



อุปกรณ์ Respira X สำหรับฝึกสมรรถภาพการหายใจเพื่อฟื้นฟูผู้ป่วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง
(Respira X Device for Respiratory Function Training for Rehabilitation of
Patients with COPD.)

กษิต์เดช บัวพูน , วรโชติ ปานจ้อยพะเนาว์ และ ทศวีร์ สังข์สวัสดิ์
รูปนวัฒน์ ชุกกลิ่น และ อุบลรัตน์ หัสดี

โรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาราชวิทยาลัย นครศรีธรรมราช อำเภอเมืองนครศรีธรรมราช จังหวัดนครศรีธรรมราช รหัสไปรษณีย์ 80330

Email: 6706385@pccnst.ac.th , 6706390@pccnst.ac.th และ 6706392@pccnst.ac.th

บทคัดย่อ

โครงการวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างอุปกรณ์และระบบให้คำแนะนำสำหรับฝึกสมรรถภาพการหายใจเพื่อสนับสนุนการฟื้นฟูสมรรถภาพปอดในผู้ป่วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง โดยประกอบด้วยอุปกรณ์ตรวจวัดการหายใจ และระบบให้คำแนะนำ เพื่อวิเคราะห์คุณภาพการหายใจ อุปกรณ์สามารถตรวจวัดสัญญาณการไหลของอากาศจากผู้ใช้งานจริงและส่งข้อมูลไปยังเว็บไซต์ของอุปกรณ์ Respira X ทำหน้าที่แสดงผลข้อมูลการหายใจและมีระบบให้คำแนะนำการฝึกหายใจในรูปแบบ Guide Breathing โดยใช้การแสดงผลแบบ Biofeedback และส่งข้อมูลไปยังระบบ Backend ผ่าน API server เพื่อวิเคราะห์และประเมินคุณภาพการหายใจออกมาเป็นค่า Breathing Quality Score นอกจากนี้ ระบบยังสามารถติดตามแนวโน้มคุณภาพการหายใจในระยะเวลา 7 วัน เพื่อประเมินพัฒนาการของการฝึกหายใจในระยะสั้น ผลการทดสอบอุปกรณ์พบว่า Respira X สามารถวิเคราะห์และจำแนกคุณภาพการหายใจได้อย่างเหมาะสม และช่วยให้ผู้ใช้งานสามารถรับรู้และปรับปรุงรูปแบบการหายใจของตนเองได้อย่างต่อเนื่อง อุปกรณ์และระบบที่สร้างขึ้นแสดงให้เห็นถึงศักยภาพในการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีดิจิทัลและปัญญาประดิษฐ์เพื่อสนับสนุนการฟื้นฟูสมรรถภาพปอด และสามารถนำไปต่อยอดสู่การใช้งานจริงในงานด้านสุขภาพในอนาคต

คำสำคัญ: การฝึกสมรรถภาพการหายใจ , โรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง , ปัญญาประดิษฐ์ , เว็บไซต์

บทนำ

โรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง (Chronic Obstructive Pulmonary Disease: COPD) เป็นหนึ่งในปัญหาสาธารณสุขที่สำคัญระดับโลก โดยองค์การอนามัยโลก (World Health Organization: WHO) รายงานว่าโรคดังกล่าวเป็นสาเหตุการเสียชีวิตลำดับ ต้น ๆ ของประชากรโลก และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง (WHO, 2026) โดยเฉพาะในประเทศที่มีรายได้ปานกลางและต่ำ รวมถึงประเทศไทย ผู้ป่วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง มักมีอาการหายใจลำบาก เหนื่อยง่าย และมีข้อจำกัดในการใช้ชีวิตประจำวัน ส่งผล

ให้คุณภาพชีวิตลดลงอย่างมีนัยสำคัญ (กองเศรษฐกิจสุขภาพและหลักประกันสุขภาพ, 2019)

การฟื้นฟูสมรรถภาพปอด (Pulmonary Rehabilitation) เป็นแนวทางสำคัญในการดูแลผู้ป่วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง โดยเน้นการฝึกการหายใจอย่างถูกวิธี เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของระบบทางเดินหายใจ ลดอาการหอบเหนื่อย และชะลอการเสื่อมของสมรรถภาพการปอด อย่างไรก็ตามการเข้าถึงบริการฟื้นฟูดังกล่าวยังมีข้อจำกัดเนื่องจากต้องอาศัยสถานพยาบาล บุคลากรทางการแพทย์ และค่าใช้จ่ายในการเดินทาง ทำให้ผู้ป่วยจำนวนมากไม่

สามารถฟื้นฟูได้อย่างต่อเนื่อง (Tuberc Respir Dis, 2020)

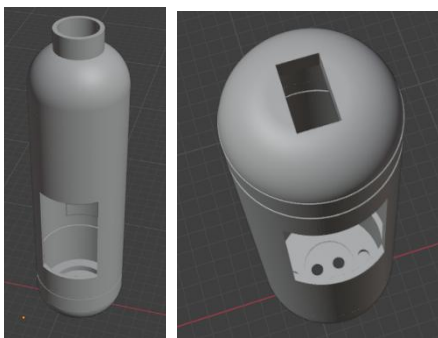
จากปัญหาดังกล่าว คณะผู้จัดทำจึงได้สร้างอุปกรณ์ Respira X ซึ่งเป็นอุปกรณ์ฝึกสมรรถภาพการหายใจ ที่ผสมผสานเทคโนโลยีเซนเซอร์ (airflow sensor) และปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence: AI) เข้าด้วยกัน โดยอุปกรณ์สามารถตรวจวัดค่าการไหลของอากาศจากการหายใจของผู้ใช้และวิเคราะห์ข้อมูลด้วย API server และประเมินออกมาเป็นค่าคุณภาพการหายใจ (Breathing Quality Score; BQS) เพื่อใช้เป็นตัวชี้วัดคุณภาพการหายใจ ทั้งนี้ ระบบไม่ได้มีวัตถุประสงค์เพื่อวินิจฉัยโรค แต่ใช้เป็นเครื่องมือสนับสนุนการฝึกหายใจและการฟื้นฟูสมรรถภาพปอด

นอกจากนี้ Respira X มีเว็บไซต์ที่มีระบบ Guide Breathing ซึ่งสามารถให้คำแนะนำการฝึกหายใจแบบเฉพาะบุคคล พร้อมทั้งติดตามแนวโน้มคุณภาพการหายใจในระยะเวลา 7 วัน เพื่อให้ผู้ใช้เห็นพัฒนาการของตนเองอย่างชัดเจน ช่วยเพิ่มแรงจูงใจและความต่อเนื่องในการฝึกฟื้นฟูสมรรถภาพปอดที่บ้าน

วิธีดำเนินการ

1) การออกแบบอุปกรณ์ Respira X

1.1) อุปกรณ์ Respira X ถูกออกแบบให้มีลักษณะทรงกระบอกคล้ายขวดน้ำพกพาและมีส่วน mouthpiece สำหรับฝึกหายใจ ตัวเครื่องติดตั้งเซนเซอร์เพื่อตรวจวัดปริมาณลมและแรงดันระหว่างการหายใจ โดยมี ส่วนประกอบหลักคือ airflow sensor (Omron D6F) และไมโครคอนโทรลเลอร์ (ESP32)



รูปที่ 1 แบบอุปกรณ์ Respira X

2) การเก็บและเตรียมข้อมูล

2.1) การเก็บข้อมูล airflow avg ถูกเก็บจาก airflow sensor ขณะผู้ใช้ฝึกหายใจโดยในแต่ละรอบของการฝึก ระบบจะบันทึกค่าแรงดันการหายใจ หน่วย Pa ข้อมูลที่ได้จะถูกนำไปจัดเตรียมและทำความสะอาด ข้อมูลด้วย Google Colab โดย ตรวจสอบค่าที่หายไป ,ลบค่าที่ผิดปกติ , ปรับช่วงค่าข้อมูลให้อยู่ในช่วงที่เหมาะสม แยกข้อมูลตามระดับระบบจะคำนวณคะแนนคุณภาพการหายใจในช่วง 0 – 100 โดยอิงจากค่าเฉลี่ยของ airflow sensor ที่ได้จากการฝึกในแต่ละรอบ

3) การสร้าง API server

3.1) สร้างด้วยภาษา Python โดยใช้ FastAPI Framework ทำหน้าที่เป็นศูนย์กลางในการประมวลผลข้อมูลของระบบ โดย API server รับข้อมูล airflow sensor จาก ESP32 และ คำนวณค่า airflow avg เมื่อได้ค่าเฉลี่ย จะทำการคำนวณคะแนน BQS ระดับคุณภาพการหายใจ และจัดเก็บข้อมูลการฝึกของผู้ใช้งานลงฐานข้อมูล เพื่อใช้ใน การวิเคราะห์แนวโน้มการฝึกในระยะเวลา 7 วัน และส่งผล การวิเคราะห์และคำแนะนำกลับไปยังเว็บไซต์

4) การวิเคราะห์แนวโน้มการหายใจ

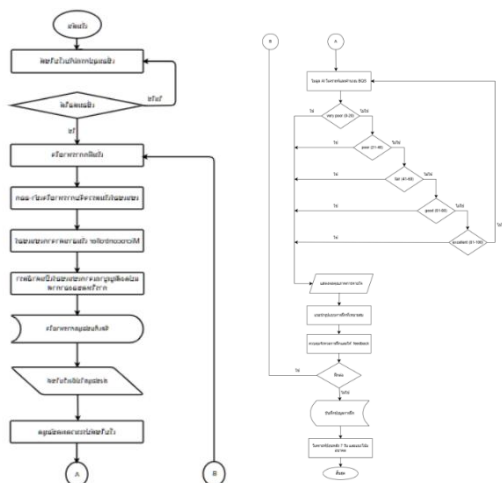
ระบบจะวิเคราะห์แนวโน้มคุณภาพการหายใจของผู้ใช้งานในระยะเวลา 7 วันโดยใช้ข้อมูลคะแนน BQS ที่บันทึกในแต่ละวัน จากนั้นระบบจะให้คำแนะนำการฝึกที่เหมาะสม

5) การสร้างเว็บไซต์ Web Application

การสร้างเว็บไซต์โดยใช้ HTML , CSS และ Javascript มีการออกแบบให้สามารถใช้งานได้บนอุปกรณ์หลากหลายประเภท โดยมีฟังก์ชันหลักดังนี้

- 5.1) ระบบลงทะเบียนและจัดเก็บข้อมูลส่วนบุคคล
- 5.2) หน้าฝึกหายใจแบบ Pursed lip breathing พร้อม แอนิเมชัน
- 5.3) แสดงค่าผลการฝึกและคะแนน BQS
- 5.4) แสดงกราฟแนวโน้มคุณภาพการหายใจ

5.5) ระบบแสดงประวัติการฝึกย้อนหลัง



รูปที่ 2 ผังการทำงานของระบบ

6) การทดสอบและปรับปรุงระบบ

การทดสอบอุปกรณ์ Respira X สำหรับฝึก
สมรรถภาพการหายใจเพื่อฟื้นฟูผู้ป่วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง
3 ระดับ ได้แก่

6.1) Unit testing ทดสอบการคำนวณ คะแนน BQS และการทำงานของ API server

6.2) Intregation testing ทดสอบการ เชื่อมต่อ
ระหว่าง ESP32 , API server , Web application

6.3) User testing ทดสอบการใช้งานจริง
หากพบข้อผิดพลาดหรือจุดบกพร่อง นำข้อมูลใหม่มา
ปรับปรุง เพื่อให้อุปกรณ์และระบบมีเสถียรภาพมากยิ่งขึ้น
ผลและอภิปรายผล

ผลการทดลอง

1) ผลการสร้างและทดสอบอุปกรณ์ Respira X

อุปกรณ์ Respira X ถูกสร้างขึ้นเพื่อใช้ในการตรวจวัดการไหลของอากาศจากการหายใจของผู้ใช้งาน โดยใช้ airflow sensor ร่วมกับ ESP32 ซึ่งทำหน้าที่รับค่าจากเซนเซอร์ ประมวลผลสัญญาณเบื้องต้น และส่งข้อมูลไปยังระบบ API server ผ่านเครือข่าย อินเทอร์เน็ต

จากการทดสอบการทำงานของอุปกรณ์ พบว่า ESP32 สามารถรับค่าจาก airflow sensor ได้อย่างต่อเนื่องและสามารถส่งข้อมูลค่าเฉลี่ยของการไหลของ

อากาศในแต่ละรอบการฝึกไปยัง API Server ได้ตามที่
ออกแบบไว้การทดสอบในระยะต้นได้ใช้ข้อมูลจำลองแทน
ข้อมูลจากผู้ป่วยจริง เพื่อประเมินความถูกต้องของระบบ
ซอฟต์แวร์ผลการทดสอบแสดงให้เห็นว่าอุปกรณ์สามารถ
ทำงานร่วมกับระบบวิเคราะห์ข้อมูลได้อย่างถูกต้อง



รูปที่ 3 อุปกรณ์ Respira X

2) ผลการทดสอบการทำงานของเว็บไซต์

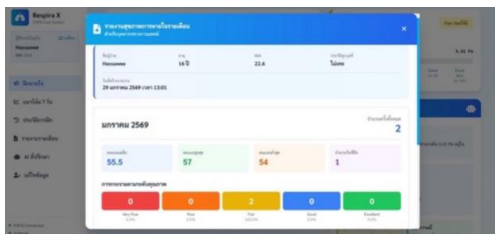
ต้นแบบ

เว็บไซต์ของ Respira X ถูกสร้างขึ้นเพื่อเป็นส่วนติดต่อผู้ใช้สำหรับการฝึกหายใจ การใช้งาน จากการทดสอบการทำงาน
ของเว็บไซต์ พบว่าสามารถดำเนินการตามขั้นตอนที่ออกแบบไว้ครบถ้วน ตั้งแต่การเริ่มต้นการฝึก การแสดงผล animation การหายใจแบบ Pursed lip breathing ไปจนถึงการแสดงผลคะแนน BQS และคำแนะนำหลังการฝึก เว็บไซต์สามารถแสดงผลได้อย่างถูกต้องบนเว็บเบราว์เซอร์มาตรฐานและรองรับการใช้งานบนอุปกรณ์ที่หลากหลาย เช่น คอมพิวเตอร์และอุปกรณ์พกพา การแสดงผลข้อมูลในรูปแบบกราฟและตัวเลขช่วยให้ผู้ใช้งาน สามารถเข้าใจผลการฝึกได้ง่ายยิ่งขึ้น

3) ผลการวิเคราะห์แนวโน้มคุณภาพการ
หายใจในระยะ 7 วัน

ระบบ Guide Breathing มีฟังก์ชันการวิเคราะห์แนวโน้มคุณภาพการหายใจในระยะเวลา 7 วัน โดยอาศัยข้อมูลคะแนน BQS ที่ได้จากการฝึกหายใจในแต่ละวัน ข้อมูลดังกล่าวถูกนำมา วิเคราะห์แนวโน้มเพื่อประเมินการเปลี่ยนแปลงของคุณภาพการหายใจในระยะสั้นผลการทดสอบด้วยข้อมูลจำลองแสดงให้เห็นว่าระบบสามารถแสดงกราฟแนวโน้มของคะแนน BOS ได้อย่างต่อเนื่อง

และสามารถแยกแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงออกเป็น แนวโน้มที่ดีขึ้น คงที่ หรือแย่ลง แม้ในกรณีที่ผู้ใช้งานฝึก ไม่ ครบทั้ง 7 วัน ระบบยังสามารถนำข้อมูลที่มีอยู่มาวิเคราะห์ แนวโน้มได้



รูปที่ 4 ผลการฝึกในรูปแบบ BQS

4) ผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบ คำนวณ Breathing Quality Score (BQS)

ระบบวิเคราะห์ BQS ถูกออกแบบให้ใช้ค่าเฉลี่ยของการไหลของอากาศจาก airflow sensor มาแปลงเป็นคะแนน ในช่วง 0-100 และแบ่งระดับคุณภาพการหายใจออกเป็น 5 ระดับ ได้แก่ Very Poor, Poor, Fair, Good และ Excellent

จากการทดสอบการคำนวณด้วยชุดข้อมูลจาก airflow sensor ในช่วงค่าต่าง ๆ พบว่าระบบสามารถแปลงค่าจาก airflow sensor เป็นคะแนน BQS ได้ตรงตามสมการที่กำหนดและสามารถจัดระดับคุณภาพการหายใจได้ สอดคล้องกับช่วงค่าที่ ออกแบบไว้ผลการทดสอบแสดงให้เห็นว่าระบบมีความเสถียรในการคำนวณและเหมาะสม สำหรับใช้เป็นเครื่องมือ ประเมินคุณภาพการฝึกหายใจ

ตารางที่ 1 ตารางการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า
airflow avg กับ Breathing Quality Score

ค่า airflow avg (Pa)	BQS score	ระดับ BQS
0 – 2	0 – 20	Very poor
2 – 4	21 – 40	Poor
4 – 6	41 – 60	Fair
6 – 8	61 – 80	Good
≥ 8	81 - 100	Excellent

การอภิปรายผล

จากการสร้างและทดสอบระบบ Guide Breathing ของ Respira X ซึ่งเป็นระบบฝึกหายใจและวิเคราะห์คุณภาพการหายใจ สำหรับผู้ป่วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง พบว่าระบบสามารถทำงานได้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ โดยสามารถรับข้อมูลจากอุปกรณ์วัดการไหลของอากาศ ส่งข้อมูลผ่าน ESP32 ไปยัง API server เพื่อทำการประมวลผลและคำนวณค่า BQS และแสดงผลผ่านเว็บไซต์ได้อย่างครบถ้วน

ผลการคำนวณค่า BQS แสดงให้เห็นว่าสามารถจำแนกระดับคุณภาพการหายใจออกเป็น 5 ระดับได้อย่างชัดเจน โดยคะแนนที่ได้มีความสอดคล้องกับช่วงค่าที่กำหนดจากข้อมูลตัวอย่างของ airflow sensor ทำให้การแปลผลและการให้คำแนะนำการฝึกหายใจมีความเข้าใจง่ายและเหมาะสมกับผู้ใช้งาน อย่างไรก็ตาม ค่า BQS เป็นการประเมินจากข้อมูลทางกายภาพเพียงบางส่วน จึงยังไม่สามารถใช้แทนการประเมินทางการแพทย์ได้โดยตรง

การแสดงผลแนวโน้มคุณภาพการหายใจในระยะ 7 วันช่วยให้ผู้ใช้งานสามารถติดตามการเปลี่ยนแปลงของการหายใจได้อย่างต่อเนื่อง และช่วยส่งเสริมแรงจูงใจในการฝึกหายใจอย่างสม่ำเสมอ แม้ว่าการทำนายแนวโน้มในระยะสั้นจะยังมีข้อจำกัดด้านจำนวนข้อมูลย้อนหลัง แต่สามารถสะท้อนทิศทางการเปลี่ยนแปลงได้ในระดับหนึ่ง ในด้านเว็บไซต์ ระบบสามารถแสดงผลการฝึกการทำงานของ animation การหายใจแบบ Pursed lip breathing กราฟแสดงผล และคำแนะนำจากระบบ Guide Breathing ได้อย่างเหมาะสม ช่วยให้ผู้ใช้งานเข้าใจขั้นตอนการฝึกและผลลัพธ์ที่ได้ง่ายขึ้น โดยรวมแล้วอุปกรณ์ Respira X แสดงให้เห็นถึงศักยภาพในการเป็นเครื่องมือ สนับสนุนการฝึกหายใจและการติดตามสุขภาพการหายใจสำหรับผู้ป่วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรังและสามารถนำไปพัฒนาต่อยอดเพื่อเพิ่มความแม่นยำและความเหมาะสมในการใช้งานจริงในอนาคต



สรุปผล

โครงการอุปกรณ์ Respira X สำหรับฝึกสมรรถภาพการหายใจเพื่อฟื้นฟูผู้ป่วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างระบบที่สามารถรับข้อมูลการหายใจจากอุปกรณ์ วิเคราะห์ข้อมูลผ่าน API server และแสดงผลผ่านเว็บไซต์ในรูปแบบที่เข้าใจง่ายและเหมาะสมต่อการใช้งานของผู้ใช้

จากผลการสร้างและทดสอบระบบ พบว่า Respira X สามารถทำงานได้ครบถ้วนตามกระบวนการที่ออกแบบไว้ ตั้งแต่การรับข้อมูลจาก airflow sensor การประมวลผลข้อมูลด้วย ESP32 การคำนวณค่าเฉลี่ยของการไหลของอากาศและคะแนน BQS ไปจนถึงการแสดงผลคำแนะนำ และการวิเคราะห์แนวโน้มคุณภาพการหายใจในระยะเวลา 7 วัน

ในส่วนของระบบเว็บไซต์ พบว่าสามารถแสดงผลข้อมูลได้ในรูปแบบของกราฟ แนวโน้ม และ animation การฝึกหายใจตามหลัก Pursed lip breathing ร่วมกับคำแนะนำที่เข้าใจง่าย ซึ่งช่วยให้ผู้ใช้งานสามารถติดตามผลการฝึกหายใจและประเมินพัฒนาการของตนเองได้อย่างเป็นระบบ ผลการศึกษานี้แสดงให้เห็นว่า อุปกรณ์ Respira X สามารถใช้เป็นต้นแบบของระบบสนับสนุนการฝึกหายใจและการติดตามคุณภาพการหายใจได้จริง หากมีศักยภาพในการนำไปพัฒนาต่อยอดเพื่อการใช้งานในอนาคต

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณ คุณครู ฐปนวัฒน์ ชุกกลิ่น และ คุณครูอุบลรัตน์ หัสดี อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ โรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาภรณราชวิทยาลัย นครศรีธรรมราช ที่กรุณาให้คำแนะนำ ตรวจสอบ และแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ตลอดการดำเนินงาน และขอกราบขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร.บุญยชนะ ภูระหงษ์ อาจารย์ที่ปรึกษาพิเศษจากภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์คำปรึกษา เชิงลึกด้านเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์

และการประมวลผล จนทำให้โครงการนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

กรมพลศึกษา. (2562). การฝึกหายใจเพื่อสุขภาพและการออกกำลังกาย. กรุงเทพมหานคร:

ศูนย์วิจัยการพัฒนากีฬา, มหาวิทยาลัยมหิดล. (2561). การฝึกหายใจเพื่อปรับสมดุลทางอารมณ์และการลด ความเครียดในนักกีฬา. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยมหิดล.

สำนักวิจัยและพัฒนา, สถาบันวิจัย วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย. (2560). การใช้การฝึกหายใจลึกเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของระบบการหายใจในผู้สูงอายุ. กรุงเทพฯ: สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย.

Bauer, S., et al. (2014). "The Effectiveness of Deep Breathing and Biofeedback for Stress Reduction.". Journal of Behavioral Medicine, 37(2), 234-245.

Huang, Y., et al. (2017). "Biofeedback and Breathing Retraining for Chronic Stress Management: An Intervention Study.". Journal of Stress and Health, 33(4), 301-311.

Lassalle, M., et al. (2016). "BiofeedbackBased Training for Breathing Control and Stress Management.". Applied Psychophysiology and Biofeedback, 41(3), 179-188.

Mourad, A., et al. (2019). "Health Technology for Behavioral Change: Real-Time Monitoring and Breathing Analysis.". International Journal of Health Technology, 8(3), 134-145.

Sathasivam, P. (2013). "Breathing Regulation for Autonomic Nervous System Balance.". Journal of Neurophysiology, 118(3), 1234-1245.



Wilkinson, R., et al. (2020). "AI and Machine Learning in Biometric Data Analysis: Implications for Breathing and Heart Rate Control". *Journal of AI in Healthcare*, 45(1), 101-110.

Yuan, Z., et al. (2019). "Utilizing AI for Biometric Data Evaluation in Exercise and Breathing Training". *Journal of Sports Technology*, 17(4), 512-523.

Zaccaro, M., et al. (2018). "Deep Breathing and Stress Reduction: A Systematic Review". *Psychophysiology*, 55(7), 1-9.