

การศึกษาเปรียบเทียบผลการรักษาทางกายภาพบำบัดต่อระยะทางการเดิน
ด้วย Incremental Shuttle Walk ในผู้ป่วยผ่าตัดกลีบปอดด้วยวิธีการส่องกล้อง
และการเปิดทรวงอก

COMPARISON OF THE EFFECT OF PHYSIOTHERAPY ON INCREMENTAL SHUTTLE
WALK DISTANCE IN LOBECTOMY PATIENTS WITH VATS AND THORACOTOMY

สุกัลยา กฤษณเกรียงไกร^{1*}, นภาพร แวทอง², อรพรรณ ดอนแก้ว², จตุรงค์ ฉิมพาลี², จิรวัดน์ ชลัษฐธรรมเนียม¹,
แทนไทย กวีเมธี¹, ภราดร ศรีผล¹, วชิรวิทย์ สันทานินทร์¹, วรธร ฮ่อบุตร¹, ยชुरเวท ฐสมบัติ¹

**Sukalya Kritsnakriengkrai^{1*}, Napaporn Vaewthong², Oraphan Donkaew², Jaturong Chimpalee²,
Jirawat klungthumnum¹, Thanthai Kaweemaythee¹, Pharadom Sriphol¹, Vachiravit Songtanin¹,
Voradorn Horbut¹, Yachuravej Thusombat¹**

¹สาขากายภาพบำบัด คณะกายภาพบำบัด มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

¹Division of Physical Therapy, Faculty of Physical Therapy, Srinakharinwirot University.

²งานกายภาพบำบัด สถาบันโรคทรวงอก

²Department of Physical Therapy, Central Chest Institute of Thailand.

*Corresponding author, e-mail: sukalya@g.swu.ac.th

Received: 16 December 2022; **Revised:** 4 September 2023; **Accepted:** 6 September 2023

บทคัดย่อ

การศึกษาเกี่ยวกับผลการรักษาทางกายภาพบำบัดต่อระยะทางการเดินด้วย Incremental Shuttle Walk Test (ISWT) ในผู้ป่วยผ่าตัดกลีบปอดยังมีน้อยมาก การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลการรักษาทางกายภาพบำบัดต่อการเปลี่ยนแปลงของระยะทางการเดินด้วย ISWT ภายหลังการผ่าตัดกลีบปอดระหว่างกลุ่มที่ผ่าตัดด้วยวิธีการส่องกล้อง (VATS) และการเปิดทรวงอก (Thoracotomy) การวิจัยนี้เป็นการเก็บข้อมูลแบบย้อนหลังจากเวชระเบียนของผู้ป่วยที่ได้รับการตัดกลีบปอด และได้รับการรักษาทางกายภาพบำบัดทั้งก่อนและหลังผ่าตัด ได้แก่ การฝึกหายใจ การฝึกไอ และการออกกำลังกาย ตั้งแต่เดือนเมษายน พ.ศ. 2558 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2563 ณ สถาบันโรคทรวงอก และได้รับการทดสอบด้วยการเดิน ISWT ในช่วงก่อนผ่าตัด ช่วงหลังผ่าตัดในวันที่ออกจากโรงพยาบาล และ 2 สัปดาห์หลังจากออกจากโรงพยาบาล นำข้อมูลระยะทางการเดินด้วย ISWT ของผู้ป่วยผ่าตัดกลีบปอดในกลุ่มที่ผ่าตัดแบบ VATS และ Thoracotomy ทั้งสามช่วงเวลามาวิเคราะห์ด้วยสถิติ Two-way Mixed-ANOVA ผลการวิจัยพบว่า มีผู้ป่วยผ่าตัดกลีบปอดและได้รับการรักษาทางกายภาพบำบัด ผ่านเกณฑ์ จำนวน 190 คน ผ่าตัดด้วยวิธี VATS 125 คน และ Thoracotomy 65 คน ระยะทางการเดินด้วย ISWT ภายหลังผ่าตัดในวันที่ออกจากโรงพยาบาลลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับก่อนผ่าตัด ($p < 0.001$) และสามารถฟื้นตัวกลับมาเท่ากับก่อนผ่าตัดได้ในช่วง 2 สัปดาห์หลังจากออกจากโรงพยาบาล เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มที่ได้รับการผ่าตัดแบบ VATS

กับ Thoracotomy พบว่าในวันที่ออกจากโรงพยาบาล ระยะทางการเดินด้วย ISWT ของกลุ่มที่ได้รับการผ่าตัดแบบ VATS มีค่าลดลงน้อยกว่ากลุ่ม Thoracotomy และทั้งสองกลุ่มมีการฟื้นตัวกลับมาได้เท่ากับก่อนผ่าตัดในช่วง 2 สัปดาห์หลังจากออกจากโรงพยาบาล การวิจัยนี้สรุปได้ว่าผู้ป่วยผ่าตัดกลีบปอดด้วยวิธี VATS และ Thoracotomy ที่ได้รับการรักษาทางกายภาพบำบัด มีการลดลงของระยะทางการเดินด้วย ISWT ภายหลังการผ่าตัด แต่สามารถฟื้นตัวกลับมาเท่ากับก่อนผ่าตัดได้ภายใน 2 สัปดาห์หลังจากออกจากโรงพยาบาล

คำสำคัญ: การทดสอบด้วยการเดิน; การผ่าตัดกลีบปอด; การผ่าตัดแบบส่องกล้อง; การผ่าตัดแบบเปิดทรวงอก

Abstract

The evidence studies of the effect of physiotherapy on incremental shuttle walk distance in lobectomy patients are limited. The purposes of this study were to examine the effect of physiotherapy on the change in shuttle walk distance after lobectomy and to compare shuttle walk distance between lobectomy with video-assisted thoracoscopic surgery (VATS) and lobectomy with Thoracotomy groups. This retrospective study included patients who underwent lobectomy via VATS or Thoracotomy and received physical therapy treatment including breathing training, cough training, and exercise, between April 2015 and December 2020 at the Central Chest Institute of Thailand. The incremental shuttle walk test (ISWT) was investigated at preoperative, postoperative discharge day, and at 2 weeks follow-up. The data of shuttle walk distances between VATS and Thoracotomy groups in each time period were analyzed using Two-way Mixed ANOVA. The results showed that there were 190 eligible patients who underwent lobectomy via VATS (n=125) or Thoracotomy (n=65) and received physical therapy treatment. The shuttle walk distances were significantly decreased at discharge day when compared to preoperative values ($p<0.001$) and were returned to the preoperative level at 2 weeks follow-up. When comparing between VATS and Thoracotomy groups on discharge day, the shuttle walk distance in VATS was decreased less than in Thoracotomy groups, and both groups recovered within 2 weeks of follow-up. The conclusion was that patients undergoing lobectomy via VATS or Thoracotomy and receiving physical therapy treatment had a significant postoperative reduction of shuttle walk distance, however, they recovered to the preoperative levels within 2 weeks of follow-up.

Keywords: Walking Test; Lobectomy; VATS; Thoracotomy

บทนำ

การผ่าตัดปอดเป็นการรักษาที่มีประสิทธิภาพในการเพิ่มอัตราการรอดชีวิตให้กับผู้ป่วยโรคมะเร็งปอด [1] การผ่าตัดปอดทำได้ 2 วิธี คือ การผ่าตัดเปิดช่องทรวงอก (Thoracotomy) และการผ่าตัดผ่านกล้อง (Video-Assisted Thoracic Surgery: VATS) โดยวิธีการผ่าตัดแบบ VATS เป็นการผ่าตัดที่มีแผลผ่าตัดขนาดเล็ก ส่งผลให้มีอาการเจ็บปวดเพียงเล็กน้อย และผู้ป่วยสามารถฟื้นตัวได้เร็ว จึงทำให้ระยะเวลาในการนอนโรงพยาบาลน้อยกว่าการผ่าตัดแบบ Thoracotomy ซึ่งเป็นการผ่าตัดเปิดช่องทรวงอกลงไปตัดเนื้อปอด [2-3] หากแบ่งชนิดการผ่าตัดปอดตามลักษณะการตัดเนื้อปอด ประกอบด้วย การตัดปอดแบบลิ้ม (Wedge Resection) การตัดแขนงหลอดลมปอด (Segmentectomy) การตัดกลีบปอด (Lobectomy) และการตัดปอดออกทั้งข้าง (Pneumonectomy) [4] จากการศึกษาในผู้ป่วยที่มีความผิดปกติภายในเนื้อปอด พบว่าการผ่าตัดโดยการตัดกลีบปอดเป็นการผ่าตัดที่ได้รับการนิยมน้อยกว่า

วิธีอื่น ๆ [5] การผ่าตัดปอดนั้นอาจส่งผลให้เกิดภาวะแทรกซ้อนหลังการผ่าตัดได้ เนื่องจากขั้นตอนของการผ่าตัดมีการใช้ยาสลบ [6] แพทย์ต้องกรีดผ่านชั้นกล้ามเนื้อที่ใช้ในการหายใจ ทำให้กล้ามเนื้อหายใจทำงานบกพร่อง ภายหลังผ่าตัดผู้ป่วยมีอาการเจ็บแผลผ่าตัด [7] ส่งผลให้การขยายตัวของทรวงอกลดลง ปริมาตรปอดลดลง อากาศเข้าสู่ปอดได้น้อยลง ปริมาณออกซิเจนที่ขนส่งไปสู่กล้ามเนื้อเพื่อสร้างเป็นพลังงานลดลง ส่งผลต่อความสามารถในการออกกำลังกายลดลงได้ [6-7]

การรักษาทางกายภาพบำบัดมีความสำคัญในการฟื้นฟูสมรรถภาพปอดทั้งในช่วงก่อนและหลังผ่าตัดปอด การรักษาทางกายภาพบำบัดในช่วงก่อนผ่าตัดจะเป็นการเตรียมความพร้อมให้กับผู้ป่วยก่อนที่จะเข้ารับการผ่าตัด ได้แก่ การฝึกหายใจ การฝึกไอ และการฝึกออกกำลังกายเพื่อเพิ่มความแข็งแรง และความทนทานของกล้ามเนื้อ สำหรับการรักษาทางกายภาพบำบัดในช่วงหลังผ่าตัดปอดเป็นการฟื้นฟูร่างกายของผู้ป่วย เพื่อลดการเกิดภาวะแทรกซ้อนและปัญหาหลังจากการผ่าตัด ได้แก่ การฝึกหายใจ การฝึกหายใจแบบหายใจ การจัดทำผู้ป่วย การเคลื่อนไหวร่างกาย และการฟื้นฟูสมรรถภาพปอด [8-10]

Incremental Shuttle Walk Test (ISWT) เป็นการทดสอบด้วยการเดินไปกลับบนลู่วิ่งและมีการเพิ่มระดับความเร็ว [11] โดยวัดค่าเป็นระยะทางในการเดิน การทดสอบวิธีนี้มีความปลอดภัย ใช้เวลาในการทดสอบน้อย มีความแม่นยำ และมีความสัมพันธ์กับค่าที่ได้จากการทดสอบการใช้ออกซิเจนสูงสุดของร่างกายด้วยการออกกำลังกาย (Cardiopulmonary Exercise Testing, CPET) [12] ซึ่งเป็นวิธีมาตรฐานในการวัดความสามารถของการออกกำลังกาย [13] มีค่า Sensitivity เท่ากับ 65.6% และค่า Specificity เท่ากับ 81.5% [14] ISWT ได้ถูกนำมาใช้ในทางคลินิกเพื่อประเมินความสามารถในการออกกำลังกายของผู้ป่วย เช่น ผู้ป่วยมะเร็งปอด [15-16] ผู้ป่วยโรคระบบทางเดินหายใจเรื้อรัง [17] เป็นต้น นอกจากนี้ระยะทางการเดินจากการทดสอบด้วย ISWT สามารถนำมาใช้เป็นเครื่องมือสำหรับการคัดกรองผู้ป่วยก่อนผ่าตัดปอด เพื่อทำนายการเกิดภาวะแทรกซ้อนภายหลังผ่าตัดได้ [18] การศึกษาที่ผ่านมาพบเพียงงานวิจัยของ Win และคณะ (2007) ที่ศึกษาผู้ป่วยหลังผ่าตัดกลีบปอดออก (Lobectomy) และถูกตัดปอดออกทั้งข้าง (Pneumonectomy) ด้วยวิธี Thoracotomy ซึ่งได้รับการรักษาทางกายภาพบำบัดเฉพาะในช่วงหลังผ่าตัด พบว่าระยะทางการเดินด้วย ISWT มีค่าลดลงอย่างมาก ในช่วง 1 เดือนหลังผ่าตัด แล้วค่อย ๆ ดีขึ้น แต่ยังไม่กลับมาดีเท่ากับช่วงก่อนผ่าตัดได้ในเวลา 6 เดือนหลังผ่าตัด [19] อย่างไรก็ตามการศึกษาดังกล่าวไม่ได้ทำการศึกษารายการเปลี่ยนแปลงค่าระยะทางการเดินด้วย ISWT ในช่วงแรกหลังผ่าตัด และศึกษาเฉพาะผู้ป่วยผ่าตัดปอดด้วยวิธี Thoracotomy เท่านั้น นอกจากนี้การรักษาทางกายภาพบำบัดมีเฉพาะช่วงหลังผ่าตัดที่อยู่ในโรงพยาบาล

จากการทบทวนงานวิจัยข้างต้นจะเห็นได้ว่าข้อมูลการศึกษาเกี่ยวกับผลของการรักษาทางกายภาพบำบัดต่อการเปลี่ยนแปลงความสามารถในการออกกำลังกายที่ทดสอบด้วย ISWT ในผู้ที่ได้รับการผ่าตัดปอดยังมีน้อยมาก และยังขาดการศึกษาในช่วงเวลาที่สำคัญโดยเฉพาะช่วงแรกหลังผ่าตัด การวิจัยในครั้งนี้จึงมีมุ่งศึกษาเปรียบเทียบผลของการรักษาทางกายภาพบำบัดในช่วงก่อนและหลังการผ่าตัดในระยะแรกต่อระยะทางการเดินด้วย ISWT ในผู้ป่วยผ่าตัดกลีบปอดด้วยวิธีการส่องกล้อง (VATS) และการเปิดทรวงอก (Thoracotomy) ซึ่งองค์ความรู้ที่ได้สามารถเป็นข้อยืนยันถึงผลการรักษาทางกายภาพบำบัดต่อผู้ป่วยผ่าตัดปอด ทั้งนี้เพื่อเป็นแนวทางสำหรับแพทย์ผู้ผ่าตัดได้พิจารณาในการส่งผู้ป่วยให้ได้รับการรักษาทางกายภาพบำบัดตั้งแต่มีก่อนผ่าตัด และนักกายภาพบำบัดได้ตระหนักถึงความสำคัญของการให้การรักษาทันทีในช่วงที่ผู้ป่วยอยู่โรงพยาบาลและให้โปรแกรมการรักษารอบคอบถึงช่วงที่ผู้ป่วยกลับบ้านไปแล้ว เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพการรักษาสู่ผู้ป่วยผ่าตัดปอด

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาเปรียบเทียบผลการรักษาทางกายภาพบำบัดในช่วงก่อนและหลังผ่าตัด และเปรียบเทียบระหว่างผู้ป่วยผ่าตัดกลีบปอดด้วย VATS และ Thoracotomy ต่อระยะทางการเดินด้วย ISWT

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ได้รับการรับรองจากคณะกรรมการศูนย์วิจัยทางคลินิกและคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยเกี่ยวกับมนุษย์ สถาบันโรคทรวงอก กระทรวงสาธารณสุข เลขที่ REC 007/2565

ตัวแปรการศึกษา

ตัวแปรต้น ได้แก่ การรักษาทางกายภาพบำบัด

ตัวแปรตาม ได้แก่ ระยะทางการเดินด้วย ISWT

สมมติฐานการวิจัย

1. การรักษาทางกายภาพบำบัดมีผลให้ระยะทางการเดินด้วย ISWT เพิ่มขึ้นได้ภายใน 2 สัปดาห์หลังผ่าตัด
2. การรักษาทางกายภาพบำบัดมีผลให้ระยะทางการเดินด้วย ISWT ในกลุ่มที่ได้รับการผ่าตัดปอดแบบ VATS เพิ่มขึ้นเร็วกว่ากลุ่มที่ได้รับการผ่าตัดปอดแบบ Thoracotomy

กลุ่มตัวอย่าง

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาแบบย้อนหลัง (Retrospective Study) ซึ่งเก็บรวบรวมจากข้อมูลที่เป็นที่กในเวชระเบียนของผู้ป่วยที่ได้รับการผ่าตัดกลีบปอด ณ สถาบันโรคทรวงอก ตั้งแต่เดือนเมษายน พ.ศ. 2558 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2563 โดยมีเกณฑ์การคัดเข้า คือ ได้รับการผ่าตัดกลีบปอดด้วยวิธี VATS หรือ Thoracotomy มีอายุ 18 ปีขึ้นไป ได้รับการรักษาทางกายภาพบำบัด ทั้งก่อนและหลังการผ่าตัด และได้รับการทดสอบด้วย ISWT ครบทั้ง 3 ช่วงเวลา ได้แก่ ก่อนผ่าตัด วันที่ออกจากโรงพยาบาล และหลังออกจากโรงพยาบาล 2 สัปดาห์ สำหรับเกณฑ์การคัดออก ได้แก่ มีภาวะการบกพร่องของระบบกระดูกและกล้ามเนื้อ ระบบประสาท การสื่อสาร และการมองเห็นที่เป็นอุปสรรคต่อการเดิน

โปรแกรมการรักษาทางกายภาพบำบัด

ผู้ป่วยทุกรายได้รับโปรแกรมการรักษาทางกายภาพบำบัด [8-10] โดยนักกายภาพบำบัดที่มีประสบการณ์ในการรักษาผู้ป่วยโรคปอดและระบบทางเดินหายใจ การรักษาในช่วงก่อนผ่าตัด ประกอบด้วย การฝึกหายใจโดยใช้กล้ามเนื้อกระบังลม การฝึกหายใจที่เน้นปอดเฉพาะส่วน การฝึกไอร่วมกับการประคบแผลผ่าตัด และการออกกำลังกาย การรักษาทางกายภาพบำบัดในช่วงหลังผ่าตัดขณะที่อยู่ในโรงพยาบาล ประกอบด้วย การฝึกหายใจ 3 แบบ ได้แก่ การฝึกหายใจด้วยกล้ามเนื้อกระบังลม การฝึกหายใจที่เน้นปอดเฉพาะส่วน การฝึกหายใจโดยใช้อุปกรณ์บริหารปอด การระบายเสมหะ (ในกรณีที่มีเสมหะ) ได้แก่ การจัดท่าระบายเสมหะ การฝึกหายใจแบบเป็นวงจร การฝึกไอร่วมกับการประคบแผลผ่าตัด การจัดท่าทางเพื่อเพิ่มการขยายตัวของปอด การนั่งพิงเตียง และการนั่งห้อยเท้าข้างเตียง การออกกำลังกายแขนและขา การเคลื่อนไหวร่างกายแต่เนิ่น ๆ (Early Mobilization) การรักษาทั้งหมดผู้ป่วยได้รับการรักษาจากนักกายภาพบำบัดวันละ 1 ครั้ง จนกระทั่งผู้ป่วยกลับบ้าน เมื่อผู้ป่วยออกจากโรงพยาบาลผู้ป่วยจะได้รับโปรแกรมการฝึกเพื่อกลับไปฟื้นฟูที่บ้าน ประกอบด้วย การฝึกหายใจ การออกกำลังกายแขนขา และการออกกำลังกายด้วยการเดิน

วิธีการทดสอบ ISWT

ให้ผู้ถูกทดสอบนั่งพัก วัดสัญญาณชีพขณะพัก จากนั้นให้ผู้ถูกทดสอบเดินไปมาระหว่างลู่วิ่งที่มีระยะทาง 10 เมตร ตามความเร็วที่เพิ่มขึ้นซึ่งกำหนดโดยสัญญาณเสียงจากแผ่นเสียง และความเร็วในการทดสอบจะเพิ่มขึ้นทุก ๆ นาที โดยการทดสอบจะสิ้นสุด เมื่อผู้ถูกทดสอบไม่สามารถเดินด้วยความเร็วตามเสียงที่กำหนด หรือผู้ทดสอบไม่สามารถเดินต่อเนื่องได้ [16-18] ให้ผู้ถูกทดสอบนั่งพัก และวัดสัญญาณชีพหลังการทดสอบ ติดตามจนสัญญาณชีพเข้าสู่ภาวะพัก ผู้ทำการทดสอบเป็นนักกายภาพบำบัดซึ่งสามารถให้การดูแลเพื่อความปลอดภัยของผู้ถูกทดสอบ

ขั้นตอนการวิจัย

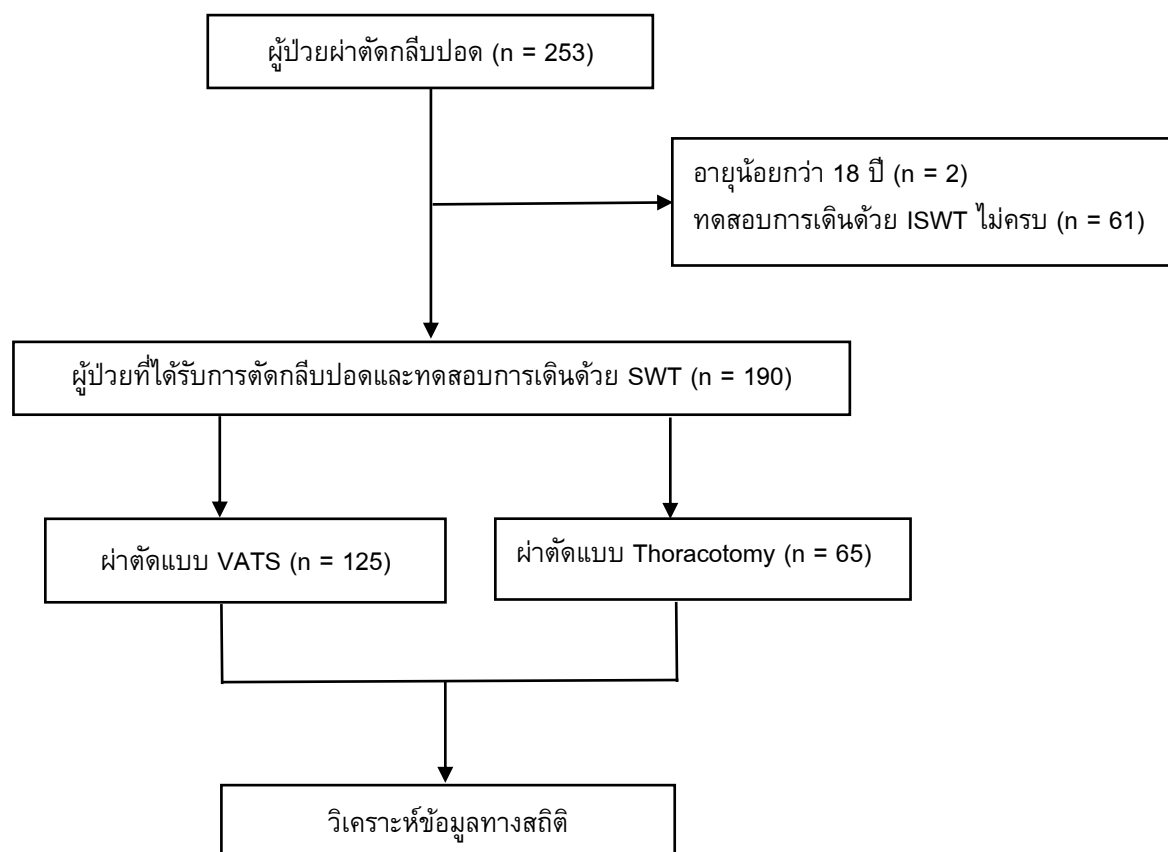
คัดเลือกเวชระเบียนของผู้ป่วยที่ได้รับการผ่าตัดท่อน้ำดี ๓ งานกายภาพบำบัด สถาบันโรคทรวงอก ตามเกณฑ์คัดเข้าและออก ทำการบันทึกข้อมูลที่ได้จากเวชระเบียนของผู้ป่วย และนำข้อมูลมาวิเคราะห์ทางสถิติ

การวิเคราะห์ทางสถิติ

แสดงค่าข้อมูลพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่างเป็นจำนวนคนและร้อยละ ทดสอบความแตกต่างของข้อมูลพื้นฐานระหว่างกลุ่ม VATS กับ Thoracotomy ด้วยสถิติ Chi-Square แสดงค่าระยะทางการเดินด้วย ISWT เป็นจำนวนคนและร้อยละในแต่ละช่วง และแสดงเป็นค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเพื่อเปรียบเทียบระยะทางการเดินด้วย ISWT ระหว่างกลุ่มที่ผ่าตัดท่อน้ำดีด้วยวิธี VATS และ Thoracotomy ในช่วงก่อนผ่าตัด หลังผ่าตัดในวันที่ออกจากโรงพยาบาล และ 2 สัปดาห์หลังจากออกจากโรงพยาบาล ด้วยสถิติ Two-way Mixed-ANOVA และเปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่โดยใช้ Bonferroni กำหนดค่าความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.05$

ผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีเวชระเบียนของผู้ป่วยที่ได้รับการตัดท่อน้ำดี จำนวน 253 คน คัดออกเนื่องจากอายุน้อยกว่า 18 ปี จำนวน 2 คน และได้รับการทดสอบ ISWT ไม่ครบ 3 ช่วงเวลา จำนวน 61 คน ได้ผู้ป่วยที่เข้าเกณฑ์จำนวนทั้งสิ้น 190 คน เป็นกลุ่มผ่าตัดแบบ VATS 125 คน และกลุ่มผ่าตัดแบบ Thoracotomy 65 คน จากนั้นนำข้อมูลมาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ ดังแสดงในภาพที่ 1



ภาพที่ 1 ขั้นตอนการวิจัย และจำนวนผู้เข้าร่วมการวิจัย

จากตารางที่ 1 พบว่า กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง (ร้อยละ 59.5) มีอายุมากกว่า 60 ปี (ร้อยละ 40) และกลุ่มตัวอย่างประมาณครึ่งหนึ่งมีโรคร่วม (ร้อยละ 51.1) โดยตำแหน่งของกลีบปอดที่ถูกผ่าตัดออกส่วนใหญ่ที่บริเวณปอดขวาส่วนบน (ร้อยละ 31.6) รองลงมาเป็นปอดขวาส่วนล่าง (ร้อยละ 21.1) และปอดซ้ายส่วนบน (ร้อยละ 17.9) จำนวนวันที่อยู่โรงพยาบาลส่วนใหญ่ 5-8 วัน (ร้อยละ 42.1)

ตารางที่ 1 ข้อมูลพื้นฐานกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามวิธีผ่าตัด

ตัวแปร	ผ่าตัดแบบ VATS จำนวน (ร้อยละ)	ผ่าตัดแบบ Thoracotomy จำนวน (ร้อยละ)	รวม	p-value
เพศ				
หญิง	80 (42.1)	33 (17.4)	113 (59.5)	NS
ชาย	45 (23.7)	32 (16.8)	77 (40.5)	
รวม	125 (65.8)	65 (34.2)	190 (100)	
อายุ				
20-30 ปี	4 (2.1)	2 (1.1)	6 (3.2)	NS
31-40 ปี	8 (4.2)	5 (2.6)	13 (6.8)	
41-50 ปี	17 (9.0)	8 (4.2)	25 (13.2)	
51-60 ปี	48 (25.2)	22 (11.6)	70 (36.8)	
มากกว่า 60 ปี	48 (25.3)	28 (14.7)	76 (40)	
รวม	125 (65.8)	65 (34.2)	190 (100)	
โรคร่วม				
จำนวนผู้ป่วยที่มีโรคร่วม	60 (31.6)	37 (19.5)	97 (51.1)	NS
จำนวนผู้ป่วยที่ไม่มีโรคร่วม	65 (34.2)	28 (14.7)	93 (48.9)	
รวม	125 (65.8)	65 (34.2)	190 (100)	
ตำแหน่งกลีบปอดที่ผ่าตัดออก				
ปอดขวาส่วนบน	43 (22.6)	17 (9.0)	60 (31.6)	NS
ปอดขวาส่วนกลาง	13 (6.8)	5 (2.6)	18 (9.4)	
ปอดขวาส่วนล่าง	25 (13.2)	15 (7.9)	40 (21.1)	
ปอดซ้ายส่วนบน	24 (12.6)	10 (5.3)	34 (17.9)	
ปอดซ้ายส่วนล่าง	17 (9.0)	13 (6.8)	30 (15.8)	
ปอดขวา 2 กลีบ	3 (1.6)	5 (2.6)	8 (4.2)	
รวม	125 (65.8)	65 (34.2)	190 (100)	
จำนวนวันที่อยู่โรงพยาบาล				
3-5 วัน	41 (21.6)	13 (6.8)	54 (28.4)	NS
5-8 วัน	47 (24.7)	33 (17.4)	80 (42.1)	
มากกว่า 8 วัน	37 (19.5)	19 (10.0)	56 (29.5)	
รวม	125 (65.8)	65 (34.2)	190 (100)	

NS: ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อทดสอบด้วยสถิติ Chi-square ($p > 0.05$)

จากตารางที่ 2 ระยะทางการเดินด้วย ISWT ของกลุ่ม VATS และ Thoracotomy ที่มีจำนวนมากที่สุดในช่วงก่อนผ่าตัด อยู่ในช่วงระยะทาง 301-400 เมตร ในช่วงก่อนออกจากโรงพยาบาล ทั้ง 2 กลุ่มเดินได้ระยะทางลดลงอยู่ในช่วง 201-300 เมตร และในช่วงหลังออกจากโรงพยาบาล 2 สัปดาห์ ทั้งกลุ่ม VATS และ Thoracotomy เดินได้ระยะทางเพิ่มขึ้นอยู่ในช่วง 401-500 เมตร

ตารางที่ 2 จำนวนคน และร้อยละของผู้ที่ทดสอบการเดินด้วย ISWT จำแนกตามวิธีผ่าตัดและระยะทางที่เดินได้ทั้ง 3 ช่วงเวลา

	ผ่าตัดแบบ VATS จำนวน (ร้อยละ)	ผ่าตัดแบบ Thoracotomy จำนวน (ร้อยละ)	รวม
ก่อนผ่าตัด			
0-100 เมตร	0 (0)	1 (0.5)	1 (0.5)
101-200 เมตร	10 (5.3)	7 (3.7)	17 (9.0)
201-300 เมตร	28 (14.7)	19 (10.0)	47 (24.7)
301-400 เมตร	50 (26.3)	24 (12.6)	74 (38.9)
401-500 เมตร	23 (12.1)	7 (3.7)	30 (15.8)
501-600 เมตร	13 (6.9)	7 (3.7)	20 (10.6)
601-700 เมตร	1 (0.5)	0 (0)	1 (0.5)
รวม	125 (65.8)	65 (34.2)	190 (100)
ก่อนออกจากโรงพยาบาล			
0-100 เมตร	3 (1.6)	2 (1.0)	5 (2.6)
101-200 เมตร	21 (11.1)	14 (7.4)	35 (18.5)
201-300 เมตร	40 (21.0)	26 (13.7)	66 (34.7)
301-400 เมตร	34 (17.9)	18 (9.5)	52 (27.4)
401-500 เมตร	17 (9.0)	4 (2.1)	21 (11.1)
501-600 เมตร	8 (4.2)	1 (0.5)	9 (4.7)
601-700 เมตร	2 (1.0)	0 (0)	2 (1.0)
รวม	125 (65.8)	65 (34.2)	190 (100)
หลังออกจากโรงพยาบาล 2 สัปดาห์			
0-100 เมตร	0 (0)	0 (0)	0 (0)
101-200 เมตร	11 (5.8)	7 (3.7)	18 (9.5)
201-300 เมตร	25 (13.2)	14 (7.3)	39 (20.5)
301-400 เมตร	44 (23.1)	26 (13.7)	70 (36.8)
401-500 เมตร	25 (13.2)	11 (5.8)	36 (19.0)
501-600 เมตร	15 (7.9)	7 (3.7)	22 (11.6)
601-700 เมตร	5 (2.6)	0 (0)	5 (2.6)
รวม	125 (65.8)	65 (34.2)	190 (100)

ตารางที่ 3 แสดงระยะทางการเดินด้วย ISWT เป็นค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผู้เข้าร่วมวิจัยทั้งหมดในแต่ละกลุ่มที่ช่วงเวลาต่าง ๆ พบว่า ระยะทางที่เดินได้ก่อนผ่าตัด หลังผ่าตัดในวันที่ออกจากโรงพยาบาล และหลังออกจากโรงพยาบาล 2 สัปดาห์ มีค่าเฉลี่ย 346.6 ± 103.3 เมตร 297.4 ± 110.7 เมตร และ 359.6 ± 115.4 เมตร ตามลำดับ และทดสอบด้วยสถิติ Two-way Mixed ANOVA พบว่าภายหลังการผ่าตัดกลับปอดในวันที่ออกจากโรงพยาบาลมีระยะทางการเดินลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนผ่าตัด ($p < 0.001$) และระยะทางการเดินภายหลังออกจากโรงพยาบาล 2 สัปดาห์ได้เพิ่มมากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับวันที่ออกจากโรงพยาบาล ($p < 0.001$) และระยะทางการเดินยังสามารถกลับมาเท่ากับก่อนผ่าตัด ($p > 0.05$)

เมื่อเปรียบเทียบระหว่างผู้ป่วยที่ได้รับการผ่าตัดแบบ VATS และ Thoracotomy พบว่าในช่วงก่อนผ่าตัด ทั้ง 2 กลุ่ม มีค่าระยะทางในการเดินด้วย ISWT ไม่แตกต่างกัน และช่วงหลังผ่าตัดในวันที่ออกจากโรงพยาบาล มีการลดลงของค่าระยะทางการเดินด้วย ISWT ทั้ง 2 กลุ่ม โดยกลุ่ม VATS มีระยะทางในการเดินด้วย ISWT ลดลงน้อยกว่ากลุ่ม Thoracotomy อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p = 0.013$) และภายหลังออกจากโรงพยาบาล 2 สัปดาห์ ค่าระยะทางในการเดินด้วย ISWT มีค่าเพิ่มขึ้นกลับมาเท่ากับวันก่อนผ่าตัด โดยทั้งสองกลุ่มไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Mean $\pm$ S.D.) ของระยะทางการเดินด้วย ISWT (เมตร) จำแนกตามวิธีผ่าตัดและช่วงเวลา

	Total Participants (N = 190)	VATS (N = 125)	Thoracotomy (N = 65)	p-value (VATS vs Thoracotomy)
Pre-operative	346.6 $\pm$ 103.3	354.4 $\pm$ 101.9	331.7 $\pm$ 104.9	0.155
Discharge day	297.4 $\pm$ 110.7 ^a	310.8 $\pm$ 117.2 ^a	271.5 $\pm$ 92.5 ^a	0.013*
2 weeks follow up	359.6 $\pm$ 115.4 ^b	366.2 $\pm$ 119.4 ^b	347.2 $\pm$ 107.1 ^b	0.284

^a Significant difference between Discharge Day and Pre-operative ($p < 0.001$)

^b Significant difference between Discharge Day and 2 weeks follow up ($p < 0.001$)

* Significant difference between VATS and Thoracotomy ($p < 0.05$)

สรุปและอภิปรายผล

งานวิจัยครั้งนี้ได้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของความสามารถในการออกกำลังกายในผู้ที่ผ่าตัดกลับปอด โดยศึกษาจากระยะทางในการเดินด้วย ISWT ผลการวิจัยพบว่า ระยะทางในการเดินด้วย ISWT มีค่าลดลงในวันที่ออกจากโรงพยาบาล และสามารถคืนกลับมาได้เท่ากับก่อนผ่าตัดภายหลังออกจากโรงพยาบาล 2 สัปดาห์ ในขณะที่งานวิจัยของ Win และคณะ (2007) พบว่าระยะทางในการเดินด้วย ISWT ลดลงหลังผ่าตัดปอดแบบ Thoracotomy ทั้ง Lobectomy และ Pneumonectomy ซึ่งเมื่อติดตามไปถึง 6 เดือน ยังไม่พบการฟื้นตัวกลับมาเท่ากับก่อนผ่าตัด [19] ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่าผู้ป่วยได้รับการรักษาทางกายภาพบำบัดเฉพาะในช่วงหลังการผ่าตัด แต่ไม่ได้รับในช่วงก่อนผ่าตัดและช่วงออกจากโรงพยาบาลอย่างต่อเนื่อง มีผลให้การฟื้นคืนของระยะทางการเดินด้วย ISWT ช้ากว่างานวิจัยครั้งนี้ นอกจากนี้งานวิจัยอื่นที่ได้ศึกษาความสามารถของการออกกำลังกายในผู้ที่ผ่าตัดปอดโดยการทดสอบด้วยการเดิน 6 นาที จากงานวิจัยของ Brocki และคณะ (2018) พบว่าระยะทางจากการเดิน 6 นาที ลดลงหลังการผ่าตัดปอด และมีการฟื้นฟูกลับมาเท่ากับก่อนผ่าตัดได้ในระยะเวลา 6 เดือนหลังผ่าตัด ซึ่งช้ากว่างานวิจัยนี้ ทั้งนี้เนื่องมาจากงานของ Brocki และคณะ ศึกษาในผู้ป่วยผ่าตัดปอดที่ไม่ได้รับการรักษาทางกายภาพบำบัด [20] ในขณะที่งานวิจัย

ของ Ichikawa และคณะ (2019) พบว่าระยะทางจากการเดิน 6 นาที มีการลดลงหลังผ่าตัดปอด และฟื้นตัวกลับมาได้เกือบเท่ากับก่อนผ่าตัดในช่วง 1 เดือนหลังการผ่าตัด [21] ซึ่งระยะเวลาการฟื้นตัวใกล้เคียงกับงานวิจัยนี้ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะงานของ Ichikawa และคณะ มีการให้การรักษาทายกายภาพบำบัดแก่ผู้ป่วยร่วมด้วยทั้งก่อนและหลังผ่าตัด ซึ่งประกอบด้วย การฟื้นฟูสมรรถภาพปอดก่อนผ่าตัด การฝึกหายใจโดยใช้อุปกรณ์บริหารปอด การฝึกไอ และการเคลื่อนไหวร่างกายแต่เนิ่น ๆ ตั้งแต่วันแรกหลังผ่าตัด โปรแกรมที่ให้แกผู้ป่วยนี้เป็นการฝึกที่มีความคล้ายกับงานวิจัยครั้งนี้ ดังนั้นน่าจะยืนยันได้ว่าการรักษาทายกายภาพบำบัดทั้งก่อนและหลังผ่าตัด รวมถึงระยะฟื้นฟูที่ผู้ป่วยต้องกลับไปทำที่บ้านมีความจำเป็นอย่างยิ่งต่อการฟื้นตัวของความสามารถในการออกกำลังกาย ทำให้ผู้ป่วยสามารถกลับไปใช้ชีวิตประจำวันได้ปกติ

ระยะทางการเดินด้วย ISWT มีค่าลดลงช่วงหลังผ่าตัดในวันที่ออกจากโรงพยาบาลนั้น เนื่องมาจากการผ่าตัดกลีบปอดนั้น ได้มีการสูญเสียเนื้อปอดไปอย่างน้อย 1 กลีบ ทำให้ปริมาตรของปอดลดลงอย่างชัดเจน [1] นอกจากนี้ผลของยาสลบที่ได้รับในช่วงผ่าตัด [6] และอาการเจ็บแผลผ่าตัด ทำให้ประสิทธิภาพในการขยายตัวของปอดลดลง อากาศเข้าสู่ปอดน้อยลง ส่งผลต่อการส่งออกซิเจนไปยังเนื้อเยื่อต่าง ๆ เพื่อสร้างพลังงานได้น้อยลง จึงเกิดอาการเหนื่อยง่ายและกล้ามเนื้อล้าได้เร็วในขณะเดิน [6, 22] จากผลงานวิจัยพบว่า เมื่อเปรียบเทียบระยะทางการเดินด้วย ISWT ระหว่างกลุ่ม VATS และ Thoracotomy หลังผ่าตัดในวันที่ออกจากโรงพยาบาล กลุ่ม VATS มีระยะทางลดลงน้อยกว่ากลุ่ม Thoracotomy ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยก่อนหน้าซึ่งทดสอบด้วยการเดิน 6 นาที [20-21] ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการผ่าตัดด้วยวิธีการ VATS มีแผลผ่าตัดที่เล็กกว่า การสูญเสียเนื้อเยื่อจากการผ่าตัดน้อยกว่า [2-3] ส่งผลให้อาการเจ็บแผลน้อยกว่าการผ่าตัดแบบ Thoracotomy นอกจากนี้การผ่าตัดแบบ VATS กระทบต่อกล้ามเนื้อหายใจน้อยกว่าจึงส่งผลต่อการขยายตัวของปอดดีกว่า การใช้พลังงานจากออกซิเจนได้ดีกว่า ความสามารถในการออกกำลังกายจึงดีกว่าผู้ที่ผ่าตัดปอดด้วยวิธี Thoracotomy [23-25] ในขณะที่ช่วงติดตามผู้ป่วยหลังออกจากโรงพยาบาล 2 สัปดาห์นั้น ระยะทางการเดินด้วย ISWT ของกลุ่ม VATS และ Thoracotomy มีการฟื้นคืนกลับมาเท่ากับก่อนผ่าตัดได้ทั้งสองกลุ่ม แสดงให้เห็นว่าการรักษาทายกายภาพบำบัดที่ผู้ป่วยได้รับกลับไปฝึกเองที่บ้านอย่างต่อเนื่องภายหลังจากการผ่าตัดนั้น น่าจะมีผลต่อการฟื้นตัวได้เร็วขึ้นไม่ว่าจะเป็นการผ่าตัดแบบใด ซึ่งสอดคล้องกับงานของ Ichikawa และคณะ (2019) ที่มีการให้โปรแกรมการออกกำลังกาย และได้วัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขา (Quadriceps Femoris) ที่ใช้ในการเดิน พบว่าความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาลดลงหลังผ่าตัด และฟื้นกลับมาได้ภายใน 1 เดือนหลังการผ่าตัด ซึ่งมีผลต่อความสามารถในการเดิน [21]

งานวิจัยครั้งนี้มีข้อจำกัด คือ เป็นการศึกษาที่เก็บข้อมูลแบบย้อนหลัง ทำให้ไม่มีกลุ่มควบคุมมาเปรียบเทียบ และอาจขาดข้อมูลที่มีประโยชน์บางอย่าง เช่น ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขา เป็นต้น นอกจากนี้การวัดระยะทางการเดินด้วย ISWT นั้น ได้ดำเนินการวัดหลายคน และไม่ได้ศึกษา Interrater Reliability ของผู้วัดก่อนการเก็บข้อมูล ทำให้ข้อมูลอาจมีความคลาดเคลื่อนได้

การวิจัยครั้งนี้สรุปได้ว่าการเปลี่ยนแปลงของระยะทางการเดินด้วย ISWT ของผู้ป่วยผ่าตัดกลีบปอดด้วยวิธี VATS และ Thoracotomy มีค่าลดลงในช่วงหลังการผ่าตัด และสามารถฟื้นตัวกลับมาเท่ากับก่อนผ่าตัดได้ภายในระยะเวลา 2 สัปดาห์หลังจากออกจากโรงพยาบาล

การประยุกต์ใช้ทางคลินิก

จากการวิจัยครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าการรักษาทายกายภาพบำบัดมีความสำคัญทั้งในช่วงก่อนผ่าตัด หลังผ่าตัด รวมทั้งการให้โปรแกรมกายภาพบำบัดแก่ผู้ป่วยให้ฝึกเองที่บ้านช่วยให้ผู้ป่วยมีการฟื้นฟูภายหลังผ่าตัดได้เร็วขึ้น การผ่าตัดแบบ VATS มีการฟื้นตัวได้ดีกว่าการผ่าตัดแบบ Thoracotomy ซึ่งในปัจจุบันแพทย์จึงนิยมให้การผ่าตัดแบบ VATS เพิ่มมากขึ้น

ข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งต่อไป ควรทำการศึกษาแบบ Randomized Controlled Trial มีการเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม เพื่อให้มีความน่าเชื่อถือของข้อมูลมากขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากงบประมาณเงินรายได้ คณะกายภาพบำบัด มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ปีงบประมาณ 2565

เอกสารอ้างอิง

- [1] Montagne, F., Guisier, F., Venissac, N., and Baste, J. M. (2021). The role of surgery in lung cancer treatment: Present indications and future perspectives-state of the art. *Cancers*, 13(15), Article number 3711.
- [2] Landreneau, R. J., Hazelrigg, S. R., Mack, M. J., Dowling, R. D., Burke, D., Gavlick, J., Perrino, M. K., Ritter, P. S., Bowers, C. M., DeFino, J., Nunchuck, S. K., Freeman, J., Keenan, R. J., and Ferson, P. F. (1993). Postoperative pain-related morbidity: Video-assisted thoracic surgery versus thoracotomy. *The Annals of Thoracic Surgery*, 56(6), 1285-1289.
- [3] McKenna, R. J., and Houck, W. V. (2005). New approaches to the minimally invasive treatment of lung cancer. *Current Opinion in Pulmonary Medicine*, 11(4), 282-286.
- [4] He, J., and Xu, X. (2012). Thoracoscopic anatomic pulmonary resection. *Journal of Thoracic Disease*, 4(5), 520-547.
- [5] Boffa, D. J., Allen, M. S., Grab, J. D., Gaissert, H. A., Harpole, D. H., and Wright, C. D. (2008). Data from the society of thoracic surgeons general thoracic surgery database: The surgical management of primary lung tumors. *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery*, 135(2), 247-254.
- [6] Sasaki, N., Meyer, M. J., and Eikermann, M. (2013). Postoperative respiratory muscle dysfunction: Pathophysiology and preventive strategies. *Anesthesiology*, 118(4), 961-978.
- [7] Gerner, P. (2008). Post-thoracotomy pain management problems. *Anesthesiology Clinics*, 26(2), 355-367.
- [8] Kendall, F., Abreu, P., Pinho, P., Oliveira, J., and Bastos, P. (2017). The role of physiotherapy in patients undergoing pulmonary surgery for lung cancer. A literature review. *Revista Portuguesa de Pneumologia*, 23(6), 343-351.
- [9] Baddeley, R. A. (2016). Physiotherapy for enhanced recovery in thoracic surgery. *Journal of Thoracic Disease*, 8(Suppl 1), 107-110.
- [10] Ahmad, A. M. (2018). Essentials of physiotherapy after thoracic surgery: What physiotherapists need to know. A narrative review. *Korean Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery*, 51(5), 293-307.
- [11] Singh, S. J., Morgan, M. D., Scott, S., Walters, D., and Hardman, A. E. (1992). Development of a shuttle walking test of disability in patients with chronic airways obstruction. *Thorax*, 47(12), 1019-1024.

- [12] Singh, S. J., Morgan, M. D., Hardman, A. E., Rowe, C., and Bardsley, P. A. (1994). Comparison of oxygen uptake during a conventional treadmill test and the shuttle walking test in chronic airflow limitation. *European Respiratory Journal*, 7(11), 2016-2020.
- [13] Albouaini, K., Egred, M., and Alahmar, A. (2007). Cardiopulmonary exercise testing and its application. *Postgraduate Medical Journal*, 83(985), 675-682.
- [14] Lelis, J. D', Chaves, G., Ghisi, G. L. D. M., Grace, S. L., and Britto, R. R. (2019). Validity of the incremental shuttle walk test to assess exercise safety when initiating cardiac rehabilitation in low-resource settings. *Journal of Cardiopulmonary Rehabilitation and Prevention*, 39(3), E1-E7.
- [15] Ha, D., Mazzone, P. J., Ries, A. L., Malhotra, A., and Fuster, M. (2016). The utility of exercise testing in patients with lung cancer. *Journal of Thoracic Oncology*, 11(9), 1397-1410.
- [16] Granger, C. L., Denehy, L., Parry, S. M., Martin, J., Dimitriadis, T., Sorohan, M., and Irving, L. (2015). Which field walking test should be used to assess functional exercise capacity in lung cancer? An observational study. *BMC Pulmonary Medicine*, 15, Article number 89.
- [17] Holland, A. E., Spruit, M. A., Troosters, T., Puhan, M. A., Pepin, V., Saey, D., McCormack, M. C., Carlin, B. W., Sciurba, F. C., Pitta, F., Wanger, J., MacIntyre, N., Kaminsky, D. A., Culver, B. H., Revill, S. M., Hernandez, N. A., Andrianopoulos, V., Camillo, C. A., Mitchell, K. E., Lee, A. L., Hill, C. J., and Singh, S. J. (2014). An official European Respiratory Society/American Thoracic Society technical standard: Field walking tests in chronic respiratory disease. *European Respiratory Journal*, 44(6), 1428-1446.
- [18] Fennelly, J., Potter, L., Pompili, C., and Brunelli, A. (2017). Performance in the shuttle walk test is associated with cardiopulmonary complications after lung resections. *Journal of Thoracic Disease*, 9(3), 789-795.
- [19] Win, T., Groves, A. M., Ritchie, A. J., Wells, F. C., Cafferty, F., and Laroche, C. M. (2007). The effect of lung resection on pulmonary function and exercise capacity in lung cancer patients. *Respiratory Care*, 52(6), 720-726.
- [20] Brocki, B. C., Westerdahl, E., Langer, D., Souza, D. S. R., and Andreassen, J. J. (2018). Decrease in pulmonary function and oxygenation after lung resection. *ERJ Open Research*, 4(1), Article number 00055-2017.
- [21] Ichikawa, T., Yokoba, M., Horimizu, Y., Yamaguchi, S., Kawakami, A., Oikawa, S., Takeichi, H., Katagiri, M., and Toyokura, M. (2022). Recovery of respiratory muscle strength, physical function, and dyspnoea after lobectomy in lung cancer patients undergoing pulmonary rehabilitation: A retrospective study. *European Journal of Cancer Care*, 31(6), e13663.
- [22] Miserocchi, G., Beretta, E., and Rivolta, I. (2010). Respiratory mechanics and fluid dynamics after lung resection surgery. *Thoracic Surgery Clinics*, 20(3), 345-357.
- [23] Nomori, H., Horio, H., Naruke, T., and Suemasu, K. (2001). What is the advantage of a thoracoscopic lobectomy over a limited thoracotomy procedure for lung cancer surgery? *The Annals of Thoracic Surgery*, 72(3), 879-884.

- [24] Nagahiro, I., Andou, A., Aoe, M., Sano, Y., Date, H., and Shimizu, N. (2001). Pulmonary function, postoperative pain, and serum cytokine level after lobectomy: A comparison of VATS and conventional procedure. *The Annals of Thoracic Surgery*, 72(2), 362-365.
- [25] Bendixen, M., Jørgensen, O. D., Kronborg, C., Andersen, C., and Licht, P. B. (2016). Postoperative pain And quality of life after lobectomy via video-assisted thoracoscopic surgery or anterolateral thoracotomy for early stage lung cancer: A randomised controlled trial. *The Lancet Oncology*, 17(6), 836-844.