนาดตัวอย่างที่น้อย (30 คน) และการใช้ กล้อง dermoscope ก็ยังเป็นวิธีที่ง่ายและปลอดภัยกับผู้ป่วยมากกว่า⁽³¹⁾

Invasive method

เป็นวิธีที่ต้องใช้ความรุนแรงกับผู้ป่วยมากที่สุด ได้แก่ การผ่าตัดชิ้นเนื้อหนังศีรษะส่งตรวจ (Scalp biopsy) โดยมีข้อบ่งชี้ คือ ใช้ช่วยในการวินิจฉัยโรคผมบางที่วินิจฉัยไม่ได้ และใช้ทำในผู้ป่วยทุกรายที่ได้รับการวินิจฉัยเป็น scarring alopecia

การตัดชิ้นเนื้อ จะมีการตัดในสองระนาบ ได้แก่ แนวราบ(transverse) และแนวตั้ง(vertical) โดยการตัดในแนวราบจะทำให้เห็นจำนวนของรูขุมขนได้ดี ส่วนการตัดในแนวตั้งจะทำให้เห็นโครงสร้างของขนตั้งแต่ชั้นหนังกำพร้าจนถึงชั้นไขมันบางส่วน

ขั้นตอนการตัดชิ้นเนื้อ ทำได้โดยฉีดยาชา lidocaine with 1:100,000 adrenaline ลงบนบริเวณที่จะทำการผ่าตัด จากนั้นใช้อุปกรณ์ทำ punch biopsy ขนาดอย่างน้อย 4 มิลลิเมตร โดยจะให้ชิ้นเนื้อที่มีพื้นที่ 12.6 ตารางมิลลิเมตร และควรให้ได้ความลึกถึงบางส่วนของชั้นไขมัน (ความลึกประมาณ 4 มิลลิเมตร) หากทำ transverse section จะตัดที่ระดับต่ำกว่า dermoepidermal junction 1 มิลลิเมตร ซึ่งเป็นตำแหน่งของรูเปิดของต่อมไขมัน ที่เปิดมายังรูขุมขน ซึ่งเป็นระดับที่จะสามารถเห็นจำนวนของ vellus hair ได้มากที่สุด

วิธีการตัดชิ้นเนื้อ เป็นวิธีที่ช่วยวินิจฉัยแยกโรคได้ดี แต่ทำให้เกิดบาดแผลและอาการเจ็บปวดมากที่สุดในทุกวิธี⁽³⁰⁾

ภาวะเหงื่อออกมาก (Hyperhidrosis)

บทนำ

ภาวะเหงื่อออกมาก (Hyperhidrosis) เป็นภาวะที่มีความผิดปกติของระบบประสาทอิสระ (Autonomic nervous system) ซึ่งทำให้เกิดการหลั่งเหงื่อมากผิดปกติแบบเรื้อรัง ซึ่งมากเกินไปจนความจำเป็นของร่างกายในการปรับอุณหภูมิ⁽³²⁾

ระบาดวิทยา

จากการศึกษาที่มีในปัจจุบัน พบว่าความชุกของภาวะเหงื่อออกมากมีความใกล้เคียงกันในหลายประเทศ ได้แก่ เนปาล (17.9%)⁽³³⁾, เยอรมนี (16.3%)⁽³⁴⁾ และญี่ปุ่น(12.5%)⁽³⁵⁾ ซึ่งพบว่ามีความชุกมากกว่าที่สหรัฐอเมริกา (2.8%)⁽³⁶⁾ แต่น้อยกว่าที่อินเดีย (38%)⁽³³⁾ และพบว่ากลุ่มประชากรหลักที่มีภาวะเหงื่อออกมาก ได้แก่ กลุ่มอายุน้อยกว่า 25 ปี (91.3%)⁽³³⁾ โดยในหลายการศึกษาพบว่าภาวะเหงื่อออกมากพบในผู้ชายมากกว่าผู้หญิง⁽³⁷⁻⁴⁰⁾ แต่ในบางการศึกษาพบว่าไม่มีความแตกต่างกันในผู้หญิงและผู้ชาย⁽⁴¹⁾ โดยภาวะเหงื่อออกมากถูกจัดเป็นโรคที่ถูกวินิจฉัยน้อยกว่าความเป็นจริง⁽⁴²⁾

สาเหตุและพยาธิกำเนิด

สาเหตุของภาวะเหงื่อออกมาก แบ่งเป็น 2 ประเภทหลัก ได้แก่ Primary hyperhidrosis เป็นประเภทที่เกิดขึ้นเอง โดยไม่ทราบสาเหตุ มีอุบัติการณ์สูงที่สุดในกลุ่มผู้ป่วยอายุน้อยที่ไม่มีโรคร่วม โดย 30-50% ของผู้ป่วยพบมีประวัติคนในครอบครัวมีภาวะเดียวกัน และ Secondary hyperhidrosis มักเกิดในผู้ป่วยที่อายุเยอะกว่า ซึ่งเป็นผลมาจากโรคอื่น และยา โดยไม่สัมพันธ์กับประวัติครอบครัว⁽⁴²⁾ สรุปดังตารางที่ 4

ตาราง 4 แสดงสาเหตุของ Secondary hyperhidrosis แยกตามระบบของร่างกาย (ดัดแปลงจาก Nawrocki S. Diagnosis and qualitative identification of hyperhidrosis. Shanghai Chest. 2019;3.)

สาเหตุของ Secondary hyperhidrosis	
ระบบไหลเวียนโลหิต	congestive heart failure, cardiovascular shock, myocardial infarction, endocarditis
ระบบผิวหนัง	eccrine nevus
ยา	cocaine, heroin, alcohol, antidepressants, antibiotics, antivirals, antipyretics, NSAID's, parasympathomimetic agents, insulin
โรคติดเชื้อ	tuberculosis, HIV/AIDS, Malaria, Viral/Bacterial infections
เนื้องอก	myeloproliferative disorder, tumor, lymphoma
ระบบเมตาบอลิซึม	carcinoid syndrome, acromegaly, diabetes, pheochromocytoma, thyrotoxicosis/hyperthyroidism
ระบบประสาท	stroke, Frey's syndrome, Parkinson's disease, spinal cord lesion
อื่น ๆ	compensatory sweating, menopause, fever, pregnancy, heat

ลักษณะอาการทางคลินิก

แบ่งได้ตามประเภทของภาวะเหงื่อออกมาก

1. Primary hyperhidrosis

อาการมีได้ทั้งเหงื่อออกมากเพียงจุดเดียวของร่างกาย หรือออกในหลาย ๆ จุดที่สมมาตรกัน 2 ฝ่ายของร่างกาย โดยพบอาการบ่อยที่สุดในบริเวณรักแร้ (50%), ฝ่าเท้า

(30%), ฝ่ามือ(25%) และหน้า(20%) โดยผู้ป่วยมักให้ประวัติว่ามีคราบเหงื่อติดตามเสื้อผ้า รองเท้า หรือวัตถุที่สัมผัสด้วยมือ, มีเหงื่อหยดจากหน้าผาก, มือเปียกขณะจับมือกับผู้อื่น และมีกลิ่นตัว โดยอาการมักเป็น ๆ หาย ๆ และถูกกระตุ้นได้ด้วยอารมณ์และความเครียด และอาการจะแย่ลงในเวลากลางวัน ดีขึ้นในเวลากลางคืน⁽⁴²⁾

นอกจากนี้ ยังมีประเภทของ Primary hyperhidrosis ที่พบได้ยาก ได้แก่ Hexsel's hyperhidrosis ซึ่งผู้ป่วยจะมีเหงื่อออกมากบริเวณขานี้บ ต้นขาด้านหน้า หัวหน้าอวัยวะเพศ และร่องก้น, Ross syndrome เกิดจากการที่เส้นประสาทอัตโนมัติส่วนปลายถูกทำลาย โดยจะมีอาการ 3 อย่างหลัก ได้แก่ เหงื่อออกน้อยในบางส่วนของร่างกายเพียงข้างเดียว หรือสมมาตร(Uni or bilateral segmental anhidrosis) รูม่านตาขยายและไม่ปรับตามแสง (Adie's tonic pupil) และรีเฟล็กซ์ของกล้ามเนื้อหายไป ซึ่งผู้ป่วยโรคนี้จะมีภาวะเหงื่อออกมากในภายหลัง (Compensatory hyperhidrosis)⁽⁴²⁾

2. Secondary hyperhidrosis

ผู้ป่วยมักมีอาการเหงื่อออกมากทั่วทั้งตัว แต่อาจพบในลักษณะเหงื่อออกมากหลายจุดที่ไม่สมมาตรกัน และสามารถมีอาการแย่ลงตอนนอนได้ ซึ่งผู้ป่วย Secondary hyperhidrosis อาจมีอาการแสดงที่พบได้ยาก ได้แก่ การมีเหงื่อออกมากเฉพาะจุด โดยเฉพาะบริเวณใบหน้า⁽⁴²⁾

การวินิจฉัยโรค

การวินิจฉัยภาวะเหงื่อออกมาก ต้องอาศัยการซักประวัติเป็นสำคัญ โดยประวัติสำคัญ ได้แก่ เริ่มมีอาการตั้งแต่เมื่อไหร่ ตำแหน่งที่มีอาการ ความสมมาตรของอาการในแต่ละข้างของร่างกาย ความถี่ของอาการ ระยะเวลาที่มีอาการ ความรุนแรงของอาการ มีอาการตอนกลางคืนหรือไม่ ประวัติครอบครัว ผลกระทบต่อชีวิตประจำวัน

เกณฑ์ในการวินิจฉัย Primary hyperhidrosis คือ มีภาวะเหงื่อออกมากเฉพาะจุด โดยไม่มีสาเหตุ เป็นระยะเวลาอย่างน้อย 6 เดือน และเข้าเกณฑ์รวมอย่างน้อย 4 ใน 6 ข้อ⁽⁴²⁾ ดังต่อไปนี้

1. มีเหงื่อออกมากสองฝั่งของร่างกายอย่างสมมาตรกัน
2. มีเหงื่อออกมากอย่างน้อย 1 ครั้ง ต่อสัปดาห์
3. มีอาการเฉพาะในเวลากลางวัน
4. รบกวนชีวิตประจำวัน
5. อาการเริ่มเกิดขณะอายุน้อยกว่า 25 ปี

6. มีประวัติคนในครอบครัวมีอาการแบบเดียวกัน

ในส่วนของ Secondary hyperhidrosis ต้องอาศัยการซักประวัติ ตรวจร่างกาย และส่งตรวจเพิ่มเติม เพื่อวินิจฉัยแยกโรค ดังตารางที่ 4 (หัวข้อสาเหตุและพยาธิกำเนิด)

นอกจากการซักประวัติตรวจร่างกายแล้ว การตรวจจำเพาะที่ช่วยยืนยันภาวะเหงื่อออกมาก มีหลากหลายวิธี ดังจะกล่าวในหัวข้อถัดไป

การวัดระดับความรุนแรงของเหงื่อและกลิ่นตัว

การวัดปริมาณเหงื่อในปัจจุบันมีวิธีมากมาย ทั้งส่วนของการใช้เครื่องมือตรวจจับ, สารเคมี, Gravimetry และแบบประเมิน โดยมีรายละเอียดในแต่ละประเภท ดังนี้

การวัดเหงื่อด้วยเครื่องมือตรวจจับ

การวัดปริมาณเหงื่อด้วยเครื่องมือตรวจจับ ประกอบด้วยหลักการตรวจจับ 4 ประเภท ได้แก่ Biosensor, Fluorescent sensing, Electrochemical sensing และ Colorimetric sensing

1. Biosensor เป็นการนำสารทางชีวภาพ เช่น เอนไซม์ชีวภาพ ในการตรวจจับสารที่ต้องการ จากนั้นจับกับตัวเหนี่ยวนำ และบอกปริมาณสารผ่านอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์⁽⁴³⁾

2. Fluorescent sensing เป็นการนำแสงที่มีความยาวคลื่นจำเพาะในการกระตุ้นสารที่ต้องการตรวจจับ เพื่อให้เกิดแสงฟลูออเรสเซนซ์ จากนั้นใช้เครื่องมือตรวจจับความเข้มของแสงที่เกิด เพื่อเปรียบเทียบเป็นความเข้มข้นของสาร โดยวิธีนี้มักใช้ตรวจจับคลอไรด์ไอออนที่อยู่ในเหงื่อได้ และมี sensitivity และ selectivity ที่ดี⁽⁴³⁾

3. Electrochemical sensing เป็นการติดสาร เช่น แอนติเจน แอนติบอดี เอนไซม์ หรือฮอร์โมนลงบนแผ่น electrode ซึ่งสามารถทำปฏิกิริยากับสารที่ต้องการตรวจจับ และเปลี่ยนเป็นสัญญาณไฟฟ้า เพื่อตรวจสอบคุณภาพและปริมาณสารได้ โดยมีการใช้แพร่หลาย และมักใช้ในรูปแบบของเซนเซอร์ที่สวมใส่ติดตัวได้⁽⁴³⁾ การศึกษาของ Relf และคณะ⁽⁴⁴⁾ ที่ศึกษาเครื่อง Sweat-ChekTM ซึ่งใช้หลักการของ Electrochemical sensing พบว่าไม่มีความแตกต่างของ sweat conductivity ในสามบริเวณที่ทดสอบ และมีค่า Intra-class correlation ตั้งแต่ 0.80-0.98 จึงถือเป็นการทดสอบที่มีค่าความเชื่อมั่นที่ดี

4. Colorimetric sensing เป็นวิธีการที่ใช้สาร ที่สามารถทำปฏิกิริยากับสารที่ต้องการตรวจจับ แล้วเกิดการเปลี่ยนแปลงของสี จากนั้นใช้อุปกรณ์ในการตรวจจับความเข้มของสี เพื่อเทียบเป็นปริมาณความเข้มข้นของสารได้⁽⁴³⁾ ในปัจจุบันได้มีการศึกษาของ Brueck และคณะ⁽⁴⁵⁾ ที่ทำการประกอบอุปกรณ์ตรวจจับอัตราการหลั่งเหงื่อไร้สาย ที่สามารถรายงานค่าตามเวลาจริง

ไปที่ smartphone โดยใช้หลักของ Colorimetric sensing พบว่ามีค่าเฉลี่ยของ error อยู่ที่ 18% ซึ่งสามารถนำไปใช้ได้จริง

การทดสอบเหงื่อด้วยสารเคมี

การทดสอบเหงื่อด้วยสารเคมี มีวิธีการทดสอบ ดังนี้

1. การทดสอบเหงื่อด้วยวิธี Iodine-Starch test หรือ Minor's Starch-Iodine test เป็นการทดสอบที่ง่ายและราคาไม่แพง โดยจะช่วยบอกบริเวณที่มีเหงื่อออกได้ แต่ไม่สามารถใช้บอกปริมาณเหงื่อได้ โดยวิธีการ เริ่มด้วยการทำความสะอาดผิวหนังบริเวณที่ต้องการทดสอบ และรอให้แห้ง จากนั้นทาสารละลายไอโอดีน 1-5% ในแอลกอฮอล์บนผิว (สามารถใช้เป็นสารละลาย BetadineTM แทนได้ โดยจะเรียกเป็นวิธี Modified Starch-Iodine test) รอให้แห้ง จากนั้นใช้ผงแป้ง เช่น แป้งข้าวโพดทำอาหาร ในการโรยบาง ๆ บนบริเวณที่ต้องการ โดยใช้สำลีลูกบอล แปรง หรือผ้าก๊อซในการเกลี่ย หรือสามารถใช้กระดาษชุบแป้งผสมสารละลายไอโอดีนแปะบริเวณผิวเพื่อทดสอบแทนได้ จากนั้นเมื่อเหงื่อละลายผสมกับไอโอดีนและแป้ง จะเกิดพันธะโพลีไอโอไดด์ขึ้น ซึ่งทำให้สีของสารละลายไอโอดีนเปลี่ยนจากสีน้ำตาลอ่อน เป็นสีม่วงเข้ม ซึ่งช่วยให้เห็นจุดม่วงบริเวณรูเปิดของต่อมเหงื่อได้ จากนั้นทำการถ่ายภาพไว้เพื่อเทียบผลก่อนและหลังการรักษา⁽³²⁾

- ความหนาแน่นของเหงื่อในบริเวณที่ทดสอบ สามารถจัดระดับได้ด้วย Sweat Intensity Visual Scale (SIVS)^(32, 46) โดย 0 คะแนน หมายถึง ไม่มีเหงื่อ, 1 หมายถึง เริ่มมีเหงื่อ อยู่เป็นจุด, 2 คะแนน หมายถึง มีเหงื่อเล็กน้อย, 3 คะแนน หมายถึง มีเหงื่อปานกลาง, 4 คะแนน หมายถึง มีเหงื่อมาก และ 5 คะแนน หมายถึง มีเหงื่อมากเกินไป โดยถ้าสีม่วงหลังการทดสอบ มีลักษณะสีเข้มและกระจายทั่วเป็นลักษณะเดียวกัน จะจัดอยู่ในช่วงคะแนน 3-5 ในขณะที่สีจางและไม่สม่ำเสมอจะจัดอยู่ในช่วงคะแนน 0-2 ผลบวกเท็จสามารถเกิดขึ้นได้

- ในกรณีที่เหงื่อหรือสารละลายไอโอดีนไม่ได้ถูกทำให้แห้งก่อนที่จะทดสอบ ทำให้เห็นสีม่วงเป็นเส้นหรือแถบบริเวณผิวที่ทดสอบ ผลลบเท็จสามารถเกิดขึ้นได้ในกรณีที่ทาแป้งหนาเกินไป⁽³²⁾

- การศึกษาของ Skroza และคณะ⁽⁴⁷⁾ ได้ทำการทดสอบ Minor's Starch-Iodine test เทียบกับ Dermatology Life Quality Index (DLQI) ในผู้ป่วยที่มีภาวะเหงื่อออกมากบริเวณรักแร้ ที่รักษาด้วย Botulinum Toxin A พบว่ามีค่า Spearman rho จากการทดสอบ Spearman correlation ที่ก่อนการรักษาเท่ากับ 0.437 (p-value = 0.062) และหลังการรักษา 7 วัน ถึง 9 เดือน อยู่ในช่วง 0.572-0.829 (p-value < 0.05) ซึ่งแปลผลว่า Minor's Starch-Iodine

test และ DLQI มีความสัมพันธ์กันอย่างมาก โดยมีความสัมพันธ์กันมากที่สุดที่ระยะเวลาหลังการรักษา 7 วัน (Spearman rho = 0.829, p-value < 0.0001)

2. Ninhydrin test เป็นการพ่นสารนินไฮดรินลงไปที่กระดาด จากนั้นนำกระดาดนั้นไปเป่าบริเวณที่มีเหงื่อออก จะเกิดปฏิกิริยาระหว่างสารนินไฮดรินและกรดอะมิโนในเหงื่อ⁽³²⁾ หรือใช้วิธีเป่ากระดาดที่ผิวก่อน แล้วค่อยพ่นสารนินไฮดรินภายหลัง โดยจะทำให้เกิดเป็นสีม่วงบริเวณที่มีเหงื่ออยู่บนกระดาด ซึ่งสามารถจัดระดับของเหงื่อได้โดยดูจากความเข้มของสี โดย 0 คะแนน หมายถึง ไม่มีเหงื่อออก, 1 คะแนน หมายถึง เหงื่อออกน้อย, 2 คะแนน หมายถึง เหงื่อออกปานกลาง และ 3 คะแนน หมายถึง เหงื่อออกมาก⁽⁴⁸⁾

การทดสอบเหงื่อด้วยเทคนิค Gravimetry

Gravimetry หรือ Gravimetric testing เป็นวิธีการวัดปริมาณของเหงื่อที่ง่ายและรวดเร็ว วิธีการทำ ประกอบด้วย การทำให้บริเวณผิวที่จะทดสอบแห้งก่อน จากนั้นนำกระดาดกรองซึ่งน้ำหนักก่อนทดสอบ และนำกระดาดกรองเดียวกันไปเป่าบนผิวบริเวณที่ต้องการทดสอบเหงื่อตามระยะเวลาที่กำหนด จากนั้นชั่งน้ำหนักของกระดาดกรองหลังการทดสอบ นำค่าความแตกต่างของน้ำหนักกระดาดกรองก่อนและหลังการทดสอบ มาคำนวณกับเวลาที่ทำการทดสอบ จะได้เป็นอัตราของการสร้างเหงื่อ หน่วย mg/minute โดยเวลาที่กำหนดในการทดสอบมีตั้งแต่ 1, 5, 10 และ 15 นาที ขึ้นอยู่กับผู้ทำวิจัย โดยเป็นเทคนิคที่มีค่าความเชื่อมั่นและค่า interpatient และ inpatient variability ที่ยังเป็นที่ถกเถียง⁽³²⁾

นอกจากนี้หลังจากที่ทำเสร็จสามารถใช้ Minor's Starch-Iodine test ในการทำให้เกิดสีม่วงในจุดที่มีเหงื่อ และใช้การประเมินพื้นที่โดยการนับจุด จากนั้นนำค่ามาคำนวณกับผลที่ได้จากการทำ Gravimetry ออกมาเป็นหน่วย mg/cm²/minute หรืออีกวิธีหนึ่ง สามารถใช้การประมาณพื้นที่ผิวร่างกาย โดยคำนวณโดยใช้ความสูงและน้ำหนักของผู้ป่วย โดยคำนวณพื้นที่ผิวร่างกาย (m²) = 0.01667 x ส่วนสูง (cm^{0.5}) x มวล (kg^{0.5}) จากนั้นนำค่าที่ได้เทียบกับเกณฑ์ของ Hyperhidrosis Area and Severity Index (HASI) โดยจะถือว่ามีความรุนแรงเหงื่อออกมากเมื่อค่า HASI มากกว่า 1 mg/cm²/minute โดยในส่วนของรักแร้ จะถือว่ามีความรุนแรงเหงื่อออกมากเมื่อคำนวณค่าได้มากกว่า 100 mg/5 minutes ในผู้ชายและมากกว่า 50 mg/5 minutes ในผู้หญิง(ต่อรักแร้แต่ละข้าง) หากเป็นบริเวณมือจะใช้ค่ามากกว่า 30-40 mg/min เป็นตัวบ่งชี้ว่าเหงื่อออกมาก⁽³²⁾

การวัดระดับของเหงื่อด้วยแบบประเมิน

Hyperhidrosis Disease Severity Scale (HDSS) เป็นวิธีการประเมินที่จำเพาะกับโรค และเป็นวิธีที่ง่าย โดยมีตัวอย่างแบบประเมิน ดังภาพ

Hyperhidrosis Disease Severity Scale	
"How would you rate the severity of your hyperhidrosis?"	
☐ 1.	My sweating is never noticeable and never interferes with my daily activities
☐ 2.	My sweating is tolerable but sometimes interferes with my daily activities
☐ 3.	My sweating is barely tolerable and frequently interferes with my daily activities
☐ 4.	My sweating is intolerable and always interferes with my daily activities

ภาพประกอบ 2 แสดงแบบประเมิน HDSS

(ที่มา : <https://www.sweathelp.org/pdf/HDSS.pdf> ซึ่งดัดแปลงมาจากการศึกษาของ Solish และคณะ⁽⁴⁹⁾)

โดยหากผู้ป่วยประเมินคะแนนได้ 1-2 จะจัดอยู่ในกลุ่มภาวะเหงื่อออกมากแบบน้อยถึงปานกลาง, คะแนน 3-4 จัดอยู่ในภาวะเหงื่อออกรุนแรง, ภายหลังจากการรักษา หากคะแนนน้อยลง 1 คะแนน สามารถประมาณผลว่าเหงื่อออกน้อยลง 50% และหากคะแนนน้อยลง 2 คะแนน ประมาณผลว่าเหงื่อออกน้อยลง 80%⁽⁴⁹⁾ ซึ่งได้มีการศึกษาความเที่ยงตรงและความเชื่อมั่นของแบบประเมิน พบว่าการประเมินหลังการรักษา 4 สัปดาห์ให้ผลที่สอดคล้องกับแบบประเมิน DLQI และมีข้อประเมินที่สอดคล้องกันกับแบบประเมิน HHQ ($r=0.35-0.77$; $p<0.001$) และมี test-retest reliability อยู่ในช่วงที่ยอมรับได้ ($r=0.82$; $p<0.05$)⁽⁵⁰⁾

Dermatology Life Quality Index (DLQI) เป็นแบบประเมินที่ช่วยประเมินผลของโรคผิวหนังเรื้อรังได้ ในแง่คุณภาพชีวิต โดยจะมีคำถาม 10 คำถาม เกี่ยวกับชีวิตประจำวัน อาชีพ การศึกษา งานอดิเรก และอื่น ๆ โดยแต่ละคำถามจะแบ่งระดับเป็น 4 ระดับ ได้แก่ ไม่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน ได้ 0 คะแนน, เกี่ยวข้องเล็กน้อย ได้ 1 คะแนน, เกี่ยวข้องมาก ได้ 2 คะแนน และรบกวนชีวิตประจำวันมาก ได้ 3 คะแนน โดยคะแนนจะถูกนำมารวมกัน โดยมีคะแนนเต็มที่ 30 คะแนน โดยคะแนนรวม 0-1 คะแนน หมายถึง อาการของโรคไม่ได้ส่งผลต่อชีวิตประจำวัน, 2-5 คะแนน หมายถึง มีผลเล็กน้อย, 6-10 คะแนน หมายถึง มีผลปานกลาง, 11-20 คะแนน หมายถึง

มีผลมาก และ 21-30 คะแนน หมายถึงมีผลมากที่สุด โดยข้อเสียของแบบประเมินนี้คือ เป็นแบบประเมินของโรคผิวหนังทั่วไป ซึ่งไม่ได้จำเพาะกับภาวะเหงื่อออกมาก⁽³²⁾ โดยแบบประเมินนี้ได้มีการทดสอบความเที่ยงตรงใน 5 การศึกษา พบว่ามีค่า Cronbach's alpha อยู่ในช่วง 0.83-0.93 ซึ่งถือว่าเป็นแบบประเมินที่มีความเที่ยงตรงสูง⁽⁵¹⁾

DERMATOLOGY LIFE QUALITY INDEX (DLQI)

Hospital No: Date:
 Name: Score:
 Address: Diagnosis:

The aim of this questionnaire is to measure how much your skin problem has affected your life OVER THE LAST WEEK. Please tick (✓) one box for each question.

- | | | |
|---|-------------------------------------|---------------------------------------|
| 1. Over the last week, how itchy, sore, painful or stinging has your skin been? | Very much ☐ | |
| | A lot ☐ | |
| | A little ☐ | |
| | Not at all ☐ | |
| 2. Over the last week, how embarrassed or self conscious have you been because of your skin? | Very much ☐ | |
| | A lot ☐ | |
| | A little ☐ | |
| | Not at all ☐ | |
| 3. Over the last week, how much has your skin interfered with you going shopping or looking after your home or garden ? | Very much ☐ | |
| | A lot ☐ | |
| | A little ☐ | |
| | Not at all ☐ | Not relevant ☐ |
| 4. Over the last week, how much has your skin influenced the clothes you wear? | Very much ☐ | |
| | A lot ☐ | |
| | A little ☐ | |
| | Not at all ☐ | Not relevant ☐ |
| 5. Over the last week, how much has your skin affected any social or leisure activities? | Very much ☐ | |
| | A lot ☐ | |
| | A little ☐ | |
| | Not at all ☐ | Not relevant ☐ |
| 6. Over the last week, how much has your skin made it difficult for you to do any sport ? | Very much ☐ | |
| | A lot ☐ | |
| | A little ☐ | |
| | Not at all ☐ | Not relevant ☐ |
| 7. Over the last week, has your skin prevented you from working or studying ? | Yes ☐ | |
| | No ☐ | Not relevant ☐ |
| If "No", over the last week how much has your skin been a problem at work or studying ? | A lot ☐ | |
| | A little ☐ | |
| | Not at all ☐ | |
| 8. Over the last week, how much has your skin created problems with your partner or any of your close friends or relatives ? | Very much ☐ | |
| | A lot ☐ | |
| | A little ☐ | |
| | Not at all ☐ | Not relevant ☐ |
| 9. Over the last week, how much has your skin caused any sexual difficulties ? | Very much ☐ | |
| | A lot ☐ | |
| | A little ☐ | |
| | Not at all ☐ | Not relevant ☐ |
| 10. Over the last week, how much of a problem has the treatment for your skin been, for example by making your home messy, or by taking up time? | Very much ☐ | |
| | A lot ☐ | |
| | A little ☐ | |
| | Not at all ☐ | Not relevant ☐ |

ภาพประกอบ 3 แสดงตัวอย่างบางส่วนของแบบประเมิน Dermatology Life Quality Index⁽⁵²⁾

The Hyperhidrosis Quality of Life Index (HidroQoL) เป็นแบบประเมินใหม่ซึ่งจำเพาะกับภาวะเหงื่อออกมาก ใช้ในการประเมินคุณภาพชีวิตของผู้ป่วย โดยจะมีทั้งหมด 18 ข้อ แบ่งคะแนนตามคำตอบ ดังนี้ ไม่มีผลต่อชีวิตประจำวันเลย ได้ 0 คะแนน, มีผลเล็กน้อย ได้ 1 คะแนน และมีผลมาก ได้ 2 คะแนน โดยคะแนนรวมของการประเมินสามารถใช้ประโยชน์ในการ

เปรียบเทียบคุณภาพชีวิตก่อนและหลังการรักษาได้ โดยจะมีการแบ่งเป็น 2 หมวด คือด้านชีวิตประจำวัน และด้านสภาวะจิตใจและสังคม⁽⁵³⁾

Qual Life Res (2015) 24:1017–1027

1023

The statements in this questionnaire relate to how your life has been affected by your excessive sweating condition (hyperhidrosis) in the last seven days including today.

Please choose one box for each statement. If a statement does not apply to you please choose 'No, not at all'.

Domain 1: Daily life activities

	Very much	A little	No, not at all
1. My choice of clothing is affected	☐	☐	☐
2. My physical activities are affected	☐	☐	☐
3. My hobbies are affected	☐	☐	☐
4. My work is affected	☐	☐	☐
5. I worry about the additional activities in dealing with my condition	☐	☐	☐
6. My holidays are affected (e.g. planning, activities)	☐	☐	☐

Domain 2: Psychosocial life

	Very much	A little	No, not at all
7. I feel nervous	☐	☐	☐
8. I feel embarrassed	☐	☐	☐
9. I feel frustrated	☐	☐	☐
10. I feel uncomfortable physically expressing affection (e.g. hugging)	☐	☐	☐
11. I think about sweating	☐	☐	☐
12. I worry about my future health	☐	☐	☐
13. I worry about people's reactions	☐	☐	☐
14. I worry about leaving sweat marks on things	☐	☐	☐
15. I avoid meeting new people	☐	☐	☐
16. I avoid public speaking (e.g. presentations)	☐	☐	☐
17. My appearance is affected	☐	☐	☐
18. My sex life is affected	☐	☐	☐

Domain 1 Score: _____ Domain 2 Score: _____ Total score _____ (out of 36)

ภาพประกอบ 4 แสดงตัวอย่างบางส่วนของแบบประเมิน Hyperhidrosis Quality of Life Index (HidroQoL)⁽⁵³⁾

โดยแบบประเมิน HidroQoL ได้มีการทดสอบความเที่ยงตรงเทียบกับแบบประเมิน DLQI พบว่ามีค่า $r_s = 0.6$, $p < 0.01$ และค่าความเชื่อมั่นสูง โดยมีค่า Cronbach's alpha = 0.9, Test-retest reliability และ Intra-class correlation = 0.9⁽⁵³⁾

การวัดระดับความรุนแรงของกลิ่นตัว

ในปัจจุบัน การศึกษาเกี่ยวกับการวัดระดับกลิ่นตัวยังมีน้อย และยังไม่มีวิธีไหนที่มีการทดสอบค่าความเที่ยงตรงและความเชื่อมั่น โดยในปี ค.ศ. 2015 มีการศึกษาของ Kemper และคณะ⁽⁵⁴⁾ ใช้วิธีวัดโดยตั้งคณะกรรมการตรวจสอบกลิ่น โดยคัดจากคนที่มีประสิทธิภาพการรับกลิ่นที่ดีกว่าปกติ ทดสอบโดยให้ทดสอบดม isovaleric acid ที่ความเข้มข้นต่างกัน 5 ความเข้มข้น โดยกลิ่นของกรดชนิดนี้จะมีลักษณะคล้ายเหงื่อ โดยมีเฉพาะคนที่สามารถแบ่งแยกกลิ่นได้สมบูรณ์เท่านั้นที่จะเข้าร่วมเป็นคณะกรรมการ จากนั้นคณะกรรมการทั้งหมด 6 คน จะทำการดมกลิ่นเหงื่อโดยตรงที่รักแร้ทั้งสองข้าง และให้คะแนนโดยใช้ Visual analogue scale เป็นเส้นตั้งแต่ 0 ถึง 100 mm โดยที่ 0 mm หมายถึง ไม่มีกลิ่นเหงื่อเลย และที่ 100 mm หมายถึง มีกลิ่นเหงื่อรุนแรงมากที่สุด

ในปี ค.ศ. 2021 มีการศึกษาของ Chen และคณะ⁽⁵⁵⁾ ที่ประเมินกลิ่นบริเวณรักแร้ด้วย Axillary Malodor Score ซึ่งประเมินโดยผู้ป่วย ญาติ และแพทย์ โดยมีเกณฑ์การประเมินดังตารางที่ 5

ตาราง 5 แสดงเกณฑ์คะแนนของ Axillary Malodor Score (ดัดแปลงจาก Journal of Plastic, Reconstructive & Aesthetic Surgery. 2021;74(11):3114-9.)⁽⁵⁵⁾

Score	Symptoms
0	No related symptoms
1	Patients and relatives could not aware of the odor
2	Patients can realize the odor when they are sweating heavily
3	Sometimes the patients can realize the light odor when do daily activities
4	Patients and relatives can realize the odor easily

ในปี ค.ศ. 2022 การศึกษาของ Li และคณะ⁽⁵⁶⁾ ได้ใช้วิธีวัดที่แตกต่างออกไป โดยเริ่มจากให้ผู้ป่วยใส่เสื้อผ้าฝ้ายบาง ๆ แขนกุด และให้ออกกำลังกาย เช่น การกระโดด หรือออกกำลังกายอื่น ๆ เป็นเวลา 30 นาที จากนั้น ให้แพทย์ดมกลิ่นจากรักแร้ ที่ระยะห่างจากรักแร้ 50, 20 และ 10 เซนติเมตร ตามลำดับ โดยมีเกณฑ์การให้คะแนน ดังตารางที่ 6

ตาราง 6 แสดงเกณฑ์คะแนน Axillary Odor Severity (ดัดแปลงจาก Frontiers in Microbiology. 2022;13.)⁽⁵⁶⁾

Score	Classification	Description
0	None	The patient does not give off any malodor at any distance.
1	Mild	The smell can only be smelled at a distance of 10 cm.
2	Moderate	The smell can be smelled at a distance of 20 cm.
3	Severe	The smell can be smelled at a distance of 50 cm.



การรักษากภาวะเหงื่อออกมากด้วยเลเซอร์

ในการรักษา Secondary hyperhidrosis จำเป็นต้องรักษาโรคที่เป็นสาเหตุ แต่ใน Primary hyperhidrosis พบว่าสามารถรักษาด้วยเลเซอร์ได้โดยไม่ต้องใช้ยา
งานวิจัยสนับสนุน ดังตารางที่ 7

ตาราง 7 แสดงการเปรียบเทียบการรักษากภาวะเหงื่อออกมากบริเวณรักแร้แบบไม่ทราบสาเหตุด้วยเลเซอร์

Arthur	Study design	Skin type	Sample size	Mean age (range)	Intervention	Findings	Adverse effects	Follow up duration
Bechera et al. [Dermatologic Surgery. 2012;38(5):736-40.] ⁽⁶⁾	Within patient randomized, half-side-controlled trial	Skin type I-II with dark axillary hair	21	39 (24-66)	-800-nm long-pulsed diode laser (Light Sheer; Lumenis, Yokneam, Israel, 50 mJ/cm ² , pulse duration 30 ms, 1.6 Hz).	-Significant reduction in sweat rate was observed on the laser-treated side (median 89 mg/min vs. 48 mg/min; p<0.001) and the untreated	-No serious complications during laser treatment were reported; one instance of axillary skin depigmentation was	4 weeks after the last treatment

ตาราง 7 (ต่อ)

Author	Study design	Skin type	Sample size	Mean age (range)	Intervention	Findings	Adverse effects	Follow up duration
					-Participants were randomized, and only one axillary side was treated. (5 sessions with 4-week interval)	contralateral side (median 78 mg/min vs. median 65 mg/min;p=0.04). -No significant difference was found between the treated and untreated sides (p=0.10).	observed that resolved during the 12-month follow-up.	

ตาราง 7 (ต่อ)

Arthur	Study design	Skin type	Sample size	Mean age (range)	Intervention	Findings	Adverse effects	Follow up duration
Goldman et al. [Dermatol Surg. 2008;34(6):756-62. eng. 2008 Mar 06.] ⁽⁵⁷⁾	Prospective within-patient study	Not provided	17	29.2 (17-54)	-1,064-nm Nd-YAG system (Smartlipo, DEKA, Florence, Italy) with needle was inserted in direct contact with dermis. -100-ms pulsed laser at 40Hz of frequency and 15mJ of energy	-Significant reduction of mean area of sweating measured with Minor iodine starch test (from 63±15 to 15±18 cm ²). -Histologic examination of specimens from some treated area showed	-Burns (1 case; 5.88%), seroma (1 case; 5.88%), relapse (1 case; 5.88%), temporary hair reduction after 1 session (8 cases; 47.05%).	12-43 months (every 3 months)

ตาราง 7 (ต่อ)

Arthur	Study design	Skin type	Sample size	Mean age (range)	Intervention	Findings	Adverse effects	Follow up duration
					(working at 6W) was used for all patients. The total accumulated energy used in each axilla ranged from 7,000 to 20,000 J/cm ² depending on skin phototype, sweating	microvesiculation, decapitation and dilatation of eccrine glands after laser treatment. -Patient's global assessment showed an excellent result in 12 cases (70.6%) and a good result in 3 cases		

ตาราง 7 (ต่อ)

Author	Study design	Skin type	Sample size	Mean age (range)	Intervention	Findings	Adverse effects	Follow up duration
Kotlus et al. [Journal of Cosmetic and Laser Therapy. 2011;13(4):193- 5.] ⁽⁵⁸⁾	Case report	African American female with skin type VI	1	39 (39)	intensity, and dimension of the treated area. (1 session)	(17.6%), and 2 patients reported fair results (11.8%). No patient reported poor results.	-No adverse effects.	18 months
					-1320-nm, short-pulsed Nd:YAG laser (CoolLipo™ ; CoolTouch, Inc., Roseville, CA, USA) with 18-gauge cannula was	-Complete resolution of symptoms was maintained at 18 months, with high patient satisfaction.		

ตาราง 7 (ต่อ)

Arthur	Study design	Skin type	Sample size	Mean age (range)	Intervention	Findings	Adverse effects	Follow up duration
Maletić D et al. [Journal of the Laser and Health Academy 2011:37-42.] ⁽⁵⁹⁾	Retrospective study	Skin type I-III	32	30.6 (18-51)	inserted into subdermal plane and delivered at 30 Hz, 10 W and total energy 8810 J. (1 session)	-The average measured sweating reduction was 93% (73-100%)	-14 patients (44%) reported mild to moderate pain lasting one or	<6-24 months

ตาราง 7 (ต่อ)

Arthur	Study design	Skin type	Sample size	Mean age (range)	Intervention	Findings	Adverse effects	Follow up duration
					energy was delivered in quasicontinuous mode, with a power of 10 W, a repetition rate of 40 Hz and a pulse-duration of 300 μ sec. An average of 211 J/cm ² of laser energy was delivered to the	-A large majority of the patients (84%) assessed their final sweating reduction as better than 50% out of which 22% said their improvement was better than 75%. -Most of the patients (53% or 17/32) were very	two days after the treatment. -hematoma (3 cases), edema (4 cases), pulling sensation (3 cases) which were all transient and absent 6 weeks after the treatment.	

ตาราง 7 (ต่อ)

Author	Study design	Skin type	Sample size	Mean age (range)	Intervention	Findings	Adverse effects	Follow up duration
					sweat-producing area. -All patients was checked by telephone interviews on day 2, one week and one month after the treatment. -Five (15%) patients got secondary touch-up treatment one to	satisfied with the treatment and their results, 22% of patients were satisfied (7/32) and somewhat satisfied (7/32) and just one patient (3%) was not satisfied.	-Partial skin erosion (1 case), which was medically treated and was fully solved at 4 weeks postop. -In average patients were estimated their time to full recovery to 3 weeks.	

ตาราง 7 (ต่อ)

Arthur	Study design	Skin type	Sample size	Mean age (range)	Intervention	Findings	Adverse effects	Follow up duration
Leclère FM et al.					two months after the first treatment. (1-2 sessions)		-Burns (2 cases in group 1),	
[Lasers Surg Med.	Randomized Blinded	Not provided	100	Not provided	-Patients were randomly assigned to 3 groups: Group 1-Laser alone	-Efficacy: Group 4 > Group 2 = Group 3 > Group 1	Bruising (1 case in group 4)	12 months
2015;47(2):173-9. eng. 2015 Feb 11.] ⁽⁶⁰⁾	Controlled Trial				emitting at 975nm (25 cases); Group 2-Laser alone		-Patients did not report any compensatory sweating.	

ตาราง 7 (ต่อ)

Arthur	Study design	Skin type	Sample size	Mean age (range)	Intervention	Findings	Adverse effects	Follow up duration
					emitting at 924/975nm simultaneously (25 cases); Group 3: Curettage alone (25 cases); Group 4-Laser emitting at 924/975nm and curettage (25 cases).			

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

รูปแบบงานวิจัย (Research design)

การวิจัยเชิงทดลองทางคลินิกแบบไปข้างหน้า ที่มีการเปรียบเทียบระหว่างการยิงเลเซอร์ 2 เทคนิค แบบสุ่ม ภายในอาสาสมัครคนเดียวกัน (Prospective randomized split-side controlled study)

กลุ่มเป้าหมายงานวิจัย (Target population)

อาสาสมัคร อายุ 18-45 ปี ที่ต้องการกำจัดขนรักแร้ด้วยเลเซอร์กำจัดขน

การคำนวณขนาดตัวอย่าง (Sample size calculation)

ขนาดตัวอย่างของงานวิจัยนี้ คำนวณมาจากงานวิจัยของ Aydin F และคณะ⁽⁴⁾ ซึ่งศึกษาการใช้เลเซอร์ 1,064 nm Nd:YAG ในการกำจัดขนรักแร้ เปรียบเทียบก่อนและหลังการรักษา ว่ามีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของเหงื่อหรือไม่ โดยศึกษาในอาสาสมัครที่เข้ารับการรักษาด้วยเลเซอร์กำจัดขนรักแร้ ที่ Dermatology Clinic of Ondokuz Mayis University Hospital ประเทศตุรกี จำนวน 38 คน อายุเฉลี่ย 34.15 ± 8.53 ปี (range 15-53) โดยอาสาสมัครทุกราย ได้รับการรักษาด้วยเครื่องเลเซอร์ 1,064 nm Nd:YAG ของบริษัท Laserscope Corp., San Jose, CA, USA ที่ spot size 10 mm และมีการตั้งค่าเครื่องตามสปีผิวของอาสาสมัคร โดยใช้ fluence ตั้งแต่ 30-60 J/cm² และ pulse width ตั้งแต่ 55-65 ms ในการกำจัดขนรักแร้ทั้งสองข้าง และมีการเพิ่ม fluence 10% ในทุกรอบตามที่อาสาสมัครสามารถทนไหว โดยมีการนัดมาทำเลเซอร์กำจัดขนรักแร้ในทุกเดือนจนได้ผลลัพธ์ที่พึงพอใจ โดยจำนวนครั้งของการรักษาด้วยเลเซอร์เฉลี่ย เท่ากับ 8.13 ± 0.93 (range 6–10)

การประเมินผลวัดโดยการใช้ Iodine starch test และถ่ายภาพด้วยกล้องดิจิทัล จากนั้นนำภาพไปวัดขนาดพื้นที่ของบริเวณที่เกิดการเปลี่ยนแปลงของ Iodine เป็นสีน้ำเงิน ด้วยโปรแกรม Image-Pro Plus (version 4.5.0.29 for Windows; Media Cybernetics Inc., Bethesda, MD, USA) โดยได้ผลการทดลองในรักแร้ทั้งสองข้าง ดังตารางที่ 8

ตาราง 8 แสดงขนาดพื้นที่ของบริเวณที่เกิดการเปลี่ยนแปลงของ Iodine เป็นสีน้ำเงิน ด้วยโปรแกรม Image-Pro Plus⁽⁴⁾

Table 1 Comparisons of the average surface of the axillary areas (pixel) read as positive on iodine starch test for three different measurement times.

Evaluation time	Right axilla		Pt	Left axilla		Pt
	Mean $\pm$ SD	Median (range)		Mean $\pm$ SD	Median (range)	
Before treatment	579.5 $\pm$ 1582.5	15.1 (0.0–7737.6)	< 0.05	593.5 $\pm$ 1140.4	50.3 (0.0–4537.7)	< 0.05
At 1 month*	8822.5 $\pm$ 16 761.8	1581.8 (6.2–69 528.0)		7748.5 $\pm$ 14 051.8	539.3 (0.0–52 436.3)	
At 1 year*	7001.961 $\pm$ 12 688.3	2317.5 (0.0–59 836.9)		6864.7 $\pm$ 11 056.9	1809.2 (0.0–47 240.4)	

*After the last treatment session; †significant difference between pretreatment values and values at 1 month and 1 year after the last treatment session.

จากข้อมูลข้างต้น จึงสามารถนำมาคำนวณขนาดตัวอย่าง โดยใช้ค่า Mean average surface read as positive on iodine starch test ที่เวลาก่อนการรักษา และ 1 ปีหลังการรักษา โดยใช้โปรแกรม n4Studies (version 1.4.1 for iOS) ในการคำนวณขนาดตัวอย่าง ดังนี้

1. จากผลการทดลองในรักแร้ข้างขวา พบว่ามีความแตกต่างกันของค่าเฉลี่ยพื้นที่ก่อนการรักษาเทียบกับ 1 ปีหลังการรักษา เท่ากับ $7001.961 - 579.5 = 6,422.461$ ใช้ค่า SD = 12,688.3 ใช้สูตรคำนวณดังรูปที่ 5 จะได้ขนาดตัวอย่างทั้งหมดของงานวิจัย เท่ากับ 31 คน
2. จากผลการทดลองในรักแร้ซ้าย พบว่ามีความแตกต่างกันของค่าเฉลี่ยพื้นที่ก่อนการรักษาเทียบกับ 1 ปีหลังการรักษา เท่ากับ $6864.7 - 593.5 = 6,271.2$ และใช้ค่า SD เท่ากับ 11,056.9 ใช้สูตรคำนวณดังรูปที่ 5 จะได้ขนาดตัวอย่างทั้งหมดของงานวิจัย เท่ากับ 25 คน
3. คำนวณจากการเปรียบเทียบความต่างของค่าเฉลี่ยก่อนและหลังในรักแร้แต่ละข้าง โดยในรักแร้ขวาจะได้เท่ากับ 6422.461 ในรักแร้ซ้ายเท่ากับ 6271.2 ดังที่คำนวณไว้ข้างต้น และคำนวณค่าความต่างของรักแร้สองข้าง จะได้เท่ากับ $6422.461 - 6271.2 = 151.261$ ใช้ค่า SD = 1,140.4 ใช้สูตรคำนวณดังรูปที่ 5 จะได้ขนาดตัวอย่างทั้งหมดของงานวิจัย เท่ากับ 447 คน

$$n = \frac{(z_{1-\frac{\alpha}{2}} + z_{1-\beta})^2 \sigma^2}{\Delta^2}$$

ภาพประกอบ 5 แสดงสูตรคำนวณขนาดตัวอย่าง ด้วยค่า Two dependent means

จากโปรแกรม n4Studies

โดยในการศึกษานี้ ผู้วิจัยเลือกใช้ขนาดตัวอย่าง 31 คน มาคำนวณอัตราการออกกลางคัน (Dropout rate) 20% จะได้เท่ากับ 6.2 คน รวมกับขนาดตัวอย่างเดิมเท่ากับ 37.2 คน ผู้วิจัยจึงเลือกใช้ขนาดตัวอย่างจริงในการศึกษานี้เท่ากับ 38 คน เพื่อให้ขนาดตัวอย่างไม่น้อยไปกว่า ขนาดตัวอย่างของงานวิจัยอ้างอิงที่นำมาคำนวณ (38 คน)

การเลือกกลุ่มตัวอย่าง (Sampling population)

ผู้วิจัยเลือกกลุ่มตัวอย่าง จากอาสาสมัครไม่จำกัดเพศ ที่ต้องการรับการรักษาด้วยเลเซอร์ กำจัดขนบริเวณรักแร้ทั้งสองข้าง ที่ศูนย์ผิวน้ำ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ โดยทำการประชาสัมพันธ์ที่มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ และผ่านทางสื่อออนไลน์ โดยจะคัดเลือกจากอาสาสมัครทุกรายที่ผ่านเกณฑ์การคัดเลือก และยินดีจะเข้าร่วมโครงการ (consecutive sampling)

การสุ่ม (Randomization) และการปิดบังการจัดสรร (Allocation concealment)

ผู้วิจัยเลือกใช้วิธีสุ่มแบบบล็อก (Block randomization) ในการแจกแจงเทคนิคในการรักษาด้วยเลเซอร์ในรักแร้แต่ละข้าง โดยเรียงตามลำดับหมายเลขของผู้เข้าร่วมงานวิจัย โดยจะได้รับการสุ่มว่าจะได้ทำเลเซอร์กำจัดขนด้วยวิธีดั้งเดิมในรักแร้ซ้าย (กลุ่ม A) หรือจะได้ทำเลเซอร์กำจัดขนด้วยวิธีดั้งเดิมในรักแร้ขวา (กลุ่ม B) โดยที่รักแร้อีกข้างของอาสาสมัครรายเดียวกัน จะได้ทำเลเซอร์ด้วยวิธีต่อเนื่อง ซึ่งจากขนาดตัวอย่าง 38 คน จะถูกแบ่งเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 19 ราย โดยผู้ช่วยวิจัยจะทำการสุ่มผ่านระบบคอมพิวเตอร์ โดยการใช้โปรแกรมของ www.sealedenvelope.com ในการสุ่มกลุ่มตัวอย่างแบบบล็อก (Block randomization) โดยกำหนดรวมทั้งสิ้น 9 บล็อก โดยจัดแบ่งเป็นบล็อกละ 2 คน จำนวน 2 บล็อก, บล็อกละ 4 คน จำนวน 4 บล็อก และบล็อกละ 6 คน จำนวน 3 บล็อก หลังจากนั้นทำการจัดกลุ่มผู้เข้าร่วมวิจัยตามผลการจัดกลุ่มของเว็บไซต์ โดยผู้ช่วยวิจัยจะใช้คอมพิวเตอร์ส่วนตัวในการทำสุ่ม และไม่มีผู้อื่นจะสามารถเข้าถึงข้อมูลเหล่านี้ได้ (Central allocation) จะมีเพียงผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยเท่านั้นที่จะทราบว่าผู้เข้าร่วมงานวิจัยถูกจัดอยู่ในกลุ่มใด เนื่องจากผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการรักษาด้วยเลเซอร์ จึงไม่สามารถปิดบังได้ ส่วนอาสาสมัครงานวิจัยจะไม่ทราบเลยว่าตนเองถูกจัดอยู่ในกลุ่มใด

เกณฑ์ในการคัดเลือกอาสาสมัคร

เกณฑ์ในการคัดเลือกอาสาสมัครเพื่อเข้ามาศึกษา (Inclusion criteria)

1. อาสาสมัครไม่จำกัดเพศ ต้องการได้รับการรักษาด้วยเลเซอร์กำจัดขนบริเวณรักแร้ทั้งสองข้าง
2. มีอายุระหว่าง 18 - 45 ปี
3. มีอัตราส่วนของขนรักแร้ระยะ terminal hair อย่างน้อย 50 % ของพื้นที่รักแร้ทั้งหมด และเป็นขนสีน้ำตาลหรือดำ
4. ยินยอมเข้าร่วมโครงการวิจัยด้วยความสมัครใจ และได้ลงลายลักษณ์อักษรเป็นหลักฐาน ในใบยินยอมเข้าร่วมโครงการวิจัย (Inform consent form)
5. สามารถมาพบแพทย์ตามนัดได้

เกณฑ์ในการคัดเลือกอาสาสมัครเพื่อออกจากการศึกษา (Exclusion criteria)

1. มีภาวะเหงื่อออกมากแบบไม่ทราบสาเหตุ โดยมีเกณฑ์การวินิจฉัย⁽⁶⁾ โดยมีอาการเหงื่อออกมากเฉพาะจุดอย่างเห็นได้ชัด อย่างน้อยเป็นระยะเวลา 6 เดือน โดยไม่ทราบสาเหตุ และมีอาการอย่างน้อย 2 อาการ จากอาการดังต่อไปนี้
 - อาการเป็นทั้งสองข้าง และสมมาตรกัน
 - กระทบต่อชีวิตประจำวัน
 - มีอาการ 1 ครั้งต่อสัปดาห์ขึ้นไป
 - เริ่มมีอาการขณะที่อายุน้อยกว่า 25 ปี
 - มีประวัติคนในครอบครัวมีอาการลักษณะเดียวกัน
 - ไม่มีอาการตอนกลางคืนหรือขณะหลับ
2. มีโรคที่ทำให้เกิดภาวะเหงื่อออกมากได้ เช่น โรคหัวใจ, เบาหวาน, ไทรอยด์, โรค pheochromocytoma เป็นต้น
3. มีโรคประจำตัวในปัจจุบัน
4. ใช้ยาที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของเหงื่อ ได้แก่ ยารักษาโรคซึมเศร้า, ยาปฏิชีวนะ, ยาต้านไวรัส, ยาลดไข้ และยาต้านอักเสบที่ไม่ใช่สเตียรอยด์ (NSAIDs) ภายในระยะเวลา 15 วัน
5. มีประวัติการผ่าตัดรักษาภาวะเหงื่อออกมาก ได้แก่ การผ่าตัดต่อมเหงื่อ (Axillary gland excision), การดูดไขมัน (Liposuction), การผ่าตัดเส้นประสาทระบบซิมพาเทติก (Sympathectomy) และการขูดไขมัน (Subcutaneous curettage)
6. มีประวัติการใช้ยาทาลดเหงื่อชนิดอะลูมิเนียมคลอไรด์

7. มีประวัติการทำเลเซอร์บริเวณรักแร้ ภายใน 6 เดือน
8. มีประวัติรักษาภาวะเหงื่อออกมากที่รักแร้ด้วยโบ툴ินั่มท็อกซินเอ (Botulinum toxin A) หรือไอออนโตโฟรีซิส (Iontophoresis) หรือการรักษาด้วยคลื่นไมโครเวฟ ภายใน 2 ปี
9. อยู่ระหว่างการตั้งครรภ์
10. มีภาวะหมดประจำเดือน
11. มีโรคประจำตัวที่ถูกระตุ้นด้วยความร้อน หรือเป็นโรคที่มีปรากฏการณ์เคอบเนอร์ (Koebner's phenomenon) เช่น Psoriasis, lichen planus, vitiligo, halo nevus
12. มีโรคผิวหนังหรือการติดเชื้อในบริเวณรักแร้ เช่น ฝีประเภท eccrine
13. มีประวัติแพ้สารประเภทแป้ง และไอโอดีน

เกณฑ์ในการคัดเลือกอาสาสมัครออกในระหว่างทำการศึกษา (Discontinuation criteria)

1. มีผลข้างเคียงจากการรักษาด้วยเลเซอร์ ที่จำเป็นต้องหยุดการรักษา เช่น มีการติดเชื้อรุนแรงที่จำเป็นต้องเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาล เช่น ติดเชื้อในกระแสเลือด, โรคเนื้อเน่า (Necrotizing fasciitis) หรือมีอาการบาดเจ็บของเส้นประสาทบริเวณแขน รวมถึงการเจ็บป่วยใด ๆ ที่ทำให้เกิดชีวิต
2. อาสาสมัครต้องการยุติการเข้าร่วมโครงการวิจัย

อุปกรณ์ที่ใช้ในงานวิจัย

1. เครื่องเลเซอร์ไดโอด 810, 940 and 1,060 นาโนเมตร (Primelase, Cocoon Medical®, Spain)
2. เครื่อง Gravimeter
3. กล้องดิจิทัล Canon EOS 850D
4. เครื่อง Thermohydrometer Testo 608 H-1
5. เครื่องวัดความดันโลหิต
6. สารละลาย 1% ไอโอดีน
7. แป้งข้าวโพด
8. ผ้าก๊อซ
9. กระดาษทิชชูเปียก
10. มีดโกนขน

11. เอกสารบันทึกข้อมูลประจำตัวของผู้เข้าร่วมงานวิจัย (Case report form, CRF) ซึ่งประกอบด้วย

- แบบสอบถามข้อมูลประวัติผู้เข้าร่วมงานวิจัย
- แบบบันทึกการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลวิจัยที่ต้องการศึกษา ได้แก่ ขนาดพื้นที่บริเวณที่เหี่ยวออก จาก Iodine-starch test และความหนาแน่นของขน ผ่านภาพถ่ายดิจิทัล

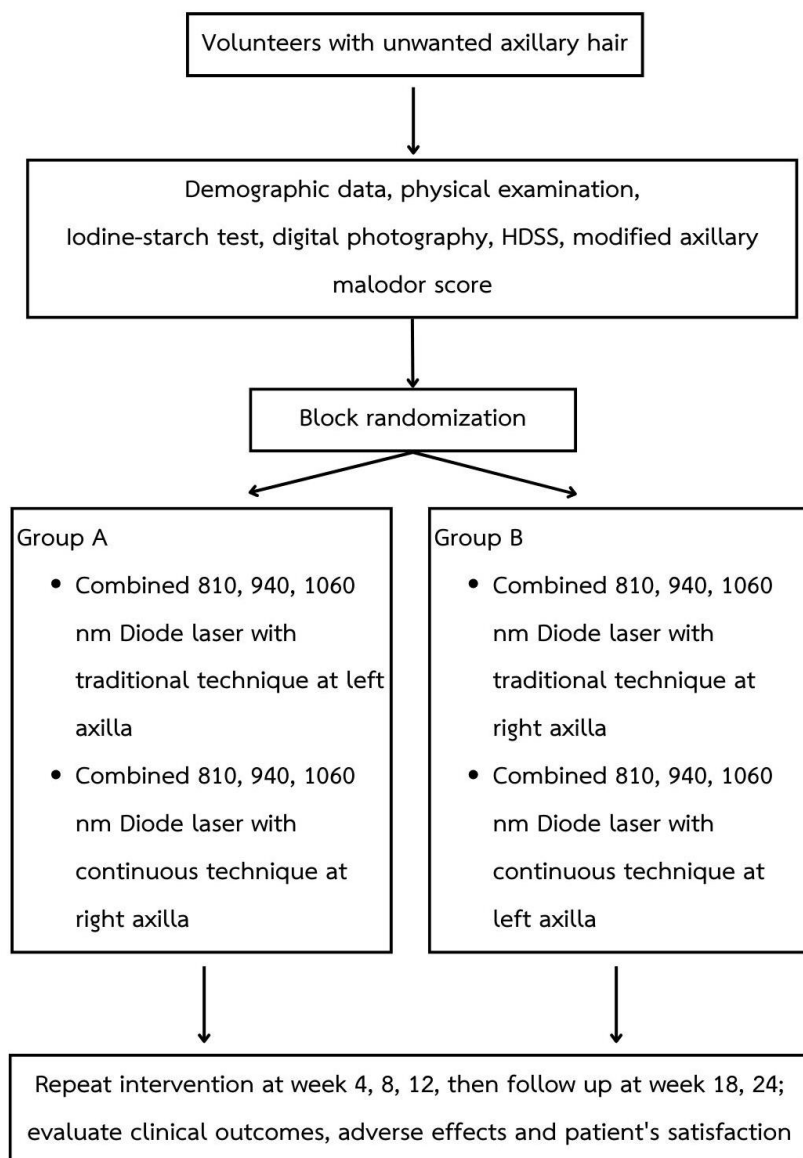
- แบบประเมินความรุนแรงของภาวะเหี่ยวออกมากในรักแร้แต่ละข้าง
- แบบประเมินความรุนแรงของกลิ่นตัว
- แบบประเมินความพึงพอใจหลังการรักษา
- แบบบันทึกผลข้างเคียงของการรักษา

12. เอกสารอธิบายข้อมูลและขั้นตอนการวิจัย (Patient information sheet)

13. ใบยินยอมรับเข้าร่วมโครงการวิจัย (Informed consent form)

14. บัตรนัดหมายและติดตาม





ภาพประกอบ 6 แสดง protocol flow chart

ขั้นตอนการทำวิจัย (Study process)

วันคัดกรองและเริ่มวิจัย (Screening and enrollment visit, วันที่ 0)

เริ่มการคัดเลือกอาสาสมัครเข้างานวิจัย โดยการคัดเลือกตามเกณฑ์ที่ได้กำหนดไว้ข้างต้น แพทย์ทำการอธิบายและให้ข้อมูลเกี่ยวกับวิธีการรักษาให้กับอาสาสมัครอย่างละเอียด โดยแจ้งข้อดี ข้อเสีย ผลข้างเคียงที่อาจเกิดขึ้นในระหว่างการรักษา รวมถึงแนวทางการแก้ไข การติดตามอาสาสมัคร แนวทางการเก็บและทำลายข้อมูล ต่อมาให้อาสาสมัครที่ยินยอมเข้าร่วมงานวิจัย ลงชื่อแสดงความยินยอมในแบบฟอร์มยืนยันการยินยอมเข้าร่วมงานวิจัย จากนั้นผู้วิจัยจึงทำการบันทึกข้อมูลพื้นฐาน ชักประวัติ ตรวจร่างกาย วัดสัญญาณชีพ จากนั้นให้อาสาสมัครนั่งรอในห้องวิจัยเป็นเวลา 30 นาที ซึ่งเป็นห้องควบคุมอุณหภูมิด้วย air conditioner และควบคุมความชื้นด้วยพัดลมดูดความชื้น และเครื่องทำความชื้นแบบไอน้ำ โดยควบคุมอุณหภูมิอยู่ที่ $25^{\circ}\text{C} \pm 0.5$ และความชื้นสัมพัทธ์ที่ 50-65% ซึ่งเป็นช่วงความชื้นของประเทศไทยที่อาสาสมัครวิจัยจะไม่รู้สึกอึดอัด แต่ยังมีเหงื่อออกได้ โดยระหว่างนั้นให้ถ่ายภาพบริเวณรักแร้ทั้งสองข้าง เพื่อจะดูความหนาแน่นของเส้นขน และให้ทำแบบสอบถามข้อมูลประวัติผู้เข้าร่วมงานวิจัย แบบประเมินความรุนแรงของภาวะเหงื่อออกมากในรักแร้แต่ละข้าง แบบประเมินความรุนแรงของกลิ่นตัว

หลังจากครบ 30 นาที ผู้วิจัยจะประเมินความรุนแรงของกลิ่นตัว และทำ Gravimetry เพื่อวัดอัตราการหลั่งเหงื่อบริเวณรักแร้ ถ่ายภาพ ด้วยกล้องดิจิทัล Canon EOS 850D ตั้งค่า Shutter speed 1/160, F16, ISO100 พร้อมตั้งไฟแฟลชตัวซ้าย 1/8 +0.9 แฟลชตัวขวา 1/8 +0.5 และจัดบันทึก โดยข้อมูลทั้งหมดจะถูกจัดเก็บเป็นข้อมูลพื้นฐานก่อนการรักษา จากนั้นจะทำความสะอาดผิวบริเวณรักแร้ให้อาสาสมัคร เพื่อทำ Iodine-starch test โดยจะใช้สำลีชุบสารละลายไอโอดีน ทาให้ครอบคลุมบริเวณทั่วรักแร้ของอาสาสมัคร รอให้แห้ง จากนั้นจะเกลี่ยแป้งข้าวโพดบางๆ ด้วยแปรงแต่งหน้า และให้นั่งรออีก 5 นาที โดยหากอาสาสมัครใส่เสื้อผ้าสีอ่อน หรือเสื้อผ้าที่ไม่ใช่เสื้อแขนกุด ผู้วิจัยจะให้เปลี่ยนเป็นเสื้อแขนกุดสีดำเพื่อความสะดวก และป้องกันการเปรอะเปื้อน เพื่อทำการวัดผลความรุนแรงของเหงื่อ มีการถ่ายภาพ และจัดบันทึก โดยจะแสดงวิธีการประเมินผลอย่างละเอียด ในบทการประเมินผลที่ใช้ในงานวิจัย

หลังจากนั้น ผู้วิจัยจะทำความสะอาดผิวบริเวณรักแร้ของอาสาสมัครด้วยผ้าก๊อชและน้ำเกลือทำความสะอาด เช็ดให้แห้ง โทนขน และพาผู้ป่วยไปทำเลเซอร์กำจัดขนบริเวณรักแร้ทั้งสองข้าง ด้วยเทคนิคต่างกันในแต่ละข้าง ตามผลที่ได้จากการสุ่ม โดยผู้วิจัยคนเดียวทำเลเซอร์ให้กับอาสาสมัครทุกคน เสร็จแล้วประเมินผลข้างเคียงหลังทำทันที และแนะนำการปฏิบัติตนหลังทำเลเซอร์ โดยรายละเอียดการตั้งค่า เครื่องเลเซอร์ไดโอด 810, 940 and 1,060 นาโนเมตร

(Primelase, Cocoon Medical®, Spain) ตามที่บริษัทผู้ผลิตแนะนำ ในอาสาสมัคร skin type III-V มีดังนี้

1. วิธีดั้งเดิม (Traditional or static mode)

- Long-pulsed mode
- Spot size 30x9 mm
- Fluence 16-32 J/cm²
- Pulse width 13-30 ms
- Frequency 1-1.5 Hz

2. วิธีต่อเนื่อง (Continuous or dynamic mode)

- Spot size 30x9 mm
- Fluence 5-8 J/cm²
- Pulse width 3-5 ms
- Frequency 5-10 Hz
- Accumulate energy 5 kJ

ซึ่งการตั้งค่าเครื่องเลเซอร์ จะปรับตาม Reaction และ Endpoint ของผู้รับบริการแต่ละราย

วันนัดหมายติดตาม (Follow-up visit สัปดาห์ที่ 4, 8, 12, 18 และ 24)

ผู้เข้าร่วมงานวิจัยจะต้องมาตรวจติดตามที่ศูนย์ผิวหนัง มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ตามที่ได้นัดหมาย จำนวน 5 ครั้ง ได้แก่ สัปดาห์ที่ 4, 8, 12, 18 และ 24 หลังจากได้รับการรักษาครั้งแรก ไปในวันที่ 0 เพื่อประเมินผลลัพธ์ของอาการทางคลินิก (Clinical outcomes) หลังจากได้รับการรักษาด้วยเลเซอร์กำจัดขนครั้งแรก และเพื่อเข้ารับการรักษาต่อเนื่องจนครบ 4 ครั้ง (สัปดาห์ที่ 0, 4, 8 และ 12) จากนั้นในสัปดาห์ที่ 18 และ 24 จะเป็นการติดตามเพื่อประเมินผลลัพธ์ของอาการทางคลินิก (Clinical outcomes) และให้คำตอบแทนผู้ป่วยในการติดตามครั้งสุดท้าย โดยมีขั้นตอนดังนี้

สัปดาห์ที่ 4, 8 และ 12

1. ผู้วิจัยซักประวัติทั่วไป ตรวจร่างกาย วัดสัญญาณชีพ สอบถามผลข้างเคียงจากการรักษา

2. ผู้วิจัยถ่ายภาพรูกแร้งทั้งสองข้างของผู้เข้าร่วมวิจัย เพื่อใช้เปรียบเทียบความหนาแน่นของเส้นขน ด้วยกล้องดิจิทัล

3. ให้ผู้เข้าร่วมวิจัยทำแบบประเมินความรุนแรงของภาวะเหงื่อออกมากในรักแร้แต่ละข้าง และแบบประเมินความรุนแรงของกลิ่นตัว
4. ทำความสะอาดผิวบริเวณรักแร้ทั้งสองข้าง ด้วยผ้าก๊อซและน้ำเกลือ
5. ผู้วิจัยทำเลเซอร์กำจัดขนบริเวณรักแร้ให้ผู้เข้าร่วมวิจัย โดยแต่ละข้าง จะใช้เทคนิคเดียวกันกับที่ผู้เข้าร่วมวิจัยเคยได้รับการรักษาครั้งที่แล้ว
6. ประเมินผลข้างเคียงภายหลังการทำเลเซอร์ทันที
7. ทาครีมบำรุงผิวและแนะนำการปฏิบัติตนหลังทำเลเซอร์

สัปดาห์ที่ 18 และ 24

1. ผู้วิจัยซักประวัติทั่วไป ตรวจร่างกาย วัดสัญญาณชีพ สอบถามผลข้างเคียงจากการรักษา
2. ให้ผู้วิจัยเข้าห้องวิจัย เพื่อนั่งรอ 30 นาที ระหว่างนั้นผู้วิจัยจะถ่ายภาพรักแร้ทั้งสองข้างของผู้เข้าร่วมวิจัย เพื่อใช้เปรียบเทียบความหนาแน่นของเส้นขน ด้วยกล้องดิจิทัล
3. ให้ผู้เข้าร่วมวิจัยทำแบบประเมินความรุนแรงของภาวะเหงื่อออกมากในรักแร้แต่ละข้าง และแบบประเมินความรุนแรงของกลิ่นตัว
4. ผู้วิจัยประเมินความรุนแรงของกลิ่นตัว
5. เมื่อครบ 30 นาที ผู้วิจัยจะทำ Iodine-starch test ที่รักแร้ทั้งสองข้างของผู้เข้าร่วมวิจัย และถ่ายภาพรักแร้ทั้งสองข้าง
6. ผู้วิจัยมอบค่าตอบแทนให้กับผู้เข้าร่วมวิจัย (เฉพาะสัปดาห์ที่ 24)

การประเมินผล (Study outcome)

ผลลัพธ์หลักของการศึกษา (Primary outcome)

- ความแตกต่างของผลการประเมินความรุนแรงของภาวะเหงื่อออกมากในรักแร้แต่ละข้าง และแบบประเมินความรุนแรงของกลิ่นตัว ที่สัปดาห์ที่ 4, 8, 12, 18 และ 24 เทียบกับก่อนการรักษา ที่สัปดาห์ที่ 0

ผลลัพธ์รองของการศึกษา (Secondary outcome)

- ผลข้างเคียงจากการทำเลเซอร์กำจัดขนบริเวณรักแร้ เปรียบเทียบระหว่างวิธีดั้งเดิม และวิธีต่อเนื่อง
- ความแตกต่างของกลิ่นตัว เทียบกับก่อนการรักษา โดยแบบประเมิน Modified axillary malodor score ประเมินโดยผู้เข้าร่วมวิจัย

- ความแตกต่างของความหนาแน่นของเส้นขน บริเวณรักแร้ทั้งสองข้าง ที่สัปดาห์ที่ 4, 8, 12, 18 และ 24 เทียบกับก่อนการรักษา ที่สัปดาห์ที่ 0 โดยประเมินจากภาพถ่ายกล้องดิจิทัล

- คะแนนความพึงพอใจของผู้ร่วมวิจัยหลังการรักษา ที่สัปดาห์ที่ 24 วัดด้วย 10-point scale

การประเมินผลที่ใช้ในงานวิจัย

1. การประเมินความรุนแรงของเหื่อบริเวณรักแร้ ด้วยเทคนิค Gravimetry

เป็นการประเมินความรุนแรงของเหื่อ ด้วยเทคนิค Gravimetry ซึ่งถึงแม้ความเที่ยงตรงและความเชื่อมั่นยังเป็นที่ถกเถียง⁽³²⁾ แต่เป็นวิธีมาตรฐานที่ใช้ในงานวิจัยเกี่ยวกับเหื่อ บริเวณรักแร้ ที่จะช่วยบอกอัตราการสร้างเหื่อต่อพื้นที่ได้ วิธีการทำเริ่มด้วยการทำให้บริเวณผิวที่จะทดสอบแห้งก่อน จากนั้นนำกระดาษกรองซึ่งน้ำหนักก่อนทดสอบ และนำกระดาษกรองเดียวกัน แปะบนผิวบริเวณที่ต้องการทดสอบเหื่อ เป็นระยะเวลา 5 นาที จากนั้นชั่งน้ำหนักของกระดาษกรองหลังการทดสอบ นำค่าความแตกต่างของน้ำหนักกระดาษกรองก่อนและหลังการทดสอบ มาคำนวณกับเวลาที่ทำการทดสอบ จะได้เป็นอัตราการสร้างเหื่อ หน่วย mg/minute จากนั้นนำค่าพื้นที่ของกระดาษกรองมาคำนวณเป็น cm^2 และนำมาคำนวณ จะได้ออกมาเป็นข้อมูล ในหน่วย $\text{mg}/\text{cm}^2/\text{minute}$ จากนั้นใช้ข้อมูลนี้ในการเปรียบเทียบระหว่างก่อนการรักษา ที่สัปดาห์ที่ 4, 8, 12, 18 และ 24 เทียบกับก่อนการรักษา ที่สัปดาห์ที่ 0

2. การประเมินความรุนแรงของเหื่อบริเวณรักแร้ ด้วยเทคนิค Iodine-starch test ร่วมกับ Sweat Intensity Visual Scale (SIVS)

เป็นการใช้การทดสอบเหื่อด้วยวิธี Iodine-Starch test ซึ่งเป็นวิธีที่มีค่าความเที่ยงตรงและค่าความเชื่อมั่นที่ดี⁽⁴⁷⁾ ร่วมกับ Sweat Intensity Visual Scale (SIVS) เริ่มด้วยการทำความสะอาดผิวหนังบริเวณที่ต้องการทดสอบ และรอให้แห้ง จากนั้นทาสารละลายไอโอดีน 1% ในแอลกอฮอล์บนผิว รอให้แห้ง จากนั้นใช้ผงแป้งข้าวโพด โรยบาง ๆ บนบริเวณที่ต้องการ โดยใช้แปรงเกลี่ยแป้งให้กระจายบาง ๆ ทั่ว ๆ จากนั้นเมื่อเหื่อละลายผสมกับไอโอดีนและแป้ง จะเกิดพันธะโพลีไอโอดิดขึ้น ซึ่งทำให้สีของสารละลายไอโอดีนเปลี่ยนจากสีน้ำตาลอ่อน เป็นสีม่วงเข้ม ซึ่งช่วยให้เห็นจุดมวงบริเวณรูเปิดของต่อมเหงื่อได้ จากนั้นทำการถ่ายภาพไว้เพื่อเทียบผลก่อนและหลังการรักษา โดยที่การถ่ายภาพจะมีการทำเครื่องหมายกำหนดจุดสูงสุดและต่ำสุดของระยะภาพ ด้วยปากกา โดยจุดบนของภาพคือจุดที่วัดจากกึ่งกลางรักแร้ขึ้นไป 10 เซนติเมตร จุดล่างของภาพคือจุดที่วัดจากกึ่งกลางรักแร้ลงมา 10 เซนติเมตร จากนั้นทำการถ่ายภาพด้วยกล้องดิจิทัล โดย

ถ่ายจากมุมราบ ขนานกับพื้นเตียง ในมุมมองจากบนลงล่าง โดยความหนาแน่นของเหงื่อในบริเวณที่ทดสอบ จะถูกจัดระดับได้ด้วย Sweat Intensity Visual Scale (SIVS)^(32, 46) โดย 0 คะแนน หมายถึง ไม่มีเหงื่อ, 1 หมายถึง เริ่มมีเหงื่อ อยู่เป็นจุด, 2 คะแนน หมายถึง มีเหงื่อเล็กน้อย, 3 คะแนน หมายถึง มีเหงื่อปานกลาง, 4 คะแนน หมายถึง มีเหงื่อมาก และ 5 คะแนน หมายถึง มีเหงื่อมากเกินไป โดยถ้าสีม่วงหลังการทดสอบ มีลักษณะสีเข้มและกระจายทั่วเป็นลักษณะเดียวกัน จะจัดอยู่ในช่วงคะแนน 3-5 ในขณะที่สีจางและไม่สม่ำเสมอจะจัดอยู่ในช่วงคะแนน 0-2 โดยข้อมูลเหล่านี้ จะถูกใช้เปรียบเทียบระหว่างก่อนการรักษา ที่สัปดาห์ที่ 4, 8, 12, 18 และ 24 เทียบกับก่อนการรักษา ที่สัปดาห์ที่ 0

3. การประเมินความรุนแรงของเหงื่อบริเวณรักแร้ ด้วยแบบประเมิน Hyperhidrosis Disease Severity Scale (HDSS)

เป็นการประเมินความรุนแรงของเหงื่อด้วยแบบประเมิน Hyperhidrosis Disease Severity Scale (HDSS) ซึ่งเป็นแบบประเมินที่อาสาสมัครสามารถเข้าใจได้ง่าย และมีความเที่ยงตรงและความเชื่อมั่นที่ดี⁽⁵⁰⁾ โดยอาสาสมัครจะต้องประเมินความรุนแรงของเหงื่อในรักแร้แต่ละข้าง ด้วยเกณฑ์คะแนน 1-4 โดย 4 คะแนน หมายถึง มีเหงื่อออกมากที่สุดและรบกวนชีวิตประจำวันมากที่สุด และ 1 คะแนน หมายถึง ไม่รู้สึกว่ามีเหงื่อออก จากนั้นใช้ข้อมูลนี้ในการเปรียบเทียบกับก่อนการรักษาที่สัปดาห์ที่ 0 และหลังการรักษาที่สัปดาห์ที่ 4, 8, 12, 18 และ 24 โดยที่ภายหลังการรักษา หากคะแนนน้อยลง 1 คะแนน สามารถประมาณผลว่าเหงื่อออกน้อยลง 50% และหากคะแนนน้อยลง 2 คะแนน ประมาณผลว่าเหงื่อออกน้อยลง 80%⁽⁴⁹⁾

4. การประเมินความหนาแน่นของเส้นขนบริเวณรักแร้ ด้วยภาพถ่ายดิจิทัล

เป็นการใช้กล้องดิจิทัล ในการถ่ายภาพบริเวณรักแร้ ซึ่งภาพถ่ายจากกล้องดิจิทัลจะสามารถเก็บรายละเอียดภาพรวมของจำนวนขนบริเวณกว้าง อย่างเช่นบริเวณรักแร้ ได้ดีกว่าการใช้กล้องกำลังขยายสูง เช่น กล้อง Folliculoscope โดยก่อนการถ่ายภาพอาสาสมัครจะถูกขอให้นอนบนเตียง แพทย์ผู้วิจัยโกนขนรักแร้อาสาสมัครให้สั้น และมีการทำเครื่องหมายกำหนดจุดสูงสุดและต่ำสุดของระยะภาพด้วยปากกา โดยจุดบนของภาพคือจุดที่วัดจากกึ่งกลางรักแร้ขึ้นไป 10 เซนติเมตร จุดล่างของภาพคือจุดที่วัดจากกึ่งกลางรักแร้ลงมา 10 เซนติเมตร จากนั้นทำการถ่ายภาพด้วยกล้องดิจิทัล โดยถ่ายจากมุมราบ ขนานกับพื้นเตียง ในมุมมองจากบนลงล่าง โดยจะถ่ายตั้งแต่ก่อนการรักษาที่สัปดาห์ที่ 0 เปรียบเทียบกับหลังการรักษา ที่สัปดาห์ที่ 4, 8, 12, 18 และ 24 และใช้เกณฑ์คะแนนแสดงความเปลี่ยนแปลงของความหนาแน่นเส้นขนโดยรวม จาก

เกณฑ์ของ Global photography⁽⁶¹⁾ ซึ่งจะให้แพทย์ที่ไม่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย 1 ท่าน และผู้เข้าร่วมวิจัย เป็นผู้ประเมินจากภาพถ่าย โดยมีเกณฑ์คะแนน แบ่งเป็นทั้งหมด 7 ระดับ ดังนี้

- 3 หมายถึง ลดลงอย่างมาก (greatly decreased)
- 2 หมายถึง ลดลงปานกลาง (moderately decreased)
- 1 หมายถึง ลดลงเล็กน้อย (slightly decreased)
- 0 หมายถึง ไม่เปลี่ยนแปลง (unchanged)
- 1 หมายถึง เพิ่มขึ้นเล็กน้อย (slightly increased)
- 2 หมายถึง เพิ่มขึ้นปานกลาง (moderately increased)
- 3 หมายถึง เพิ่มขึ้นอย่างมาก (greatly increased)

5. การประเมินการเปลี่ยนแปลงของกลิ่นตัว ด้วย Modified axillary malodor score

เป็นการประเมินการเปลี่ยนแปลงของกลิ่นตัว ด้วย Modified axillary malodor score ซึ่งผู้วิจัยได้ดัดแปลงมาจากแบบประเมิน Axillary malodor score จากงานวิจัยของ Chen และคณะ⁽⁵⁵⁾ ซึ่งจะประเมินโดยอาสาสมัครงานวิจัย เนื่องจากอาสาสมัครเป็นผู้ที่จะรับรู้ถึงกลิ่นตัวของตนได้ดีที่สุด โดยอาสาสมัครจะได้รับคำแนะนำให้สังเกตกลิ่นตัวในทุกวัน ทั้งช่วงเวลาปกติ และช่วงเวลาที่ทำกิจกรรมหนัก เช่น ออกกำลังกาย ซึ่งอาสาสมัครจะต้องทำแบบประเมิน Modified axillary malodor score ตั้งแต่ก่อนการรักษาที่สัปดาห์ที่ 0 เปรียบเทียบกับหลังการรักษา ที่สัปดาห์ที่ 4, 8, 12, 18 และ 24 โดยมีเกณฑ์การประเมิน ดังนี้

- 0 หมายถึง อาสาสมัครไม่รู้สึถึงกลิ่นตัว
- 1 หมายถึง อาสาสมัครรู้สึกถึงกลิ่นตัวเฉพาะเวลาทำกิจกรรมที่เหงื่อออกมาก
- 2 หมายถึง อาสาสมัครรู้สึกถึงกลิ่นตัวในขณะใช้ชีวิตประจำวัน
- 3 หมายถึง อาสาสมัครรู้สึกถึงกลิ่นตัวแม้เวลาพักผ่อน เช่น นอนหลับพักผ่อน โดยที่ไม่ได้ทำกิจกรรมใด ๆ ที่ทำให้เหงื่อออกมาก่อน

6. การประเมินค่าความพึงพอใจต่อการรักษาโดยผู้เข้าร่วมงานวิจัย (Patient's satisfaction)

ให้อาสาสมัครประเมินความพึงพอใจของตัวเอง ที่สัปดาห์ที่ 24 ผ่านการวัดด้วย 10-point scale โดยจะประเมินทั้งความพึงพอใจในแง่ของขน เหงื่อ และความพึงพอใจโดยรวม

7. การประเมินผลข้างเคียง (Adverse effects)

ให้อาสาสมัครรายงานผลข้างเคียงอันไม่พึงประสงค์ ที่ได้รับหลังการรักษาด้วยเลเซอร์ รวมถึงแพทย์ผู้วิจัยทำการสอบถามผลข้างเคียงและประเมินอาการ ในวันที่นัดติดตามจนกระทั่งจบการวิจัย โดยจะบันทึกผลข้างเคียงไว้ในแบบบันทึกผลข้างเคียงของผู้เข้าร่วมงานวิจัยที่สัปดาห์ที่ 0, 4, 8, 12, 18 และ 24 โดยมีรายละเอียดการประเมิน ดังนี้

ผลข้างเคียงที่ประเมินทันทีหลังทำเลเซอร์

- ความบวม

ประเมินโดยแพทย์ผู้ทำเลเซอร์ ว่ามีหรือไม่ ในแบบบันทึกผลข้างเคียง

- ความแดง

ประเมินโดยแพทย์ผู้ทำเลเซอร์ ด้วย Visual assessment ordinal scale⁽⁶²⁾

โดยมีเกณฑ์ดังนี้

- | | | |
|---|---------|---|
| 1 | หมายถึง | แดงจางมาก ออกสีชมพูอ่อน |
| 2 | หมายถึง | แดงจาง ออกสีชมพูเข้ม เห็นขอบชัดเจน |
| 3 | หมายถึง | สีแดงสด ขอบชัดมาก |
| 4 | หมายถึง | สีแดงเข้มที่สุด ขอบชัดที่สุด อาจเห็นเส้นเลือดฝอยหรือรอยชำรุดเลือด |

โดยปัจจุบันยังไม่มีการศึกษาความเที่ยงตรงและความเชื่อมั่นของเกณฑ์คะแนนนี้

- แผลไหม้ และตุ่มน้ำ

ประเมินโดยแพทย์ผู้ทำเลเซอร์ ว่ามีหรือไม่ ในแบบบันทึกผลข้างเคียง

- ปฏิกิริยาภูมิแพ้

ประเมินโดยแพทย์ผู้ทำเลเซอร์ ว่ามีหรือไม่ ในแบบบันทึกผลข้างเคียง

ผลข้างเคียงที่ประเมิน 3 วัน หลังทำเลเซอร์

- รุขุมขนอักเสบ

ประเมินโดยแพทย์ผู้ทำเลเซอร์ ผ่านทางรูปและการสอบถามอาการในโทรศัพท์ ว่ามีหรือไม่ ในแบบบันทึกผลข้างเคียง

ผลข้างเคียงที่ประเมินระหว่างนัดครั้งถัดไป

- ความผิดปกติของเม็ดสี

ประเมินโดยแพทย์ผู้ทำเลเซอร์ ว่ามีหรือไม่ ในแบบบันทึกผลข้างเคียง

- แผลเป็น

ประเมินโดยแพทย์ผู้ทำเลเซอร์ ว่ามีหรือไม่ ในใบบันทึกผลข้างเคียง

หากเกิดผลข้างเคียงที่รุนแรง เช่น เป็นอันตรายคุกคามต่อชีวิต, ทำให้ต้องเข้าพักรักษาตัวในโรงพยาบาล, เกิดความพิการหรือทุพพลภาพ, ทำให้เกิดอาการแพ้รุนแรงเฉียบพลัน (Anaphylaxis) เป็นต้น แพทย์ผู้วิจัยจะเขียนรายละเอียดถึงผลข้างเคียงที่เกิดขึ้น และจะรายงานผลข้างเคียงที่รุนแรง แก่คณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ (The independent ethics committee of SAE) โดยเร็วที่สุด หรือภายใน 24 ชั่วโมง

ตาราง 9 แสดงขั้นตอนงานวิจัย

ครั้งนัดหมาย (visit)	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6
รายละเอียด	วันที่ 0	สัปดาห์ที่ 4	สัปดาห์ที่ 8	สัปดาห์ที่ 12	สัปดาห์ที่ 18	สัปดาห์ที่ 24
1. คัดเลือกอาสาสมัคร						
Inclusion criteria	/					
Exclusion criteria	/					
2. บันทึกข้อมูล						
ข้อมูลพื้นฐาน	/					
แบบยินยอมเข้า ร่วมงานวิจัย	/					
การสุ่ม	/					
3. บันทึกและ ประเมินผลการ เปลี่ยนแปลงของ อาการทางคลินิก						

ตาราง 9 (ต่อ)

ครั้งนัดหมาย (visit)	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6
รายละเอียด	วันที่ 0	สัปดาห์ที่ 4	สัปดาห์ที่ 8	สัปดาห์ที่ 12	สัปดาห์ที่ 18	สัปดาห์ที่ 24
ประเมินเหงือกด้วย Gravimetry	/	/	/	/	/	/
ประเมินเหงือกด้วย Iodine-starch test	/	/	/	/	/	/
และ SIVS						
ประเมินเหงือกด้วย HDSS	/	/	/	/	/	/
ประเมินความหนาแน่น เส้นขนด้วยกล้อง ดิจิทัล และเกณฑ์จาก Global photography	/	/	/	/	/	/
ประเมินกลิ่นตัวด้วย Modified axillary odor score	/	/	/	/	/	/
ประเมินผลข้างเคียง	/	/	/	/	/	/
ประเมินความพึงพอใจ						/
4. แพทย์ผู้วิจัยทำ เลเซอร์ให้อาสาสมัคร	/	/	/	/		

การเก็บรวบรวมข้อมูลและการจัดการข้อมูล (Data collection and management)

จะมีการจัดเก็บบันทึกข้อมูลส่วนตัวของอาสาสมัคร และข้อมูลเกี่ยวกับภาวะเหงื่อออกมาก ลงใน case record form ในทุกครั้งที่อาสาสมัครมาพบแพทย์ (วันที่ 0, สัปดาห์ที่ 4, 8, 12, 18 และ 24) จะมีการบันทึกข้อมูลการประเมินเหงื่อด้วย Gravimetry, Iodine-starch test ร่วมกับ SIVS, การประเมินเหงื่อด้วย HDSS, ความหนาแน่นของเส้นขนจากกล้องดิจิทัล และเกณฑ์ของ Global photography, ข้อมูลกลิ่นตัวจาก Modified axillary odor score และข้อมูลผลข้างเคียง (สัปดาห์ที่ 4, 8, 12, 18 และ 24) ลงใน case record form และในครั้งสุดท้ายของการนัดติดตามที่สัปดาห์ที่ 24 จะมีการบันทึกข้อมูลความพึงพอใจในการรักษาของผู้เข้าร่วมวิจัย

เมื่อการเก็บข้อมูลเสร็จสิ้น จะมีการบันทึกข้อมูลของผู้เข้าร่วมวิจัยทั้งหมดลงในโปรแกรม Microsoft Excel พร้อมทั้งตรวจสอบและแก้ไขข้อมูลให้ถูกต้อง เพื่อนำข้อมูลไปวิเคราะห์ทางสถิติต่อไป รวมถึงข้อมูลภาพถ่ายระหว่างการดำเนินการวิจัย จะถูกจัดเก็บในแฟ้มเอกสารเข้ารหัสป้องกัน โดยที่ไฟล์ข้อมูลทั้งหมดจะถูกบันทึกไว้ในเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนตัวของแพทย์ผู้วิจัย ซึ่งจะมีการตั้งรหัสป้องกันการเข้าถึงข้อมูลส่วนตัวของผู้เข้าร่วมวิจัย หลังสิ้นสุดการวิจัย ข้อมูลจะถูกเก็บต่อเป็นระยะเวลา 1 ปี หลังจากนั้นข้อมูลทั้งหมดจะถูกลบทิ้งแบบถาวร สำหรับเอกสารวิจัยรูปแบบกระดาษจะถูกจัดเก็บไว้ในตู้ที่มีตัวล็อกแน่นหนา เป็นระยะเวลา 1 ปี โดยมีเพียงแพทย์ผู้วิจัยที่สามารถเปิดออกได้ และจะมีการทำลายเอกสารทั้งหมดด้วยเครื่องทำลายเอกสารเมื่อครบระยะเวลา 1 ปี

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล (Statistical analysis)

โปรแกรมที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ คือ โปรแกรม Software for statistics and Data science (STATA MP Parallel edition 14.0 for Windows) โดยกำหนดค่า $p\text{-value} \leq 0.05$ ว่ามีนัยสำคัญทางสถิติ

สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive statistics)

ได้แก่ ข้อมูลพื้นฐาน และข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับภาวะเหงื่อออกมากของผู้เข้าร่วมวิจัย (Baseline characteristics)

ข้อมูลเชิงกลุ่ม (Categorical data)

รายงานผลเป็นความถี่ (Frequency) และปริมาณร้อยละ (Percentage)

ข้อมูลต่อเนื่อง (Continuous data)

กรณีที่มีการกระจายตัวปกติ (Normal distribution) จะรายงานผลเป็นค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation, SD)

กรณีที่มีการกระจายตัวไม่ปกติ จะรายงานผลเป็นมัธยฐาน (Median) และค่าพิสัยระหว่างควอร์ไทล์ (Interquartile range)

สถิติเชิงอนุมาน (Inferential statistics)

เปรียบเทียบข้อมูลเชิงกลุ่ม (Categorical data)

ได้แก่ ผลข้างเคียงจากการรักษา ระหว่างเลเซอร์กำจัดขนรักแร้ ด้วยวิธีดั้งเดิม และวิธีต่อเนื่อง ด้วย Chi-square test

เปรียบเทียบข้อมูลต่อเนื่อง (Continuous data)

ได้แก่ คะแนนความพึงพอใจหลังการรักษา ระหว่างเลเซอร์กำจัดขนรักแร้ ด้วยวิธีดั้งเดิม และวิธีต่อเนื่อง ด้วย Paired T-test

เปรียบเทียบข้อมูลต่อเนื่อง (Continuous data) ที่ใช้เลเซอร์กำจัดขนด้วยวิธีเดียวกัน ที่ระยะเวลาแตกต่างกัน (Difference of the mean value between different time)

- ความแตกต่างของอัตราการสร้างเหงื่อ ที่ได้จาก Gravimetry และความแตกต่างของระดับคะแนน SIVS ที่ได้จาก Iodine-starch test เทียบข้อมูลก่อนและหลังการรักษา ภายในเลเซอร์วิธีเดียวกัน ด้วย Mixed linear model

- ความแตกต่างของคะแนน HDSS, Modified Axillary Malodor score และคะแนนความหนาแน่นของเส้นขนจากกล้องดิจิทัล ด้วยเกณฑ์ของ Global photography เปรียบเทียบข้อมูลระหว่างก่อนการรักษา และข้อมูลที่สัปดาห์ที่ 4, 8, 12, 18 และ 24 ภายในเลเซอร์วิธีเดียวกัน ด้วย Mixed linear model

เปรียบเทียบข้อมูลต่อเนื่อง (Continuous data) ที่ใช้เลเซอร์กำจัดขนต่างวิธี ที่ระยะเวลาแตกต่างกัน (Difference of the mean value between two groups)

- ความแตกต่างของอัตราการสร้างเหงื่อ ที่ได้จาก Gravimetry และความแตกต่างของระดับคะแนน SIVS ที่ได้จาก Iodine-starch test เทียบข้อมูลก่อนและหลังการรักษา ระหว่างเลเซอร์ต่างวิธีกัน ด้วย Mixed linear model

- ความแตกต่างของคะแนน HDSS, Modified Axillary Odor score และคะแนนความหนาแน่นของเส้นขนจากกล้องดิจิทัล ด้วยเกณฑ์ของ Global photography เปรียบเทียบ

ข้อมูลระหว่างก่อนการรักษา และข้อมูลที่สัปดาห์ที่ 4, 8, 12, 18 และ 24 ระหว่างเลเซอร์ต่างวิธีกัน ด้วย Mixed linear model

ระยะเวลาดำเนินงานวิจัย

งานวิจัยนี้มีระยะเวลาดำเนินงานวิจัยทั้งสิ้น 18 เดือน รายละเอียดดังตารางที่ 10

ตาราง 10 สรุปแผนการดำเนินงาน

กิจกรรม	เดือน					
	มี.ค.-	ก.ค.-	ก.ย.-	พ.ย. 66 -	ก.ค.	ส.ค.-ก.ย.
	มี.ย. 66	ส.ค. 66	ต.ค. 66	มี.ย. 67	67	67
1.การวางแผนโครงร่างงานวิจัย บทที่1-3	/					
2.สอบปากเปล่าโครงเรื่องงานวิจัย (Proposal)		/				
3.ส่งคำขอต่อคณะกรรมการจริยธรรม		/				
4.ส่งคำขออนุมัติงานวิจัย		/				
5.ได้ผลการรับรองจากคณะกรรมการจริยธรรม			/			
6.ประกาศรับอาสาสมัคร			/			
7.ดำเนินงานวิจัย				/		
8.สรุปผลงานวิจัย					/	
9.สอบจบงานวิจัย						/
10.ส่งตีพิมพ์งานวิจัย						/

งบประมาณการทำวิจัย

รายละเอียดดังตารางที่ 11

ตาราง 11 สรุปงบประมาณงานวิจัย

ประเภทงบประมาณ	รายละเอียด	งบประมาณ
หมวดค่าตอบแทน	- ค่าตอบแทนอาสาสมัคร (200 บาท/ครั้ง)	45,600 บาท
หมวดค่าใช้สอย	- ค่ายาหลังทำเลเซอร์เมื่อมีผลข้างเคียง	5,000 บาท
หมวดค่าวัสดุและอุปกรณ์	- ค่าเช่าเครื่องเลเซอร์	50,000 บาท
	- ค่าเช่าเครื่องมือวิทยาศาสตร์ในการตรวจวัดผล	11,000 บาท
	- ค่าวัสดุอุปกรณ์วิจัย	30,000 บาท
	- ค่าเอกสาร	5,000 บาท
หมวดค่าสาธารณูปโภค	- ค่าน้ำ ค่าไฟ ค่าโทรศัพท์ติดตามอาการ	3,400 บาท
หมวดรายจ่ายอื่น	-	-
รวม		150,000 บาท

แหล่งที่มาของเงินทุน

ทุนจากคณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

บทที่ 4

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

การศึกษาเปรียบเทียบผลของเลเซอร์กำจัดขนไดโอด ความยาวคลื่นผสม ที่ 810, 940 และ 1,060 นาโนเมตร ด้วยวิธีดั้งเดิม และวิธีต่อเนื่อง ต่อการเปลี่ยนแปลงของเหงื่อบริเวณรักแร้ ซึ่งเป็นการศึกษาวิจัยเชิงทดลองทางคลินิกแบบไปข้างหน้า ที่มีการเปรียบเทียบระหว่างการยิงเลเซอร์ 2 เทคนิค แบบสุ่ม ภายในอาสาสมัครคนเดียวกัน (Prospective randomized split-side controlled study) โดยโครงการวิจัยได้ผ่านการรับรองจริยธรรม จากคณะกรรมการจริยธรรม การวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการแบ่งการวิเคราะห์ข้อมูล ออกเป็น 5 ขั้นตอน ดังแสดงต่อไปนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลพื้นฐานทั่วไป และข้อมูลของเหงื่อ กลิ่นตัว และเส้นขน ก่อนการรักษาของอาสาสมัคร

ตอนที่ 2 การเปลี่ยนแปลงของเหงื่อ และกลิ่นตัวหลังการรักษา

ตอนที่ 3 การเปลี่ยนแปลงของความหนาแน่นของเส้นขนหลังการรักษา

ตอนที่ 4 ผลการประเมินด้านความพึงพอใจต่อผลการรักษาของอาสาสมัคร

ตอนที่ 5 อาการไม่พึงประสงค์ของอาสาสมัคร ระหว่างเข้าร่วมโครงการวิจัย

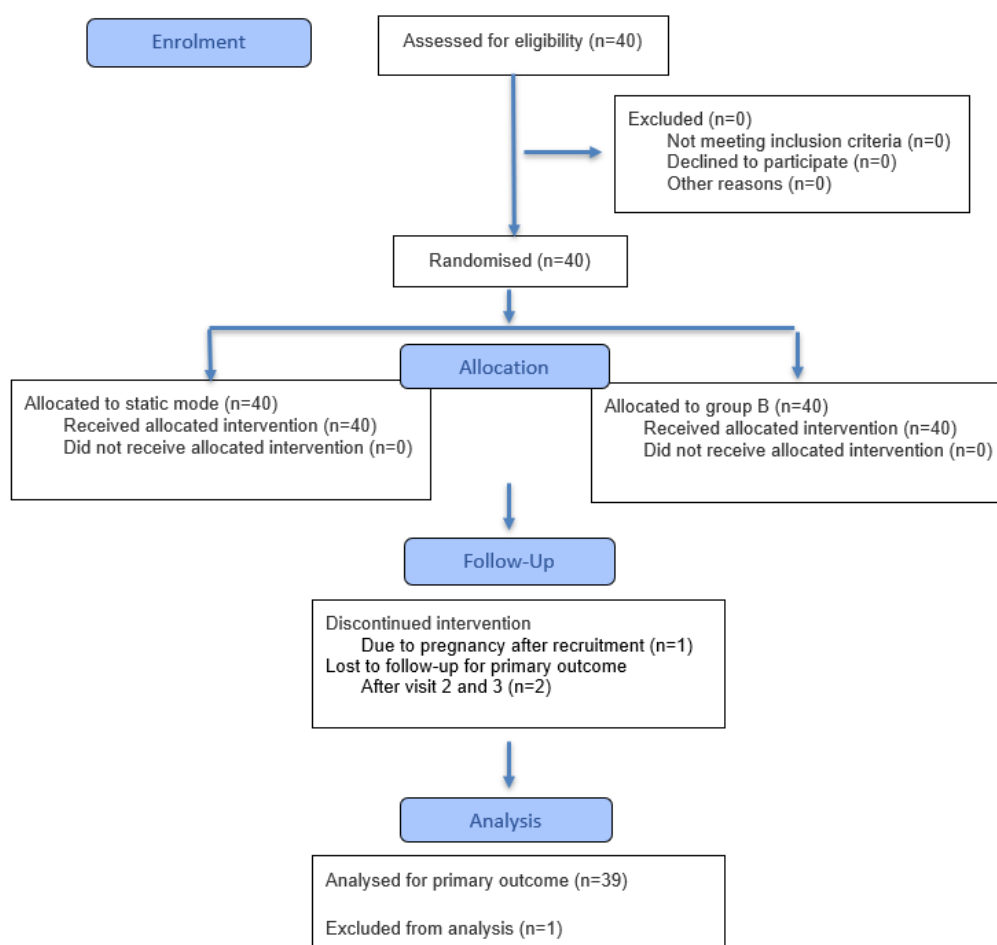
ตอนที่ 1 ข้อมูลพื้นฐานทั่วไป ก่อนการรักษาของอาสาสมัคร

อาสาสมัครที่ผ่านการคัดเลือกเข้าร่วมโครงการวิจัย เป็นชาวไทย ที่มีอายุระหว่าง 19-40 ปี เพศชายและหญิง เพศหญิงยังไม่หมดประจำเดือน มีประเภทสีผิว Fitzpatrick's skin type III-V โดยเป็นอาสาสมัครสุขภาพดี ที่ต้องการกำจัดขนรักแร้ด้วยเลเซอร์ รวมทั้งสิ้น 40 คน อยู่ในกลุ่ม A ที่ได้รับการเลเซอร์ด้วยวิธีดั้งเดิม (traditional technique/static mode) ที่รักแร้ซ้าย วิธีต่อเนื่อง (continuous technique/dynamic mode) ที่รักแร้ขวา จำนวน 20 คน และ อยู่ในกลุ่ม B ที่ได้รับการเลเซอร์ด้วยวิธีดั้งเดิมที่รักแร้ขวา วิธีต่อเนื่องที่รักแร้ซ้าย จำนวน 20 คน

ทั้งนี้ ในระหว่างการดำเนินโครงการวิจัย มีอาสาสมัครที่ออกจากโครงการทั้งสิ้น จำนวน 3 คน โดยที่อยู่ในกลุ่ม A จำนวน 2 คน และกลุ่ม B จำนวน 1 คน ทำให้คงเหลือผู้เข้าร่วมงานวิจัย ที่มาติดตาม จนเสร็จสิ้นงานวิจัย รวมทั้งสิ้นจำนวน 37 คน อยู่ในกลุ่ม A จำนวน 18 คน และกลุ่ม B จำนวน 19 คน โดยมีขั้นตอนการจัดกลุ่มของอาสาสมัคร ดังแสดงในภาพประกอบ 7

โดยสาเหตุการออกจากโครงการวิจัย ในกลุ่ม A ได้แก่ ตรวจพบว่าตั้งครรภ์หลังจากที่ได้รับการรักษาด้วยเลเซอร์ไป 1 ครั้ง จำนวน 1 คน และอีก 1 คน ไม่มาตามนัดและไม่สามารถติดต่อได้ หลังจากได้รับการรักษาด้วยเลเซอร์ไป 2 ครั้ง สำหรับในกลุ่ม B มีจำนวน 1 คน สาเหตุของการออกจากโครงการ คือ การย้ายที่ทำงานไปต่างจังหวัด หลังจากได้รับการรักษาด้วยเลเซอร์ไป 3 ครั้ง ไม่สะดวกมาตรวจติดตาม

ข้อมูลพื้นฐานทั่วไปก่อนการรักษาของอาสาสมัคร แสดงดังตาราง 12



ภาพประกอบ 7 ขั้นตอนการจัดกลุ่มของอาสาสมัคร

ตาราง 12 ข้อมูลพื้นฐานทั่วไปก่อนการรักษาของอาสาสมัคร

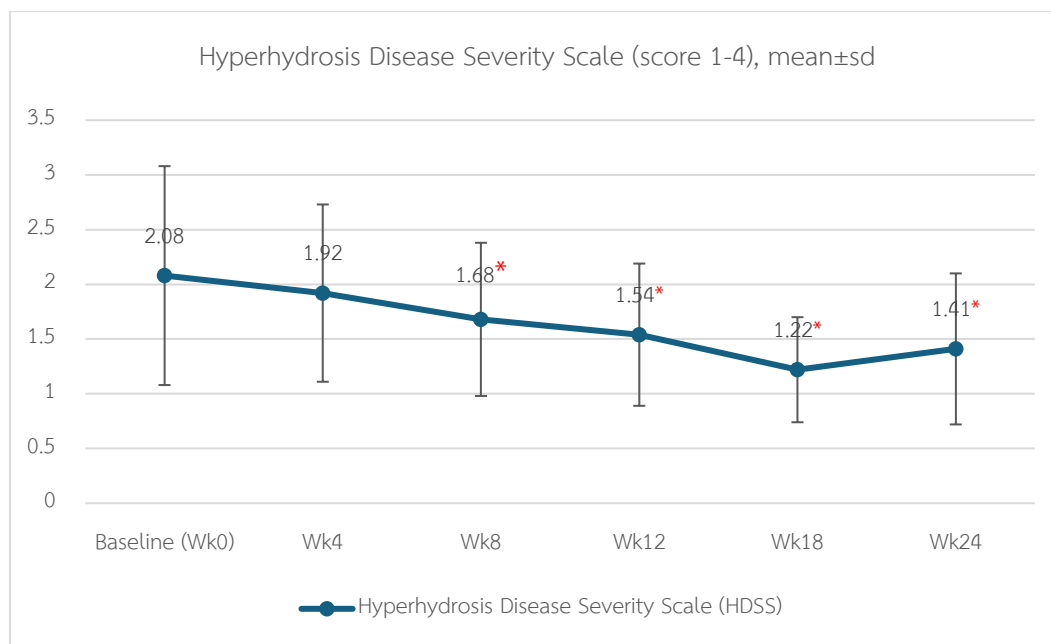
Baseline Characteristics	
Sex, n (%)	
Male : Female	15 : 25 (37.5% : 62.5%)
Age, median (IQR), [range]	27.50 (24.00, 30.00), [19-40]
Fitzpatrick's skin type, n (%)	
Type III	8 (20.0%)
Type IV	29 (72.5%)
Type V	3 (7.5%)

จากตาราง 12 อาสาสมัครมีจำนวนรวมทั้งสิ้น 40 คน เป็นเพศชาย 15 คน (37.5 %) เพศหญิง 25 คน (62.5 %) มีอายุตั้งแต่ 19-40 ปี มีฐานเท่ากับ 27.50 ปี (พิสัยระหว่างควอไทล์ 24, 30 ปี) มีประเภทสีผิว Fitzpatrick's skin ประเภท III จำนวน 8 คน (20.0 %), ประเภท IV จำนวน 29 คน (72.5 %) และประเภท V จำนวน 3 คน (7.5 %) โดยอาสาสมัครทุกคนที่เข้าร่วมงานวิจัย ไม่มีอาสาสมัครคนใดที่มีโรคประจำตัวที่ส่งผลต่อภาวะเหงื่อออกมากหรือเส้นขน ดังประกอบอยู่ในเกณฑ์การคัดออกของอาสาสมัคร ไม่มีอาสาสมัครที่มีภาวะหมดประจำเดือนซึ่งส่งผลต่อเส้นขน ไม่มีอาสาสมัครที่มีประวัติคนในครอบครัวเป็นโรคที่ส่งผลต่อเหงื่อและเส้นขน ไม่มีอาสาสมัครที่รับประทานยาหรืออาหารเสริมที่ส่งผลต่อเหงื่อและเส้นขน

ตอนที่ 2 การเปลี่ยนแปลงของเหงื่อ และกลิ่นตัวหลังการรักษา

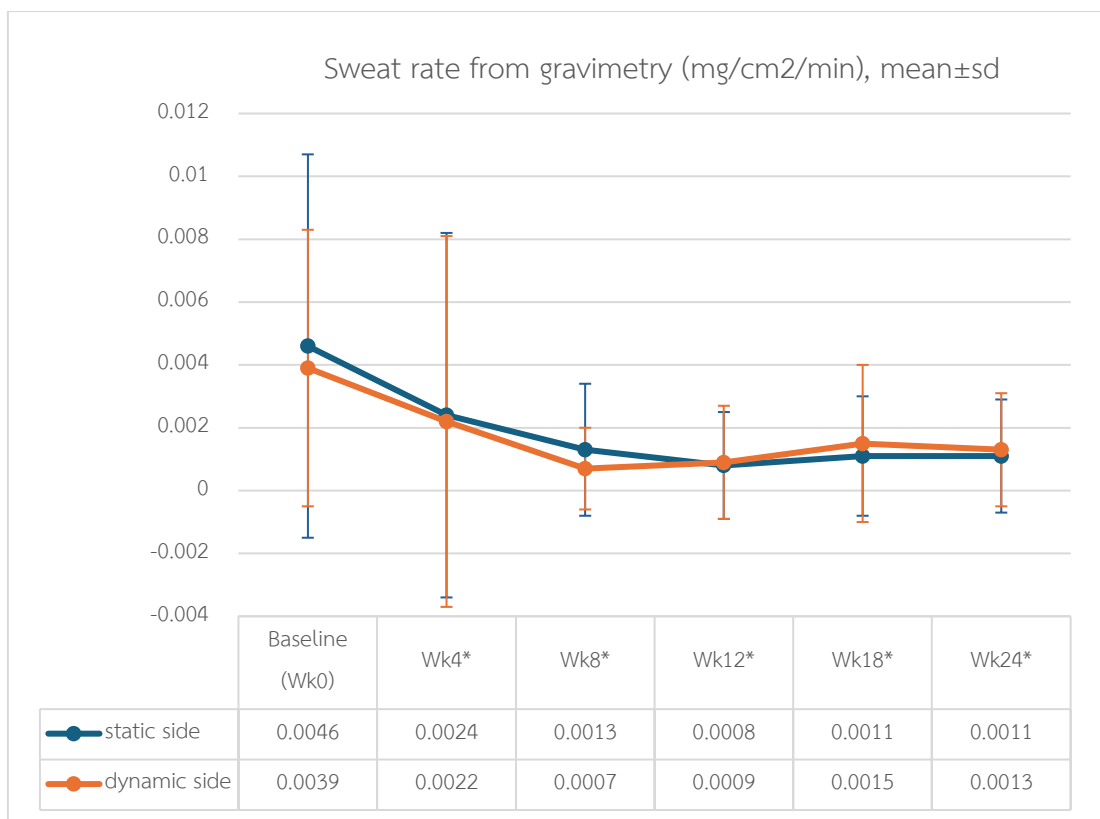
การวิเคราะห์ข้อมูลตั้งแต่ตอนที่ 2 เป็นต้นไปนี้ จะใช้การวิเคราะห์ข้อมูลแบบ intention to treat โดยใช้ข้อมูลของอาสาสมัครทุกคนเท่าที่มีมาวิเคราะห์ทางสถิติ

ความรุนแรงของเหงื่อ ที่ประเมินด้วยแบบสอบถาม วัดระดับคะแนน Hyperhidrosis Disease Severity Scale (HDSS) และวิเคราะห์ทางสถิติด้วยวิธี Mixed linear model ดังแสดงในภาพประกอบ 8 พบว่ามีการลดลงของเหงื่อในอาสาสมัครอย่างมีนัยสำคัญ หลังจากทำเลเซอร์ขนรักแร้ไป 2 ครั้ง ดังประเมินที่สัปดาห์ที่ 8 (p-value = 0.014) และเหงื่อยังคงน้อยลงอย่างมีนัยสำคัญหลังจากหยุดทำเลเซอร์ไป 3 เดือน ดังประเมินที่สัปดาห์ที่ 24 (p-value < 0.001)



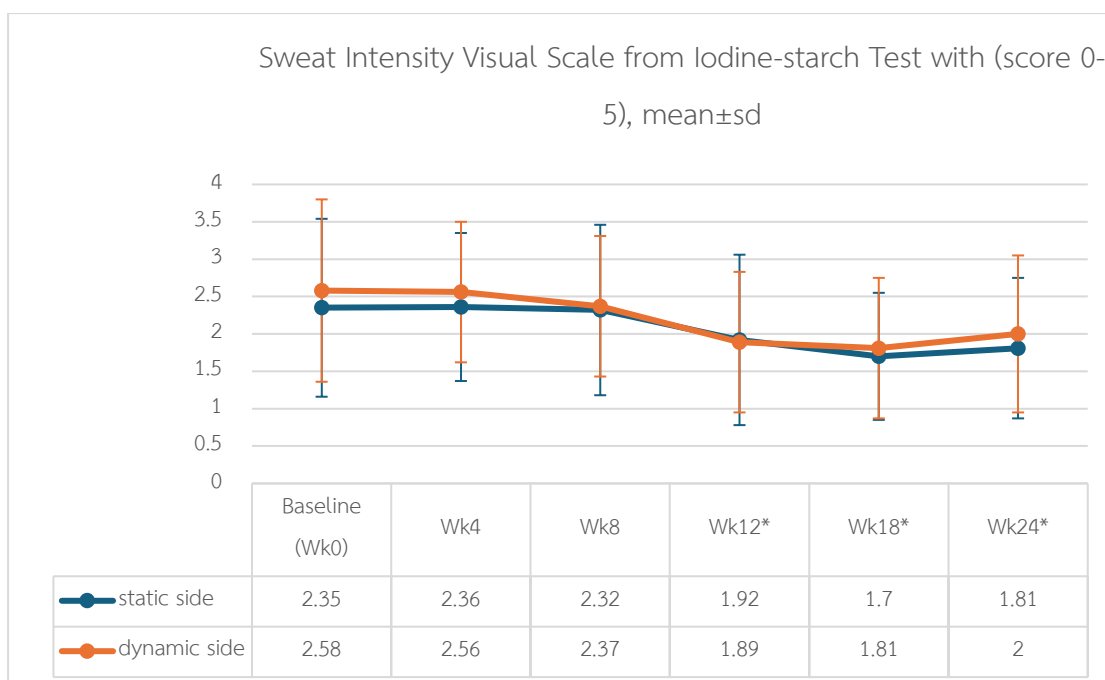
ภาพประกอบ 8 แสดงค่าเฉลี่ยคะแนนความรุนแรงของภาวะเหงื่อออกมาก (HDSS) ที่เปลี่ยนแปลงไประหว่างก่อนรักษา ระหว่างการรักษา และหลังการรักษา ที่สัปดาห์ต่างๆ

อัตราการแห้งเหี่ยว จากการประเมินด้วย gravimetry และวิเคราะห์ทางสถิติด้วยวิธี Mixed linear model พบมีการลดลงอย่างมีนัยสำคัญ หลังจากทำเลเซอร์ครั้งแรกไป 1 ครั้ง ในทั้ง 2 วิธีของการยิงเลเซอร์ ดังประเมินในสัปดาห์ที่ 4 (p-value static side = 0.004, p-value dynamic side = 0.016) โดยในครั้งทั้ง 2 ข้าง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (p-value = 0.654) และแห้งยังคงน้อยลงอย่างมีนัยสำคัญหลังจากหยุดทำเลเซอร์ไป 3 เดือน ดังประเมินที่สัปดาห์ที่ 24 (p-value both static side and dynamic side < 0.001) ดังแสดงในภาพประกอบ



ภาพประกอบ 9 แสดงค่าเฉลี่ยของอัตราการเหงื่อจาก gravimetry ที่เปลี่ยนแปลงไประหว่างก่อน ระหว่างการรักษา และหลังการรักษาที่สัปดาห์ต่างๆ

ระดับคะแนนความเข้มข้นของเหงื่อ Sweat Intensity Visual Scale (SIVS) จากการทดสอบด้วยไอโอดีนและแป้ง (Iodine-starch Test) และวิเคราะห์ทางสถิติด้วยวิธี Mixed linear model พบว่าการลดลงอย่างมีนัยสำคัญในทั้ง 2 วิธีของการยิงเลเซอร์ หลังจากทำเลเซอร์ไป 3 ครั้ง ดังประเมินที่สัปดาห์ที่ 12 (p-value static side =0.034, p-value dynamic side < 0.001) หลังจากนั้นหลังจากหยุดทำเลเซอร์ไป 3 เดือน พบว่าคะแนนมีการเพิ่มขึ้นเล็กน้อย แต่ยังคงแตกต่างจากก่อนการรักษาอย่างมีนัยสำคัญ ดังประเมินที่สัปดาห์ที่ 24 (p-value static side =0.008, p-value dynamic side = 0.002) โดยในการรักษาทั้งสองวิธีไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (p-value = 0.105) ดังแสดงในภาพประกอบ 10

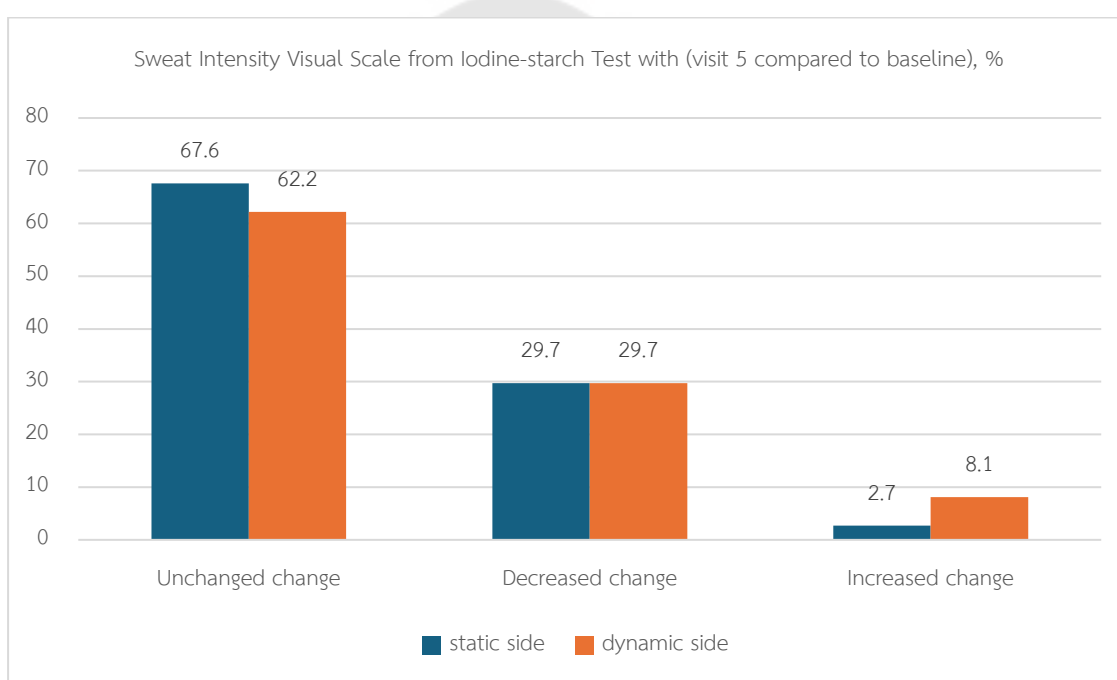


ภาพประกอบ 10 แสดงค่าเฉลี่ยของระดับคะแนนความเข้มข้นของเหงื่อ (SIVS) จากการทดสอบด้วยไอโอดีนและแป้ง (Iodine-starch Test) ที่เปลี่ยนแปลงไประหว่างก่อนรักษา ระหว่างการรักษา และหลังการรักษา ที่สัปดาห์ต่างๆ

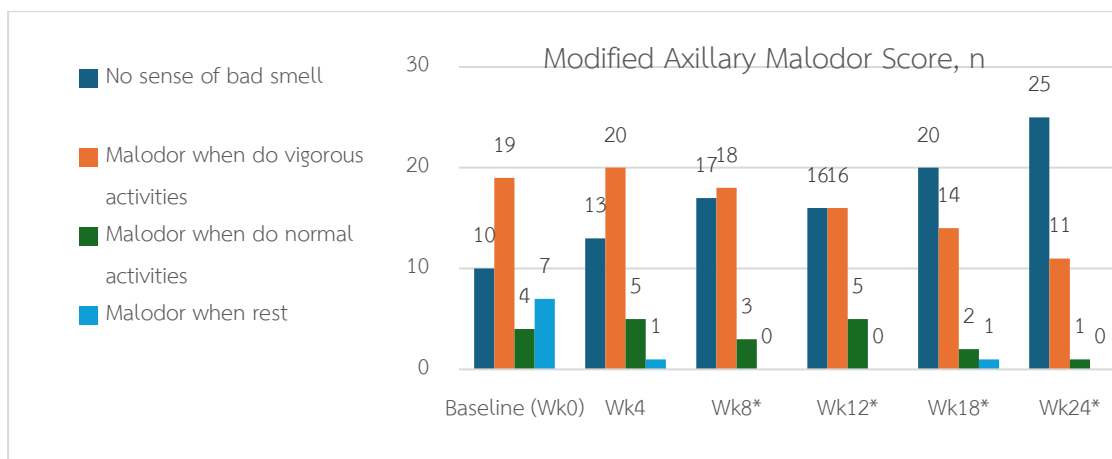
ระดับคะแนนความเข้มข้นของเหงื่อ Sweat Intensity Visual Scale (SIVS) จากการทดสอบด้วยไอโอดีนและแป้ง (Iodine-starch Test) ซึ่งมีระดับคะแนนตั้งแต่ 0-5 และวิเคราะห์ทางสถิติด้วยวิธี Pearson's Chi-square เมื่อเปรียบเทียบระหว่างก่อนการรักษา และหลังการรักษา ด้วยเลเซอร์ไป 4 ครั้ง ณ สัปดาห์ที่ 18 โดยกำหนดให้การเพิ่มขึ้นของคะแนน ≥ 2 จัดเป็นมีการเพิ่มขึ้นของเหงื่อ และการลดลงของคะแนน ≥ 2 จัดเป็นมีการลดลงของเหงื่อ นอกจากนั้นจัดเป็นกลุ่มที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงของเหงื่อ โดยพบว่ามากกว่าครึ่งหนึ่งของอาสาสมัคร จัดอยู่ในกลุ่มที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญ โดยในรักแร้ข้างที่ยิงด้วยวิธีดั้งเดิมคิดเป็น 67.6 % และในข้างที่ยิงด้วยวิธีต่อเนื่องคิดเป็น 62.2 % ของทั้งหมดในกลุ่มเดียวกัน ในส่วนของความแตกต่างระหว่างรักแร้ข้างที่ยิงด้วยวิธีดั้งเดิม และวิธีต่อเนื่อง ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p-value = 0.582) ดังแสดงในภาพประกอบ 11

ระดับคะแนนกลิ่นตัววัดผลโดย Modified Axillary Malodor Score (mAMS) และวิเคราะห์ทางสถิติด้วยวิธี Mixed linear model พบว่ามีจำนวนอาสาสมัครที่จัดอยู่ในกลุ่มที่ไม่มีการกลิ่นตัวเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยเพิ่มขึ้นจาก 10 คน (25.0 %) เป็น 25 คน (67.6 %) ในทาง

ตรงกันข้าม อาสาสมัครกลุ่มที่มีกลิ่นตัวทุกกลุ่มลดลงอย่างต่อเนื่องเช่นเดียวกัน โดยในอาสาสมัครกลุ่มที่มีกลิ่นตัวขณะทำกิจกรรมหนักลดลงจาก 19 คน (47.5 %) เป็น 11 คน (29.7 %) กลุ่มที่มีกลิ่นตัวขณะทำกิจกรรมปกติในชีวิตประจำวัน ลดลงจาก 4 คน (10.0 %) เป็น 1 คน (2.7 %) และกลุ่มที่มีกลิ่นตัวขณะพัก ลดลงจาก 7 คน (17.5 %) เป็น 0 คน ที่สัปดาห์ที่ 24 โดยมีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญตั้งแต่หลังจากทำเลเซอร์ไป 2 ครั้ง ดังประเมินที่สัปดาห์ที่ 8 เทียบกับก่อนการรักษา ($p\text{-value} = 0.023$) และยังคงมีการเปลี่ยนแปลงต่อเนื่องอย่างมีนัยสำคัญ จนถึง 3 เดือนหลังหยุดการรักษา ที่สัปดาห์ที่ 24 ($p\text{-value} < 0.001$) ดังแสดงในภาพประกอบ 12



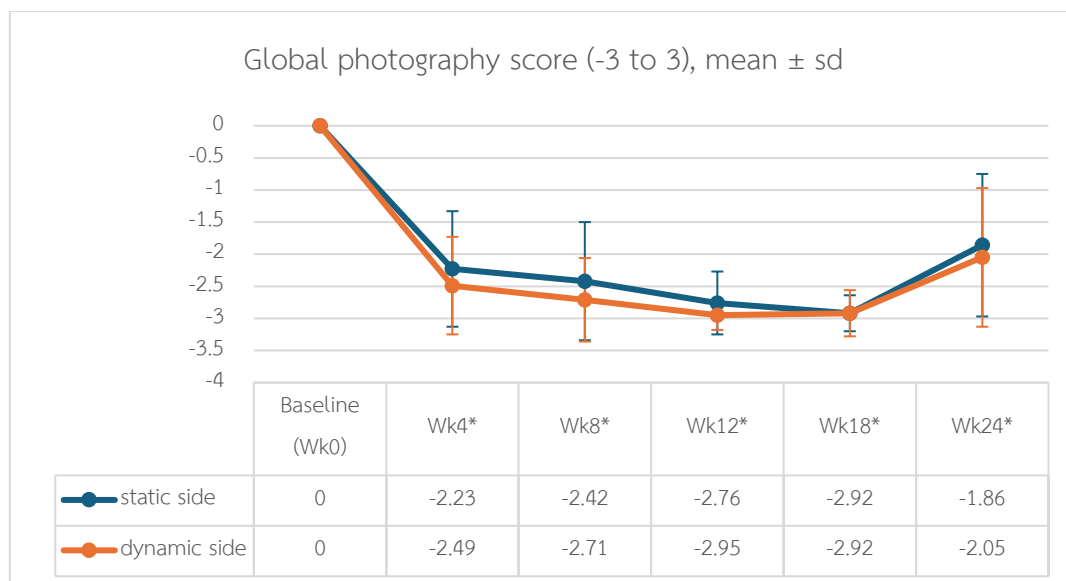
ภาพประกอบ 11 แสดงร้อยละของการจัดกลุ่มอาสาสมัครเป็น 3 กลุ่ม ตามคะแนนความเข้มข้นของเหงื่อ (SIVS) โดยเปรียบเทียบคะแนนก่อนการรักษา และหลังการรักษาด้วยเลเซอร์ไป 4 ครั้ง ณ สัปดาห์ที่ 18



ภาพประกอบ 12 แสดงจำนวนของอาสาสมัคร ที่จัดอยู่ในกลุ่มที่ไม่มีกลิ่นตัว กลุ่มที่มีกลิ่นตัวขณะ ทำกิจกรรมหนัก กลุ่มที่มีกลิ่นตัวขณะทำกิจกรรมทั่วไปในชีวิตประจำวัน และกลุ่มที่มีกลิ่นตัวขณะ พัก ที่เปลี่ยนแปลงไประหว่างก่อนการรักษา ระหว่างการรักษา และหลังการรักษา ที่สัปดาห์ต่างๆ

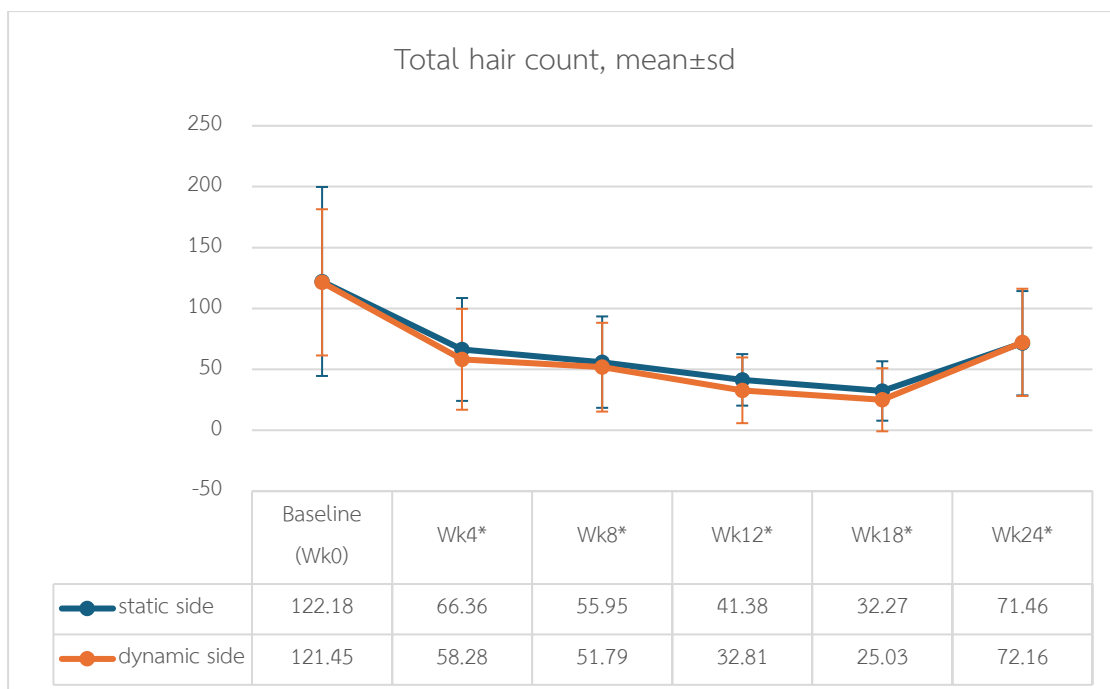
ตอนที่ 3 การเปลี่ยนแปลงของความหนาแน่นของเส้นขนหลังการรักษา

ความหนาแน่นของเส้นขน ประเมินด้วยการถ่ายภาพ ด้วยกล้องดิจิทัล Canon EOS 850D ตั้งค่า Shutter speed 1/160, F16, ISO100 พร้อมตั้งไฟแฟลชตัวซ้าย 1/8 +0.9 แฟลชตัว ขวา 1/8 +0.5 จากนั้นนำมาประเมินผล Global Photography Score ด้วยตจแพทย์ 2 ท่าน จาก ศูนย์ผิวหนัง มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ โดยไม่ให้ทราบว่าภาพที่เห็นได้รับการรักษาแบบใด (assessor blinding) จากนั้นตจแพทย์ 2 ท่านนำข้อมูลมาพูดคุยกันเพื่อหาข้อสรุปของคะแนน และนำมาวิเคราะห์ด้วยสถิติ Mixed linear model พบว่าความหนาแน่นของเส้นขนลดลงอย่างมี นัยสำคัญทั้ง 2 วิธีของการยิงเลเซอร์ ตั้งแต่ครั้งแรกหลังทำเลเซอร์ (p-value <0.001) และลดลง อย่างต่อเนื่อง ในทางกลับกันหลังผ่านไป 3 เดือนหลังทำเลเซอร์ครั้งสุดท้าย พบว่ามีการเพิ่มขึ้นของ เส้นขน แต่อย่างไรก็ตามปริมาณเส้นขนยังคงลดลงจากก่อนการรักษาอย่างมีนัยสำคัญ (p-value <0.001) โดยพบว่าช่วงที่ยิงเลเซอร์ด้วยวิธีต่อเนื่อง มีการลดลงของเส้นขนมากกว่าวิธีดั้งเดิม อย่างมีนัยสำคัญ (p-value = 0.005) ดังแสดงในภาพประกอบ 13



ภาพประกอบ 13 แสดงค่าเฉลี่ยของคะแนน Global Photography Score ที่เปลี่ยนแปลงไป ระหว่างก่อนรักษา ระหว่างการรักษา และหลังการรักษา ที่สัปดาห์ต่างๆ

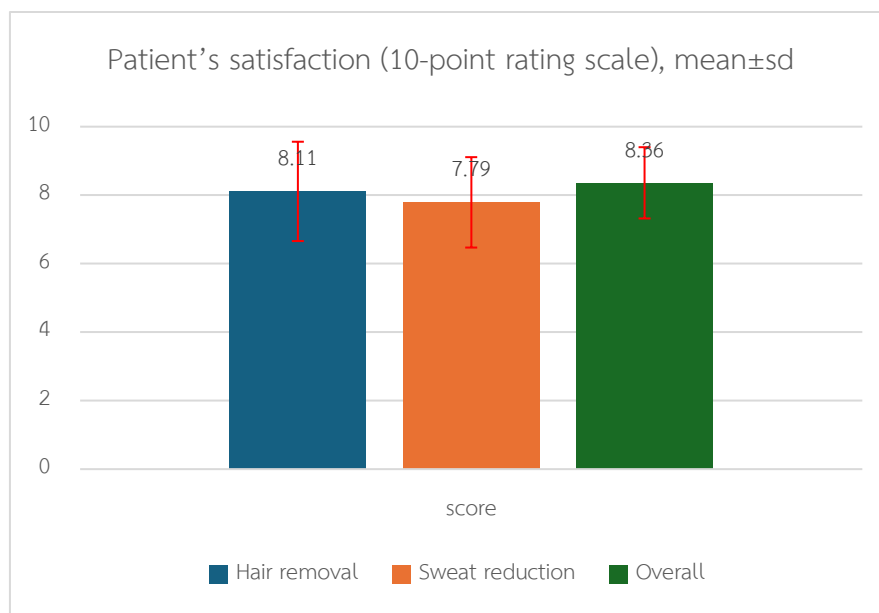
ความหนาแน่นของเส้นขน ประเมินโดยการนับจำนวนเส้นขนด้วยตา จากภาพถ่าย โดย นับจำนวนเส้นขนทุกเส้นที่เห็นในภาพ พบว่าจำนวนเส้นขนลดลงอย่างมีนัยสำคัญทั้งใน 2 วิธีของการยิงเลเซอร์ ตั้งแต่ครั้งแรกหลังทำเลเซอร์ (p -value < 0.001) และลดลงอย่างต่อเนื่อง ในทางกลับกันหลังผ่านไป 3 เดือนหลังทำเลเซอร์ครั้งสุดท้าย พบว่ามีการเพิ่มขึ้นของเส้นขน แต่อย่างไรก็ตามปริมาณเส้นขนยังคงลดลงจากก่อนการรักษาอย่างมีนัยสำคัญ (p -value < 0.001) โดยพบว่าการยิงเลเซอร์ด้วยวิธีดั้งเดิมและวิธีต่อเนื่อง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ (p -value = 0.066) ดังแสดงในภาพประกอบ 14



ภาพประกอบ 14 แสดงค่าเฉลี่ยของจำนวนเส้นขนทั้งหมด ที่เปลี่ยนแปลงไประหว่างก่อนรักษา ระหว่างการรักษา และหลังการรักษา ที่สัปดาห์ต่างๆ

ตอนที่ 4 ผลการประเมินด้านความพึงพอใจต่อผลการรักษาของอาสาสมัคร

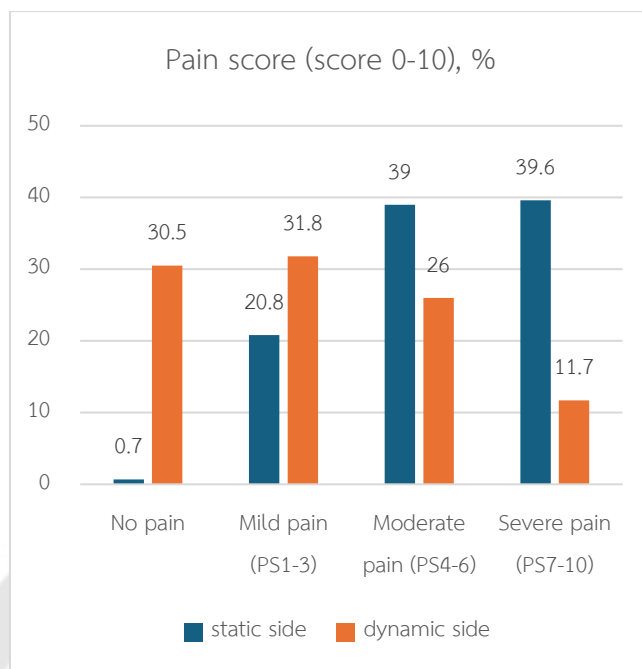
คะแนนความพึงพอใจหลังการรักษาด้วยเลเซอร์ขนรักแร้ ในด้านขน เหงื่อ และ ความพึงพอใจโดยรวม มีค่าเฉลี่ยใกล้เคียงกันที่ 8 จาก 10 คะแนน ดังแสดงในภาพประกอบ 15



ภาพประกอบ 15 แสดงค่าเฉลี่ยความพึงพอใจของอาสาสมัครต่อการรักษาด้วยเลเซอร์ขนรักแร้ใน ด้านต่าง ๆ โดยประเมินที่สัปดาห์ที่ 24

ตอนที่ 5 อาการไม่พึงประสงค์ของอาสาสมัคร ระหว่างเข้าร่วมโครงการวิจัย

ในโครงการวิจัยนี้ พบอาการไม่พึงประสงค์ทั้งหมดจำนวน 308 ครั้ง โดยอาการไม่พึงประสงค์ทั้งหมดเป็นอาการเจ็บขณะทำเลเซอร์ โดยแบ่งเป็นจากการยิงเลเซอร์วิธีดั้งเดิม 154 ครั้ง และวิธีต่อเนื่อง 154 ครั้ง โดยจากคะแนนความเจ็บของอาสาสมัครขณะทำเลเซอร์ ในวิธีดั้งเดิม พบว่ามีจำนวนของ severe pain มากที่สุด รองลงมาเป็น moderate, mild, no pain ตามลำดับ ในทางกลับกัน วิธีต่อเนื่องมีจำนวนของ no pain ที่ใกล้เคียงกับ mild pain และมากกว่า moderate และ severe pain ตามลำดับ โดยคะแนนความเจ็บของอาสาสมัครในวิธีดั้งเดิมนั้น มากกว่าวิธีต่อเนื่องอย่างมีนัยสำคัญ ($p\text{-value} < 0.001$) ดังแสดงในภาพประกอบ 16



ภาพประกอบ 16 แสดงร้อยละของคะแนนความเจ็บในอาสาสมัคร จากการทำเลเซอร์วิธีดั้งเดิม
เปรียบเทียบกับวิธีต่อเนื่อง

บทที่ 5

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

5.1.1 การประเมินการเปลี่ยนแปลงของเหงื่อ ด้วย HDSS, SIVS และ Gravimetry

จากผลการวิจัย พบว่าคะแนน HDSS, SIVS และอัตราการเหงื่อจาก Gravimetry มีผลไปในทางเดียวกัน คือมีการลดลงของเหงื่อหลังจากการทำเลเซอร์อย่างมีนัยสำคัญ ตั้งแต่สัปดาห์ที่ 8, 12 และ 4 ตามลำดับ โดยพบว่าอัตราการเหงื่อจาก gravimetry นั้นเริ่มคงที่ตั้งแต่สัปดาห์ที่ 12 จนถึงสิ้นสุดโครงการวิจัย ในขณะที่คะแนน HDSS และ SIVS มีการเพิ่มขึ้นที่สัปดาห์ที่ 24 (3 เดือนหลังจากการทำเลเซอร์ครั้งสุดท้าย)

ผลคะแนน SIVS ทางผู้วิจัยได้นำคะแนนมาเทียบระหว่างก่อนการรักษา และ 6 สัปดาห์หลังการรักษาครั้งสุดท้าย (สัปดาห์ที่ 18) โดยใช้เกณฑ์ส่วนต่าง ≥ 2 ถือว่ามีการเปลี่ยนแปลง พบว่าอาสาสมัครส่วนใหญ่ จัดอยู่ในกลุ่มที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงของเหงื่ออย่างมีนัยสำคัญ โดยในรักแร้ข้างที่ยิงด้วยวิธีดั้งเดิมคิดเป็น 67.6 % และในข้างที่ยิงด้วยวิธีต่อเนื่องคิดเป็น 62.2 % ของทั้งหมดในกลุ่มเดียวกัน รองลงมาเป็นกลุ่มที่มีการลดลงของเหงื่อ โดยในรักแร้ข้างที่ยิงด้วยวิธีดั้งเดิมและวิธีต่อเนื่อง คิดเป็น 29.7 % เท่ากันทั้ง 2 กลุ่ม และส่วนน้อยคือกลุ่มที่มีการเพิ่มขึ้นของเหงื่อ โดยในรักแร้ข้างที่ยิงด้วยวิธีดั้งเดิมคิดเป็น 2.7 % และในข้างที่ยิงด้วยวิธีต่อเนื่องคิดเป็น 8.1 % ของทั้งหมดในกลุ่มเดียวกัน ในส่วนของความแตกต่างระหว่างรักแร้ข้างที่ยิงด้วยวิธีดั้งเดิม และวิธีต่อเนื่อง ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

5.1.2 การประเมินความหนาแน่นของเส้นขน ด้วย Global Photography Score และ Total Hair Count

จากผลการวิจัย พบว่าทั้งคะแนน Global Photography Score และ Total Hair Count มีผลไปในทางเดียวกัน คือมีการลดลงของความหนาแน่นของเส้นขน อย่างมีนัยสำคัญ ตั้งแต่สัปดาห์ที่ 4 (หลังทำเลเซอร์เพียง 1 ครั้ง) และมีการเพิ่มขึ้นของเส้นขนเล็กน้อย ที่สัปดาห์ที่ 24 (3 เดือนหลังทำเลเซอร์ครั้งสุดท้าย) ความแตกต่างของการวัดผลด้วย 2 วิธีนี้ คือพบว่าจากผล Global Photography Score ประเมินด้วยตจแพทย์ 2 ท่าน มีการลดลงของเส้นขนในด้านที่รักษาด้วยเลเซอร์วิธีต่อเนื่อง มากกว่าวิธีดั้งเดิม อย่างมีนัยสำคัญ ในขณะที่การประเมินจาก Total Hair Count พบว่าการยิงเลเซอร์ด้วยวิธีดั้งเดิมและวิธีต่อเนื่อง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

5.1.3 การประเมินการเปลี่ยนแปลงของกลืนตัวด้วย mAMS

จากผลการวิจัย วัดผลด้วยคะแนน mAMS พบว่ามีจำนวนอาสาสมัครที่จัดอยู่ในกลุ่มที่ไม่มีกลืนตัวเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ในทางตรงกันข้าม อาสาสมัครกลุ่มที่มีกลืนตัวลดลงอย่างต่อเนื่องเช่นเดียวกัน โดยมีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญหลังจากทำเลเซอร์ไป 2 ครั้ง (สัปดาห์ที่ 8) และยังคงมีการเปลี่ยนแปลงต่อเนื่องอย่างมีนัยสำคัญ จนถึง 3 เดือนหลังหยุดการรักษา (สัปดาห์ที่ 24)

5.1.4 การประเมินความพึงพอใจของอาสาสมัครหลังการรักษา

คะแนนความพึงพอใจหลังการรักษาด้วยเลเซอร์ชนิดอาร์แอนด์ พบว่าอาสาสมัครที่เข้ารับการรักษาค้นพบโครงการวิจัย มีความพึงพอใจมาก ทั้งในด้านชน เหยื่อ และความพึงพอใจโดยรวม มีค่าเฉลี่ยใกล้เคียงกันที่ 8 จาก 10 คะแนน

5.1.5 การประเมินผลข้างเคียงที่เกิดขึ้นหลังการรักษา

ในโครงการวิจัยนี้ พบอาการไม่พึงประสงค์เพียงอย่างเดียว คืออาการเจ็บขณะทำเลเซอร์ โดยพบว่าคะแนนความเจ็บของอาสาสมัครในวิธีดั้งเดิมนั้นมากกว่าวิธีต่อเนื่องอย่างมีนัยสำคัญ

5.2 อธิบายผลการวิจัย

5.2.1 การเปลี่ยนแปลงของเหงื่อและกลืนตัวหลังการรักษาด้วยเลเซอร์กำจัดขน

ในประเทศญี่ปุ่น ปี 2021 มีการศึกษาความลึกของต่อมเหงื่อด้วยคลื่นอัลตราซาวด์ในชั้นเนื้อ 35 ชิ้น ขนาด 3x2 cm ย้อม H&E จากรักแร้ของร่างอาจารย์ใหญ่ (fresh cadaver) 10 ร่าง และดูภาพอัลตราซาวด์ย้อนหลังจากผู้ป่วยที่มีกลืนตัว 20 คน ด้วยเครื่อง 33 MHz ultra-high-frequency ultrasonography ก่อนและหลังการฉีด 0.5% lidocaine เพื่อการทำ radiofrequency ablation พบว่าต่อมเหงื่อนั้นจะอยู่ที่บริเวณผิวหนังชั้นหนังแท้ และชั้นไขมัน โดยที่มีความลึกของขอบล่างของต่อมเหงื่อประเภท apocrine และ eccrine อยู่ที่ $1819.9 \pm 398.3 \mu\text{m}$ and $1937.6 \pm 494.9 \mu\text{m}$ ตามลำดับ โดยภาพรวมต่อมเหงื่อจะมีความลึกประมาณ 1.5-3 มิลลิเมตร⁽⁶³⁾

ในขณะที่ความลึกของรากขนนั้นอยู่ตั้งแต่ 3-4 มิลลิเมตร^(64, 65) และเลเซอร์ Nd:YAG ความยาวคลื่น 1,064 นาโนเมตร สามารถลงใต้ผิวได้ลึก 5-7 มิลลิเมตร⁽⁶⁶⁾ ทำให้เมื่อเลเซอร์นั้นจับกับเม็ดสีเมลานินที่เส้นขน พลังงานความร้อนสามารถแผ่กระจายไปยังต่อมเหงื่อข้างเคียงได้ ตามหลักการ Extended theory of selective photothermolysis จึงอาจส่งผลให้ต่อมเหงื่อบางส่วนถูกทำลาย หรือหยุดการทำงานไปชั่วคราว

ในทางกลับกัน มีอาสาสมัครจำนวน 4 คน (3 คนจากด้าน dynamic mode, 1 คนจากด้าน static mode) ที่มีเหงื่อออกมากขึ้น โดยคะแนน SIVS พบว่าเพิ่มขึ้นมากกว่าเท่ากับ 2 เมื่อเทียบระหว่างการติดตามนัดครั้งที่ 5 และก่อนการรักษา โดยเส้นขนในอาสาสมัครกลุ่มนี้ลดลงได้ดี ซึ่งเชื่อว่าเป็น compensatory effect จากการที่เส้นขนหายไป เนื่องจากหน้าที่หนึ่งของเส้นขน คือการระบายความร้อน จึงอาจส่งผลให้เหงื่อในอาสาสมัครกลุ่มนี้เพิ่มมากขึ้นหลังการรักษา

ผลการวิจัยนี้ พบว่าเลเซอร์กำจัดขนไดโอด ความยาวคลื่นผลม ที่ 810, 940 และ 1,060 นาโนเมตร ด้วยวิธีดั้งเดิม และวิธีต่อเนื่อง สามารถลดเหงื่อและกลิ่นตัวได้จริงอย่างมีนัยสำคัญ โดยมีประเด็นที่น่าสนใจ โดยจากการติดตามหลังการรักษาครั้งสุดท้าย ไปจนถึงระยะเวลา 3 เดือนหลังการรักษาครั้งสุดท้าย (6 เดือนหลังจากการทำเลเซอร์ครั้งแรก) พบว่าเหงื่อมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อย ในขณะที่กลิ่นตัวที่ลดลงนั้นยังคงที่อยู่จนจบการศึกษา

จากการศึกษาที่มีในปัจจุบัน พบว่าผลข้างเคียงอย่างหนึ่งของการทำเลเซอร์กำจัดขนบริเวณรักแร้ คือ การเปลี่ยนแปลงของเหงื่อ โดยบางการศึกษาพบว่า การใช้ 1,064 nm Nd:YAG laser, 800 nm Diode laser และ 795 nm Alexandrite laser ทำให้เกิดภาวะเหงื่อออกมากภายหลังการใช้เลเซอร์เพื่อการทำกำจัดขนบริเวณรักแร้และขาหนีบ^(4, 5) ในทางกลับกัน พบมีการศึกษาโดยการใช้ 800 nm Diode laser ในการทดลองรักษาภาวะเหงื่อออกมากบริเวณรักแร้ ผลการศึกษาพบว่า รักแร้ทั้งข้างที่ทำเลเซอร์และข้างที่ไม่ได้ทำเลเซอร์ เมื่อเทียบก่อนและหลังทำการลดของเหงื่ออย่างมีนัยสำคัญ แต่ไม่พบความแตกต่างระหว่างรักแร้สองข้างอย่างมีนัยสำคัญ และไม่พบการเปลี่ยนแปลงของต่อมเหงื่อภายใต้การตรวจชิ้นเนื้อเทียบก่อนและหลังทำเลเซอร์⁽⁶⁾

จากผลการศึกษาวิจัยในอดีตดังที่กล่าวมานี้ ประกอบกับผลการวิจัยในโครงการวิจัยนี้ ทำให้เข้าใจได้ว่าในปัจจุบัน เลเซอร์กำจัดขนยังไม่มีหลักฐานมากพอที่จะสนับสนุนว่า พลังงานของเลเซอร์กำจัดขนที่ยิงจากบนผิวหนังจะสามารถทำลายต่อมเหงื่อ และทำให้เหงื่อหายอย่างถาวรได้ เพียงแต่อาจช่วยลดเหงื่อได้เพียงชั่วคราว

ในส่วนของกลิ่นตัวนั้น จากการศึกษามีในปัจจุบัน พบว่าสารส่งกลิ่น (odorants) อาจถูกสร้างที่ผิวหนัง หรือลำเลียงจากทางเดินอาหารของมนุษย์ผ่านเลือดมาได้ จากนั้นสารเหล่านี้จะถูกหลั่งออกมาพร้อมกับเหงื่อ โดยสารส่งกลิ่นที่ถูกสร้างที่ผิวหนัง จะเกิดขึ้นเมื่อมีการเติบโตของเชื้อแบคทีเรียที่อาศัยอยู่บริเวณนั้น ๆ ที่มีเหงื่อ เช่น *Micrococcaceae* และ

Propionibacteria โดยสารส่งกลิ่นจะมีปริมาณที่เปลี่ยนแปลงไปขึ้นอยู่กับสมดุลแบคทีเรียในบริเวณนั้นด้วย⁽⁶⁷⁾

จึงอาจสรุปได้ว่าการที่กลิ่นตัวลดลงไปพร้อมกับปริมาณที่เหงื่อลดลง และยังคงไม่กลับมาหลังจากที่เหงื่อเริ่มกลับมาเล็กน้อยนั้น อาจเกิดจากการที่สมดุลของแบคทีเรียยังไม่กลับมาอยู่ในลักษณะเดิมก่อนการรักษา ซึ่งก็มีความเป็นไปได้ว่าหากติดตามอาสาสมัครต่อไปอีก หากพบว่าเหงื่อกลับมาในระดับเดิมก่อนการรักษา อาจทำให้อาสาสมัครมีกลิ่นตัวกลับมาเหมือนเดิมได้

5.2.2 การลดลงของเส้นขนหลังการรักษาด้วยเลเซอร์กำจัดขน

ในส่วนของจำนวนเส้นขน พบว่าการประเมินคะแนนเส้นขนทั้ง 2 แบบ มีแนวโน้มไปในทางเดียวกัน แต่มีความแตกต่างกันในแง่ของนัยสำคัญเชิงสถิติและเชิงคลินิก เนื่องจากในกลุ่มของ Total hair count ซึ่งเป็นการนับจำนวนเส้นขนด้วยตา พบว่าระหว่างกลุ่ม static และ dynamic mode ไม่ได้มีความแตกต่างของจำนวนเส้นขนอย่างมีนัยสำคัญ ในขณะที่ Global photography score นั้นบ่งชี้ว่าในกลุ่ม dynamic mode มีการลดลงของเส้นขนได้มากกว่า static mode อย่างมีนัยสำคัญ จึงสามารถกล่าวได้ว่า ในแง่การประเมินผลเชิงคลินิกนั้น กลุ่มที่ใช้เลเซอร์กำจัดขนแบบ dynamic mode สามารถลดจำนวนเส้นขนได้ดีกว่า static mode

ซึ่งการวัดความหนาแน่นของเส้นขนที่ได้ทำไปในการวิจัยนี้เป็นสิ่งที่ยืนยันได้ว่า พลังงานที่ใช้ในการกำจัดขนนี้เป็นพลังงานในระดับที่สามารถกำจัดขนได้จริง แต่อย่างไรก็ตาม ก็ยังไม่สามารถลดเหงื่อได้อย่างถาวร

5.2.3 อาการไม่พึงประสงค์จากการรักษาด้วยเลเซอร์กำจัดขน

ผลการวิจัยนี้ พบว่าเลเซอร์กำจัดขนไดโอด ความยาวคลื่นผสม ที่ 810, 940 และ 1,060 นาโนเมตร ด้วยวิธีดั้งเดิมนั้น มีอาการเจ็บขณะทำการรักษามากกว่าวิธีต่อเนื่องอย่างมีนัยสำคัญ

5.2.4 ความพึงพอใจจากการรักษาด้วยเลเซอร์กำจัดขน

อาสาสมัครที่ได้รับการรักษาและตรวจติดตามจนถึงสิ้นสุดการรักษา ได้ให้คะแนนความพึงพอใจ ทั้งในด้านขน เหงื่อ และความพึงพอใจโดยรวม มีค่าเฉลี่ยใกล้เคียงกันที่ 8 จาก 10 คะแนน โดยจากการสอบถามอาสาสมัครพบว่า ในแง่ความพึงพอใจด้านขน พบว่าอาสาสมัครส่วนใหญ่ให้คะแนนลดลง โดยหักคะแนนจากการที่มีจำนวนเส้นขนเพิ่มขึ้นหลังสิ้นสุดการรักษา รวมถึงมีอาการเจ็บมาก โดยเฉพาะในด้านที่รักษาด้วยเลเซอร์กำจัดขนวิธีดั้งเดิม ในด้านเหงื่อ อาสาสมัครส่วนใหญ่หักคะแนนจากการที่มีเหงื่อเพิ่มขึ้นหลังการรักษาสิ้นสุด ในแง่ความพึงพอใจโดยรวม

อาสาสมัครส่วนใหญ่หักคะแนนจากการเจ็บขณะการรักษา โดยเฉพาะในด้านที่รักษาด้วยวิธีดั้งเดิม

5.2.5 ข้อดีของการวิจัย

1. การวิจัยนี้เป็นการศึกษาวิจัยเชิงทดลองทางคลินิกแบบไปข้างหน้า ที่มีการเปรียบเทียบระหว่างการยิงเลเซอร์ 2 เทคนิค แบบสุ่ม ภายในอาสาสมัครคนเดียวกัน (Prospective randomized split-side controlled study) โดยมีการวัดผลทั้ง objective outcome และ clinical outcome ทำให้ข้อมูลมีความถูกต้องแม่นยำมากขึ้น

2. มีการสุ่มด้วยวิธี block randomization, มี central allocation โดยมีเพียงผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยที่จะทราบว่าผู้เข้าร่วมวิจัยถูกจัดอยู่ในกลุ่มใด รวมถึงมี assessor blinding ที่ตรวจแพทย์ผู้ประเมินคะแนนจะไม่ทราบว่าภาพที่ใช้ในการประเมินมาจากการรักษาด้วยวิธีดั้งเดิมหรือต่อเนื่อง เพื่อเป็นการลดอคติที่อาจเกิดขึ้น

5.2.6 ข้อจำกัดของการวิจัย

1. อาสาสมัครในงานวิจัยนี้มีเฉพาะผู้ที่มีสีผิวตามประเภทของ Fitzpatrick ประเภทที่ III-V เท่านั้น

2. มีระยะเวลาจำกัดในการเก็บข้อมูลวิจัยเพียง 6 เดือน ทำให้ไม่สามารถติดตามผลว่าหลังการรักษา ที่ระยะเวลาเกิน 3 เดือนแล้ว จะมีการเปลี่ยนแปลงของขน เหงื่อ และกลิ่นตัวต่อไปอย่างไร

5.2.7 ข้อเสนอแนะ

1. หากต้องการนำผลการวิจัยไปใช้แทนประชากรโลก ควรทำการวิจัยในอาสาสมัครที่มีสีผิวตามประเภทของ Fitzpatrick ในทุกประเภท

2. ควรเพิ่มระยะเวลาการศึกษาวิจัยให้มากกว่า 6 เดือน

บรรณานุกรม

1. Brix N, Ernst A, Lauridsen LLB, et al. Timing of puberty in boys and girls: A population-based study. *Paediatr Perinat Epidemiol*. 2019 Jan; 33(1): 70-8.
2. Dorgham NA, Dorgham DA. Lasers for reduction of unwanted hair in skin of colour: a systematic review and meta-analysis. *J Eur Acad Dermatol Venereol*. 2020 May; 34(5): 948-55.
3. Kang CN, Shah M, Lynde C, et al. Hair Removal Practices: A Literature Review. *Skin Therapy Lett*. 2021 Sep; 26(5): 6-11.
4. Aydin F, Pancar GS, Senturk N, et al. Axillary hair removal with 1064-nm Nd:YAG laser increases sweat production. *Clin Exp Dermatol*. 2010 Aug; 35(6): 588-92.
5. Obeid G, Helou J, Maatouk I, et al. Depilatory laser: a potential causative factor for inguinal hyperhidrosis: Report of three cases. *Journal of Cosmetic and Laser Therapy*. 2013 2013/10/01; 15(5): 286-9.
6. Bechara FG, Georgas D, Sand M, et al. Effects of a Long-Pulsed 800-nm Diode Laser on Axillary Hyperhidrosis: A Randomized Controlled Half-Side Comparison Study. *Dermatologic Surgery*. 2012; 38(5): 736-40.
7. Nawrocki S, Cha J. The etiology, diagnosis, and management of hyperhidrosis: A comprehensive review: Therapeutic options. *J Am Acad Dermatol*. 2019 Sep; 81(3): 669-80.
8. Fitzpatrick TB. The Validity and Practicality of Sun-Reactive Skin Types I Through VI. *Arc Dermatol*. 1988; 124(6): 869-71.
9. Saleh D, Yarrarapu SNS, Cook C. Hypertrichosis. *StatPearls*. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing
Copyright © 2023, StatPearls Publishing LLC.; 2023.
10. InformedHealth.org. What is the structure of hair and how does it grow? Cologne, Germany: Institute for Quality and Efficiency in Health Care (IQWiG); 2019.
11. Trüeb RM. Molecular mechanisms of androgenetic alopecia. *Experimental Gerontology*. 2002 2002/08/09; 37(8): 981-90.
12. Comacchi C, Bencini PL, Galimberti MG, et al. Topical photodynamic therapy for

- idiopathic hirsutism and hypertrichosis. *Plast Reconstr Surg*. 2012 Jun; 129(6): 1012e-4e.
13. Galadari I. Comparative evaluation of different hair removal lasers in skin types IV, V, and VI. *Int J Dermatol*. 2003 Jan; 42(1): 68-70.
 14. Chan HH, Ying SY, Ho WS, et al. An in vivo study comparing the efficacy and complications of diode laser and long-pulsed Nd:YAG laser in hair removal in Chinese patients. *Dermatol Surg*. 2001 Nov; 27(11): 950-4.
 15. Davoudi SM, Behnia F, Gorouhi F, et al. Comparison of long-pulsed alexandrite and Nd:YAG lasers, individually and in combination, for leg hair reduction: an assessor-blinded, randomized trial with 18 months of follow-up. *Arch Dermatol*. 2008 Oct; 144(10): 1323-7.
 16. Goh CL. Comparative study on a single treatment response to long pulse Nd:YAG lasers and intense pulse light therapy for hair removal on skin type IV to VI--is longer wavelengths lasers preferred over shorter wavelengths lights for assisted hair removal. *J Dermatolog Treat*. 2003 Dec; 14(4): 243-7.
 17. Khatri KA. The safety of long-pulsed Nd:YAG laser hair removal in skin types III-V patients during concomitant isotretinoin therapy. *J Cosmet Laser Ther*. 2009 Mar; 11(1): 56-60.
 18. Barolet D. Low fluence-high repetition rate diode laser hair removal 12-month evaluation: reducing pain and risks while keeping clinical efficacy. *Lasers Surg Med*. 2012 Apr; 44(4): 277-81.
 19. Chen J, Liu XJ, Huo MH. Split-leg comparison of low fluence diode laser and high fluence intense pulsed light in permanent hair reduction in skin types III to IV. *Australas J Dermatol*. 2012 Aug; 53(3): 186-9.
 20. Ismail SA. Long-pulsed Nd:YAG laser vs. intense pulsed light for hair removal in dark skin: a randomized controlled trial. *Br J Dermatol*. 2012 Feb; 166(2): 317-21.
 21. Moon H-R, Lee J-H, Lee G, et al. Long-pulsed Alexandrite Laser vs. Intense Pulsed Light for Axillary Hair Removal in Korean Women. *Medical Lasers*. 2012; 1(1): 11-5.
 22. Puri N. Comparative Study of Diode Laser Versus Neodymium-Yttrium Aluminum: Garnet Laser Versus Intense Pulsed Light for the Treatment of Hirsutism. *J*

Cutan Aesthet Surg. 2015 Apr-Jun; 8(2): 97-101.

23. Bs B, Chittoria RK, Thappa DM, et al. Are lasers superior to lights in the photoepilation of Fitzpatrick V and VI skin types? - A comparison between Nd:YAG laser and intense pulsed light. *J Cosmet Laser Ther.* 2017 Oct; 19(5): 252-5.
24. Gold MH, Biron J, Wilson A, et al. Safety and efficacy for hair removal in dark skin types III and IV with a high-powered, combined wavelength (810, 940 and 1060 nm) diode laser: A single-site pilot study. *J Cosmet Dermatol.* 2022 May; 21(5): 1979-85.
25. Braun M. Comparison of high-fluence, single-pass diode laser to low-fluence, multiple-pass diode laser for laser hair reduction with 18 months of follow up. *J Drugs Dermatol.* 2011 Jan; 10(1): 62-5.
26. Koo B, Ball K, Tremaine AM, et al. A comparison of two 810 diode lasers for hair removal: low fluence, multiple pass versus a high fluence, single pass technique. *Lasers Surg Med.* 2014 Apr; 46(4): 270-4.
27. Omi T. Static and dynamic modes of 810 nm diode laser hair removal compared: A clinical and histological study. *Laser Ther.* 2017 Mar 31; 26(1): 31-7.
28. Byalakere Shivanna C, Shenoy C, Lalitha S, et al. Comparison of submillisecond pulse (FRAC3) and long-pulse 1064 nm Nd:YAG laser hair removal. *J Cosmet Dermatol.* 2022 Aug; 21(8): 3393-7.
29. Pall A, Viera-Mármol, G. Triple Wavelength and 810 nm Diode Lasers for Hair Removal: A Clinical and in Silico Comparative Study on Indian Skin. *Journal of Cosmetics, Dermatological Sciences and Applications.* 2022 8 Dec 2022; 12: 164-73.
30. Dhurat R, Saraogi P. Hair evaluation methods: merits and demerits. *Int J Trichology.* 2009 Jul; 1(2): 108-19.
31. Hu D. TP, Yang S. Comparison Between Trichoscopic and Histopathological Evaluations of Hair Parameters. *Clin Cosmet Investig Dermatol.* 2022; 15: 843-49.
32. Nawrocki S. Diagnosis and qualitative identification of hyperhidrosis. *Shanghai Chest.* 2019; 3.
33. Wadhawa S, Agrawal S, Chaudhary M, et al. Hyperhidrosis Prevalence: A Disease Underreported by Patients and Underdiagnosed by Physicians. *Indian Dermatol Online J.* 2019 Nov-Dec; 10(6): 676-81.

34. Augustin M, Radtke MA, Herberger K, et al. Prevalence and disease burden of hyperhidrosis in the adult population. *Dermatology*. 2013; 227(1): 10-3.
35. Fujimoto T, Kawahara K, Yokozeki H. Epidemiological study and considerations of primary focal hyperhidrosis in Japan: from questionnaire analysis. *J Dermatol*. 2013 Nov; 40(11): 886-90.
36. Strutton DR, Kowalski JW, Glaser DA, et al. US prevalence of hyperhidrosis and impact on individuals with axillary hyperhidrosis: results from a national survey. *J Am Acad Dermatol*. 2004 Aug; 51(2): 241-8.
37. Lima SO, Araújo JF, Machado Neto J, et al. Research of primary hyperhidrosis in students of medicine of the State of Sergipe, Brazil. *An Bras Dermatol*. 2015 Sep-Oct; 90(5): 661-5.
38. Muthusamy A, Gajendran R, Ponnann S, et al. A Study on the Impact of Hyperhidrosis on the Quality of Life among College Students. *J Clin Diagn Res*. 2016 Jun; 10(6): Cc08-10.
39. Felini R, Demarchi AR, Fistarol ED, et al. [Prevalence of hyperhidrosis in the adult population of Blumenau-SC, Brazil]. *An Bras Dermatol*. 2009 Jul-Aug; 84(4): 361-6.
40. Pariser DM, Ballard A. Iontophoresis for palmar and plantar hyperhidrosis. *Dermatol Clin*. 2014 Oct; 32(4): 491-4.
41. Tu YR, Li X, Lin M, et al. Epidemiological survey of primary palmar hyperhidrosis in adolescent in Fuzhou of People's Republic of China. *Eur J Cardiothorac Surg*. 2007 Apr; 31(4): 737-9.
42. Kisielnicka A, Szczerkowska-Dobosz A, Purzycka-Bohdan D, et al. Hyperhidrosis: disease aetiology, classification and management in the light of modern treatment modalities. *Postepy Dermatol Alergol*. 2022 Apr; 39(2): 251-7.
43. Yu H, Sun J. Sweat detection theory and fluid driven methods: A review. *Nanotechnology and Precision Engineering*. 2020 08/01; 3.
44. Relf R, Willmott A, Flint MS, et al. Reliability of a wearable sweat rate monitor and routine sweat analysis techniques under heat stress in females. *J Ther Bio*. 2019 2019/01/01; 79: 209-17.
45. Brueck A, Iftekhar AT, Stannard A, et al. A Real-Time Wireless Sweat Rate

Measurement System for Physical Activity Monitoring. *Sensors*. 2018 02/10; 18: 533.

46. Thianboonsong T, Kanokrunge S, Paichitrojjana A, et al. Efficacy and tolerability of 20% aluminum sesquichlorohydrate vs 20% aluminum chloride for the treatment of axillary hyperhidrosis: A randomized controlled trial. *Dermatologic Therapy*. 2020; 33(6): e14354.

47. Skroza N, Bernardini N, La Torre G, et al. Correlation between Dermatology Life Quality Index and Minor Test and Differences in Their Levels over Time in Patients with Axillary Hyperhidrosis Treated with Botulinum Toxin Type A. *Acta dermatovenerologica Croatica : ADC*. 2011 03/01; 19: 16-20.

48. Schulte T, Mester B, Oberdiek D, et al. Approach-related lesions of the sympathetic chain in anterior correction and instrumentation of idiopathic scoliosis. *European spine journal*. 2010 09/01; 19: 1558-68.

49. Solish N, Bertucci V, Dansereau A, et al. A comprehensive approach to the recognition, diagnosis, and severity-based treatment of focal hyperhidrosis: recommendations of the Canadian Hyperhidrosis Advisory Committee. *Dermatol Surg*. 2007 Aug; 33(8): 908-23.

50. Kowalski JW, Eadie N, Dagget S, et al. Validity and reliability of the hyperhidrosis disease severity scale. *J Am Acad Dermatol*. 2004; 50(3): P51.

51. Lewis V, Finlay AY. 10 years experience of the Dermatology Life Quality Index (DLQI). *J Invest Dermatol Symp Proc*. 2004 Mar; 9(2): 169-80.

52. Basra MK, Fenech R, Gatt RM, et al. The Dermatology Life Quality Index 1994-2007: a comprehensive review of validation data and clinical results. *Br J Dermatol*. 2008 Nov; 159(5): 997-1035.

53. Kamudoni P, Mueller B, Salek MS. The development and validation of a disease-specific quality of life measure in hyperhidrosis: the Hyperhidrosis Quality of Life Index (HidroQOL®). *Qual Life Res*. 2015 2015/04/01; 24(4): 1017-27.

54. Kemper M, Bielfeldt S, Knie U, et al. Significant Reduction of Body Odor in Older People with a pH 4.0 Emulsion. *Cosmetics*. 2015 05/11; 2: 136-45.

55. Chen W, Zhang X, Zhang L, et al. Treatment of axillary bromhidrosis in adolescents by combining electrocauterization with ultrasound-guided botulinum toxin type A injection. *J Plast Reconstr Aesthet Surg*. 2021 2021/11/01/; 74(11): 3114-9.

56. Li P, Chen S, Li P, et al. Treatment of Axillary Osmidrosis by Rebalancing Skin Microecology With *Lactobacillus bulgaricus*. *Front Microbiol.* 2022 2022-April-14; 13.
57. Goldman A, Wollina U. Subdermal Nd-YAG laser for axillary hyperhidrosis. *Dermatol Surg.* 2008 Jun; 34(6): 756-62.
58. Kotlus BS. Treatment of refractory axillary hyperhidrosis with a 1320-nm Nd:YAG laser. *Journal of Cosmetic and Laser Therapy.* 2011 2011/08/01; 13(4): 193-5.
59. Maletić D, Maletić A, Vizintin Z, et al. Laser Assisted Reduction of Axillary Hyperhidrosis (LARA) - evaluation of success up to 24 months after the treatment. *j Las Hea Acad.* 2011: 37-42.
60. Leclère FM, Moreno-Moraga J, Alcolea JM, et al. Efficacy and safety of laser therapy on axillary hyperhidrosis after one year follow-up: a randomized blinded controlled trial. *Lasers Surg Med.* 2015 Feb; 47(2): 173-9.
61. Suchonwanit P, Chalermroj N, Khunkhet S. Low-level laser therapy for the treatment of androgenetic alopecia in Thai men and women: a 24-week, randomized, double-blind, sham device-controlled trial. *Lasers Med Sci.* 2019 Aug; 34(6): 1107-14.
62. Abdlaty R. Grading of Skin Erythema with Hyperspectral Imaging. *Frontiers of Physics.* 2018 07/20; 6.
63. Shinaoka A, Nakahara R, Saeki M. The use of 33 MHz ultra-high-frequency ultrasonography for the evaluation of sweat glands in the axilla with osmidrosis. *PLoS One.* 2021; 16(5): e0251600.
64. Alster TS, Bryan H, Williams CM. Long-pulsed Nd:YAG laser-assisted hair removal in pigmented skin: a clinical and histological evaluation. *Arch Dermatol.* 2001 Jul; 137(7): 885-9.
65. Kintz P, Salomone A, Vincenti M, et al. Perspectives and challenges of hair analysis. London: Royal Society of Chemistry; 2024.
66. Whiting DA. Histology of the Human Hair Follicle. In: Whitting DA, Blume-Peytavi U, Tosti A, et al., editors. *Hair Growth and Disorders*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg; 2008. p. 107-23.
67. Mogilnicka I, Bogucki P, Ufnal M. Microbiota and Malodor-Etiology and Management. *Int J Mol Sci.* 2020 Apr 20; 21(8).





ตัวอย่าง screening form

Visit 1 (Screening)

Patients Identification

Study Number

 -

Screening Date (dd/mm/20yy)

 / /

1. Inclusion Criteria	
1.1 Age between 18-45 years	☐ 1) Yes ☐ 2) No
1.2 Hair density $\geq$ 50% with black or brown hairs	☐ 1) Yes ☐ 2) No
2. Exclusion Criteria	
2.1 Primary focal hyperhidrosis	☐ 1) Yes ☐ 2) No
Presence of focal, visible sweating for at least 6 months without any obvious cause in addition to the presence of at least 2 of the following characteristics: ☐ Bilateral and relatively symmetrical ☐ Affects daily activities ☐ $\geq$ one time per week ☐ Younger than 25 years old at the beginning of hyperhidrosis ☐ Positive family history ☐ Absence of night sweats or sweating during sleeping periods	

2.2 Comorbidities which can cause secondary hyperhidrosis	☐ 1) Yes ☐ 2) No
☐ 1) Heart diseases ☐ 2) Diabetes ☐ 3) Thyroid diseases ☐ 4) Tumor ☐ 5) Pheochromocytoma ☐ 7) Other, specified.....	
2.3 Medications which can cause secondary hyperhidrosis within 15 days	☐ 1) Yes ☐ 2) No
☐ 1) Antidepressants ☐ 2) Antibiotics ☐ 3) Antivirals ☐ 4) Antipyretics ☐ 5) NSAIDs ☐ 6) Insulin ☐ 7) Parasympathomimetic agents ☐ 8) Other, specified.....	
2.4 Surgical interventions for treating hyperhidrosis	☐ 1) Yes ☐ 2) No
☐ Axillary gland excision or ☐ Liposuction or ☐ Sympathectomy or ☐ Subcutaneous curettage	
2.5 Topical aluminium chloride	☐ 1) Yes ☐ 2) No
2.6 Malignancy	☐ 1) Yes ☐ 2) No
2.7 Laser treatment at axillary area within 6 months	☐ 1) Yes ☐ 2) No
2.8 Botulinum toxin A or Iontophoresis or Microwave therapy for treating axillary hyperhidrosis within 12 months	☐ 1) Yes ☐ 2) No

2.9 Pregnancy	☐ 1) Yes ☐ 2) No
2.10 Menopause	☐ 1) Yes ☐ 2) No
2.11 Heat-stimulated diseases or Disease with Koebner's phenomenon	☐ 1) Yes ☐ 2) No
2.12 Cutaneous diseases or infections at axilla	☐ 1) Yes ☐ 2) No
2.13 Allergic history to starch or iodine solution	☐ 1) Yes ☐ 2) No
3. Eligible	☐ 1) Yes ☐ 2) No

ตัวอย่าง case record form

Visit 6 (Week 24)

Patients Identification

Study Number

 -

Visit Date (dd/mm/20yy)

 / /

1. Physical Examination

BP (mmHg)

 /

Height (cm)

 .

Weight (kg)

 .

2. Hyperhidrosis Disease Severity Scale (HDSS)

- ☐ 1) My sweating is never noticeable and never interferes with my daily activities
- ☐ 2) My sweating is tolerable but sometimes interferes with my daily activities
- ☐ 3) My sweating is barely tolerable and frequently interferes with my daily activities
- ☐ 4) My sweating is intolerable and always interferes with my daily activities

3. Modified Axillary Malodor Score

- ☐ 0) Patients could not aware of the odor
- ☐ 1) Patients can realize the odor when they are sweating heavily
- ☐ 2) Sometimes the patients can realize the light odor when do daily activities
- ☐ 3) Patients and relatives can realize the odor easily even if they are resting

4. Global Photography Score for Digital Photography

☐ -3) Greatly decreased

☐ -2) Moderately decreased

☐ -1) Slightly decreased

☐ 0) Unchanged

☐ 1) Slightly increased

☐ 2) Moderately increased

☐ 3) Greatly increased

5. Gravimetry

Weight (mg)

Area (cm²)

Time (min)

Sweat rate = mg/cm²/min

6. Iodine-starch test with Sweat Intensity Visual Scale (SIVS)

☐ 0) No sweat

☐ 1) Sweat in some spots

☐ 2) Minimal sweat

☐ 3) Moderate sweat

☐ 4) Severe sweat

☐ 5) Extreme sweat

7. Complication

7.1 Serious adverse events	Start Date (dd/mm/20yy)	End Date (dd/mm/20yy)	Date of report (dd/mm/20yy)
☐ 1) Death			
☐ 2) Life-threatening			

☐ 3) Hospitalization				
☐ 4) Emergency room visits				
☐ 5) Disability or permanent damage				
☐ 6) Required intervention to prevent permanent damage				
☐ 7) Major Infection				
7.2 Adverse events	Start Date	End Date	Grading	Describe event
☐ 1) Infection			☐	
☐ 2) Erythema			☐	
☐ 3) Edema			☐	
☐ 4) Pain			☐	
☐ 5) Folliculitis			☐	
☐ 6) Burn			☐	
☐ 7) Blister			☐	
☐ 8) Hyperpigmentation			☐	
☐ 9) Hypopigmentation			☐	
☐ 10) Scar			☐	
☐ 11) Urticarial reaction			☐	
☐ 12) Other.....			☐	

8.Patient's satisfaction

8.1 ความพึงพอใจในเรื่องหนังสือ



8.2 ความพึงพอใจในเรื่องชน



8.3 ความพึงพอใจโดยรวม



ตัวอย่างแบบประเมินคะแนน SIVS และ Global photography score

Page 81

No.40 Group B



	Visit 1	Visit 2	Visit 3	Visit 4
SIVS score				



	Visit 5	Visit 6
SIVS score		



	Visit 1	Visit 2	Visit 3	Visit 4
Global photography	0			



	Visit 5	Visit 6
Global photography		

ประวัติผู้เขียน

