

ความน่าเชื่อถือของอุปกรณ์วัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจอย่างง่าย

วิระพงษ์ ชิดนอก*, ชัยณรงค์ แก้วกุ่ม, เนตรนภา ตาลศิริ, แมธิรา ปุณศรี, ทวีวัฒน์ เวียงคำ

Received: February 2, 2014

Revised & Accepted: March 28, 2014

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประดิษฐ์และทดสอบความน่าเชื่อถือของอุปกรณ์วัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจอย่างง่าย อุปกรณ์สามารถวัดค่าสูงสุดของกล้ามเนื้อหายใจเข้าและออกได้ระหว่าง 0 ถึง 184 เซนติเมตรน้ำ มีหน้าจอแสดงผลเป็นตัวเลข จากนั้นนำอุปกรณ์วัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจอย่างง่ายมาทดสอบหาค่าความน่าเชื่อถือในอาสาสมัครเพศชายสุขภาพดี จำนวน 30 คน โดยทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ จำนวน 3 ครั้ง ห่างกันอย่างน้อย 3 วัน ผลการศึกษพบว่าค่าความน่าเชื่อถือของอุปกรณ์วัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจอย่างง่าย ในการวัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจเข้า มีค่าเท่ากับ 0.99 และความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจออกมีค่าเท่ากับ 0.94 โดยใช้สถิติ Intraclass Correlation Coefficient (ICC) และผลประเมินความพึงพอใจของนักกายภาพบำบัดต่ออุปกรณ์วัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจอย่างง่ายอยู่ในระดับดี (ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.07) การศึกษาวิจัยครั้งนี้สรุปได้ว่า อุปกรณ์วัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจอย่างง่ายที่ประดิษฐ์ขึ้น สามารถวัดค่าความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจได้และมีความน่าเชื่อถืออยู่ในระดับสูง

คำสำคัญ: ความน่าเชื่อถือ, ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ

ภาควิชากายภาพบำบัด คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

ตำบลท่าโพธิ์ อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก 65000

* ผู้รับผิดชอบบทความ



Intratester reliability of new simple respiratory muscle strength testing device

Weerapong Chidnok*, Netnapha Talsiri, Methira Pukhrua, Chainarong Keawthung, Taweewat Wiangkhan

Abstract

The purpose of the present study was to invent a new simple respiratory muscle strength testing device and investigated the reliability. This equipment can measure the pressure of respiratory muscles strength in the range of 0 to 184 cmH₂O and can be show in digital form through the 7-segment monitor. This device was investigated the reliability in thirty healthy male participants by respiratory muscle strength test 3 times for consecutive 3 days. The result demonstrated that intratester reliability for maximum inspiratory pressure and maximum expiratory pressure was 0.99 and 0.94, respectively by using Intraclass Correlation Coefficient (ICC) analysis. The satisfactions of physiotherapist on the simple respiratory muscles strength testing device were average good level (4.07). In conclusion, the new simple respiratory muscle strength testing device can measure the respiratory muscle strength with high reliability.

Keywords: Reliability, Maximum respiratory pressure

Department of Physical Therapy, Faculty of Allied Health Sciences, Naresuan University, Phitsanulok

*Corresponding author: (e-mail: weerapngch@nu.ac.th)

บทนำ

การหายใจในมนุษย์ ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 2 อย่างคือการไหลเวียนและการขนส่งอากาศระหว่างสิ่งแวดล้อมภายนอกกับเลือด ปอดเป็นส่วนประกอบสำคัญที่ทำหน้าที่ในการแลกเปลี่ยนก๊าซ และกล้ามเนื้อหายใจทำงานโดยการหดตัวทำให้ผนังทรวงอกเคลื่อนไหว อากาศไหลเข้าสู่ปอดขณะหายใจเข้าและออกจากปอดเมื่อหายใจออก⁽¹⁾ นอกจากนี้ กล้ามเนื้อหายใจยังทำหน้าที่ในการทรงท่าและการเคลื่อนไหว⁽²⁾ สำหรับในคนปกติ กล้ามเนื้อหายใจและระบบประสาทที่ควบคุมการหายใจสามารถทำงานสนองต่อภาระทางอากาศขณะออกกำลังกายได้อย่างเพียงพอ โดยเฉพาะกล้ามเนื้อกะบังลม ซึ่งมีความสามารถของออกซิเดทีฟและความหนาแน่นของไมโทคอนเดรียสูง มีคุณสมบัติในการหดตัวเหมือนใยกล้ามเนื้อชนิดหดตัวสั้นและใยกล้ามเนื้อชนิดหดตัวเร็วผสมกัน⁽³⁾ เมื่อการระบายอากาศเพิ่มมากขึ้นและมีการหายใจลึกมากขึ้นขณะออกกำลังกาย กล้ามเนื้อช่วยหายใจเข้าจะทำงานเพิ่มขึ้นเพื่อช่วยแบ่งเบาภาระการทำงานของกล้ามเนื้อกะบังลม⁽⁴⁾ ดังนั้น จากการทำงานของกล้ามเนื้อหายใจเข้าและกล้ามเนื้อหายใจออก ผนวกกับการควบคุมการหายใจที่เหมาะสม จึงสามารถสนองต่อระบบเมตาบอลิซึมของร่างกายขณะออกกำลังกายได้อย่างเพียงพอ

ในผู้ป่วยโรคทางเดินหายใจเรื้อรัง โครงสร้างและหน้าที่ของระบบหายใจได้รับผลกระทบจากพยาธิสภาพของโรค เกิดการอ่อนแรงของกล้ามเนื้อหายใจและนำไปสู่การล้มเหลวของระบบหายใจ⁽⁵⁾ การฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจช่วยลดความรุนแรงของระบบหายใจล้มเหลวในผู้ป่วยโรคทางเดินหายใจเรื้อรัง ผลของการฟื้นฟูสมรรถภาพปอดด้วยการฝึกออกกำลังกายทั่วไปหรือฝึกเฉพาะกล้ามเนื้อหายใจ ต่างก็มีประโยชน์ในผู้ป่วยโรคทางเดินหายใจ⁽⁶⁾ รวมทั้งการที่ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจเพิ่มขึ้น จะช่วยให้สมรรถนะการออกกำลังกายเพิ่มขึ้นตามด้วย⁽⁷⁾ ซึ่งการฝึกความแข็งแรงกล้ามเนื้อหายใจจำเป็นต้องทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจเพื่อเป็นค่าเริ่มต้นของการฝึก วิธีการทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจมีหลายวิธี เช่น การทดสอบแรงดันกะบังลม (transdiaphragmatic pressure) ซึ่งเป็นความแตกต่างระหว่างแรงดันในหลอดอาหาร (esophageal pressure) และแรงดันในกระเพาะอาหาร (gastric pressure) และการทดสอบแรงดันหายใจสูงสุด (Maximal Inspiratory Pressure and Maximal Expiratory Pres-

sure) ผ่านทางปากด้วยอุปกรณ์วัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ (Mouth Pressure Meter)⁽⁸⁾ ซึ่งการวัดแรงดันหายใจสูงสุด (Maximal Inspiratory Pressure and Maximal Expiratory Pressure) ด้วยอุปกรณ์วัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจจะเป็นที่นิยมเพราะเป็นวิธีการที่ไม่รุกรานร่างกาย⁽⁸⁾ นอกจากนี้ มีหลายปัจจัยที่มีผลต่อแรงดันกล้ามเนื้อหายใจ ประกอบด้วยเพศ มีรายงานว่าเพศชายมีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจเข้าและกล้ามเนื้อหายใจออกมากกว่าเพศหญิง⁽¹⁰⁾ อายุ มีการวิจัยรายงานว่าความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจลดลงเมื่ออายุเพิ่มขึ้น⁽¹¹⁾ รวมถึงความสูง น้ำหนัก ร่างกาย และกิจกรรมการออกกำลังกาย^(10, 11, 12)

อุปกรณ์วัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจที่นิยมใช้กันอยู่ในปัจจุบันคือ Mouth Pressure Metre ผลิตจากประเทศอังกฤษ ซึ่งสามารถวัดแรงดันหายใจเข้าสูงสุด (Maximal Inspiratory Pressure) และแรงดันหายใจออกสูงสุด (Maximal Expiratory Pressure) ซึ่งเป็นตัวแปรที่บ่งบอกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจเข้าและกล้ามเนื้อหายใจออก⁽⁸⁾ ตามลำดับ แต่อุปกรณ์ดังกล่าวมีราคาแพงและต้องสั่งนำเข้าจากต่างประเทศ ซึ่งจากการค้นคว้าข้อมูลพบว่าในประเทศไทยยังไม่มีมีการประดิษฐ์อุปกรณ์วัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจอย่างง่าย ซึ่งใช้หลักการแปลงแรงดันให้เป็นตัวเลข เพื่อบ่งบอกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ ผู้วิจัยจึงมีความสนใจในการประดิษฐ์อุปกรณ์วัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจอย่างง่าย เพื่อลดค่าใช้จ่ายและเป็นนวัตกรรมที่ประดิษฐ์ในประเทศไทย เพื่อความยั่งยืนรวมถึงสามารถนำไปประยุกต์ใช้สำหรับการทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจในวิชาชีพทางด้านการแพทย์ กายภาพบำบัด และวิทยาศาสตร์การกีฬาต่อไป

วัตถุประสงค์

1. ประดิษฐ์อุปกรณ์วัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจอย่างง่าย
2. ทดสอบความน่าเชื่อถือของอุปกรณ์วัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจอย่างง่ายในอาสาสมัครเพศชายสุขภาพดี
3. ประเมินความพึงพอใจของนักกายภาพบำบัดต่ออุปกรณ์วัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจอย่างง่ายที่ประดิษฐ์ขึ้น

วัสดุและวิธีการศึกษา

รูปแบบการศึกษานี้เป็นการประดิษฐ์เชิงพัฒนา ประกอบด้วยขั้นตอนการดำเนินงานวิจัยดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นประดิษฐ์อุปกรณ์วัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจอย่างง่าย โดยการเทียบค่าแรงดันกับค่าดิจิตอล เพื่อคำนวณหาความสัมพันธ์ระหว่างค่าแรงดันที่ได้กับดิจิตอล จากนั้นนำสมการที่ได้มาเขียนลง IC-AT89S52 และประกอบเป็นอุปกรณ์วัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจอย่างง่าย

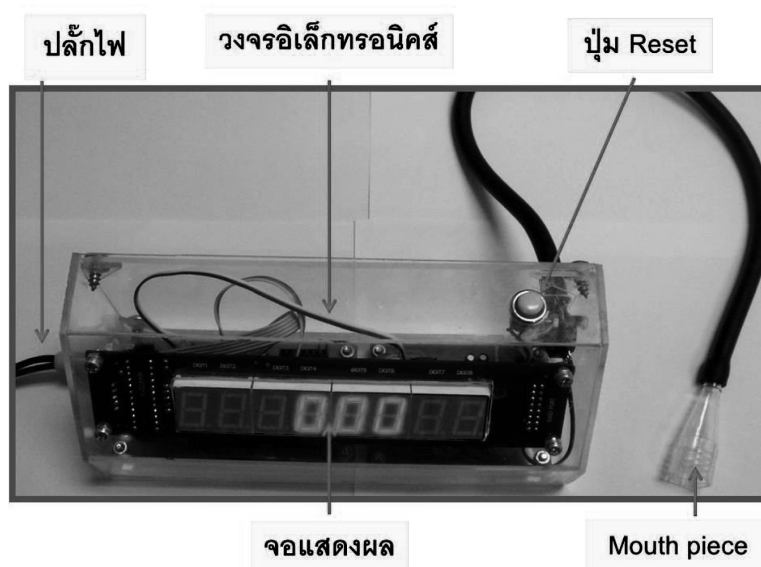
ขั้นที่ 2 ขั้นทดสอบความน่าเชื่อถือ (reliability) ทดสอบความน่าเชื่อถือในอาสาสมัครเพศชายสุขภาพดี อายุระหว่าง 18-25 ปี จำนวน 30 คน โดยอาสาสมัครไม่มีโรคประจำตัวที่เกี่ยวข้องกับระบบทางเดินหายใจทั้งระยะเฉียบพลันและระยะเรื้อรัง เช่น โรคทางเดินหายใจอุดกั้น หอบหืด ปอดอักเสบ วัณโรค โดยอาสาสมัครลงนามในแบบฟอร์มยินยอมเข้าร่วมการวิจัย โดยการทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจตามเกณฑ์มาตรฐานของ ATS/ERS⁽⁸⁾ การทดสอบความแข็งแรงกล้ามเนื้อหายใจเข้า กระทำโดยให้อาสาสมัครหายใจออกจนสุด จากนั้นให้อาสาสมัครบีบจมูก ดูดเครื่องวัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจที่ประดิษฐ์ขึ้นผ่านทาง mouth piece ให้เต็มที่ ค้างไว้อย่างน้อย 1 วินาที ให้อาสาสมัครพักอย่างน้อย 1 นาที แล้วทดสอบครั้งต่อไป และการทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจออก กระทำโดยให้อาสาสมัครหายใจเข้าเต็มที่ จากนั้นให้อาสาสมัครบีบจมูก เป่าเครื่องวัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจที่ประดิษฐ์ขึ้นผ่านทาง mouth piece ให้เต็มที่ ค้างไว้อย่างน้อย 1 วินาที ให้อาสาสมัครพักอย่างน้อย 1 นาที แล้วทดสอบครั้งต่อไป ทำการทดสอบ 3 ครั้ง แต่ละครั้งห่างกัน 3 วัน แล้วนำค่าสูงสุดที่อาสาสมัครเป่าหรือดูดได้ซึ่งแต่ละครั้งต่างกันไม่เกิน 20%⁽⁸⁾ มาคำนวณหาค่าความน่าเชื่อถือโดยใช้สถิติ Intraclass Correlation Coefficient (ICC)

ขั้นที่ 3 ขั้นประเมินความพึงพอใจ โดยนักกายภาพบำบัดที่ปฏิบัติงานด้านระบบทางเดินหายใจอย่างน้อย 2 ปี โรงพยาบาลพุทธชินราช จังหวัดพิษณุโลก ทดลองใช้และตอบแบบประเมินความพึงพอใจในการใช้ รูปแบบของอุปกรณ์รวมทั้งให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงและพัฒนา จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาปรับปรุงและพัฒนาอุปกรณ์

ผลการศึกษา

จากขั้นตอนวิธีการที่ 1 ค่าความสัมพันธ์ระหว่างค่าแรงดันที่ได้กับค่าตัวเลขแบบดิจิตอลได้สมการดังนี้ $Y = 0.0652X - 131.56$ และมีค่า R^2 เท่ากับ 0.99 และจาก**รูปที่ 1** แสดงอุปกรณ์วัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจอย่างง่ายที่ประดิษฐ์ขึ้น ประกอบด้วยอุปกรณ์ที่มีจอแสดงผลเป็นตัวเลขและปุ่ม Reset โดยมีสายต่อกับ Mouthpiece เพื่อให้ผู้ถูกทดสอบวัดแรงดันสูงสุดจากการหายใจเข้าหรือออก อุปกรณ์สามารถวัดค่าสูงสุดของกล้ามเนื้อหายใจเข้าและออกได้ระหว่าง 0 ถึง 184 เซนติเมตรน้ำ และอุปกรณ์นี้ได้รับการจดทะเบียนด้านทรัพย์สินทางปัญญาประเภทอนุสิทธิบัตร เลขที่คำขอ 0703001217 เมื่อวันที่ 30 พฤศจิกายน 2553

ผลการศึกษาการทดสอบความน่าเชื่อถือของอุปกรณ์วัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจอย่างง่ายในอาสาสมัครเพศชายสุขภาพดี เมื่อทำการทดสอบค่าความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจเข้าและกล้ามเนื้อหายใจออกในอาสาสมัครเพศชายสุขภาพดีจำนวน 30 คน ด้วยอุปกรณ์วัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจอย่างง่าย พบว่าค่าความน่าเชื่อถือของอุปกรณ์วัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจอย่างง่ายในการวัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจเข้ามีค่าเท่ากับ 0.99 และความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจออกมีค่าเท่ากับ 0.94 ดังแสดงใน **ตารางที่ 1**



รูปที่ 1 ลักษณะอุปกรณ์วัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจอย่างง่ายที่ประดิษฐ์ขึ้น

ตาราง 1 ค่าความน่าเชื่อถือของอุปกรณ์วัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจอย่างง่ายในการทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจเข้าและกล้ามเนื้อหายใจออก

ตัวแปร	ICC (Intraclass Correlation Coefficient)
P_{Imax} (Maximal Inspiratory Pressure)	0.99
P_{Emax} (Maximal Expiratory Pressure)	0.94

ผลการประเมินความพึงพอใจของนักกายภาพบำบัดเมื่อนำอุปกรณ์วัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจอย่างง่ายให้นักกายภาพบำบัดโรงพยาบาลพุทธชินราช จังหวัดพิษณุโลก จำนวน 2 ท่าน ทำการทดลองใช้กับผู้ป่วยในแผนกกายภาพบำบัด โรงพยาบาลพุทธชินราช จังหวัดพิษณุโลก และประเมินความพึงพอใจของการใช้อุปกรณ์วัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจอย่างง่าย พบว่าคะแนนเฉลี่ยของความพึงพอใจในหัวข้อความสะดวกในการใช้งาน เท่ากับ 3.5 หัวข้อการอ่านค่าที่วัดได้ เท่ากับ 4.5 คะแนนเฉลี่ยหัวข้อรูปแบบทันสมัย สวยงาม น่าใช้ เท่ากับ 3.5 หัวข้อความเหมาะสมของน้ำหนักและขนาดของอุปกรณ์ เท่ากับ 4.5 หัวข้อความแข็งแรงและความทนทาน เท่ากับ 3.5 หัวข้อความปลอดภัยต่อนักกายภาพบำบัด เท่ากับ 4.5 หัวข้อความปลอดภัยต่อผู้ป่วย เท่ากับ 4.5

วิจารณ์ผลการศึกษา

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประดิษฐ์อุปกรณ์วัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจอย่างง่าย และนำมาทดสอบหาค่าความน่าเชื่อถือของอุปกรณ์ในอาสาสมัครเพศชายสุขภาพดี ผลการศึกษาพบว่า ค่าความน่าเชื่อถือของอุปกรณ์วัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจอย่างง่ายในการวัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจเข้ามีค่าเท่ากับ 0.99 และความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจออกมีค่าเท่ากับ 0.94 ค่าความน่าเชื่อถือที่ยอมรับได้โดยทั่วไป ซึ่งหากค่าความน่าเชื่อถือมีค่าเข้าใกล้ 1 ระดับความน่าเชื่อถือจะอยู่ในระดับสูง จากการทดลองหาค่าความน่าเชื่อถือของอุปกรณ์วัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจอย่างง่ายในอาสาสมัครเพศชายสุขภาพดี จำนวน 30 คน พบว่าในการวัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจเข้ามีค่าความน่าเชื่อถือเท่ากับ 0.99 และความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจออกมีค่าความน่าเชื่อถือเท่ากับ 0.94 จึงแปลผลว่าค่าความน่าเชื่อถือของอุปกรณ์วัด

ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจอย่างง่ายอยู่ในระดับสูง⁽⁹⁾

ผลจากการประเมินความพึงพอใจของนักกายภาพบำบัดต่ออุปกรณ์วัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจอย่างง่าย พบว่าคะแนนเฉลี่ยของความพึงพอใจในหัวข้อความสะดวกในการใช้งาน รูปแบบทันสมัย สวยงาม น่าใช้ ความแข็งแรงและความทนทาน อยู่ในช่วงปานกลางถึงมาก ทั้งนี้เนื่องจากอุปกรณ์วัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจอย่างง่ายที่ประดิษฐ์ขึ้นยังเป็นอุปกรณ์ต้นแบบตัวอุปกรณ์จึงมีรูปแบบภายนอกที่ต้องพัฒนาต่อไป คือ ตัวอุปกรณ์มีขนาดใหญ่ ข้อต่อที่ต่อจากเครื่องวัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจอย่างง่ายเข้ากับ mouth piece ควรมีขนาดเหมาะสมและเชื่อมต่อกันได้สนิท อีกทั้งควรเป็นแบตเตอรี่เพื่อสะดวกต่อการพกพาใช้งาน สำหรับต้นทุนที่ใช้ในการผลิตอุปกรณ์วัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจประมาณห้าพันบาท ต่ำกว่าต้นทุนที่ผลิตในต่างประเทศประมาณแปดหมื่นบาท และสามารถจัดซื้ออุปกรณ์ทางอิเล็กทรอนิกส์ได้ง่าย จึงเป็นนวัตกรรมใหม่ของอุปกรณ์ทางกายภาพบำบัด รวมทั้งเป็นอุปกรณ์ต้นแบบชิ้นแรกที่ผลิตขึ้นมาในประเทศไทย เนื่องจากอุปกรณ์วัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจอย่างง่ายที่ประดิษฐ์ขึ้นยังเป็นอุปกรณ์ต้นแบบ ตัวอุปกรณ์จึงมีรูปแบบภายนอกที่ต้องพัฒนาต่อไป

สรุปผลการศึกษา

อุปกรณ์วัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจอย่างง่ายที่ประดิษฐ์ขึ้น อุปกรณ์วัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจอย่างง่ายที่ประดิษฐ์ขึ้น สามารถวัดค่าความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจได้และมีความน่าเชื่อถืออยู่ในระดับสูง อย่างไรก็ตามควรปรับปรุงและพัฒนาในด้านรูปแบบของอุปกรณ์ต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย ฝ่ายอุตสาหกรรม โครงการโครงการอุตสาหกรรมสำหรับนักศึกษาปริญญาตรีที่ได้สนับสนุนทุนวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

1. American Thoracic Society/European Respiratory Society. ATS/ERS Statement on Respiratory muscle Testing. Am J Respir Crit Care Med 2002; 166: 518-624.
2. Poole DC, Sexton WL, Farkas GA, Power SK, Reid MV. Diaphragm structure and function in health and disease. Med Sci Sports Exerc 1997; 29: 738-54.
3. Mizuno M. Human respiratory muscles: fibre morphology and capillary supply. Eur Respir J 1991; 4: 587-601.
4. Aliverti A, Cala SJ, Duranti R, Ferrigno G, Kenyon CM, Yan S. Human respiratory muscle actions and control during exercise. J Appl Physiol 1997; 83: 1256-69.
5. Marchand E., Decramer, M. Respiratory muscle function and drive in chronic obstructive pulmonary disease. Clin Chest Med 2000; 21: 679-92.
6. American Thoracic Society. American Thoracic Society Statement: Pulmonary rehabilitation-1999. Am J Respir Crit Care Med 1999; 159: 1666-82.
7. วีระพงษ์ ชิดนोक. ความเหนื่อยล้าของกล้ามเนื้อหายใจและสมรรถนะการออกกำลังกาย. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการกีฬา 2552; 9: 277-86.
8. American Thoracic Society/European Respiratory Society. ATS/ERS Statement on Respiratory muscle Testing. Am J Respir Crit Care Med 2002; 166: 518-624.
9. Blesh, TE. Measurement in Physical Education. 2nd Edition, Ronald Press, New York, 1974.
10. Johan A, Chan CC, Chia HP, Chan OY, Wang YT. Maximal respiratory pressure in adult Chinese, Malays and Indians. Eur Respir J 1997; 10: 2825-8.
11. Enright PL, Kronmal RA, Manolio TA, Schenker MB, Hyatt RE. Respiratory muscle strength in elderly: correlate and reference value. Am J Respir Crit Care Med 1997; 149: 430-8.
12. Fuso L, Cosmo VD, Nardecchia B, Sammaror S, Pagliari G, Pistelli R. Maximal respiratory pressure in elite soccer players. J Sport Med Phy Fitness 1993; 36: 67-71.