

บทความวิจัย

ผลของการหายใจแบบห่อริมฝีปากต่อภาวะคงค้างของอากาศภายในปอดหลังการทดสอบ การทำกิจกรรมในชีวิตประจำวันในผู้ป่วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง

Effects of Pursed Lip Breathing on Dynamic Hyperinflation after Glittre ADL Test in Chronic Obstructive Pulmonary Disease Patients

อโนมา สันติวรกุล (Anoma Santiworakul)*

ปริยานุช สายทองอินทร์ (Priyanuch Saithonginn)**

อัสวานี บิลล่าเต๊ะ (Aswanee Binlateah)**

จาทูรณ สามแก้ว (Jaturon Samkaew)**

ซูไรยะ คอหมอ (Suraiyah Dorkor)**

นิฟารีเดาะห์ อีสาเฮาะ (Nifaridah Isahoh)**

อัครเดช คงขำ (Ukkaradate Kongkam)***

Received: Sep 5, 2019

Revised: Sep 19, 2019

Accepted: Oct 16, 2019

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเพื่อศึกษาผลของการหายใจแบบห่อริมฝีปากในขณะที่ทำการทดสอบการทำกิจกรรมในชีวิตประจำวันต่อปริมาตรคงค้างของอากาศภายในปอดหลังการหายใจออก ความอึดตัวของออกซิเจนในเลือดและความสามารถในการทำกิจกรรมประจำวันในผู้ป่วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง ในผู้ป่วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรังจำนวน 10 คน ที่มีอายุ 60 ปีขึ้นไป มีระดับความรุนแรงของโรคอยู่ในระดับปานกลางถึงหนัก รูปแบบการศึกษาใช้แบบสุ่มไขว้กลุ่ม แบ่งผู้ป่วยออกเป็นกลุ่มที่ทำการหายใจแบบห่อริมฝีปากและไม่ได้ทำการหายใจแบบห่อริมฝีปากขณะทำการทดสอบการทำกิจกรรมในชีวิตประจำวัน ทุกคนจะได้รับการประเมินค่าปริมาตรของอากาศที่หายใจเข้าเต็มที่หลังจากหายใจออกตามปกติ ซึ่งแสดงค่าปริมาตรคงค้างของอากาศ

*อาจารย์ สาขาวิชากายภาพบำบัด สำนักวิชาสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์, e-mail: panoma@wu.ac.th

**นักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชากายภาพบำบัด สำนักวิชาสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์

***นักกายภาพบำบัด คลินิกกายภาพบำบัด สำนักวิชาสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์

ภายในปอดหลังการหายใจออก และประเมินค่าความอึดตัวของออกซิเจนในเลือด ก่อนและหลังการทดสอบการทำการกิจกรรมในชีวิตประจำวัน รวมทั้งประเมินระยะเวลาในการทำการทดสอบการทำการกิจกรรมในชีวิตประจำวัน ผลการศึกษาพบว่ากลุ่มที่ทำการหายใจแบบห่อริมฝีปากขณะทำการทดสอบการทำการกิจกรรมในชีวิตประจำวัน มีค่าปริมาตรอากาศที่ค้างค้างภายในปอดหลังการหายใจออกลดลงและมีค่าความอึดตัวของออกซิเจนในเลือดมากกว่ากลุ่มที่ไม่ได้ทำการหายใจแบบห่อริมฝีปากอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\text{-value} < 0.05$) อย่างไรก็ตาม ผลการศึกษาไม่พบความแตกต่างของระยะเวลาในการทำการทดสอบการทำการกิจกรรมในชีวิตประจำวันของทั้งสองกลุ่ม

คำสำคัญ: โรคปอดอุดกั้นเรื้อรังการหายใจแบบห่อริมฝีปากการทดสอบการทำการกิจกรรมในชีวิตประจำวัน

Abstract

This research was study the effects of pursed lips breathing during performance of the Glittre activities of daily living (Glittre-ADL) test on dynamic hyperinflation, oxygen saturation, and ADL performance in COPD patients. Method: Ten Chronic obstructive pulmonary disease (COPD) patients, aged older than 60 years, in moderate to severe stages were included in the study. A randomized crossover study design was used, dividing patients into pursed lips and nonpursed lips groups during performance of the Glittre-ADLtest. Inspiratory capacity, which determines dynamic hyperinflation and oxygen saturation, was measured before and after the Glittre-ADLtest for all participants. Time spent on the Glittre-ADLtest, which determines ADL performance, was also measured. Result: The group that performed pursed lips breathing during the Glittre-ADLtest showed significantly lower dynamic hyperinflation and higher oxygen saturation scores than the other group ($p\text{-value} < 0.05$). However, there was no significant difference in the time spent on the Glittre-ADLtest between the two groups.

Keywords: COPD, Pursed lips breathing, Glittre-ADLtest



ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

โรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง (Chronic obstructive pulmonary disease; COPD) เป็นสาเหตุสำคัญของอัตราการตายและอาการเจ็บป่วยของประชากรโลก ผู้ป่วยต้องอยู่กับความเจ็บป่วยเป็นเวลาหลายปีและนำไปสู่การเสียชีวิตจากโรคแทรกซ้อนที่อาจเกิดขึ้น นำมาซึ่งค่าใช้จ่ายที่สูงทั้งทางตรงและทางอ้อมในการดูแลรักษา โดยในประเทศกำลังพัฒนา พบว่า มีค่าใช้จ่ายทางอ้อมในการดูแลผู้ป่วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรังสูงกว่าการดูแลในโรงพยาบาลเพราะผู้ป่วยต้องสูญเสียความสามารถในการทำงาน และการทำกิจกรรมในชีวิตประจำวัน ทำให้จำเป็นต้องได้รับการดูแลที่บ้านด้วยการดูแลพิเศษจากอาการของโรค (Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease, 2018; Sin, Stafinski, Ng, Bell, & Jacobs, 2002)

โรคปอดอุดกั้นเรื้อรังเป็นโรคที่มีความผิดปกติของระบบทางเดินหายใจที่มีการอุดกั้นของหลอดลม มีการตีบของหลอดลมร่วมกับมีเสมหะ มีการสูญเสียความยืดหยุ่นของถุงลมในการหดกลับ (Elastic recoil) ทำให้เกิดการจำกัดการไหลของอากาศ (Airflow limitation) และอากาศค้างค้ำภายในปอด (Air trapping) เกิดปริมาตรคงค้างของอากาศภายในปอดหลังการหายใจออก (Dynamic hyperinflation; DH) ทำให้ผู้ป่วยมีอาการหอบเหนื่อยและหายใจลำบาก อาการหอบเหนื่อยเป็นปัญหาหลักที่มักพบในผู้ป่วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรังซึ่งมีผลต่อการจำกัดการทำกิจกรรมประจำวัน อาการหอบเหนื่อยจะเพิ่มมากขึ้นเมื่อทำกิจกรรมที่หนักขึ้นหรือเมื่อออกกำลังกาย (Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease, 2018; Tangri & Woolf, 1973) จากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่ารูปแบบของกิจกรรม การเคลื่อนไหว ส่วนของร่างกายที่ใช้ในการทำกิจกรรม ความหนักของกิจกรรมหรือการออกกำลังกาย ส่งผลต่อการทำงานของระบบหายใจของผู้ป่วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรังแตกต่างกัน กิจกรรมหรือการออกกำลังกายระดับหนัก การเคลื่อนไหวของร่างกาย ส่งผลเพิ่มปริมาตรคงค้างของอากาศภายในปอดหลังการหายใจออกให้มากขึ้น ลดความอึดตัวของออกซิเจนในเลือด ทำให้เพิ่มอาการหอบเหนื่อย มากกว่ากิจกรรมระดับเบาหรือกิจกรรม

ที่มีการเคลื่อนไหวเฉพาะร่างกาย (Celli, 1988; Gigliotti et al., 2005; Porto et al., 2009; Schenkel, Burdet, Mural, & Fitting, 1996)

การหายใจแบบห่อริมฝีปากเป็นวิธีการที่สามารถลดการหายใจลำบากในผู้ป่วยกลุ่มโรคหายใจลำบากแบบเรื้อรัง เนื่องจากมีแรงดันบวกในการหายใจออกที่จะช่วยป้องกันการตีบแคบของหลอดลม ทำให้ลดปริมาตรคงค้างของอากาศภายในปอดหลังการหายใจออก ทำให้หายใจออกได้ดีขึ้น ส่งผลช่วยเพิ่มปริมาตรอากาศในการหายใจเข้าออก ลดอัตราการหายใจ และเพิ่มความอึดตัวของออกซิเจนในเลือด (Oxygen saturation) ทั้งขณะพักและขณะทำกิจกรรมหรือออกกำลังกาย (Jones, Dean, & Chow 2003; Mueller, Petty, & Filley, 1970; Thoman, Stoker, & Ross, 1966) จากการทบทวนวรรณกรรมในผู้ป่วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรังพบว่าการศึกษาที่ผ่านมามากเป็นการทดสอบผลของการหายใจแบบห่อริมฝีปากในกิจกรรมหรือการออกกำลังกายที่ใช้ร่างกายเป็นส่วนใหญ่ เช่น Six-minute walk test (6MWT) ซึ่งในการทำกิจกรรมในชีวิตประจำวันส่วนใหญ่เป็นการเคลื่อนไหวทั้งร่างกาย แขนและขาพร้อมกัน การทดสอบที่มีรูปแบบที่ใกล้เคียงกับการทำกิจกรรมประจำวันที่มีทั้งการใช้ร่างกายแขนและขา ใช้ทั้งความสามารถของร่างกายในการใช้ออกซิเจนและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ สอดคล้องกับการใช้ชีวิตประจำวัน (Activities of daily living; ADL) และสามารถในการออกกำลังกายในชีวิตประจำวันของผู้ป่วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง (Karloh, Karsten, Pissai, De Araujo, & Mayer, 2014) ได้แก่ การทดสอบ Glitter activities of daily living test (Glitter ADL test) ซึ่งเป็นการทดสอบที่มีการเดินแบกน้ำหนัก การขึ้นบันได มีการก้มตัวและการย่อเข้าพร้อมกับการออกแรงยกของจากพื้นไปยังชั้นวางระดับต่างๆ ซึ่งมีการเคลื่อนไหวและรูปแบบที่แตกต่างจากการเดินเพียงอย่างเดียว มีเพียงการศึกษาเดียวของ De araujo และคณะในปี ค.ศ.2015 ศึกษารูปแบบการหายใจแบบห่อริมฝีปากต่อปริมาตรคงค้างของอากาศภายในปอดหลังการหายใจออก ขณะทดสอบ Glitter ADL test ในผู้ป่วย

โรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง พบว่ารูปแบบการหายใจแบบ
ห่อริมฝีปากสามารถช่วยลดปริมาตรคงค้างของอากาศ
ภายในปอดหลังการหายใจออก แต่พบว่าไม่ได้ช่วยลด
เวลาในการทดสอบ Glittre ADL (De Araujo, Karloh, Dos
Reis, Palu, & Mayer, 2015)และยังไม่มีการศึกษาผลของ
การหายใจแบบห่อริมฝีปากโดยใช้การทดสอบ Glittre
ADL test ในผู้ป่วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรังในประเทศไทยซึ่ง
มีความแตกต่างของค่าสมรรถภาพปอดและกิจกรรมใน
ชีวิตประจำวันและเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มตัวอย่างในการ
ศึกษาที่ผ่านมา (Saffer, Dave, Grossman, & Leung, 2013;
Thoracic Society of Thailand Under Royal Patronage,
2010) ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาผลของการหายใจแบบ
ห่อริมฝีปากในขณะที่ทำการทดสอบการทำกิจกรรมในชีวิต
ประจำวัน (Glittre activities of daily livingtest) ต่อปริมาตร
คงค้างของอากาศภายในปอดหลังการหายใจออก ความอึดตัว
ของออกซิเจนในเลือดและความสามารถในการทำกิจวัตร
ประจำวันในผู้ป่วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาผลของรูปแบบการหายใจแบบห่อริมฝีปาก
ต่อปริมาตรคงค้างของอากาศภายในปอดหลังการหายใจ
ออก เวลาที่ใช้ในการทดสอบ และความอึดตัวของ
ออกซิเจนในเลือดหลังทดสอบ Glittre ADL test ในผู้ป่วย
โรคปอดอุดกั้นเรื้อรังระดับปานกลางถึงหนัก

วิธีการดำเนินการวิจัย

การศึกษานี้เป็นการศึกษาเพื่อเปรียบเทียบผลของ
การหายใจแบบห่อริมฝีปากขณะทำการทดสอบ Glittre
ADL test ในผู้ป่วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรังจากโรงพยาบาล
ท่าศาลาและโรงพยาบาลมหาราชนครศรีธรรมราช จังหวัด
นครศรีธรรมราช

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

จากการคำนวณขนาดของกลุ่มตัวอย่างด้วยข้อมูล
จากการศึกษานำร่องของผู้ป่วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง
ระดับความรุนแรงปานกลางถึงหนักจำนวน 5 คน ตามสูตร
การหาขนาดกลุ่มตัวอย่าง Dependent sample t-test ดังนี้

$n = \{(Z\alpha + Z\beta)^2 \sigma^2\} / \delta^2$ โดย n คือ ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง
 $Z\alpha$ คือ Level of confidence at 95% มีค่าเท่ากับ 1.96
และ $Z\beta$ คือ type II error กำหนด Power เท่ากับ 80% มีค่า
เท่ากับ 0.8428 คือ ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของภาวะ
คงค้างของอากาศภายในปอดหลังจากหายใจออกขณะทำ
การทดสอบ Glittre ADL แบบห่อริมฝีปากและไม่ห่อริม
ฝีปากมีค่าเท่ากับ 0.188 ลิตร σ คือ ค่าความแปรปรวนของ
ตัวแปร มีค่าเท่ากับ 0.1896 ลิตร คิดค่า Drop-out ที่ 20%
ได้จำนวนกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษารั้งนี้เท่ากับ 10 คน

ผู้ป่วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง ระดับความรุนแรง
ปานกลางถึงหนัก โดยมีค่าปริมาตรของอากาศที่ถูกขับออก
ในวินาทีแรก (Forced expiratory volume in one second;
FEV1) ซึ่งแสดงระดับการอุดกั้นของทางเดินหายใจอยู่ใน
ช่วง 30%-80% จากค่าคาดคะเน (Moderate to severe
stage; $30\% \leq FEV1 < 80\%$ predicted) (Global Initiative
for Chronic Obstructive Lung Disease, 2018) ที่มีอาการ
คงที่ และมีอายุตั้งแต่ 60 ปีขึ้นไป จำนวน 10 คนเข้าร่วม
งานวิจัย โดยมีเกณฑ์การคัดออก ได้แก่ ผู้ป่วยมีอาการทาง
ระบบหัวใจและหลอดเลือด ผู้ป่วยมีอาการทางเดินหายใจ
อื่น ผู้ป่วยมีอาการทางระบบประสาท อาการทางระบบ
กล้ามเนื้อและกระดูกที่ส่งผลต่อการทดสอบ ผู้ป่วยที่มี
โรคทางระบบอื่น เช่น ภาวะติดเชื้อ (Infection) ภาวะวิตก
กังวลและซึมเศร้า (Anxiety and Depression) เป็นต้น

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยและการตรวจสอบคุณภาพ เครื่องมือ

1. การวัดค่าสมรรถภาพปอด (Pulmonary function
test) ด้วยเครื่อง Spirometer (Oxycon mobile, Carefusion,
Germany) ได้แก่ ค่าปริมาตรของอากาศที่ถูกขับออกใน
วินาทีแรก; FEV1 (%Pred) ร้อยละของปริมาตรของอากาศ
ในวินาทีแรกต่อปริมาตรของอากาศที่มากที่สุดที่เป่าออกมา
อย่างรวดเร็วและแรง; FEV1/FVC (%) และวัดค่าความจุปอด
(Inspiratory capacity; IC) มีค่าความน่าเชื่อถือระหว่างผู้วัด
(Inter-rater reliability) ซึ่งทดสอบด้วย Intra-class correla-
tion coefficient (ICC) ของผู้วัด 2 คนในการวัด FEV1
(%Pred) และ FEV1/FVC (%) เท่ากับ 0.99 และการวัด
IC เท่ากับ 0.95 และมีค่าความน่าเชื่อถือในการวัดซ้ำของ

ผู้วัดแต่ละคน (Intra-rater reliability) ICC ในการวัด IC เท่ากับ 0.91 และ 0.93

2. ค่าสัญญาณชีพ ระดับอาการเหนื่อย และความล้าของกล้ามเนื้อ ได้แก่ ชีพจร (Pulse rate; PR) และค่าออกซิเจนในเลือด (Oxygen saturation; SpO₂) จากเครื่องวัดความอิ่มตัวของออกซิเจนในเลือด (Pulse oximeter) (Rad-5v, Masimo, America) โดยการวัดจากปลายนิ้ว อัตราการหายใจ (Respiratory rate; RR) ใน 1 นาที ความดันโลหิต (Blood pressure; BP) ด้วยเครื่องวัดความดันโลหิต (Desk Model, Baumanometer[®], America) ระดับอาการเหนื่อย (Borg CR-10 Scale) ระดับความล้าของกล้ามเนื้อ (Fatigue scale 0-10) จากการสอบถามตามแบบประเมินอาการเหนื่อยและความล้า

3. เวลาในการทดสอบการทํากิจกรรมในชีวิตประจำวัน ด้วย Glittre ADL test ผู้ทดสอบจับเวลาที่ทำได้เป็นวินาที (Karloh, et al., 2014; Valeiro et al., 2012) ในการจับเวลาทดสอบมีค่าความน่าเชื่อถือระหว่างผู้วัด 2 คน (Inter-rater reliability) ทดสอบด้วย ICC(2:1) เท่ากับ 1.00 ความน่าเชื่อถือในการวัดซ้ำ (Intra-rater reliability) ด้วย ICC(3:1) เท่ากับ 0.99 และ 0.98

การศึกษาในครั้งนี้มีการปกปิดกลุ่มการทดสอบไม่ให้ผู้วัดทราบ (Blinded testers) เพื่อป้องกันการเอนเอียงของข้อมูล (Experimenter bias)

วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

เริ่มต้นจากอาสาสมัครได้รับคำชี้แจงเกี่ยวกับวัตถุประสงค์ของการวิจัย ขั้นตอน ประโยชน์ และอาสาสมัครทุกคนเซ็นใบแสดงความยินยอมในการเข้าร่วมการวิจัย จากนั้นอาสาสมัครจะนั่งพักเป็นเวลา 10 นาที และได้รับการวัดต่างๆ ก่อนการทดสอบ Glittre ADL test ได้แก่ ชีพจร (Pulserate; PR) ค่าออกซิเจนในเลือด (Oxygen saturation; SpO₂) อัตราการหายใจ (Respiratory rate; RR) ใน 1 นาที ความดันโลหิต (Blood pressure; BP) ระดับอาการเหนื่อย (Borg CR-10 Scale) ระดับความล้าของกล้ามเนื้อ (Fatigue scale 0-10) และวัดค่าความจุปอด (Inspiratory capacity; IC)

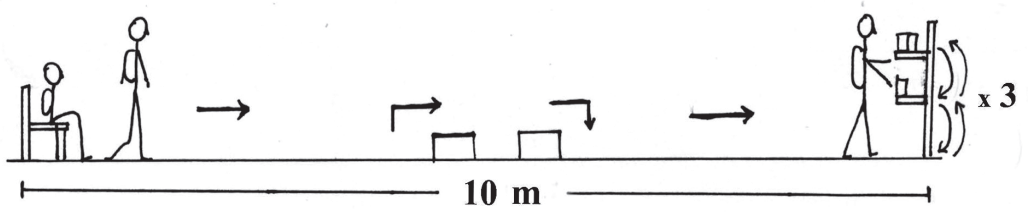
โดยการวัดค่า Inspiratory capacity คิดจากปริมาตรของอากาศที่หายใจเข้าเต็มที่จากตำแหน่งหายใจออกปกติ นำมาคำนวณภาวะคงค้างของอากาศภายในปอดจากสัดส่วนของปริมาตรของอากาศคงเหลือในปอดหลังจากหายใจออกตามปกติ (Functional residual capacity) (De Araujo, et al., 2015) วิธีการทดสอบ Inspiratory capacity โดยให้อาสาสมัครนั่งหน้าตรง เท้าทั้งสองข้างวางบนพื้น ใช้ Nose clip ปิดจมูก อมหลอดเป่าให้สนิท ให้อาสาสมัครหายใจเข้าออกปกติผ่านหลอดเป่า 3-4 รอบ แล้วหายใจออกเต็มที่จนสุดลมหายใจ (Expiratory reserve volume) จากนั้นให้หายใจเข้าเต็มที่ (Inspiratory reserve volume) แล้วหายใจออกช้าๆจนสุดลมหายใจ ทำซ้ำให้ได้ค่าที่ถูกต้องอย่างน้อย 3 ค่าโดยสามารถทำซ้ำได้ไม่เกิน 8 ครั้ง (De Araujo, et al., 2015; Miller et al., 2005; Thoracic Society of Thailand Under Royal Patronage, 2010; Yan, Kaminski, & Sliwinski, 1997)

การทดสอบการทํากิจกรรมในชีวิตประจำวัน ด้วย Glittre ADL test อาสาสมัครทุกคนได้รับการทดสอบ 2 ครั้ง คือ (1) หายใจแบบห่อริมฝีปากขณะทดสอบและ (2) หายใจแบบไม่ห่อริมฝีปากขณะทดสอบซึ่งจะใส่ท่อวางไว้ในปาก (Mouthpiece) เพื่อป้องกันการหายใจแบบห่อริมฝีปากขณะทดสอบ ลำดับการทดสอบให้อาสาสมัครจับสลากการทดสอบครั้งแรกว่าได้รับการทดสอบใดโดยจะมีผู้ที่ได้รับการทดสอบหายใจแบบห่อริมฝีปากเป็นครั้งแรกจำนวน 5 คน และผู้ที่ได้รับการทดสอบหายใจแบบไม่ห่อริมฝีปากเป็นครั้งแรกจำนวน 5 คน ในการทดสอบเมื่อทดสอบครั้งแรกเรียบร้อยแล้ว จากนั้นจะให้พักจนกว่าจะมีชีพจร อัตราการหายใจ ความดันโลหิต ความอิ่มตัวของออกซิเจนในเลือด ระดับความเหนื่อย และระดับความล้าเท่ากับก่อนการทดสอบเพื่อให้ร่างกายกลับสู่ภาวะพักก่อนทดสอบ (Bhatt et al., 2013; Williams & Horvath, 1995) จึงจะเริ่มการทดสอบครั้งที่สอง วิธีการทดสอบ Glittre ADL test ผู้ทดสอบอธิบายให้อาสาสมัครเดินให้เร็วที่สุดแต่ไม่วิ่งเป็นระยะทาง 10 เมตร โดยระหว่างทางเดินที่ระยะทาง 5 เมตรจะมีบันไดวางอยู่ 2 ชั้น แสดง



ดังรูปที่ 1 จากนั้นให้อาสาสมัครนั่งที่เก้าอี้ที่จุดเริ่มต้น และสะพายเป้หนัก 5 กิโลกรัม โดยผู้ทดสอบจะให้สัญญาณ 1-2-3 เริ่ม อาสาสมัครเริ่มเดินตามเส้นทางที่กำหนดและผู้ทดสอบเริ่มจับเวลา ลักษณะการเดินคืออาสาสมัครจะเดินตามเส้นทางไปยังบันได 2 ชั้น จากนั้นเดินบนทางราบตามเส้นทางที่ไปยังชั้นวางของที่มีกล่องวางอยู่ 3 ชั้น แต่ละชั้นหนัก 1 กิโลกรัม ให้อาสาสมัครยกกล่องจากชั้นวางที่มีความสูงระดับไหล่ลงมายังชั้นวางที่มีความสูงระดับเอวและวางลงบนพื้น โดยยกกล่องทีละชั้นจนครบทั้ง 3 ชั้น เมื่อทำงานครบแล้วให้อาสาสมัครยกกล่องทั้ง 3 ชั้นวางที่เดิม โดยยกจากระดับพื้นมายังชั้นวางที่มีความสูงระดับเอวและวางกล่องบนชั้นที่มีความสูงระดับไหล่ โดยยกกล่องทีละชั้นจนครบทั้ง 3 ชั้น จากนั้น

เดินบนทางราบตามเส้นทางที่กำหนดไว้กลับไปยังบันได 2 ชั้น และเดินกลับไปยังเก้าอี้ตามเส้นทางที่กำหนดไว้ทำการทดสอบการเดินทั้งหมด 5 รอบ ผู้ทดสอบจับเวลาที่ทำได้เป็นวินาที (Karloh, et al., 2014; Valeiro et al., 2012) หลังจากทดสอบ Glitter ADL test เสร็จทันที อาสาสมัครนั่งพักและผู้ทดสอบทำการตรวจวัดความดันโลหิต อัตราการหายใจ ชีพจร ระดับความอิ่มตัวของออกซิเจน ระดับอาการเหนื่อย ระดับความล้าของกล้ามเนื้อ เช่นเดียวกับก่อนการทดสอบ และทดสอบ Inspiratory capacity หรือ IC โดยนำความจุปอดมาคำนวณค่าปริมาตรคงค้างของอากาศภายในปอดหลังการหายใจออก (Dynamic hyperinflation) หรือ DH จากสมการ $DH = IC \text{ ก่อนทดสอบ} - IC \text{ หลังทดสอบ}$



ภาพที่ 1 แสดงการทดสอบ Glitter ADL test

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยกำหนดค่านัยสำคัญทางสถิติไว้ที่ $p\text{-value} < 0.05$ ค่าพื้นฐานของข้อมูลใช้ Descriptive statistics และใช้ Kolmogorov-Smirnov Goodness of Fit test ในการทดสอบการกระจายตัวของข้อมูลของกลุ่มที่ใช้และไม่ใช้การหายใจแบบห่อริมฝีปากขณะทดสอบกิจกรรมประจำวัน จากการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่ามีการกระจายตัวของข้อมูลแบบปกติ (Parametric) ใช้ Dependent t-test ในการวิเคราะห์ความแตกต่างของข้อมูล

การพิทักษ์สิทธิ์กลุ่มตัวอย่าง

วิจัยผ่านการพิจารณาอนุมัติจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ เลขที่ 59/090

ผลการวิจัย

ผู้ป่วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรังเพศชายจำนวน 10 คน มีอายุเฉลี่ยอยู่ที่ 69.70 ± 5.54 ปี ดัชนีมวลกายอยู่ในเกณฑ์ปกติ ระดับความรุนแรงของโรคระดับปานกลางจำนวน 5 คน และระดับความรุนแรงของโรคระดับหนักจำนวน 5 คน มีค่าร้อยละของปริมาตรของอากาศในวินาทีแรกต่อปริมาตรของอากาศที่มากที่สุดที่เป่าออกมาอย่างรวดเร็วและแรง (Forced expiratory volume in one second/Force vital capacity; FEV1/FVC) ซึ่งบอกระดับการอุดกั้นของทางเดินหายใจเท่ากับ $60.10 \pm 8.45\%$ ค่าปริมาตรของอากาศที่ถูกขับออกในวินาทีแรก (Forced expiratory volume in one second; FEV1) ซึ่งบอกระดับการอุดกั้นของทางเดินหายใจเท่ากับ $51.50 \pm 11.37\%$ predicted ค่าปริมาตรของอากาศหายใจเข้าเต็มที่ จากตำแหน่งหายใจออกปกติบอกลถึง

ภาวะคงค้างของอากาศภายในปอด (Inspiratory capacity; IC) ก่อนการทดสอบการทำกิจกรรมในชีวิตประจำวันด้วย Glittre ADL test เท่ากับ 2.36 ± 0.64 liters ข้อมูลลักษณะทั่วไปของผู้เข้าร่วมวิจัยแสดงในตาราง 1

ตารางที่ 1 แสดงลักษณะทั่วไปของอาสาสมัครเข้าร่วมวิจัย (n = 10)

ข้อมูลทั่วไป	ค่าเฉลี่ย \pm ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
อายุ (ปี)	69.70 \pm 5.54
น้ำหนัก (กก.)	54.71 \pm 6.30
ส่วนสูง (ซม.)	162.20 \pm 6.84
ดัชนีมวลกาย (กก./ตร.ม)	20.88 \pm 2.72
ค่าปริมาตรของอากาศที่ถูกขับออกในวินาทีแรก; FEV1 (%Pred)	51.50 \pm 11.37
ร้อยละของปริมาตรของอากาศในวินาทีแรกต่อปริมาตรของอากาศที่มากที่สุดที่เป่าออกมาอย่างรวดเร็วและแรง; FEV1/FVC (%)	60.10 \pm 8.45
ระดับความรุนแรงของโรค	
ระดับปานกลาง (คน)	5 คน
ระดับหนัก (คน)	5 คน
ชีพจรขณะพัก (ครั้ง/นาที)	76.10 \pm 8.02
อัตราการหายใจขณะพัก (ครั้ง/นาที)	19.60 \pm 3.13
ความอึดตัวของออกซิเจนในเลือดขณะพัก (%)	97.80 \pm 1.62
ความดันช่วงหัวใจบีบตัวขณะพัก (มม.ปรอท)	123.20 \pm 14.61
ความดันช่วงหัวใจคลายตัวขณะพัก (มม.ปรอท)	79.00 \pm 8.76
ระดับความเหนื่อยขณะพัก (คะแนน)	0.80 \pm 0.71
ระดับความล้าของกล้ามเนื้อขณะพัก (คะแนน)	0.10 \pm 0.32
ปริมาตรของอากาศหายใจเข้าเต็มที่จากตำแหน่งหายใจออกปกติ ก่อนการทดสอบการทำกิจกรรมในชีวิตประจำวัน; IC (ลิตร)	2.36 \pm 0.64

ผลการศึกษาเมื่อเปรียบเทียบภาวะคงค้างของอากาศภายในปอดและความอึดตัวของออกซิเจนในเลือดหลังทดสอบ Glittre ADL test ระหว่างการใช้และไม่ใช้การหายใจแบบห่อริมฝีปากขณะทดสอบ Glittre ADL test พบว่าการหายใจแบบห่อริมฝีปากมีผลช่วยลดภาวะคงค้างของอากาศภายในปอดและลดภาวะลดลงของความอึดตัวของออกซิเจนในเลือดหลังทดสอบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p -value < 0.05) เมื่อเปรียบเทียบสมรรถภาพในการทำกิจกรรมในชีวิตประจำวัน (ADL performance) ระหว่างการใช้และไม่ใช้การหายใจแบบห่อริมฝีปากขณะทดสอบ

Glittre ADL test พบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p -value < 0.05) นอกจากนี้เมื่อเปรียบเทียบชีพจร อัตราการหายใจ ความดันโลหิต ระดับอาการเหนื่อย และระดับความล้าของกล้ามเนื้อ ภายหลังการทดสอบระหว่างการใช้และไม่ใช้การหายใจแบบห่อริมฝีปากขณะทดสอบ Glittre ADL test พบว่าการหายใจแบบห่อริมฝีปากขณะทดสอบ มีค่าชีพจร อัตราการหายใจ ความดันโลหิต ระดับอาการเหนื่อย และระดับความล้าของกล้ามเนื้อ ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับกรหายใจแบบไม่ห่อริมฝีปากขณะทดสอบ แสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบภาวะคงค้างของอากาศภายในปอดหลังจากหายใจออกความอึดตัวของออกซิเจนในเลือดเวลาในการทดสอบความรู้สึกและสัญญาณชีพหลังการทดสอบการทำกิจกรรมในชีวิตประจำวันด้วย Glittre ADL test (n=10)

ตัวแปร	ค่าเฉลี่ย \pm ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน		p-value
	ใช้การหายใจแบบห่อริมฝีปาก	ไม่ใช้การหายใจแบบห่อริมฝีปาก	
- ภาวะคงค้างของอากาศภายในปอดหลังจากหายใจออก(ลิตร)	-0.23 \pm 0.21	0.04 \pm 0.27	0.015*
- ความอึดตัวของออกซิเจนในเลือดหลังทดสอบ (%)	95.70 \pm 2.41	95.10 \pm 2.77	0.024*
- เวลาในการทดสอบ (วินาที)	331.40 \pm 153.56	352.70 \pm 135.33	0.285
- ระดับความเหนื่อยหลังทดสอบ (คะแนน)	2.20 \pm 1.23	2.75 \pm 1.23	0.200
- ระดับความล้าของกล้ามเนื้อหลังทดสอบ (คะแนน)	0.70 \pm 1.25	0.90 \pm 1.29	0.480
- ชีพจร (ครั้ง/นาที)	104.60 \pm 16.05	105.60 \pm 15.88	0.709
- อัตราการหายใจ (ครั้ง/นาที)	21.00 \pm 3.68	22.00 \pm 3.27	0.052
- ความดันช่วงหัวใจบีบตัวหลังทดสอบ (มม.ปรอท)	158.00 \pm 15.49	165.00 \pm 22.73	0.242
- ความดันช่วงหัวใจคลายตัวหลังทดสอบ (มม.ปรอท)	92.00 \pm 10.33	88.33 \pm 10.33	0.168

* มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.05$

อภิปรายผล

การศึกษาในครั้งนี้พบว่าเมื่อเปรียบเทียบระหว่างการใช้และไม่ใช้การหายใจแบบห่อริมฝีปากขณะทดสอบ Glittre ADL test พบว่าการหายใจแบบห่อริมฝีปากมีผลช่วยลดภาวะคงค้างของอากาศภายในปอดและลดภาวะลดลงของความอึดตัวของออกซิเจนในเลือดหลังทดสอบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\text{-value} < 0.05$) แต่ไม่พบความแตกต่างของสมรรถภาพในการทำกิจกรรมในชีวิตประจำวันและความแตกต่างของชีพจร อัตราการหายใจ ความดันโลหิต ระดับอาการเหนื่อย และระดับความล้าของกล้ามเนื้อภายหลังการทดสอบ Glittre ADL test ในผู้ป่วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรังระดับความรุนแรงปานกลางถึงหนัก

ภาวะคงค้างของอากาศภายในปอดเป็นพยาธิสภาพที่ส่งผลให้เกิดอาการหอบเหนื่อยทำให้เกิดการจำกัดการทำกิจกรรมประจำวันของผู้ป่วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง (Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease, 2018; Tangri & Woolf, 1973) จากการศึกษาก่อนหน้านี้พบว่าภาวะคงค้างของอากาศภายในปอดของผู้ป่วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง มีความสัมพันธ์ระดับต่ำกับระดับความรุนแรงของโรค (Calverley & Koulouris, 2005) ระหว่างการทำกิจกรรมในชีวิตประจำวันของผู้ป่วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรังที่มีระดับความรุนแรงปานกลางขึ้นไปซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างในการศึกษาครั้งนี้มีแนวโน้มที่จะเกิดภาวะคงค้างของอากาศภายในปอดหลังจากหายใจออกได้จากการเพิ่มขึ้น

ของปริมาตรของอากาศที่ค้างในปอด (Residual volume; RV) จากการลดลงของค่าปริมาตรของอากาศหายใจออกเต็มที่หลังจากการหายใจเข้าเต็มที่ (Vital capacity; VC) ซึ่งส่วนหนึ่งเป็นผลมาจากภาวะการอุดกั้นของทางเดินหายใจ จากการลดลงของค่าปริมาตรของอากาศที่ถูกขับออกในวินาทีแรก (Forced expiratory volume in one second; FEV1) ของผู้ป่วย (Deesomchok et al., 2010) ทำให้เมื่อหายใจออกผู้ป่วยจะมีแรงดันในช่องอก (Intra-pleural pressure) เพิ่มขึ้น จึงทำให้หลอดลมขนาดเล็กมีการปิดก่อนกำหนด เกิดการคั่งค้างของลมภายในปอดจึงทำให้อากาศถูกเก็บกักไว้ในปอดมากกว่าปกติ (Air trapping) ผู้ป่วยจึงมีอาการหอบเหนื่อย ซึ่งเป็นปัญหาหลักที่ส่งผลต่อการทำกิจวัตรประจำวัน (Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease, 2018; Tangri & Woolf, 1973) โดยเฉพาะขณะออกกำลังกาย ร่างกายต้องการใช้พลังงานมากขึ้นเพื่อใช้ในการเคลื่อนไหว ผู้ป่วยต้องหายใจเข้าออกเพื่อให้ได้ออกซิเจนเข้าสู่ร่างกายมากขึ้น จึงปรับตัวด้วยการเพิ่มความลึกในการหายใจและเพิ่มอัตราการหายใจขึ้น ในขณะที่ผู้ป่วยมีความผิดปกติจากภาวะอุดกั้นของหลอดลม การเพิ่มการหายใจเข้าออกจะทำให้แรงต้านทานในการหายใจเพิ่มมากขึ้น ร่วมกับอัตราการหายใจที่เร็วขึ้น ส่งผลในเวลาที่ใช้ในการหายใจออกสั้นลง ยิ่งทำให้ภาวะคั่งค้างของอากาศภายในปอดเพิ่มมากขึ้น (O'Donnell & Webb, 2008; Panagiotou, Kastanakis, & Vogiatzis, 2013) โดยเฉพาะในขณะที่มีการใช้รยางค์แขนและการเคลื่อนไหวส่วนของลำตัวในการทำกิจกรรม อาจให้เกิดการหายใจที่ไม่สัมพันธ์กันระหว่างทรวงอกและท้อง (Dyssynchronous thoracoabdominal breathing pattern) เนื่องจากเมื่อมีการเคลื่อนไหวของแขนและลำตัวในขณะที่มีการหายใจเร็วและสั้นจะทำให้ขาดการประสานสัมพันธ์ของกล้ามเนื้อที่ช่วยในการหายใจ ได้แก่ กล้ามเนื้อกระบังลม กล้ามเนื้อบริเวณทรวงอก (External intercostal muscle) และกล้ามเนื้อที่ช่วยในการหายใจที่เกาะระหว่างแขนและทรวงอก เช่น Pectoralis major and minor muscles, Latissimus dorsi muscle, Serratus anterior muscle, Lower part of trapezius muscle ส่งผลทำให้เกิด

ภาวะคั่งค้างของอากาศภายในปอดที่เพิ่มมากขึ้น (Celli, Rassulo, & Make, 1986; Pereira et al., 2017; Tangri & Woolf, 1973) การหายใจแบบห่อริมฝีปากทำให้มีแรงดันบวกในการหายใจออก (Positive expiratory pressure) ช่วยลดแรงต้านทานขณะหายใจออก ควบคุมให้หายใจช้าลง หายใจได้ลึกมากขึ้น ช่วยเพิ่มปริมาตรความจุปอด ลดอัตราการหายใจ และเมื่อภาวะการหายใจดีขึ้นทำให้เพิ่มความอิ่มตัวของออกซิเจนในเลือด (Oxygen saturation) เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่หายใจแบบไม่ห่อริมฝีปาก (Jones, et al., 2003; Mueller, et al., 1970; Thoman, et al., 1966) โดยผลการศึกษาในครั้งนี้สอดคล้องกับการศึกษาของ De araujo และคณะในปี ค.ศ.2015 ที่พบว่าการหายใจแบบห่อริมฝีปากสามารถช่วยลดภาวะคั่งค้างของอากาศภายในปอดขณะทดสอบ Glittre ADL ที่เป็นกิจกรรมในชีวิตประจำวันที่มีการเคลื่อนไหวของรยางค์แขนและขาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (De Araujo, et al., 2015)

จากผลการศึกษาเมื่อเปรียบเทียบ ADL performance ระหว่างการใช้และไม่ใช้การห่อใจแบบห่อริมฝีปากขณะทดสอบ Glittre ADL test พบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สอดคล้องกับการศึกษาก่อนหน้าของ De araujo และคณะในปี ค.ศ.2015 เนื่องจากประสิทธิภาพ การทำกิจกรรมในชีวิตประจำวันของผู้ป่วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง ไม่ได้ขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพการระบายอากาศเพียงอย่างเดียวแต่ยังขึ้นอยู่กับปัจจัย โดยการทดสอบการทำกิจกรรมในชีวิตประจำวันด้วย Glittre ADL test จำเป็นต้องใช้ความสามารถของร่างกายในหลายระบบร่วมกับประสิทธิภาพการทำงานของระบบการหายใจ ได้แก่ ความสามารถในการทำงานของระบบหัวใจและไหลเวียนเลือด ความสามารถของกล้ามเนื้อ เป็นต้น (Karloh, et al., 2014) ซึ่งผู้ป่วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง มีการลดลงของประสิทธิภาพการทำงานของหัวใจและการไหลเวียนเลือด มีกล้ามเนื้ออ่อนแรงและความทนทานของกล้ามเนื้อลดลง (Panagiotou, et al., 2013; Rabinovich & Vilaró, 2010) ซึ่งมีผลต่อระยะเวลาการทำ Glittre ADL test ที่เป็นการทดสอบที่จำลองรูปแบบการทำกิจวัตรประจำวัน มีการผสมผสานระหว่างรูปแบบของ

กิจกรรมแบบแอโรบิก (Aerobic) และกิจกรรมที่ต้องใช้ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (Strengthening) จากผลประเมินชีพจร ความดันโลหิต และระดับความล้าของกล้ามเนื้อพบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทั้งการทดสอบแบบใช้การหายใจแบบห่อริมฝีปากกับไม่ใช้การหายใจแบบห่อริมฝีปาก เนื่องจากการศึกษานี้เป็นการทดสอบแบบวัดผลทันทีในกลุ่มตัวอย่างเดิมซึ่งแสดงให้เห็นว่าขณะทดสอบที่มีการหายใจแบบห่อริมฝีปากกลุ่มตัวอย่างมีการระบายอากาศดีขึ้นช่วยให้ประสิทธิภาพการหายใจดีขึ้น แต่ประสิทธิภาพการหายใจที่เพิ่มขึ้นไม่ได้มีผลเพิ่มสมรรถภาพของร่างกายที่ต้องอาศัยทั้งความสามารถของระบบหายใจและองค์ประกอบของการทำงานของร่างกายในระบบอื่นๆ ดังที่กล่าวมา (Gagnon et al., 2014; Karloh, et al., 2014)

การศึกษานี้ครั้งนี้วัดผลภาวะคงค้างของอากาศของอากาศภายในปอดด้วยการเปรียบเทียบค่าความจุปอดก่อนและหลังออกกำลังกาย ไม่ได้วัดค่าปริมาตรอากาศที่ค้างค้างในปอด (FRC) โดยตรง และไม่มีการวัดค่าภาวะคงค้างของอากาศในปอดระหว่างกำลังทดสอบ Glittre ADL test จึงทำให้ไม่สามารถทราบภาวะคงค้างของอากาศภายในปอดขณะกำลังทดสอบ และเนื่องจากการศึกษาในครั้งนี้เป็นรูปแบบการทดสอบที่มุ่งผลแก้ไขปัญหจากระบบหายใจแบบวัดผลทันที ดังนั้นในการศึกษาครั้งหน้าอาจศึกษาผลของ โปรแกรมการฝึกหายใจแบบห่อริมฝีปากในระยะยาวเพื่อที่จะทราบผลของการหายใจแบบห่อริมฝีปากต่อการพัฒนาความสามารถในการทำกิจกรรม

สรุปผลการวิจัย

เมื่อเปรียบเทียบภาวะคงค้างของอากาศภายในปอดระหว่างการใช้และไม่ใช้การหายใจแบบห่อริมฝีปากขณะทำการทดสอบการทำกิจกรรมในชีวิตประจำวัน พบว่าพบว่าการหายใจแบบห่อริมฝีปากมีผลช่วยลดภาวะการคงค้างของอากาศภายในปอดและลดภาวะลดลงของความอึดตัวของออกซิเจนในเลือดหลังทดสอบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\text{-value} < 0.05$) แต่ไม่พบความแตกต่างของสมรรถภาพในการทำกิจกรรมในชีวิตประจำวัน (ADL

performance) และความแตกต่างของชีพจร อัตราการหายใจ ความดันโลหิต ระดับอาการเหนื่อย และระดับความล้าของกล้ามเนื้อภายหลังการทดสอบ Glittre ADL test ในผู้ป่วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรังระดับความรุนแรงปานกลางถึงหนัก เนื่องจากการทดสอบการทำกิจกรรมในชีวิตประจำวันด้วย Glittre ADL test จำเป็นต้องใช้ความสามารถของร่างกายในหลายระบบ ได้แก่ ความสามารถของการทำงานของระบบหัวใจและหลอดเลือด ความสามารถของกล้ามเนื้อ เป็นต้น ซึ่งการหายใจแบบห่อริมฝีปากช่วยในเรื่องการระบายอากาศแต่ไม่ได้มีผลช่วยในด้านอื่น เช่น เพิ่มความสามารถในการทำกิจกรรม เป็นต้น ดังนั้นบุคลากรทางการแพทย์ควรแนะนำการฝึกการหายใจแบบห่อริมฝีปากร่วมกับการทำกิจกรรมประจำวันเพื่อลดภาวะหายใจลำบากในผู้ป่วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรังร่วมกับควรทำการฟื้นฟูสมรรถภาพร่างกายในด้านอื่นเพื่อช่วยเพิ่มความสามารถในการทำกิจกรรมในชีวิตประจำวัน

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ กภ.ทวีพล แสนภักดี แผนกกายภาพบำบัด โรงพยาบาลท่าศาลา และ กภ.ทิพวิมล คำช่วย แผนกกายภาพบำบัด โรงพยาบาลมหาราชนครศรีธรรมราช ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการเก็บข้อมูล งานวิจัยครั้งนี้ได้รับการสนับสนุนจากทุนสนับสนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์

เอกสารอ้างอิง

- Bhatt, S. P., Luqman-Arafath, T. K., Gupta, A. K., Mohan, A., Stoltzfus, J. C., Dey, T., . . . Guleria, R. (2013). Volitional pursed lips breathing in patients with stable chronic obstructive pulmonary disease improves exercise capacity. *Chronic Respiratory Disease, 10*(1), 5-10.
- Calverley, P. M. A., & Koulouris, N. G. (2005). Flow limitation and dynamic hyperinflation: key concepts in modern respiratory physiology. *European Respiratory Journal, 25*(1), 186-199.



- Celli, B. R. (1988). Arm exercise and ventilation. *Chest*, 93(4), 673.
- Celli, B. R., Rassulo, J., & Make, B. J. (1986). Dyssynchronous breathing during arm but not leg exercise in patients with chronic airflow obstruction. *New England Journal of Medicine*, 314(23), 1485-1490.
- De Araujo, C. L. P., Karloh, M., Dos Reis, C. M., Palú, M., & Mayer, A. F. (2015). Pursed-lips breathing reduces dynamic hyperinflation induced by activities of daily living test in patients with chronic obstructive pulmonary disease: A randomized cross-over study. *Journal of Rehabilitation Medicine*, 47(10), 957-962.
- Deesomchok, A., Webb, K. A., Forkert, L., Lam, Y. M., Ofir, D., Jensen, D., & O'Donnell, D. E. (2010). Lung hyperinflation and its reversibility in patients with airway obstruction of varying severity. *Journal of Chronic Obstructive Pulmonary Disease* 7(6), 428-437.
- Gagnon, P., Guenette, J. A., Langer, D., Laviolette, L., Mainguy, V., Maltais, F., . . . Saey, D. (2014). Pathogenesis of hyperinflation in chronic obstructive pulmonary disease. *International Journal of Chronic Obstructive Pulmonary Disease*, 9(1), 187-201.
- Gigliotti, F., Coli, C., Bianchi, R., Grazzini, M., Stendardi, L., Castellani, C., & Scano, G. (2005). Arm exercise and hyperinflation in patients with COPD: effect of arm training. *Chest*, 128(3), 1225-1232.
- Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease. (2018). Global strategy for the diagnosis, management and prevention of chronic obstructive lung disease (2018 Report).Retrived 5 March2019from https://goldcopd.org/wp-content/uploads/2017/11/GOLD-2018-v6.0-FINAL-revised-20-Nov_WMS.pdf
- Jones, A. Y., Dean, Elizabeth, & Chow, C. C. (2003). Comparison of the oxygen cost of breathing exercises and spontaneous breathing in patients with stable chronic obstructive pulmonary disease. *Physical Therapy*, 83(5), 424-431.
- Karloh, M., Karsten, M., Pissaia, F. V., de Araujo, C. L. P., & Mayer, A. F. (2014). Physiological responses to the Glittre-ADL test in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Journal of Rehabilitation Medicine*, 46(1), 88-94.
- Miller, M. R., Hankinson, J., Brusasco, V., Burgos, F., Casaburi, R., Coates, A., . . . Wanger, J. (2005). Standardisation of spirometry. *European Respiratory Journal*, 26(1), 319-338.
- Mueller, R. E., Petty, T. L., & Filley, G. F. (1970). Ventilation and arterial blood gas changes induced by pursed lips breathing. *Journal of Applied Physiology*, 28(6), 784-789.
- O'Donnell, D. E., & Webb, K. A. (2008). The major limitation to exercise performance in COPD is dynamic hyperinflation. *Journal of Applied Physiology*, 105(2), 753-755.
- Panagiotou, M., Kastanakis, E., & Vogiatzis, I. (2013). Exercise limitation in COPD. *Pneumon*, 26(3), 245-256.
- Pereira, M. C., Porras, D. C., Lunardi, A. C., Da Silva, C. C. B. M., Barbosa, R. C. C., Cardenas, L. Z., . . . De Albuquerque, A. L. P. (2017). Thoracoabdominal asynchrony: Two methods in healthy, COPD, and interstitial lung disease patients. *PLoS ONE*, 12(8), 1-14.
- Porto, E. F., Castro, A. A. M., Velloso, M., Nascimento, O. A., Maso, F. D., & Jardim, J. R. (2009).



- Exercises using the upper limbs hyperinflate COPD patients more than exercises using the lower limbs at the same metabolic demand. *Monaldi Archives Chest Disease*, 71(1), 21–26.
- Rabinovich, R. A., & Vilaró, J. (2010). Structural and functional changes of peripheral muscles in chronic obstructive pulmonary disease patients. *Current Opinion in Pulmonary Medicine*, 16(2), 123-133.
- Saffer, H., Dave, D., Grossman, M., & Leung, L. A. (2013). Racial, ethnic, and gender differences in physical activity. *Journal of Human Capital*, 7(4), 378-410.
- Schenkel, N. S., Burdet, L., Muralt, B. d., & Fitting, J. W. (1996). Oxygen saturation during daily activities in chronic obstructive pulmonary disease. *European Respiratory Journal*, 9(12), 2584-2599.
- Sin, D. D., Stafinski, T., Ng, Y. C., Bell, N. R., & Jacobs, P. (2002). The impact of chronic obstructive pulmonary disease on work loss in the United States. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, 165(2), 704-707.
- Tangri, S., & Woolf, C. R. (1973). The breathing pattern in chronic obstructive lung disease during the performance of some common daily activities. *Chest*, 63(1), 126-127.
- Thoman, R. L., Stoker, G. L., & Ross, J. C. (1966). The efficacy of pursed-lips breathing in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *American Review of Respiratory Disease*, 93(1), 100-106.
- Thoracic Society of Thailand Under Royal Patronage. (2010). Guideline pulmonary function test. Retrieved 5 August 2017 from <http://thaichest.net/images/article/guideline/GuidelinePFT.pdf>
- Valeiro, B., Hernández, C., Aibar, J., Llop, L., Rodríguez, D. A., Barberán, A., . . . Vilaró, J. (2012). Home exercise tolerance assessment in acute exacerbated COPD patients. *European Respiratory Journal*, 40(1), 618.
- Williams, R. E., & Horvath, S. M. (1995). Recovery from dynamic exercise. *American Journal of Physiology-Heart and Circulatory Physiology*, 6(2), 2311-2320.
- Yan, S., Kaminski, D., & Sliwinski, P. (1997). Reliability of inspiratory capacity for estimating end-expiratory lung volume changes during exercise in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, 156(1), 55-59.